



Grundwasserschutz 65

Grundwasser- Überwachungsprogramm

 Ergebnisse 2022



Baden-Württemberg

Grundwasser- Überwachungsprogramm

 Ergebnisse 2022

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/10597
STAND	September 2023
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 2022	9
1.2	Grundwasserneubildung aus Niederschlag 2022	12
1.3	Grundwasserverhältnisse 2022	15
1.3.1	Allgemein	15
1.3.2	Regionale Grundwasserverhältnisse	15
1.3.3	Quantitative Entwicklung	18
2	GRUNDWASSERBESCHAFFENHEIT	21
2.1	Nitrat	22
2.1.1	Hintergrund	22
2.1.2	Bewertungsgrundlagen	22
2.1.3	Ergebnisse und Bewertung 2022	22
2.1.4	Vergleich von Frühjahrs- und Herbstwerten	24
2.1.5	Zeitliche Entwicklungen	24
2.1.6	Nitrat in Wasserschutzgebieten	26
2.2	Pflanzenschutzmittel	29
2.2.1	Hintergrund	29
2.2.2	Bewertungsgrundlagen	29
2.2.3	Bisherige Untersuchungen	29
2.2.4	Ergebnisse und Bewertung 2021	30
3	GLOSSAR UND ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	37
4	WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN	39
4.1	Weiterführende Literatur	39
4.2	Grundwassermenge	39
4.3	Grundwasserbeschaffenheit	42
4.3.1	Bewertungsgrundlagen	42
4.3.2	Qualitätssicherung, Werteplausibilisierung und Datenauswertung	43
4.3.3	Statistische Übersicht ausgewählter Parameter / Boxplots	45

Zusammenfassung

Das Grundwassermonitoring der LUBW mit Ergebnisdokumentation und Berichterstattung an die Europäische Union ist elementarer Bestandteil des gewässerkundlichen Dienstes. Der vorliegende Bericht umfasst im Kapitel „Grundwassermenge“ Auswertungen der Grundwasserneubildung sowie der Grundwasserverhältnisse mit Messdaten aus dem Jahr 2022. Für das Kapitel „Grundwasserbeschaffenheit“ wurden Messdaten für Nitrat aus dem Jahr 2022 sowie für Pflanzenschutzmittel und deren Metabolite von 2021 ausgewertet.

Insgesamt entsprachen die mittleren **Grundwasserverhältnisse** im Jahr 2022 langjährig unterdurchschnittlichen Verhältnissen und lagen auf niedrigerem Niveau als im vorangegangenen Jahr. Die Grundwasserstände haben im Jahr 2022 auf überdurchschnittlichem Niveau begonnen und entsprachen in der ersten Jahreshälfte meist überdurchschnittlichen Verhältnissen. Die anschließenden Rückgänge waren im heißen und trockenen Juli 2022 so ausgeprägt, dass sich die Grundwasserstände und Quellschüttungen im August auf sehr niedrigem Niveau bewegten. Dabei erreichten Quellschüttungen örtlich das extrem niedrige Niveau aus den vorangegangenen Jahren, insbesondere aus dem Jahr 2018. Der nasse September hat den Neubildungsprozess frühzeitig angestoßen und bis zum Jahresende einen durchgehenden Anstieg bewirkt. Im südlichen und nördlichen Oberrheingraben sowie im Illertal waren 2022 niedrige, in den nordöstlichen Landesteilen hingegen mittlere Grundwasservorräte zu verzeichnen. Die Anzahl der Messstellen mit rückläufiger Tendenz hat weiter zugenommen.

2022 wurde der Schwellenwert der Grundwasserverordnung für **Nitrat** von 50 mg/l an rund 8,1 % und der Warnwert von 37,5 mg/l an etwa 19 % 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. 2020/2021 gab es eine zwischenzeitliche leichte Erhöhung der Nitratmittelwerte, die hauptsächlich durch Wechselwirkungen mit Niederschlagsmenge und Witterungsverlauf begründet werden kann. 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 Nitratkonzentrationen sind seitdem in den Sanierungsgebieten um rund 14 %, in den Problemgebieten um 12 % sowie in den Normalgebieten um etwa 6 % zurückgegangen.

Schwellenwert-Überschreitungen durch **Pflanzenschutzmittel**-Wirkstoffe und deren relevante Metabolite kommen inzwischen nur noch an 1,7 % der untersuchten Messstellen vor. Allerdings werden nach wie vor bereits seit den 90er Jahren verbotene Wirkstoffe detektiert. Nicht relevante Metabolite werden in der Regel deutlich häufiger und auch in höheren Konzentrationen nachgewiesen als ihre Ausgangsubstanzen. 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.

Trotz rückläufiger Konzentrationen vieler Grundwasser-Schadstoffe werden die Schwellenwerte der Grundwasserverordnung nicht flächendeckend unterschritten. Das Beispiel der Pflanzenschutzmittel macht deutlich, wie langlebig Grundwasserbelastungen sein können. Daher sind Schutzmaßnahmen weiter umzusetzen bzw. zu verbessern. Es ist auch künftig weiterhin regelmäßig zu prüfen, ob die Befunde bereits bekannter Stoffe zurückgehen und ob bislang nicht untersuchte Substanzen die Grundwasserqualität gefährden oder nachteilige Veränderungen der Wasserbeschaffenheit herbeiführen können.

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 2021 bis 2022 berücksichtigt.

Die Daten des jährlichen Grundwasser-Überwachungsprogramms Baden-Württemberg

- geben Auskunft sowohl über die Qualität (Grundwasserbeschaffenheit) als auch über die Quantität (Grundwasserstand und Quellschüttung) des Grundwassers,
- machen unerwünschte Entwicklungen und schädliche Einflüsse sichtbar,
- erlauben es, geeignete Maßnahmen zur Minimierung von schädlichen Einflüssen zu definieren und ihre Wirksamkeit zu überprüfen,
- sind die Grundlage für die Erfüllung von Berichtspflichten für Bundesvorgaben sowie für europäische Richtlinien wie insbesondere 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 1.900 Messstellen; fünf Teilmessnetze je nach anthropogener Beeinflussung im Einzugsgebiet der Grundwassermessstelle
- Kooperationsmessnetz Wasserversorgung (WVU): rund 2.400 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.grundwasserdatenbank.de veröffentlicht.

Alle Messergebnisse stehen den Fachbehörden über die Grundwasserdatenbank (GWDB) innerhalb des Informationssystems Wasser, Immissionsschutz, Boden, Abfall, Arbeitsschutz (WIBAS) zur Verfügung. Aktuelle Informationen sowie der „Jahresdatenkatalog Grundwasser“ werden im Internet unter www.lubw.baden-wuerttemberg.de/wasser/grundwasser veröffentlicht.

1 Grundwassermenge

In Baden-Württemberg werden über 70 % des Trinkwassers aus Grund- und Quellwasser gewonnen. Die landesweite Charakterisierung mit Aussagen über den aktuellen Zustand und kurzfristige Entwicklungstendenzen der quantitativen Grundwasserverhältnisse wird anhand ausgewählter, für die Gesamtheit möglichst repräsentativer „Trendmessstellen“ durchgeführt. Das quantitative Grundwassermessnetz von Baden-Württemberg gibt einen landesweiten Überblick

über Zustand und Entwicklung der Grundwasserverhältnisse. Die Tabelle 1.1 zeigt die Entwicklung der verschiedenen Mengennetzwerke 2021/2022. In der LUBW-Publikation „Grundwassermessnetze: Rahmen und Definitionen“ werden die genannten Messnetze beschrieben. Die Messstellen des Berichtsmessnetzes GUQ der LUBW werden über Datensammler beobachtet und ein bis zweimal im Jahr eine Vor-Ort Kontrolle durchgeführt.

Tabelle 1.1: Entwicklung Landesmessnetz Menge zwischen 2021 und 2023

Abkürzung	Bezeichnung	Zielsetzung	Messstellen Anzahl 01/2021*)	Ausgeschieden	Übernommen	Neubau	Messstellen Anzahl 01/2023**)
ST LUBW	Routinemessnetz Grundwasserstand LUBW	Landesweiter Überblick	236	2	3	0	237
Q LUBW	Routinemessnetz Quellschüttung LUBW	Landesweiter Überblick	145	0	0	0	145
	Routinemessnetz Menge ohne Lysimeter		381	2	3		382
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	63	0	7	0	70

*) Stichtag 1.1.2021 **) Stichtag 31.12.2022



1.1 Niederschläge 2022

Die Niederschläge im Jahr 2022 entsprachen im langjährigen Vergleich unterdurchschnittlichen Verhältnissen. Das Flächenmittel der Niederschlagshöhe 2022 betrug in Baden-Württemberg 840 mm, das sind rund 86 % des Niederschlagsmittlerwertes der Normalperiode 1991-2020 (Abbildung 1.2). Dies bedeutet ein Defizit von ca. 140 mm (bzw. l/m²). Im Jahresverlauf stechen die trockenen Monate März, Mai und insbesondere Juli deutlich hervor. Die in

April und Herbst leicht überdurchschnittlichen und ansonsten mittleren Niederschläge konnten dieses Defizit nicht ausgleichen. Die landesweit höchsten Niederschlagsmengen wurden in den Höhenlagen des Schwarzwalds beobachtet (Abbildung 1.3): Der Jahreshöchstwert wurde in Freudenstadt mit 1.339 mm gemessen, der Monatshöchstwert mit 211 mm Niederschlag im August 2022 in Konstanz registriert. Demgegenüber wurden im Minimum nur 5 mm Niederschlag im trockenen Juli 2022 im Raum Karlsruhe gemessen.

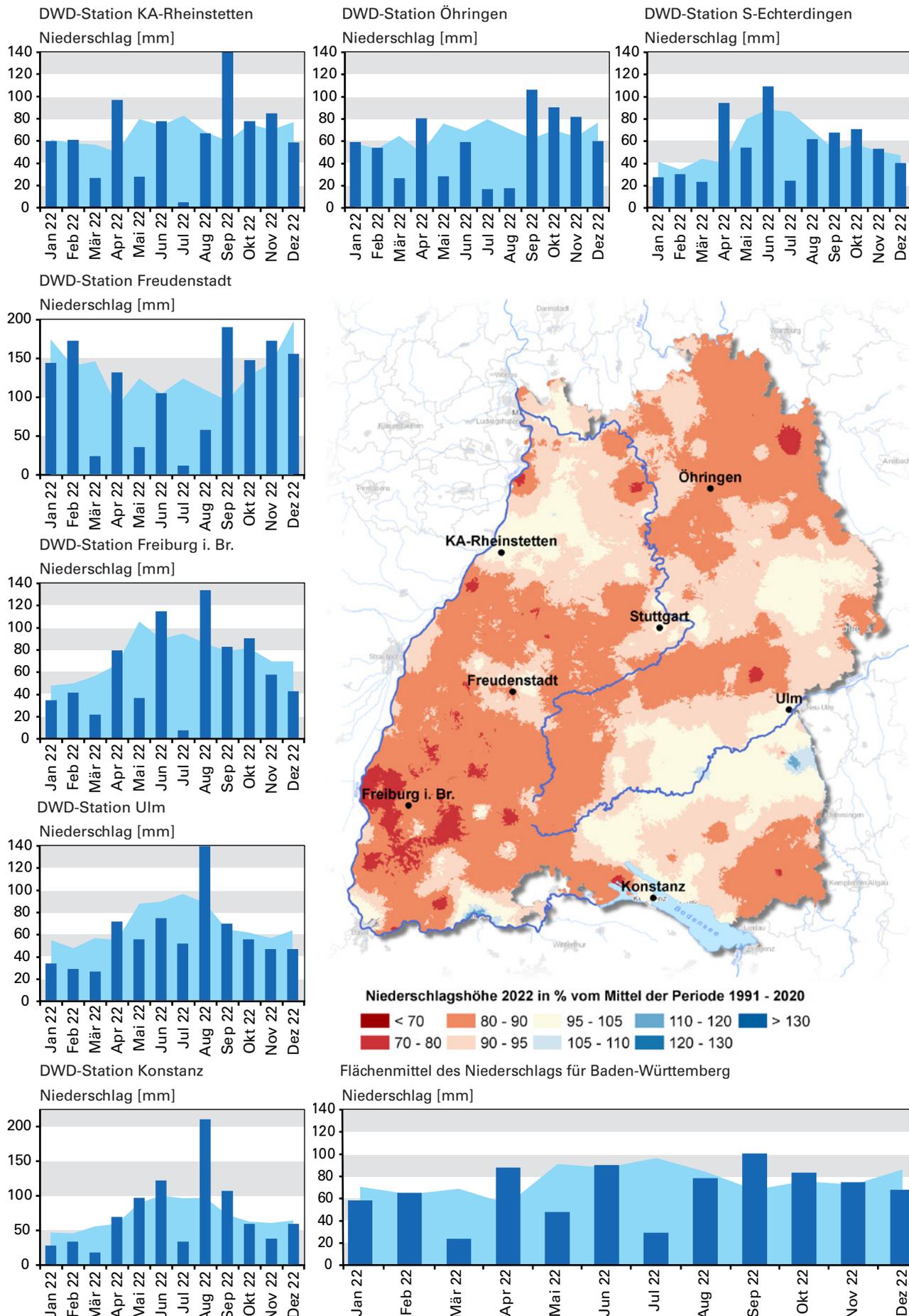


Abbildung 1.1: Monatliche Niederschlagshöhe (dunkelblaue Balken) im Jahr 2022 und mittlere Monatsniederschlagssummen der Periode 1991-2020 (hellblaue Flächen) an ausgewählten DWD-Stationen (Datenquelle: DWD) sowie Jahresniederschlagshöhe 2022 in % vom Mittel der Periode 1991-2020 (Datengrundlage: Bodenwasserhaushaltsmodell GWN-BW 05/2023)

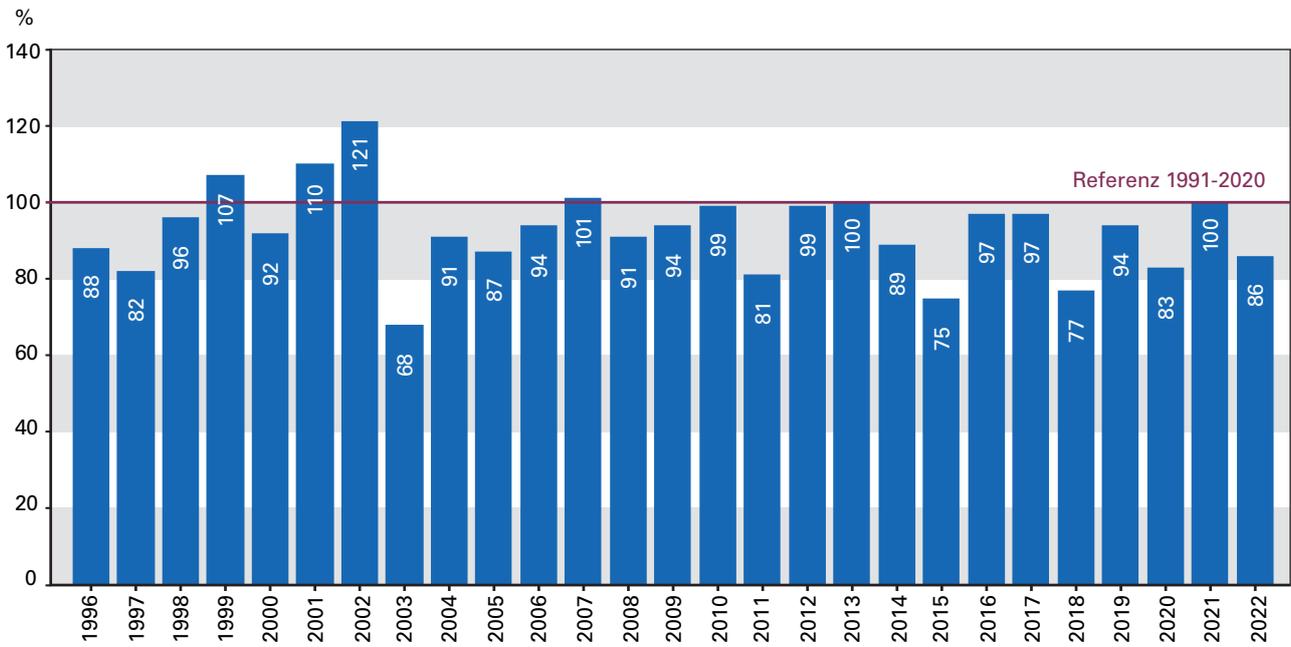


Abbildung 1.2: Mittlere Jahresniederschläge in Baden-Württemberg (blaue Balken) seit 1996 in Bezug auf das langjährige Mittel 1991-2020 (violette Linie) (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst (DWD))

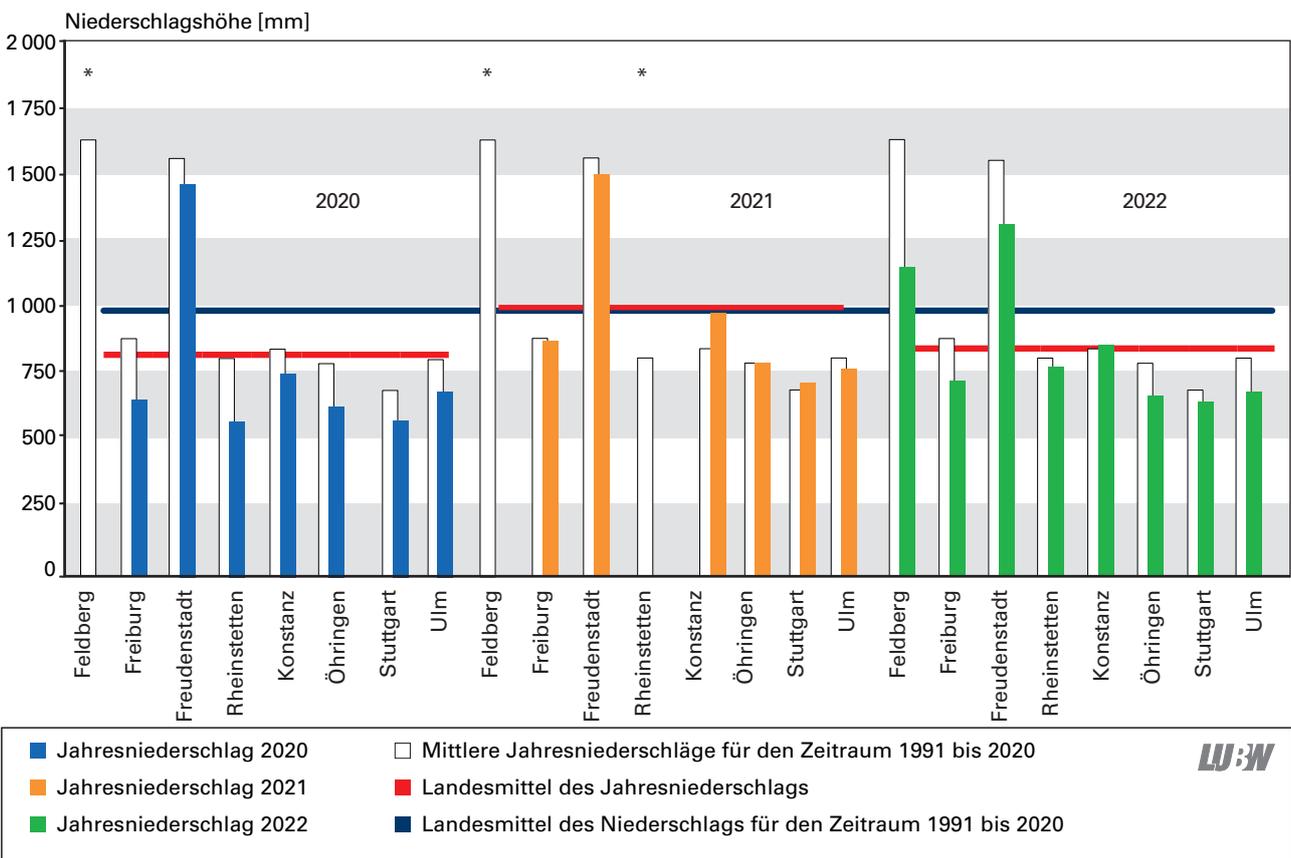


Abbildung 1.3: Jahresniederschläge an ausgewählten DWD-Stationen in Baden-Württemberg in den Jahren 2020, 2021 und 2022 im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten 1991-2020 (Datenquelle: DWD) *Daten unvollständig

1.2 Grundwasserneubildung aus Niederschlag 2022

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlag ist von entscheidender Bedeutung für die Wiederauffüllung der Grundwasservorräte 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 – bei Jahreszeit sowie langfristiger Tendenz – als auch räumlichen Schwankungen. Bei normal ausgeprägtem Jahresgang ist der versickernde Anteil des Winterniederschlags erheblich höher als der des Sommerniederschlags. Dies liegt insbesondere an der im Winter 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 – bezogen auf das 30-jährige Mittel von 1991-2020 – nur für den Oktober 2022 eine überdurchschnittliche Sickerwasserrate (Abbildung 1.4). Vor allem der März aber auch die Monate Mai bis August lieferten weit unterdurchschnittliche Sickerwasserraten. Der Jahresverlauf 2022 zeigt hinsichtlich der Sickerwasserraten „normale“ Werte in den Monaten des hydrologischen Winterhalbjahres, ausgenommen im sehr trockenen März. Die Jahresniederschlagsmenge 2022 war jedoch deutlich zu gering.

Die räumlich detaillierte Verteilung der jährlichen Grundwasserneubildung aus Niederschlag im Jahr 2022 sowie deren Umfang bezogen auf den Mittelwert 1991-2020 zeigt die Abbildung 1.5. Bis auf kleine Bereiche im Nordwesten dominierten 2022 deutlich unterdurchschnittliche Grundwasserneubildungsraten. Die durchschnittliche Sickerwasserrate erreichte lediglich rund 230 mm/a (unter 70 % vom Mittel). Die daraus resultierende Grundwasserneubildung blieb unter 120 mm/a und wies damit bezogen auf das

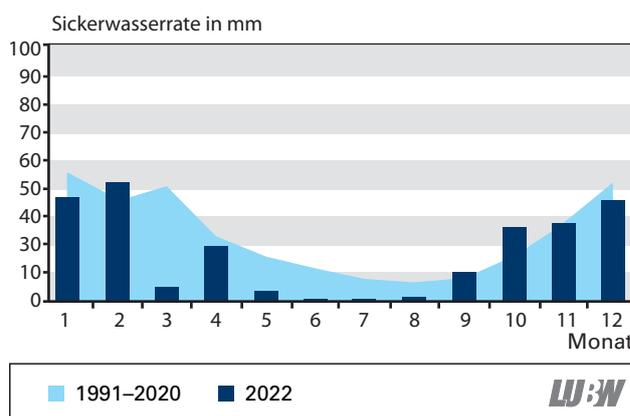


Abbildung 1.4: Jahresgang 2022 der Sickerwasserrate im Landesmittel (dunkelblaue Säulen) im Vergleich zum mittleren Jahresgang der Periode 1991-2020 (hellblaue Flächen) (Datengrundlage: Bodenwasserhaushaltsmodell GWN-BW 05/2023)

30-jährige Mittel von 1991-2020 ein großes Defizit auf (unter 70 % vom Mittel).

Der Vergleich der Niederschlags- und Sickerwassermengen bei den Lysimetern Elgersweier, Rielasingen und Bonlanden 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 2021 und 2022 an ausgewählten Lysimeterstationen mit den zugehörigen Grundwasserständen an Referenzmessstellen im Vergleich zu 20-jährigen Monatsmittelwerten dargestellt (Abbildung 1.6).

Die Beobachtungen an Lysimetern zeigen den verzögerten Beginn des Neubildungsprozesses im hydrologischen Winterhalbjahr 2021/2022, wobei die ersten Sickerungen im Oberrheingraben, im Iller-Riß-Gebiet sowie im Singener Becken zum Jahresende 2021 beobachtet wurden.

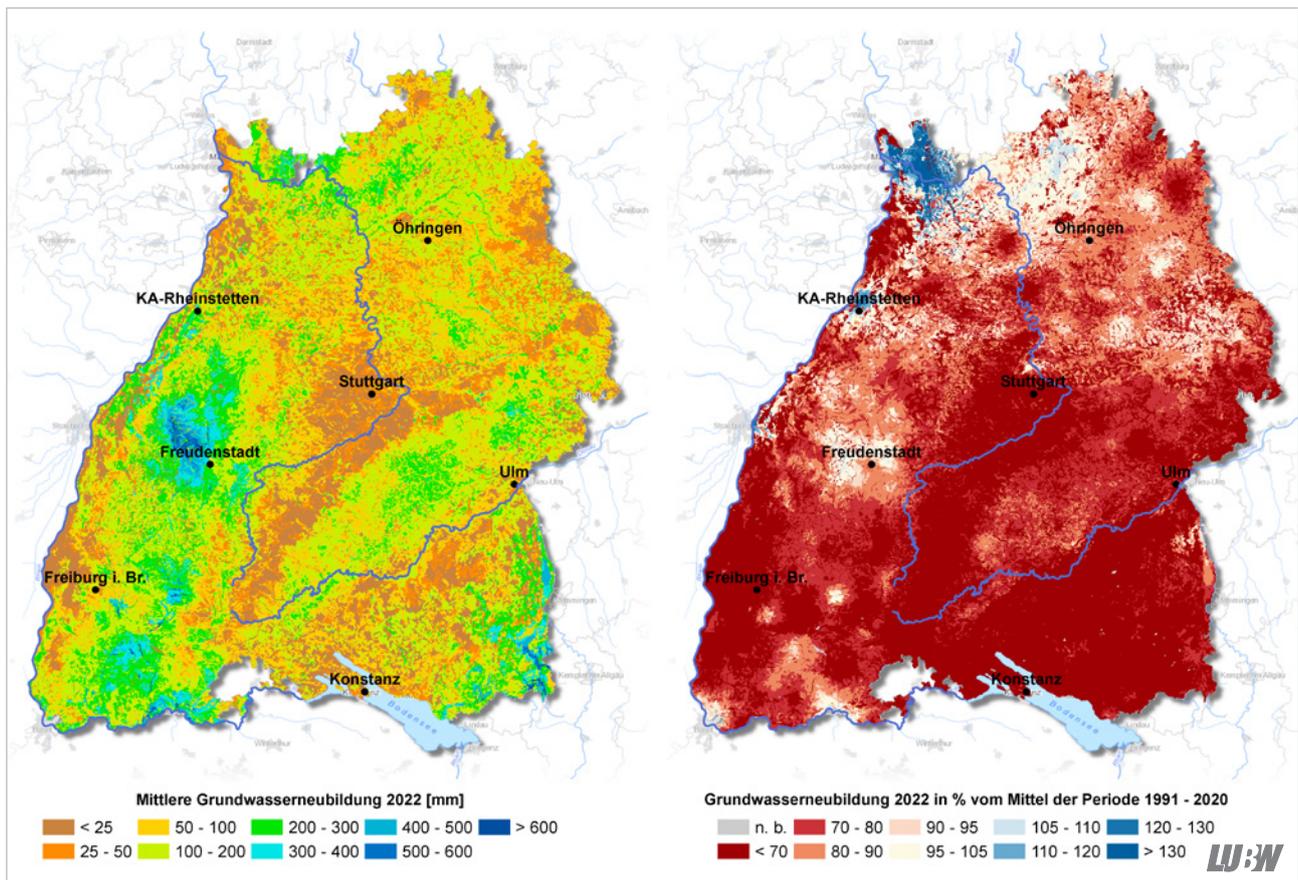
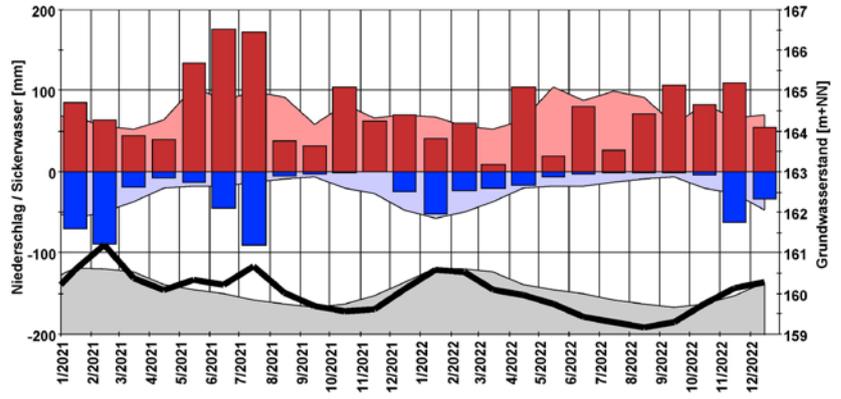
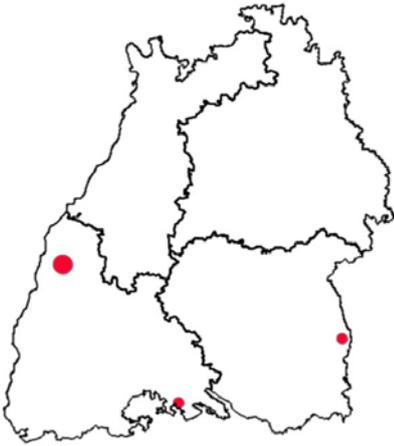


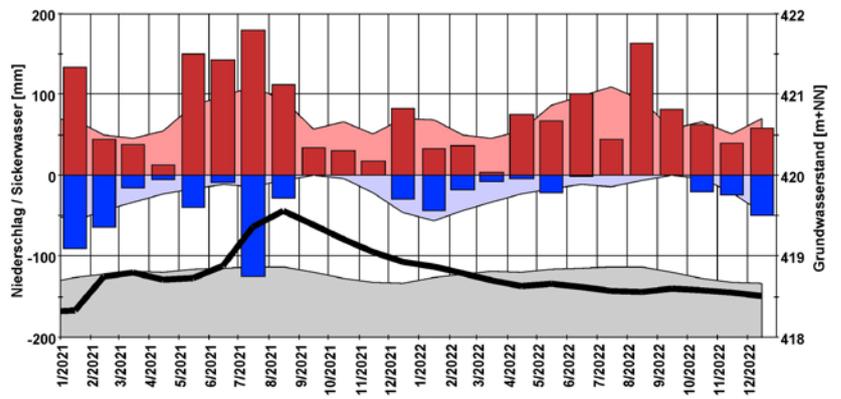
Abbildung 1.5: Verteilung der Grundwasserneubildung 2022 in mm/Jahr (links) und in % vom Mittel der Periode 1991 - 2020 (rechts) (Datengrundlage: Bodenwasserhaushaltsmodell GWN-BW 05/2023)

Die Grundwasserneubildung konnte durch unterdurchschnittlichen Niederschlag zu Jahresbeginn 2022 nicht Fahrt aufnehmen und setzte im Laufe des trockenen Monats März nahezu aus. Im Winterhalbjahr 2021/2022 ist insgesamt ein deutliches Neubildungsdefizit entstanden. Regenreiche Episoden im 2. Quartal haben zwar temporäre Zunahmen der Sickerungen bewirkt, insbesondere im Illertal, diese hatten aber nur unerheblichen Einfluss auf die Grundwasserverhältnisse. Im anschließenden trockenen und heißen Sommer 2022 kam der Neubildungsprozess

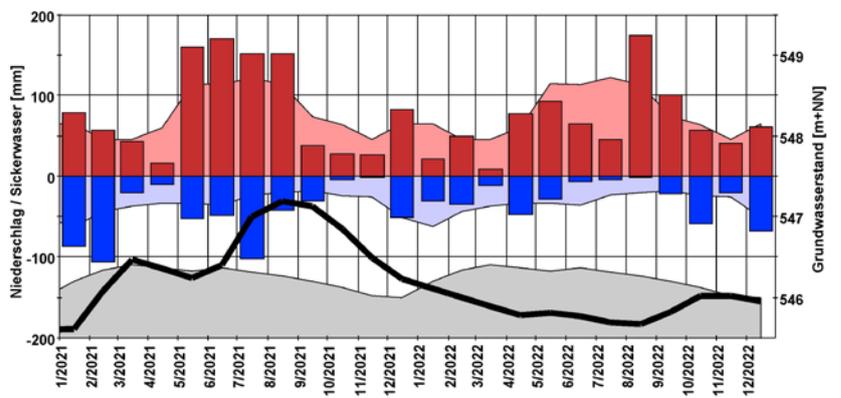
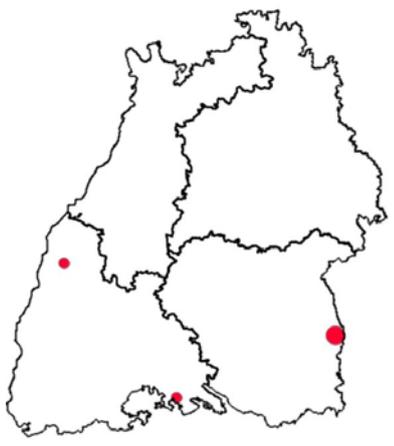
zess bis etwa Ende September vollständig zum Stillstand. Im Unterschied zu den vorangegangenen Trockenjahren fanden die ersten Sickerungen dank des regenreichen Spätsommers bereits sehr frühzeitig, vor Beginn des hydrologischen Winterhalbjahrs 2022/2023, statt. Die rasche Erholung der Bodenfeuchte im September hatte so gute Randbedingungen für den Neubildungsprozess geschaffen, dass die knapp durchschnittlichen Niederschläge im letzten Quartal von 2022 dennoch deutliche Versickerungen bis zum Jahresende bewirken konnten.



- 131/115-0 "GWM 3709, Ohlsbach": Grundwasserstand [m+NN] Mittelwert (Monat)
- 131/115-0 "GWM 3709, Ohlsbach": Grundwasserstand [m+NN] Mittelwert (langj. Monat)
- 400/115-1 "RM Elgersweier, Offenburg": Niederschlag [mm] Mittelwert (langj. Monat)
- 500/115-4 "LYS Elgersweier": Sickerwasser [mm] Mittelwert (langj. Monat)
- 400/115-1 "RM Elgersweier, Offenburg": Niederschlag [mm] Summe (Monat)
- 500/115-4 "LYS Elgersweier": Sickerwasser [mm] Summe (Monat)



- 132/422-5 "GWM DP 5 F Rößler, Singen": Grundwasserstand [m+NN] Mittelwert (Monat)
- 132/422-5 "GWM DP 5 F Rößler, Singen": Grundwasserstand [m+NN] Mittelwert (langj. Monat)
- 402/422-1 "RM Rielasingen, Rielasingen-Worblingen": Niederschlag [mm] Mittelwert (langj. Monat)
- 502/422-4 "LYS Rielasingen": Sickerwasser [mm] Mittelwert (langj. Monat)
- 402/422-1 "RM Rielasingen, Rielasingen-Worblingen": Niederschlag [mm] Summe (Monat)
- 502/422-4 "LYS Rielasingen": Sickerwasser [mm] Summe (Monat)



- 193/769-2 "GWM 1 Erolzheim": Grundwasserstand [m+NN] Mittelwert (Monat)
- 193/769-2 "GWM 1 Erolzheim": Grundwasserstand [m+NN] Mittelwert (langj. Monat)
- 401/769-3 "RM Bonlanden, Berkheim": Niederschlag [mm] Mittelwert (langj. Monat)
- 501/769-0 "LYS Bonlanden, Berkheim": Sickerwasser [mm] Mittelwert (langj. Monat)
- 401/769-3 "RM Bonlanden, Berkheim": Niederschlag [mm] Summe (Monat)
- 501/769-0 "LYS Bonlanden, Berkheim": Sickerwasser [mm] Summe (Monat)



Abbildung 1.6: Niederschlag, Sickerung und Grundwasserstand an ausgewählten Lysimeteranlagen 2021 und 2022 im Vergleich zu 20-jährigen Monatsmittelwerten (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank)

1.3 Grundwasserverhältnisse 2022

1.3.1 Allgemein

Im Folgenden werden die regionale und landesweite Zustandsentwicklung der mengenmäßigen Verhältnisse im Grundwasser beschrieben und die im Jahr 2022 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 Monatsextrema (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 schwankten zu Jahresbeginn sehr stark innerhalb des Normalbereichs. Ab dem trockenen März haben sich rückläufige Verhältnisse eingestellt, bereichsweise mit vorübergehender Erholungsphase im April. Im August bewegten sich die Grundwasserstände und Quellschüttungen vielerorts auf langjährigem Minimalniveau. Im weiteren Jahresverlauf haben niederschlagsbedingte Wiederanstiege für eine Entspannung der Grundwasserverhältnisse bis zum Jahreswechsel gesorgt (Messstelle 124/123-1 in Abbildung 1.7). Die 20-jährigen Trends sind überwiegend ausgeglichen.

Die Grundwasserstände im **südlichen Oberrheingraben** und in der **Freiburger Bucht** befanden sich im Jahr 2022 durchgehend auf unterdurchschnittlichem Niveau. Vielerorts wurden im August langjährige Niedrigstwerte erreicht. Zum Jahreswechsel hatten sich die Grundwasserverhältnisse meist nicht erholt (Messstelle 029/021-2 in Abbildung 1.7). Rheinnahe Messstandorte zeigten ein etwas höheres Niveau innerhalb des Normalbereichs. Die 20-jährigen Entwicklungstendenzen sind insgesamt leicht rückläufig.

Signifikante Grundwasseranstiege ab etwa Dezember 2021 haben die Grundwasserstände auf zeitweise überdurchschnittliches Niveau angehoben und für Entspannung im Bereich des mittleren Oberrheins gesorgt. Wenige trockene

Wochen haben jedoch gereicht, diese positive Entwicklung zu stoppen und ab März eine Tendenzumkehr eingeleitet. Abgesehen von kurzzeitigen Wiederanstiegen im nassen April haben sich im Grundwasser rückläufige Verhältnisse bis auf teilweise historische Niedrigstände im Spätsommer eingestellt. Der nasse September bewirkte frühzeitige Anstiege, die sich bis zum Jahresende fortgesetzt haben. Ende Dezember 2022 waren leicht überdurchschnittliche Grundwasserverhältnisse zu verzeichnen (Messstelle 112/065-3 in Abbildung 1.7). Die 20-jährigen Trends sind überwiegend ausgeglichen.

Die Grundwasserstände im **nördlichen Oberrhein** und insbesondere im **Rhein-Neckar-Raum** weisen abgesehen von den rheinnahen Standorten eine geringe Schwankungsdynamik auf. Die Entwicklung im Jahr 2022 wiederholt annähernd den Verlauf von 2021. Die unterdurchschnittlichen Verhältnisse Ende 2021 haben sich zu Jahresbeginn 2022 niederschlagsbedingt nur gering erholt und waren im weiteren Jahresverlauf dauerhaft unterdurchschnittlich, teilweise unterhalb des Normalbereichs. Die Herbstniederschläge haben für eine leichte Entspannung gesorgt. Bis Jahresende stiegen die Grundwasserstände auf leicht unterdurchschnittliches Niveau an (Messstelle 119/307-5 in Abbildung 1.7). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist in Rheinnähe wenig ausgeprägt, an den rheinernen Standorten sind rückläufige Verhältnisse zu beobachten.

Im **Singener Becken** und **Bodenseebecken** sowie im **Argendelta** haben sich die Grundwasserverhältnisse durchgehend im unteren Normalbereich rückläufig entwickelt, aber selten darunter. Die Niederschlagsereignisse hatten im Regelfall keinen nennenswerten Einfluss auf die Schwankungsdynamik. Die Grundwasserverhältnisse bewegten sich zum Jahresende 2022 an der Untergrenze des Normalbereichs (Messstelle 2034/522-3 in Abbildung 1.7). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist immer noch ausgeglichen.

Die Grundwasserverhältnisse im **Rißtal** und in **Oberschwaben** haben sich im gesamten Jahresverlauf 2022 dauerhaft rückläufig entwickelt. Bereichsweise wurden im Herbst die bisherigen langjährigen Niedrigstwerte unterschritten. Diese ungünstige Situation hat sich oft bis Jahresende fortgesetzt, lediglich gewässernahe Messstellen zeig-

ten erwartungsgemäß niederschlagsbedingte Anstiege. Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Die Entwicklung der Grundwasserstände in den quartären Talfüllungen des **Donautals** spiegelt das Niederschlagsgeschehen wider. Die Grundwasserstände schwanken im ersten Quartal 2022 entsprechend der Abfolge von feuchten und trockenen Abschnitten sehr stark im unteren Normalbereich. Nach den sommerlichen Rückgängen auf ein bereichsweise niedriges Niveau wird die Situation bis Jahresende durch markante Anstiege charakterisiert (Messstelle 165/568-0 in Abbildung 1.7). Die 20-jährigen Trends sind ausgeglichen bis leicht rückläufig.

Die Grundwasserverhältnisse im **Illertal** und im Bereich der **Leutkircher Heide** haben sich im Jahr 2022 unterschiedlich entwickelt. Der Jahresbeginn verlief insgesamt unauffällig auf mittlerem Niveau mit Rückgängen bis zum Spätsommer. Südlich von Aitrach bewegten sich die Grundwasserstände ab Mai vielfach unterhalb des Normalbereichs auf niedrigem Niveau mit leichten Anstiegen zu Jahresende (Messstelle 157/770-0 in Abbildung 1.7). Nördlich von Tannheim lagen die Grundwasserstände – abgesehen von der ausgeprägten Niedrigwassersituation im Spätsommer – etwas höher als im Süden innerhalb des unteren Normalbereichs und haben nach eindrucksvollen Anstiegen im September zum Jahresende ein mittleres Niveau erreicht. Die 20-jährigen Trends sind ausgeglichen.

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. Starke Niederschläge zum Jahresbeginn 2022 hatten kurzfristige Anstiege auf mittleres Niveau zur Folge. Mit Rückkehr der Trockenheit haben sich in Kürze rückläufige Tendenzen entwickelt, so dass bis zum Herbst meist niedrige Verhältnisse zu verzeichnen waren. Infolge der herbstlichen Anstiege wurde zu Jahresende wieder ein langjährig mittleres Niveau erreicht (Messstelle 601/517-7 in Abbildung 1.7 und Messstelle 600/665-7 in Abbildung 1.8). Der 20-jährige Trend ist ausgeglichen bis leicht rückläufig.

Im Bereich der **Ostalb** war die Grundwasserdynamik im Jahr 2022 geprägt vom Niederschlagsgeschehen. Grundwasserstände und Quellschüttungen schwankten im ersten und im letzten Quartal sehr stark innerhalb des Normalbereichs. Dazwischen waren die Grundwasserverhältnisse rückläufig auf überwiegend unterdurchschnittlichem Niveau. Niedrigwassersituationen kamen jedoch selten vor (Messstelle 102/762-4 in Abbildung 1.7). Die 20-jährigen Trends sind bereichsweise signifikant rückläufig.

Sowohl die Grundwasserstände im **Neckarbecken** als auch die Quellschüttungen in den **Schwäbisch-Fränkischen Waldbergen** spiegeln im Jahr 2022 das Niederschlagsgeschehen wider. Nach mehrfachen eindrucksvollen Anstiegen auf hohe Werte zu Jahresbeginn mit unmittelbar anschließenden Rückläufen bewegten sich die Grundwasserverhältnisse von Mai bis September auf unterdurchschnittlichem Niveau, zeitweise auch unterhalb des unteren Normalbereichs. Nach niederschlagsbedingten Anstiegen entsprechen die Grundwasserverhältnisse zum Jahresende den langjährigen Erfahrungswerten (Messstelle 20/558-6 in Abbildung 1.7). Die 20-jährige Entwicklung der Grundwasserstände und Quellschüttungen ist ausgeglichen.

Die Entwicklung der Grundwasserstände im Bereich der Flusstäler von **Tauber, Kocher** und **Jagst** ist von den Abflussbedingungen der benachbarten Fließgewässer geprägt. Signifikante und mehrmalige Anstiege zum Jahresbeginn von 2022 hatten eine deutliche Entspannung der Grundwasserverhältnisse bis zum Sommer zur Folge. Die Grundwasserstände waren anschließend rückläufig, aber meist noch innerhalb des unteren Normalbereichs. Starke Herbstniederschläge bewirkten ab etwa November steile Grundwasseranstiege auf ein überdurchschnittliches Niveau. Zum Jahresende bewegten sich die Grundwasserstände überwiegend auf mittlerem Niveau (Messstelle 5008/606-9 in Abbildung 1.7). Die 20-jährigen Entwicklungstendenzen sind ausgeglichen.

Steile niederschlagsbedingte Anstiege zum Jahresbeginn 2022 haben die Quellschüttungen in den Festgesteinen von **Nord-Württemberg** und **Odenwald** binnen weniger Tage auf überdurchschnittliches Niveau angehoben.

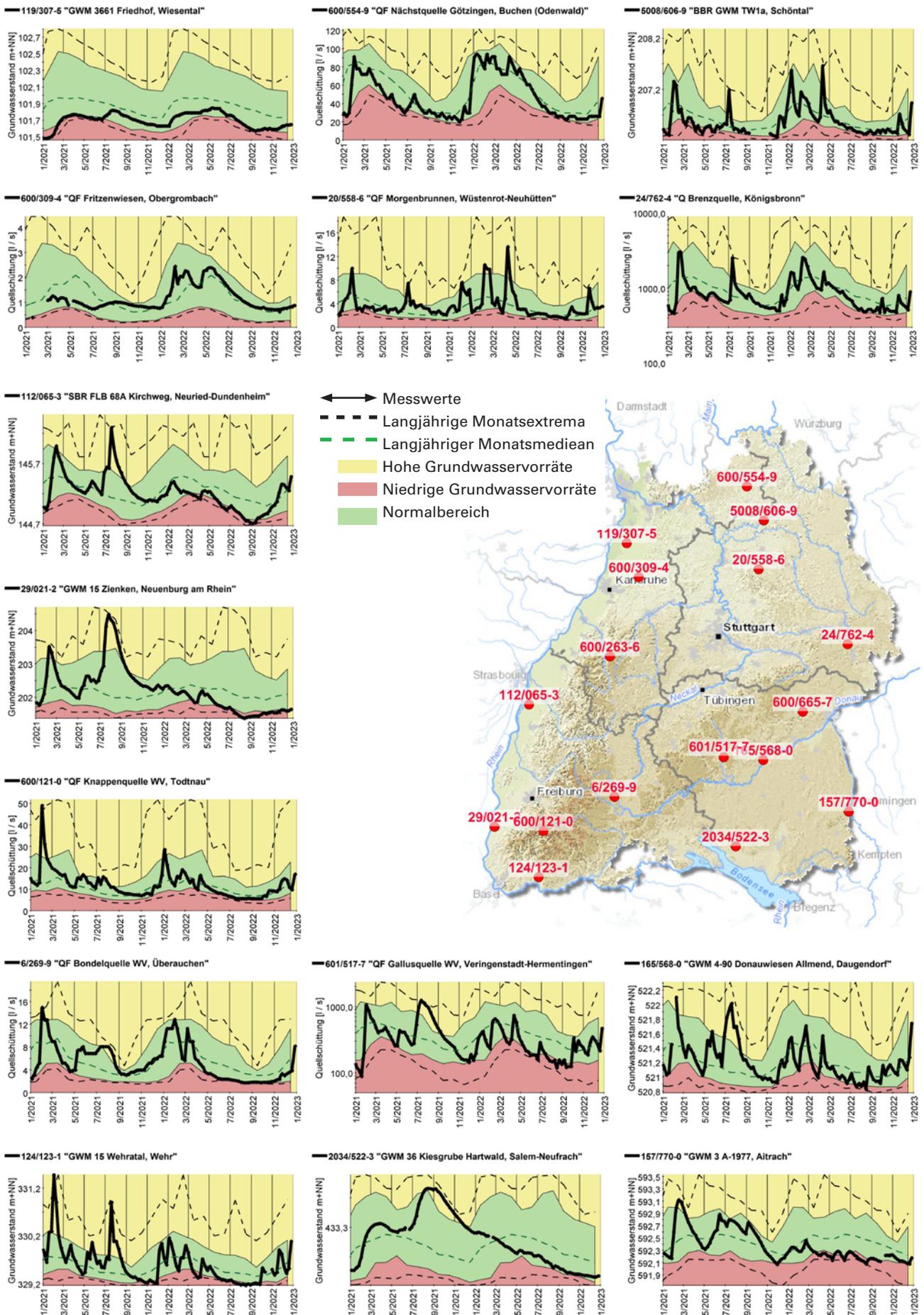


Abbildung 1.7: Grundwasserstand / Quellschüttung und zugehöriger Normalbereich aus 20 Beobachtungsjahren an ausgewählten Grundwassermessstellen im Zeitraum Januar 2021 bis Dezember 2022 (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank)

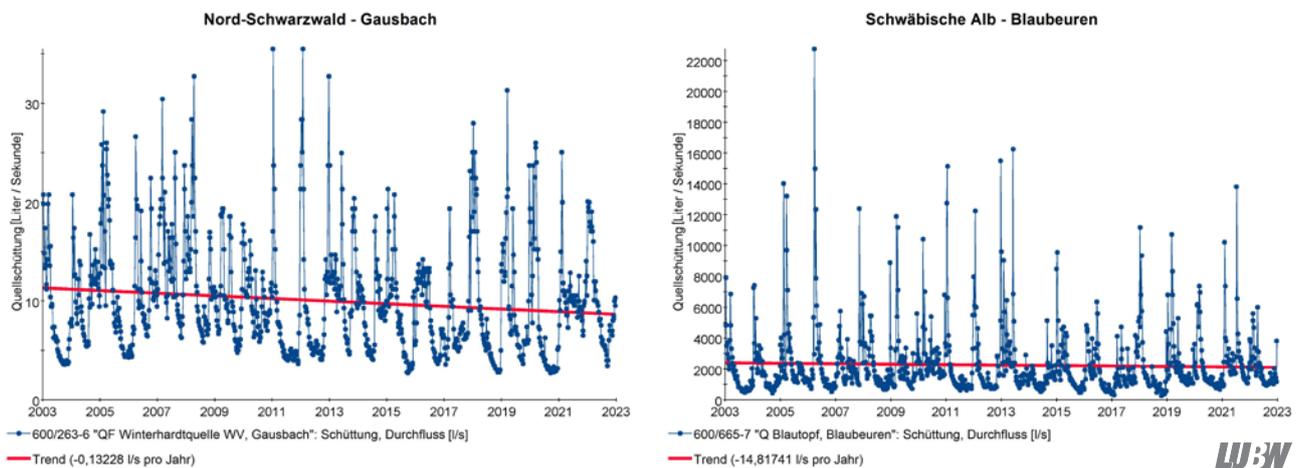


Abbildung 1.8: Ganglinien ausgewählter Grundwassermessstellen mit Trendbetrachtung 2003-2022; die Lage der Messstellen geht aus Abbildung 1.7 hervor (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank)

Der Rückgang ab Mai 2022 entsprach der langjährigen Entwicklung. Nach kurzzeitig niedrigen Verhältnissen im Herbst waren erneut signifikante Zunahmen bis Jahresende zu verzeichnen (Messstelle 600/554-9 in Abbildung 1.7). Die langjährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Die Grundwasserverhältnisse haben sich im **Kraichgau** im Jahr 2022 entgegen der Erwartungen entspannt. Der gesamte Jahresverlauf 2022 verlief - abgesehen von niederschlagsbedingten Schwankungen im oberen Normalbereich bis April - unauffällig entlang der vieljährigen Mediankurve. Die in den anderen Landesteilen drastische Niedrigwassersituation im Spätsommer geht aus den Grundwasserstands- und Quellschüttungsganglinien im Kraichgau nicht hervor (Messstelle 600/309-4 in Abbildung 1.7). Im Kraichgau weisen die meisten Messstellen rückläufige 20-jährige Trends auf.

Die Quellen im **Schwarzwald** haben überwiegend kleinräumige Einzugsgebiete und weisen ausgeprägte, niederschlagsbedingte Schüttungsschwankungen auf. Nach Anstiegen zu Jahresbeginn entwickelten sich die Schüttungen bis in den Herbst 2022 rückläufig. Die Schüttungen waren monatelang zwischen Juni und September niedrig, wobei vielerorts die bisherigen langjährigen Niedrigstwerte unterschritten wurden. Die Auswirkungen der Herbstniederschläge waren örtlich unterschiedlich, hatten aber eine Erholung der Schüttungen zur Folge. Zum Jahresende bewegten sich die Schüttungen auf etwa mittlerem Niveau (Messstellen 600/121-0 und 006/269-9 in Abbildung 1.7 sowie 600/263-6 in Abbildung 1.8). Die 20-jährigen Trends sind ausgeglichen.

Eine Gesamtschau auf die quantitativen Grundwasserverhältnisse 2022 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 2022 wird als Linie dargestellt.

Die Abbildung 1.10 zeigt die messstellenbezogene Beurteilung der quantitativen Grundwasserverhältnisse auf der Grundlage der Mittelwerte im Jahr 2022 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 2022 sind im Grundwasser drei aufeinanderfolgende Phasen erkennbar (Abbildung 1.9). Im ersten Zeitabschnitt bis Mai waren die Grundwasserverhältnisse geprägt durch ausgeprägte niederschlagsbedingte Schwankungen auf überdurchschnittlichem Niveau. Der trockene März hat zu einem sehr frühen und damit ungünstigen Zeitpunkt noch im Winterhalbjahr den Neubildungsprozess gestört und den Rückgang der Grundwasserstände und

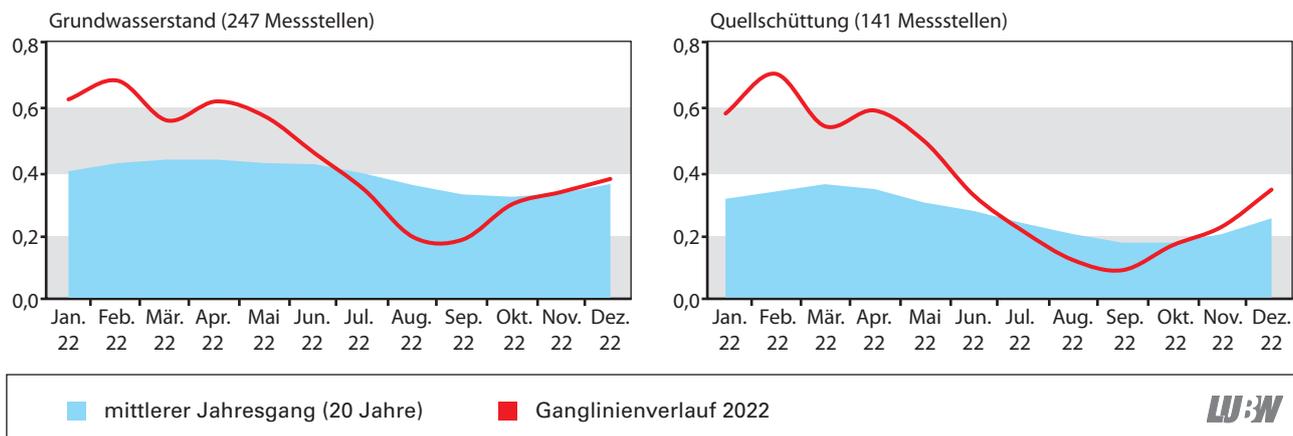


Abbildung 1.9: Mittlerer normierter Jahresverlauf von Quellschüttung und Grundwasserstand im vieljährigen Mittel (2003-2022) und im Jahr 2022 (schematisch) (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank)

Quellschüttungen eingeleitet. Die starken Aprilniederschläge haben wiederum zu einer kurzzeitigen Entspannung zum Ende des hydrologischen Winterhalbjahres geführt. Die Schwankungen in der ersten Jahreshälfte 2022 an den gewässernahen Grundwasserstandsmessstellen und insbesondere an den Quellen waren so ausgeprägt, dass mitunter vieljährige Höchstwerte erreicht wurden.

Der Versickerungsprozess ist innerhalb weniger Wochen nach Beginn des hydrologischen Sommerhalbjahrs erwartungsgemäß ins Stocken geraten. Die Rückgänge im Grundwasser begannen ab Mai. Diese Rückläufe waren im heißen und trockenen Juli 2022 besonders ausgeprägt mit der Konsequenz, dass sich die Grundwasserstände und Quellschüttungen im August auf niedrigem Niveau bewegten. Quellschüttungen erreichten dabei örtlich das extrem niedrige Niveau aus den vorangegangenen Jahren, insbesondere aus dem ausgeprägten Trockenjahr 2018.

Der nasse September hat anschließend in den meisten Landesteilen den Neubildungsprozess frühzeitig angestoßen und dadurch eine willkommene Anstiegsphase bewirkt. Grundwasserstände und Quellschüttungen stiegen im weiteren Jahresverlauf unauffällig aber stetig innerhalb des Normalbereichs an. Die auf Niederschläge ausgepräg-

ter reagierenden Quellschüttungen sprechen grundsätzlich direkter auf innerjährliche Schwankungen an und haben im letzten Quartal besonders stark zugenommen. Die Grundwasserverhältnisse waren zum Jahresende leicht überdurchschnittlich.

Insgesamt entsprechen die durchschnittlichen Grundwasserstände im Jahr 2022 langjährig unterdurchschnittlichen Verhältnissen und liegen auf niedrigerem Niveau als im vorangegangenen Jahr. Die Grundwasservorräte haben auf überdurchschnittlichem Niveau begonnen und entsprechen in der ersten Jahreshälfte meist überdurchschnittlichen Verhältnissen. Nach markanten Rückgängen im Sommer hat sich die Situation nach den starken Spätsommerniederschlägen allmählich im Herbst entspannt. Im jährlichen Landesmittel waren die Grundwasserverhältnisse unterdurchschnittlich. Im südlichen und nördlichen Oberrheingraben sowie im Illertal waren 2022 teils niedrige, in den nordöstlichen Landesteilen hingegen – wie es bereits im Jahr 2021 der Fall gewesen war – mittlere Grundwasserverhältnisse zu verzeichnen (Abbildung 1.10). Die Messstellen zeigten bei den Quellen und den meisten Grundwasserständen einen insgesamt moderaten 20-jährigen Trend mit Zuwachs an Messstellen mit rückläufiger Tendenz.

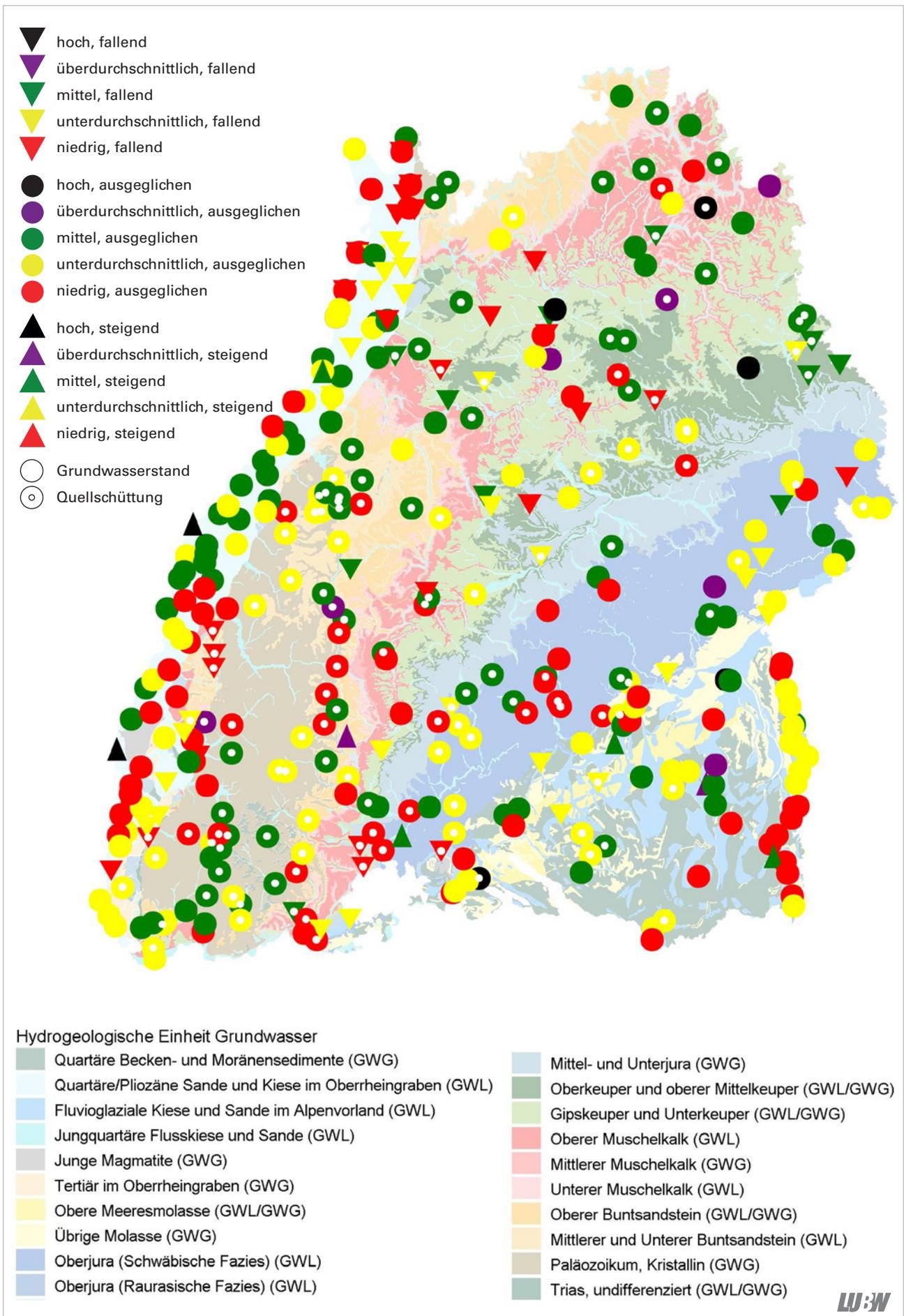


Abbildung 1.10: Zustand und Trendverhalten der Grundwasserverhältnisse 2022 (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank; GWG = Grundwassergeringleiter, GWL = Grundwasserleiter)

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 Wasserversorgungsunternehmen. Für eine Emittenten-bezogene Auswertung der

Messdaten sind die Messstellen des Landesmessnetz Beschaffenheit seit Ende 2020 in ein Teilmessnetz Geogener Hintergrund (davor Basismessnetz) und vier Emittenten-orientierte Teilmessnetze aufgeteilt (Tabelle 2.1). In der LUBW-Publikation „Grundwassermessnetze: Rahmen und Definitionen“ werden die genannten Messnetze beschrieben. Die Messstellen im Landesmessnetz Beschaffenheit werden seit 2022 im Regelfall zweimal im Jahr beprobt und auf Nitrat, Nitrit sowie Ammonium untersucht.

Tabelle 2.1: Entwicklung Landesmessnetz Beschaffenheit zwischen 2021 und 2023

Abkürzung	Bezeichnung	Zielsetzung	Messstellen Anzahl 01/2021*)	Ausgeschieden	Übernommen 01/2023	Messstellen Anzahl 01/2023**)
ALLE	Landesmessnetz Beschaffenheit	landesweiter Überblick	1904	27	10	1.887
GEO	Geogener Hintergrund	anthropogen kaum beeinflusst	223	4		219
EI	Emittenten Industrie	Einflussbereich von Industriestandorten	271	7	1	265
EL	Emittenten Landwirtschaft	Einflussbereich von landwirtschaftlicher Nutzung	906	9	1	898
ES	Emittenten Siedlung	Einflussbereich von Siedlungen	301	5		296
SE	Sonstige Emittenten	weitere bzw. gemischte anthropogene Einflüssen	203	2	8	209

*) Stichtag 1.1.2021 **) Stichtag 31.12.2022 – teilweise innerhalb der Periode 2021/2022 Wechsel innerhalb der Teilmessnetze



Zwischen dem 1.1.2021 und dem 31.12.2022 sind 27 Messstellen aus dem Landesmessnetz Beschaffenheit ausgeschieden. Ist eine Messstelle nicht mehr reparabel, zerstört bzw. defekt, sodass keine sachgerechte Probenahme mehr möglich ist, wird seitens des Messnetzbetriebs Grundwasser der LUBW geprüft, inwieweit eine andere bestehende Messstelle als Ersatz aus der Zuständigkeit der Land- oder Stadtkreise als Untere Wasserbehörde oder ggf. von Dritten in das Landesmessnetz übernommen werden kann. Ist eine ausreichende Abdeckung des Grundwasserkörpers mit bestehenden Messstellen gegeben, kann die Messstelle ersatzlos in die Zuständigkeit der Land- oder Stadtkreise abgegeben werden.

Messnetz-Änderungen haben an Dynamik zugenommen. Die Fortschreibung des Landesmessnetzes macht einen erheblichen Anteil der Aufgaben im Messnetzbetrieb Grundwasser der LUBW aus. Dabei ist anzumerken, dass das gesamte Landesmessnetz Beschaffenheit zum 1.1.2021

umfangreich überarbeitet wurde und nicht nur Messstellen teilweise ausgeschieden bzw. neu hinzugekommen sind, sondern nach Prüfung der Landnutzung im Einzugsgebiet auch zwischen den Teilmessnetzen neu zugeordnet wurden.

In den nachstehenden Kapiteln werden folgende Ergebnisse aus dem gesamten Landesmessnetz Beschaffenheit dargestellt:

- Nitrat von 2022; teilweise wurden auch Messdaten aus dem Kooperationsmessnetz Wasserversorgung ausgewertet.
- Pflanzenschutzmittel (PSM) und Metabolite von 2021

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 Nitratreinträge 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 untergeordneter 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 kaum abgebaut: Bei sauerstoffarmen und sauerstofffreien Bedingungen 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 2022

Nitrat wurde 2022 im gesamten Landesmessnetz Beschaffenheit (knapp 1.900 Messstellen) untersucht. Der Schwellenwert für Grundwasser wurde an 150 (8,1 %) und der Warnwert an 344 (19 %) der Messstellen überschritten (Tabelle 2.2). Der Höchstwert betrug 183 mg/l Nitrat. 90 % der Messstellen lagen unter 47 mg/l Nitrat. Die verschiedenen Teilmessnetze zeigten dabei sehr unterschiedliche Belastungsniveaus (Tabelle 2.2, Abbildung 2.1, Abbildung 4.3): Das Teilmessnetz Geogener Hintergrund, welches aus anthropogen möglichst wenig beeinflussten Messstellen besteht, hatte das niedrigste Belastungsniveau mit einem Mittelwert von 6,2 mg/l und keiner Schwellen- /Warnwertüberschreitung. Das Teilmessnetz Landwirtschaft wies mit einem Mittelwert von 30 mg/l das höchste Belastungsniveau aller Teilmessnetze auf; der Schwellenwert wurde an 14 % der Messstellen überschritten, der Warnwert an 31 %.

Tabelle 2.2: Nitrat 2022 im Landesmessnetz Beschaffenheit sowie seinen Teilmessnetzen

	ALLE	Geogen	Industrie	Landwirtschaft	Siedlung	Sonstige
Anzahl der ausgewerteten Messstellen	1853	214	257	889	288	205
Mittelwert in mg/l	22	6,2	15	30	16	22
Medianwert in mg/l	18	5,4	15	28	15	18
Überschreitungen des Warnwertes (37,5 mg/l) in % der Messstellen	19	0	3,9	31	5,6	20
Überschreitungen des Schwellenwertes (50 mg/l) in % der Messstellen	8,1	0	0,4	14	1,7	7,8

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2023, Median aus allen Messwerten pro Jahr pro Messstelle



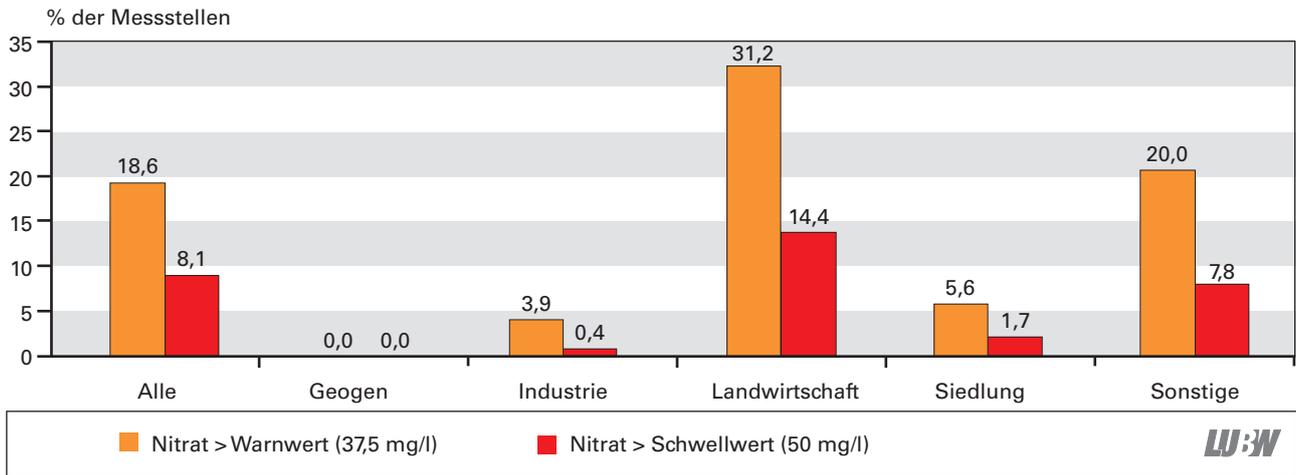


Abbildung 2.1: Prozentualer Anteil der Messstellen mit Überschreitung von Warnwert (37,5 mg/l) und Schwellwert (50 mg/l) für Nitrat im Landesmessnetz Beschaffenheit (ALLE) und den Teilmessnetzen im Jahr 2022 (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2023, Median aus allen Messwerten pro Jahr pro Messstelle)

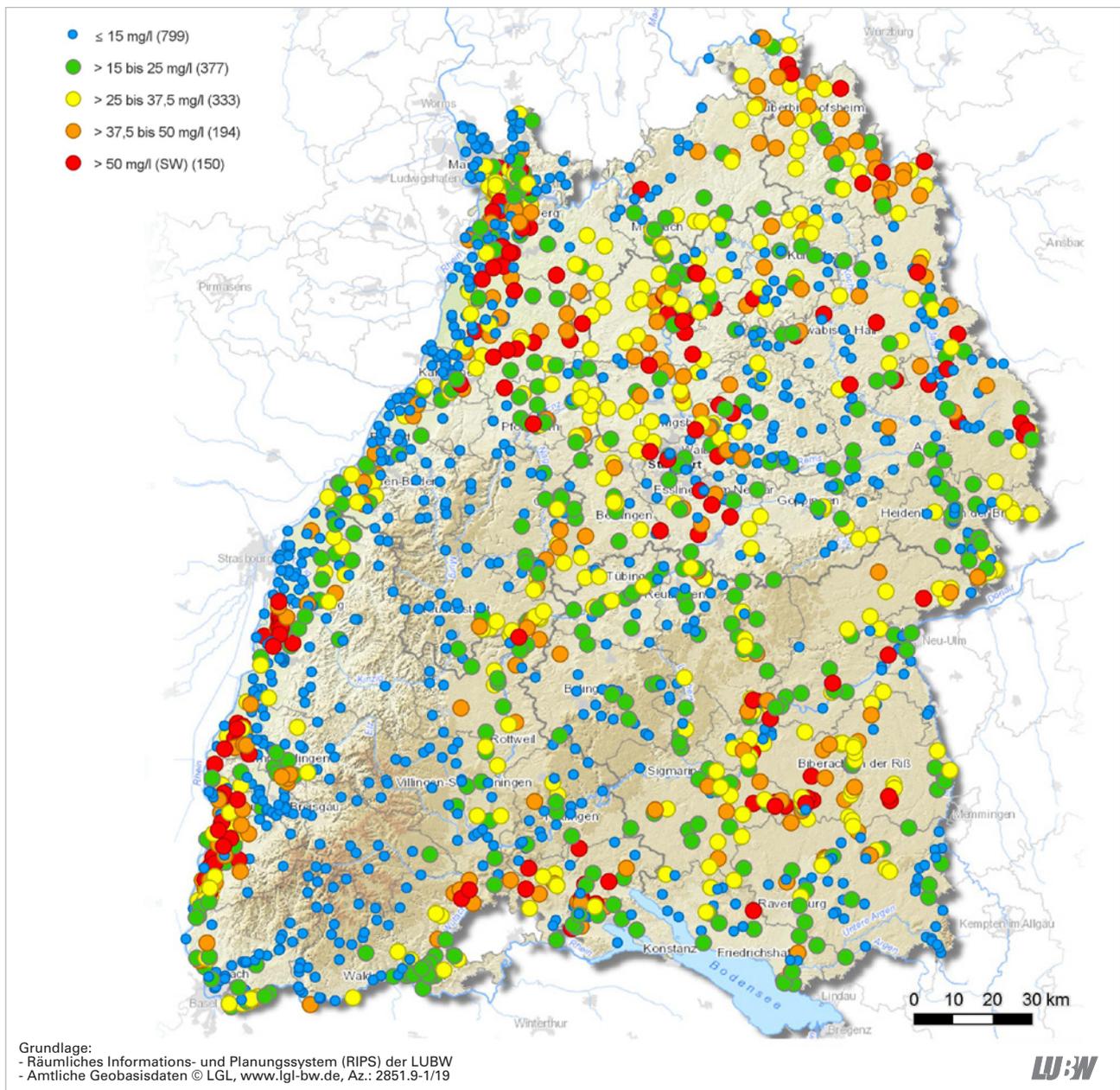


Abbildung 2.2: Nitrat im Landesmessnetz Beschaffenheit 2022; die Zahlen in Klammern geben die Anzahl der Messstellen in der jeweiligen Konzentrationsklasse an (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2023, Median aus allen Messwerten pro Jahr pro Messstelle)

Die großräumige regionale Verteilung der Nitratbelastung war 2022 nahezu unverändert im Vergleich zu den Vorjahren (Abbildung 2.2). 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 Hauptbelastungsregionen 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.

2.1.4 Vergleich von Frühjahrs- und Herbstwerten

2022 wurde erstmals das gesamte Landesmessnetz Beschaffenheit sowohl im Frühjahr als auch im Herbst auf Nitrat untersucht. Aus April/Mai lagen von 1803 Messstellen und aus September von 1626 Messstellen auswertbare Nitratwerte vor. Davon waren 1580 Messstellen konsistent, d.h. von diesen Messstellen gab es sowohl vom Frühjahr als auch vom Herbst belastbare Messwerte für Nitrat. Die vergleichende Betrachtung der Nitrat-Konzentrationsverteilung bei den konsistenten Messstellen (Abbildung 2.3) zeigt, dass die Nitratwerte im Frühjahr leicht höher lagen. Manche Messstellen zeigen regelmäßige jahreszeitliche Schwankungen (Abbildung 2.4). Bei Bedarf werden diese Messstellen viermal im Jahr untersucht.

2.1.5 Zeitliche Entwicklungen

In den letzten 10 Jahren zeigt die Überschreitungshäufigkeit des Schwellenwerts einen nahezu kontinuierlichen Rückgang von 10,2 auf 8,1 % der jeweils untersuchten Messstellen (Abbildung 2.5). Mittelwert und Median verändern sich nicht wesentlich. Bei der Überschreitungshäufigkeit des Warnwertes lassen sich im betrachteten 10-Jahreszeitraum zwei Phasen mit jeweils unterschiedlichen Prozentzahlen unterscheiden: um die 20 % bis 2016 und um die 18 % ab 2017.

Zwischen 1994 und 2022 hat die mittlere Nitratkonzentration der kontinuierlichen untersuchten, d.h. konsistenten Messstellen, im gesamten Landesmessnetz Beschaffenheit um 6,9 mg/l (24 %) abgenommen (Abbildung 2.6.). Im Teil-

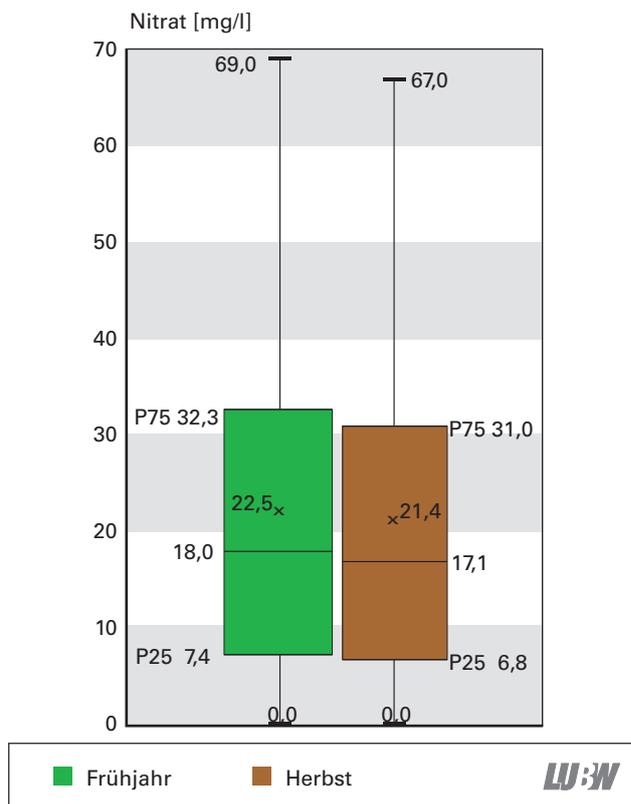


Abbildung 2.3: Nitrat in Frühjahr und Herbst 2022 - Boxplots zur Darstellung der Konzentrationsverteilung (konsistente Messstellen des Landesmessnetz Beschaffenheit). Zur Erläuterung der Boxplot-Darstellung siehe Tabelle 4.7. (P25 = 25. Perzentil, P75 = 75. Perzentil, Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2023)

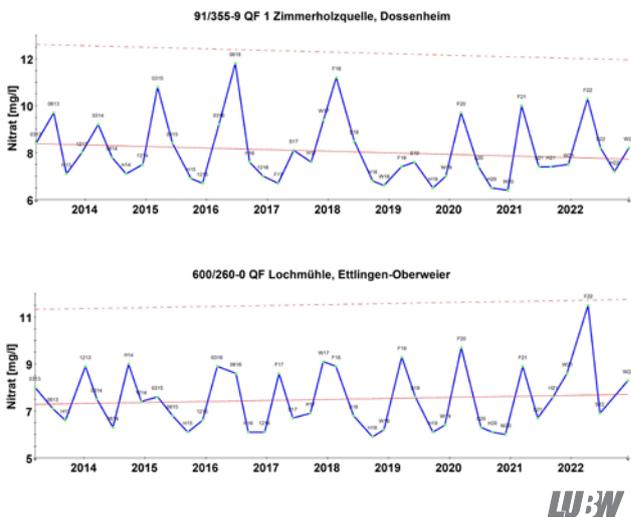


Abbildung 2.4: Nitratganglinie für zwei ausgewählte Messstellen mit jahreszeitlicher Schwankung der Nitrat-Konzentrationen (F=Frühjahr, S=Sommer, H=Herbst, W=Winter oder Angabe als MMJJ) (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2023)

messnetz Geogener Hintergrund ist das Niveau gegenüber dem Beginn der Datenreihe um 1,5 mg/l (20 %) gesunken. Im Teilmessnetz Landwirtschaft ist die durchschnittliche Belastung seit 1994 um 8,1 mg/l (21 %) zurückgegangen. 2022 lagen die Nitrat-Mittelwerte im Vergleich zu 2021 wieder niedriger: Im gesamten Landesmessnetz sowie im

Tabelle 2.3: Statistische Kennzahlen Nitrat im Landesmessnetz Beschaffenheit (ab 2018: Median aus allen Messwerten pro Jahr pro Messstelle; bis 2017: ein Wert (Herbst) pro Jahr pro Messstelle)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Mittelwert (mg/l)	23,6	23,2	22,5	22,8	22,6	22,6	22,3	22,3	23,0	22,4
Median (mg/l)	18,8	18,4	18,0	18,2	18,2	18,5	18,0	18,1	18,9	18,1
Warnwert (%)	20,7	19,9	20,1	20,2	18,4	18,9	17,8	17,8	18,4	18,6
Schwellwert (%)	10,2	10,0	9,7	9,4	9,8	9,0	8,8	8,3	8,4	8,1
Anzahl der Messstellen	1776	1758	1718	1755	1764	1795	1766	1851	1863	1853

Datengrundlage 2022: Grundwasserdatenbank 07/2023; bis 2021: Veröffentlichte Berichte zum Grundwasser-Überwachungsprogramm

LUBW

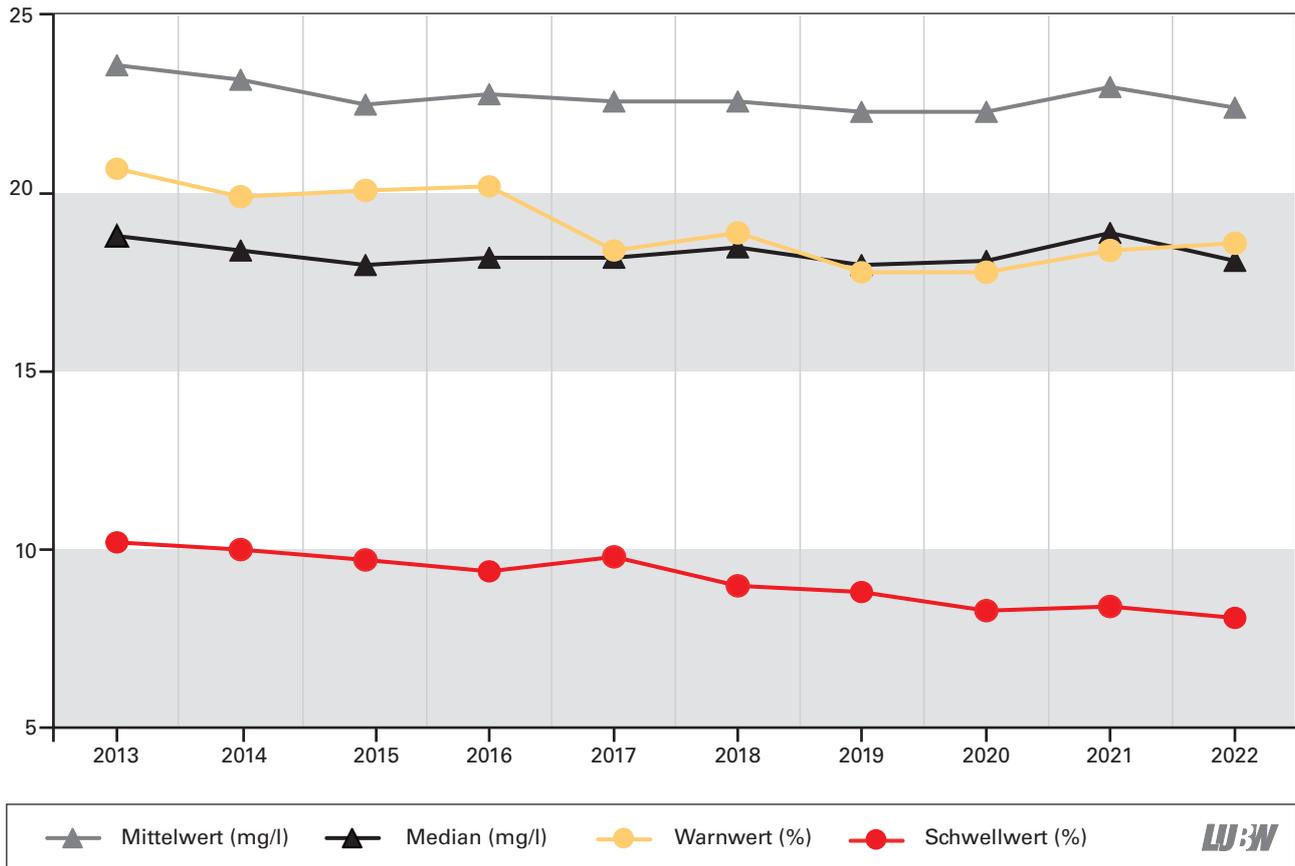


Abbildung 2.5: Statistische Kennzahlen Nitrat im Landesmessnetz Beschaffenheit (ab 2018: Median aus allen Messwerten pro Jahr pro Messstelle; bis 2017: ein Wert (Herbst) pro Jahr pro Messstelle; Datengrundlage 2022: Grundwasserdatenbank 07/2023; bis 2021: Veröffentlichte Berichte zum Grundwasser-Überwachungsprogramm)

Teilmessnetz Landwirtschaft waren die Nitrat-Mittelwerte allerdings 2022 noch leicht höher als in 2020. Im Teilmessnetz Geogener Hintergrund liegen die Nitrat-Mittelwerte seit 2014 bei $6,0 \pm 0,1$ mg/l.

Der zwischenzeitliche Anstieg in 2021 kann auf den schon seit vielen Jahren beobachteten Zusammenhang der Nitratgehalte mit Niederschlagsmenge und Witterungsverlauf zurückgeführt werden. 2018 und 2020 waren die mittleren Jahresniederschläge in Baden-Württemberg besonders niedrig, während 2021 das erste Jahr seit 2013 mit durchschnittlichen Jahresniederschlägen war. 2022 lagen die

mittleren Jahresniederschläge wiederum bei 86 % des langjährigen Mittels (Abbildung 1.2). Zwischenzeitliche Anstiege wurden v.a. 1999 sowie 2013 beobachtet. Diesen gingen in der Regel relativ trockene Jahre (1997, 2011) voraus. In trockenen Jahren mit wenig Sickerwasserbildung und niedrigen Grundwasserständen wird vergleichsweise mehr Stickstoff im Boden gespeichert. In darauffolgenden Jahren mit normalen oder erhöhten Niederschlagsmengen mit mehr Sickerwasserbildung wird das im Boden gespeicherte Nitrat in das Grundwasser gelöst. Durch steigende Grundwasserspiegel wird außerdem Nitrat aus der in den trockenen Jahren ungesättigten Aquiferzone rückgelöst.

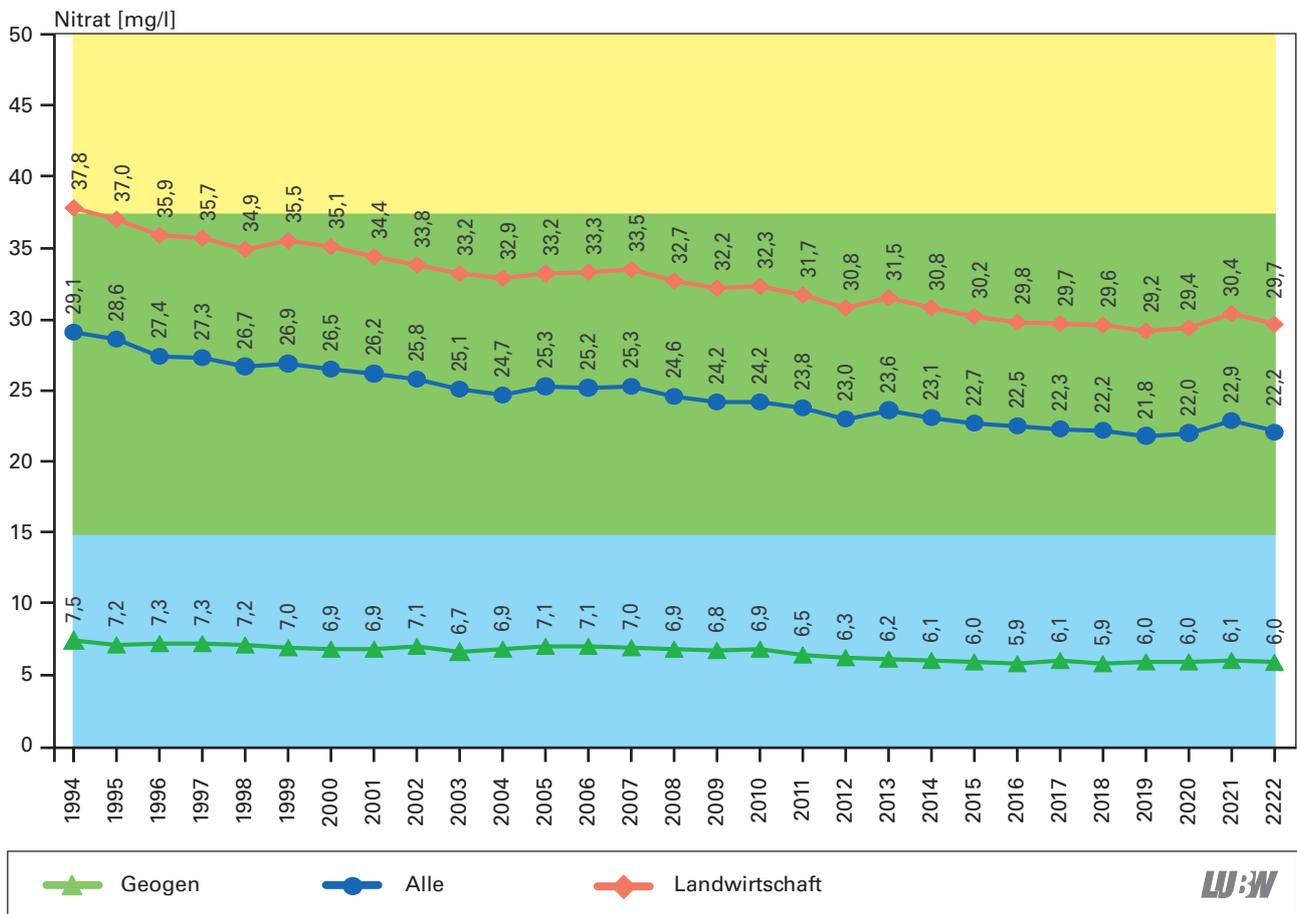


Abbildung 2.6: Nitratmittelwerte pro Jahr bei konsistenten Messstellen (zwei Datenlücken von je bis zu zwei Jahren Dauer zugelassen) des Landesmessnetz Beschaffenheit (ALLE, 1.457 Messstellen) sowie der Teilmessnetze Landwirtschaft (713 Messstellen) und Geogener Hintergrund (182 Messstellen). Die unterschiedlichen Belastungsniveaus werden durch die Hintergrundfarben veranschaulicht. Hellblau ist die Konzentrationsklasse < 15 mg/l dargestellt, die vor allem durch die geogene Hintergrundbeschaffenheit bzw. geringfügige anthropogene Beeinflussungen gekennzeichnet ist. Der grüne bzw. der gelbe Bereich entspricht geringen bis mittleren bzw. starken Nitratbelastungen. Die Grenze zwischen dem grünen und gelben Bereich bildet der Warnwert von 37,5 mg/l. (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2023, Median aus allen Messwerten pro Jahr pro Messstelle)

In 2021 wurde das gesamte Landesmessnetz im Frühjahr beprobt und rund 1.000 Messstellen im Herbst. In den Vorjahren wurde hingegen der Großteil der Messstellen im Herbst und ein kleinerer Anteil im Frühjahr auf Nitrat untersucht. 2022 wurden die meisten Messstellen sowohl im Frühjahr als auch im Herbst auf Nitrat untersucht.

2.1.6 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 oder deren Abbauprodukten ≥ 0,1 µg/l liegt. Stand 01.01.2023 gibt es kein PSM-Sanierungsgebiet.

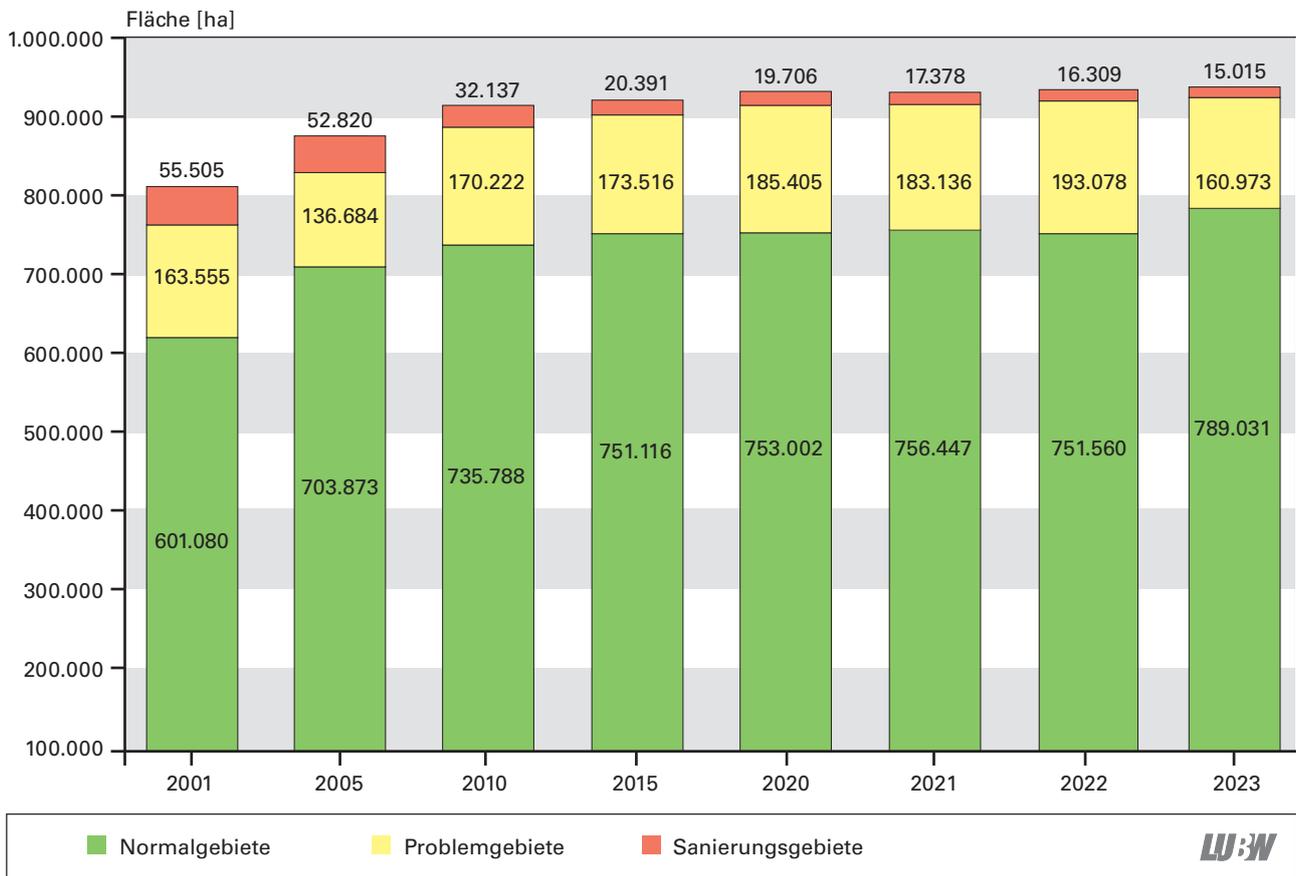


Abbildung 2.7: Flächenentwicklung der Normal-, Problem- und Sanierungsgebiete gemäß SchALVO einschließlich Teileinzugsgebiete (Datengrundlage 2023: Grundwasserdatenbank 02/2023; bis 2022: Veröffentlichte Berichte zum Grundwasser-Überwachungsprogramm)

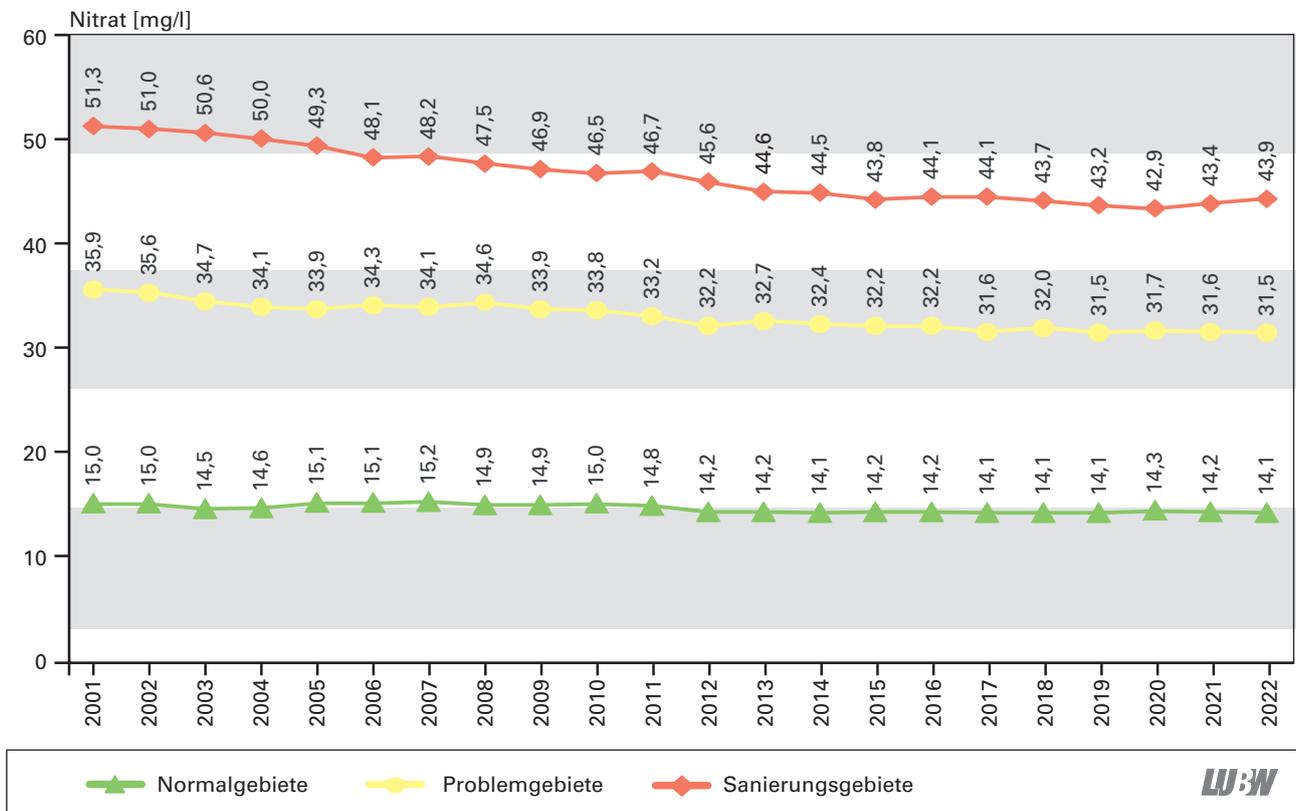


Abbildung 2.8: Nitratmittelwerte pro Jahr für konsistente Messstellen (zwei Datenlücken von je bis zu zwei Jahren Dauer zugelassen, Landesmessnetz Beschaffenheit und Kooperationsmessnetz Wasserversorgung) und konsistente Wasserschutzgebiete gemäß SchALVO-Einstufung von 2001; Sanierungsgebiete: 99 Messstellen in 70 Wasserschutzgebieten, Problemgebiete: 166 Messstellen in 123 Wasserschutzgebieten, Normalgebiete: 467 Messstellen in 392 Wasserschutzgebieten (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2023)

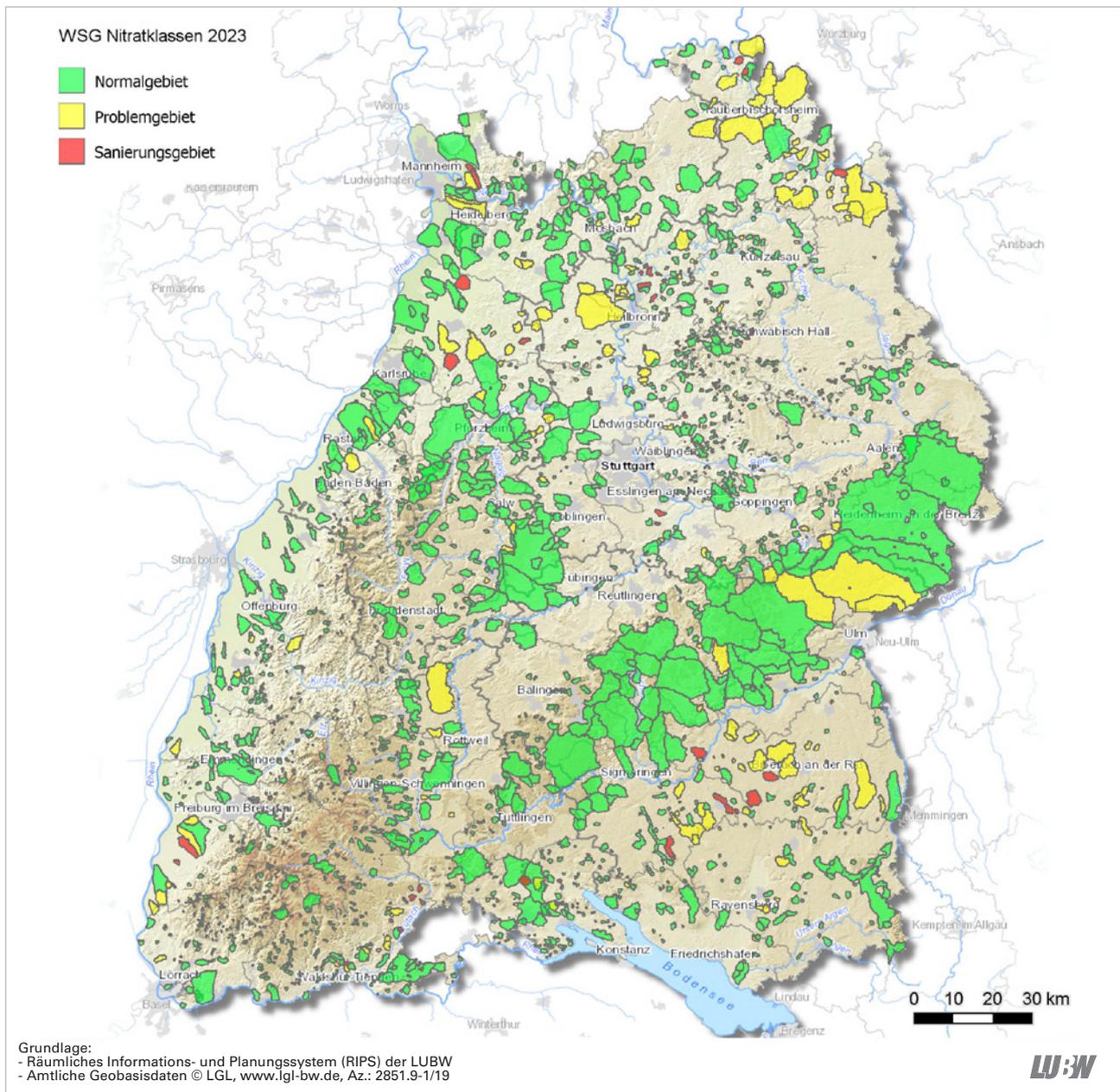


Abbildung 2.9: SchALVO-Einstufung 2023 der Wasserschutzgebiete (WSG) in drei Nitratklassen (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 02/2023)

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.

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 2023 um knapp 145.000 ha auf rund 965.000 ha zugenommen (Abbildung 2.7). Dies entspricht

rund 27 % der Landesfläche. Zum Stichtag 01.01.2023 sind rund 82 % der WSG-Flächen als Normalgebiet eingestuft, etwa 17 % als Problemgebiet und rund 1,6 % als Sanierungsgebiet. Seit 2001 haben sowohl die absoluten Flächen als auch der prozentuale Anteil der Sanierungsgebiete an der gesamten WSG-Fläche deutlich abgenommen.

In den Sanierungsgebieten sind die mittleren Nitrat-Konzentrationen seit 2001 um insgesamt 7,4 mg/l (14 %) zurückgegangen (Abbildung 2.8, WSG gemäß SchALVO-Ersteinstufung von 2001). Seit 2015 liegen sie auf einem Niveau von $43,5 \pm 0,6$ mg/l. In den Problemgebieten sind die Nitrat-Konzentrationen seit 2001 um 4,4 mg/l (12 %) gesunken. Hier stagnieren sie seit 2012 auf einem Niveau von $32 \pm 0,7$ mg/l.

In den Normalgebieten sanken die mittleren Nitratwerte seit 2001 um 0,9 mg/l (6 %). Für diese Auswertung wurden neben den Nitratdaten aus dem Landesmessnetz Beschaffenheit auch Nitratdaten der Wasserversorger (Kooperationsmessnetz WVU) verwendet. Für das Jahr 2022 wurden der LUBW bis zum 19.07.2023 durch die Grundwasserdatenbank Wasserversorgung (GWD-WV) insgesamt 4.153 Nitratwerte von 2.155 Messstellen übermittelt.

2.2 Pflanzenschutzmittel

2.2.1 Hintergrund

Stand Dezember 2021 waren in der Bundesrepublik Deutschland 281 PSM-Wirkstoffe in gut 1.800 Handelsprodukten auf dem Markt. Im Jahr 2021 betrug der Inlandsabsatz gut 29.000 Tonnen Wirkstoffe; mit 56 % machten Herbizide dabei den mengenmäßig größten Anteil aus, gefolgt von Fungiziden mit 33 %. Die meisten PSM werden in der Landwirtschaft eingesetzt. Nur 1,6 % der abgesetzten Wirkstoffmenge geht 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 wurde gebildet aus allen gemessenen Wirkstoffen / relevanten Metaboliten, wobei Werte kleiner der Bestimmungsgrenze gleich Null gesetzt wurden. Nicht relevante Metabolite wurden anhand ihrer gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW, 1 bzw. 3 µg/l) bewertet (Tabelle 2.7).

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. Bislang nicht untersuchte Stoffe wurden dabei zunächst pilotmäßig an risikobasiert ausgewählten Mess-

stellen und je nach Befundlage anschließend im gesamten Landesmessnetz Beschaffenheit untersucht. Durch dieses Monitoring steht für viele PSM eine große und statistisch verlässliche Datenbasis zur Verfügung. Aufgrund der Vielzahl an in der Vergangenheit zugelassenen Wirkstoffen kann allerdings nur ein Teil des Substanzspektrums durch das Grundwassermonitoring der LUBW überwacht werden. Die PSM-Messdaten aus Baden-Württemberg fließen auch in die bundesweiten PSM-Berichte der LAWA (Bund-/ Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) ein. Die Daten 2013-2016 wurden in 2019 veröffentlicht: [https://www.lawa.de/documents/lawa-](https://www.lawa.de/documents/lawa-bericht-zur-gw-beschaffenheit--psm_2_1558355266.pdf)

[bericht-zur-gw-beschaffenheit--psm_2_1558355266.pdf](https://www.lawa.de/documents/lawa-bericht-zur-gw-beschaffenheit--psm_2_1558355266.pdf). Aktuell wird die entsprechende bundesweite Veröffentlichung der Daten 2017-2021 vorbereitet.

2.2.4 Ergebnisse und Bewertung 2021

Wirkstoffe und relevante Metabolite

2021 wurden 17 Wirkstoffe und drei relevante Metabolite (siehe Tabelle 2.4 für eine Liste der analysierten Einzelstoffe) im gesamten Landesmessnetz Beschaffenheit (knapp 1.900 Messstellen) untersucht. Der am häufigsten nachgewiesene Wirkstoff war das bereits seit 1990 nicht mehr zu-

Tabelle 2.4: Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe und relevante Metabolite 2021 im Landesmessnetz Beschaffenheit (BG = Bestimmungsgrenze, WW = Warnwert, SW = Schwellenwert, P90 = 90. Perzentil, MCPA = 4-Chlor-2-methylphenoxyessigsäure)

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	0,02	0,08	0,1	1865	52	2,8	6	0,3	5	0,3	<0,05	0,23
Bentazon	1972-2018	0,05	0,08	0,1	1861	24	1,3	7	0,4	7	0,4	<0,05	2,1
Bromacil	1971-1990	0,05	0,08	0,1	1862	17	0,9	8	0,4	6	0,3	<0,05	0,89
Chlortoluron	seit 1971 zugelassen	0,05	0,08	0,1	1861	0	0	0	0	0	0	0	-
Diuron	1971-2007	0,05	0,08	0,1	1865	6	0,3	0	0	0	0	<0,05	0,06
Flusilazol	1988-2013	0,05	0,08	0,1	1863	1	0,1	1	0,1	0	0	<0,05	0,1
Hexazinon	1976-1991	0,05	0,08	0,1	1862	14	0,8	6	0,3	6	0,3	<0,05	0,43
Isoproturon	1975-2016	0,05	0,08	0,1	1863	1	0,1	0	0	0	0	<0,05	0,07
MCPA	seit 1971 zugelassen	0,05	0,08	0,1	1861	0	0	0	0	0	0	0	-
Mecoprop (MCP)	seit 1971/1978** zugelassen	0,05	0,08	0,1	1864	3	0,2	1	0,1	1	0,1	<0,05	0,18
Metalaxyl	seit 1979 zugelassen	0,05	0,08	0,1	1865	0	0	0	0	0	0	0	-
Metazachlor	seit 1981 zugelassen	0,05	0,08	0,1	1864	1	0,1	0	0	0	0	<0,05	0,05
Metolachlor	seit 1976/2001** zugelassen	0,05	0,08	0,1	1865	5	0,3	2	0,1	2	0,1	<0,05	0,22
Nicosulfuron	seit 1988 zugelassen	0,05	0,08	0,1	1848	0	0	0	0	0	0	0	-
Propazin	1971-1985	0,05	0,08	0,1	1862	2	0,1	1	0,1	0	0	<0,05	0,09
Simazin	1971-1998	0,02	0,08	0,1	1865	13	0,7	1	0,1	1	0,1	<0,05	0,11
Terbuthylazin	seit 1971 zugelassen	0,02	0,08	0,1	1860	4	0,2	4	0,2	3	0,2	<0,05	0,22
relevanter Metabolit von													
Desethylatrazin	Atrazin	0,02	0,08	0,1	1864	141	7,6	15	0,8	5	0,3	<0,05	0,38
Desethylterbuthylazin	Terbuthylazin	0,02	0,08	0,1	1861	4	0,2	2	0,1	0	0	<0,05	0,1
Desisopropylatrazin	Atrazin/Simazin	0,02	0,08	0,1	1865	26	1,4	3	0,2	2	0,1	<0,05	0,12
Summe Wirkstoffe und relevante Metabolite		-	0,38	0,5	1865	217	12	8	0,4	6	0,3	0,02	2,3

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2023

*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

**verschiedene Isomere zusammengefasst

LU:W

gelassene Atrazin, welches an 52 (2,8 %) der Messstellen nachgewiesen wurde (Abbildung 2.10). An 141 (7,6 %) der Messstellen wurde außerdem sein relevanter Metabolit Desethylatrazin gefunden. An mehr als 1 % der Messstellen wurden der Wirkstoff Bentazon und der relevante Metabolit Desisopropylatrazin nachgewiesen.

Die Wirkstoffe Chlortoluron, MCPA (4-Chlor-2-methylphenoxyessigsäure), Metalaxyl und Nicosulfuron wurden an keiner Messstelle gefunden. Die Nachweisquoten lagen 2021 für einige Substanzen niedriger als bei der letzten landesweiten Untersuchung auf PSM in 2017-2019. Dies liegt zu einem Teil daran, dass 2021 mehr Analysen mit einer höheren Bestimmungsgrenze gemessen wurden als in den Jahren 2017-2019.

Die höchste Konzentration wurde mit 2,1 µg/l für Bentazon, dessen Zulassung in 2018 endete, gemessen. Gefolgt von Bromacil mit 0,89 µg/l und Hexazinon mit 0,43 µg/l.

Für die meisten Stoffe lag die gemessene Maximalkonzentration unter 0,25 µg/l. Für alle Stoffe lagen mehr als 90 % der Messwerte unter der Mindestbestimmungsgrenze von 0,05 µg/l.

An 31 (1,7 %) Messstellen wurde der Schwellenwert für Grundwasser von mindestens einem Wirkstoff / relevanten Metabolit überschritten. Insgesamt verursachten zehn verschiedene Wirkstoffe / relevante Metabolite Schwellenwert-Überschreitungen. Bentazon, Bromacil und Hexazinon verursachten Schwellenwert-Überschreitungen an mehr als fünf Messstellen. An sechs Messstellen wurde zudem auch der Schwellenwert für die Summe PSM überschritten (Tabelle 2.5). An den meisten Messstellen wurden diese Überschreitungen in erster Linie durch Bromacil verursacht und auf die Ausbringung von PSM auf Gleisanlagen zurückgeführt. Landwirtschaftliche Nutzung wurden an diesen höchstbelasteten Messstellen nicht als Ursache der PSM-Belastung identifiziert.

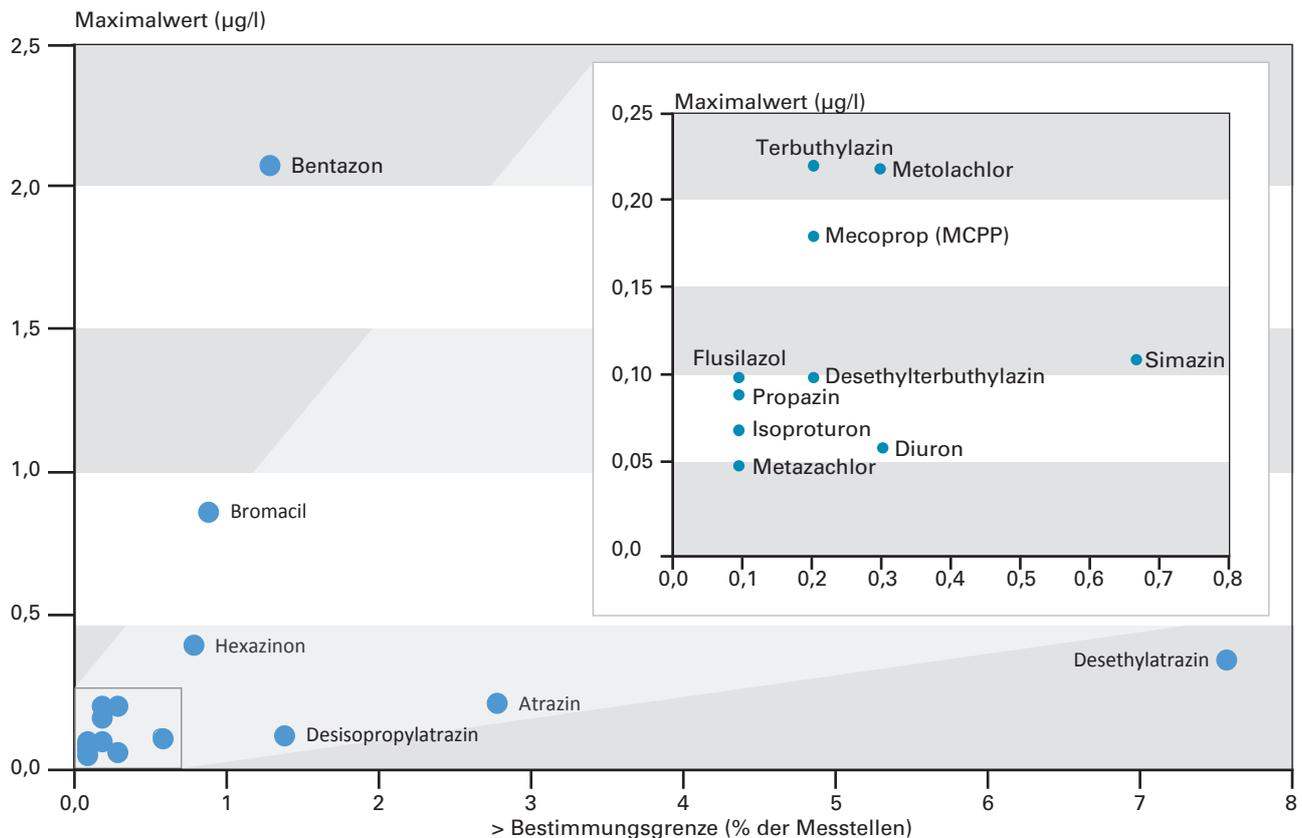


Abbildung 2.10: Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe und relevante Metabolite 2021 im Landesmessnetz Beschaffenheit – Maximalwert über Nachweisquote je Einzelsubstanz (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2023)

Tabelle 2.5: Messstellen mit Summe Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe und relevante Metabolite > 0,5 µg/l 2021 im Landesmessnetz Beschaffenheit

Messstelle	Mögliche Ursache für die gemessene Grundwasser-Belastung	Summe	Atrazin	Bentazon	Bromacil	Diuron	Hexazinon	Isoproturon	Mecoprop (MCPP)	Terbutylazin	Desethylatrazin	Desethylterbutylazin	Desisopropylatrazin
110/308-6	Messstelle liegt auf Kläranlage	2,33	0	2,08	0	0	0	0,07	0,18	0	0	0	0
12/361-6	PSM-Ausbringung auf Gleisanlagen	1,05	0,06	0	0,4	0,05	0,06	0	0	0	0,38	0	0,1
306/511-4	PSM-Ausbringung auf Gleisanlagen	0,97	0	0	0,89	0	0	0	0	0	0,08	0	0
214/422-4	PSM-Ausbringung auf Gleisanlagen	0,82	0,15	0	0,2	0	0,11	0	0	0	0,3	0	0,06
20/422-4	Kühlwasser-Leckage	0,55	0,05	0	0,05	0	0,05	0	0	0,22	0,09	0,09	0
50/355-2	PSM-Ausbringung auf Gleisanlagen	0,53	0	0	0,47	0,06	0	0	0	0	0	0	0

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2023



Nicht relevante Metabolite

2021 wurden elf nicht relevante Metabolite (siehe Tabelle 2.7 für eine Liste der analysierten Einzelstoffe) im gesamten Landesmessnetz Beschaffenheit (knapp 1.900 Messstellen) untersucht. Nicht relevante Metabolite werden deutlich häufiger nachgewiesen als die zugehörigen Wirkstoffe. Desphenylchloridazon wurde sowohl an den meisten Messstellen (829, 45 %) als auch in der höchsten Konzentration (10 µg/l) gefunden (Abbildung 2.11). Den zweithöchsten Maximalwert wies der Metabolit NOA 413173 mit 9 µg/l auf. Auch N,N-Dimethylsulfamid (DMS) und Methyl-desphenylchloridazon wurden an mehr als einem Viertel der untersuchten Messstellen mit Maximalkonzentrationen um

die 7 µg/l detektiert. Alle untersuchten nicht relevanten Metabolite wurden an mindestens 16 (0,9 %) Messstellen nachgewiesen. Für gut die Hälfte der Substanzen lagen mindestens 90 % der Messwerte unter der Bestimmungsgrenze von 0,05 µg/l.

Desphenylchloridazon und DMS zeigten eine erhöhte Anzahl an Überschreitungen des gesundheitlichen Orientierungswert: an 24 (1,3 %) bzw. 33 (1,8 %) der untersuchten Messstellen. An vier Messstellen lag die Summe nicht relevanter Metabolite > 10 µg/l (Tabelle 2.6), was auf landwirtschaftliche Nutzung zurückgeführt werden kann.

Tabelle 2.6: Messstellen mit Summe nicht relevanter Metabolite > 10 µg/l 2021 im Landesmessnetz Beschaffenheit

Messstelle	Mögliche Ursache für die gemessene Grundwasser-Belastung	Summe	Desphenylchloridazon	DMS	BH 479-4	BH 479-8	CGA 369873	CGA 51202/CGA 351916	NOA 413173	Methyl-desphenylchloridazon	CGA 380168/CGA 354743
72/507-8	11 % Landwirtschaft im Einzugsgebiet Messstelle liegt in Ackerfläche	17	9,1	0	0,10	0,14	0,22	0	0	7,2	0
1094/304-2	43 % Landwirtschaft im Einzugsgebiet Messstelle liegt in Ackerfläche	14	10	0,23	0	0	0	0	0	3,8	0
131/254-7	85 % Landwirtschaft im Einzugsgebiet	13	2,1	0	0,06	0,06	0	0,36	9	0,25	1,6
34/458-8	95 % Landwirtschaft im Einzugsgebiet	12	10	0	0	0	0	0	0	2,4	0

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2023



Tabelle 2.7: Nicht relevante Metabolite 2021 im Landesmessnetz Beschaffenheit (BG = Bestimmungsgrenze, GOW = Gesundheitlicher Orientierungswert, P90 = 90. Perzentil)

Substanz	Metabolit von	BG µg/l	GOW µg/l	ausgewertete Messstellen	≥ BG		> GOW		P90 µg/l	Max µg/l
					Anzahl	%	Anzahl	%		
2,6-Dichlorbenzamid	Fluopicolide/ Dichlorbenil	0,05	3	1865	34	1,8	0	0	<0,05	0,48
Desphenylchloridazon (Metabolit B)	Chloridazon	0,05	3	1862	829	45	24	1,3	0,54	10
DMS (N,N-Dimethylsulfamid)	Tolyfluamid	0,05	1	1856	522	28	33	1,8	0,17	6,8
Metabolit BH 479-4 (Metazachlor-Oxalsäure)	Metazachlor	0,05	3	1844	80	4,3	0	0	<0,05	1,6
Metabolit BH 479-8 (Metazachlor-Sulfonsäure)	Metazachlor	0,05	3	1859	179	9,6	0	0	<0,05	2,3
Metabolit CGA 354742 (Dimethachlor-Sulfonsäure)	Dimethachlor	0,05	3	1848	16	0,9	0	0	<0,05	0,14
Metabolit CGA 369873	Dimethachlor	0,05	1	1850	321	17	0	0	0,09	0,95
Metabolit CGA 51202/CGA 351916 (Metolachlorsäure)	Metolachlor	0,05	3	1861	58	3,1	0	0	<0,05	1,0
Metabolit NOA 413173	Metolachlor	0,05	3	1857	181	9,7	1	0,1	<0,05	9,0
Methyldesphenylchloridazon (Metabolit B1)	Chloridazon	0,05	3	1863	479	26	2	0,1	0,15	7,2
Metabolit CGA 380168/CGA 354743 (Metolachlor-Sulfonsäure)	Metolachlor	0,05	3	1858	244	13	1	0,1	0,08	3,4

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2023

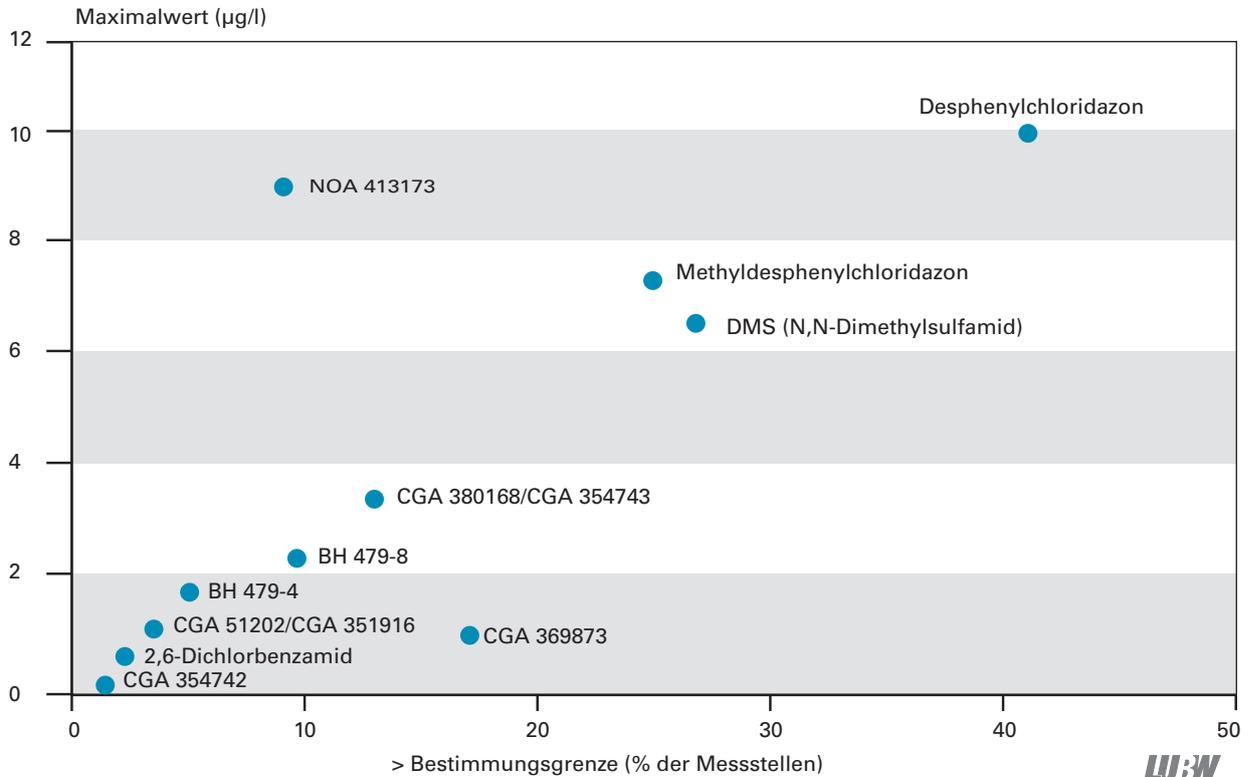


Abbildung 2.11: Nicht relevante Metabolite 2021 im Landesmessnetz Beschaffenheit – Maximalwert über Nachweisquote je Einzelsubstanz (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2023)

Räumliche Verteilung und Zeitliche Entwicklung

Die Messstellen mit Schwellenwert-Überschreitung durch die Hauptbelastungsstoffe Atrazin und seinen Metabolit Desethylatrazin sowie Bentazon, Bromacil und Hexazinon liegen über das ganze Land verteilt (Abbildung 2.12). 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. Dementsprechend befinden sich viele Messstellen mit Schwellenwert-Überschreitungen durch diese seit Anfang der 90er Jahre verbotenen Wirkstoffe in der Nähe von Bahngleisen.

Aufgrund zahlreicher Bentazon-Befunde in den letzten Jahren wurde die Zulassung nicht erneuert. Nach einer Abverkaufsfrist bis zum 31.07.2018 endete am 31.07.2019 auch die Aufbrauchfrist. Seitdem dürfen demnach keine Bentazon-haltigen PSM mehr ausgebracht werden. Nichtsdestotrotz lag das Herbizid Bentazon 2021 nach wie vor an sieben Messstellen über dem Schwellenwert (Abbildung 2.12). Zwei dieser Messstellen liegen auf Kläranlagen – ansonsten überwiegt in den jeweiligen Einzugsgebieten meist landwirtschaftliche Landnutzung.

Bei den Messstellen mit Überschreitungen der gesundheitlichen Orientierungswerte durch Desphenylchloridazon und N,N-Dimethylsulfamid fallen einige Cluster auf (Abbildung 2.12): Desphenylchloridazon-Überschreitungen treten nur im nordwestlichen Bereich von Baden-Württemberg auf. Bis auf zwei Messstellen liegen diese alle in Landkreisen mit mindestens 3 % Zuckerrübenanbau (Gesamtanbaufläche in % der Ackerfläche 2010, https://www.lwl-web.de/app/ds/lwl/a3/Online_Kartendienst_extern/Karten/66818/index.html). Bei Chloridazon wurde zur Verringerung der Einträge im Frühjahr 2007 zunächst eine freiwillige Vereinbarung mit den Herstellern abgeschlossen. Inzwischen ist Chloridazon nicht mehr zugelassen: Nach der Abverkaufsfrist bis zum 30.06.2019 endete am 30.06.2020 auch die Aufbrauchfrist.

Im Landkreis Offenburg mit der zweithöchsten Baumobst-Anbaufläche Baden-Württembergs (2010, https://www.lwl-web.de/app/ds/lwl/a3/Online_Kartendienst_extern/Karten/92163/index.html) liegt die höchste Anzahl von Messstellen mit Überschreitung des gesundheitlichen Orientierungswertes durch N,N-Dimethylsulfamid. Darüber hinaus sind N,N-Dimethylsulfamid-Überschreitungen vor allem in der Vorbergzone der Oberrheinebene und dem mittleren Neckarraum sowie am Bodensee zu finden, wo Weinbau, Obstbau und Gemüseanbau in größerem Umfang betrieben werden. Die Zulassung von Tolyfluanid-haltigen Mitteln wurde bereits Ende 2008 widerrufen, so dass es seitdem keine Eintragsquelle für N,N-Dimethylsulfamid mehr geben darf.

Landwirtschaftliche Aktivitäten sind die Haupteintragsquelle für PSM in das Grundwasser. Im Teilmessnetz Landwirtschaft liegen die Konzentrationen insgesamt deutlich höher als in den anderen Teilmessnetzen (Abbildung 2.13). Das 75. Perzentil liegt z.B. im Teilmessnetz Landwirtschaft bei 1,1 µg/l, während es in den Teilmessnetzen Industrie bzw. Siedlung 0,25 bzw. 0,22 µg/l beträgt.

Insgesamt ist die Belastung mit PSM in Baden-Württemberg seit den 90er Jahren deutlich zurückgegangen (Abbildung 2.14). Auch bei den nicht relevanten Metaboliten zeigt die Grundwasser-Belastung rückläufige Tendenzen. Dies ist in erster Linie auf den Rückgang der nicht mehr zugelassenen Wirkstoffe zurückzuführen. Das Verbot problematischer Wirkstoffe, d. h. das Beseitigen der Eintragsmöglichkeit, 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 die Langlebigkeit problematischer PSM im Grundwasser. Es ist davon auszugehen, dass sich auch die aktuellen Maßnahmen zur Verringerung des PSM-Eintrags wie die Verbote von Bentazon und Chloridazon in den letzten Jahren aufgrund der mittleren Verweilzeiten in Boden und Grundwasser erst nach Jahren positiv auswirken werden.

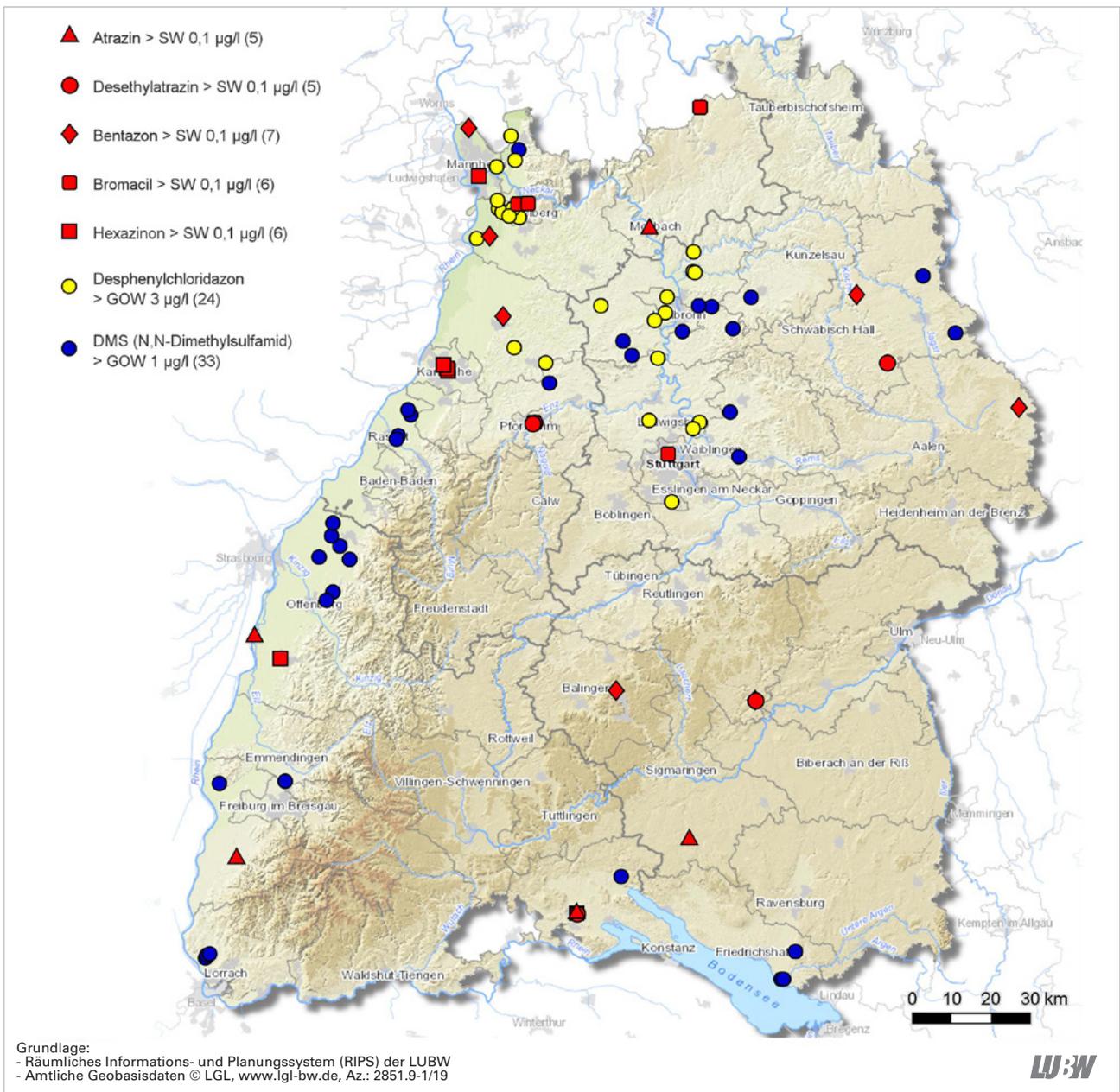


Abbildung 2.12: Pflanzenschutzmittel 2021 im Landesmessnetz Beschaffenheit - Überschreitungen von Schwellenwerten (SW) durch ausgewählte Wirkstoffe / relevante Metabolite und von gesundheitlichen Orientierungswerten (GOW) durch ausgewählte nicht relevante Metabolite; die Zahlen in Klammern geben die Anzahl der Messstellen mit Wert-Überschreitung an; an einigen Messstellen liegen Überschreitungen mehrerer Einzelstoffe vor (übereinanderliegende Symbole) (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2023)

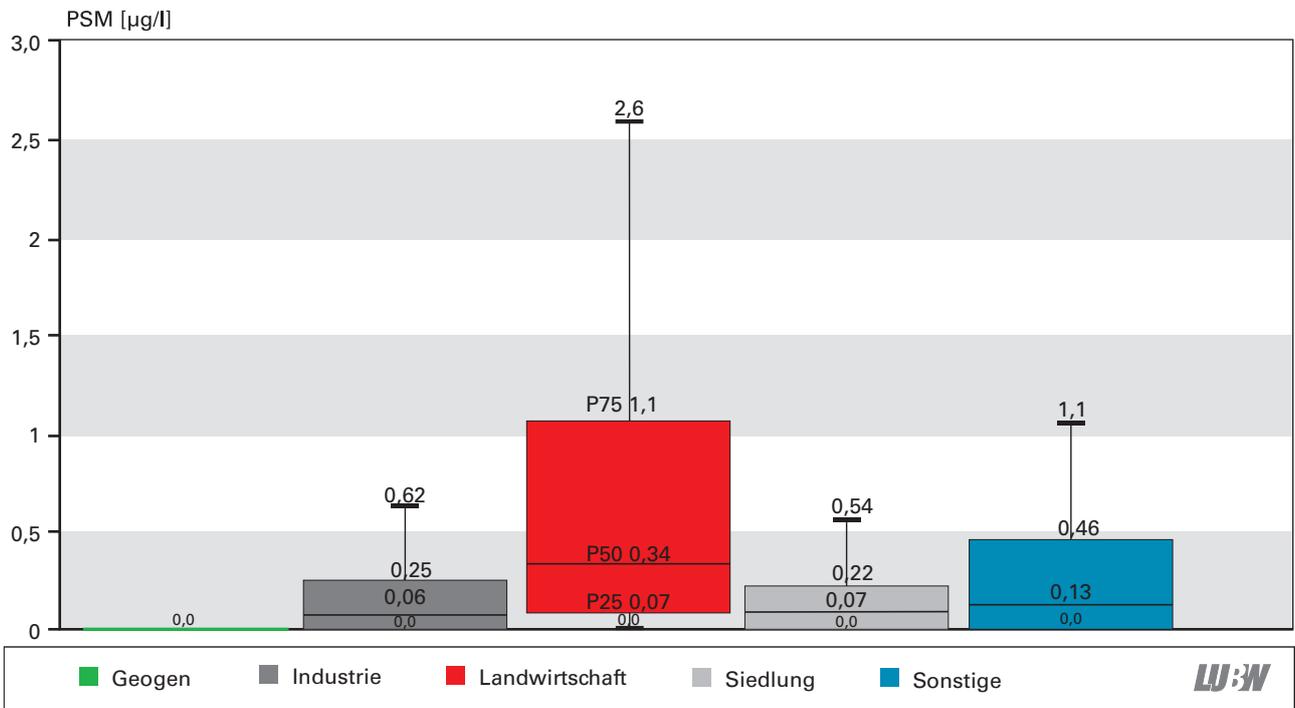


Abbildung 2.13: Pflanzenschutzmittel (PSM) 2021 in den fünf Teilmessnetzen des Landesmessnetz Beschaffenheit - Boxplots zur Darstellung der Konzentrationsverteilung (hier die Summe aus Wirkstoffen, relevanten Metaboliten und nicht relevanten Metaboliten). Zur Erläuterung der Boxplot-Darstellung siehe Tabelle 4.7. (P25 = 25. Perzentil, P50 = 50. Perzentil, P75 = 75. Perzentil, Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2023)

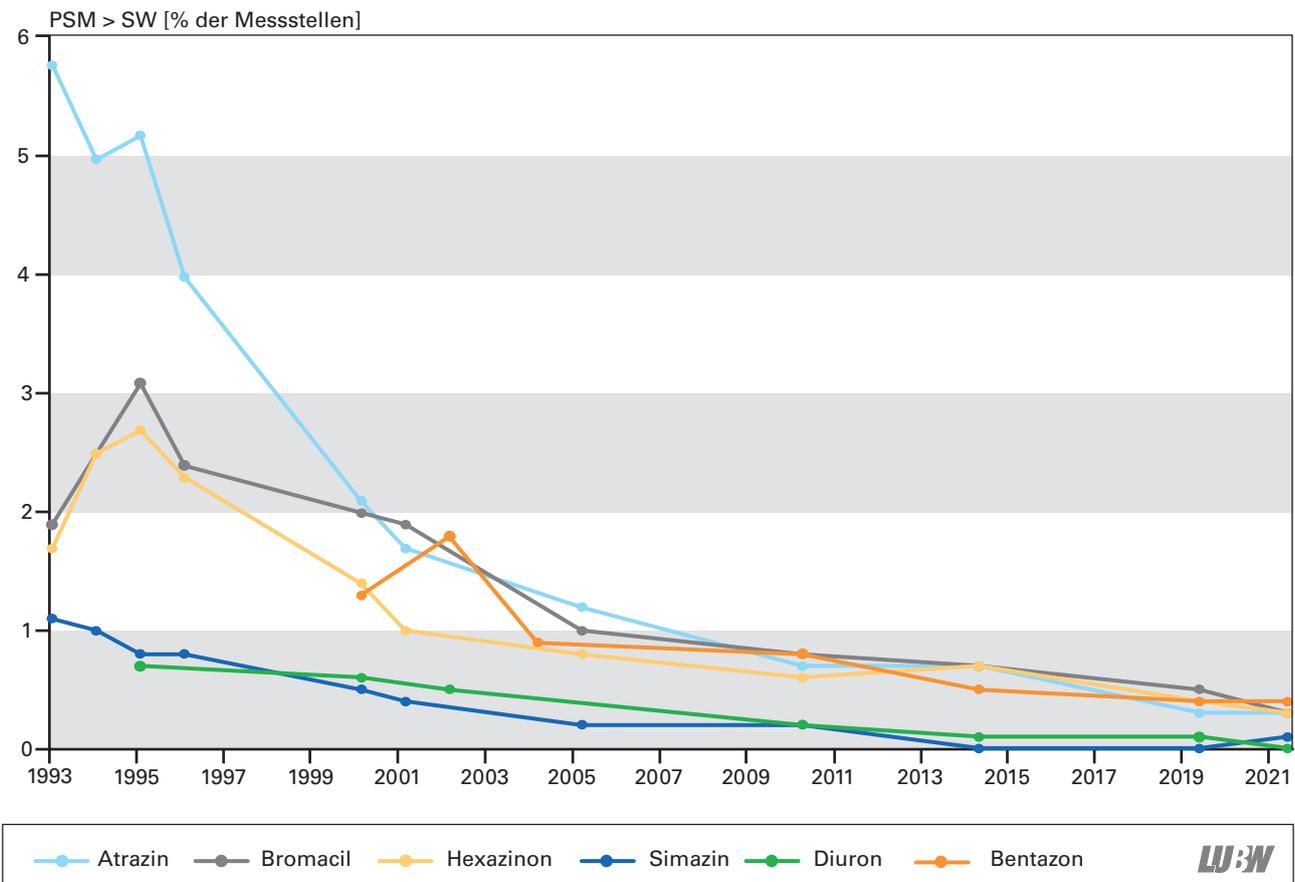


Abbildung 2.14: Zeitlicher Verlauf der Schwellenwert (SW)-Überschreitungen ausgewählter Pflanzenschutzmittel (PSM) im Landesmessnetz Beschaffenheit. Es wurden bei der Auswertung nur Jahre bzw. Auswertungszeiträume berücksichtigt, in denen von mindestens 1.800 Messstellen, d.h. dem gesamten Landesmessnetz Beschaffenheit, Werte vorlagen. Wenn sich die landesweite Erfassung über mehrere Jahre (=Auswertungszeitraum: 2017-2019, 2013-2014, 2007-2010) erstreckte, wurde der Datenpunkt dem jeweils letzten Jahr des Zeitraums zugeordnet (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 08/2023).

3 Glossar und Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung/Begriff	Bezeichnung
Abfluss (Q)	Wasservolumen, das innerhalb einer bestimmten Zeit einen Gewässerquerschnitt durchfließt, Angabe in m ³ /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 Analysenmethoden; 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
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
nrM	Nicht relevanter Metabolit – Abbauprodukt eines (») PSM-Wirkstoffs, der keine pestizide Wirkung und keine human- und ökotoxikologische Relevanz hat

Abkürzung/Begriff	Bezeichnung
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
Trinkwasserrichtlinie	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. 46: <https://pd.lubw.de/10366>

Leitfaden Grundwasserprobennahme (2013), LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Reihe Grundwasserschutz: Nr. 62: <https://pd.lubw.de/83875>

4.2 Grundwassermenge

Im Jahr 2022 entsprachen die Quellschüttungen und Grundwasserstände insgesamt unterdurchschnittlichen Verhältnissen im 50-jährigen Vergleich (Zeitspanne 1972-2021). 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 2022 wird als Säule im Diagramm aufgetragen. Dieses Verfahren wird auf alle Messstellen mit 25 Beobachtungsjahren und mehr angewandt. Die Ergebnisse an 221 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 2022 die Jahresmittelwerte der Quellschüttungen und Grundwasserstände mehrheitlich unterdurchschnittlich waren.

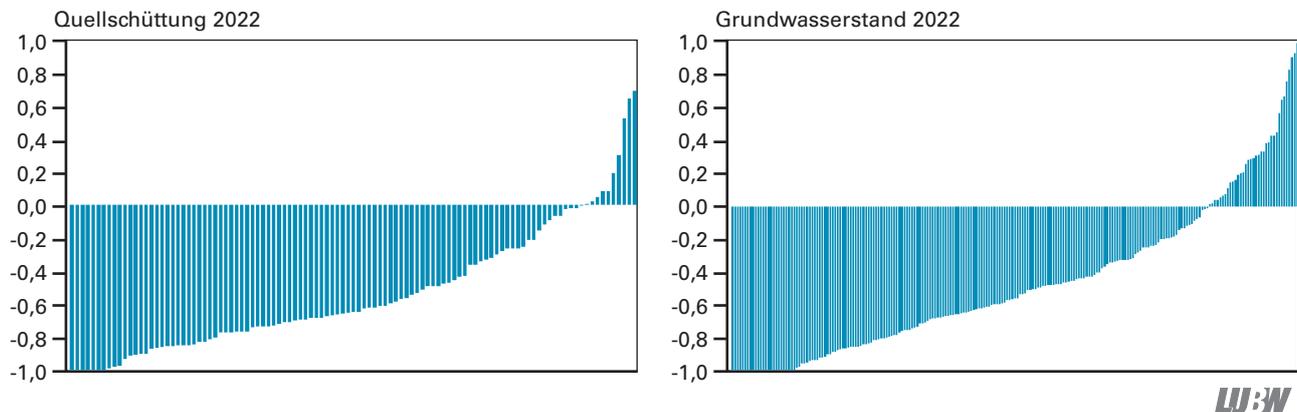


Abbildung 4.1: Normierte Jahresmittelwerte für 2022; -1 entspricht dem kleinsten, +1 dem größten Jahresmittelwert der jeweiligen Messstelle im Zeitraum von 1973 - 2022

Tabelle 4.1: Ergebnisse 2022 im Trendmessnetz Quellschüttung

Mess- stelle	Naturraum	Grundwasser- Landschaft	Baden-Württemberg Trendmessnetz - Quellschüttung (Auswahl)								
			Jahresminimum 2022		Jahresmaximum 2022		Mittel- wert 2022	Trend [l/s/Jahr]			
			[l/s]	Datum	[l/s]	Datum	[l/s]	10 Jahre	20 Jahre	50 Jahre	
600/071-1	Markgräfler Hügelland	Quartär Hang- schutt	0,065	10.09.	0,434	14.05.	0,254	-0,06	-0,02	0	
600/263-6	Nördlicher Talschwarzwald	Buntsandstein	3,37	12.09.	20,02	03.01.	9,868	-0,1	-0,13	-0,16	
600/268-0	Südöstlicher Schwarzwald	Buntsandstein	2,61	14.11.	14,62	21.02.	5,355	-0,32	-0,02	-0,01	
600/309-4	Kraichgau	Lettenkeuper	0,63	16.11.	2,45	07.02.	1,375	-0,08	-0,05	-0,03	
602/320-8	Baar-Alb / Oberes Donautal	Malm Weißjura	0,8	10.10.	4	11.04.	1,598	-0,13	0	-0,02	
600/468-4	Baar-Alb / Oberes Donautal	Malm Weißjura	32	12.09.	126	21.02.	56,212	-4,01	-2,28	-0,47	
602/521-3	Oberschwäb. Hügelland	Quartär Moränen	0,72	15.12.	1,55	01.01.	1,052	-0,2	0	-0,01	
600/554-9	Bauland	Muschelkalk	22,97	12.09.	94,31	10.01.	52,262	-1,62	-0,46	0	
600/607-8	Hohenloher-Haller-Ebenen	Lettenkeuper	2,357	05.12.	4,125	28.02.	3,166	-0,11	-0,04	-0,02	
604/657-0	Kocher-Jagst-Ebenen	Lettenkeuper	0,035	26.09.	1,092	10.01.	0,387	-0,02	0	0	
600/665-7	Mittlere Flächenalb	Malm Weißjura	936	08.08.	5968	11.04.	2044,442	-1,16	-14,82	-6,28	
601/759-1	Schwäb.-Fränk. Waldberge	Höherer Keuper	1,517	14.11.	3,023	11.04.	2,156	-0,05	-0,09	-0,03	



Tabelle 4.2: Ergebnisse 2022 im Trendmessnetz Grundwasserstand

Mess- stelle	Naturraum	Grundwasser- Landschaft	Baden-Württemberg Trendmessnetz - Grundwasserstand (Auswahl)								
			Jahresminimum 2022		Jahresmaximum 2022		Mittel- wert 2022	Trend [cm/Jahr]			
			[m+NN]	Datum	[m+NN]	Datum	[m+NN]	10 Jahre	20 Jahre	50 Jahre	
110/018-1	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	171,98	28.03.	172,21	14.11.	172,1	-2,96	0,42	-0,01	
104/019-6	Markgräfler Rheinebene	Quart. Talfüllungen	189,7	15.08.	190,4	10.01.	190,15	-4,35	-0,86	0	
115/019-6	Markgräfler Rheinebene	Quart. Talfüllungen	183,21	14.02.	183,74	19.09.	183,51	3,89	1,56	0,24	
115/066-9	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	152,81	29.08.	153,96	26.12.	153,31	-6,3	-0,17	0,31	
133/068-0	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	170,84	12.09.	171,25	17.01.	171,05	-6,61	-0,92	0,34	
102/070-7	Freiburger Bucht	Quart. Talfüllungen	216,59	15.08.	217,73	10.01.	217,32	-7,64	-3,24	-0,69	
104/071-8	Markgräfler Hügelland	Quart. Talfüllungen	252,1	26.12.	254,7	14.02.	253,33	-29,97	-8,56	-2,91	
102/073-1	Hochschwarzwald	nicht bearbeitet	336,54	15.08.	338,03	03.01.	337,11	-2,31	-1,05	0,71	
110/073-8	Dinkelberg	nicht bearbeitet	291,92	15.08.	292,54	10.01.	292,14	-0,97	0,84	0,01	
103/115-2	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	144,48	15.08.	145,77	07.02.	144,93	-2,99	1,59	-1,52	
100/119-1	Freiburger Bucht	Quart. Talfüllungen	205,97	28.08.	206,76	09.01.	206,35	-3,39	-0,44	-0,22	
124/123-1	Dinkelberg	Quart. Talfüllungen	329,17	15.08.	330,16	03.01.	329,48	-1,38	-0,19	-0,25	
143/161-2	Nördl. Oberrhein- Niederung	Quart. Talfüllungen	115,08	29.08.	115,38	07.02.	115,22	0,03	0,71	0,39	
120/162-0	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	120,83	08.08.	121,57	07.02.	121,21	-2,93	0,06	0,19	
157/162-8	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	121,8	12.09.	122,81	17.01.	122,25	-3,67	0,26	-0,14	
120/163-1	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	129,96	05.12.	130,76	07.03.	130,41	-19,57	-3,16	-0,73	
113/210-4	Nördl. Oberrhein- Niederung	Quart. Talfüllungen	105,72	15.08.	107,25	10.01.	106,27	-5,46	0,02	-0,35	

Messstelle	Naturraum	Grundwasser-Landschaft	Baden-Württemberg Trendmessnetz - Grundwasserstand (Auswahl)							
			Jahresminimum 2022		Jahresmaximum 2022		Mittelwert 2022	Trend [cm/Jahr]		
			[m+NN]	Datum	[m+NN]	Datum	[m+NN]	10 Jahre	20 Jahre	50 Jahre
115/211-5	Nörtl. Oberrhein-Niederung	Quart. Talfüllungen	109,88	22.08.	110,93	10.01.	110,26	-0,86	0,56	0,04
124/211-6	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	115,78	22.08.	116,32	10.01.	116,01	-1,43	-0,45	0,18
160/223-0	Hochrheintal	Quart. Talfüllungen	316,99	15.08.	317,59	10.01.	317,28	-1,41	-0,13	-
227/259-1	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	108,71	03.01.	108,97	16.05.	108,85	-6,47	-1,15	0,86
173/260-0	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	111,86	12.09.	112,61	18.04.	112,16	-7,86	-2,08	-
119/304-2	Hessische Rheinebene	Quart. Talfüllungen	94,08	03.01.	94,36	25.04.	94,24	-14,16	-5,15	2,06
102/305-7	Neckar-Rheinebene	Quart. Talfüllungen	86,72	08.08.	88,99	10.01.	87,5	-7,47	0,05	-0,53
104/307-0	Hardtebenen	Quart. Hangschutt	99,88	07.11.	100,31	18.04.	100,05	-7,23	-1,96	-0,05
108/308-7	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	106,24	06.09.	106,61	06.06.	106,47	-2,64	0,66	-0,28
101/320-1	Baar	Quart. Talfüllungen	674,44	15.08.	675,36	07.02.	674,83	-1,71	0,12	-0,31
100/321-9	Hegau-Alb	Muschelkalk	683,52	15.08.	684,71	26.12.	684,14	0,31	2,69	0,28
100/355-1	Bergstraße	Quart. Talfüllungen	96,09	22.08.	96,54	10.01.	96,3	-6,42	-2,83	2,5
105/370-3	Hegau-Alb	Quart. Talfüllungen	652,01	15.08.	654,31	29.08.	652,53	0,21	0,53	3,21
132/422-5	Hegau	Quart. Talfüllungen	418,49	12.12.	418,88	03.01.	418,64	-5,34	-0,08	-
105/470-3	Donau-Ablach-Platten	nicht bearbeitet	614,49	18.07.	615,21	24.10.	614,87	-1,05	-1,16	-0,9
167/508-9	Neckarbecken	Quart. Talfüllungen	153,46	26.08.	154,13	21.02.	153,69	-5,03	-2,74	-
100/516-6	Mittlere Kuppenalb	Malm Weißjura	689,42	10.10.	691,38	14.03.	690,21	-23,13	-8,14	-
100/517-0	Hohe Schwabenalb	Malm Weißjura	680,93	26.09.	684,22	21.02.	682,23	-28,4	-7,15	-3,51
20/520-3	Oberschwäb. Hügelland	nicht bearbeitet	618,04	12.12.	618,68	03.01.	618,37	-17,44	-6,98	-
3/568-8	Donau-Ablach-Platten	nicht bearbeitet	524,55	01.08.	525,18	26.12.	524,75	-0,73	-0,02	-
110/623-5	Oberschwäb. Hügelland	nicht bearbeitet	411,69	26.12.	412,29	31.01.	411,99	-6,74	0,24	-0,07
130/623-6	Bodenseebecken	Quart. Talfüllungen	398,92	26.09.	399,5	03.01.	399,11	-2,86	0	-0,07
107/666-2	Mittlere Flächenalb	nicht bearbeitet	518,41	19.12.	522,22	20.06.	520,65	-16,44	-5,58	-3,35
004/709-9	Schwäb.-Fränk. Waldberge	Lettenkeuper	477,58	21.11.	481,64	21.02.	479,52	-9,31	4,05	-
148/717-0	Flachland der unteren Riss	nicht bearbeitet	492,59	15.08.	493,08	26.12.	492,82	-0,62	0,71	-
125/721-3	Riss-Aitrach-Platten	Quart. Talfüllungen	651,23	19.09.	651,97	10.01.	651,6	-3,67	0,34	-
102/762-4	Albuch und Härtsfeld	Quart. Talfüllungen	500,15	26.09.	503,38	14.02.	501,53	-12,76	-6,52	-2,11
154/767-1	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	507,08	15.08.	507,66	10.10.	507,32	-2,43	-0,13	0,33
109/768-9	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	530,17	15.08.	530,57	10.01.	530,36	-1,2	0,3	-0,19
132/768-3	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	516,58	28.02.	517,35	22.08.	516,85	-3,3	1,07	0,42
111/769-0	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	552,17	15.08.	552,46	12.09.	552,36	-1,78	0,05	-0,5
104/770-4	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	572,49	28.02.	573,31	22.08.	572,76	-5,33	-0,36	0,15
177/770-1	Riss-Aitrach-Platten	Quart. Talfüllungen	593,28	15.08.	593,86	28.02.	593,56	-3,12	-0,75	-
110/773-2	Westallgäuer Hügelland	Quart. Talfüllungen	712,91	15.08.	714,72	21.02.	713,7	-2,58	-0,77	-
102/814-8	Donauried	Quart. Talfüllungen	443,51	21.11.	444,59	14.02.	444,07	-13,72	-2,26	-0,78

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 Geringfügigkeitsschwellenwerte (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

LUBW

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: 06/2023

LUBW

Tabelle 4.5: Bewertungsgrundlagen für Pflanzenschutzmittel

Regelwerk	Parameter	Bezeichnung	Wert in µg/l	
			Einzelstoff	Summe
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 µg/l.	Grenzwert	0,1	0,5
LAWA 2017	Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln einschließlich Abbauprodukte	Geringfügigkeitsschwellenwert	0,1	0,5
UBA 2022	Dichlorbenzamid Trifluoressigsäure (TFA)	Leitwert	175	-
			60	-
UBA 2021	nicht relevante Metabolite siehe Tabelle 2.7 für die Werte der gemessenen Einzelsubstanzen	Gesundheitlicher Orientierungswert	1 bzw. 3	-
SchALVO	Pflanzenschutzmittelwirkstoffe oder deren Abbauprodukte	oberhalb gilt ein Gebiet als PSM-Sanierungsgebiet	0,1	-

Stand: 06/2023



Tabelle 4.6: 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_bericht_seite_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. Januar 2022	https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5620/dokumente/liste_der_stoffe_mit_trinkwasserleitwert_neu.pdf

Stand: 06/2023



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 werden von den beauftragten Probennahmestellen und Laboratorien elektronisch an die LUBW übermittelt. Beim Einlesen in die Grundwasserdatenbank (GWDB) werden sie zunächst weitgehend automatisiert z.B. auf Vollständigkeit des Auftrags, Datenformate oder korrekte Verknüpfung zwischen Parameter und Dimension geprüft. Zusätzlich wird an der LUBW per Sichtprüfung anhand der vom Probennahmestellen für jede Messstelle zu liefernden Fotodokumentation überprüft, ob es sich um die richtige Probennahmestelle handelt oder eine Verwechslung vorliegt.

Anschließend werden alle Messergebnisse auf inhaltliche Plausibilität geprüft. Zur ersten inhaltlichen Prüfung stehen in der GWDB z.B. Zeitreihentests mit Differenzen- und Standardabweichungsverfahren zur Verfügung. Hiermit können einerseits auffällig hohe und sehr kleine

Messwerte identifiziert werden, andererseits werden auch auffällige Werte erkannt, die aus der üblichen Streuung an einer Messstelle herausfallen und / oder die einen plötzlichen Konzentrationssprung in der Ganglinie markieren. Zur Unterstützung 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. Nicht nur die bei der statistischen Prüfung als auffällig identifizierten Messwerte werden an der LUBW per Einzelsichtprüfung der Zeitreihe geprüft, sondern auch jeder statistisch plausible Wert.

Auffällige Messwerte werden 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. Bei der anschließenden fachlichen Prüfung wird entschieden, ob der auffällige Messwert in der Zusammenschau mit anderen Analyseparametern und im Hinblick auf die Lage der Messstelle zu möglichen Belastungsquellen im Anströmbereich / Einzugsgebiet 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

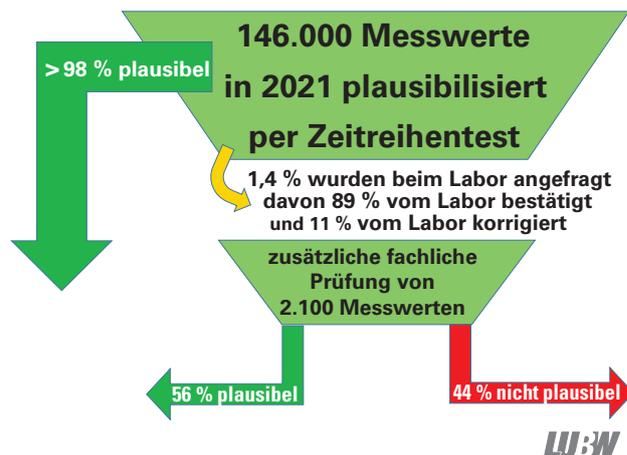


Abbildung 4.2: Ablauf und Ergebnisse der Daten-Plausibilisierung im Messjahr 2021.

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 auf mehreren Säulen. Voraussetzung für einen Probennahmeauftrag von der 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. Voraussetzung für einen externen Labor-Untersuchungsauftrag ist, dass das chemische Laboratorium nach DIN EN ISO/IEC 17 025 akkreditiert ist und regelmäßig erfolgreich an Ringversuchen teilnimmt. Als weitere qualitätssichernde Maßnahmen werden durch die LUBW unangemeldete Probennahmenkontrollen und Labor-Vergleichsuntersuchungen teilweise mit anonymisierten Proben durchgeführt.

4.3.3 Statistische Übersicht ausgewählter Parameter / Boxplots

Tabelle 4.7: 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 die Auswertung von Beprobungsrunden, die sich über mehrere Jahre erstrecken, werden daher sowohl aktuelle als auch ehemalige Landes-Messstellen herangezogen.
verwendete Messwerte	Nitrat: Wenn an einer Messstelle mehrere Messwerte im Auswertungszeitraum (meistens ein Jahr) vorliegen, wird für die Auswertungen der Median 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.
Konsistenz	Durch technische Ausfälle einzelner Messstellen und die Herausnahme von Messstellen aus dem Messnetz werden die konsistenten Datenkollektive mit zunehmend längerem Betrachtungszeitraum immer kleiner. Um auch bei längeren Datenreihen genügend Messstellen auswerten zu können, werden bei Auswertungen seit 2017 Datenlücken akzeptiert. Die Datenlücken werden durch lineare Interpolation der benachbarten Messwerte aufgefüllt. Pro abgeschlossenes Jahrzehnt der Datenreihe wird eine Lücke von maximal zwei Jahren zugelassen.
Summenparameter	Summenparameter werden nur berechnet, wenn für alle Einzelstoffe Messergebnisse vorliegen. Ausnahmen sind die PSM und PFAS, da hier kein bestimmter Einzelstoff-Parameterumfang definiert ist. 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 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 (bezogen auf alle Messwerte < BG).
Statistische Kennzahlen	
Mittelwert	Arithmetisches Mittel aller Messwerte. Bei Messwerten < BG wird in der Grundwasserdatenbank der 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 0,05 in die Berechnung ein als der niedrigere Konzentrationswert 0,03 µg/l, der mit einer Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l gemessen wurde.
Minimum	Der niedrigste Messwert 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
Boxplot	Die Boxplots wurden in Excel als Kastengrafik ohne Ausreißer erstellt. Die Box wird vom 25. und 75. Perzentil begrenzt. Die Linie in der Mitte stellt den Median dar. Die Kreuze markieren die Mittelwerte. Die Antennen zeigen die Werte-Spannbreite bis zum 1,5 fachen Interquartilsabstand (= Abstand zwischen 25. und 75. Perzentil) an. Alle Werte die größer bzw. kleiner als der 1,5 fache Interquartilsabstand sind, gelten als Ausreißer und wurden bei den Boxplots nicht berücksichtigt.

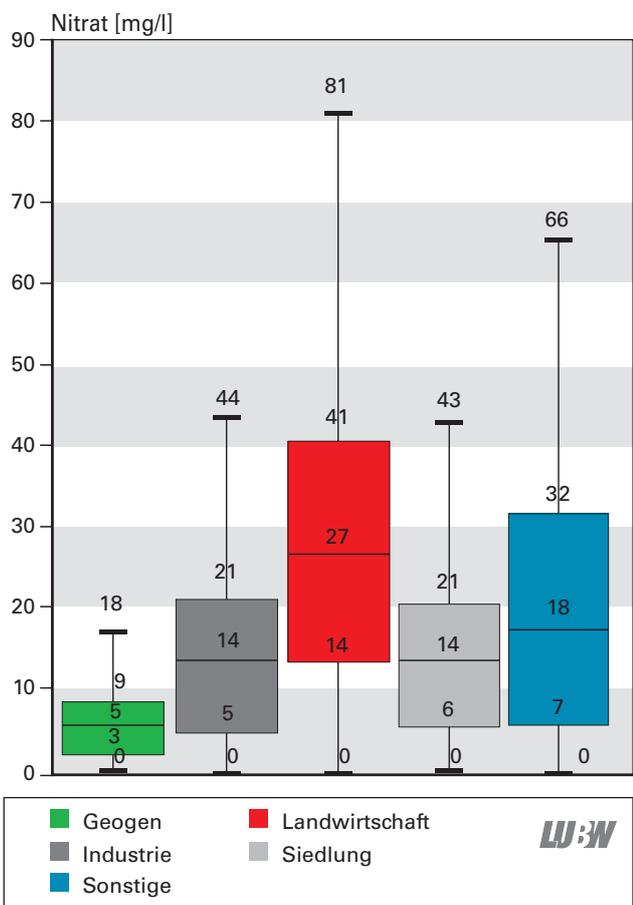
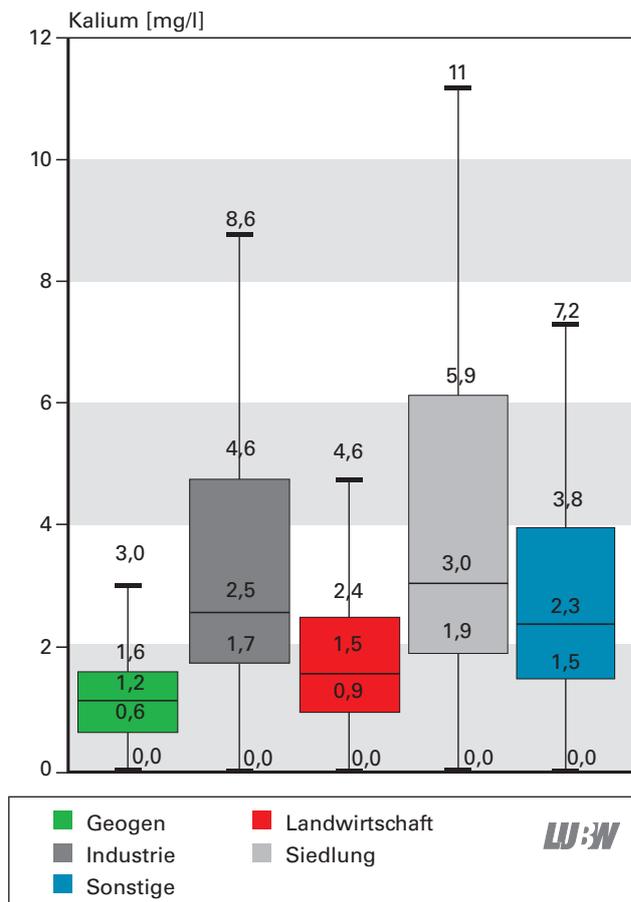
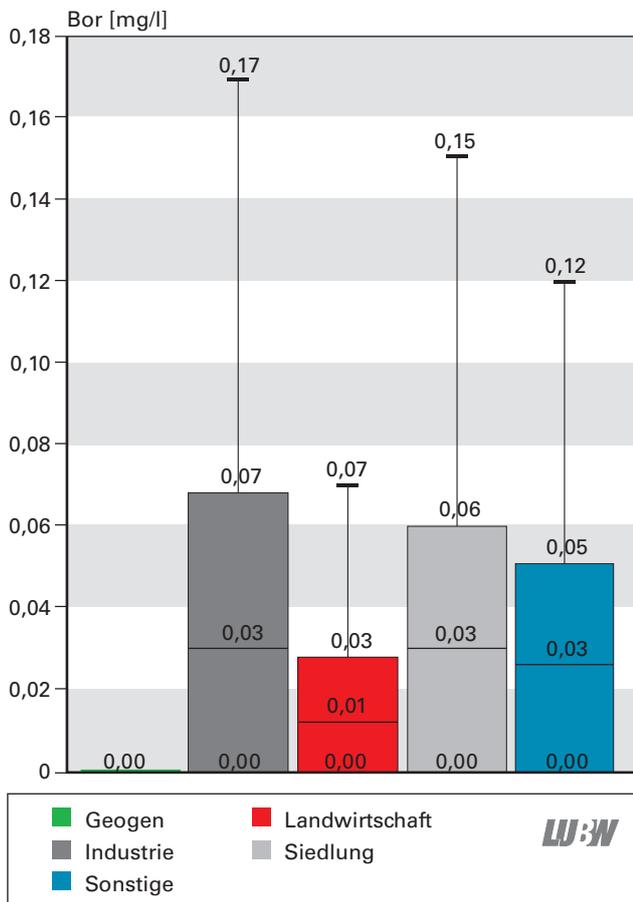


Abbildung 4.3: Boxplots zur Darstellung der Konzentrationsverteilung von Nitrat, Bor und Kalium in den fünf Teilmessnetzen des Landesmessnetz Beschaffenheit. Zur Erläuterung der Boxplot-Darstellung siehe Tabelle 4.7. (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2023, neuester Wert pro Messstelle aus den Jahren 2019-2022)

