



Grundwasserschutz 66

Grundwasser- Überwachungsprogramm

 Ergebnisse 2023



Baden-Württemberg

Grundwasser- Überwachungsprogramm

 Ergebnisse 2023

HERAUSGEBER	LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe, www.lubw.de
BEARBEITUNG	LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg Referat 42 - Grundwasser
REDAKTION	LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg Referat 42 - Grundwasser
BEZUG	Diese Broschüre ist gedruckt für 5,- Euro erhältlich bei der LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe oder kostenlos als Download im pdf-Format unter: https://pd.lubw.de/10693
ISSN	1437-0131 (Reihe Grundwasserschutz Bd. 66, 2024)
STAND	August 2024
SATZ UND BARRIEREFREIHEIT	MUMBECK – Agentur für Werbung GmbH Schlieffenstraße 60, 42329 Wuppertal
DRUCK	printwork, Waldhornweg 15, 76694 Forst
TITELBILD	Das Bild zeigt eine Grundwasser-Messstelle, LUBW
EMAS-REGISTERNUMMER	D – 138 – 00063

Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit Zustimmung des Herausgebers unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

ZUSAMMENFASSUNG		6
EINFÜHRUNG		8
1	GRUNDWASSERMENGE	9
1.1	Niederschläge 2023	9
1.2	Grundwasserneubildung aus Niederschlag 2023	12
1.3	Grundwasserverhältnisse 2023	15
1.3.1	Allgemein	15
1.3.2	Regionale Grundwasserverhältnisse	15
1.3.3	Quantitative Entwicklung	18
2	GRUNDWASSERBESCHAFFENHEIT	21
2.1	Nitrat	21
2.1.1	Hintergrund	21
2.1.2	Bewertungsgrundlagen	22
2.1.3	Ergebnisse und Bewertung 2023	22
2.1.4	Zeitliche Entwicklungen	24
2.1.5	Nitrat in Wasserschutzgebieten	26
2.2	Pflanzenschutzmittel	28
2.2.1	Hintergrund	28
2.2.2	Bewertungsgrundlagen	29
2.2.3	Bisherige Untersuchungen	30
2.2.4	Ergebnisse und Bewertung 2022-2023	30
2.3	Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe	34
2.3.1	Hintergrund	34
2.3.2	Bewertungsgrundlagen	34
2.3.3	Bisherige Untersuchungen	34
2.3.4	Ergebnisse und Bewertung 2022-2023	34
2.4	Metallische Spurenstoffe	37
2.4.1	Hintergrund	37
2.4.2	Bewertungsgrundlagen	38
2.4.3	Bisherige Untersuchungen	38
2.4.4	Ergebnisse und Bewertung 2022-2023	38
3	GLOSSAR UND ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	43
4	WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN	45
4.1	Weiterführende Literatur	45
4.2	Grundwassermenge	45
4.3	Grundwasserbeschaffenheit	47
4.3.1	Bewertungsgrundlagen	47
4.3.2	Qualitätssicherung, Werteplausibilisierung und Datenauswertung	49
4.3.3	Pflanzenschutzmittel des europäischen Projektes „ermes-ii“	51

Zusammenfassung

Das Grundwassermonitoring der LUBW mit Ergebnisdokumentation und Berichterstattung an Bundesinstitutionen und die Europäische Union ist elementarer Bestandteil des gewässerkundlichen Dienstes. Der vorliegende Bericht umfasst Auswertungen für Menge und Güte. Im Kapitel „Grundwassermenge“ werden die Grundwasserneubildung sowie die Grundwasserverhältnisse mit Messdaten aus dem Jahr 2023 ausgewertet. Für das Kapitel „Grundwasserbeschaffenheit“ werden die Messdaten aus dem Jahr 2023 für Nitrat, sowie von 2022 bis 2023 für Pflanzenschutzmittel und deren Metabolite, für leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe und für metallische Spurenstoffe dargestellt.

Die Jahresmittelwerte der Grundwasserstände lagen im Jahr 2023 auf höherem Niveau als im vorangegangenen Jahr, entsprachen dennoch langjährig unterdurchschnittlichen Verhältnissen. Die **Grundwasserverhältnisse** haben auf mittlerem Niveau begonnen und schwankten in der ersten Jahreshälfte innerhalb des Normalbereichs. Nach den zu erwartenden Rückgängen im Sommer hat sich die Situation nach den überdurchschnittlichen Niederschlägen von Oktober bis Dezember zum Jahresende deutlich entspannt. Grundwasserstände und Quellschüttungen stiegen bis zum Jahresende auf ein hohes Niveau an. Im südlichen und nördlichen Oberrheingraben sowie in Oberschwaben und im Großraum Stuttgart waren im Jahresmittel 2023 teils niedrige, in der Ortenau hingegen hohe Grundwasserverhältnisse zu verzeichnen. Bei den meisten Messstellen lag ein insgesamt moderat sinkender 20-jähriger Trend vor.

Bei **Nitrat** wurde in 2023 der Schwellenwert von 50 mg/l an rund 7,7 % und der Warnwert von 37,5 mg/l an etwa 17 % der untersuchten Messstellen überschritten. Somit stellt Nitrat weiterhin die Hauptbelastung im Grundwasser dar. Seit Beginn der systematischen Messungen in 1994 hat die mittlere Nitratkonzentration im Landesmessnetz Beschaffenheit um rund 24 % abgenommen. Die Abnahme in den letzten Jahren ist jedoch nur noch gering. Seit der Novellierung der Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) im Jahr 2001 haben sowohl die absoluten Flächen als auch der prozentuale Anteil der hoch belasteten Sanierungsgebiete an der gesamten Wasserschutzgebiet-Fläche deutlich abgenommen. Die mittleren Nitrat-Konzentrationen sind seitdem in den Sanierungsgebieten um rund 16 %, in den Problemgebieten um 13 % sowie in den Normalgebieten um etwa 4 % zurückgegangen. Die Anzahl der Sanierungsgebiete im Land ist – ähnlich wie die mittlere Nitratkonzentrationen – in den letzten Jahren kaum mehr zurückgegangen.

Die in 2022 bis 2023 untersuchten sieben **Pflanzenschutzmittel**-Wirkstoffe und relevanten Metabolite haben an rund 1,3 % der untersuchten Messstellen Überschreitungen des Schwellenwerts von 0,1 µg/l verursacht. Die gemessenen Wirkstoffe sind alle nicht mehr zugelassen. Dies zeigt, wie lange diese Grundwasserbelastungen verbleiben. Aufgrund der Vielzahl an in der Vergangenheit zugelassenen Wirkstoffen und den vorhandenen Ressourcen kann nicht das vollständige Substanzspektrum durch das Grundwassermonitoring der LUBW überwacht werden.

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe als typische Industrie-/Altlastenschadstoffe wurden in 2022 bis 2023 an rund einem Viertel der untersuchten Messstellen nachgewiesen. Die Belastungen sind seit vielen Jahren rückläufig. Der Schwellenwert für die Summe aus Tri- und Tetrachlorethen von 10 µg/l wurde an rund 2,7 % der untersuchten Messstellen überschritten. Mitte der 90er Jahre war dieser Anteil mit 7,7 % fast dreimal so hoch.

Neben dem geogenen Hintergrund werden höhere Gehalte an **metallischen Spurenstoffen** auch durch menschliche Aktivitäten wie Industrie oder Bergbau verursacht. Bei den anthropogen verursachten Belastungen sind langjährig rückläufige Tendenzen erkennbar.

Trotz rückläufiger Konzentrationen vieler Schadstoffe werden die Schwellenwerte der Grundwasserverordnung nicht flächendeckend unterschritten. Daher sind Schutzmaßnahmen weiter umzusetzen bzw. zu verbessern. Es ist auch künftig regelmäßig zu untersuchen, ob die Befunde bereits bekannter Stoffe zurückgehen und ob neue – bislang nicht untersuchte – Substanzen die Grundwasserqualität gefährden.

Einführung

Wesentliche Aufgabe der Wasserwirtschaftsverwaltung ist es, eine nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung sicherzustellen und Grundwasserressourcen in qualitativer wie quantitativer Hinsicht für künftige Generationen zu erhalten. Dazu werden im Rahmen der Grundwasserüberwachung in Baden-Württemberg von der LUBW jährlich landesweit repräsentative Daten erhoben. Für den vorliegenden Bericht wurden Messergebnisse aus den Jahren 2022 bis 2023 berücksichtigt.

Das jährliche Grundwasser-Überwachungsprogramm Baden-Württemberg

- gibt Auskunft sowohl über die Qualität (Grundwasserbeschaffenheit) als auch über die Quantität (Grundwasserstand und Quellschüttung) des Grundwassers,
- macht unerwünschte Entwicklungen und schädliche Einflüsse sichtbar,
- erlaubt, geeignete Maßnahmen zur Minimierung von schädlichen Einflüssen zu definieren und ihre Wirksamkeit zu überprüfen,
- ist Grundlage für die Erfüllung von Berichtspflichten für Bundesvorgaben sowie für europäische Richtlinien wie die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), die Grundwasserrichtlinie (GWRL) und die Nitratrichtlinie.

Dafür werden Messdaten von folgenden Grundwassermessnetzen verwendet:

- LUBW-Landesmessnetz Menge / quantitatives Grundwassermessnetz: rund 400 Messstellen; drei Teilmessnetze je nach Messstellenart und Untersuchungsintervall
- LUBW-Landesmessnetz Beschaffenheit / qualitatives Grundwassermessnetz: rund 1900 Messstellen; fünf Teilmessnetze je nach anthropogener Beeinflussung im Einzugsgebiet der Grundwassermessstelle
- Kooperationsmessnetz Wasserversorgung (WVU): rund 2400 Messstellen. Aufgrund von Kooperationsverträgen von 1984 und 2003 zwischen dem Land Baden-Württemberg und der Wasserversorgungswirtschaft werden dem Land zusätzliche Messdaten zu Nitrat, Pflanzenschutzmitteln (PSM) und weiteren Parametern von den Wasserversorgern bereitgestellt. Diese Daten stammen im Regelfall von Messstellen in Wasserschutzgebieten (WSG) und werden jährlich unter www.grundwasser-datenbank.de veröffentlicht.

Alle Messergebnisse stehen den Fachbehörden über die Grundwasserdatenbank (GWDB) innerhalb des Informationssystems Wasser, Immissionsschutz, Boden, Abfall, Arbeitsschutz (WIBAS) zur Verfügung. Aktuelle Informationen werden im Internet unter www.lubw.baden-wuerttemberg.de/wasser/grundwasser und der „Jahresdaten-katalog Grundwasser“ mit Menge- und Gütedaten unter <https://umweltdaten.lubw.baden-wuerttemberg.de/w/grundwasser> veröffentlicht.

1 Grundwassermenge

In Baden-Württemberg werden über 70 % des Trinkwassers aus Grund- und Quellwasser gewonnen. Das quantitative Grundwassermessnetz von Baden-Württemberg gibt einen landesweiten Überblick über Zustand und Entwicklung der Grundwasserverhältnisse. Aussagen über den aktuellen Zustand im Land und kurzfristige Entwicklungstendenzen der quantitativen Grundwasserverhältnisse werden anhand ausgewählter, für die Gesamtheit möglichst repräsentativer

„Trendmessstellen“ getroffen. Die Tabelle 1.1 zeigt die Entwicklung der verschiedenen Mengenmessnetze 2022/2023. In der LUBW-Publikation „Grundwassermessnetze: Rahmen und Definitionen“ (<https://pd.lubw.de/10366>) werden die genannten Messnetze genauer beschrieben. Die Messstellen des Berichtsmessnetzes GUQ der LUBW werden über Datensammler beobachtet und mindestens einmal im Jahr Vor-Ort kontrolliert.

Tabelle 1.1: Entwicklung Landesmessnetz Menge zwischen 2022 und 2023

Abkürzung	Bezeichnung	Zielsetzung	Messstellen Anzahl 01.01.2022	Ausgeschieden	Übernahme von Dritten	Neubau	Messstellen Anzahl 31.12.2023
ST LUBW	Routinemessnetz Grundwasserstand LUBW	Landesweiter Überblick	237	2	21	0	256
Q LUBW	Routinemessnetz Quellschüttung LUBW	Landesweiter Überblick	145	2	6	0	149
	Routinemessnetz Menge ohne Lysimeter		382	4	27		405
LYS LUBW	Routinemessnetz Lysimeter LUBW	Stichprobenartige Überwachung von GWN aus Niederschlag	32	0	0	0	32
GUQ	Berichtsmessnetz Grundwasser und Quellschüttungen LUBW (GuQ)	Fortlaufende Bewertung aktueller Zustand und Trend der landesweiten Grundwasservorräte	70	0	2		72



1.1 Niederschläge 2023

Die Niederschläge im Jahr 2023 entsprachen im langjährigen Vergleich leicht überdurchschnittlichen Verhältnissen. Das Flächenmittel der Niederschlagshöhe 2023 betrug in Baden-Württemberg 1.019 mm, das sind rund 104 % des Niederschlagsmittelwertes der 30-jährigen Normalperiode 1991-2020 (Abbildung 1.2). Dies bedeutet einen Überschuss von ca. 40 mm (bzw. l/m^2). Zur besseren Einordnung nach den vielen unterdurchschnittlichen Jahren: Zuletzt waren die Jahresniederschläge vor über zwanzig Jahren – im Jahr 2002 – höher. Die innerjährliche Niederschlagsverteilung bestand aus einer Abfolge von mehreren trockenen und nassen Episoden. Im Jahresverlauf stachen die trockenen

Monate Februar, Juni und September deutlich hervor (Abbildung 1.1). Die in Frühjahr und Sommer aber vor allem zu Jahresende überdurchschnittlichen Niederschläge konnten diese trockenen Abschnitte ausgleichen insbesondere im Schwarzwald und im Odenwald sowie in Oberschwaben. Die landesweit höchsten Niederschlagsmengen wurden in den Höhenlagen des Schwarzwalds beobachtet (Abbildung 1.3): Der Jahreshöchstwert mit 1.930 mm sowie der Monatshöchstwert mit 411 mm Niederschlag im November 2023 wurden in Freudenstadt registriert. Demgegenüber wurden als Minimum nur 11 mm Niederschlag im trockenen Februar 2023 im Raum Karlsruhe gemessen.

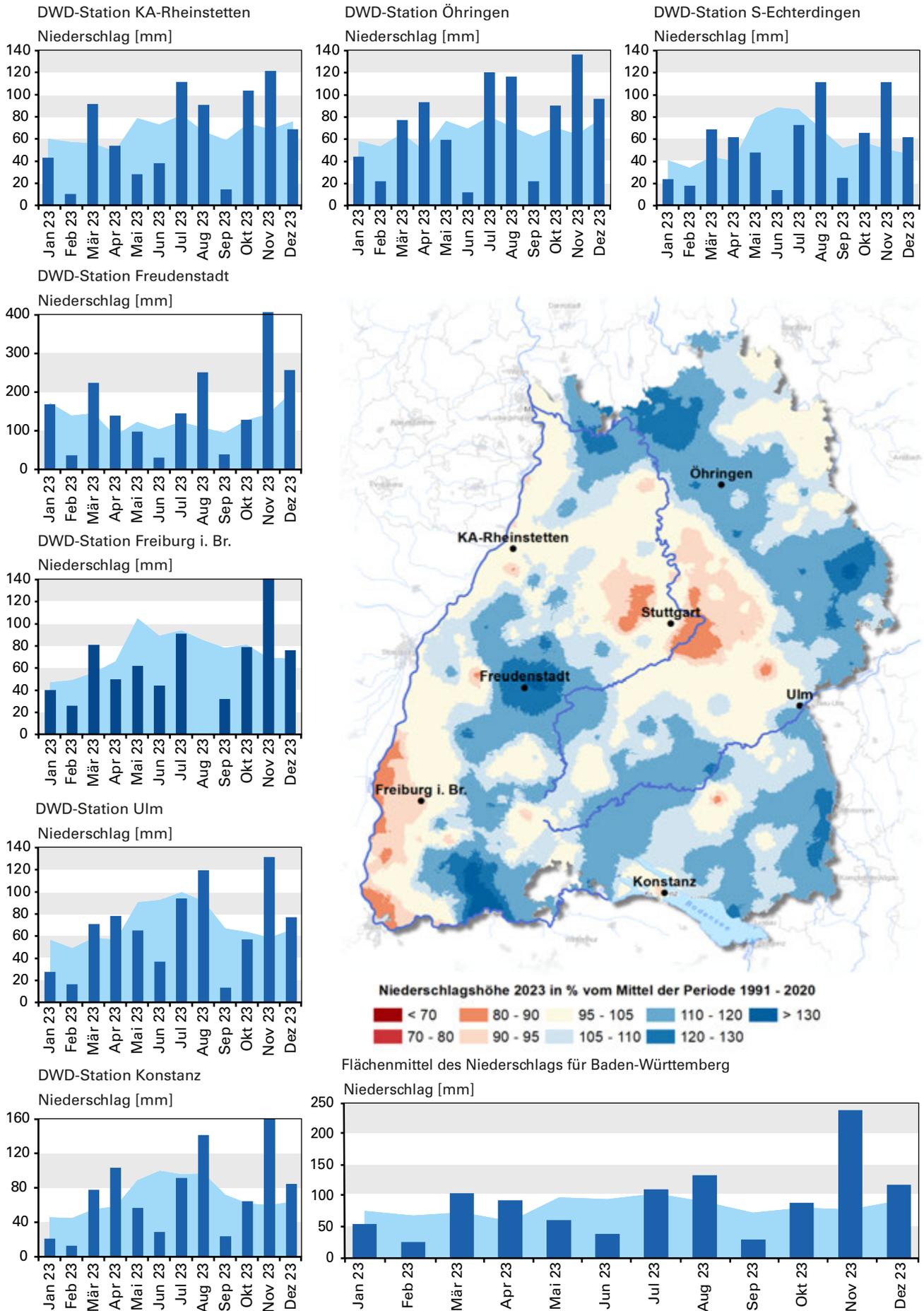


Abbildung 1.1: Monatliche Niederschlagshöhe (dunkelblaue Balken) im Jahr 2023 und mittlere Monatsniederschlagssummen der Periode 1991-2020 (hellblaue Flächen) an ausgewählten DWD-Stationen (Datenquelle: DWD) sowie Jahresniederschlagshöhe 2023 in % vom Mittel der Periode 1991-2020 (Datengrundlage: Bodenwasserhaushaltsmodell GWN-BW 07/2024)

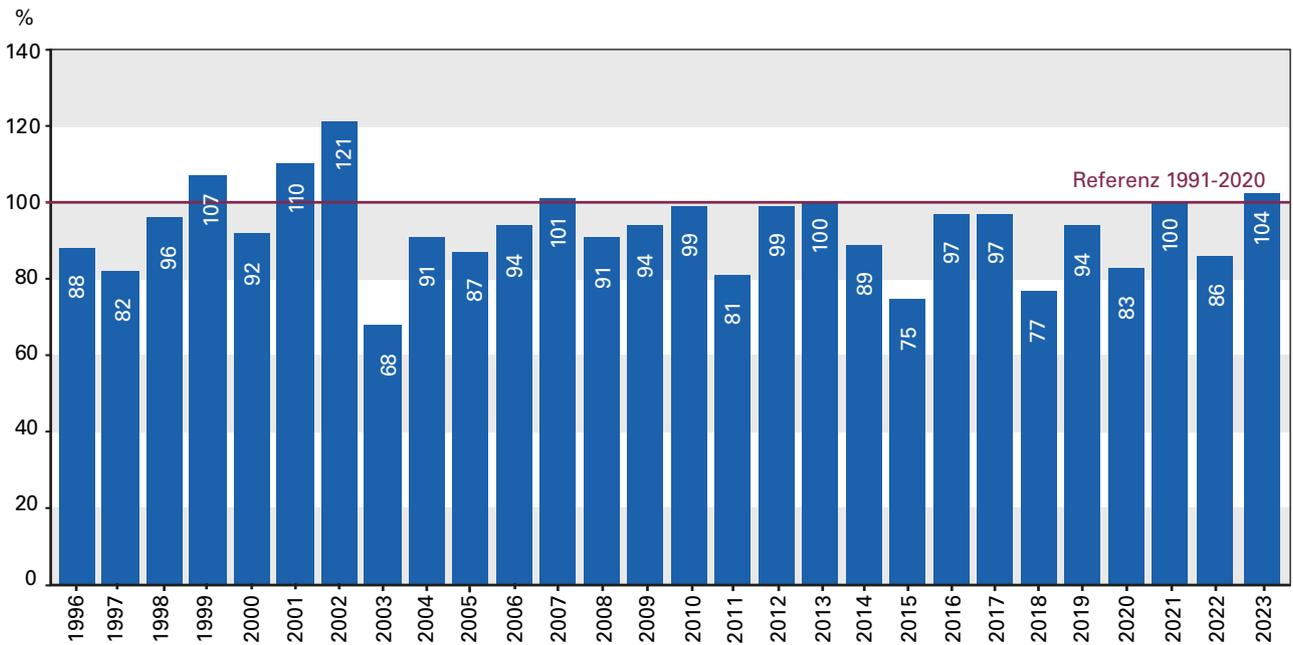


Abbildung 1.2: Mittlere Jahresniederschläge in Baden-Württemberg (blaue Balken) seit 1996 in Bezug auf das langjährige Mittel 1991-2020 (violette Linie) (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst (DWD))

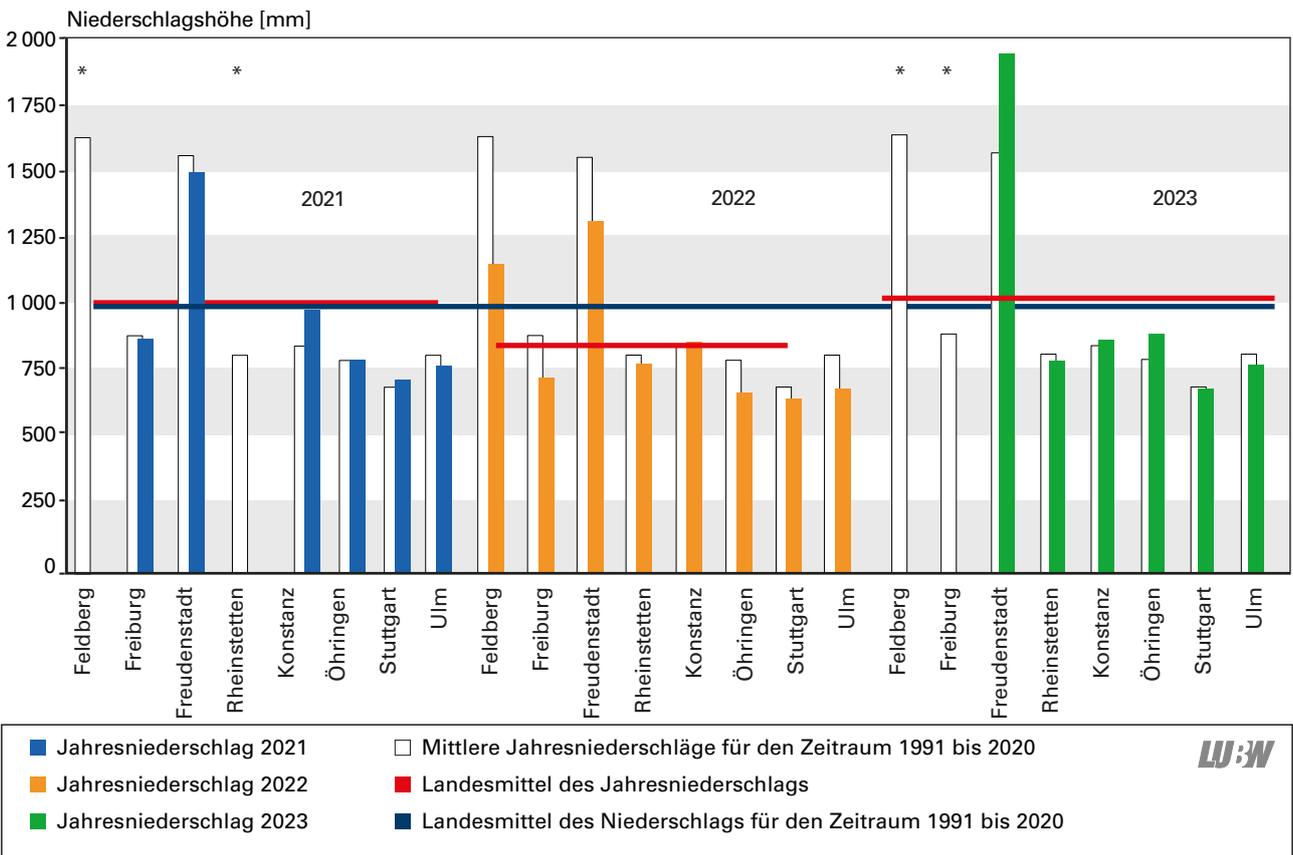


Abbildung 1.3: Jahresniederschläge an ausgewählten DWD-Stationen in Baden-Württemberg in den Jahren 2021, 2022 und 2023 im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten 1991-2020 (Datenquelle: DWD) *Daten unvollständig

1.2 Grundwasserneubildung aus Niederschlag 2023

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlag ist von entscheidender Bedeutung für die Wiederauffüllung der Grundwasserhältnisse nach Trockenzeiten. Die Abfolgen von Perioden über- und unterdurchschnittlicher Niederschläge und der von ihnen beeinflussten, jahreszeitlich unterschiedlichen Versickerungsraten prägen den zeitlichen Verlauf der Grundwasserstände. Die Grundwasserneubildungsraten unterliegen sowohl zeitlichen – Jahreszeit sowie langfristige Tendenz – als auch räumlichen Schwankungen. Bei normal ausgeprägtem Jahresgang ist der versickernde Anteil des Winterniederschlags erheblich höher als der Niederschlagsanteil im Sommer. Dies liegt insbesondere an der im Winter erheblich geringeren Verdunstung infolge der niedrigeren Lufttemperatur. Die Niederschlagsmenge im hydrologischen Sommerhalbjahr ist in Baden-Württemberg durchschnittlich etwas höher (~55 %) als jene im Winterhalbjahr (~45 %). Der Niederschlag im Sommer wird jedoch zum großen Teil durch Verdunstung aufgebraucht. So trägt das Winterhalbjahr im Mittel ca. 75 % zur jährlichen Grundwasserneubildung bei, das Sommerhalbjahr nur ca. 25 %.

Die landesweite Berechnung der Sickerwasserrate mit dem Bodenwasserhaushaltsmodell GWN-BW (Grundwasserneubildung und Bodenwasserhaushalt) ergibt – für November und Dezember 2023 weit überdurchschnittliche Sickerwasserraten (Abbildung 1.4) – bezogen auf das 30-jährige Mittel von 1991-2020. Mit ausschlaggebend hierfür war die nasse zweite Oktoberhälfte, die zunächst die

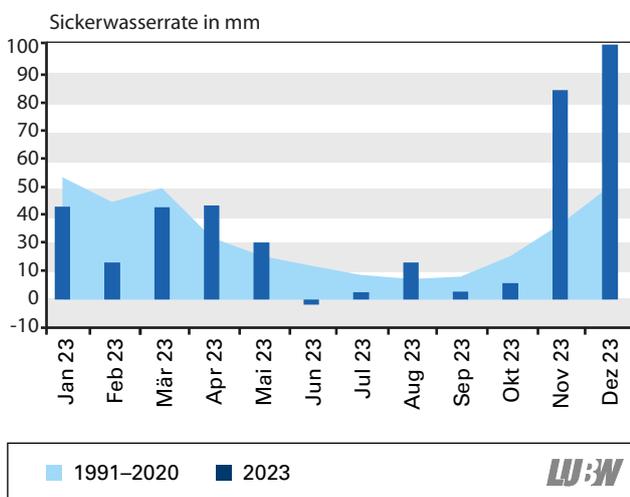


Abbildung 1.4: Jahresgang 2023 der Sickerwasserrate im Landesmittel (dunkelblaue Säulen) im Vergleich zum mittleren Jahresgang der Periode 1991-2020 (hellblaue Flächen) (Datengrundlage: Bodenwasserhaushaltsmodell GWN-BW 07/2024)

Bodenfeuchte erhöhte, ohne im Oktober schon wesentlich zur Sickerwasserbildung beitragen zu können. Die Monate Februar, Juni, Juli, September und Oktober lieferten weit unterdurchschnittliche Sickerwasserraten.

Die räumlich detaillierte Verteilung der jährlichen Grundwasserneubildung aus Niederschlag im Jahr 2023 sowie deren Umfang bezogen auf den Mittelwert 1991-2020 zeigt die Abbildung 1.5. Die durchschnittliche Sickerwasserrate erreichte rund 370 mm/a (ca. 110 % vom Mittel). Die daraus resultierende Grundwasserneubildung erreichte etwa 190 mm/a und wies damit bezogen auf das 30-jährige Mittel von 1991-2020 nach sechs zu trockenen Jahren (2017 bis 2022) wieder einen Überschuss aus. Die Verteilung im Land war jedoch sehr unterschiedlich. Im südlichen Oberrheingebiet erreichte die Grundwasserneubildung lediglich rund 70 % der normalen Werte. Im mittleren Neckarraum, im Kraichgau sowie in Teilen des nördlichen Oberrheins war die Grundwasserneubildung ebenfalls unterdurchschnittlich. In den übrigen Landesteilen konnten dagegen überdurchschnittliche Grundwasserneubildungsraten verzeichnet werden.

Der Vergleich der Niederschlags- und Sickerwassermengen bei den Lysimetern Neuburgweier, Steißlingen und Egelsee mit dem Grundwasserstand an benachbarten Messstellen zeigt deutlich, dass ein Zufluss zum Grundwasser und ein Anstieg des Grundwasserstands in erster Linie vom Winterniederschlag abhängen (Abbildung 1.6). Zahlreiche Ganglinien zeigen einen synchronen Verlauf mit dem für das Grundwasser ausschlaggebenden Niederschlag im Winterhalbjahr. Nur in Ausnahmefällen, wie es beispielsweise im Jahr 2021 der Fall gewesen war, können regenreiche Sommermonate Versickerungen bis ins Grundwasser bewirken. Der im Wesentlichen vom Niederschlag bestimmte oberflächennahe Grundwasserstand steigt normalerweise von November bis März an und fällt dann bis zum Ende des hydrologischen Jahres in den Monaten September / Oktober wieder ab.

Zur Charakterisierung der Grundwasserneubildungsverhältnisse sind die Monatssummen der Niederschläge und die Versickerungsmengen der Jahre 2022 und 2023 an ausgewählten Lysimeterstationen mit den zugehörigen Grundwasserständen an Referenzmessstellen im Vergleich zu 20-jährigen Monatsmittelwerten dargestellt (Abbildung 1.6).

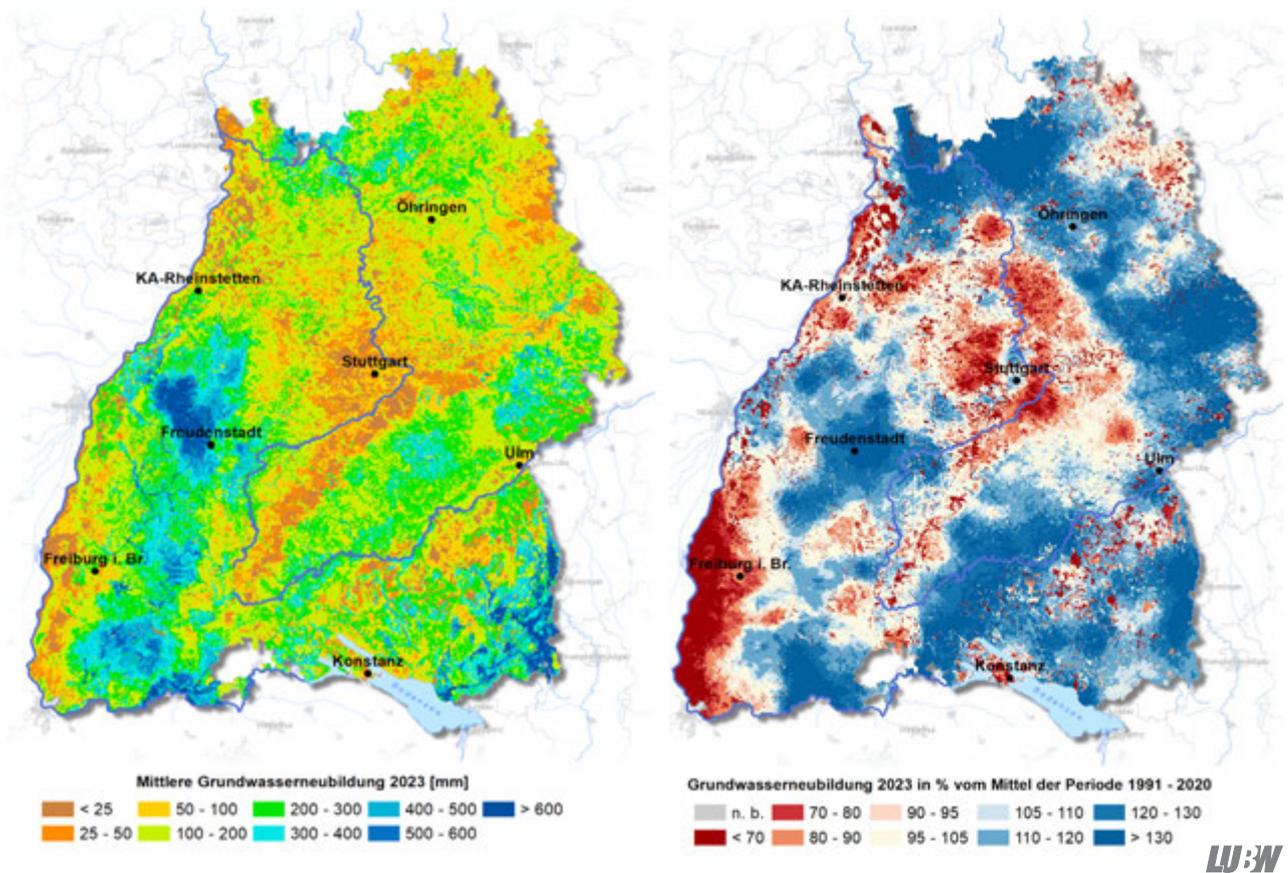


Abbildung 1.5: Verteilung der Grundwasserneubildung 2023 in mm/Jahr (links) und in % vom Mittel der Periode 1991-2020 (rechts) (Datengrundlage: Bodenwasserhaushaltsmodell GWN-BW 07/2024)

Die Beobachtungen an Lysimetern zeigen den Beginn des Neubildungsprozesses im frühen hydrologischen Winterhalbjahr 2022/2023. Die ersten Sickerungen wurden im Iller-Riß-Gebiet und im Singener Becken bereits im letzten Quartal von 2022 beobachtet. Im Oberrheingraben war der Auftakt zeitverzögert und hat bereichsweise bis zum Jahresbeginn 2023 auf sich warten lassen. Die bis dahin ergeblige Grundwasserneubildung ist jedoch im trockenen Februar wieder eingebrochen. Mit der Rückkehr der feuchten Witterung im Frühjahr konnten die Sickerungen nach einer mehrwöchigen Unterbrechung unerwartet ab etwa März wieder Fahrt aufnehmen und erreichten vielerorts ein deutlich überdurchschnittliches Niveau.

Im trockenen und heißen Juni kam der Neubildungsprozess vollständig zum Stillstand und die Lysimeterstationen blieben im weiteren Jahresverlauf bis etwa Ende Oktober

trocken. Die gelegentlichen Sommerniederschlagsereignisse kamen in erster Linie dem Pflanzenwachstum und den oberirdischen Gewässern zugute, hatten jedoch keine unmittelbaren Auswirkungen auf die Grundwasserhältnisse. Das Niederschlagsdefizit im September hat maßgeblich dazu beigetragen, dass die Bodenfeuchte am Ende des hydrologischen Sommerhalbjahres gering war. Damit waren die Voraussetzungen für die Anregung des Neubildungsprozesses ungünstig. Mit dem Beginn des Winterhalbjahres setzte erstmalig nach vielen Jahren wieder ausdauernder Landregen ein, der die angespannte Situation innerhalb weniger Wochen wendete. Die Bodenfeuchte erholte sich zunächst sehr rasch und nach kurzer zeitlicher Verzögerung setzte auch der Neubildungsprozess besonders stark ein. Die überdurchschnittlichen Niederschläge zu Jahresende haben anhaltend hohe Versickerungen bis Ende Dezember bewirkt.

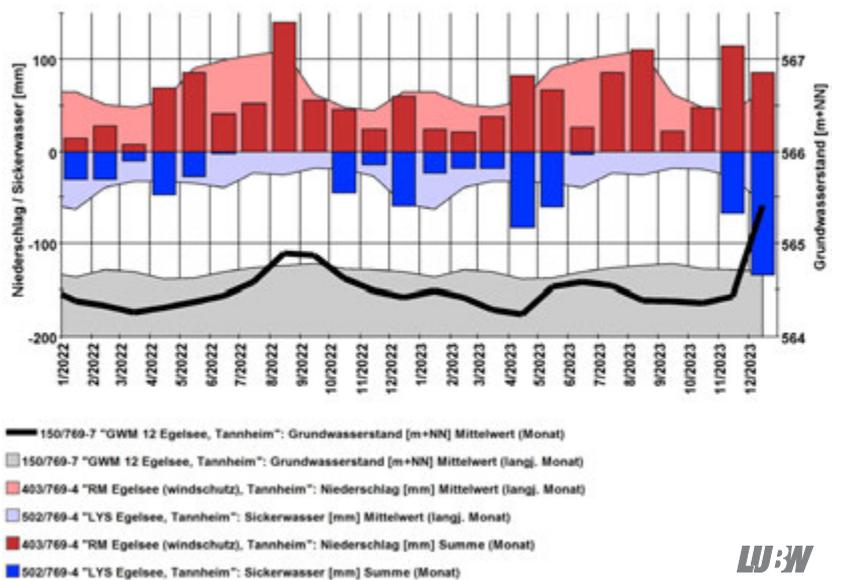
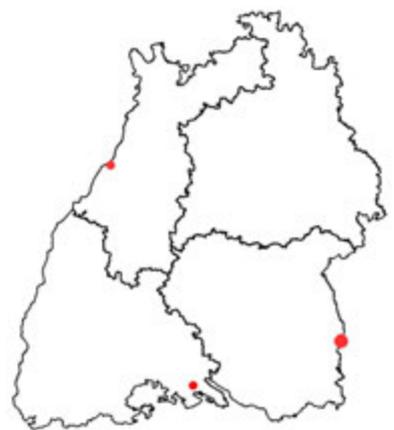
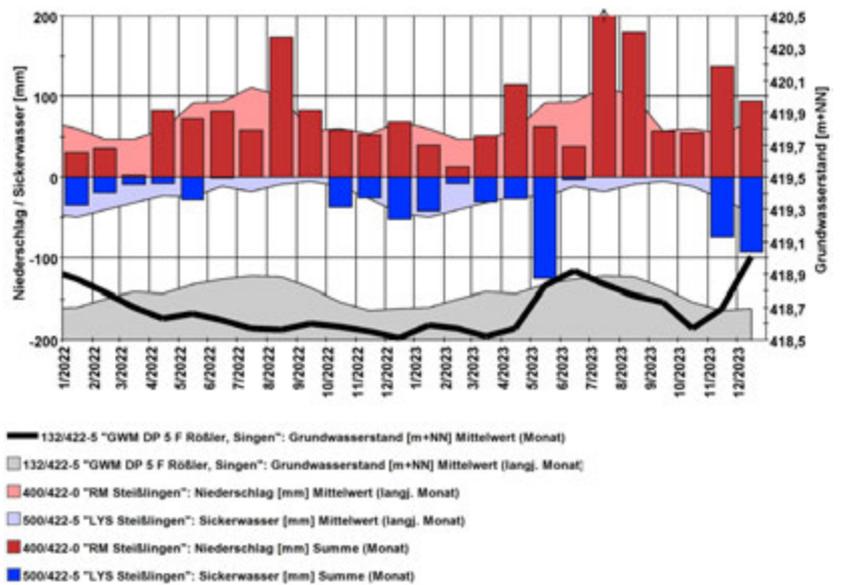
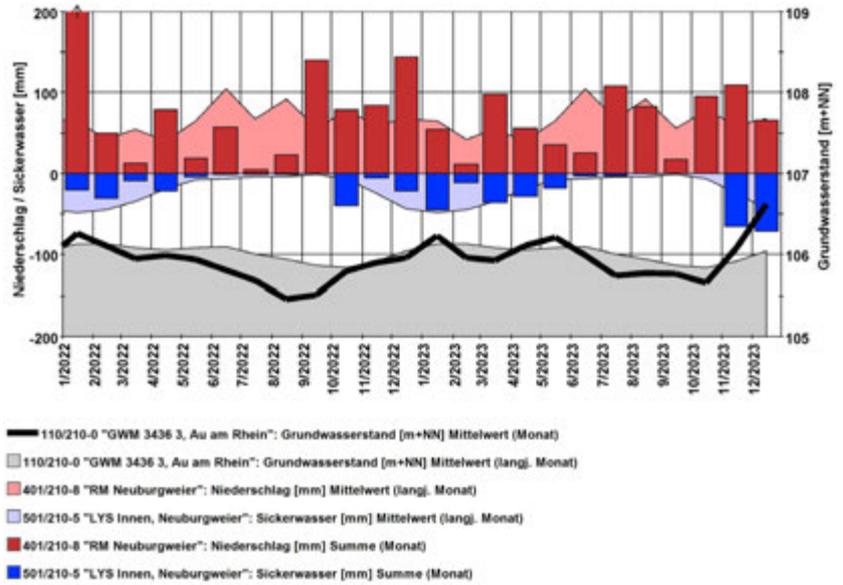
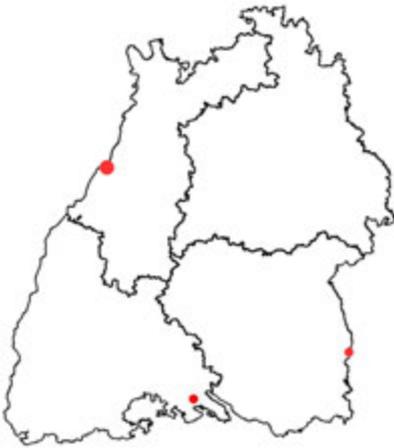


Abbildung 1.6: Niederschlag, Sickerung und Grundwasserstand an ausgewählten Lysimeteranlagen 2022 und 2023 im Vergleich zu 20-jährigen Monatsmittelwerten (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank)

1.3 Grundwasserverhältnisse 2023

1.3.1 Allgemein

Im Kapitel 1.3.2 werden zuerst die regionale und in Kapitel 1.3.3 die landesweite Zustandsentwicklung der mengenmäßigen Verhältnisse im Grundwasser beschrieben und die im Jahr 2023 beobachteten Tendenzen dargestellt. In Abbildung 1.7 sind Ganglinien ausgewählter Trendmessstellen dargestellt. Der Normalbereich (grüne Fläche) repräsentiert den statistisch zu erwartenden Schwankungsbereich von Grundwasserstand oder Quellschüttung in einem bestimmten Monat. Dieser Bereich wird durch das 90. Perzentil als Obergrenze und das 10. Perzentil als Untergrenze der Monatswerte aus 20 Beobachtungsjahren definiert. Der langjährige Monatsmedian (20 Jahre) der Einzelmesswerte ist als grüne gestrichelte Linie, die Monatsextrima (20 Jahre, Minimum und Maximum) sind als schwarz gestrichelte Linien dargestellt.

1.3.2 Regionale Grundwasserverhältnisse

Die Grundwasserstände und Quellschüttungen im **Hochrheintal**, **Wiesental** und **Klettgau** unterlagen im Jahresverlauf 2023 starken Schwankungen in- und außerhalb des Normalbereichs. Neben unterdurchschnittlichen Verhältnissen in den trockenen Monaten, insbesondere im Februar/März sowie im Sommer, bewegten sich die Grundwasserstände zeitweise auf überdurchschnittlichem, zu Jahresende sogar auf hohem Niveau (Messstelle 102/073-1 in Abbildung 1.7). Die 20-jährigen Trends sind ausgeglichen.

Die Grundwasserstände im **südlichen Oberrheingraben** und in der **Freiburger Bucht** bewegen sich seit dem Sommer 2017 auf unterdurchschnittlichem Niveau und konnten sich zum Jahresende 2023 innerhalb weniger Wochen deutlich erholen. Vielerorts wurden im Dezember langjährige Höchstwerte erreicht. Im Frühjahr waren bereits niederschlagsbedingte Anstiege zu verzeichnen. Die Entspannung war lediglich vorübergehend und endete mit Beginn des hydrologischen Sommerhalbjahres (Messstelle 140/020-6 in Abbildung 1.7). Die Grundwassermessstellen in der Freiburger Bucht zeigten ein etwas höheres Niveau innerhalb des Normalbereichs. Die 20-jährigen Entwicklungstendenzen sind insgesamt leicht rückläufig.

Die Grundwasserverhältnisse im Bereich des **mittleren Oberrheins** werden von diversen morphodynamischen

Gegebenheiten wie insbesondere dem Rhein, der Ebene und dem Schwarzwald geprägt und weisen daher räumlich differenzierte Verhaltensweisen auf. Das abwechslungsreiche Niederschlagsgeschehen im Jahr 2023 setzte die maßgeblichen Impulse für die Schwankungsdynamik der Grundwasserstände, die überwiegend innerhalb des Normalbereichs schwankten. Insgesamt war die Grundwassersituation im Landesvergleich vergleichsweise entspannt. Das nasse Jahresende bewirkte rasche Anstiege, die bis ins Jahr 2024 andauerten. Ende Dezember 2023 waren bereits hohe Grundwasserverhältnisse zu verzeichnen (Messstelle 103/115-2 in Abbildung 1.7). Die 20-jährigen Trends sind überwiegend ausgeglichen.

Das Niederschlagsgeschehen hat die Grundwasserstände im **nördlichen Oberrhein** im Jahr 2023 maßgeblich geprägt. Die Grundwasserstände verliefen überwiegend unauffällig innerhalb des Normalbereichs, erreichten in trockenen Zeitabschnitten jedoch wiederholt ein niedriges Niveau. Auffällig waren die außergewöhnliche Erholung im Sommer und insbesondere die steilen niederschlagsbedingten Anstiege zu Jahresende auf hohe Werte (Messstelle 215/258-5 in Abbildung 1.7). Im **Rhein-Neckar-Raum** weisen die Grundwasserstände – abgesehen von den rhein nahen Standorten – eine geringe Schwankungsdynamik auf. Die Grundwasserverhältnisse waren bis zum Herbst unterdurchschnittlich und konnten sich gebietsweise erst infolge des Landregens ab etwa November entspannen (Messstelle 107/305-0 in Abbildung 1.8). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist in Rheinnähe wenig ausgeprägt, an den rheinfernen Standorten sind nach wie vor rückläufige Verhältnisse zu beobachten.

Im **Singener Becken** und **Bodenseebecken** sowie im **Argendelta** haben sich die Grundwasserverhältnisse durchweg im unteren Normalbereich bewegt und erreichten bereichsweise mehrfach langjährige Monatsniedrigwerte. In den nassen Monaten konnten sich die Grundwasserverhältnisse immer wieder erholen und stiegen zum Jahresende 2023 auf langjährige Monatshöchstwerte an (Messstelle 130/623-6 in Abbildung 1.7). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist immer noch ausgeglichen.

Die Grundwasserverhältnisse im **Rißtal** und in **Oberschwaben** entwickelten sich im Jahresverlauf 2023 überwiegend auf unterdurchschnittlichem Niveau aber

noch innerhalb des Normalbereichs, wobei bereichs- und zeitweise auch niedrige Verhältnisse in Frühjahr oder Sommer zu beobachten waren. Nach verzögerten Entspannungsphasen im Herbst hat sich die Situation zum Jahresende binnen weniger Wochen eindrucksvoll erholt. Nach den niederschlagsbedingten Anstiegen waren Ende Dezember vielerorts hohe Grundwasserverhältnisse zu verzeichnen. Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Die Entwicklung der Grundwasserstände in den quartären Talfüllungen des **Donautals** spiegelt das Niederschlagsgeschehen wider. Die Grundwasserstände schwankten im Jahr 2023 entsprechend der Abfolge von feuchten und trockenen Abschnitten im unteren Normalbereich und kurzzeitig auch darunter. Ab November wurde die Situation durch sehr starke Anstiege auf langjährige Monatshöchstwerte charakterisiert (Messstelle 10/568-0 in Abbildung 1.7). Die 20-jährigen Trends sind ausgeglichen.

Die Grundwasserverhältnisse im **Illertal** und im Bereich der **Leutkircher Heide** wiesen im Jahr 2023 eine erhebliche Schwankungsdynamik auf und reichten dabei teilweise über die unteren und oberen Grenzen des Normalbereichs hinaus (Messstelle 109/768-9 in Abbildung 1.7). Im Bereich des Erolzheimer Felds bewegten sich die Grundwasserstände hingegen gedämpfter im unteren Normalbereich. Daher waren hier die binnen weniger Wochen bis zum Jahresende – bereichsweise von langjährigen Niedrigstwerten auf langjährige Höchststände – ansteigenden Grundwasserstände besonders eindrucksvoll. Die Grundwasserverhältnisse übertrafen zum Jahresende 2023 im gesamten Illertal die bisherigen Monatsmaxima. Die 20-jährigen Trends sind ausgewogen.

Grundwasserstände und Quellschüttungen im Karstaquifer der **Schwäbischen Alb** reagieren zeitnah auf Niederschlagsereignisse. Dies spiegelt sich in der Grundwasserdynamik wider, mit Wechseln von ausgeprägten Rückgangsphasen und steilen Anstiegsphasen. Die überdurchschnittlichen Frühjahrniederschläge hatten zunächst eine Anhebung der zum Jahresbeginn unterdurchschnittlichen Grundwasserverhältnisse auf überdurchschnittliche Werte zur Folge. Im weiteren Jahresverlauf haben sich rückläufige Tendenzen entwickelt, so dass bis zum Herbst meist niedrige Verhältnisse zu verzeichnen waren. Die bedeutenden Sommerniederschläge hatten keine nennens-

werten Auswirkungen im Bereich der Schwäbischen Alb. Infolge der Anstiege ab November wurde zu Jahresende ein hohes Niveau erreicht (Messstelle 600/517-2 in Abbildung 1.7 und Messstelle 600/665-7 in Abbildung 1.8). Der 20-jährige Trend ist unauffällig.

Im Bereich der **Ostalb** können die Grundwasserentwicklungen im Jahr 2023 in drei Zeitabschnitte aufgeteilt werden. Zunächst fand eine stetige Anstiegsphase bis zum Mai statt, rund zwei Monate länger als üblich. Der anschließende Rückgang bis zum Ende des hydrologischen Sommerhalbjahrs entsprach den langjährigen Erfahrungswerten. Nach Beginn des hydrologischen Winterhalbjahrs stiegen niederschlagsbedingt die Grundwasserverhältnisse auf ein sehr hohes Niveau bis zum Jahresende (Messstelle 102/762-4 in Abbildung 1.7). Die 20-jährigen Trends sind überwiegend ausgeglichen aber bereichsweise auch rückläufig, insbesondere im tiefen Grundwasser.

Sowohl die Grundwasserstände im **Neckarbecken** als auch die Quellschüttungen in den **Schwäbisch-Fränkischen Waldbergen** spiegelten im Jahr 2023 das Niederschlagsgeschehen wider und schwankten im nahezu gesamten Jahresverlauf im unteren Normalbereich. Nach niederschlagsbedingten Anstiegen ab November bewegten sich die Grundwasserverhältnisse zum Jahresende auf hohem Niveau (Messstelle 0004/510-5 in Abbildung 1.7). Die 20-jährige Entwicklung der Grundwasserstände und Quellschüttungen ist leicht rückläufig.

Die Entwicklung der Grundwasserstände im Bereich der Flusstäler von **Tauber, Kocher** und **Jagst** ist von den Abflussbedingungen der Fließgewässer geprägt. Die Grundwasserverhältnisse unterlagen in der ersten Jahreshälfte erheblichen Schwankungen über die gesamte Breite des Normalbereichs, wobei zeitweise sowohl eine sehr niedrige Situation im März als auch ein hoher Stand im Mai gemessen wurden. Der weitere Verlauf im Sommer war gedämpfter und entsprach den langjährigen Erfahrungswerten. Der nasse Herbst bewirkte ab etwa November steile Grundwasseranstiege auf ein hohes Niveau zum Jahresende (Messstelle 5008/606-9 in Abbildung 1.7). Die 20-jährigen Entwicklungstendenzen sind unauffällig.

Das wechselhafte Niederschlagsgeschehen hat in den Festgesteinen von **Nord-Württemberg** und **Odenwald** für

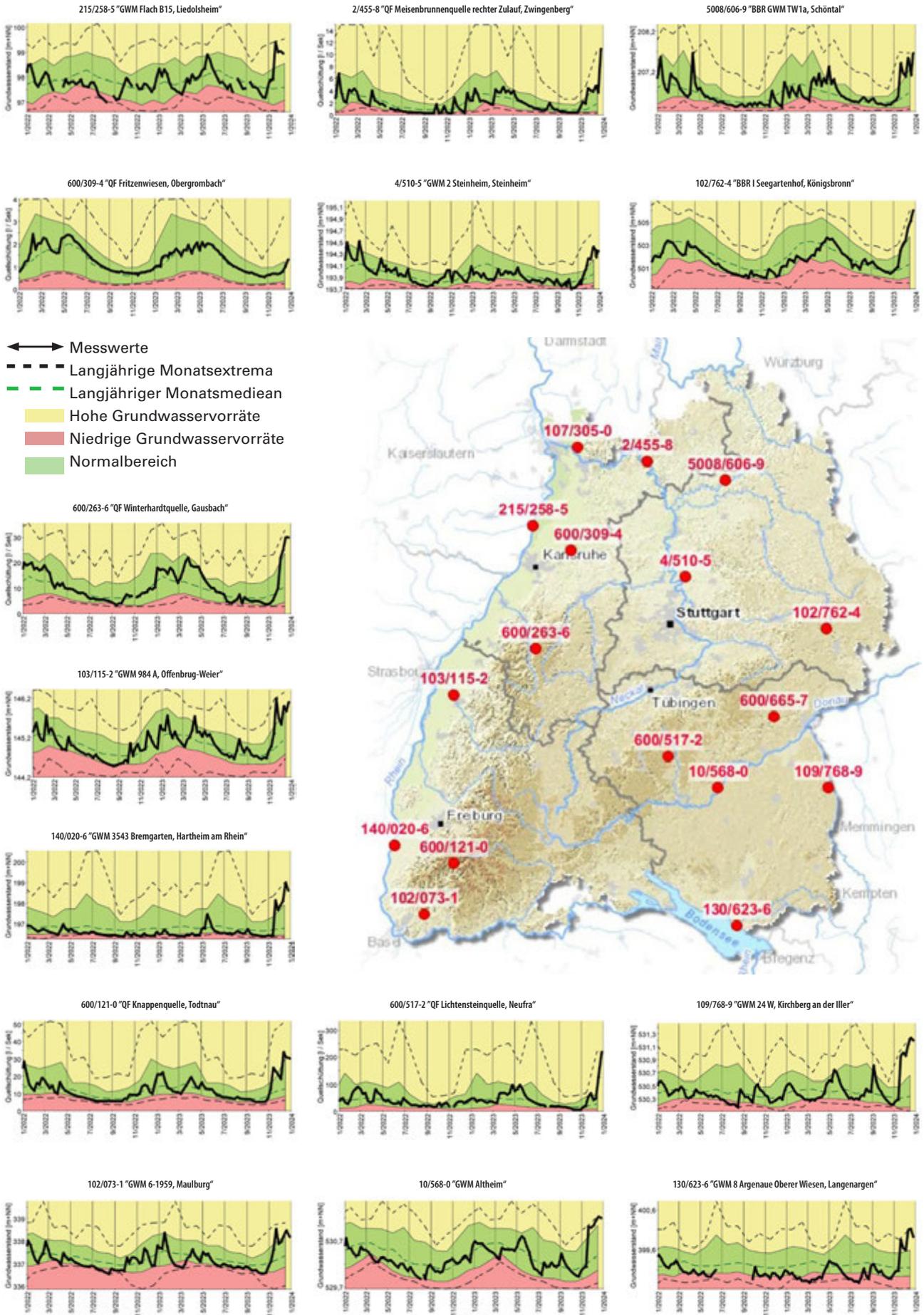


Abbildung 1.7: Grundwasserstand / Quellschüttung und zugehöriger Normalbereich aus 20 Beobachtungsjahren an ausgewählten Grundwassermessstellen im Zeitraum Januar 2022 bis Dezember 2023 (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank)

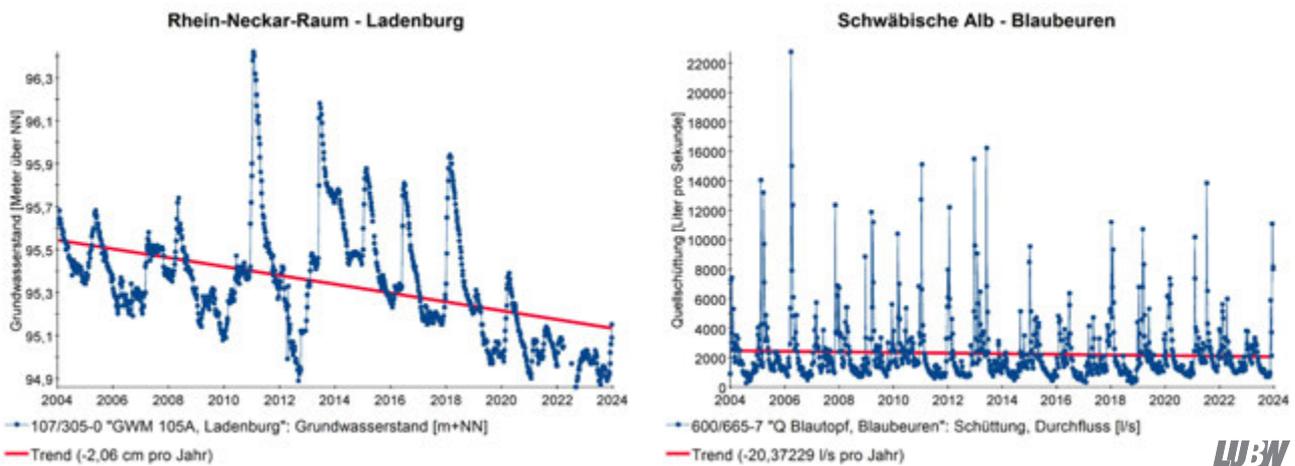


Abbildung 1.8: Ganglinien ausgewählter Grundwassermessstellen mit Trendbetrachtung 2004-2023; die Lage der Messstellen geht aus Abbildung 1.7 hervor (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank)

dynamische Schüttungsverhältnisse in der ersten Jahreshälfte 2023 im Normalbereich gesorgt. Die anhaltend rückläufige Entwicklung ab Mai wurde lediglich von kurzfristigen Erholungen im August unterbrochen, die den Rückgang auf ein sehr niedriges Niveau im Herbst etwas verzögerten. Nach dauerhaft niedrigen Verhältnissen im Herbst war das Jahresende durch signifikante Zunahmen auf hohe Werte gekennzeichnet (Messstelle 2/455-8 in Abbildung 1.7). Die langjährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Die Grundwasserverhältnisse bewegten sich im **Kraichgau** im gesamten Jahresverlauf 2023, abgesehen von mäßigen niederschlagsbedingten Schwankungen, weitgehend unauffällig im Normalbereich entlang der vieljährigen Mediankurve. Im Unterschied zu den in den anderen Landesteilen drastischen Grundwasseranstiegen zum Jahresende waren diese im Kraichgau nur moderat (Messstelle 600/309-4 in Abbildung 1.7). Im Kraichgau weisen zahlreiche Messstellen rückläufige 20-jährige Trends auf.

Die Quellen im **Schwarzwald** haben überwiegend kleinräumige Einzugsgebiete und weisen ausgeprägte, niederschlagsbedingte Schüttungsschwankungen auf. Nach einem unauffälligen Jahresende 2022 unterlagen die Schüttungen ausgeprägten Schwankungen innerhalb des Normalbereichs. Die Abfolge von trockenen und nassen Episoden zeigt sich deutlich in den Messreihen. Die überdurchschnittlichen Sommerniederschläge hatten jedoch keinen erheblichen Effekt auf die Entwicklung der Quellschüttungen, die ab Mai bis zum Spätherbst bis an die Untergrenze des Normalbereichs zurückgingen. Durch den Landregen ab November erholten sich die Schüttungen bis

auf ein hohes Niveau zu Jahresende (Messstellen 600/121-0 und 600/263-6 in Abbildung 1.7). Die 20-jährigen Trends sind ausgeglichen.

Eine Gesamtschau auf die quantitativen Grundwasserverhältnisse 2023 lässt sich auf der Grundlage 20-jähriger Beobachtungsreihen durchführen. In Abbildung 1.9 sind hierzu die normierten Ganglinien von Trendmessstellen zusammengefasst dargestellt. Der langjährig mittlere Jahresgang (blaue Fläche) wird aus normierten und anschließend gemittelten Monatsmittelwerten der Einzelmessstellen berechnet. Das Berichtsjahr 2023 wird als Linie dargestellt.

Die Abbildung 1.10 zeigt die messstellenbezogene Beurteilung der Grundwasserverhältnisse auf der Grundlage der Mittelwerte im Jahr 2023 im 20-jährigen Vergleich. Darüber hinaus wurden zur Beurteilung der Entwicklungstendenzen die linearen Trends aus 20 Beobachtungsjahren ausgewertet. Die aufgeführten Standorte sind für die zugehörigen Grundwasserlandschaften repräsentativ. Die verwendeten Farben veranschaulichen den standortspezifischen Zustand des Grundwasserdargebots im Vergleich zu den langjährigen Grundwasserverhältnissen. Die Symbole stehen für den zunehmenden, gleichbleibenden bzw. abnehmenden Trend.

1.3.3 Quantitative Entwicklung

Im Jahr 2023 waren die Grundwasserverhältnisse vom Niederschlagsgeschehen geprägt (Abbildung 1.9). Auf die zunächst rückläufigen Entwicklungen durch den trockenen Jahresbeginn folgten unerwartete Frühjahrsanstiege bis auf etwa mittleres Niveau im Mai. Der weitere Jahresverlauf

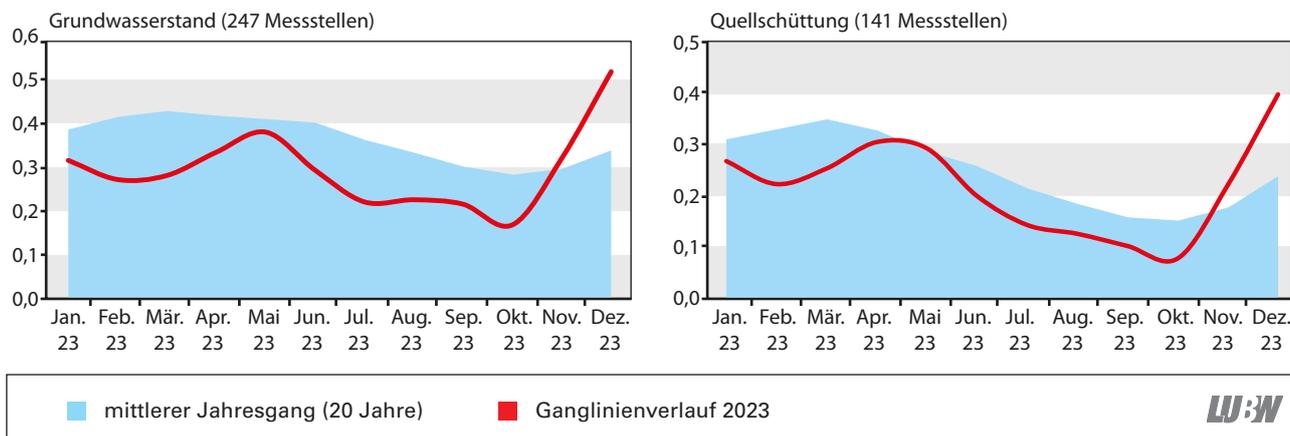


Abbildung 1.9: Mittlerer normierter Jahresverlauf von Quellschüttung und Grundwasserstand im vieljährigen Mittel (2004-2023) und im Jahr 2023 (schematisch) (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank)

war erneut rückläufig bis zum Spätherbst und entsprach damit den langjährigen Erfahrungswerten. Während die überdurchschnittlichen Sommerniederschläge den Rückgang der Grundwasserstände insbesondere in Gewässernähe bereichsweise dämpfen konnten, reagierten die Quellschüttungen vergleichsweise moderat auf die feuchte Witterung. Zahlreiche Messstellen bewegten sich dennoch auf niedrigem Niveau am Ende des hydrologischen Sommerhalbjahrs. Die starken Novemberrückfälle haben zu Jahresende eindrucksvolle Grundwasseranstiege in allen Landesteilen bewirkt, wobei die Grundwasserstände und Quellschüttungen innerhalb weniger Wochen auf ein hohes Niveau anstiegen.

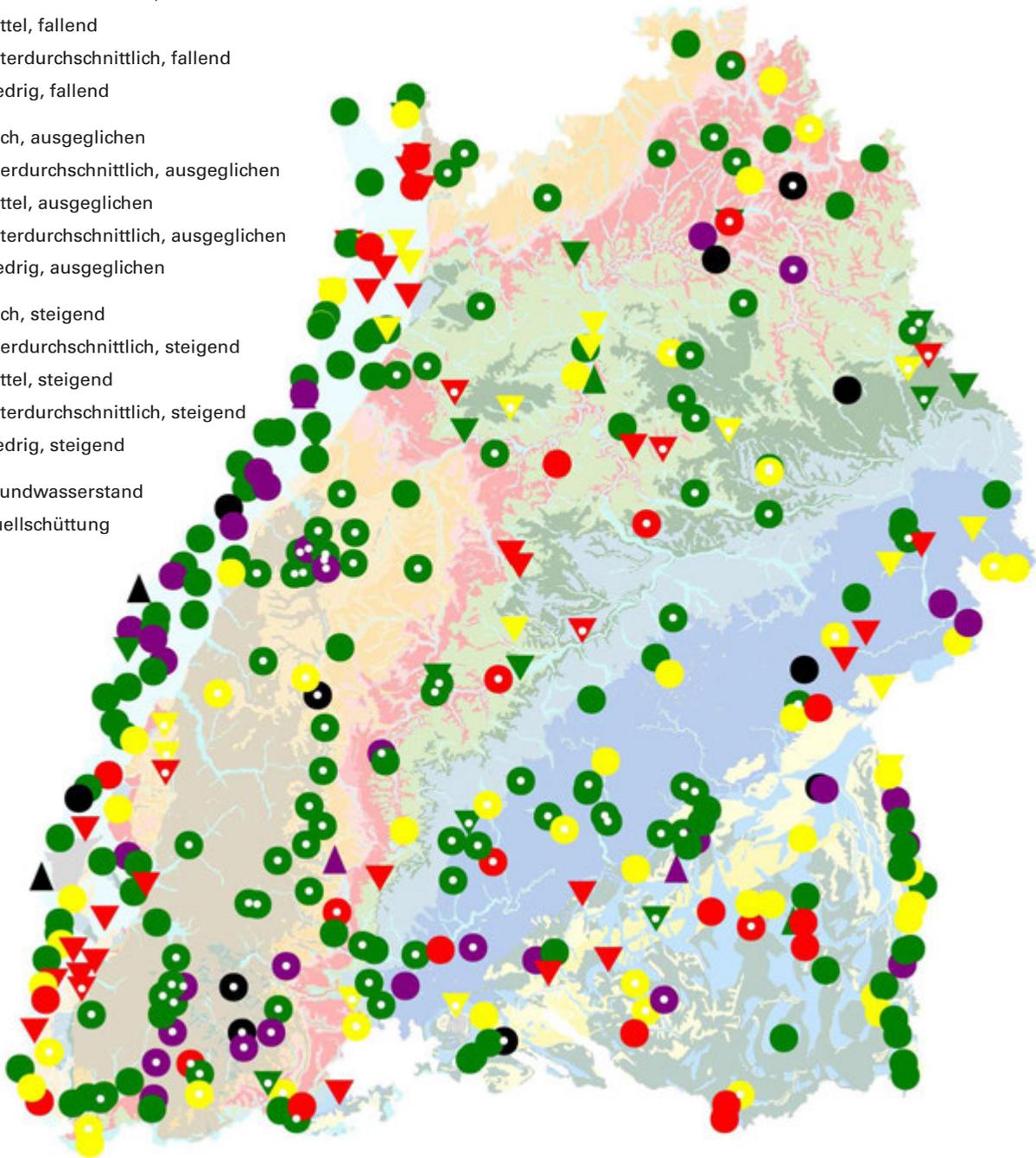
Die Grundwasserneubildung war im Winterhalbjahr 2022 / 2023 unterdurchschnittlich. Der Versickerungsprozess hatte zwar frühzeitig im November 2022 Fahrt aufgenommen, war jedoch im trockenen Februar 2023 ins Stocken geraten. Die Neubildung war im weiteren Verlauf des Winterhalbjahrs nach und nach abgeklungen, die langjährigen Mittelwerte wurden nicht mehr erreicht. Nach der rapiden Erholung der Bodenfeuchte infolge des Landregens zu Jahresende wurden im Dezember sehr überdurchschnittliche Neubildungsmengen beobachtet.

Der nasse November mit Landregen hat zu Beginn des hydrologischen Winterhalbjahrs in sämtlichen Landesteilen den Neubildungsprozess wie zu erwarten angestoßen und eine markante Anstiegsphase bewirkt. Grundwasserstände und Quellschüttungen stiegen bis zum Jahresende auf ein hohes Niveau an. Die auf Niederschläge ausgeprägter reagierenden Quellschüttungen sprechen grundsätzlich di-

rekter auf innerjährliche Schwankungen an und haben daher im letzten Quartal besonders eindrucksvoll zugenommen. Die Grundwasserverhältnisse waren zum Jahresende sehr überdurchschnittlich.

Insgesamt liegen die Jahresmittelwerte der Grundwasserstände im Jahr 2023 auf höherem Niveau als im vorangegangenen Jahr, entsprechen dennoch langjährig unterdurchschnittlichen Verhältnissen. Die Grundwasserverhältnisse haben auf mittlerem Niveau begonnen und schwankten in der ersten Jahreshälfte innerhalb des Normalbereichs. Nach den gewohnten Rückgängen im Sommer hat sich die Situation nach den starken Novemberrückfällen zu Jahresende deutlich entspannt. Im jährlichen Landesmittel waren die Grundwasserverhältnisse unterdurchschnittlich. Im südlichen und nördlichen Oberrheingraben sowie in Oberschwaben und im Großraum Stuttgart waren 2023 teils niedrige, in der Ortenau hingegen hohe Grundwasserverhältnisse zu verzeichnen (Abbildung 1.10). Bei den meisten Messstellen liegt ein insgesamt moderat sinkender 20-jähriger Trend vor mit Ausnahme des Markgräfler Lands und des Rhein-Neckar-Raums, wo vielerorts ausgeprägte Grundwasserrückgänge zu verzeichnen sind.

- ▼ hoch, fallend
- ▼ überdurchschnittlich, fallend
- ▼ mittel, fallend
- ▼ unterdurchschnittlich, fallend
- ▼ niedrig, fallend
- hoch, ausgeglichen
- überdurchschnittlich, ausgeglichen
- mittel, ausgeglichen
- unterdurchschnittlich, ausgeglichen
- niedrig, ausgeglichen
- ▲ hoch, steigend
- ▲ überdurchschnittlich, steigend
- ▲ mittel, steigend
- ▲ unterdurchschnittlich, steigend
- ▲ niedrig, steigend
- Grundwasserstand
- Quellschüttung



Hydrogeologische Einheit Grundwasser

- | | |
|--|--|
| Quartäre Becken- und Moränensedimente (GWG) | Mittel- und Unterjura (GWG) |
| Quartäre/Pliozäne Sande und Kiese im Oberrheingraben (GWL) | Oberkeuper und oberer Mittelkeuper (GWL/GWG) |
| Fluvioglaziale Kiese und Sande im Alpenvorland (GWL) | Gipskeuper und Unterkeuper (GWL/GWG) |
| Jungquartäre Flusskiese und Sande (GWL) | Oberer Muschelkalk (GWL) |
| Junge Magmatite (GWG) | Mittlerer Muschelkalk (GWG) |
| Tertiär im Oberrheingraben (GWG) | Unterer Muschelkalk (GWL) |
| Obere Meeresmolasse (GWL/GWG) | Oberer Buntsandstein (GWL/GWG) |
| Übrige Molasse (GWG) | Mittlerer und Unterer Buntsandstein (GWL) |
| Oberjura (Schwäbische Fazies) (GWL) | Paläozoikum, Kristallin (GWG) |
| Oberjura (Raurasische Fazies) (GWL) | Trias, undifferenziert (GWL/GWG) |



Abbildung 1.10: Zustand und Trendverhalten der Grundwasserverhältnisse 2023 (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank; GWG = Grundwassergeringleiter, GWL = Grundwasserleiter)

2 Grundwasserbeschaffenheit

Das qualitative Grundwassermessnetz (Landesmessnetz Beschaffenheit) wird von der LUBW betrieben und gibt einen landesweiten Überblick über Zustand und Entwicklung der Grundwasserqualität hauptsächlich im oberflächennahen Grundwasser. Es setzt sich zusammen aus Beobachtungsrohren, Quellen, unterschiedlich genutzten Brunnen wie Beregnungsbrunnen und Brauchwasserbrunnen von privaten Nutzern sowie Rohwasserbrunnen für die Trinkwassergewinnung von Wasserversorgungsunterneh-

men. Für eine Emittenten-bezogene Auswertung der Messdaten sind die Messstellen des Landesmessnetz Beschaffenheit gemäß der in ihrem Einzugsgebiet überwiegenden Landnutzung in ein Teilmessnetz Geogener Hintergrund (davor Basismessnetz) und vier Emittenten-orientierte Teilmessnetze aufgeteilt (Tabelle 2.1). In der LUBW-Publikation „Grundwassermessnetze: Rahmen und Definitionen“ (<https://pd.lubw.de/10366>) werden die genannten Messnetze detailliert beschrieben.

Tabelle 2.1: Entwicklung Landesmessnetz Beschaffenheit zwischen 2022 und 2023

Abkürzung	Bezeichnung	Zielsetzung	Messstellen Anzahl (01.01.2022)	Ausgeschieden	Übernahme von Dritten	Messstellen Anzahl (31.12.2023)
ALLE	Landesmessnetz Beschaffenheit	landesweiter Überblick	1904	35	19	1888
GEO	Geogener Hintergrund	anthropogen kaum beeinflusst	223	2	2	223
EI	Emittenten Industrie	Einflussbereich von Industriestandorten	271	9	2	264
EL	Emittenten Landwirtschaft	Einflussbereich von landwirtschaftlicher Nutzung	906	15	5	896
ES	Emittenten Siedlung	Einflussbereich von Siedlungen	301	3	1	299
SE	Sonstige Emittenten	weitere bzw. gemischte anthropogene Einflüssen	203	6	9	206

LUBW

Die Messstellen im Landesmessnetz Beschaffenheit werden seit 2022 im Regelfall zweimal im Jahr auf Nitrat, Nitrit sowie Ammonium untersucht. Darüber hinaus werden weitere Parameter in variierenden Untersuchungsprogrammen gemessen. Eine landesweite Zustandsbeschreibung für ausgewählte Parameter soll dabei spätestens nach drei Jahren möglich sein. In den nachstehenden Kapiteln werden folgende Ergebnisse aus dem gesamten Landesmessnetz Beschaffenheit dargestellt:

- Nitrat von 2023; teilweise wurden auch Messdaten aus dem Kooperationsmessnetz Wasserversorgung ausgewertet.
- Pflanzenschutzmittel (PSM) und Metabolite von 2022 bis 2023
- leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW) von 2022 bis 2023
- metallische Spurenstoffe von 2022 bis 2023

2.1 Nitrat

2.1.1 Hintergrund

Nitrat ist ein grundlegender Nährstoff für die Pflanzenernährung und -produktion. Grundwasser enthält von Natur aus wenig Nitrat, da in Gesteinen und in naturbelassenen Böden nur wenig leicht verfügbarer Stickstoff enthalten ist. Erst durch den Einsatz großer Mengen stickstoffhaltiger Dünger in Landwirtschaft und Gartenbau reichert sich Nitrat im Boden an. Dabei werden anorganische Dünger / Mineraldünger und organische Dünger – wie Gülle, Jauche, Mist – verwendet. Weitere stickstoffhaltige Düngemittel sind Gärreste und Komposte, welche aus der Verwertung organischer Abfälle in Biogas- und Kompostanlagen stammen.

Der Großteil der Nitrateinträge in das Grundwasser stammt aus landwirtschaftlichen Nutzungen. In Siedlungsgebieten kann Stickstoff lokal durch die Düngung von Grünanlagen, Sportplätzen und Privatgärten sowie aus defekten Abwasseranlagen in den Boden gelangen. Eine weitere mögliche Quelle von Stickstoff – in Baden-Württemberg von un-

tergeordneter Bedeutung – stellt in fließgewässernahem Grundwasser das in Fließgewässer eingeleitete gereinigte Abwasser dar. In geringen Mengen können weitere Stickstoffverbindungen – wie Stickoxide aus Verbrennungsvorgängen und Ammoniak aus der Nutztierhaltung – über die Luft und den Niederschlag in den Boden gelangen.

Im Boden werden Stickstoffverbindungen zum großen Teil zu Nitrat umgewandelt. Nitrat ist sehr gut wasserlöslich, wird kaum an Bodenpartikeln gebunden und ist daher sehr mobil. Nitrat, das von den Pflanzen nicht aufgenommen wird, wird aus dem Boden ausgewaschen und gelangt mit dem Sickerwasser ins Grundwasser. Bei bis in die ungesättigte Bodenzone ansteigendem Grundwasserspiegel kann das Grundwasser Nitrat auch aus den Porenräumen des Bodens herauslösen. Im Grundwasser selbst, also außerhalb der belebten Bodenzone, wird Nitrat nur unter bestimmten Bedingungen abgebaut: In sauerstoffarmem und sauerstofffreiem Milieu kann Nitrat zu Nitrit, Ammonium und Stickstoffgasen reduziert werden.

2.1.2 Bewertungsgrundlagen

Für Nitrat besteht eine Reihe von rechtlichen Regelungen (Tabelle 4.4). Für die Auswertung wurden der Schwellenwert (SW) der Grundwasserverordnung (GrwV) von 50 mg/l (entspricht dem Grenzwert (GW) der Trinkwasserverordnung (TrinkwV)) sowie der Warnwert (WW) des Grundwasser-Überwachungsprogramms von 37,5 mg/l (entspricht 75 % des Schwellenwertes) herangezogen.

2.1.3 Ergebnisse und Bewertung 2023

Nitrat wurde 2023 im gesamten Landesmessnetz Beschaffenheit (1851 Messstellen) sowohl im Frühjahr als auch im Herbst untersucht. Der Schwellenwert für Grundwasser wurde an 143 (7,7 %) und der Warnwert an 322 (17 %) der Messstellen überschritten (Tabelle 2.2). Der Höchstwert betrug 240 mg/l Nitrat an einer Messstelle in der Nähe von Gewächshäusern, in denen eine Leckage der Nährstoffleitung vermutet wird. 90 % der Messstellen lagen unter 46 mg/l Nitrat.

Die verschiedenen Teilmessnetze zeigten dabei sehr unterschiedliche Belastungsniveaus: Das Teilmessnetz Geogener Hintergrund, welches aus anthropogen möglichst wenig beeinflussten Messstellen besteht, hatte erwartungsgemäß das niedrigste Belastungsniveau mit einem Mittelwert von 6,2 mg/l und ohne Schwellen- /Warnwertüberschreitungen. Das Teilmessnetz Landwirtschaft wies – wie bisher auch – mit einem Mittelwert von 30 mg/l das höchste Belastungsniveau aller Teilmessnetze auf; der Schwellenwert wurde an 14 % der Messstellen überschritten, der Warnwert an 30 % (Tabelle 2.2, Abbildung 2.1). Von den 143 Messstellen mit Schwellenwert-Überschreitung sind 119 (83 %) dem Teilmessnetz Landwirtschaft und 20 (14 %) dem Teilmessnetz Sonstige Emittenten zugeordnet. In den Teilmessnetzen Industrie und Siedlung befinden sich nur einzelne Messstellen mit Schwellenwert-Überschreitung. Die Verteilung der Messstellen mit Warnwert-Überschreitung ist ähnlich (Abbildung 2.2).

Tabelle 2.2: Nitrat 2023 im Landesmessnetz Beschaffenheit sowie seinen Teilmessnetzen – Statistische Kennzahlen

	ALLE	Geogen	Industrie	Landwirtschaft	Siedlung	Sonstige
Anzahl der ausgewerteten Messstellen	1851	216	258	882	290	205
Mittelwert in mg/l	22	6,2	15	30	16	22
Medianwert in mg/l	18	5,6	15	27	15	18
Überschreitungen des Warnwertes (37,5 mg/l) in % der Messstellen	17	0	3,1	30	5,5	18
Überschreitungen des Schwellenwertes (50 mg/l) in % der Messstellen	7,7	0	0,4	14	1,0	9,8

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 06/2024



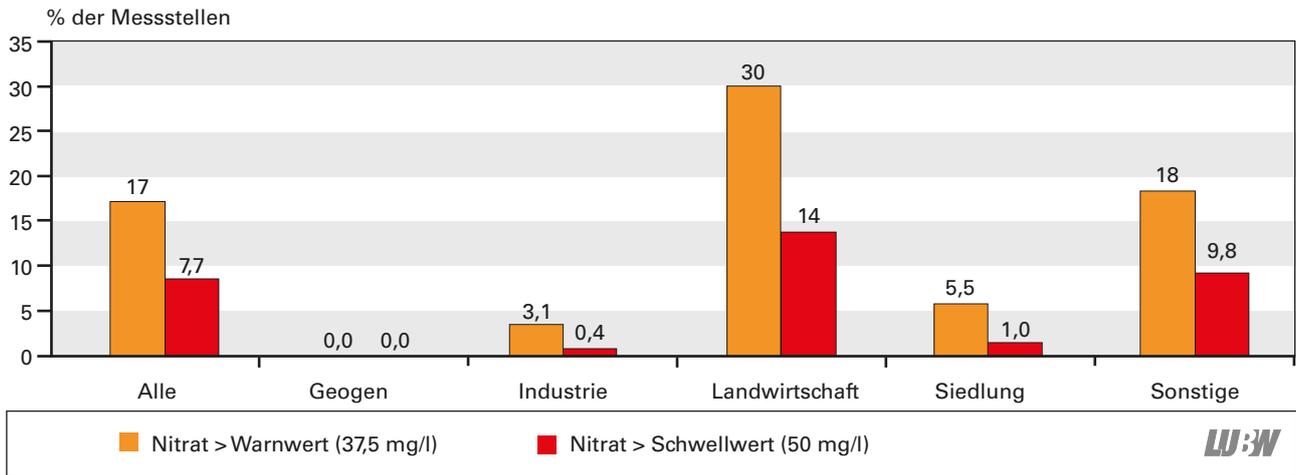


Abbildung 2.1: Nitrat 2023 im Landesmessnetz Beschaffenheit (ALLE) und den Teilmessnetzen – Prozentualer Anteil der Messstellen mit Überschreitung von Warnwert (37,5 mg/l) und Schwellwert (50 mg/l) (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 06/2024)

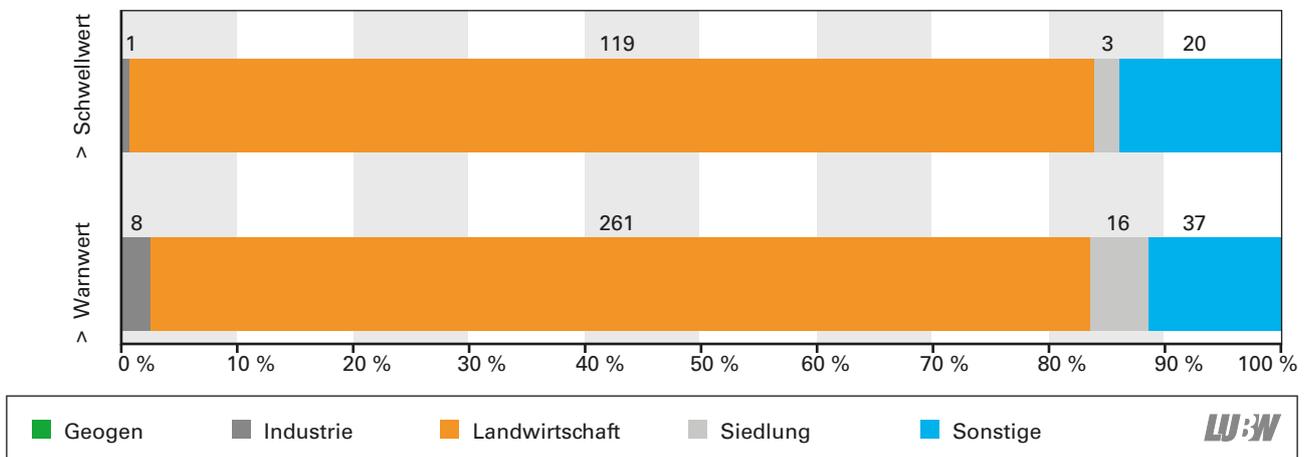


Abbildung 2.2: Nitrat 2023 im Landesmessnetz Beschaffenheit – Verteilung der Messstellen mit Überschreitung von Warnwert (37,5 mg/l) und Schwellwert (50 mg/l) auf die Teilmessnetze. Das Messnetz Geogener Hintergrund enthält keine Messstellen mit Überschreitungen für Nitrat. (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 06/2024)

Die regionale Verteilung der Nitratbelastung war in 2023 nahezu unverändert im Vergleich zu den Vorjahren (Abbildung 2.3). Die Gebiete zwischen Mannheim / Heidelberg und Bruchsal, der Kraichgau, der Neckarraum zwischen Stuttgart und Heilbronn, der Main-Tauber-Kreis, das Markgräfler Land sowie die Region Oberschwaben sind weiterhin stark belastet. Neben diesen Hauptbelas-

tungsregionen gibt es noch einige kleinere Gebiete mit erhöhten Nitratkonzentrationen wie das Singener Becken, das mittlere Wutachgebiet zwischen den Orten Blumberg und Stühlingen, die Region nördlich des Kaiserstuhls um Forchheim und Weisweil, das Gebiet um Neuried im Ortenaukreis sowie Teile des östlichen Ostalbkreises und des Landkreises Schwäbisch Hall.

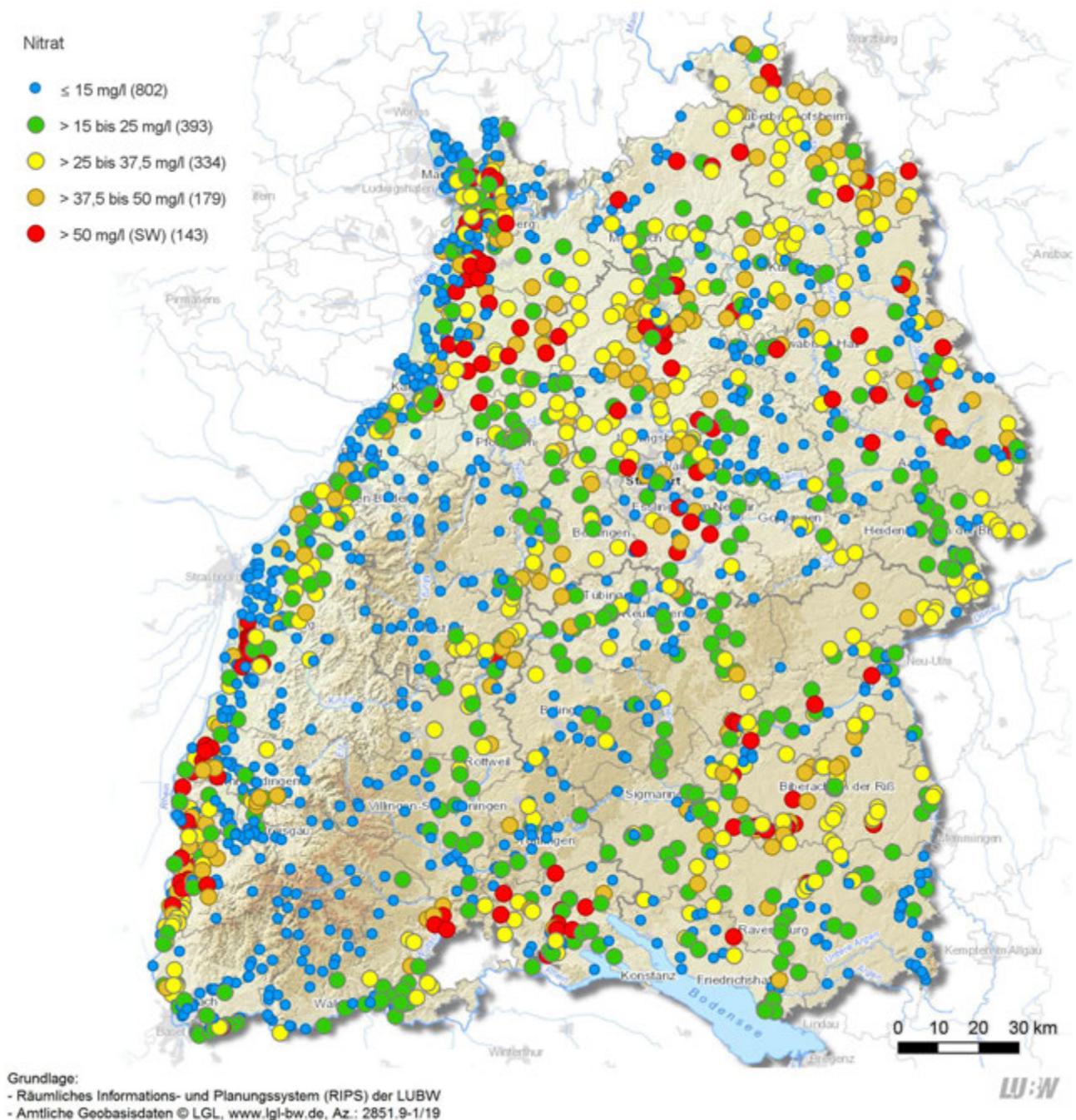


Abbildung 2.3: Nitrat im Landesmessnetz Beschaffenheit 2023 – Konzentrationsniveau und räumliche Verteilung; die Zahlen in Klammern geben die Anzahl der Messstellen in der jeweiligen Konzentrationsklasse an (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 06/2024)

2.1.4 Zeitliche Entwicklungen

In den letzten 10 Jahren zeigt die Überschreitungshäufigkeit des Schwellenwertes einen nahezu kontinuierlichen Rückgang von 10 % auf 7,7 % der jeweils untersuchten

Messstellen (Abbildung 2.4). Mittelwert und Median verändern sich nicht wesentlich. Die Überschreitungshäufigkeit des Warnwertes lag 2014 bis 2016 um die 20 %, 2017 bis 2022 um die 18 % und in 2023 bei 17 %.

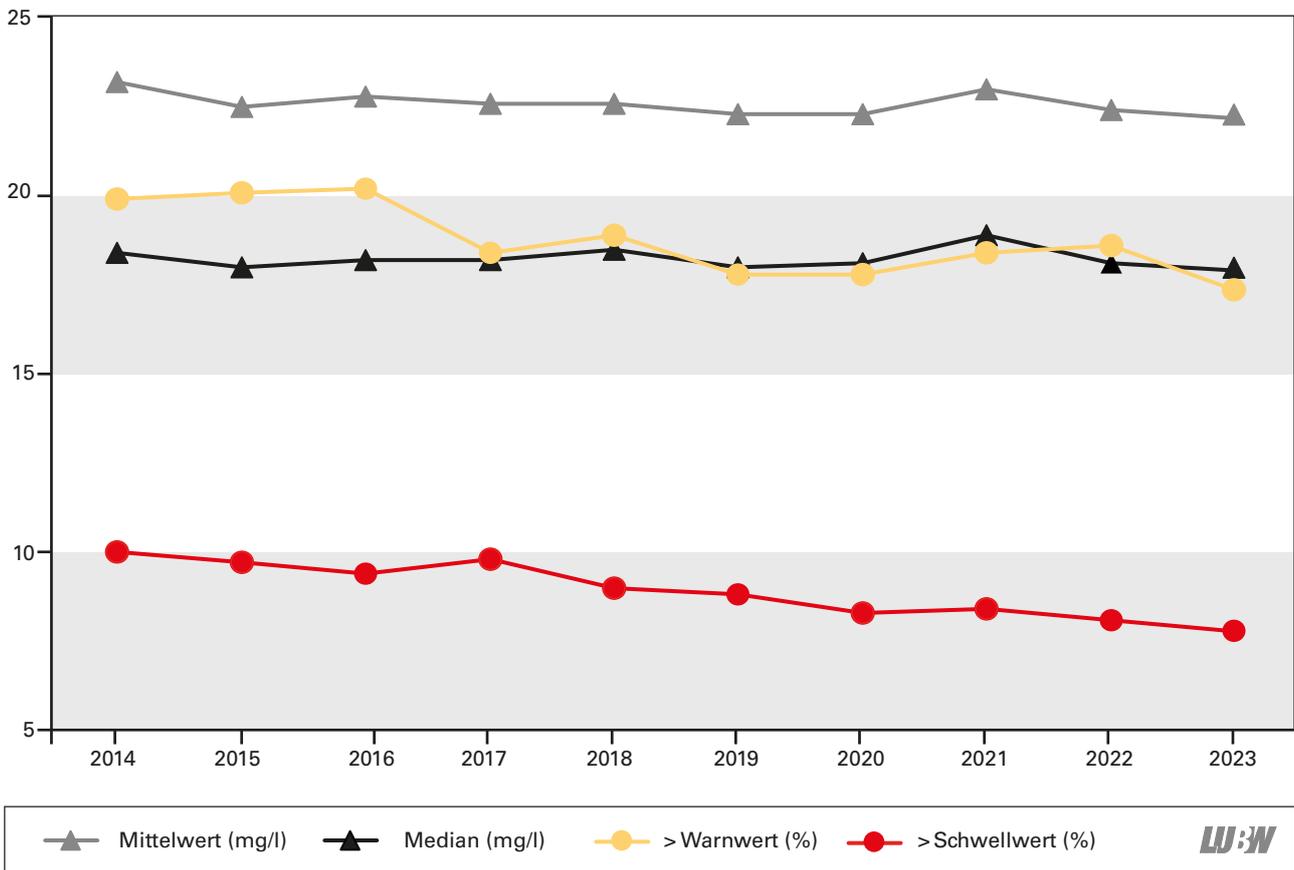


Abbildung 2.4: Statistische Kennzahlen Nitrat im Landesmessnetz Beschaffenheit (ab 2023: Mittelwert aus allen Messwerten pro Jahr pro Messstelle; 2018-2022: Median aus allen Messwerten pro Jahr pro Messstelle; bis 2017: ein Wert (Herbst) pro Jahr pro Messstelle; Datengrundlage 2023: Grundwasserdatenbank 06/2024; bis 2022: Veröffentlichte Berichte zum Grundwasser-Überwachungsprogramm)

Zwischen 1994 und 2023 hat die mittlere Nitratkonzentration der kontinuierlich untersuchten (konsistenten) Messstellen im gesamten Landesmessnetz Beschaffenheit um 6,9 mg/l (24 %) abgenommen (Abbildung 2.5). Von den 1.174 konsistenten Messstellen zeigten 627 (53 %) einen sinkenden und 162 (14 %) einen steigenden Trend. Bei 385 (33 %) Messstellen lag kein Trend vor. Im Teilmessnetz Landwirtschaft ist die durchschnittliche Belastung seit 1994 um 8,2 mg/l (22 %) zurückgegangen. In 2023 entsprechen die Nitrat-Mittelwerte im gesamten Landesmessnetz

sowie im Teilmessnetz Landwirtschaft den Werten von 2019. In den letzten fünf Jahren war demnach keine Verbesserung erkennbar. In 2021 wurde eine zwischenzeitliche Erhöhung der Nitratwerte gemessen, die vermutlich auf Witterungseinflüsse zurückzuführen ist (siehe Bericht Grundwasser-Überwachungsprogramm, Ergebnisse 2022: <https://pd.lubw.de/10597>). Im Teilmessnetz Geogener Hintergrund ist das Niveau gegenüber dem Beginn der Datenreihe um 1,4 mg/l (18 %) gesunken und liegt seit 2012 bei $6,1 \pm 0,2$ mg/l.

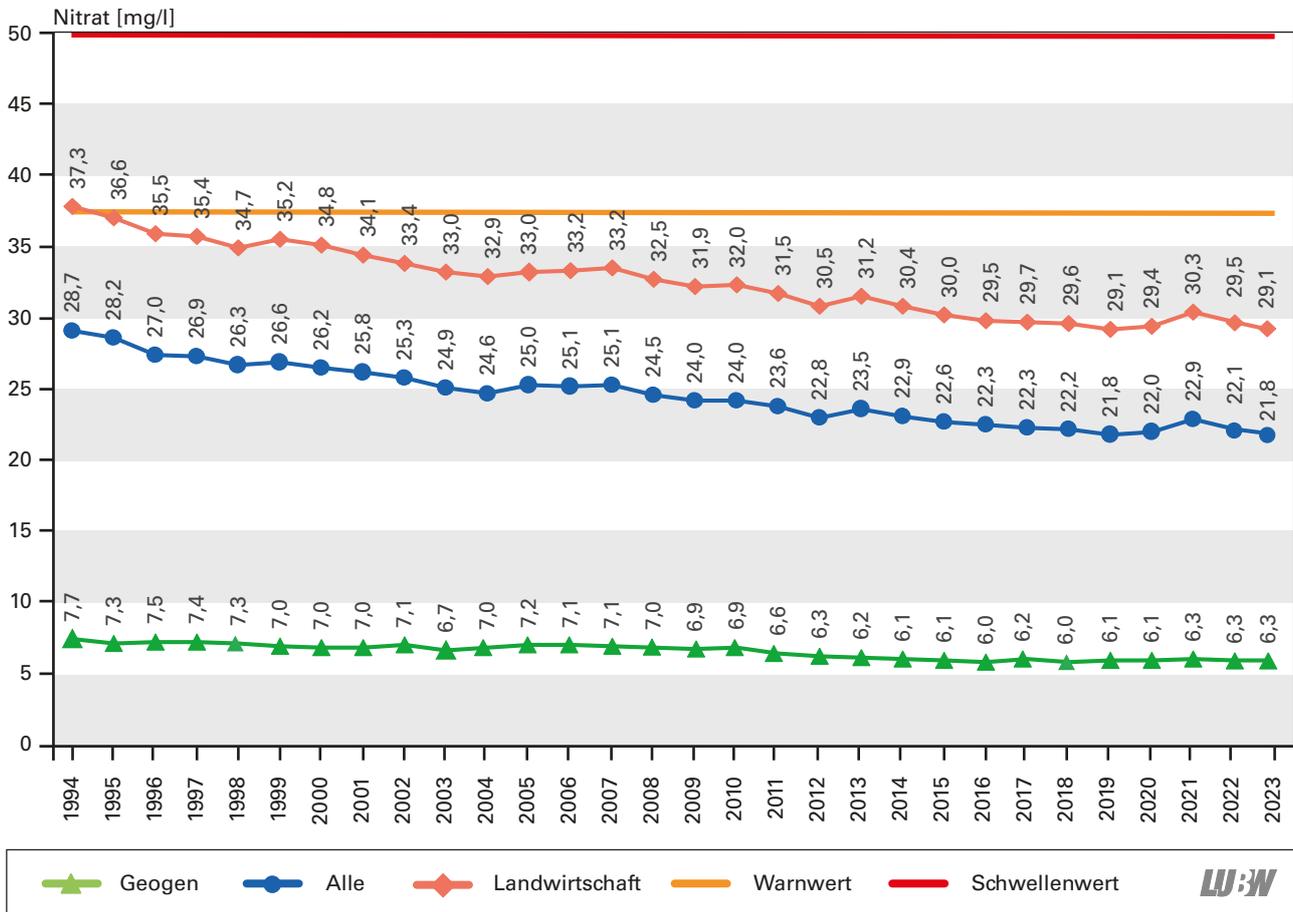


Abbildung 2.5: Nitratmittelwerte pro Jahr bei konsistenten Messstellen des Landesmessnetz Beschaffenheit (ALLE, 1.174 Messstellen) sowie der Teilmessnetze Landwirtschaft (590 Messstellen) und Geogener Hintergrund (156 Messstellen). Die rote Linie markiert den Schwellenwert von 50 mg/l und die orange Linie den Warnwert von 37,5 mg/l. (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 06/2024)

2.1.5 Nitrat in Wasserschutzgebieten

Maßnahmen zur Reduzierung der Nitratreinträge ins Grundwasser resultieren in Baden-Württemberg neben der Düngeverordnung (DüV) insbesondere aus der Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) und dem in 2015 aufgelegten Förderprogramm für Agrarumwelt, Klimaschutz und Tierwohl (FAKT) bzw. davor dem Marktentlastungs- und Kulturlandschaftsausgleichsprogramm (MEKA). Die SchALVO dient dem Schutz des Grundwassers in WSG vor Beeinträchtigungen durch Stoffeinträge aus der Landwirtschaft. In mit Nitrat und / oder PSM belasteten Gebieten gelten besondere Auflagen für die Landwirtschaft, für die entsprechende Ausgleichszahlungen beantragt werden können.

Zur Bewertung der Nitratsituation stufen die unteren Verwaltungsbehörden (UVB) die rechtlich festgesetzten WSG anhand der Nitratgehalte, gemittelt über die vergangenen zwei Jahre, wie folgt ein:

- Nitratklasse 1: Normalgebiete mit Nitrat ≤ 25 mg/l oder Nitrat zwischen 25 und 35 mg/l ohne ansteigenden Trend
- Nitratklasse 2: Problemgebiete mit Nitrat ≥ 35 mg/l oder Nitrat ≥ 25 mg/l mit ansteigendem Trend
- Nitratklasse 3: Sanierungsgebiete mit Nitrat ≥ 50 mg/l oder Nitrat ≥ 40 mg/l mit ansteigendem Trend

Darüber hinaus werden PSM-Sanierungsgebiete festgelegt, wenn die Konzentration an zugelassenen PSM $\geq 0,1$ $\mu\text{g/l}$ liegt. Stand 01.01.2024 gibt es kein PSM-Sanierungsgebiet.

Die Ersteinstufung erfolgte im Jahr 2001 und wurde mit der sogenannten „Deklaratorischen Liste“ im Gesetzblatt Baden-Württemberg am 28.02.2001 veröffentlicht. Seitdem wird jeweils zum 1. Januar eines Jahres die Einstufung der WSG durch die unteren Verwaltungsbehörden fortgeschrieben. Seit 2011 wird die Deklaratorische Liste jährlich auf der Internetseite der LUBW veröffentlicht: www.lubw.baden-wuerttemberg.de/wasser/wasserschutzgebiete.

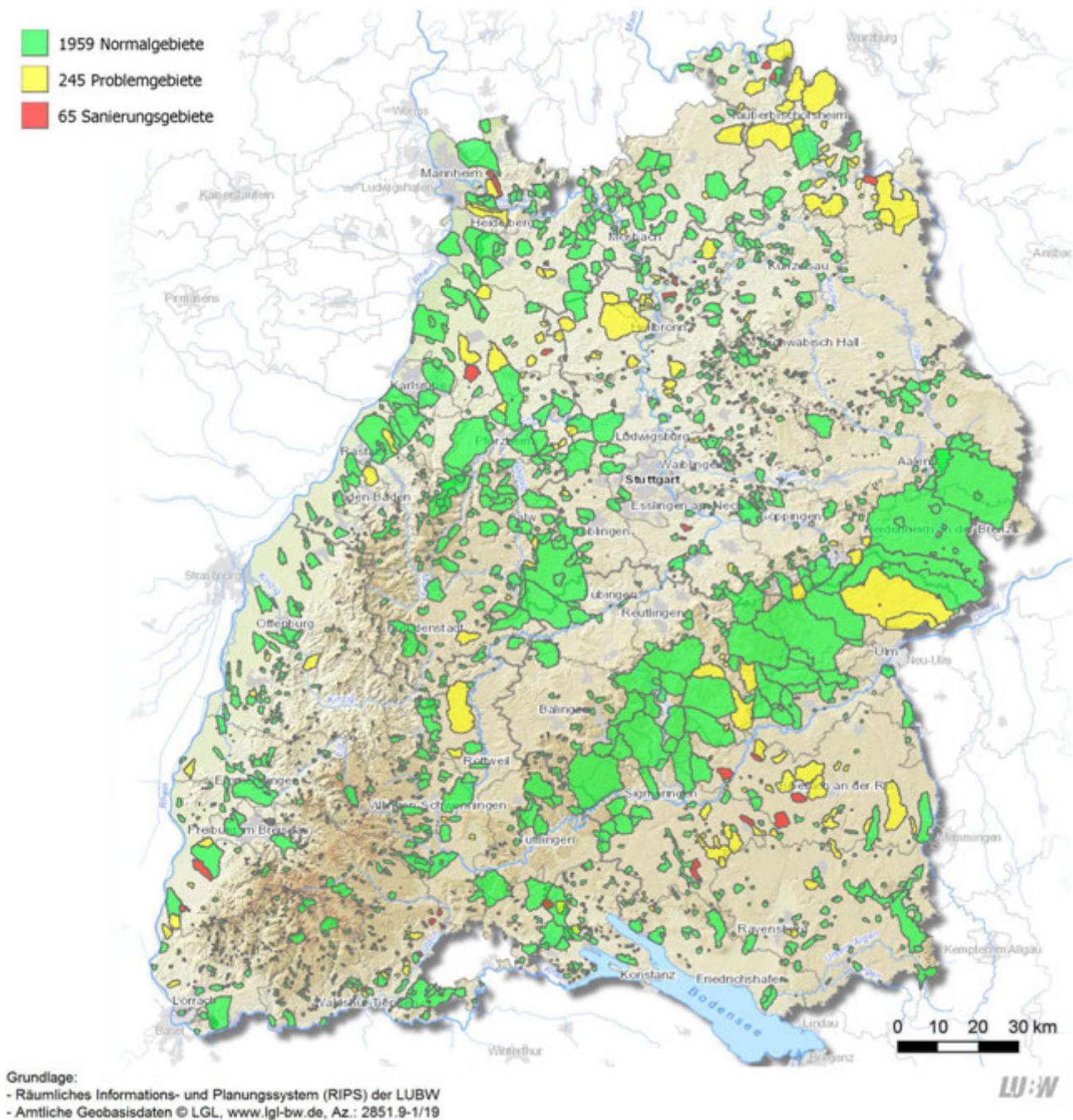


Abbildung 2.6: SchALVO-Einstufung 2024 der Wasserschutzgebiete (WSG) in drei Nitratklassen (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 06/2024)

Durch Neuausweisung, Aufhebung, Zusammenlegung und Erweiterung von WSG ändern sich die Gesamtanzahlen und -flächen von Jahr zu Jahr. Landesweit hat die Gesamtfläche von 2001 bis 2024 um rund 144.000 ha auf gut 964.000 ha zugenommen (Abbildung 2.8). Dies entspricht rund 27 % der Landesfläche. Zum Stichtag 01.01.2024 sind rund 82 % der WSG-Flächen als Normalgebiet eingestuft, etwa 16 % als Problemgebiet und rund 1,5 % als Sanierungsgebiet. Seit 2001 haben sowohl die absoluten Flächen als auch der prozentuale Anteil der Sanierungsgebiete an der Gesamt WSG-Fläche deutlich abgenommen.

In den Sanierungsgebieten sind die mittleren Nitrat-Konzentrationen seit 2001 um insgesamt 8,4 mg/l (16 %) zurückgegangen (Abbildung 2.7, WSG gemäß SchALVO-Ersteinstufung von 2001). Seit 2019 liegen sie auf dem Niveau von 2023: $42,8 \pm 0,5$ mg/l. In den Problemgebieten sind die Nitrat-Konzentrationen seit 2001 um 4,5 mg/l (13 %) gesunken. Hier stagnieren sie in den letzten fünf Jahren auf einem Niveau von $31,4 \pm 0,4$ mg/l. In den Normalgebieten sanken die mittleren Nitratwerte seit 2001 um 0,6 mg/l (4,2 %). Für diese Auswertung wurden neben den Nitratdaten aus dem Landesmessnetz Beschaffenheit auch

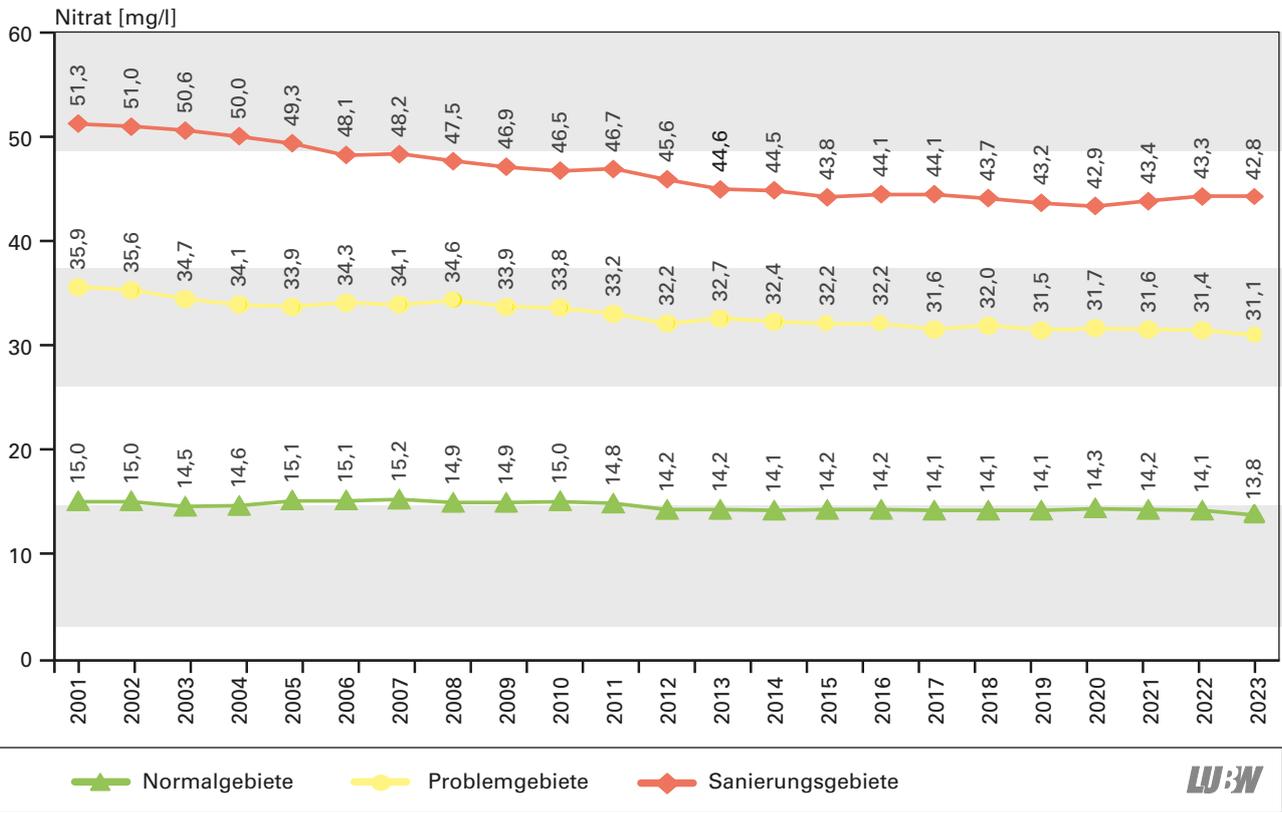


Abbildung 2.7: Nitratmittelwerte pro Jahr für konsistente Messstellen (Landesmessnetz Beschaffenheit und Kooperationsmessnetz Wasserversorgung) und konsistente Wasserschutzgebiete gemäß SchALVO-Einstufung von 2001; Sanierungsgebiete: 89 Messstellen in 66 Wasserschutzgebieten, Problemgebiete: 131 Messstellen in 97 Wasserschutzgebieten, Normalgebiete: 325 Messstellen in 285 Wasserschutzgebieten (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 06/2024)

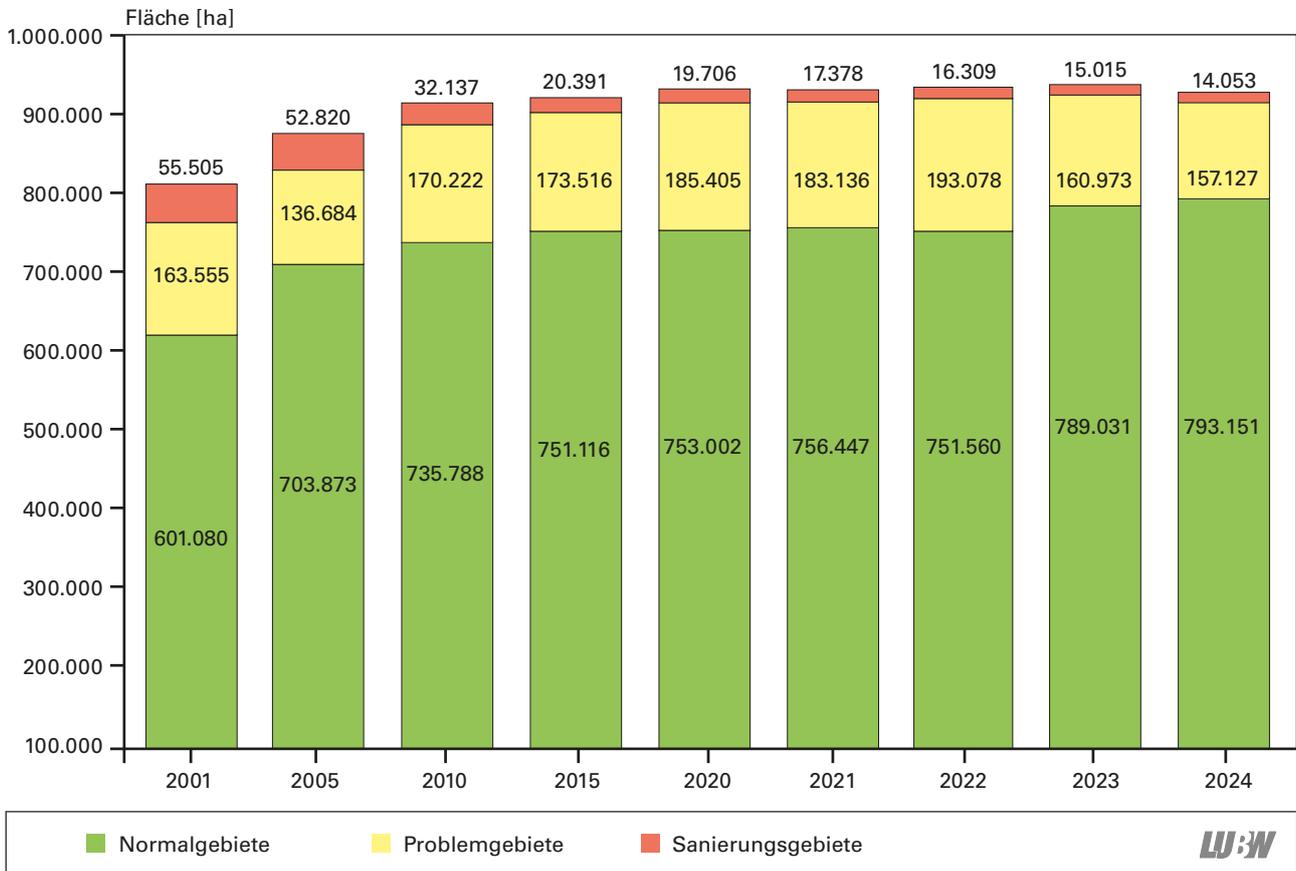


Abbildung 2.8: Flächenentwicklung der Normal-, Problem- und Sanierungsgebiete gemäß SchALVO einschließlich Teileinzugsgebiete (Datengrundlage 2024: Grundwasserdatenbank 01/2024; bis 2023: Veröffentlichte Berichte zum Grundwasser-Überwachungsprogramm)

Nitratdaten der Wasserversorger (Kooperationsmessnetz WVU) verwendet. Für das Jahr 2023 wurden der LUBW bis zum 10.06.2024 durch die Grundwasserdatenbank Wasserversorgung (GWD-WV) insgesamt 3.573 Nitratwerte von 1.523 Messstellen übermittelt.

2.2 Pflanzenschutzmittel

2.2.1 Hintergrund

Stand Dezember 2022 waren in der Bundesrepublik Deutschland 281 PSM-Wirkstoffe in über 1.800 Handelsprodukten auf dem Markt. Im Jahr 2022 betrug der Inlandsabsatz über 32.000 Tonnen Wirkstoffe; mit 52 % machten Herbizide dabei den mengenmäßig größten Anteil aus, gefolgt von Fungiziden mit 36 %. Die meisten PSM werden in der Landwirtschaft eingesetzt. Nur 1,4 % der abgesetzten Wirkstoffmenge ging an nicht-berufliche Verwender (https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/04_Pflanzenschutzmittel/01_Aufgaben/02_ZulassungPSM/03_PSMInlandsabsatzAusfuhr/psm_PSMInlandsabsatzAusfuhr_node.html).

Pflanzenschutzmittel dürfen gemäß Pflanzenschutzgesetz (Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen) nur auf Freilandflächen angewendet werden, die landwirtschaftlich, gärtnerisch oder forstwirtschaftlich genutzt werden. Insbesondere Herbizide werden aber auch auf Nichtkulturland, wie Böschungen, gepflasterten oder nicht versiegelten Brach- und Betriebsflächen, Flugplätzen, Gleisanlagen, Straßen sowie auf Parkplätzen angewendet, um diese beispielsweise zur Wahrung der Verkehrs- und Betriebssicherheit von Pflanzenbewuchs freizuhalten. Diese Anwendungen bedürfen nach Pflanzenschutzgesetz jeweils einer Ausnahmegenehmigung durch die zuständige untere Verwaltungsbehörde oder das Regierungspräsidium.

Pflanzenschutzmittel werden in der Umwelt abgebaut und umgewandelt, so dass aus den ausgebrachten Wirkstoffen Metabolite entstehen. Bei der Bewertung werden relevante Metabolite (rM) und nicht relevante Metabolite (nrM) unterschieden. Relevante Metabolite haben eine definierte pestizide (Rest-)Aktivität und/oder ein pflanzenschutzrechtlich relevantes humantoxisches oder ökotoxisches Wirkungspotenzial. Nicht relevante Metabolite haben zwar keine solche Wirkungen mehr, zeigen aber in Versickerungsstudien unter worst-case Bedingungen auffällige Konzentrationen. Es handelt sich um grundwasserfremde Stoffe, deren Eintrag ins Grundwasser aus Gründen eines

nachhaltigen Ressourcenschutzes so weit wie möglich zu vermeiden ist.

Die Zulassung von PSM erfolgt durch das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL). Befunde von zugelassenen PSM und deren relevanten Metaboliten über 0,1 µg/l bzw. von deren nicht relevanten Metaboliten über 10 µg/l können dem BVL gemeldet werden, das auf dieser Grundlage den Zulassungsinhaber mit einer Fundaufklärung beauftragen kann. Fundaufklarungsverfahren können in Anwendungsbeschränkungen resultieren. Das BVL kann außerdem die Anwendung bestimmter zugelassener PSM in Wasserschutzgebieten verbieten, wenn das Grundwasser mit nicht relevanten Metaboliten belastet ist. Dafür haben die Wasserversorger die Möglichkeit, erhöhte Befunde von nicht relevanten Metaboliten an das BVL zu melden.

2.2.2 Bewertungsgrundlagen

Pflanzenschutzmittel haben gemäß ihrem Anwendungszweck toxische Wirkung, so dass eine Reihe von rechtlichen Regelungen (Tabelle 4.5) besteht. Für die Auswertung wurde der Schwellenwert der Grundwasserverordnung von 0,1 µg/l für einzelne Wirkstoffe / relevante Metabolite sowie von 0,5 µg/l für deren Summe herangezogen. Die Summe PSM wird gebildet aus allen gemessenen Wirkstoffen / relevanten Metaboliten.

2.2.3 Bisherige Untersuchungen

LUBW-Untersuchungen auf Wirkstoffe / relevante Metabolite laufen seit 1989 und auf nicht relevante Metabolite seit 2006. Aufgrund der großen Wirkstoff- und Produktvielfalt am Markt und dem wechselnden Zulassungsgeschehen wurden in den vergangenen Jahren über 200 Einzelstoffe analysiert. Wegen der Vielzahl an in der Vergangenheit zugelassenen Wirkstoffen kann allerdings nur ein Teil des Substanzspektrums durch das Grundwassermonitoring der LUBW überwacht werden. Bislang nicht untersuchte Stoffe werden zunächst an risikobasiert ausgewählten Messstellen und je nach Befundlage anschließend im gesamten Landesmessnetz Beschaffenheit untersucht. Durch dieses Monitoring steht für viele PSM eine statistisch verlässliche Datenbasis zur Verfügung.

Die PSM-Messdaten aus Baden-Württemberg fließen auch in die bundesweiten PSM-Berichte der LAWA (Bund /

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) ein. Die Daten der Jahre 2013-2016 wurden in 2019 veröffentlicht: https://www.lawa.de/documents/lawa-bericht-zur-gw-beschaffenheit-psm_2_1558355266.pdf. Aktuell wird die entsprechende bundesweite Veröffentlichung der Daten der Jahre 2017-2021 vorbereitet: https://www.lawa.de/documents/psm-bericht-2023-12-22-barrierearm-final_2_1728974845.pdf.

2.2.4 Ergebnisse und Bewertung 2022-2023

In den Jahren 2022 und 2023 wurden fünf Wirkstoffe und zwei relevante Metabolite (siehe Tabelle 2.3 für eine Liste der analysierten Einzelstoffe) im gesamten Landesmessnetz Beschaffenheit (rund 1860 Messstellen) untersucht. Ein größeres Substanzspektrum (72 Stoffe, siehe Kapitel 4.3.3 im Anhang) wurde im Rahmen des europäischen Projektes

„Ermes-ii Rhein 2022-2025“ im Herbst 2023 an knapp 500 Messstellen im Oberrheingraben untersucht. Diese Daten sollen unter www.ermes-rhin.eu veröffentlicht werden.

Der am häufigsten nachgewiesene Wirkstoff war das bereits seit 1990 nicht mehr zugelassene Atrazin, welches an 34 (1,8 %) der Messstellen nachgewiesen wurde (Abbildung 2.9). An 102 (5,5 %) der Messstellen wurde außerdem sein relevanter Metabolit Desethylatrazin gefunden. Diese Nachweisquoten lagen niedriger als bei den entsprechenden Untersuchungen in 2021 sowie in 2018-2019, weil mehr Analysen mit einer höheren Bestimmungsgrenze gemessen wurden als vorher. Für alle Stoffe lagen mehr als 90 % der Messwerte unter der Mindestbestimmungsgrenze von 0,05 µg/l.

Tabelle 2.3: Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe und relevante Metabolite 2022-2023 im Landesmessnetz Beschaffenheit – Ergebnisübersicht (BG = Bestimmungsgrenze, WW = Warnwert, SW = Schwellenwert, P90 = 90. Perzentil)

Substanz	Zulassung*	BG	WW	SW	ausgewertete Messstellen	≥ BG		> WW		>SW		P90	Max
		µg/l	µg/l	µg/l		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	µg/l	µg/l
Wirkstoff													
Atrazin	1971-1990	0,05	0,08	0,1	1863	34	1,8	4	0,2	4	0,2	<0,05	0,25
Bentazon	1972-2018	0,05	0,08	0,1	1864	18	1	5	0,3	4	0,2	<0,05	2,1
Bromacil	1971-1990	0,05	0,08	0,1	1854	18	1	8	0,4	6	0,3	<0,05	1,1
Hexazinon	1976-1991	0,05	0,08	0,1	1860	17	0,9	9	0,5	7	0,4	<0,05	0,42
Simazin	1971-1998	0,05	0,08	0,1	1863	11	0,6	3	0,2	2	0,1	<0,05	0,18
relevanter Metabolit von													
Desethylatrazin	Atrazin	0,05	0,08	0,1	1859	102	5,5	12	0,6	6	0,3	<0,05	0,48
Desisopropylatrazin	Atrazin/Simazin	0,05	0,08	0,1	1863	12	0,6	3	0,2	3	0,2	<0,05	0,15
Summe Wirkstoffe und relevante Metabolite		-	0,38	0,5	1864	152	8,2	7	0,4	4	0,2	0,02	2,1

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 06/2024

*Datenquellen: www.bvl.bund.de; Liste der zugelassenen Pflanzenschutzmittel in Deutschland mit Informationen über beendete Zulassungen (Stand: 04/2023); Beendete Zulassungen von Pflanzenschutzmitteln (Stand: 01/2023); Berichte zu Pflanzenschutzmitteln 2009 – Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln, Zulassungshistorie und Regelungen der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung



Die höchste Konzentration wurde mit 2,1 µg/l für Bentazon gemessen. Die betroffene Messstelle liegt auf dem Gelände einer Kläranlage (Tabelle 2.4). Aufgrund zahlreicher Bentazon-Befunde wurde die Zulassung nicht erneuert. Nach einer Abverkaufsfrist bis zum 31.07.2018 endete am 31.07.2019 auch die Aufbrauchfrist. Seitdem dürfen keine Bentazon-haltigen PSM mehr ausgebracht werden.

Für Atrazin und seine Metabolite, Bromacil und Hexazinon wurden die jeweiligen Maximalwerte auf die PSM-Ausbringung auf Gleisanlagen zurückgeführt (Tabelle 2.4).

Atrazin wurde vor seinem Verbot hauptsächlich als Maisherbizid verwendet, aber auch auf Nichtkulturland und auf Bahngleisen eingesetzt. Auch Bromacil und Hexazinon wurden in der Vergangenheit als Totalherbizide insbesondere auf Nichtkulturland wie Gleisanlagen eingesetzt.

Der Maximalwert für Simazin wurde an einer Messstelle gemessen, deren Einzugsgebiet zu 60 % landwirtschaftlich genutzt wird. Über die Hälfte der Messstellen, an denen mindestens ein PSM in 2022-2023 nachgewiesen wurde, ist dem Teilmessnetz Landwirtschaft zugeordnet (Abbildung 2.10).



Abbildung 2.9: Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe und relevante Metabolite 2022-2023 im Landesmessnetz Beschaffenheit – Maximalwert über Nachweisquote je Einzelsubstanz (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 06/2024)

Tabelle 2.4: Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe und relevante Metabolite 2022-2023 im Landesmessnetz Beschaffenheit – Messstellen mit Maximalwert (Fettdruck); die Lage der Messstellen lässt sich Abbildung 2.12 entnehmen; der Maximalwert für Desisopropylatrazin wurde an zwei Messstellen gemessen (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 06/2024)

Messstelle	Mögliche Ursache für die gemessene Grundwasser-Belastung	Summe	Atrazin	Bentazon	Bromacil	Hexazinon	Simazin	Desethylatrazin	Desisopropylatrazin
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
110/308-6	Messstelle liegt auf Kläranlage	2,1	<0,05	2,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
306/511-4	PSM-Ausbringung auf Gleisanlagen	1,4	<0,05	<0,05	1,1	0,07	<0,05	0,08	0,06
214/422-4	PSM-Ausbringung auf Gleisanlagen	1,1	0,19	<0,05	0,19	0,13	0,03	0,48	0,12
12/361-6	PSM-Ausbringung auf Gleisanlagen	1,0	0,06	<0,02	0,38	0,07	<0,02	0,35	0,15
70/456-8	PSM-Ausbringung auf Gleisanlagen	0,47	0,25	<0,02	0,09	0,03	<0,02	0,05	0,05
391/305-2	PSM-Ausbringung auf Gleisanlagen	0,42	<0,05	<0,05	<0,05	0,42	<0,05	<0,05	<0,05
2074/512-5	PSM-Ausbringung auf Gleisanlagen	0,41	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	0,1	0,09	0,15
281/021-1	60% Landwirtschaft im Einzugsgebiet	0,24	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,18	<0,05	0,06

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 06/2024



Alle in den Jahren 2022-2023 gemessenen Substanzen lagen an bis zu sieben Messstellen über dem Schwellenwert für Grundwasser (Tabelle 2.3). Insgesamt wurde an 25 (1,3 %) Messstellen der Schwellenwert für Grundwasser von mindestens einem Wirkstoff / relevanten Metabolit überschritten. Knapp die Hälfte dieser Messstellen ist dem Teilmessnetz Siedlung zugeordnet (Abbildung 2.10). An vier Messstellen wurde auch der Schwellenwert für die Summe PSM über-

schritten. Die Messstellen mit Schwellenwert-Überschreitung liegen über das ganze Land verteilt (Abbildung 2.12).

Insgesamt ist die Belastung mit PSM in Baden-Württemberg seit den 90er Jahren deutlich zurückgegangen (Abbildung 2.11). Dies ist in erster Linie auf den Rückgang der nicht mehr zugelassenen Wirkstoffe und damit auch ihrer Metabolite zurückzuführen. Das Verbot problematischer Wirk-

stoffe, d. h. das Beseitigen der Eintragungsmöglichkeit, stellt die wirksamste Maßnahme zur Verringerung erhöhter Belastungen im Grundwasser dar. Dass auch nach Jahrzehnten

des Verbots PSM-Belastungen wie z.B. durch Atrazin (Anfang der 1990er Jahre verboten) noch deutlich messbar sind, zeigt wie lange PSM das Grundwasser belasten.

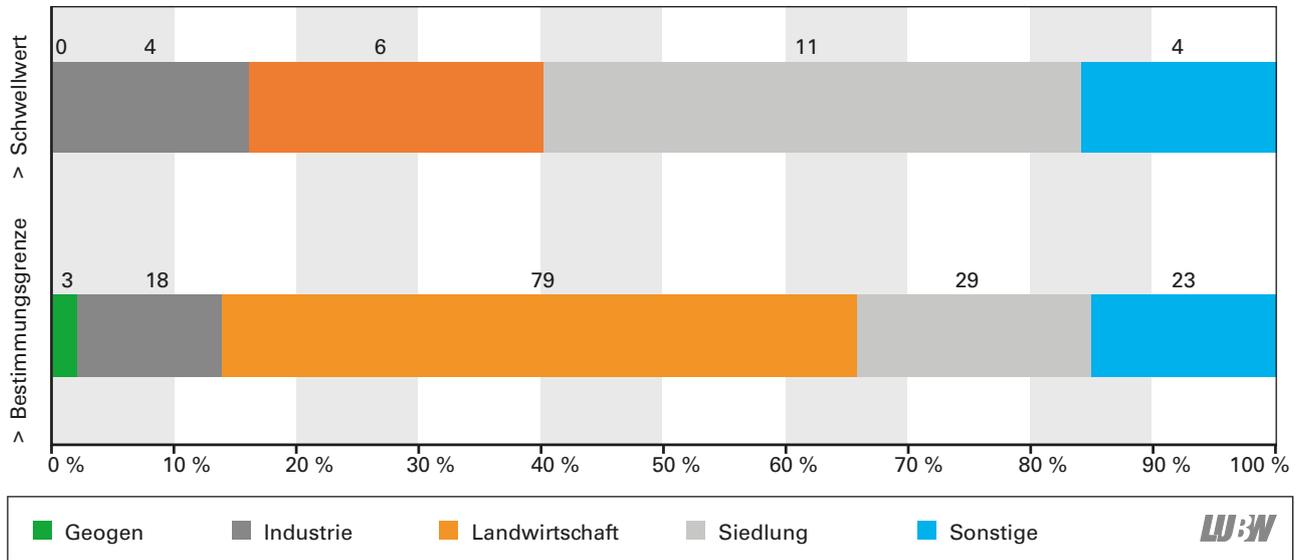


Abbildung 2.10: Pflanzenschutzmittel 2022-2023 im Landesmessnetz Beschaffenheit – Verteilung der Messstellen mit Überschreitung von Schwellenwert (0,1 µg/l) und Bestimmungsgrenze (0,05 µg/l) auf die Teilmessnetze. Das Messnetz Geogener Hintergrund enthält keine Messstellen mit Schwellenwert-Überschreitungen (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 06/2024)

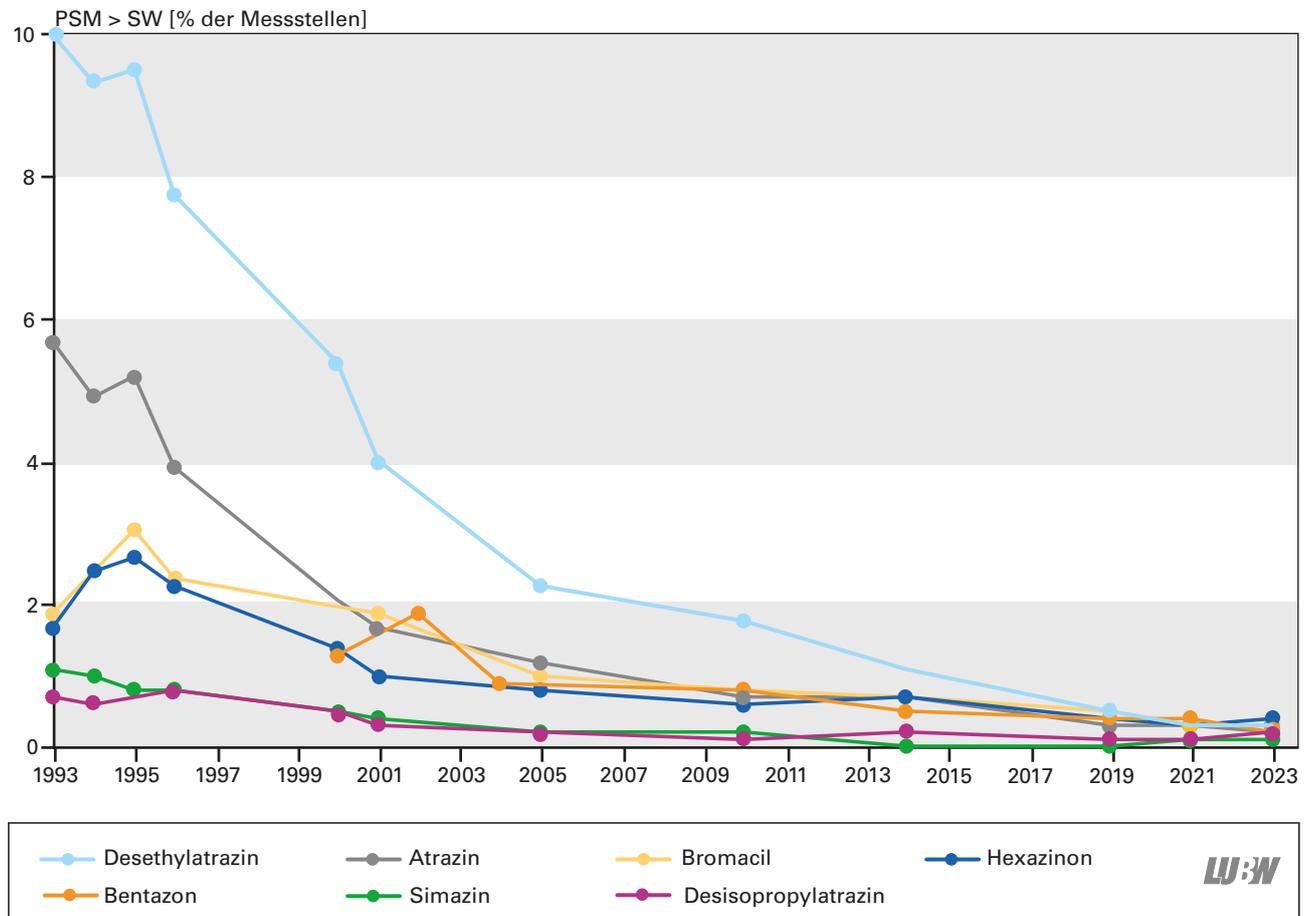


Abbildung 2.11: Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe und relevante Metabolite im Landesmessnetz Beschaffenheit – Zeitlicher Verlauf der Schwellenwert (SW)-Überschreitungen. Es wurden bei der Auswertung nur Jahre bzw. Auswertungszeiträume berücksichtigt, in denen von mindestens 1.800 Messstellen, d.h. dem gesamten Landesmessnetz Beschaffenheit, Werte vorlagen. Wenn sich die landesweite Erfassung über mehrere Jahre (=Auswertungszeitraum: 2022-2023, 2017-2019, 2013-2014, 2007-2010) erstreckte, wurde der Datenpunkt dem jeweils letzten Jahr des Zeitraums zugeordnet. (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 06/2024)

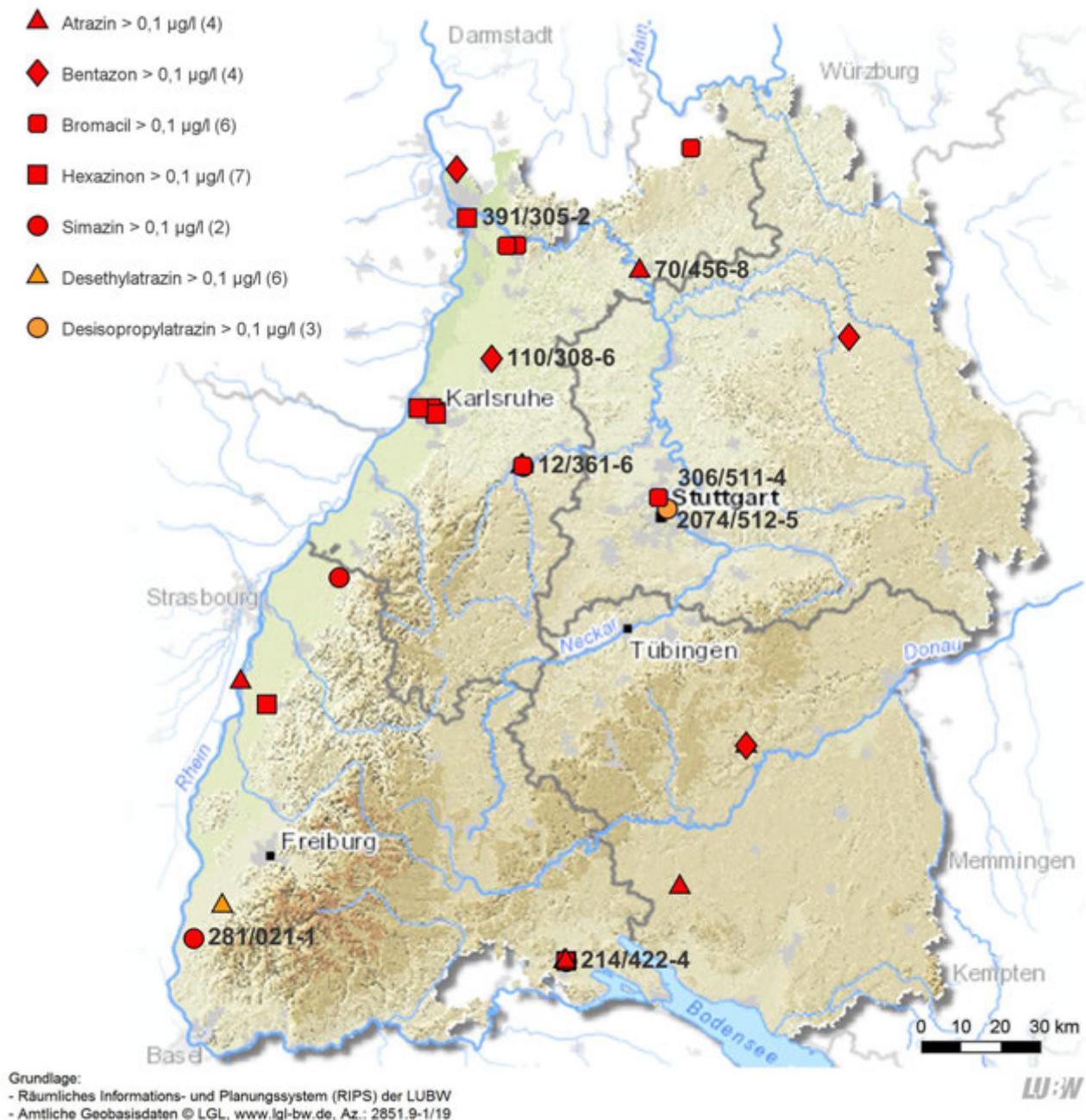


Abbildung 2.12: Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe und relevante Metabolite 2022-2023 im Landesmessnetz Beschaffenheit – Überschreitungen von Schwellenwerten; die Zahlen in Klammern geben die Anzahl der Messstellen mit Wert-Überschreitung an; an einigen Messstellen liegen Überschreitungen mehrerer Einzelstoffe vor (übereinanderliegende Symbole) (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 06/2024)

2.3 Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

2.3.1 Hintergrund

Die LHKW werden seit den 1920er Jahren vielfach als Lösungsmittel in Industrie, Gewerbe, Medizin und Haushalt verwendet. Grundwasser-Schadensfälle / Altlasten treten hauptsächlich durch unsachgemäßen Umgang bei metallverarbeitenden Betrieben (Trichlorethen) und bei chemischen Reinigungen (Tetrachlorethen) auf. Trihalogenmethane wie beispielsweise Chloroform werden als

Desinfektionsmittel verwendet. Diese können über direkte Emissionen ins Grundwasser oder über Desinfektionsmaßnahmen in Grundwasserfassungen und Rohrleitungen ins Trinkwasser gelangen.

Die Dichte von LHKW liegt zwischen 1,2 und 1,7 g/cm³. Die LHKW sind somit dichter als Wasser und können als eigenständige Phase tief in den Grundwasserleiter eindringen und sich im Extremfall über mehrere Grundwasserstockwerke ausbreiten. Die dabei entstehenden Phasen-

körper sind stark strukturiert und weisen dadurch eine große Oberfläche auf, an der sich die LHKW ins Grundwasser lösen können (Wasserlöslichkeit zwischen 0,1 und 20 g/l). Da die mikrobiologische Abbaubarkeit stark von den Eigenschaften der Umgebung abhängig ist, kann es zur Ausbildung von Kontaminationsfahnen mit Längen von mehreren Kilometern kommen. Bei sauerstofffreien Milieubedingungen können Tetrachlorethen und Trichlorethen biologisch zu cis-1,2-Dichlorethen und Vinylchlorid abgebaut werden. Diese können wiederum mit Sauerstoff abgebaut und vollständig mineralisiert werden.

2.3.2 Bewertungsgrundlagen

Vertreter der LHKW sind giftig (Wassergefährdungsklasse 2-3 je nach Einzelstoff), so dass eine Reihe von rechtlichen Regelungen (Tabelle 4.6) besteht. Für die Auswertung wird der Schwellenwert der Grundwasserverordnung für die „Summe aus Tri- und Tetrachlorethen“ von 10 µg/l herangezogen (Tabelle 2.5).

2.3.3 Bisherige Untersuchungen

Die ersten Untersuchungen auf LHKW wurden 1985 begonnen. Seit 1994 werden im Landesmessnetz Beschaffen-

heit regelmäßig LHKW-Untersuchungen durchgeführt. Somit steht in Baden-Württemberg eine umfassende und statistisch belastbare Datenbasis für die Beurteilung der LHKW-Konzentrationen im Grundwasser zur Verfügung.

2.3.4 Ergebnisse und Bewertung 2022-2023

In den Jahren 2022 und 2023 wurden an rund 1860 Messstellen des Landesmessnetzes Beschaffenheit LHKW im Grundwasser untersucht. Die häufigsten Nachweise lagen dabei bei den Einzelstoffen Tetrachlorethen und Trichlorethen vor. Tetrachlorethen wurde an ca. 22 % der untersuchten Messstellen nachgewiesen, Trichlorethen lag an ca. 11 % der Messstellen vor. Der Schwellenwert für Grundwasser für die Summe aus Tri- und Tetrachlorethen (0,01 mg/l) wurde an 49 (2,7 %) der untersuchten Messstellen überschritten. Es wurden Höchstwerte bis in den mg/l-Bereich gemessen (max. 20 mg/l für Tetrachlorethen; 2,1 mg/l für Trichlorethen). Für alle weiteren Einzelsubstanzen der LHKW lagen mehr als 90 % der erhobenen Messwerte in 2022 und 2023 kleiner der Bestimmungsgrenze (Tabelle 2.5).

Tabelle 2.5: LHKW 2022-2023 im Landesmessnetz Beschaffenheit – Ergebnisübersicht (BG = Bestimmungsgrenze, SW = Schwellenwert, P90 = 90. Perzentil, - = es liegt keine Bewertungsgrundlage vor)

Parameter	BG	SW	ausgewertete Messstellen	≥ BG		> SW		P90	Max
	mg/l	mg/l		Anzahl	%	Anzahl	%	mg/l	mg/l
Dichlormethan	0,005	-	1857	3	0,2	-	-	<0,0050	0,01
Trichlormethan	0,0001	-	1855	69	3,7	-	-	<0,0001	0,00
1,1,1-Trichlorethan	0,0001	-	1857	35	1,9	-	-	<0,0001	0,02
cis-1,2-Dichlorethen	0,001	-	1857	37	2,0	-	-	<0,0050	3,8
Trichlorethen	0,0001	-	1857	196	11	-	-	0,0001	2,1
Tetrachlorethen	0,0001	-	1839	408	22	-	-	0,0008	20
Summe Tri- und Tetrachlorethen	0,0001	0,01	1839	438	24	49	2,7	0,0011	22

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2024



Die Herkunft der LHKW-Belastungen lässt sich überwiegend Industriebetrieben zuordnen. Im Teilmessnetz Industrie (256 Messstellen) lag die Summe aus Tri- und Tetrachlorethen an knapp der Hälfte der untersuchten Messstellen über der Bestimmungsgrenze. Dabei wurde der Schwellenwert für Grundwasser an 24 Messstellen (9,4 % des Teilmessnetzes) überschritten. Dass die Hauptbelastung mit LHKW im Teilmessnetz Industrie liegt wird

auch bei Betrachtung der 90. Perzentile deutlich (Abbildung 2.14). Neben dem Teilmessnetz Industrie lagen aber auch in den Teilmessnetzen Siedlung (6,0 % des Teilmessnetzes) und sonstige Emittenten (3,5 % des Teilmessnetzes) mehrere Überschreitungen des Schwellenwerts vor (Abbildung 2.13). Für die Messnetze Landwirtschaft und Geogen waren hingegen nahezu keine Schwellenwert-Überschreitungen feststellbar.

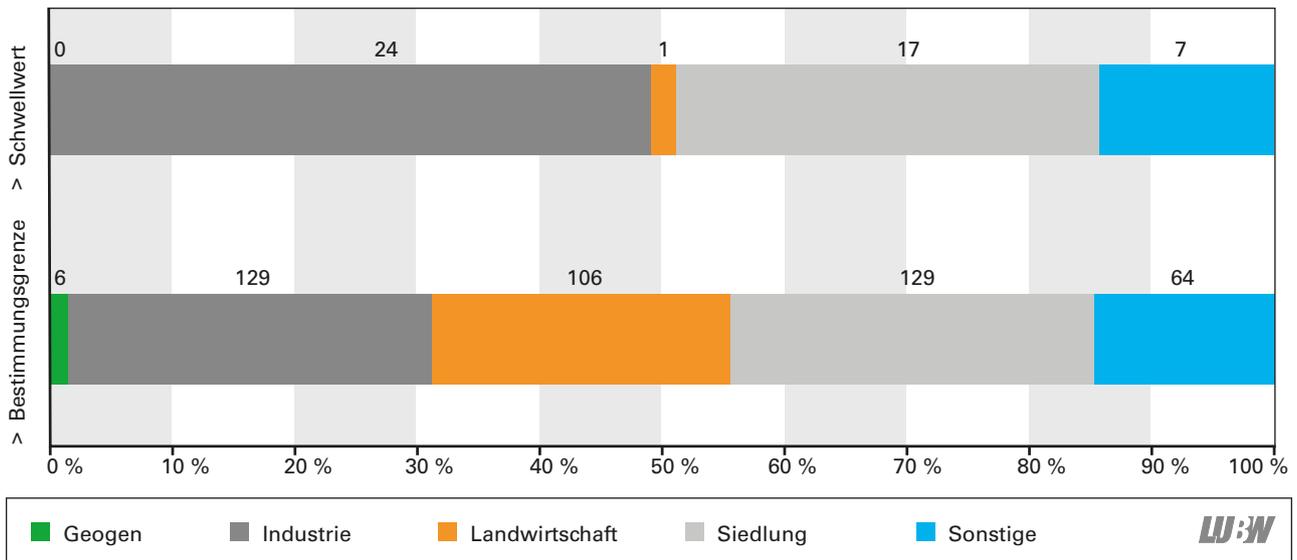


Abbildung 2.13: LHKW 2022-2023 im Landesmessnetz Beschaffenheit – Verteilung der Messstellen mit Überschreitung von Schwellenwert (0,01 mg/l) und Bestimmungsgrenze (0,001 mg/l) für die Summe aus Tri- und Tetrachlorethen auf die Teilmessnetze. Das Messnetz Geogener Hintergrund enthält keine Messstellen mit Schwellenwert-Überschreitungen (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2024)

Die höchsten Konzentrationen lassen sich meist eindeutig ihren Verursachern zuordnen. Dabei handelt es sich fast immer um bekannte Schadensfälle aufgrund von Leckagen und unsachgemäßem Umgang mit LHKW bzw. um Altlasten, welche gemäß Bundesbodenschutzgesetz im Zuständigkeitsbereich der Vollzugsbehörden untersucht, überwacht und bearbeitet werden. Die Schwerpunkte der LHKW-Belastung liegen in städtischen Ballungsräumen

wie Stuttgart, Pforzheim, Mannheim/Heidelberg sowie in Städten, in denen die metallverarbeitende Industrie eine lange Tradition hat. Dies sind beispielsweise Reutlingen, Villingen-Schwenningen, Heidenheim, Schwäbisch Gmünd und Lahr. Vereinzelt ist die Herkunft im Messnetz Emittenten Siedlung zu suchen. Hier sind vor allem ehemalige chemische Reinigungen potentielle Verursacher, die heute als Altlasten dokumentiert sind.

Tabelle 2.6: LHKW 2022-2023 im Landesmessnetz Beschaffenheit – Messstellen mit Summe Tri- und Tetrachlorethen $\geq 0,2$ mg/l

Messstelle	Messnetz	mögliche Ursache für Grundwasserbelastung	cis-1,2-Di-chlorethen mg/l	Trichlorethen mg/l	Tetra-chlorethen mg/l	Summe Tri- und Tetra-chlorethen mg/l
184/515-0	Emittenten Industrie	Altlasten im Einzugsgebiet	3,8	2,1	20	22
10/361-5	Emittenten Industrie	Altlasten im Einzugsgebiet	<0,0050	0,001	1,3	1,3
34/861-2	Emittenten Industrie	Messstelle liegt in Schadensfall	0,0022	0,014	1,1	1,1
8/362-5	Emittenten Industrie	Messstelle liegt in Altlast (Textilindustrie)	0,20	0,072	0,76	0,83
2000/611-0	Emittenten Industrie	Messstelle liegt in Industriegebiet mit Altlasten	<0,0010	0,0004	0,61	0,61
4440/069-4	Emittenten Industrie	Messstelle liegt in Schadensfall (Autozulieferer)	0,0034	0,003	0,35	0,35
2080/319-0	Emittenten Industrie	Messstelle liegt in Schadensfall (ehem. Uhrenfabrik)	0,015	0,073	0,13	0,20
65/118-6	Emittenten Siedlung	Altlast im Einzugsgebiet	<0,0050	0,0003	0,20	0,20

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2024



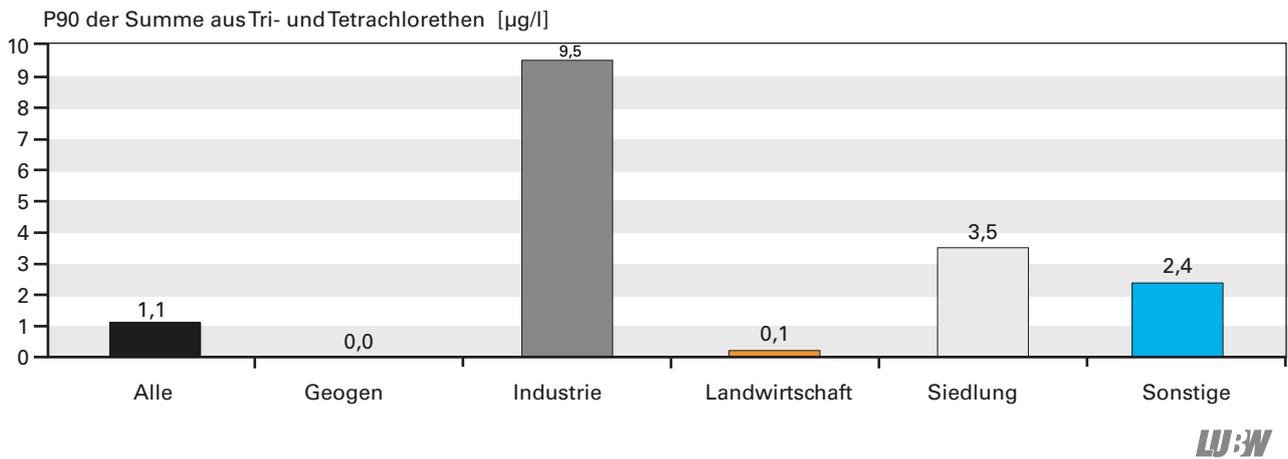


Abbildung 2.14: LHKW 2022-2023 im Landesmessnetz Beschaffenheit – 90. Perzentile (P90) der Summe aus Tri- und Tetrachlorethen im Landesmessnetz Beschaffenheit (ALLE) sowie in seinen fünf Teilmessnetzen (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2024)

Über die Zeit betrachtet sind die Nachweisquoten für LHKW im gesamten Landesmessnetz Beschaffenheit seit vielen Jahren rückläufig und haben auch gegenüber der letzten Beprobungsrunde von 2019 und 2020 weiter ab-

genommen. Seit 1995 hat dabei der prozentuale Anteil an Messstellen mit Schwellenwert-Überschreitung von 7,7 % um rund zwei Drittel auf 2,7 % abgenommen (Abbildung 2.15).

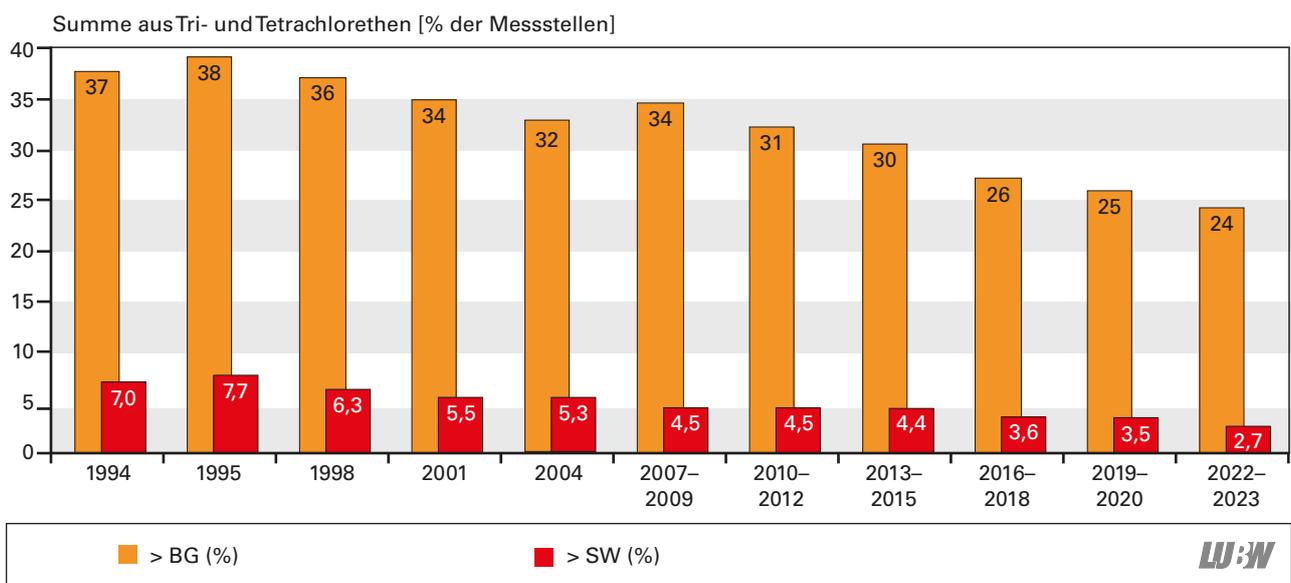


Abbildung 2.15: LHKW im Landesmessnetz Beschaffenheit – Zeitlicher Verlauf der Überschreitungen der Bestimmungsgrenze (BG) sowie des Schwellenwerts (SW) für die Summe aus Tri- und Tetrachlorethen (Datengrundlage 2022-2023: Grundwasserdatenbank 07/2024; bis 2020: Veröffentlichte Berichte zum Grundwasser-Überwachungsprogramm)

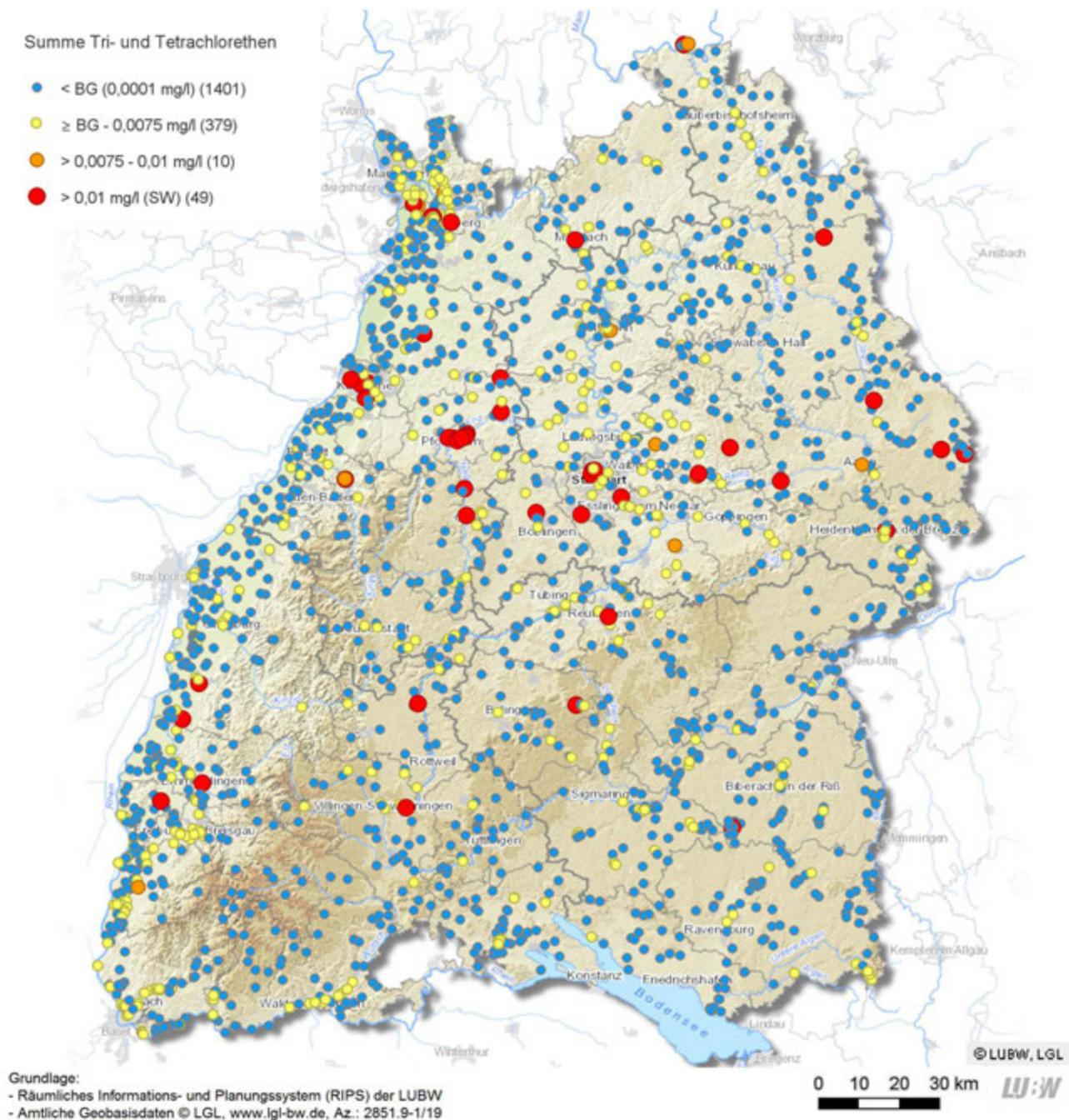


Abbildung 2.16: LHKW 2022-2023 im Landesmessnetz Beschaffenheit – Konzentrationsverteilung der Summe aus Tri- und Tetrachlorethen; die Zahlen in Klammern geben die Anzahl der Messstellen in den jeweiligen Klassen an (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2024)

2.4 Metallische Spurenstoffe

2.4.1 Hintergrund

Unter dem Begriff „metallische Spurenstoffe“ werden in der Regel Metalle im Spurenbereich, d.h. in Konzentrationen unter 0,1 mg/l, verstanden. Viele Metalle sind essentiell für den Stoffwechsel, können aber auch toxisch sein. Dies spiegelt sich in den sehr unterschiedlichen Bewertungsgrundlagen für die einzelnen Stoffe (Tabelle 2.7) wider.

Alle hier untersuchten metallischen Spurenstoffe kommen als Bestandteile von Gesteinen natürlicherweise

in der Umwelt vor (siehe auch Bericht Grundwasser-Überwachungsprogramm, Ergebnisse 2018-2019: <https://pd.lubw.de/10189>) und sind somit als geogener Hintergrund im Grundwasser enthalten. Außerdem werden sie durch den Menschen in großem Umfang in Industrie und Haushalt verwendet, so dass auch anthropogene Belastungen des Grundwassers beispielsweise durch Industriebetriebe nachgewiesen werden. Details zur geogenen Herkunft bzw. anthropogenen Verwendung der einzelnen Metalle werden zusammen mit den Messergebnissen in Tabelle 2.8 aufgeführt.

2.4.2 Bewertungsgrundlagen

Für Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber sind in der Grundwasserverordnung Schwellenwerte festgelegt (Tabelle 2.7). Des Weiteren sind für die meisten Metalle Grenzwerte in der Trinkwasserverordnung, Leitwerte für Trinkwasser und/oder Geringfügigkeitsschwellenwerte für Grundwasser definiert.

2.4.3 Bisherige Untersuchungen

Untersuchungen auf metallische Spurenstoffe wurden 1985 begonnen und werden seit 1994 im Landesmessnetz

Beschaffenheit regelmäßig durchgeführt. Somit steht in Baden-Württemberg eine umfassende und statistisch belastbare Datenbasis für die Beurteilung der Konzentrationen von metallischen Spurenstoffen im Grundwasser zur Verfügung.

2.4.4 Ergebnisse und Bewertung 2022-2023

Zwischen 2022 und 2023 wurden 20 metallische Spurenstoffe an rund 1800 Messstellen (gesamtes Landesmessnetz Beschaffenheit) untersucht. Für Aluminium, Bor, Eisen und Mangan wird die landesweite Untersuchung in 2024

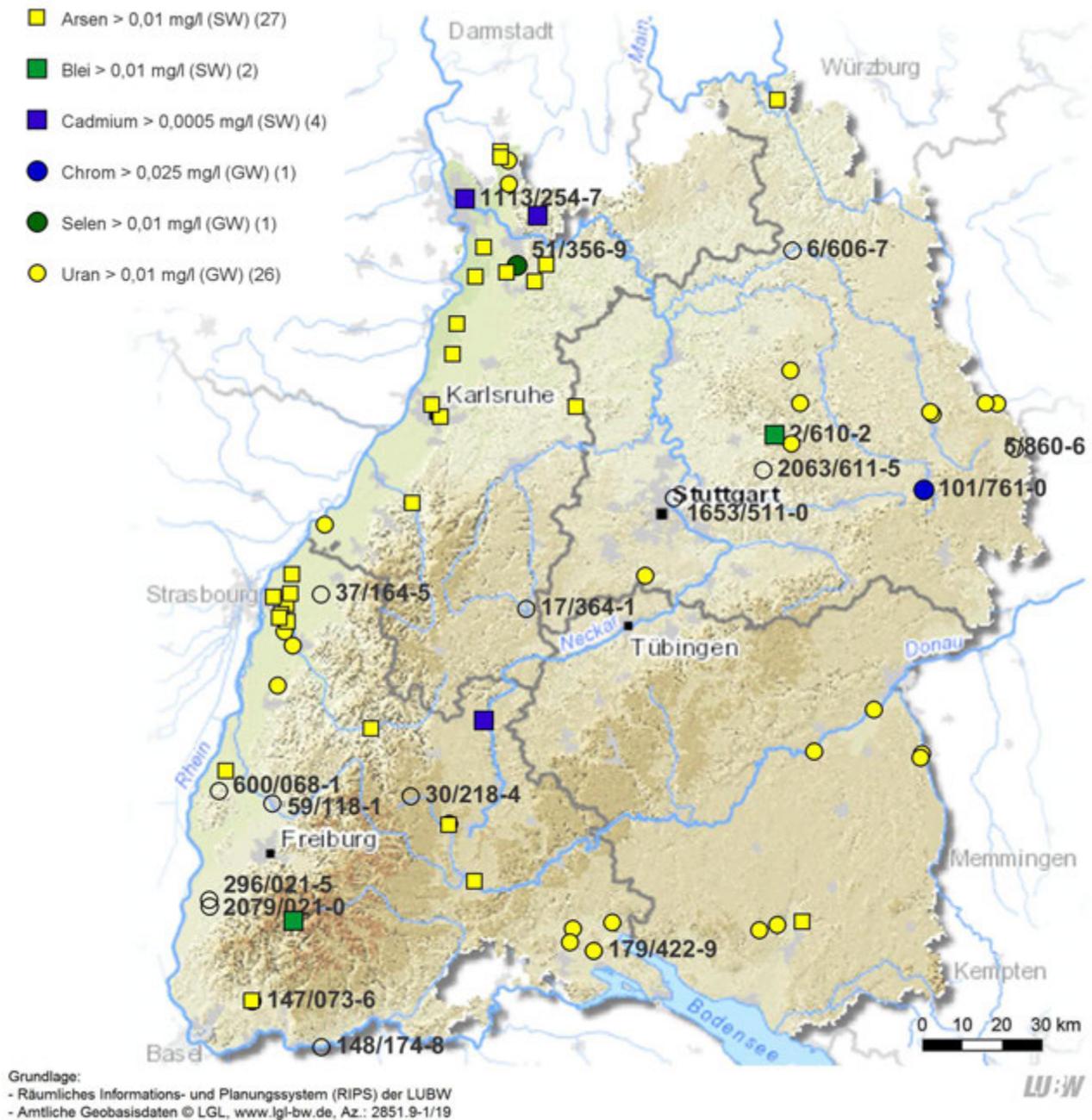


Abbildung 2.17: Metallische Spurenstoffe 2022-2023 im Landesmessnetz Beschaffenheit – Überschreitungen von Schwellenwerten (SW) und Grenzwerten (GW) und Lage der Messstellen mit Maximalwert (siehe Tabelle 2.8); die Zahlen in Klammern geben die Anzahl der Messstellen mit Wert-Überschreitung an; an einigen Messstellen liegen Überschreitungen mehrerer Einzelstoffe vor (übereinanderliegende Symbole) (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 06/2024)

abgeschlossen. Metallische Spurenstoffe sind weitverbreitet und in unterschiedlich hohen Konzentrationen zu finden (Tabelle 2.7). Diese Gehalte sind in den meisten Fällen natürlichen Ursprungs und stammen aus der jeweiligen geologischen Formation (Tabelle 2.8). Erhöhte Konzentrationen können auch anthropogene Ursachen haben (Tabelle 2.8). Diese Belastungen entstehen meist durch Schadensfälle bei Industriebetrieben bzw. Altlasten oder durch Abwässer, die aus undichter Kanalisation ins Grundwasser gelangen. Vereinzelt gibt es auch versauerungsbedingt erhöhte Werte.

Bei Blei, Cadmium, Chrom und Selen wurden vereinzelte (d. h. an maximal 0,2 % der Messstellen) Überschreitungen der jeweiligen Schwellen- bzw. Grenzwerte festgestellt.

Arsen bzw. Uran überschreiten die entsprechenden Werte an 27 (1,5 %) bzw. 26 (1,4 %) Messstellen (Tabelle 2.7, Abbildung 2.17). Die Schwellwert-Überschreitungen für Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber zeigen langjährig eine rückläufige Tendenz (Abbildung 2.18). Heutzutage werden also weniger Schwellwert-Überschreitungen – für Quecksilber keine mehr – gemessen als in den 90er Jahren, was den anthropogenen Anteil an der Belastung verdeutlicht. Für Arsen, Blei und Cadmium stagnieren die Belastungen meist bei einem bestimmten Prozentsatz an Schwellwert-Überschreitungen, was auf erhöhte Konzentrationen geogenen Ursprungs zurückgeführt wird (Abbildung 2.18). Insgesamt sind die gemessenen Konzentrationen der metallischen Spurenstoffe für die Grundwasserqualität nicht problematisch.

Tabelle 2.7: Metallische Spurenstoffe 2022-2023 im Landesmessnetz Beschaffenheit – Ergebnisübersicht (BG = Bestimmungsgrenze, SW = Schwellenwert, GW = Grenzwert, LW = Leitwert, GFS = Geringfügigkeitsschwellenwert, P90 = 90. Perzentil, - = es liegt keine Bewertungsgrundlage vor, 0 = die Bewertungsgrundlage wurde nicht überschritten)

Substanz	BG	SW	GW	LW	GFS	ausgewertete Messstellen	≥ BG		> SW		> GW		> LW		> GFS		P90	Max
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		Anzahl	%	mg/l	mg/l								
Antimon	0,001	-	0,005	-	0,005	1857	7	0,4	-	-	0	0	-	-	0	0	<0,001	0,002
Arsen	0,0005	0,01	0,01	-	0,0032	1845	893	48	27	1,5	27	1,5	-	-	105	5,7	0,002	0,073
Barium	0,01	-	-	-	0,175	1813	1808	100	-	-	-	-	-	-	355	20	0,28	1,3
Beryllium	0,0005	-	-	-	-	1864	19	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,0005	0,0025
Blei	0,0002	0,01	0,01	-	0,0012	1780	269	15	2	0,1	2	0,1	-	-	29	1,6	<0,001	0,029
Cadmium	0,00002	0,0005	0,003	-	0,0003	1855	312	17	4	0,2	0	0	-	-	13	0,7	<0,0001	0,0015
Chrom	0,0002	-	0,025	-	0,0034	1850	1066	58	-	-	1	0,1	-	-	16	0,9	0,0009	0,41
Cobalt	0,0005	-	-	-	0,002	1859	175	9,4	-	-	-	-	-	-	7	0,4	<0,001	0,0082
Kupfer	0,001	-	2,0	-	0,0054	1697	1292	76	-	-	0	0	-	-	47	2,8	0,003	0,11
Lithium	0,001	-	-	-	-	1723	1699	99	-	-	-	-	-	-	-	-	0,021	0,75
Molybdän	0,0005	-	-	-	0,035	1845	559	30	-	-	-	-	-	-	1	0,1	0,0009	0,26
Nickel	0,0005	-	0,02	-	0,007	1773	683	39	-	-	0	0	-	-	12	0,7	0,0019	0,013
Quecksilber	0,0001	0,0002	0,001	-	0,0001	1877	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	<0,0001	-
Selen	0,0005	-	0,01	-	0,003	1863	220	12	-	-	1	0,1	-	-	12	0,6	0,0006	0,02
Siliziumdioxid	1,0	-	-	-	-	1849	1849	100	-	-	-	-	-	-	-	-	14	38
Strontium	0,05	-	-	2,1	-	1829	1818	99	-	-	-	-	52	2,8	-	-	0,88	17
Thallium	0,0002	-	-	-	0,0002	1862	13	0,7	-	-	-	-	-	-	12	0,6	<0,0002	0,0011
Uran	0,0005	-	0,01	-	-	1837	1297	71	-	-	26	1,4	-	-	-	-	0,0027	0,033
Vanadium	0,0005	-	-	0,004	0,004	1837	656	36	-	-	-	-	15	0,8	15	0,8	0,0009	0,02
Zink	0,01	0,01	-	-	0,06	1761	746	42	-	-	-	-	-	-	74	4,2	0,03	1,5

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 06/2024



Tabelle 2.8: Charakterisierung der metallischen Spurenstoffe und Ergebnisse 2022-2023 im Landesmessnetz Beschaffenheit. Für jeden Parameter wird die Herkunft der Belastung exemplarisch für die Messstelle mit der höchsten Konzentration erläutert. Die Lage der Messstellen lässt sich Abbildung 2.17 entnehmen; der Maximalwert für Antimon wurde an zwei Messstellen gemessen.

Parameter	Charakterisierung	Zusammenfassende Beschreibung der Ergebnisse	Maximal-Konzentration		
			Messstelle	Messwert (mg/l)	Mögliche Ursache
Antimon	Das Halbmetall Antimon kommt natürlicherweise in Erzen in Verbindungen mit Sauerstoff und Schwefel vor. Antimon wird unter anderem für Legierungen und für die feuerfeste Ausrüstung von Textilien verwendet.	Antimon wurde an 7 / 0,4 % der untersuchten Messstellen nachgewiesen. Der Grenzwert von 0,005 mg/l wurde an keiner Messstelle überschritten. Die Befunde sind in der Regel anthropogen beispielsweise durch Industriebetriebe, Altlasten und historischen Bergbau bedingt.	37/164-5	0,002	anthropogen: Altlasten im Einzugsgebiet
			2079/021-0	0,002	anthropogen: historischer Bergbau im Einzugsgebiet
Arsen	Das Halbmetall Arsen ist natürlicherweise in eisenhaltigen Tonen, Mergeln und Sandsteinen enthalten. Bis Anfang der 1980er Jahre wurde Arsentrioxid als Pflanzen- und Holzschutzmittel verwendet. Arsenverbindungen gelangen auch durch industrielle Abwässer, beispielsweise Elektronik, durch die Auslaugung von Abraumhalden, aus Deponien, bei der Verhüttung von Metallen sowie durch Kohlekraftwerke in die Umwelt.	Arsen wurde an knapp der Hälfte der untersuchten Messstellen nachgewiesen. Der Grenzwert von 0,01 mg/l wurde an 27 / 1,5 % Messstellen überschritten, was zumeist geogene Ursachen hat. Diese Messstellen erfassen tiefe Grundwässer, den Quartär und / oder reduzierende Grundwässer, die zu einer erhöhten Löslichkeit führen können. Vereinzelt liegen anthropogene Verursacher wie eine Altlast oder historischer Bergbau vor.	147/073-6	0,073	geogen: reduzierendes Grundwasser
Barium	Das Erdalkalimetall Barium kommt in der Natur beispielsweise als Schwerspat (Baryt) in Erzvorkommen oder Witherit vor sowie in Ton und Sandgesteinen. Industriell wird Barium beispielsweise bei der Glas- und Emaille-Herstellung verwendet.	Barium wurde an nahezu allen Messstellen nachgewiesen und lag an 20 % über dem Geringfügigkeitsschwellenwert von 0,175 mg/l. Diese erhöhten Bariumwerte sind in der Regel geogen bedingt und treten insbesondere in den Gebieten des höheren Keupers und des Gipskeupers sowie im Buntsandstein von Schwarzwald und Odenwald auf.	2063/611-5	1,3	geogen: reduzierendes Grundwasser
Beryllium	Das Erdalkalimetall Beryllium kommt natürlicherweise in verschiedenen Gesteinen wie beispielsweise in Basalten und Graniten vor. Beryllium wird als Legierungsbestandteil im Flugzeugbau und beispielsweise bei Uhrenfedern verwendet.	Beryllium wurde an 19 / 1 % der untersuchten Messstellen nachgewiesen. Diese Befunde sind geogen bedingt, da die Messstellen den Buntsandstein von Schwarzwald und Odenwald bzw. das Kristallin des Schwarzwalds erschließen.	30/218-4	0,0025	geogen: Quelle im Buntsandstein mit niedrigem pH von 5,4
Blei	Das Schwermetall Blei kann in der Natur in Silikaten, Feldspäten und phosphathaltigen Mineralen enthalten sein. Höhere Gehalte im Grundwasser können im Bereich von Erz- und Öllagerstätten auftreten. Blei findet vielfältige industrielle Verwendung beispielsweise in der Metallindustrie sowie zur Strahlenabschirmung.	Blei wurde an rund 15 % der untersuchten Messstellen nachgewiesen. Der Grenzwert von 0,01 mg/l wurde an 2 / 0,1 % Messstellen überschritten. Höhere Konzentrationen können sowohl anthropogen als auch geogen bedingt sein.	2/610-2	0,029	geogene Ursache: Quelle im höheren Keuper
Cadmium	Das Schwermetall Cadmium ist natürlicherweise in Kalksteinen und im Posidonienschiefer des Jura enthalten. Es wird in der Auto-, Metall-, und Kunststoffindustrie verwendet und ist in Batterien enthalten. Als Nebenprodukt bei der Zinkgewinnung ist es außerdem Bestandteil des Abraums.	Cadmium wurde an rund 17 % der untersuchten Messstellen nachgewiesen. Der Schwellenwert von 0,0005 mg/l wurde an 4 / 0,2 % Messstellen überschritten. Höhere Konzentrationen sind meistens anthropogen durch Altlasten von z.B. metallverarbeitenden Betrieben oder auch geogen durch Grundwasser mit niedrigem pH-Wert aus dem Buntsandstein.	1113/254-7	0,0015	anthropogen: Messstelle auf dem Gelände eines ehemaligen Metallverarbeitenden Betriebs (Altlast)
Chrom	Das Schwermetall Chrom ist natürlicherweise in Magmatiten, Kalk- und Tonablagerungen enthalten. Es wird in der Metallindustrie zur Verchromung oder als Legierungsbestandteil in Edelstählen verwendet. Des Weiteren ist Chrom in Farbpigmenten, Gerbstoffen und Holzimprägniermitteln enthalten.	Chrom wurde an über der Hälfte der untersuchten Messstellen nachgewiesen. Der Grenzwert von 0,025 mg/l wurde an einer Messstelle überschritten. Höhere Konzentrationen sind in der Regel anthropogen verursacht, z.B. durch industrielle Aktivitäten/Altlasten.	101/761-0	0,41	anthropogen: Messstelle auf dem Gelände eines ehemaligen Metallverarbeitenden Betriebs (Altlast)
Cobalt	Das Schwermetall Cobalt kommt in der Natur vor allem in Magmatiten und Tonsteinen vor. Es wird in der Industrie beispielsweise in hochwarmfesten Legierungen und in Farbpigmenten verwendet.	Cobalt wurde an knapp 10 % der untersuchten Messstellen nachgewiesen. An 7 / 0,4 % der Messstellen lagen die Cobalt-Konzentrationen über dem Geringfügigkeitsschwellenwert von 0,002 mg/l. Die Überschreitungen finden sich hauptsächlich im Industrie- und Siedlungsbereich.	296/021-5	0,0082	geogen: Cobalthaltiges Gestein

Parameter	Charakterisierung	Zusammenfassende Beschreibung der Ergebnisse	Maximal-Konzentration		
			Messstelle	Messwert (mg/l)	Mögliche Ursache
Kupfer	Das Schwermetall Kupfer kommt in der Natur beispielsweise als Kupferglanz oder Kupferkies in Erzen vor. Kupfer ist in zahlreichen Legierungen enthalten und wird unter anderem in der Elektroindustrie und bei der Galvanisierung verwendet. Des Weiteren wird es in der Landwirtschaft als Fungizid eingesetzt.	Kupfer wurde an rund Dreiviertel der untersuchten Messstellen nachgewiesen. Der Grenzwert von 2 mg/l Kupfer wurde an keiner Messstelle überschritten. An 47 / 2,8 % der untersuchten Messstellen lagen die Konzentrationen über dem Geringfügigkeitsschwellenwert von 0,0054 mg/l. Die Befunde sind teilweise geogen und teilweise auf anthropogene Aktivitäten (Industrie bzw. Landwirtschaft) zurückzuführen.	59/118-1	0,11	anthropogen: Messstelle liegt auf Industriegelände und in Altlast
Lithium	Das Alkalimetall Lithium kommt natürlicherweise in glimmerreichen Gesteinen oder auch in Thermalwasser vor. Es wird als Legierungszusatz und für Batterien und Akkumulatoren verwendet.	Lithium wurde an nahezu allen Messstellen nachgewiesen. Die Lithium-Gehalte sind überwiegend geogenen Ursprungs, beispielsweise in den Keuperlandschaften und bei aufsteigenden Tiefenwässern im Oberrheingraben.	6/606-7	0,75	anthropogen: Messstelle auf dem Gelände eines ehemaligen Metallverarbeitenden Betriebs (Altlast)
Molybdän	Das Schwermetall Molybdän ist in der Natur in geringen Anteilen in sulfidischen Lagerstätten zu finden. Molybdän wird für die Herstellung von Stählen und Legierungen sowie unter anderem auch als Schmiermittel und in Düngemitteln verwendet.	Molybdän wurde an rund einem Drittel der untersuchten Messstellen nachgewiesen. Bei einer Messstelle lag die Molybdän-Konzentration über dem Geringfügigkeitsschwellenwert von 0,035 mg/l. Höhere Konzentrationen sind in der Regel anthropogen verursacht, z.B. durch industrielle Aktivitäten/Altlasten.	148/174-8	0,26	anthropogen: Messstelle im Einflussbereich von Metallverarbeitendem Betrieb, Altlasten und Deponie
Nickel	Das Schwermetall Nickel ist als natürlicher Bestandteil in sulfidischen Erzen enthalten. Nickel findet eine breite Anwendung in Stählen und Legierungen für nahezu alle Technikbereiche.	Nickel wurde an knapp 40 % der untersuchten Messstellen nachgewiesen. An 12 / 0,7 % der Messstellen lagen die Konzentrationen über dem Geringfügigkeitsschwellenwert von 0,007 mg/l. Höhere Konzentrationen sind in der Regel anthropogen verursacht, z.B. durch industrielle Aktivitäten/Altlasten.	5/860-6	0,013	anthropogen: Messstelle liegt auf dem Gelände einer Kläranlage
Quecksilber	Das Schwermetall Quecksilber kommt in der Natur am häufigsten als Zinnober (HgS) vor. Quecksilber wird beispielsweise in Thermometern, Batterien und anderen elektrotechnischen Bauteilen verwendet.	Quecksilber wurde an keiner der untersuchten Messstellen bei einer Bestimmungsgrenze von 0,0001 mg/l nachgewiesen.	-	-	-
Selen	Das Halbmetall Selen kommt in der Natur in der Regel vergesellschaftet mit Schwefel und Kupfer sowie anderen Metallen vor. Industriell wird Selen beispielsweise in der Glasindustrie, in der Galvanotechnik sowie auch als Futtermittel-Zusatz verwendet.	Selen wurde an knapp 12 % der untersuchten Messstellen nachgewiesen. An 12 / 0,6 % der Messstellen lagen die Konzentrationen über dem Geringfügigkeitsschwellenwert von 0,003 mg/l.	51/356-9	0,02	anthropogen: Altlasten von metallverarbeitenden Betrieben im Einzugsgebiet
Siliziumdioxid	Das Halbmetall Silizium ist zusammen mit Sauerstoff der Hauptbaustein der Erdkruste, da diese überwiegend aus Silikaten (Grundbaustein: SiO ₄) besteht. Der bekannteste Verwendungszweck für Silizium sind Solarzellen.	Siliziumdioxid (SiO ₂) wurde an allen untersuchten Messstellen nachgewiesen. Die Befunde sind als geogen einzustufen und lagen bei 80 % der Messstellen zwischen 6,0 und 14 mg/l.	600/068-1	38	geogen: Siliziumhaltiges Gestein
Strontium	Das Erdalkalimetall Strontium kommt natürlicherweise in erhöhten Konzentrationen in Feldspäten, Evaporiten und Carbonaten vor. Strontium wird industriell vergleichsweise wenig verwendet. Es ist beispielsweise in Feuerwerkskörpern enthalten.	Strontium wurde an fast allen untersuchten Messstellen nachgewiesen. Dabei lagen 80 % der Befunde zwischen 0,059 und 0,88 mg/l. An 52 / 2,8 % der Messstellen lagen die Konzentrationen über dem Leitwert von 2,1 mg/l. Erhöhte Gehalte treten geogen insbesondere im Keuperbergland und im Muschelkalk auf.	296/021-5	17	geogen: Strontiumhaltiges Gestein
Thallium	Das Schwermetall Thallium tritt natürlicherweise in geringen Mengen als Begleitelement von kaliumhaltigen Gesteinen auf. Thallium wird nur in begrenztem Umfang industriell genutzt; es wird beispielsweise in der Glasindustrie verwendet.	An 12 / 0,6 % der untersuchten Messstellen lagen die Thallium-Konzentrationen über dem Geringfügigkeitsschwellenwert von 0,0002 mg/l, welcher auch der am häufigsten angewandten Bestimmungsgrenze entspricht. In den meisten Fällen kann von einer anthropogenen Ursache ausgegangen werden, da die Messstellen in oder in der Nähe von Altlasten liegen.	1653/511-0	0,0011	anthropogen: in städtischem Bereich mit mehreren Altlasten im Einzugsgebiet

Parameter	Charakterisierung	Zusammenfassende Beschreibung der Ergebnisse	Maximal-Konzentration		
			Messstelle	Messwert (mg/l)	Mögliche Ursache
Uran	Das Schwermetall Uran ist als natürlicher Bestandteil mit erhöhten Gehalten im Buntsandstein und im Gipskeuper enthalten. Neben der kerntechnischen Nutzung wird Uran auch in der Flugzeugindustrie sowie beispielsweise für Porzellan glasuren verwendet. Es kann des Weiteren auch über mineralische Phosphatdünger in die Umwelt gelangen.	Uran wurde an knapp Dreiviertel der untersuchten Messstellen nachgewiesen. Der Uran-Grenzwert von 0,01 mg/l wurde an 26 / 1,4 % der Messstellen überschritten, was zumeist geogene Ursachen hat. Diese Messstellen erschließen überwiegend die quartären Kiese und Sande sowie den Oberkeuper.	179/422-9	0,033	geogen / anthropogen: Messstelle liegt im Quartär und ggf. Mobilisierung durch Kiesabbau im Einzugsgebiet
Vanadium	Das Schwermetall Vanadium ist natürlicher Bestandteil von Eisenerzen zusammen mit Titan und Phosphor. Vanadium wird unter anderem bei der Stahlherstellung, in Legierungen sowie als Katalysator verwendet.	Vanadium wurde an einem guten Drittel der untersuchten Messstellen nachgewiesen. An 15 / 0,8 % der Messstellen lagen die Konzentrationen über dem Leitwert sowie Geringfügigkeitsschwellenwert von 0,004 mg/l. Diese Überschreitungen sind überwiegend geogen bedingt und treten unter anderem im höheren Keuper auf.	600/068-1	0,02	geogen: Vanadiumhaltiges Gestein
Zink	Das Schwermetall Zink kommt in der Natur hauptsächlich als Zinkblende (ZnS) in Erguss- und metamorphen Gesteinen vor. Zink wird beispielsweise zum Galvanisieren, in Legierungen sowie für Pigmente verwendet.	Zink wurde an gut 40 % der untersuchten Messstellen nachgewiesen. An 74 / 4,2 % der untersuchten Messstellen lagen die Zinkkonzentrationen über dem Geringfügigkeitsschwellenwert von 0,06 mg/l. Je nach Gesteinsart können Werte bis in den mg/l-Bereich geogen bedingt sein. Des Weiteren liegen teilweise metallverarbeitende Betriebe als anthropogene Verursacher vor.	17/364-1	1,5	geogen: Zinkhaltiges Gestein

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 06/2024

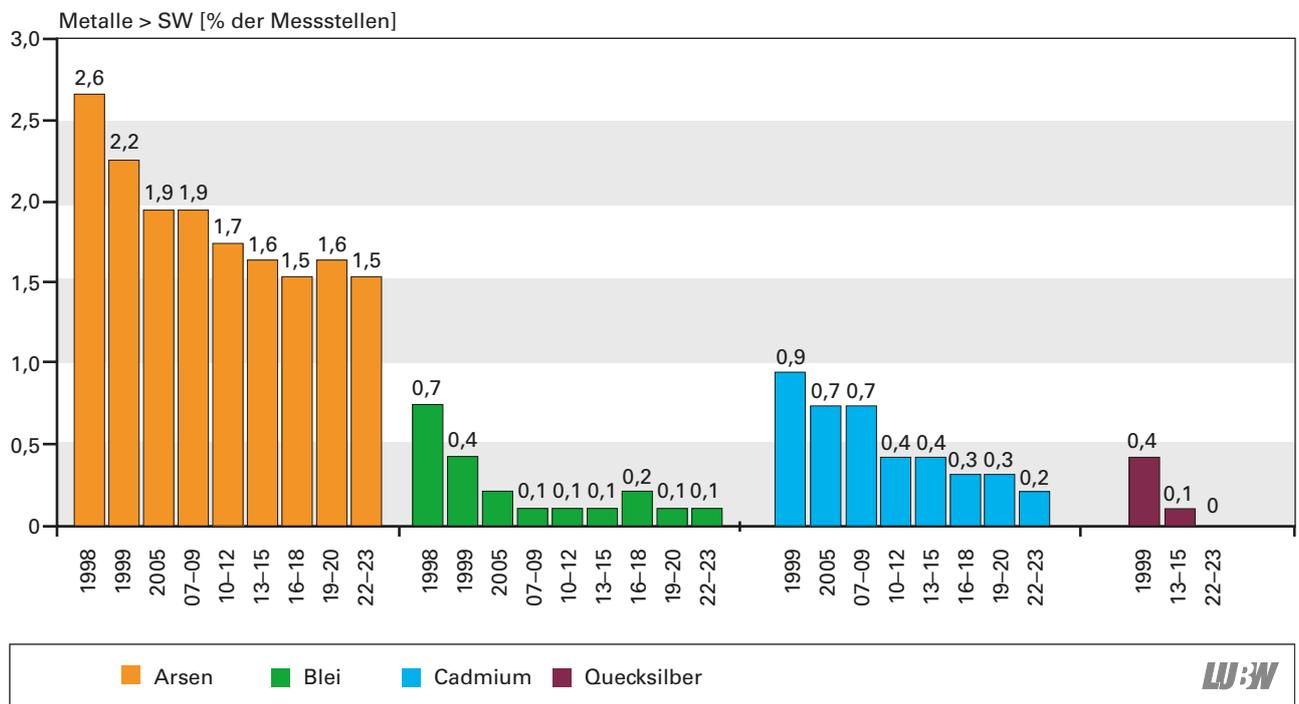


Abbildung 2.18: Metallische Spurenstoffe im Landesmessnetz Beschaffenheit – Zeitlicher Verlauf der Schwellenwert (SW)-Überschreitungen. Es wurden bei der Auswertung nur Jahre bzw. Auswertungszeiträume berücksichtigt, in denen von mindestens 1.800 Messstellen, d.h. dem gesamten Landesmessnetz Beschaffenheit, Werte vorlagen (Ausnahme Blei von 2022-2023). (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 06/2024)

3 Glossar und Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung/Begriff	Bezeichnung
Abfluss (Q)	Wasservolumen, das innerhalb einer bestimmten Zeit einen Gewässerquerschnitt durchfließt, Angabe in m³/s oder l/s, je nach wissenschaftlicher Auslegung häufig synonym als Durchfluss oder Zufluss bezeichnet
AVV GeA	AVV Gebietsausweisung, zuletzt geändert am 10.8.2022 – Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ausweisung von mit Nitrat belasteten und eutrophierten Gebieten
BG	Bestimmungsgrenze für die angewendeten Analysemethoden; Konkretisierung in der Anlage 5 der (») GrwV
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit – Zulassungsbehörde für (») PSM, zuständig für Fundaufklärung von (») PSM-Wirkstoffen und ihren Metaboliten im Grundwasser
DüV	Düngeverordnung 2017 – Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen, Umsetzung der (») Nitratrichtlinie in deutsches Recht
DWD	Deutscher Wetterdienst – Bundesoberbehörde, zuständig für die meteorologischen Erfordernisse von Wirtschaft und Gesellschaft in Deutschland
EI	Emittenten Industrie – Teilmessnetz zur Erfassung der Grundwasserbeschaffenheit im Einflussbereich von Industriestandorten
EL	Emittenten Landwirtschaft – Teilmessnetz zur Erfassung der Grundwasserbeschaffenheit im Einflussbereich von landwirtschaftlicher Nutzung
ERMES-ii	Grenzüberschreitendes Interreg-Projekt von 2022 bis 2025: Entwicklung der Grundwasser-Ressource und Monitoring des Eintrags von Spurenstoffen in das Grundwasser des Oberrheingrabens mit innovativen Instrumenten
ES	Emittenten Siedlung – Teilmessnetz zur Erfassung der Grundwasserbeschaffenheit im Einflussbereich von Siedlungen
FAKT	Aktuelles Förderprogramm für Agrarumwelt, Klimaschutz und Tierwohl des Landes Baden-Württemberg – Ziele: Erhalt und Pflege der Kulturlandschaft; Schutz des Klimas und der natürlichen Ressourcen Wasser, Boden, Luft; Erhalt und Verbesserung der Biodiversität; Förderung der artgerechten Tierhaltung
GEO	Geogener Hintergrund – Teilmessnetz zur Erfassung der durch den Menschen kaum beeinflussten Grundwasserbeschaffenheit
GFS	Geringfügigkeitsschwellenwert für Grundwasser – bei Einhaltung des GFS treten keine relevanten ökotoxischen Wirkungen auf und die Anforderungen der (») TrinkwV werden eingehalten
GOW	Gesundheitlicher Orientierungswert für Trinkwasser bei unsicherer Datenlage – bei Einhaltung des GOW kann Trinkwasser ohne Bedenken lebenslang getrunken werden
Grundwasserkörper	Gemäß Artikel 2, Absatz 12 der (») WRRL ein abgegrenztes Grundwasservolumen innerhalb eines oder mehrerer Grundwasserleiter
Grundwasserspiegel	Höhe des Wasserspiegels des Grundwassers ohne darüber liegende undurchlässige Schichten, welche Druck auf das Grundwasser ausüben
Grundwasserstand	Über oder unter Geländeoberkante oder Normal-Null gemessener (») Grundwasserspiegel (Angabe in cm)
GrwV	Grundwasserverordnung 2010 – Verordnung zum Schutz des Grundwassers, Umsetzung der (») GWRL und der (») WRRL in deutsches Recht
GW	Grenzwert für Trinkwasser der (») TrinkwV – bei Einhaltung des GW kann Trinkwasser ohne Bedenken getrunken werden
GWDB	Grundwasserdatenbank – Fachinformationssystem innerhalb von (») WIBAS zur Erfassung und Auswertung von Grundwasserdaten für die Fachbehörden in Baden-Württemberg
GWD-WV	Grundwasserdatenbank Wasserversorgung
GWN-BW	Grundwasserneubildung und Bodenwasserhaushalt – Bodenwasserhaushaltsmodell für die landesweite Berechnung der Sickerwasserrate
GWRL	Grundwasserrichtlinie – Richtlinie 2006/118/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung, Umsetzung in deutsches Recht durch die (») GrwV
hydrologisch	Den Wasserhaushalt betreffend
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser – Zusammenschluss der für die Wasserwirtschaft und das Wasserrecht zuständigen Ministerien der Bundesländer und der Bundesrepublik Deutschland
LfU	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (1975-2005)
LUBW	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (2006-2017: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg) – beobachtet die Umwelt in Baden-Württemberg, bewertet die Messergebnisse und berät
LW	Leitwert für Trinkwasser bei sicherer Datenlage – bei Einhaltung des LW kann Trinkwasser ohne Bedenken lebenslang getrunken werden
MEKA	Marktentlastungs- und Kulturlandschaftsausgleich – Agrarumweltprogramm des Landes Baden-Württemberg, Vorgänger von (») FAKT
Nachweisquote	Prozentualer Anteil der Messstellen einer untersuchten Messstellengruppe mit Befunden über der (») BG
Nitratrichtlinie	Richtlinie 91/676/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen, Umsetzung in deutsches Recht durch die (») DüV

Abkürzung/Begriff	Bezeichnung
nrM	Nicht relevanter Metabolit – Abbauprodukt eines (») PSM-Wirkstoffs, der keine pestizide Wirkung und keine human- und ökotoxikologische Relevanz hat
PFAS / PFC	Per- und Polyfluoralkylsubstanzen / Per- und polyfluorierte Chemikalien – Kohlenstoff-Verbindungen, bei denen alle bzw. viele Wasserstoff- durch Fluoratome ersetzt sind; sehr stabile Chemikalien, die beispielsweise in Feuerlöschmitteln oder in Wasser- und Fett-abweisenden Beschichtungen eingesetzt werden.
PSM	Pflanzenschutzmittel – Substanzen die Nutzpflanzen vor Schadorganismen (Unkräuter, Pilze, Insekten etc.) schützen bzw. das Wachstum von Nutzpflanzen befördern
PSM-Wirkstoff	Chemisch bzw. biologisch aktiver Bestandteil von (») PSM; beispielsweise ein Herbizid, das gegen unerwünschte Unkräuter wirkt
rM	Relevanter Metabolit – Abbauprodukt eines (») PSM-Wirkstoffs, der pestizide Wirkung und / oder human- und ökotoxikologische Relevanz hat
Rohwasser	Für die Trinkwassergewinnung genutztes Wasser, hier Grundwasser
SchALVO	Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung 2001 – Verordnung des Umweltministeriums über Schutzbestimmungen und die Gewährung von Ausgleichsleistungen in Wasser- und Quellenschutzgebieten, Baden-Württemberg
SE	Sonstige Emittenten – Teilmessnetz zur Erfassung der Beschaffenheit von Grundwasser bei diversen bzw. gemischten Beeinflussungen durch den Menschen
SW	Schwellenwert für Grundwasser der (») GrwV – bei Einhaltung des SW hat Grundwasser einen guten Zustand im Hinblick auf seine Qualität / Chemie
Trinkwasser-richtlinie	Richtlinie (EU) 2020/2184 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2020 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch, Umsetzung in deutsches Recht durch die (») TrinkwV
TrinkwV	Trinkwasserverordnung 2023 – Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch, Umsetzung der (») Trinkwasserrichtlinie in deutsches Recht
UBA	Umweltbundesamt – Deutschlands zentrale Umweltbehörde, die zu zahlreichen Fragen des Umweltschutzes forscht, berät und informiert
Unterhaltung (Messstelle)	Regelmäßige Kontroll- und Wartungsarbeiten der messtechnischen und baulichen Einrichtungen zur Sicherstellung der Funktionstüchtigkeit und – sofern relevant – sachgerechten Probenahme an der Messstelle
UVB	Untere Verwaltungsbehörden – zuständig für die Umsetzung von wasserrechtlichen und wasserwirtschaftlichen Fragestellungen
VEGAS	Versuchseinrichtung zur Grundwasser- und Altlastensanierung der Universität Stuttgart
Wassergefährdungsklasse	Das Einstufungsverfahren für Stoffe und Gemische bezüglich ihrer Gefahr für Gewässer ist in der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen geregelt: nwg: nicht wassergefährdend, awg: allgemein wassergefährdend, WGK 1: schwach wassergefährdend, WGK 2: deutlich wassergefährdend, WGK 3: stark wassergefährdend
WG	Wassergesetz für Baden-Württemberg 2013
WHG	Wasserhaushaltsgesetz der Bundesrepublik Deutschland 2009
WIBAS	Informationssystem Wasser, Immissionsschutz, Boden, Abfall, Arbeitsschutz – informationstechnische Unterstützung für wasserrechtliche und wasserwirtschaftliche Landesaufgaben sowie für die Umweltberichterstattung in Baden-Württemberg
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie – Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, Umsetzung in deutsches Recht durch das (») WHG und die (») GrwV
WSG	Wasserschutzgebiet im Sinne von § 51 Absatz 1 Satz 1 (») WHG
WVU	Wasserversorgungsunternehmen
WW	Warnwert des Grundwasser-Überwachungsprogramms – entspricht in der Regel 75% des (») SW der (») GrwV

4 Weiterführende Informationen

4.1 Weiterführende Literatur

Die Veröffentlichungen der LUBW / LfU zum Thema Grundwasserschutz sind im Internet unter <https://pudi.lubw.de/>, Themenübersicht: Wasser – Grundwasser“ zu finden. Genannt seien hier insbesondere:

Grundwasserüberwachungsprogramm – Ergebnisberichte der Beprobungen (seit 1991), LfU / LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, Reihe Grundwasserschutz, jeweils erschienen als Fachbericht und Kurzbericht: <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/wasser/grundwasserueberwachung>

Grundwassermessnetze: Rahmen und Definitionen (2022), LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Reihe Grundwasserschutz: Nr. 62: <https://pd.lubw.de/10366>

Leitfaden Grundwasserprobennahme (2013), LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Reihe Grundwasserschutz: Nr. 46: <https://pd.lubw.de/83875>

4.2 Grundwassermenge

Im Jahr 2023 entsprachen die Quellschüttungen und Grundwasserstände insgesamt unterdurchschnittlichen Verhältnissen im 50-jährigen Vergleich (Zeitspanne 1974–2023). Für die Darstellung in Abbildung 4.1 wurden pro Messstelle die 50 Jahresmittelwerte aufsteigend sortiert. Dem größten Wert dieser Zeitreihe wird die Zahl +1, dem kleinsten Wert die Zahl -1 zugeordnet. Der auf dieser Skala „normierte“ Mittelwert von 2023 wird als Säule im Diagramm aufgetragen. Dieses Verfahren wird auf alle Messstellen mit 25 Beobachtungsjahren und mehr angewandt. Die Ergebnisse an 201 Grundwasserstands-Messstellen und 107 Quellen werden im Diagramm aufsteigend sortiert dargestellt.

Die Verteilung oberhalb und unterhalb der x-Achse zeigt, wie ausgeprägt die Abweichungen vom langjährigen mittleren Verhalten sind. So zeigen die Abbildungen beispielsweise, dass im Jahr 2023 die Jahresmittelwerte der Quellschüttungen und Grundwasserstände mehrheitlich unterdurchschnittlich waren.

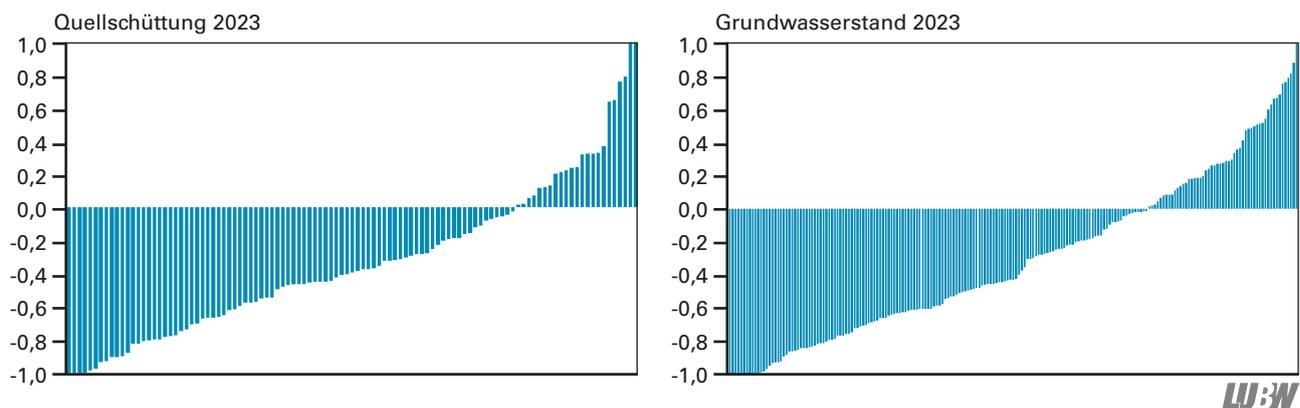


Abbildung 4.1: Normierte Jahresmittelwerte für 2023; -1 entspricht dem kleinsten, +1 dem größten Jahresmittelwert der jeweiligen Messstelle im Zeitraum von 1973 – 2023.

Tabelle 4.1: Ergebnisse 2023 im Trendmessnetz Quellschüttung

Baden-Württemberg Trendmessnetz - Quellschüttung (Auswahl)										
Messstelle	Naturraum	Grundwasser-Landschaft	Jahresminimum 2023		Jahresmaximum 2023		Mittelwert 2023	Trend [l/s/Jahr]		
			[l/s]	Datum	[l/s]	Datum		[l/s]	10 Jahre	20 Jahre
600/071-1	Markgräfler Hügelland	Quartär Hangschutt	0,008	28.10.	0,189	14.05.	0,111	-0,05	-0,02	0
600/263-6	Nördlicher Talschwarzwald	Buntsandstein	3,73	23.10.	30	18.12.	11,891	0,2	-0,13	-0,16
600/268-0	Südöstlicher Schwarzwald	Buntsandstein	3,01	19.10.	17,06	19.12.	6,848	-0,08	-0,03	-0,01
600/309-4	Kraichgau	Lettenkeuper	0,55	23.10.	2,08	08.05.	1,268	-0,03	-0,04	-0,03
602/320-8	Baar-Alb / Oberes Donautal	Malm Weißjura	0,65	16.10.	6,66	18.12.	2,495	-0,09	-0,01	-0,02
600/468-4	Baar-Alb / Oberes Donautal	Malm Weißjura	26	16.10.	410	18.12.	80,72	-1,85	-2,43	-0,53
602/521-3	Oberschwäb. Hügelland	Quartär Moränen	0,72	17.10.	2,44	17.12.	1,068	-0,11	-0,01	-0,01
600/554-9	Bauland	Muschelkalk	22,97	16.10.	91,32	25.12.	55,155	-0,5	-0,64	-0,02
600/607-8	Hohenloher-Haller-Ebenen	Lettenkeuper	2,2	20.11.	3,837	22.05.	2,791	-0,03	-0,04	-0,02
604/657-0	Kocher-Jagst-Ebenen	Lettenkeuper	0,114	23.10.	1,266	13.11.	0,516	0	0	0
600/665-7	Mittlere Flächenalb	Malm Weißjura	673	23.10.	11108	12.12.	2330,804	59,31	-20,37	-6,54
601/759-1	Schwäb.-Fränk. Waldberge	Höherer Keuper	1,66	04.12.	3,31	22.05.	2,256	0	-0,07	-0,03



Tabelle 4.2: Ergebnisse 2023 im Trendmessnetz Grundwasserstand

Baden-Württemberg Trendmessnetz - Grundwasserstand (Auswahl)										
Messstelle	Naturraum	Grundwasser-Landschaft	Jahresminimum 2023		Jahresmaximum 2023		Mittelwert 2023	Trend [cm/Jahr]		
			[m+NN]	Datum	[m+NN]	Datum		[m+NN]	10 Jahre	20 Jahre
110/018-1	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	172	10.04.	172,42	25.12.	172,12	-1,24	0,2	-0,07
104/019-6	Markgräfler Rheinebene	Quart. Talfüllungen	189,92	24.07.	190,53	25.12.	190,22	-3,13	-1,14	-0,04
115/019-6	Markgräfler Rheinebene	Quart. Talfüllungen	183,41	22.05.	183,94	28.08.	183,65	5,68	2,01	0,36
115/066-9	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	152,86	09.10.	154,26	18.12.	153,47	-4,05	-0,63	0,27
133/068-0	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	170,87	23.10.	171,41	25.12.	171,05	-4,76	-1,51	0,18
102/070-7	Freiburger Bucht	Quart. Talfüllungen	216,59	16.10.	217,89	16.01.	217,3	-6,17	-3,9	-0,82
104/071-8	Markgräfler Hügelland	Quart. Talfüllungen	251,5	13.11.	252,13	16.01.	251,76	-32,58	-12,17	-3,52
102/073-1	Hochschwarzwald	nicht bearbeitet	336,55	16.10.	338,55	20.11.	337,2	-0,88	-1,35	0,58
11%73-8	Dinkelberg	nicht bearbeitet	291,87	09.10.	293,06	18.12.	292,15	0,41	0,55	0,03
103/115-2	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	144,66	24.07.	146,19	20.11.	145,15	-1	1,08	-1,56
100/119-1	Freiburger Bucht	Quart. Talfüllungen	206,12	15.10.	207,42	17.12.	206,62	-1,34	-0,64	-0,21
124/123-1	Dinkelberg	Quart. Talfüllungen	329,13	16.10.	330,58	18.12.	329,57	-0,56	-0,47	-0,29
143/161-2	Nördl. Oberrhein-Niederung	Quart. Talfüllungen	115,17	09.01.	115,66	18.12.	115,28	1,38	0,59	0,32
120/162-0	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	120,88	16.10.	122	16.01.	121,34	-0,93	-0,06	0,18
157/162-8	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	121,85	23.10.	123,02	25.12.	122,31	-1,18	0,14	-0,24
120/163-1	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	130,02	02.01.	130,6	29.05.	130,35	-16,01	-3,2	-1,08
113/210-4	Nördl. Oberrhein-Niederung	Quart. Talfüllungen	106,03	24.07.	108,44	18.12.	106,73	-2,08	-0,24	-0,37
115/211-5	Nördl. Oberrhein-Niederung	Quart. Talfüllungen	109,95	02.10.	111,41	18.12.	110,42	0,8	0,44	-0,04
124/211-6	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	115,83	09.10.	116,44	25.12.	116,07	0,7	-0,42	0,16
160/223-0	Hochrheintal	Quart. Talfüllungen	317,02	06.03.	318,62	18.12.	317,55	-0,09	-0,28	-
227/259-1	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	108,92	02.01.	109,14	22.05.	109,04	-4,03	-0,71	0,81
173/260-0	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	111,99	23.10.	112,75	10.04.	112,38	-2,98	-1,44	-0,18

Baden-Württemberg Trendmessnetz - Grundwasserstand (Auswahl)										
Messstelle	Naturraum	Grundwasser-Landschaft	Jahresminimum 2023		Jahresmaximum 203		Mittelwert 2023	Trend [cm/Jahr]		
			[m+NN]	Datum	[m+NN]	Datum		[m+NN]	10 Jahre	20 Jahre
119/304-2	Hessische Rheinebene	Quart. Talfüllungen	94,32	02.01.	94,76	25.12.	94,51	-10,88	-4,93	1,93
102/305-7	Neckar-Rheinebene	Quart. Talfüllungen	86,96	06.03.	90,73	25.12.	87,92	-4,05	-0,59	-0,7
104/307-0	Hardtebenen	Quart. Hangschutt	99,78	16.10.	100,06	29.05.	99,9	-7,81	-1,52	-0,18
108/308-7	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	106,31	02.10.	106,62	15.05.	106,46	-1,47	0,71	-0,31
101/320-1	Baar	Quart. Talfüllungen	674,5	23.10.	675,44	11.12.	674,86	-1,34	0,04	-0,21
100/321-9	Hegau-Alb	Muschelkalk	683,73	21.08.	685,17	20.11.	684,37	0,81	1,9	0,36
100/355-1	Bergstraße	Quart. Talfüllungen	96,15	10.07.	96,86	25.12.	96,31	-6,46	-2,13	2,1
105/370-3	Hegau-Alb	Quart. Talfüllungen	652	24.07.	653,64	20.11.	652,32	-2,88	-0,55	3,01
132/422-5	Hegau	Quart. Talfüllungen	418,5	13.03.	419,12	25.12.	418,72	-3,58	-0,02	-
105/470-3	Donau-Ablach-Platten	nicht bearbeitet	614,51	21.08.	615,43	11.12.	614,94	0,79	-1,16	-0,86
167/508-9	Neckarbecken	Quart. Talfüllungen	153,46	06.03.	154,2	05.06.	153,77	-3,77	-2,76	-
100/516-6	Mittlere Kuppenalb	Malm Weißjura	689,38	20.11.	692,13	05.06.	690,5	-9,35	-6,96	-
100/517-0	Hohe Schwabenalb	Malm Weißjura	680,24	13.11.	688,39	27.12.	683,1	-11,18	-6,8	-3,56
20/520-3	Oberschwäb. Hügelland	nicht bearbeitet	617,75	23.10.	618,38	25.12.	618,05	-15,52	-7,1	-
3/568-8	Donau-Ablach-Platten	nicht bearbeitet	524,58	09.10.	525,95	25.12.	524,89	0,23	-0,09	-
110/623-5	Oberschwäb. Hügelland	nicht bearbeitet	411,71	10.04.	412,24	25.12.	411,92	-5,31	0,35	-0,14
130/623-6	Bodenseebecken	Quart. Talfüllungen	398,78	06.03.	400,12	18.12.	399,09	-1,52	-0,16	-0,14
107/666-2	Mittlere Flächenalb	nicht bearbeitet	517,57	13.11.	523,34	25.12.	519,34	-7,43	-5,69	-3,6
004/709-9	Schwäb.-Fränk. Waldberge	Lettenkeuper	477,5	13.11.	484,08	10.05.	479,68	1,77	5,2	-
148/717-0	Flachland der unteren Riss	nicht bearbeitet	492,69	17.07.	493,54	18.12.	492,93	0,54	0,64	-
125/721-3	Riss-Aitrach-Platten	Quart. Talfüllungen	651,69	02.01.	653,25	25.12.	652,01	0,93	1,12	-0,37
102/762-4	Albuch und Härtsfeld	Quart. Talfüllungen	500,53	23.10.	506,01	25.12.	502,07	-1,05	-6	-2,16
154/767-1	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	507,19	13.11.	508,66	18.12.	507,51	-0,09	-0,18	0,35
109/768-9	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	530,21	23.10.	531,24	18.12.	530,48	-0,36	0,34	-0,21
132/768-3	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	516,9	20.03.	517,48	18.12.	517,04	-2,45	0,94	0,43
111/769-0	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	552,2	21.08.	552,99	18.12.	552,39	-1,28	-0,08	-0,5
104/770-4	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	572,47	20.03.	573,8	25.12.	572,72	-5,7	-1,07	0,08
177/770-1	Riss-Aitrach-Platten	Quart. Talfüllungen	593,53	13.03.	595,29	25.12.	593,89	-1,45	-0,73	-1,05
110/773-2	Westallgäuer Hügelland	Quart. Talfüllungen	712,84	31.07.	715,19	18.12.	713,73	-1,73	-1,37	-0,77
102/814-8	Donauried	Quart. Talfüllungen	443,59	02.01.	444,81	12.06.	444,14	-9,61	-2,44	-0,99

LU:W

4.3 Grundwasserbeschaffenheit

4.3.1 Bewertungsgrundlagen

Für die Ergebnisbewertung werden primär die in der GrwV festgesetzten Schwellenwerte (SW) herangezogen. Für Parameter ohne Schwellenwert gemäß GrwV werden hilfsweise die Grenzwerte (GW) der TrinkwV verwendet. Bei einigen Parametern wird auch auf die Geringfügigkeits-schwellenwerte (GFS) der Länderarbeitsgemeinschaft Was-

ser (LAWA) zurückgegriffen. Des Weiteren werden hilfsweise auch die Leitwerte (LW) und die Gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW) des Umweltbundesamtes für Trinkwasser herangezogen. Bei Nitrat wird außerdem auch der Warnwert (WW) des Grundwasser-Überwachungsprogramms, der 75% des Schwellenwert der GrwV entspricht, betrachtet.

Tabelle 4.3: Definition der einzelnen Bewertungsgrundlagen

Bewertungsgrundlage	Kürzel	Bedeutung	Quelle
Schwellenwerte	SW	unterhalb der SW gilt der chemische Grundwasserzustand als gut	GrwV
Grenzwerte	GW	unterhalb der GW besteht keine Besorgnis für die menschliche Gesundheit durch den Genuss von Trinkwasser	TrinkwV
Geringfügigkeitsschwellenwerte	GFS	unterhalb der GFS ist sichergestellt, dass Grundwasser als Trinkwasser für den Menschen nutzbar ist und als Lebensraum intakt bleibt	LAWA
Leitwert	LW	unterhalb der LW besteht auch bei lebenslanger Aufnahme von Trinkwasser kein Anlass zur Besorgnis für die menschliche Gesundheit bei vollständiger toxikologischer Datenlage abgeleitet	UBA
Gesundheitliche Orientierungswerte	GOW	unterhalb der GOW besteht auch bei lebenslanger Aufnahme von Trinkwasser kein Anlass zur Besorgnis für die menschliche Gesundheit bei nicht vollständiger toxikologischer Datenlage vorsorgebasiert abgeleitet	UBA
Qualitätsnormen	-	unterhalb der Qualitätsnormen gilt der chemische Grundwasserzustand als gut entsprechen den SW für Nitrat und Pflanzenschutzmittel	GWRL



Tabelle 4.4: Bewertungsgrundlagen für Nitrat

Regelwerk	Bezeichnung	Wert in mg/l
GWRL	Qualitätsnorm	50
GrwV	Schwellenwert	50
TrinkwV	Grenzwert	50
SchALVO	oberhalb gilt ein Gebiet als Problemgebiet	Nitrat \geq 35 mg/L oder Nitrat \geq 25 mg/L mit ansteigendem Trend
	oberhalb gilt ein Gebiet als Sanierungsgebiet	Nitrat \geq 50 mg/L oder Nitrat \geq 40 mg/L mit ansteigendem Trend
AVV GeA	oberhalb gilt ein Gebiet als Nitratgebiet (immissionsbasierte Abgrenzung)	Nitrat \geq 50 mg/L oder Nitrat \geq 37,5 mg/L mit ansteigendem Trend

Stand: 06/2024



Tabelle 4.5: Bewertungsgrundlagen für Pflanzenschutzmittel

Regelwerk	Parameter	Bezeichnung	Wert in μ g/l	Summe
			Einzelstoff	
GWRL	Wirkstoffe in Pestiziden einschließlich relevanter Stoffwechselprodukte, Abbau- und Reaktionsprodukte	Qualitätsnorm	0,1	0,5
GrwV	Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln einschließlich der relevanten Metaboliten	Schwellenwert	0,1	0,5
TrinkwV	Pestizide und für Trinkwasser relevante Metabolite Für die Pestizide Aldrin, Dieldrin, Heptachlor und Heptachlorepoxid gilt abweichend jeweils der Grenzwert von 0,030 μ g/l.	Grenzwert	0,1	0,5
LAWA 2017	Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln einschließlich Abbauprodukte	Geringfügigkeitsschwellenwert	0,1	0,5
UBA 2024	Dichlorbenzamid	Leitwert	175	-
	Trifluoressigsäure (TFA)		60	-
UBA 2021	ausgewählte nicht relevante Metabolite	Gesundheitlicher Orientierungswert	1 bzw. 3	-
SchALVO	Pflanzenschutzmittelwirkstoffe oder deren Abbauprodukte	oberhalb gilt ein Gebiet als PSM-Sanierungsgebiet	0,1	-

Stand: 06/2024



Tabelle 4.6: Bewertungsgrundlagen für LHKW

Regelwert	Parameter	Bezeichnung	Wert in µg/l
GrwV	Summe aus Tri- und Tetrachlorethen	Schwellenwert	10
TrinkwV	Tetrachlorethen und Trichlorethen	Grenzwert	10
	1,2 Dichlorethan		3,0
	Trihalogenmethane		50
	Vinylchlorid		0,5
LAWA 2017	LHKW gesamt (Summe der halogenierten C1- und C2 Kohlenwasserstoffe einschließlich Trihalogenmethane)	Geringfügigkeitsschwellenwert	20
	Tri- und Tetrachlorethen, Summe		10
	1,2 Dibromethan		0,02
	1,2 Dichlorethan		3,0
	Trichlormethan		2,5
	Chlorethen (Vinylchlorid)		0,5

Stand: 07/2024



Tabelle 4.7: Literaturstellen für Bewertungsgrundlagen; Verordnungen und Richtlinien siehe Glossar

Herausgeber	Jahr	Titel	Webseite
Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)	2017	Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser. Aktualisierte und überarbeitete Fassung 2016	https://www.lawa.de/documents/geringfuegigkeits_berichtseite_001-028_1552302313.pdf
Umweltbundesamt (UBA)	2021	Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) für nicht relevante Metaboliten (nrM) von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln (PSM), Fortschreibungsstand November 2021	https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5620/dokumente/gowpflanzenschutzmetabolite-20211109_0.pdf
Umweltbundesamt (UBA)	2022	Liste der Stoffe mit Trinkwasserleitwert, Stand: 19. Juni 2024	https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/dokumente/leitwertliste-20240619.pdf

Stand: 06/2024



4.3.2 Qualitätssicherung, Werteplausibilisierung und Datenauswertung

Jährlich werden im Landesmessnetz Beschaffenheit der LUBW rund 120.000 bis 160.000 chemisch-physikalische Messwerte erhoben. Für Probenahme und Analytik werden von der LUBW größtenteils Dritte beauftragt. Alle Messergebnisse werden auf ihre Plausibilität geprüft und nur plausible Messwerte für Auswertungen verwendet (Abbildung 4.2). Deswegen ist die Anzahl der Messwerte bzw. die Anzahl ausgewerteter Messstellen im Regelfall niedriger als die Anzahl der untersuchten Messstellen. Auch für die Einzelstoffe einer Stoffgruppe können dadurch unterschiedliche Anzahlen von Messwerten vorliegen. Der Aufwand für die Qualitätskontrolle und Plausibilisierung ist unverzichtbar, um für den Vollzug, die Erfüllung von Berichtspflichten und die Beantwortung von Datenanfragen belastbare Werte zur Verfügung stellen zu können.

Die Messdaten des gewässerkundlichen Dienstes werden von den beauftragten Probennahmebüros und Laboratorien elektronisch an die LUBW übermittelt. Beim Einlesen in die Grundwasserdatenbank (GWDB) werden sie im ersten Schritt weitgehend automatisiert insbesondere auf

Vollständigkeit des Auftrags, Datenformate oder korrekte Verknüpfung zwischen Parameter und Dimension geprüft. Zusätzlich wird an der LUBW per Sichtprüfung anhand der vom Probennahmebüro für jede Messstelle zu liefernden Fotodokumentation überprüft, ob es sich um die richtige Probennahmestelle handelt oder eine Verwechslung vorliegt.

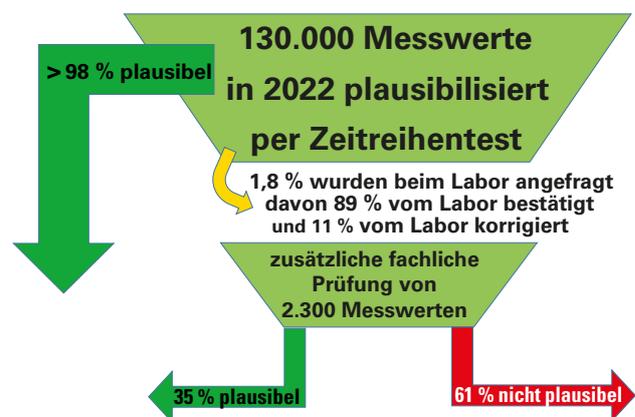


Abbildung 4.2: Ablauf und Ergebnisse der Daten-Plausibilisierung im Messjahr 2022 (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 06/2024)

Im zweiten Schritt werden an der LUBW alle Messergebnisse auf inhaltliche Plausibilität geprüft. Dabei werden

Datenbank-unterstützt Zeitreihentests mit einem Standardabweichungsverfahren angewandt. Damit werden auffällige Werte erkannt, die aus der üblichen Streuung an einer Messstelle herausfallen und / oder die einen plötzlichen Konzentrationssprung in der Ganglinie markieren. Zudem berechnet die GWDB automatisiert die Ionenbilanz, die weiterführende Hinweise auf Mess- oder Datenübertragungsfehler zumindest für die Hauptionen gibt. Ein außerhalb der festgelegten Toleranzgrenzen liegender Messwert muss nicht per se falsch sein, er kann auch besondere aktuelle Belastungseinflüsse / Umstände wie z.B. verstärkten Streusalzeinsatz im Winter anzeigen. Für jeden statistisch plausiblen Wert sowie für alle als auffällig identifizierten Messwerte erfolgt eine Einzelprüfung anhand der bisherigen Zeitreihen.

Anschließend werden auffällige Messwerte bei den Probennahmebüros und Messlaboren angefragt. Das Messlabor prüft die Analyse und Datenausgabe und führt gegebenenfalls eine erneute Messung an einer Rückstellprobe durch. Beim Datenrücklauf an die LUBW werden die ursprünglichen Messwerte von den Laboren entweder bestätigt oder korrigiert. Die Datenrückläufe werden bei der LUBW erneut kontrolliert und abschließend entschieden, ob der auffällige Messwert in der Zusammenschau mit anderen Analyseparametern und im Hinblick auf die Lage der Messstelle zu möglichen Belastungsquellen im Ein-

zugsgebiet plausibel oder nicht plausibel ist. Auch das Heranziehen von Daten benachbarter Messstellen kann zur Aufklärung beitragen. Weitere Beurteilungskriterien sind in Einzelfällen beispielsweise – wenn bekannt – auch die Charakteristika der Messstelle, naturräumliche / geologische Besonderheiten im Einzugsgebiet und gegebenenfalls vorangegangene außergewöhnliche meteorologische und hydrologische Verhältnisse. Veränderungen des Grundwasserstandes oder der Quellschüttung durch unterschiedliche Niederschlagsmengen können die Messwerte beeinflussen. Bei Bedarf werden Nachbeprobungen veranlasst.

Die Sicherung der Qualität der Probennahmen, der Vor-Ort-Messungen und der Analysenergebnisse im Labor basiert im Rahmen des gewässerkundlichen Dienstes auf mehreren Säulen. Voraussetzung für eine Beauftragung von Probenahmen durch die LUBW ist die erfolgreiche Teilnahme an zwei ganztägigen Kursen, die gemeinsam von LUBW und VEGAS (Versuchseinrichtung zur Grundwasser- und Altlastensanierung der Universität Stuttgart) veranstaltet werden. Voraussetzungen für die Beauftragung eines externen chemischen Labors sind dessen Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17 025 sowie die regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an Ringversuchen. Zudem führt die LUBW stichprobenhaft und unangemeldet Kontrollen bei Probennahmen und Labor-Vergleichsuntersuchungen – teilweise auch mit anonymisierten Proben – durch.

Tabelle 4.8: Erläuterungen zur Datenauswertung und zu den verwendeten statistischen Kennzahlen

Datenauswertung	
verwendete Messstellen	Das Landesmessnetz Beschaffenheit unterliegt ständigen Veränderungen, da einzelne Messstellen entfernt oder neu aufgenommen werden. Für Auswertungen über mehrere Jahre werden daher sowohl aktuelle als auch ehemalige Landes-Messstellen herangezogen.
konsistente Messstellen	Messstellen werden als konsistent bezeichnet, wenn von jedem Untersuchungsjahr mindestens ein Messwert vorliegt. Je länger die betrachtete Zeitreihe, desto weniger konsistente Messstellen liegen in der Regel vor.
verwendete Messwerte	Es werden nur plausible Messwerte verwendet. Nitrat: Wenn an einer Messstelle mehrere Messwerte im Auswertungszeitraum (meistens ein Jahr) vorliegen, wird für die Auswertungen der Mittelwert daraus verwendet. Weitere Parameter: Wenn an einer Messstelle mehrere Messwerte für einen Parameter im Auswertungszeitraum (meistens mehrere Jahre) vorliegen, wird der jeweils neueste Messwert für die Auswertungen herangezogen.
Summenparameter	Ergebnisse < BG werden bei der Summenbildung gleich Null gesetzt. Wenn sowohl Messwerte als auch Befunde < BG vorliegen, werden demnach nur die Messwerte addiert ohne Addition des halben Zahlenwerts der BG. Wenn für alle aufzusummierenden Einzelstoffe nur Befunde < BG vorliegen, wird < die jeweilige BG als Summenwert angegeben.
Bestimmungsgrenze	Die Bestimmungsgrenze (BG) ist die kleinste Konzentration einer Substanz, die quantitativ mit ausreichender Genauigkeit bestimmt werden kann. Von der LUBW beauftragte Labore müssen die geforderten Mindestbestimmungsgrenzen einhalten. Innerhalb eines Datenkollektivs können für einen Parameter unterschiedliche BGs vorliegen. Angegeben wird in der Regel die am häufigsten angewandte BG.
Statistische Kennzahlen	
Mittelwert	Arithmetisches Mittel aller Messwerte. Bei Messwerten < BG wird in der Grundwasserdatenbank der halbe Zahlenwert der BG zur Berechnung des Mittelwerts verwendet. Bei Datenkollektiven mit einem hohen Anteil an Messwerten < BG ist daher der Mittelwert weniger aussagekräftig als der Median. Bei unterschiedlichen BGs für einen Parameter geht der negative Befund von beispielsweise < 0,05 µg/l / < BG mit dem höheren Zahlenwert 0,025 in die Berechnung ein als der niedrigere Konzentrationswert 0,02 µg/l, der mit einer Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l gemessen wurde.

Minimum	Der niedrigste Messwert > BG eines Datenkollektivs
P10	10. Perzentil: 10 % der Messwerte liegen unter und 90 % über dem P10-Wert
P25	25. Perzentil: 25 % der Messwerte liegen unter und 75 % über dem P25-Wert
P50	50. Perzentil oder Median: Der Median ist der mittlere Messwert, d. h. 50 % der Messwerte liegen unter und 50 % über dem Median. Medianwerte sind unempfindlicher gegenüber einer hohen Variabilität der Extremwerte als Mittelwerte.
P75	75. Perzentil: 75 % der Messwerte liegen unter und 25 % über dem P75-Wert
P90	90. Perzentil: 90 % der Messwerte liegen unter und 10 % über dem P90-Wert.
Maximum	Der höchste Messwert eines Datenkollektivs



4.3.3 Pflanzenschutzmittel des europäischen Projektes „ermes-ii“

Bezeichnung	CAS-Nummer	Bezeichnung	CAS-Nummer
2,4-D (2,4-Dichlorphenoxyessigsäure)	94-75-7	Diuron	330-54-1
MCPA (4-Chlor-2-methylphenoxyessigsäure)	94-74-6	Ethidimuron	30043-49-3
2,6-Dichlorbenzamid	2008-58-4	Flufenacet-ESA Metabolit M2	201668-32-8
Acetochlor-ESA	187022-11-3	Flufenacet-OXA	201668-31-7
Acetochlor-OXA	194992-44-4	Flurtamone	96525-23-4
Alachlor	15972-60-8	Flusilazol	85509-19-9
Alachlor-ESA	142363-53-9	Hexazinon	51235-04-2
Alachlor-OXA	171262-17-2	2-Hydroxyterbuthylazin (MT13)	66753-07-9
Atrazin	1912-24-9	Isoproturon	34123-59-6
Desisopropylatrazin	1007-28-9	Linuron	330-55-2
Desisopropyldeethylatrazin	3397-62-4	Mecoprop (MCPP)	7085-19-0
Desethylatrazin	6190-65-4	Metabolit CGA 62826 / NOA 409045 von Metalaxyl	75596-99-5
Beflubutamid	113614-08-7	Metabolit CGA 108906 von Metalaxyl	104390-56-9
Bentazon	25057-89-0	Metalaxyl	57837-19-1
Boscalid	188425-85-6	Metamitron	41394-05-2
Bromacil	314-40-9	Metazachlor	67129-08-2
Chloridazon	1698-60-8	Metabolit BH 479-8 von Metazachlor (Metazachlorsulfonsäure)	172960-62-2
Desphenylchloridazon (Metabolit B)	6339-19-1	Metabolit BH 479-4 von Metazachlor (Metazachlorsäure)	1231244-60-2
Methylphenylchloridazon (Metabolit B1)	17254-80-7	Methabenzthiazuron	18691-97-9
Metabolit R471811 / M4 von Chlorthalonil	-	Metolachlor	51218-45-2
Metabolit R 417888/M12 von Chlorthalonil (Chlorthalonilsulfonsäure)	1418095-02-9	Metabolit CGA 357704 von S-Metolachlor	1217465-10-5
Metabolit R419492 / M8 von Chlorthalonil	-	Metabolit CGA 368208 von S-Metolachlor	1173021-76-5
Chlortoluron	15545-48-9	Metabolit CGA 380168/CGA 354743 von S-Metolachlor (Metolachlorsulfonsäure)	171118-09-5
Cyanazin	21725-46-2	Metabolit NOA 413173 von S-Metolachlor	1418095-19-8
Desethylterbumeton	30125-64-5	Metabolit CGA 51202/CGA 351916 von S-Metolachlor (Metolachlorsäure)	152019-73-3
Dicamba	1918-00-9	Metribuzin	21087-64-9
Dichlorprop (2,4-DP)	120-36-5	DMSA (Metabolit Dimethylphenylsulfamid von Dichlofluanid)	4710-17-2
Diflufenican	83164-33-4	DMST (Metabolit Dimethyltolylsulfamid von Tolyfluanid)	66840-71-9
Dimethachlor	50563-36-5	DMS (N,N-Dimethylsulfamid) Metabolit von Tolyfluanid	3984-14-3
Metabolit CGA 369873 von Dimethachlor	1418095-08-5	Nicosulfuron	111991-09-4
Metabolit CGA 354742 von Dimethachlor (Dimethachlorsulfonsäure)	-	Propazin	139-40-2
Metabolit CGA 50266 von Dimethachlor (Dimethachlorsäure)	1086384-49-7	Simazin	122-34-9
Metabolit M27 von Dimethenamid-P und Dimethenamid	205939-58-8	Terbuthylazin	5915-41-3
Metabolit M23 von Dimethenamid-P und Dimethenamid	380412-59-9	Desethylterbuthylazin	30125-63-4
Dimethenamid	87674-68-8	Terbutryn	886-50-0
Dimethoat	60-51-5	Tritosulfuron	142469-14-5



