



Grundwasserschutz 63

Grundwasser- Überwachungsprogramm

 Ergebnisse 2020



Baden-Württemberg

Grundwasser- Überwachungsprogramm

 Ergebnisse 2020

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 oder kostenlos als Download im pdf-Format erhältlich bei der LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe unter: https://pd.lubw.de/10353
ISSN	1437-0131 (Reihe Grundwasserschutz Bd. 63, 2022)
STAND	Oktober 2021
DRUCK	printwork Waldhornweg 15, 76694 Forst
SATZ UND BARRIEREFREIHEIT	Satzweiss.com Print Web Software GmbH Mainzer Straße 116, 66121 Saarbrücken
AUFLAGE	1. Auflage
TITELBILD	Das Bild zeigt eine Grundwasser-Messstelle, LUBW

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 2020	9
1.2	Grundwasserneubildung aus Niederschlag 2020	12
1.3	Grundwasservorräte 2020	15
1.3.1	Allgemein	15
1.3.2	Regionale Grundwasserverhältnisse	15
1.3.3	Quantitative Entwicklung	19
2	GRUNDWASSERBESCHAFFENHEIT	21
2.1	Nitrat 2020	21
2.1.1	Hintergrund	21
2.1.2	Bewertungsgrundlagen	22
2.1.3	Ergebnisse und Bewertung	22
2.1.4	Zeitliche Entwicklungen	25
2.1.5	Nitrat in Wasserschutzgebieten	27
2.2	Glyphosat und AMPA 2018 – 2020	29
2.2.1	Hintergrund	29
2.2.2	Bewertungsgrundlagen	29
2.2.3	Ergebnisse und Bewertung	29
2.3	Trifluoracetat 2019 – 2020	31
2.3.1	Hintergrund	31
2.3.2	Bewertungsgrundlagen	31
2.3.3	Ergebnisse und Bewertung	31
2.4	Komplexbildner 2019 – 2020	35
2.4.1	Hintergrund	35
2.4.2	Bewertungsgrundlagen	35
2.4.3	Ergebnisse und Bewertung	35
3	GLOSSAR UND ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	38
4	WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN	40
4.1	Grundwassermenge	40
4.2	Grundwasserbeschaffenheit	43
4.2.1	Bewertungsgrundlagen	43
4.2.2	Qualitätssicherung, Werteplausibilisierung und Datenauswertung	43
4.2.3	Weiterführende Literatur	45
4.2.4	Ergebnisübersichten Vor-Ort-Parameter und hydrochemische Parameter	46

Zusammenfassung

Das Grundwassermonitoring der LUBW mit Ergebnisdokumentation und Berichterstattung an die Europäische Union ist elementarer Bestandteil des gewässerkundlichen Dienstes. Negative Beeinflussungen des Grundwassers können dadurch frühzeitig erkannt werden.

Der vorliegende Bericht umfasst im Kapitel „Grundwassermenge“ Auswertungen der Grundwasserneubildung sowie der Grundwasservorräte mit Messdaten aus dem Jahr 2020. Für das Kapitel „Grundwasserbeschaffenheit“ wurden Messdaten für Nitrat aus dem Jahr 2020, für Glyphosat und seinen Metaboliten AMPA von 2018 bis 2020 sowie für Trifluoracetat, Komplexbildner und hydrochemische Parameter von 2019 bis 2020 ausgewertet.

Insgesamt lagen die mittleren **Grundwasservorräte** im Jahr 2020 auf vergleichbar niedrigem Niveau, wie im vorangegangenen Jahr. Es wurden außergewöhnlich steile Grundwasseranstiege auf ein überdurchschnittliches Niveau zum Jahresbeginn beobachtet mit anschließend dauerhaft rückläufigen Verhältnissen, meist bis zu Jahresende. Dank der gelegentlichen Sommerniederschläge waren die Grundwasservorräte allerdings nur bereichsweise bzw. kurzzeitig sehr niedrig; sie bewegten sich überwiegend innerhalb des unteren Normalbereichs. Im südlichen und nördlichen Oberrheingraben sowie in Oberschwaben und dem Kraichgau waren 2020 niedrige Grundwasservorräte zu verzeichnen.

In 2020 wurde der Schwellenwert der Grundwasserverordnung für **Nitrat** von 50 mg/l an rund 8,3 % und der Warnwert von 37,5 mg/l an etwa 18 % der untersuchten Messstellen überschritten. Somit stellt Nitrat weiterhin die Hauptbelastung im Grundwasser dar. Zusätzlich zu den 1 851 auf Nitrat untersuchten Landesmessstellen stellte die Wasserversorgungswirtschaft Baden-Württemberg auf der Grundlage einer Kooperationsvereinbarung Nitrat-Daten von 1 533 Messstellen in Wasserschutzgebieten zur Verfügung.

Seit Beginn der systematischen Messungen in 1994 haben die Nitratkonzentrationen annähernd kontinuierlich um rund 24 % abgenommen. Dabei gab es allerdings immer wieder zwischenzeitliche Anstiege und in den letzten Jahren teilweise stagnierende Werte. Es besteht hierbei ein Zusammenhang mit Niederschlagsmenge und Witterungsverlauf. Der in Trockenjahren im Boden gespeicherte Stickstoff gelangt in niederschlagsreicheren Jahren mit dem Sickerwasser und durch den steigenden Grundwasserspiegel ins Grundwasser. Daher ist bei stärkeren Regenfällen bzw. Grundwasserneubildung in den kommenden Jahren mit Nitrat-Anstiegen im Grundwasser zu rechnen.

Maßnahmen zur Reduzierung der Nitratreinträge ins Grundwasser resultieren in Baden-Württemberg neben der Düngeverordnung 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). Seit dem Inkrafttreten der SchALVO in 2001 hat die landesweite Nitratbelastung um etwa 16 % abgenommen. In den hoch belasteten SchALVO-Sanierungsgebieten hat sich in 2020 der sinkende Trend fortgesetzt; seit 2001 hat sich die mittlere Nitratkonzentration ebenfalls um rund 16 % verringert. In

den Problem- bzw. Normalgebieten wurden seit 2001 Rückgänge von etwa 11 bzw. 5 % beobachtet.

Das Pflanzenschutzmittel **Glyphosat und sein Metabolit AMPA** (Aminomethyl-Phosphonsäure) wurden bei der ersten landesweiten Untersuchung nur an wenigen Messstellen nachgewiesen. Die Herkunft ließ sich an den betroffenen Messstellen meist nicht eindeutig klären, da mehrere mögliche Einflussfaktoren vorlagen. Insgesamt besteht keine Gefährdung der Grundwasserqualität durch diese beiden Stoffe.

Die erste landesweite Untersuchung von **Trifluoracetat** ergab, dass dieses Abbauprodukt vielfältiger chemischer Erzeugnisse wie Kältemittel, Pharmaka und Pflanzenschutzmittel nahezu überall im Grundwasser gemessen wird. Die höchsten Belastungen traten dabei an durch industrielle Abwässer bzw. Uferfiltrat beeinflussten Messstellen auf. Die Befunde im Teilmessnetz Geogener Hintergrund lagen im Bereich der auch aus Regenwasser bekannten Konzentrationen. Im Hinblick auf die Trinkwassergewinnung sind die Trifluoracetat-Befunde im Grundwasser nicht bedenklich, da der Leitwert für Trinkwasser von 60 µg/l nicht überschritten wurde.

Von den Komplexbildnern wurde EDTA (Ethylendiamintetraessigsäure) am häufigsten und zwar an fast 20 % der untersuchten Messstellen hauptsächlich in den Teilmessnetzen Industrie und Siedlung nachgewiesen. Die **Komplexbildner** sind ein gutes Beispiel dafür, dass es durch freiwillige Selbstverpflichtungen der Industrie gelingen kann, die Einträge und somit auch die Befunde deutlich zu vermindern. Im Vergleich zu den ersten landesweiten Untersuchungen in 1998 wird EDTA heute nur noch an halb so vielen Messstellen gefunden.

Trotz einer Verbesserung der Grundwasserqualität in den letzten Jahren zeigt sich u. a. am Beispiel Trifluoracetat, dass Schutzmaßnahmen weiter umzusetzen bzw. zu verbessern sind. Es ist auch künftig kontinuierlich zu prüfen, ob die Befunde bereits bekannter Stoffe zurückgehen und ob bislang nicht beobachtete Substanzen die Grundwasserqualität gefährden 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 2018 bis 2020 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) und die Grundwasserrichtlinie (GWRL).

Dafür werden Messdaten von folgenden Grundwassermessnetzen verwendet:

- LUBW-Landesmessnetz Beschaffenheit: fünf verschiedene Teilmessnetze je nach anthropogener Beeinflussung im Einzugsgebiet der Grundwassermessstelle
- LUBW-Landesmessnetz Menge/quantitatives Grundwassermessnetz: drei Gruppen je nach Messstellenart und Untersuchungsintervall
- Kooperationsmessnetz Wasserversorgung: 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 bereit gestellt. Diese Daten stammen zumeist 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 Grundwasservorräte anhand 412 (Stand 04/2021) repräsentativer Grundwasserstands-, Quellschüttungs- und Lysimetermessstellen:

- 235 Wasserstands-Messstellen mit stündlicher bis wöchentlicher Messung,
- 145 Quellen mit wöchentlicher bis monatlicher Messung,
- 32 Lysimeter mit täglicher bis wöchentlicher Messung.

In der LUBW-Publikation „Grundwassermessnetze: Rahmen und Definitionen“ werden u. a. die genannten Messnetze näher beschrieben.

1.1 Niederschläge 2020

Die Niederschläge im Jahr 2020 waren im langjährigen Vergleich deutlich unterdurchschnittlich. Seit 1996 ist lediglich in fünf Jahren noch weniger Niederschlag gefallen. Das Flächenmittel der Niederschlagshöhe 2020 betrug in Baden-Württemberg 816 mm, das sind 83 % des Niederschlagsmittelwertes der Normalperiode 1981 – 2010 (Abbildung 1.1). Im Jahresverlauf wurden längere regenarme Perioden immer wieder durch normal oder überdurchschnittlich regenreiche Monate unterbrochen, wie es beispielsweise in den Monaten Februar, Juni, August und Oktober der Fall gewesen war. Die landesweit höchsten Niederschlagsmengen wurden in den Höhenlagen des Schwarzwalds beobachtet (Abbildung 1.3): Der Jahreshöchstwert wurde in Freudenstadt mit 1 476 mm gemessen, wo die Messgeräte alleine im Februar 2020 369 mm Niederschlag registrierten.

Im Jahr 2020 fiel deutlich weniger Niederschlag als im Jahr 2019, das im langjährigen Vergleich bereits leicht unterdurchschnittlich gewesen war. Innerhalb des Jahres 2020 waren der Februar mit 156 mm (232 % des vieljährigen Mittels) und der August mit 115 mm (135 % des vieljährigen

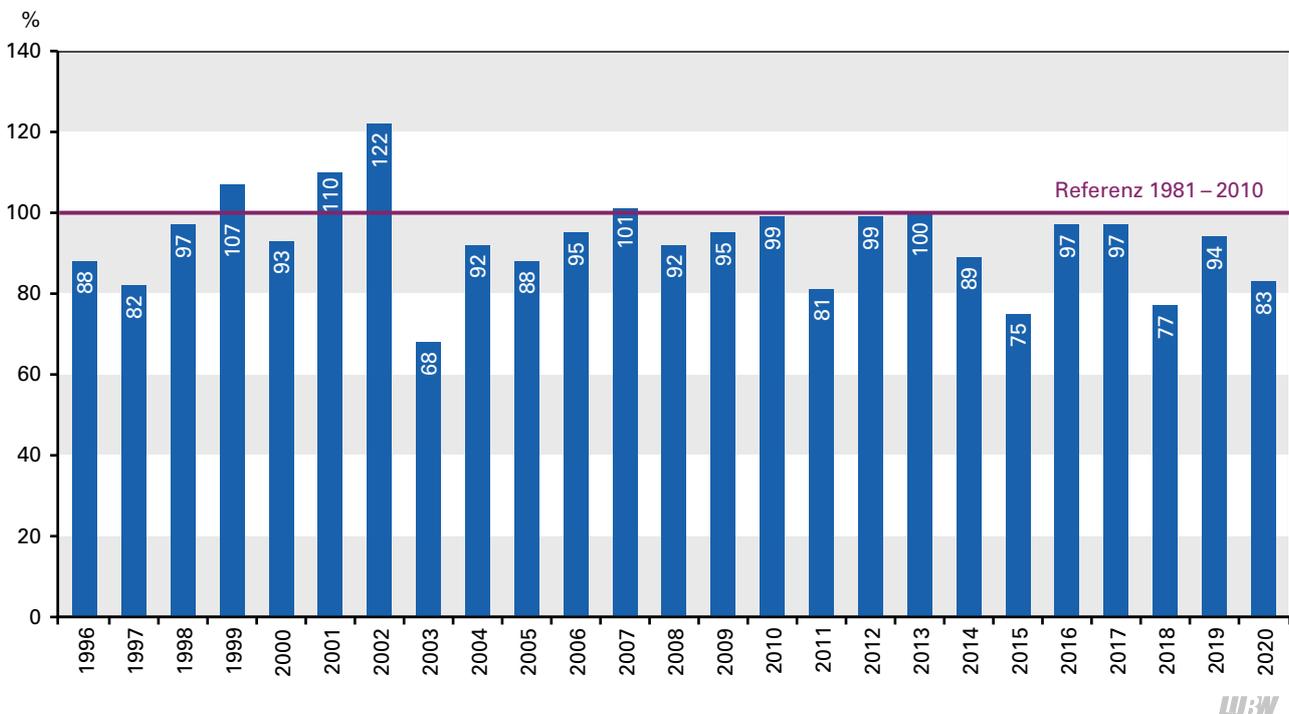


Abbildung 1.1: Mittlere Jahresniederschläge in Baden-Württemberg (blaue Balken) seit 1996 in Bezug auf das langjährige Mittel 1981 – 2010 (violette Linie) (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst (DWD))

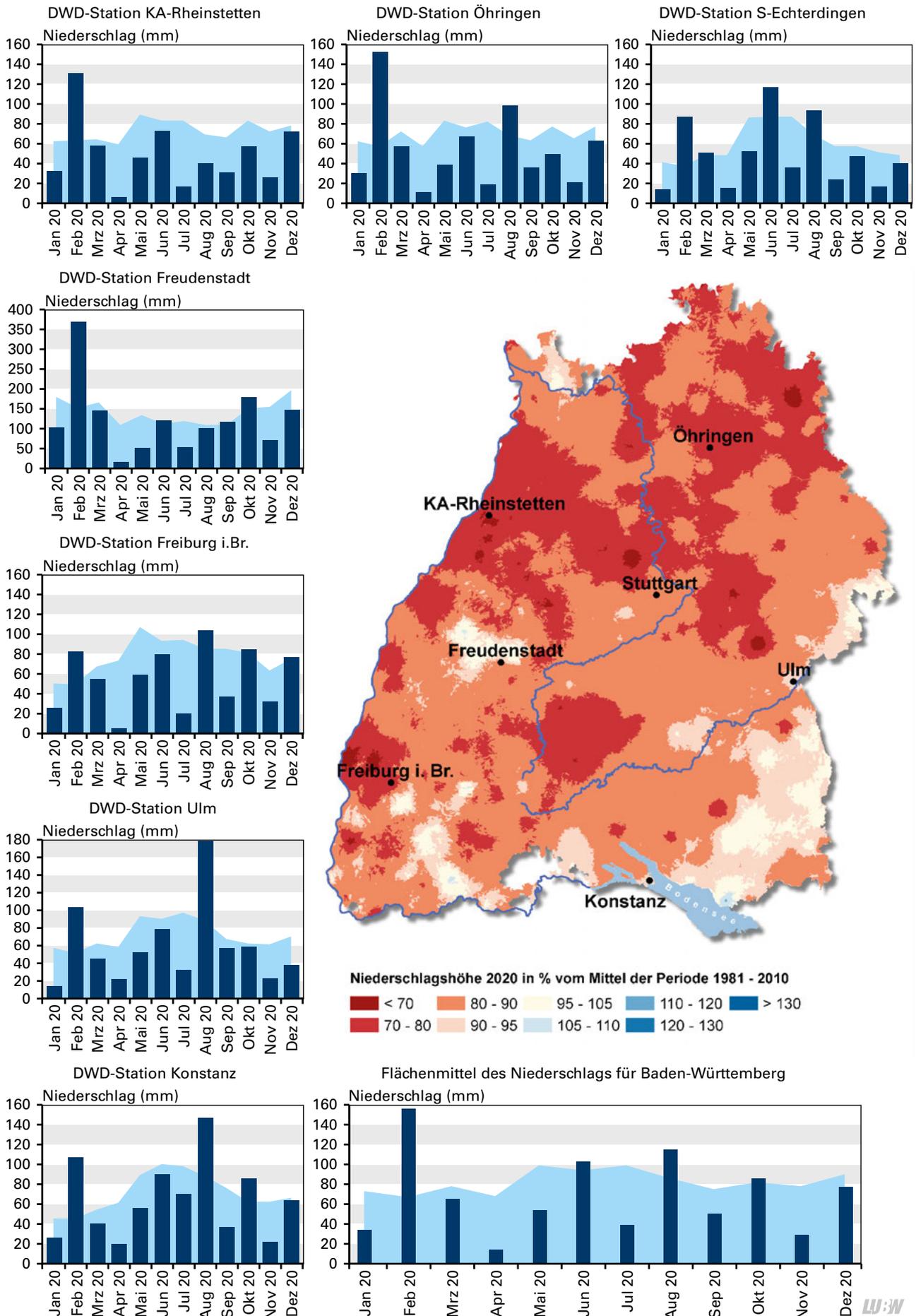


Abbildung 1.2: Monatliche Niederschlagshöhe (dunkelblaue Balken) im Jahr 2020 und mittlere Monatsniederschlagssummen der Periode 1981 – 2010 (hellblaue Flächen) an ausgewählten DWD-Stationen (Datenquelle: DWD) sowie Jahresniederschlagshöhe 2020 in % vom Mittel der Periode 1981 – 2010 (Datengrundlage: Modell Grundwasserneubildung-Bodenwasserhaushalt 05/2021)

Mittels) sehr nass. Der Zeitraum von März bis Mai war mit in Summe 133 mm – das sind lediglich 55 % des „normalen“ Landesmittels in diesem Zeitraum – extrem trocken. Ansonsten haben gelegentliche Niederschläge die Entstehung von längeren zusammenhängenden Trockenphasen verhindert. Mit im Landesmittel nur 14 mm wurden die geringsten

Niederschlagsmengen zum Abschluss des hydrologischen Winterhalbjahres im April registriert (Abbildung 1.2). Die räumliche Verteilung der Abweichung vom dreißigjährigen Mittelwert 1981 – 2010 der Niederschlagshöhe im Jahr 2020 zeigt die höchsten negativen Anomalien im westlichen und nordöstlichen Landesteil (Abbildung 1.2).

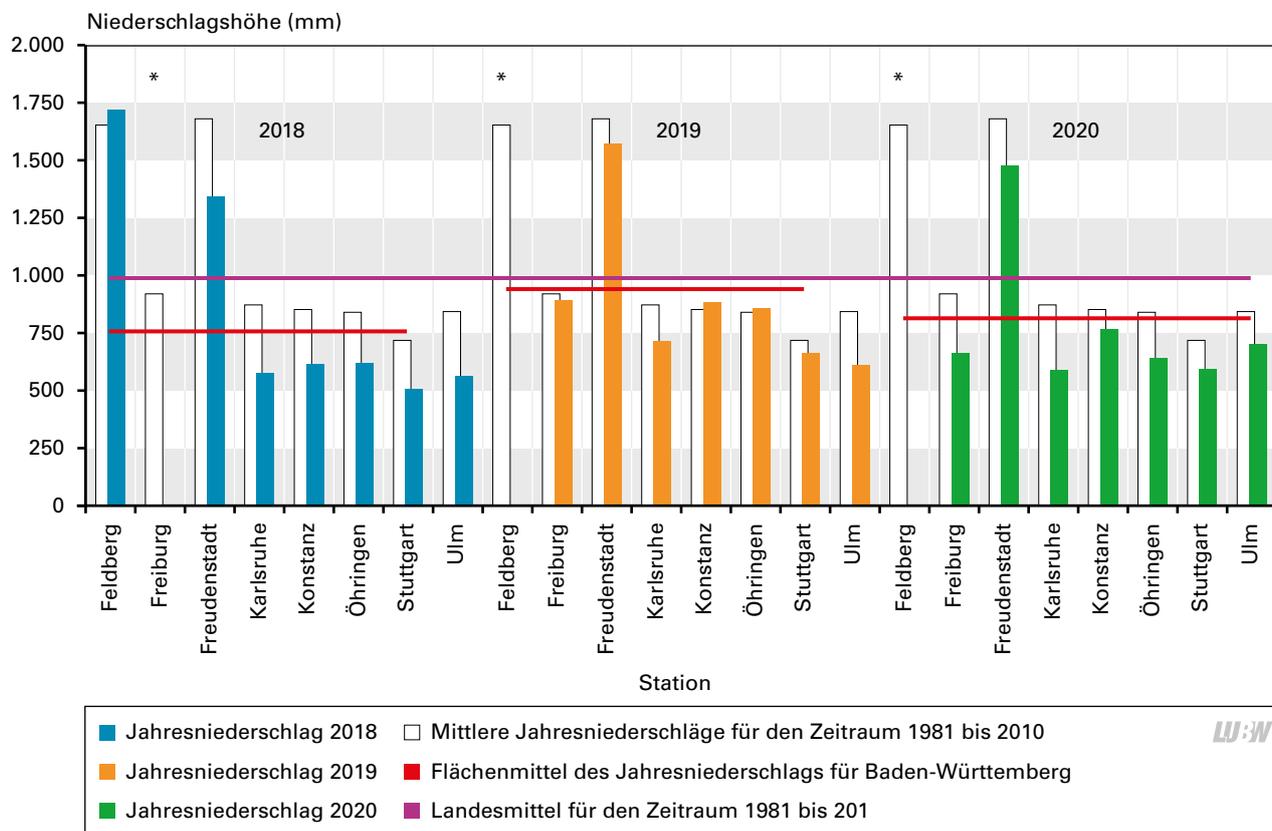


Abbildung 1.3: Jahresniederschläge an ausgewählten DWD-Stationen in Baden-Württemberg in den Jahren 2018, 2019 und 2020 im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten 1981 – 2010 (Datenquelle: DWD) *Daten unvollständig

1.2 Grundwasserneubildung aus Niederschlag 2020

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. Daher unterliegen Niederschläge und somit die Grundwasserneubildung sowohl jahreszeitlichen als auch längerfristigen und räumlichen Schwankungen. Beim normalerweise ausgeprägten 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 Sommerhalbjahr ist mengenmäßig mit der im Winter zwar vergleichbar, der Niederschlag im Sommer wird jedoch zum größten Teil durch Verdunstung aufgebraucht.

Die landesweite Berechnung der Sickerwasserrate mit dem Bodenwasserhaushaltsmodell GWN-BW (Grundwasserneubildung und Bodenwasserhaushalt) ergibt bezogen auf das 30-jährige Mittel von 1981 – 2010 für den Februar 2020 weit überdurchschnittliche und ab April überwiegend stark unterdurchschnittliche Sickerwasserraten (Abbildung 1.4). Die im Landesmittel leicht überdurchschnittliche Niederschlagshöhe im Juni und August führte aufgrund hoher Verdunstung und zuvor entleertem Bodenwasserspeicher zu keiner nennenswerten Grundwasserneubildung. Der Jahresverlauf 2020 war hinsichtlich der Sickerwasserraten sehr unausgeglichene und überwiegend defizitär.

Der Vergleich der Niederschlags- und Sickerwassermengen der Lysimeter Lahr, Steißlingen und Egelsee mit dem Grundwasserstand an benachbarten Messstellen zeigt deutlich, dass ein Zufluss zum Grundwasser und ein Anstieg des Grundwasserstands in erster Linie vom Winterniederschlag abhängen (Abbildung 1.6). Zahlreiche Ganglinien zeigen einen synchronen Verlauf mit dem für das Grundwasser ausschlaggebenden Niederschlag im Winterhalbjahr. 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.

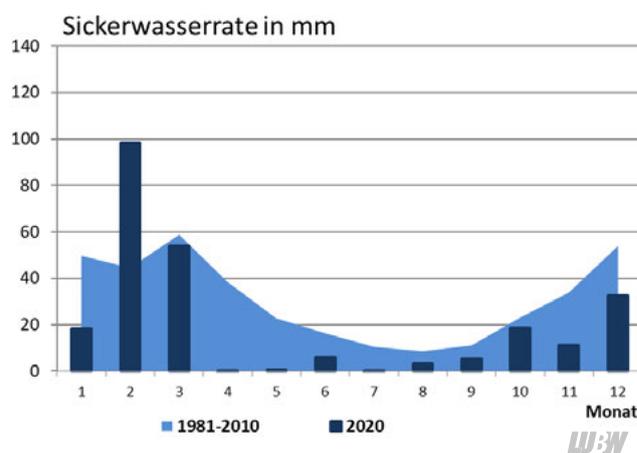


Abbildung 1.4: Jahresgang 2020 der Sickerwasserrate im Landesmittel (dunkelblaue Säulen) im Vergleich zum mittleren Jahresgang der Periode 1981 – 2010 (hellblaue Flächen) (Datengrundlage: Modell Grundwasserneubildung-Bodenwasserhaushalt 05/2021)

Zur Charakterisierung der Grundwasserneubildungsverhältnisse sind die Monatssummen der Niederschläge und die Versickerungsmengen der Jahre 2019 und 2020 an ausgewählten Lysimeterstationen mit den zugehörigen Grundwasserständen an Referenzmessstellen im Vergleich zu 20-jährigen Monatsmittelwerten dargestellt (Abbildung 1.6).

Die Lysimeterbeobachtungen dokumentieren die beträchtliche Grundwasserneubildung aus Niederschlag im ersten Quartal von 2020 im Oberrheingraben, im Iller-Riß-Gebiet sowie im Singener Becken. Insbesondere die ergiebigen Niederschläge im Februar 2020 haben für eine rasche Erholung des Bodenwasserspeichers gesorgt. Anschließend wurden bis etwa April erhebliche Sickerwassermengen beobachtet. Die günstigen Randbedingungen für den Neubildungsprozess haben sich im äußerst trockenen April kurzfristig verschlechtert. Die Kombination aus Trockenheit, zunehmendem Wasserbedarf der Vegetation und auslaufendem Bodenwasserspeicher hat den Neubildungsprozess noch vor dem Ende des hydrologischen Winterhalbjahrs zum frühzeitigen Stillstand gebracht. Der weitere Jahresverlauf blieb in den meisten Landesteilen ohne Versickerung, wobei in Oberschwaben die gelegentlichen Niederschlagsereignisse den Neubildungsprozess aufrechterhalten konnten. Nachdem der erhoffte Versickerungsprozess im Herbst ausblieb, waren erst im Dezember 2020 die Voraussetzungen für Grundwasserneubildung gegeben. Die meisten Lysimeteranlagen haben vor dem Jahresende wieder Wasser geführt, wobei einige Stationen aus dem Oberrheingraben erst im Laufe des Januar 2021 wieder angesprungen sind.

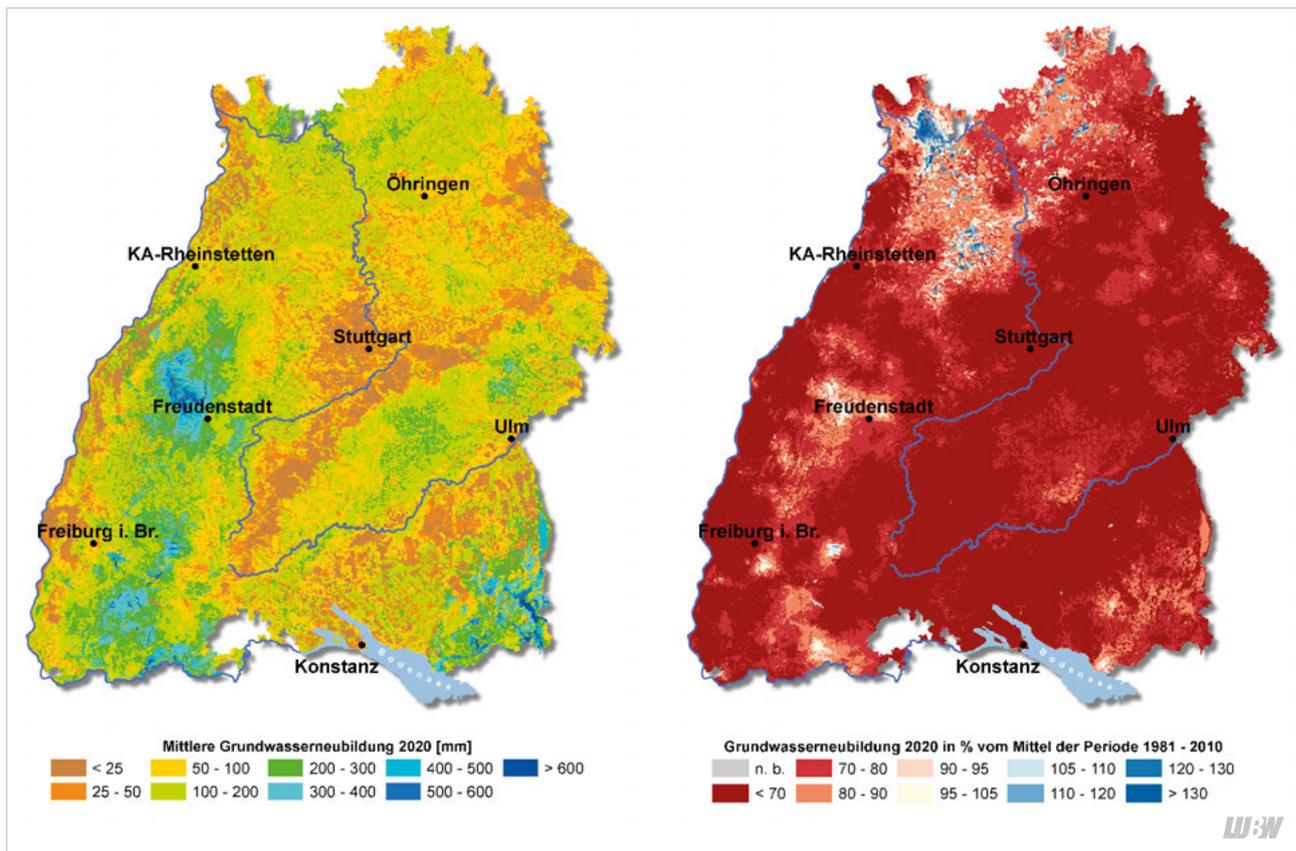
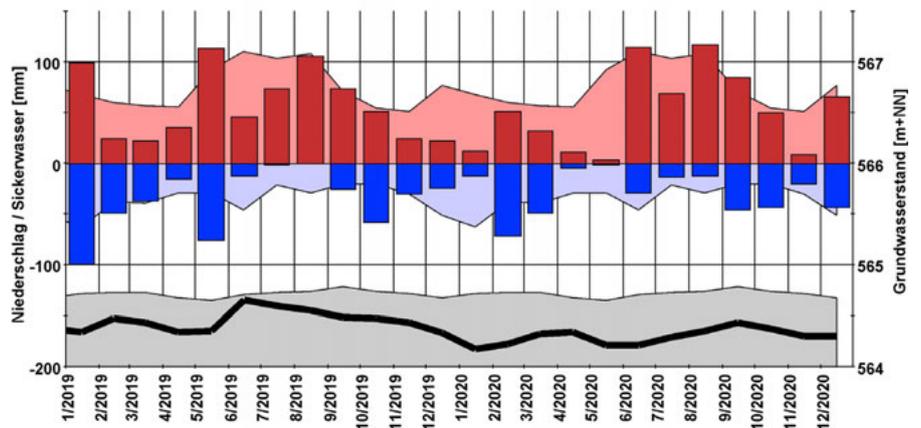
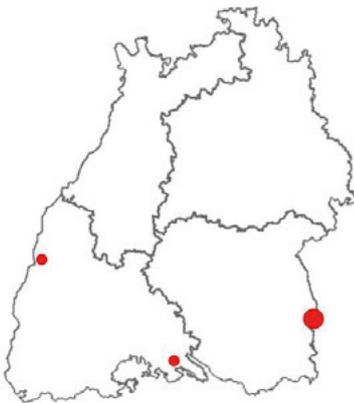
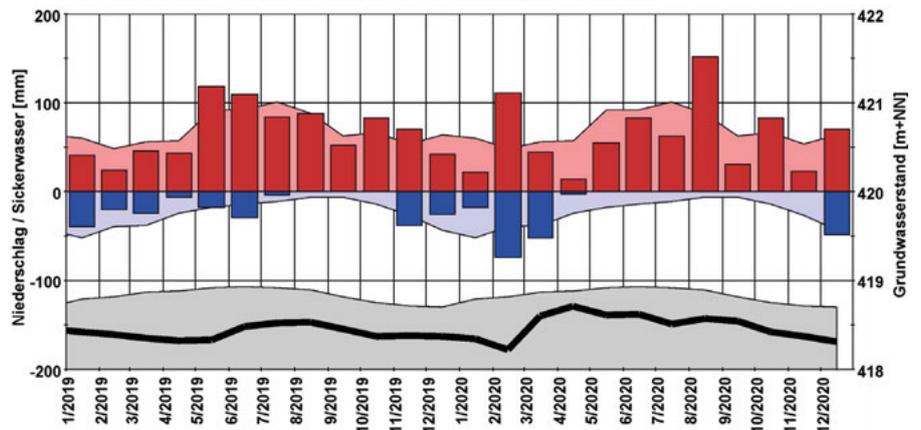
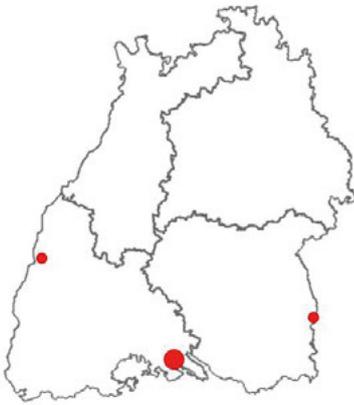
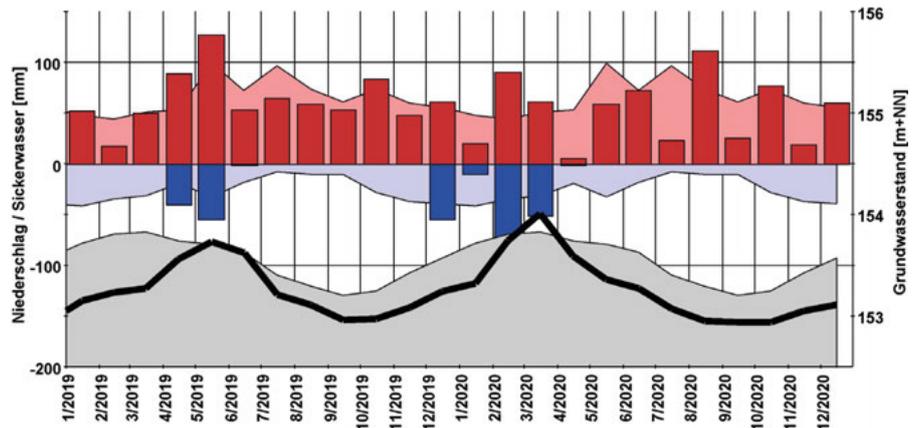
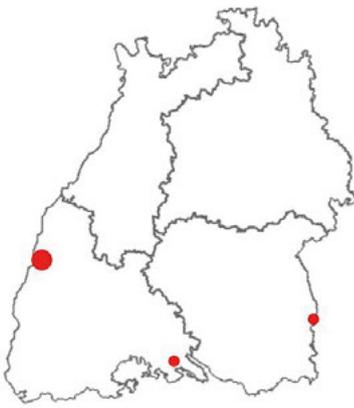


Abbildung 1.5: Verteilung der Grundwasserneubildung 2020 in mm/Jahr (links) und in % vom Mittel der Periode 1981 – 2010 (rechts) (Datengrundlage: Modell Grundwasserneubildung-Bodenwasserhaushalt 05/2021)

Die räumlich detaillierte Verteilung der jährlichen Grundwasserneubildung aus Niederschlag im Jahr 2020 sowie deren Defizit bezogen auf den Mittelwert 1981 – 2010 zeigt die Abbildung 1.5. Über die gesamte Landesfläche dominierten 2020 deutlich unterdurchschnittliche Grundwasserneubildungsraten. Das Landesmittel des Jahresniederschlags lag im Jahr 2020 nur bei rund 820 mm (83 % vom Mittel) und damit etwa 160 mm unter dem 30-jährigen Mittelwert von

980 mm. Die durchschnittliche Sickerwasserrate erreichte lediglich rund 250 mm/a (66 % vom Mittel) und die daraus resultierende Grundwasserneubildung von etwa 120 mm/a (64 % vom Mittel) wies wiederholt ein deutliches Defizit auf. Diese im Vergleich zum Jahr 2018 sogar noch etwas geringeren Werte sind auf die vergleichsweise hohen Niederschlagsdefizite in den Wintermonaten Januar, April und November zurückzuführen.



- 400/066-8 "RM Wasserwerk an der B36 Dinglingen, Lahr": Niederschlag [mm] Mittelwert (langj. Monat)
- 500/066-6 "LYS Wasserwerk an der B36, Lahr-Dinglingen": Sickerwasser [mm] Mittelwert (langj. Monat)
- 400/066-8 "RM Wasserwerk an der B36 Dinglingen, Lahr": Niederschlag [mm] Summe (Monat)
- 500/066-6 "LYS Wasserwerk an der B36, Lahr-Dinglingen": Sickerwasser [mm] Summe (Monat)
- 115/066-9 "GWM 1108 C, Lahr-Langenwinkel": Grundwasserstand [m+NN] Mittelwert (langj. Monat)
- 115/066-9 "GWM 1108 C, Lahr-Langenwinkel": Grundwasserstand [m+NN] Mittelwert (Monat)
- 400/422-0 "RM Steißlingen": Niederschlag [mm] Mittelwert (langj. Monat)
- 500/422-5 "LYS Steißlingen": Sickerwasser [mm] Mittelwert (langj. Monat)
- 400/422-0 "RM Steißlingen": Niederschlag [mm] Summe (Monat)
- 500/422-5 "LYS Steißlingen": Sickerwasser [mm] Summe (Monat)
- 132/422-5 "GWM DP 5 F Rößler, Singen": Grundwasserstand [m+NN] Mittelwert (langj. Monat)
- 132/422-5 "GWM DP 5 F Rößler, Singen": Grundwasserstand [m+NN] Mittelwert (Monat)
- 403/769-4 "RM Egelsee (windschutz), Tannheim": Niederschlag [mm] Mittelwert (langj. Monat)
- 502/769-4 "LYS Egelsee, Tannheim": Sickerwasser [mm] Mittelwert (langj. Monat)
- 403/769-4 "RM Egelsee (windschutz), Tannheim": Niederschlag [mm] Summe (Monat)
- 502/769-4 "LYS Egelsee, Tannheim": Sickerwasser [mm] Summe (Monat)
- 150/769-7 "GWM 12-1976 Egelsee, Tannheim": Grundwasserstand [m+NN] Mittelwert (langj. Monat)
- 150/769-7 "GWM 12-1976 Egelsee, Tannheim": Grundwasserstand [m+NN] Mittelwert (Monat)



Abbildung 1.6: Niederschlag, Sickerung und Grundwasserstand an ausgewählten Lysimeteranlagen 2019 und 2020 im Vergleich zu 20-jährigen Monatsmittelwerten (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank)

1.3 Grundwasservorräte 2020

1.3.1 Allgemein

Im Folgenden werden die regionale und die landesweite Zustandsentwicklung der Grundwasservorräte beschrieben und die im Jahr 2020 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 Monatextrema (20 Jahre, Minimum und Maximum) sind als schwarz gestrichelte Linien dargestellt.

1.3.2 Regionale Grundwasserverhältnisse

Nach Anstiegen zu Jahresbeginn bewegten sich die Grundwasserstände und Quellschüttungen im **Hochrheintal, Wiesental und Klettgau** im weiteren Jahresverlauf 2020 dauerhaft im unteren Normalbereich und örtlich darunter (Messstelle 160/223-0 in Abbildung 1.7). Die 20-jährigen Trends sind ausgeglichen.

Die Grundwasseranstiege zum Jahresbeginn 2020 waren im **südlichen Oberrheingraben** und in der Freiburger Bucht von kurzer Dauer, wobei die Grundwasserstände ab etwa April bis zum Jahresende niedrig waren. Vielerorts wurden die langjährigen Niedrigstwerte regelmäßig erreicht. Zum Jahreswechsel bahnte sich infolge der starken Niederschläge eine leichte Erholung an (Messstelle 109/021-2 in Abbildung 1.7). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist stabil bis rückläufig.

Nach den steilen Anstiegen im ersten Quartal von 2020 haben sich die Verhältnisse im Bereich des **mittleren Oberrheins** im weiteren Jahresverlauf trotz fallender Entwicklung innerhalb des unteren Normalbereichs bewegt. Die gelegentlichen Sommerniederschläge haben weitere Rückgänge auf ein niedriges Niveau verhindert. Die Auswirkungen der Trockenheit waren daher weniger ausgeprägt als im südlichen Oberrheingraben. Die bedeutenden Niederschläge zum Jahresende hatten jedoch keinen nennenswerten Einfluss auf die Grundwasserverhältnisse, wobei das niedrige Niveau bis zum Jahresende 2020 andauert

hat (Messstelle 157/162-8 in Abbildung 1.7). Die 20-jährigen Trends sind nach wie vor ausgeglichen.

Die Grundwasserstände im **nördlichen Oberrhein** und insbesondere im Rhein-Neckar-Raum weisen eine geringe Schwankungsdynamik auf. Nachdem die Verhältnisse zu Jahresbeginn niedrig waren, haben Anstiege im Frühjahr für Entspannung gesorgt. Die Erholungsphase war jedoch temporär. Bereits ab Juni bewegten sich die Grundwasserstände auf niedrigem Niveau (Messstelle 104/307-0 in Abbildung 1.7). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist mehrheitlich ausgeglichen, wobei insbesondere an den rheinfernen Standorten zunehmend rückläufige Verhältnisse zu beobachten sind.

Auch im **Singener Becken und Bodenseebecken** sowie im Argendelta waren im Jahr 2020 kaum Grundwasseranstiege zu verzeichnen. Ab März/April wurden ausschließlich rückläufige Verhältnisse gemessen. Die Grundwasservorräte erreichten zum Jahresende vielerorts ihr langjähriges Minimum (Messstelle 602/521-3 in Abbildung 1.7). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Die Grundwasserverhältnisse im **Rißtal und in Oberschwaben** entsprachen im Jahr 2020 insgesamt den Entwicklungstendenzen im Bodenseebecken mit dauerhaft unterdurchschnittlichen Verhältnissen. Zum Jahresende wurden vielerorts niederschlagsbedingte Anstiege beobachtet. Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist unauffällig.

Die Grundwasserstandsentwicklung in den quartären Talfüllungen des **Donautals** spiegelt das Niederschlagsgeschehen wider. Die Grundwasserstände haben sich daher im ersten Quartal 2020 zunächst deutlich erholt, bevor ein rapider Rückgang zu verzeichnen war. Im Sommer haben wiederholte Regenschauer die Grundwasserstände auf einem unterdurchschnittlichen Niveau stabilisiert, wobei die extrem niedrigen Verhältnisse von 2018 nicht erreicht wurden. Das Jahresende wird durch markante Anstiege charakterisiert (Messstelle 10/568-0 in Abbildung 1.7). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Nach markanten Anstiegen auf ein mittleres Niveau im ersten Quartal 2020 bewegten sich die Grundwasserstände im **Illertal und im Bereich der Leutkircher Heide** im Frühjahr rückläufig bis auf langjährige Niedrigstwerte.

Darauf folgten untypisch steile niederschlagsbedingte Anstiege im Juli. Die gelegentlichen Niederschläge im Sommer und im Herbst haben einige Male den Grundwasservorräten neue Impulse gegeben, so dass in diesem Bereich keine ausgeprägte Niedrigwassersituation im weiteren Jahresverlauf zu verzeichnen war (Messstelle 161/768-5 in Abbildung 1.7). Der 20-jährige Trend ist ausgeglichen.

Die Grundwasserstände und Quellschüttungen im Karst-aquifer der **Schwäbischen Alb** reagieren zeitnah auf Niederschlagsereignisse. Dies spiegelt sich in der Grundwasserdynamik wider, wobei ausgeprägte Rückgangsphasen und steile Anstiegsphasen alternieren. Nachdem die starken Niederschläge zum Jahresbeginn markante Anstiege auf hohe Grundwasserstände bewirkt hatten, waren die Niederschlagsepisoden im weiteren Jahresverlauf weitgehend unwirksam. Die 2. Jahreshälfte war daher durch anhaltende Trockenheit gekennzeichnet. Vielerorts wurden dauerhaft die 20-jährigen Monatsniedrigstwerte erreicht (Messstelle 601/517-7 in Abbildung 1.7 und Messstelle 600/665-7 in Abbildung 1.8). Der 20-jährige Trend ist unauffällig.

Im Bereich der **Ostalb** entwickelten sich die Grundwasserstände im Jahr 2020 bereichsweise von hohen Verhältnissen im 1. Quartal fortwährend bis zu 20-jährigen Monatsniedrigwerten zu Jahresende (Messstelle 102/762-4 in Abbildung 1.7). Die 20-jährigen Trends sind vielerorts rückläufig.

Sowohl die Grundwasserstände im **Neckarbecken** als auch die Quellschüttungen in den Schwäbisch-Fränkischen Waldbergen spiegeln im Jahr 2020 das Niederschlagsgeschehen wider. Im Mittel haben die wiederholten Schwankungen zwischen niedrigem und mittlerem Niveau zu einem verzögerten Eintritt der Grundwasser-niedrigphase im Herbst geführt. Zum Jahresende sind trotz bemerkenswerter Niederschläge lediglich zögerliche Grundwasseranstiege zu verzeichnen (Messstelle 4/510-5 in Abbildung 1.7). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist in diesem relativ heterogenen Gebiet insgesamt ausgewogen.

Die Entwicklung der Grundwasserstände im Bereich der Flusstäler von **Tauber, Kocher und Jagst** ist von den Abflussbedingungen der benachbarten Fließgewässer ge-

prägt. Nach steilen Anstiegen im ersten Quartal von 2020 schwankte der Grundwasserspiegel innerhalb des Normalbereichs mit rückläufiger Tendenz. Der Einfluss der unbeständigen Wasserführung der Fließgewässer in den Sommermonaten ist in diesem Bereich besonders markant. Zum Jahresende stiegen die Grundwasserspiegel innerhalb weniger Tage rasch an und erreichten zum Jahreswechsel vielerorts ein mittleres Niveau (Messstelle 5003/607-4 in Abbildung 1.7). Die 20-jährigen Entwicklungstendenzen sind unauffällig.

Nach überdurchschnittlichen Verhältnissen in der ersten Jahreshälfte von 2020 waren die Grundwasserstände und die Quellschüttungen auch in den Festgesteinen von **Nord-Württemberg und Odenwald** im weiteren Jahresverlauf – den langjährigen Verhältnissen entsprechend – rückläufig. Die landesweit ausgeprägte Trockenheit stellte sich in diesem Bereich erst sehr spät ein (Messstelle 600/554-9 in Abbildung 1.7). Die langjährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Trotz niederschlagsbedingter Anstiege zu Jahresbeginn haben es die Quellschüttungen und Grundwasserstände im **Kraichgau** im Jahr 2020 nie auf ein mittleres Niveau geschafft. Das Jahr 2019 verlief bis zum Jahresende permanent unterdurchschnittlich (Messstelle 600/407-7 in Abbildung 1.7). Die quantitative Grundwassersituation war auch 2020 in Teilen des Kraichgaus sehr angespannt. Im Kraichgau nimmt die Anzahl der Messstellen mit rückläufigen 20-jährigen Trends zu.

Die Quellen im **Schwarzwald** haben überwiegend kleinräumige Einzugsgebiete und weisen ausgeprägte, niederschlagsbedingte Schüttungsschwankungen auf. Nach den landesweit üblichen Anstiegen zu Jahresbeginn entwickelten sich die Schüttungen bis in den Herbst 2020 rückläufig. Aufgrund der gelegentlichen Sommerniederschläge verblieben sie jedoch innerhalb des unteren Normalbereichs. Die gemessenen Anstiege ab November haben zum Jahresende entscheidend dazu beigetragen, dass die berechneten Jahresmittelwerte in diesem Bereich durchschnittlich ausgefallen sind (Messstellen 600/121-0 in Abbildung 1.7 und 600/263-6 in Abbildung 1.8). Die 20-jährigen Trends sind nahezu ausnahmslos ausgeglichen.

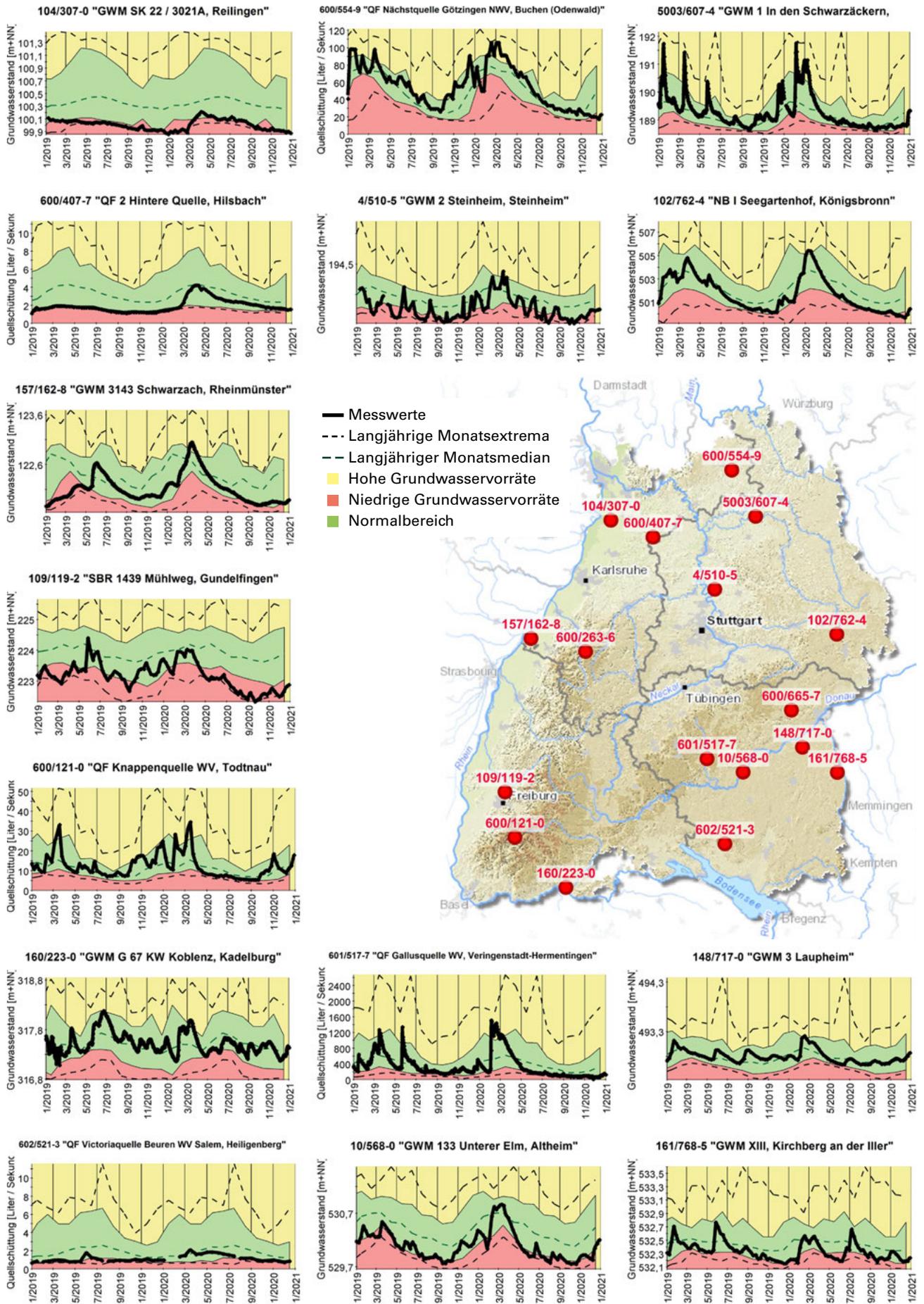
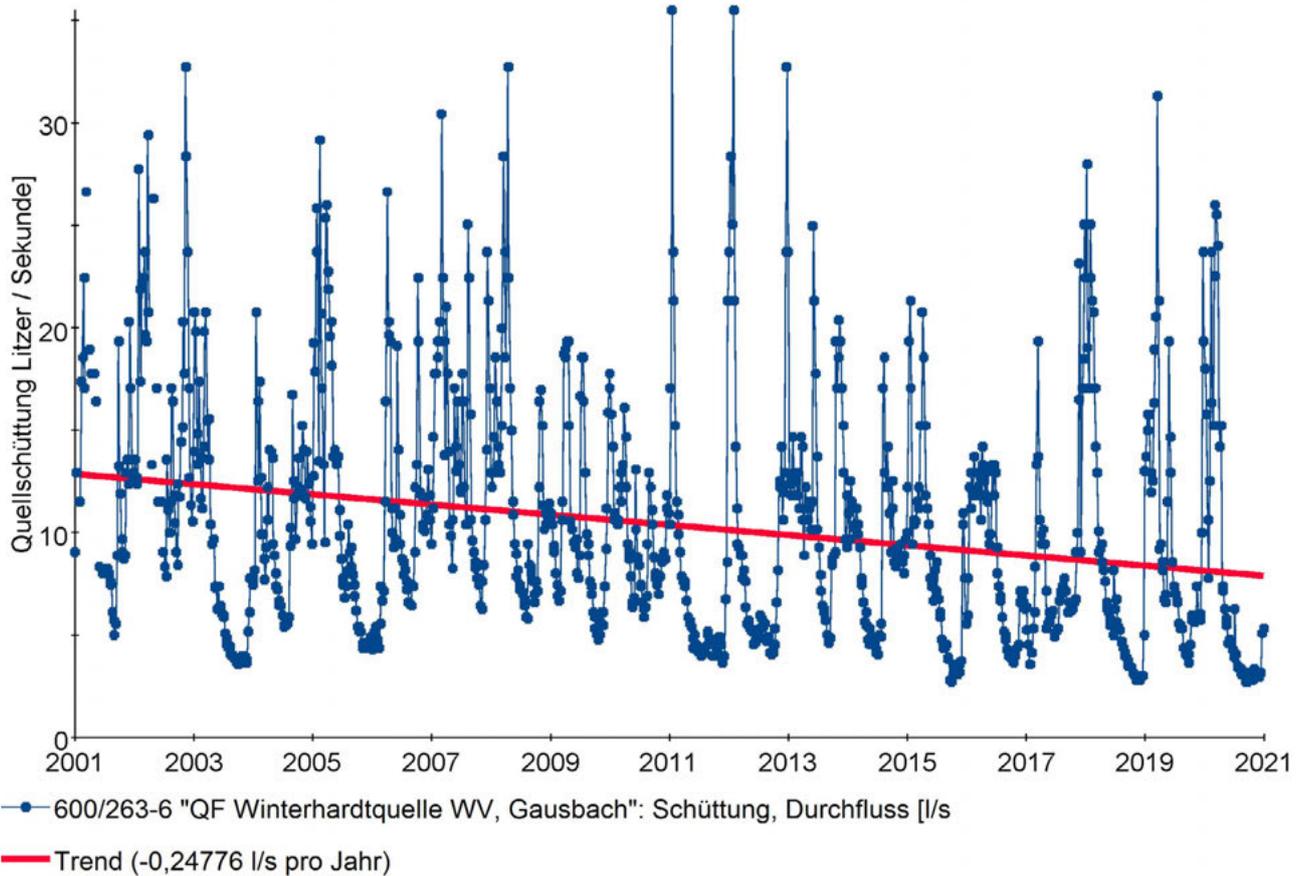
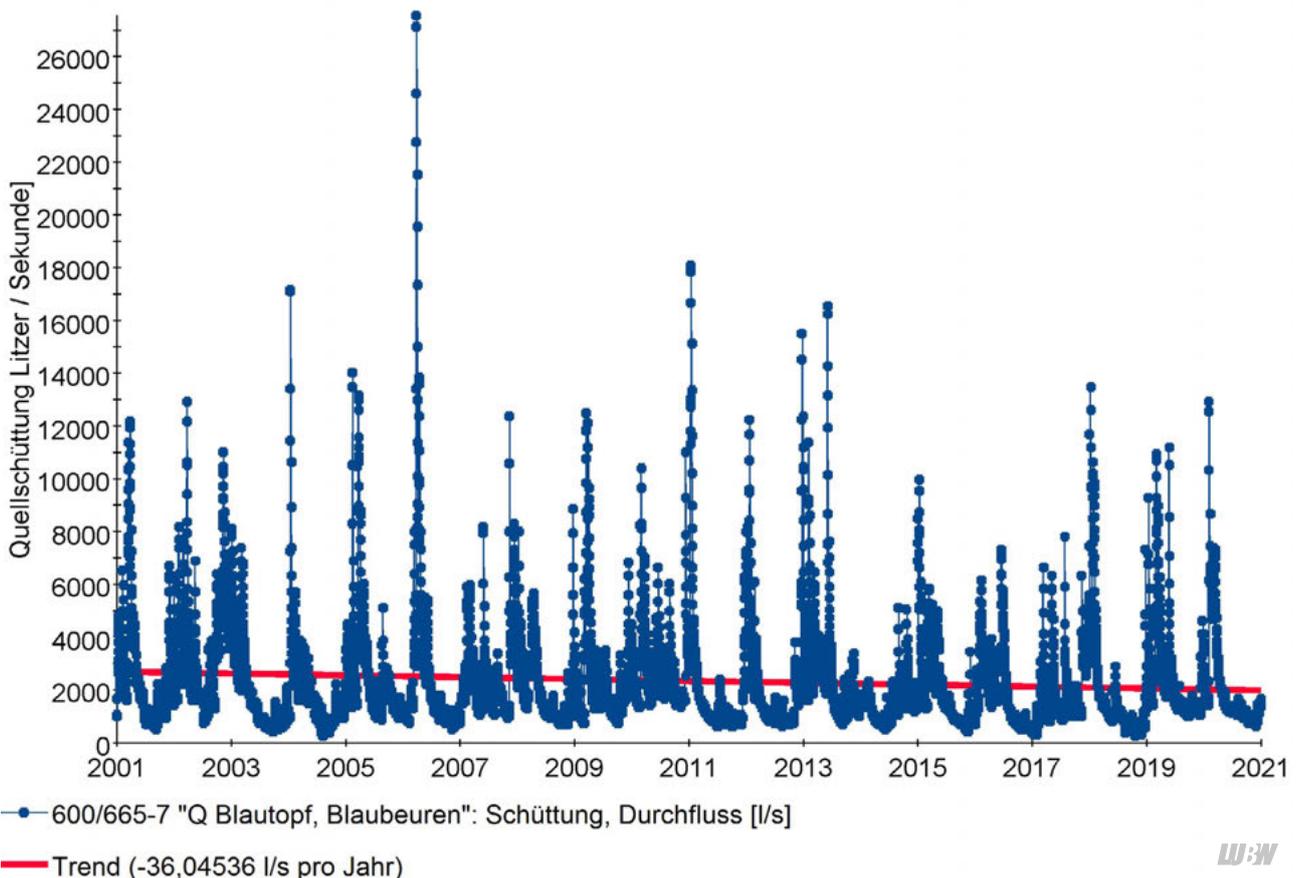


Abbildung 1.7: Grundwasserstand/Quellschüttung und zugehöriger Normalbereich aus 20 Beobachtungsjahren an ausgewählten Grundwasser-messstellen im Zeitraum Januar 2019 bis Dezember 2020 (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank)

Nord-Schwarzwald - Gausbach



Schwäbische Alb - Blaubeuren



U:W

Abbildung 1.8: Ganglinien ausgewählter Grundwassermessstellen mit Trendbetrachtung 2001 – 2020; die Lage der Messstellen geht aus Abbildung 1.7 hervor (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank)

Eine Gesamtschau auf die quantitativen Grundwasser- verhältnisse 2020 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 Jahres- gang (blaue Fläche) wird aus normierten und anschließend gemittelten Monatsmittelwerten der Einzelmessstellen be- rechnet. Das Berichtsjahr 2020 wird als Linie dargestellt.

Die Abbildung 1.10 zeigt die messstellenbezogene Be- urteilung der quantitativen Grundwasserhältnisse auf der Grundlage der Mittelwerte im Jahr 2020 im 20-jähri- gen Vergleich. Darüber hinaus wurden zur Beurteilung der Entwicklungstendenzen die linearen Trends aus 20 Beob- achtungsjahren ausgewertet. Die aufgeführten Standorte sind für die zugehörigen Grundwasserlandschaften reprä- sentativ. Die verwendeten Farben veranschaulichen den standortspezifischen Zustand des Grundwasserdargebots im Vergleich zu den langjährigen Grundwasserhältnis- sen. Die Symbole stehen für den zunehmenden, gleich- bleibenden bzw. abnehmenden Trend.

1.3.3 Quantitative Entwicklung

Das Jahr 2020 wird gekennzeichnet durch außergewöhnlich steile Grundwasseranstiege auf ein überdurchschnittliches Niveau zu Jahresbeginn mit anschließend dauerhaft rück- läufigen Verhältnissen, meist bis zu Jahresende. Die gerin- gen Aprilniederschläge hatten den bis dahin wirksamen Versickerungsprozess innerhalb weniger Wochen unterbun-

den. Binnen weniger Wochen wurde verbreitet ein unter- durchschnittliches Niveau erreicht (Abbildung 1.9). Dank der gelegentlichen Sommerniederschläge waren die Grund- wasservorräte allerdings nur bereichsweise bzw. kurzzeitig sehr niedrig, sondern bewegten sich überwiegend innerhalb des unteren Normalbereichs. Die ergiebigen Dezember- niederschläge haben für eine Entspannung der quantitativen Grundwassersituation zum Jahresende in Teilen des Landes gesorgt. Die Grundwasservorräte konnten sich dadurch in- nerhalb weniger Wochen mit positiver Tendenz zum Jah- resende entwickeln. Die auf Niederschläge ausgeprägter re- agierenden Quellschüttungen sprechen grundsätzlich etwas schneller auf innerjährliche Schwankungen an und haben im letzten Quartal besonders stark zugenommen.

Insgesamt liegen die mittleren Grundwasservorräte im Jahr 2020 auf vergleichbar niedrigem Niveau, wie im vorange- gangenen Jahr. Die Grundwasservorräte haben in diesem Jahr auf unterdurchschnittlichem Niveau zu steigen begon- nen und sich nach kurzzeitigen mittleren Verhältnissen im weiteren Jahresverlauf überwiegend im unteren Normalbe- reich bewegt. Im jährlichen Landesmittel waren die Grund- wasservorräte dadurch auf niedrigem Niveau. Im südlichen und nördlichen Oberrheingraben sowie in Oberschwaben und Kraichgau waren 2020 niedrige Grundwasservorräte zu verzeichnen (Abbildung 1.10). Die Messstellen zeigten bei den Quellen und den meisten Grundwasserständen einen ausgeglichenen 20-jährigen Trend, wobei die Anzahl der Messstellen mit rückläufiger Tendenz wächst.

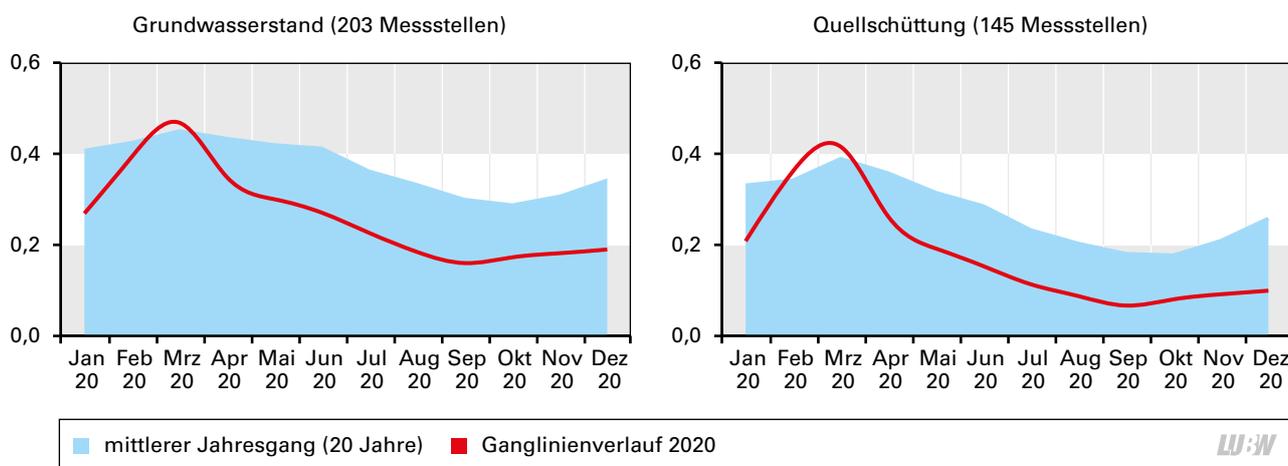


Abbildung 1.9: Mittlerer normierter Jahresverlauf von Quellschüttung und Grundwasserstand im vieljährigen Mittel (2001 – 2020) und im Jahr 2020 (schematisch) (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank)

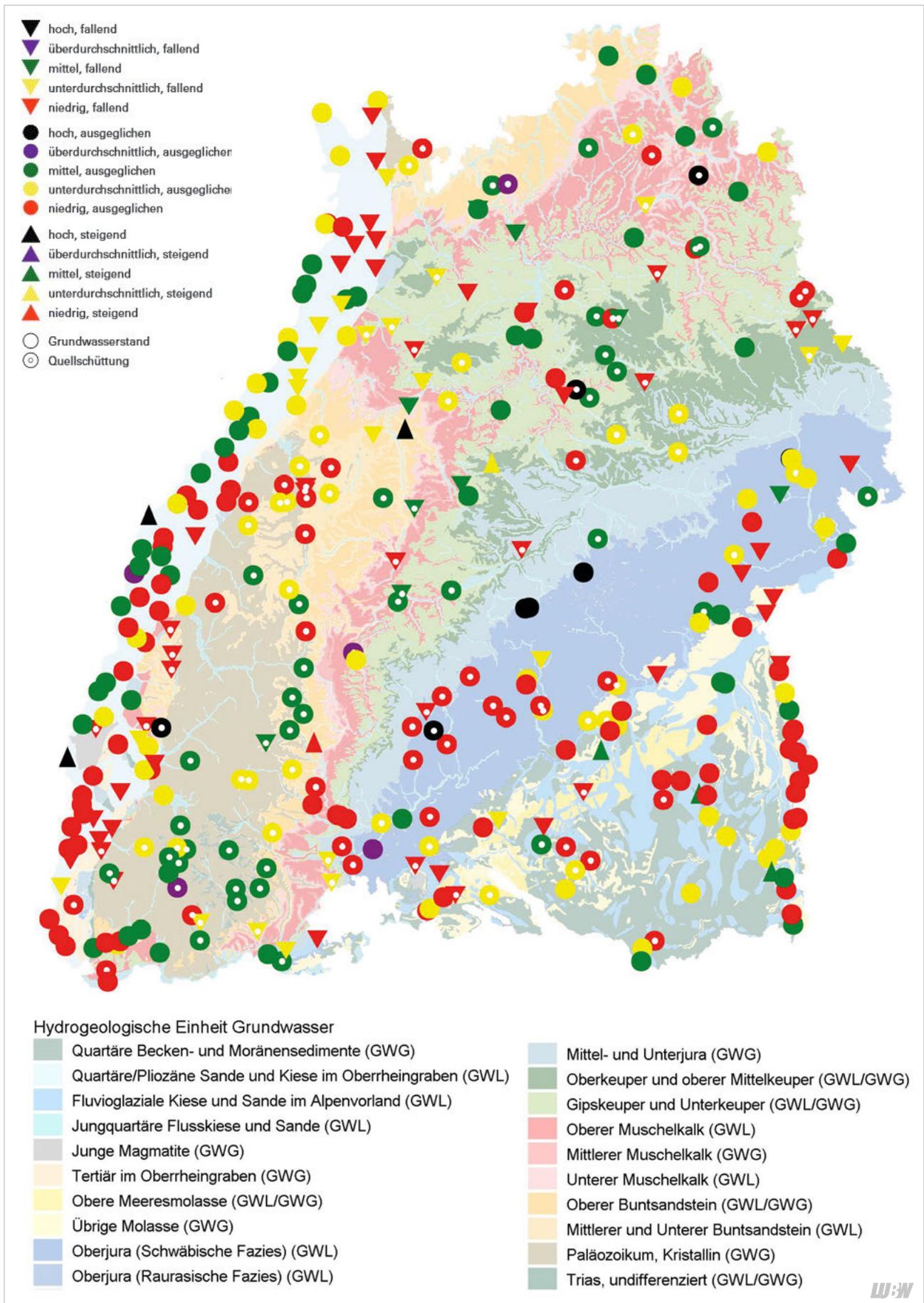


Abbildung 1.10: Zustand und Trendverhalten der Grundwasserverhältnisse 2020 (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank; GWG = Grundwassergeringleiter, GWL = Grundwasserleiter)

2 Grundwasserbeschaffenheit

Das 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 Verursacher-bezogene Auswertung der Messdaten wurden die Messstellen des Landesmessnetz Beschaffenheit Ende 2020 in ein Teilmessnetz Geogener Hintergrund (früher Basismessnetz) und vier Emittenten-orientierte Teilmessnetze aufgeteilt (Tabelle 2.1). Die Messstellen der bis 2020 bestehenden Teilmessnetze Rohwassermessnetz, Vorfeldmessnetz und Quellmessnetz wurden gemäß der überwiegenden Landnutzung in ihren Einzugsgebieten den genannten fünf Teilmessnetzen zugeordnet. Zur Qualitätssicherung wird die Teilmessnetz-Zuordnung aller Messstellen anhand der Landnutzung in ihren Einzugsgebieten überprüft. Fehlende Einzugsgebiete werden neu abgegrenzt. In der LUBW-Publikation „Grundwassermessnetze: Rahmen und Definitionen“ werden u. a. die genannten Teilmessnetze näher beschrieben.

Die Ergebnisdarstellungen umfassen folgende Messdaten des gesamten Landesmessnetz Beschaffenheit aus den Jahren 2018 bis 2020:

- Vor-Ort-Parameter und Messprogramm N (Nitrat, Nitrit, Ammonium) von 2020. Teilweise wurden auch Messdaten aus dem Kooperationsmessnetz Wasserversorgung mit ausgewertet.

- Glyphosat und sein Metabolit AMPA von 2018 bis 2020.
- Trifluoressigsäure von 2019 bis 2020, inklusive einiger Nachmessungen im Frühjahr 2021.
- Komplexbildner und hydrochemische Parameter von 2019 bis 2020.

Die nachfolgenden Kapitel enthalten weitere Informationen zu den je Stoffgruppe gemessenen Einzelsubstanzen sowie die Anzahl der jeweils in die Auswertung eingegangenen Messstellen.

2.1 Nitrat 2020

2.1.1 Hintergrund

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

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

Tabelle 2.1: Teilmessnetze des Landesmessnetz Beschaffenheit (Stand 07/2021)

Abkürzung	Bezeichnung	Zielsetzung	Messstellen Anzahl
ALLE	Landesmessnetz Beschaffenheit	landesweiter Überblick	1 906
GEO	Geogener Hintergrund	anthropogen kaum beeinflusste Beschaffenheit	217
EI	Emittenten Industrie	Beschaffenheit im Einflussbereich von Industriestandorten	268
EL	Emittenten Landwirtschaft	Beschaffenheit im Einflussbereich von landwirtschaftlicher Nutzung	928
ES	Emittenten Siedlung	Beschaffenheit im Einflussbereich von Siedlungen	308
SE	Sonstige Emittenten	Beschaffenheit bei weiteren bzw. gemischten anthropogenen Einflüssen	185



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

Insgesamt wurden die Nitratwerte von 1 851 im Jahr 2020 untersuchten Landesmessstellen zur Auswertung herangezogen. Der Schwellenwert für Grundwasser wurde an 154 (8,3 %) der Messstellen überschritten. Überschreitungen des Warnwertes lagen an 329 (18 %) der Messstellen vor (Tabelle 2.2). Der Höchstwert betrug 194 mg/l Nitrat.

Tabelle 2.2: Statistische Kennzahlen Nitrat 2020, Landesmessnetz Beschaffenheit mit Teilmessnetzen

	ALLE	Geogen	Industrie	Landwirtschaft	Siedlung	Sonstige
Anzahl der ausgewerteten Messstellen	1 851	215	258	904	292	182
Mittelwert in mg/l	22	5,9	15	31	16	21
Medianwert in mg/l	18	5,2	14	28	14	19
Überschreitungen des Warnwertes (37,5 mg/l) in % der Messstellen	18	0	2,7	30	6,5	16
Überschreitungen des Schwellenwertes (50 mg/l) in % der Messstellen	8,3	0	0,4	15	2,7	6,6

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2021

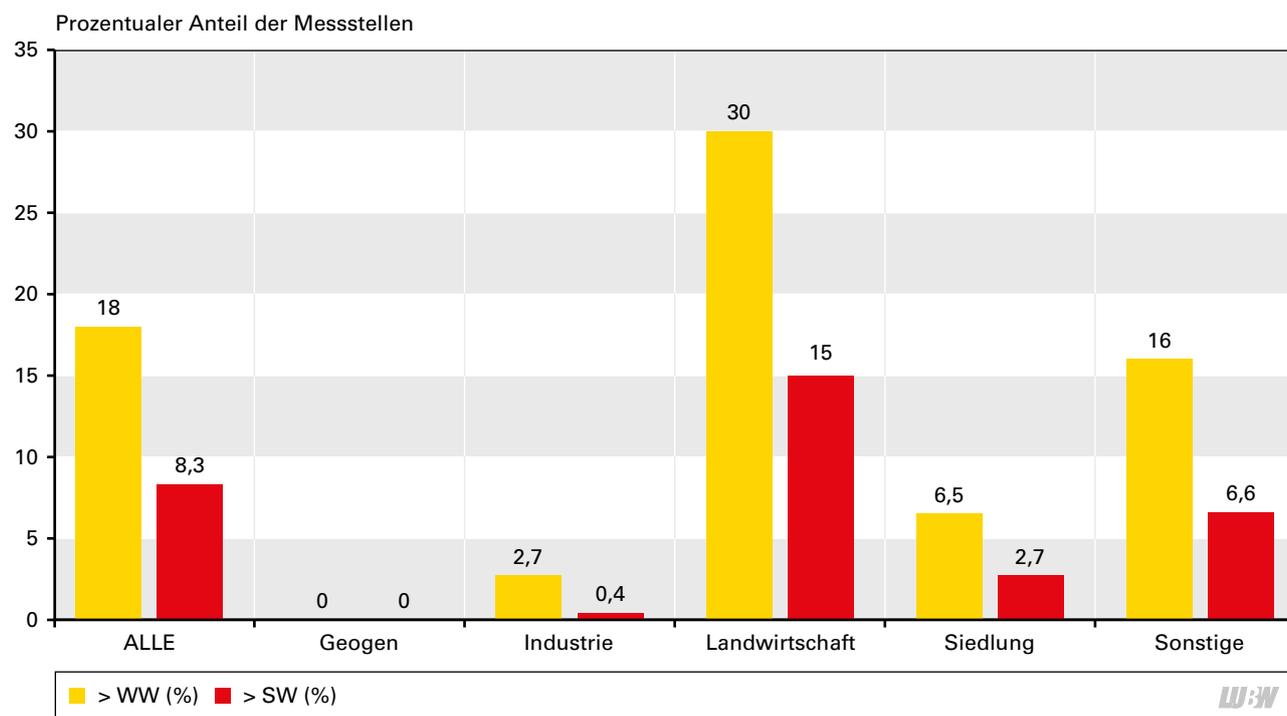


Abbildung 2.1: Prozentualer Anteil der Messstellen mit Überschreitung von Warnwert (WW: 37,5 mg/l) und Schwellenwert (SW: 50 mg/l) für Nitrat im Landesmessnetz Beschaffenheit mit den Teilmessnetzen im Jahr 2020 (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2021)

Die Anteile an der Gesamtbelastung der in Zielsetzung und den jeweiligen Emittenten unterschiedlichen Teilmessnetze waren erwartungsgemäß wie in den Vorjahren sehr unterschiedlich (Tabelle 2.2, Abbildung 2.1). Das Teilmessnetz Geogener Hintergrund, welches aus anthropogen möglichst wenig beeinflussten Messstellen besteht, hatte das niedrigste Belastungsniveau mit einem Mittelwert von knapp unter 6 mg/l und keiner Schwellen-/Warnwertüberschreitung. Das Teilmessnetz Landwirtschaft wies mit einem Mittelwert von 31 mg/l das höchste Belastungsniveau aller Teilmessnetze auf; der Schwellenwert wurde hier in 2020 an 15 % der Messstellen überschritten, der Warnwert an 30 %.

Durch die Umstrukturierung der Teilmessnetze veränderten sich auch die prozentualen Schwellen-/Warnwertüber-

schreitungen in den einzelnen Messnetzen. Im Vergleich zu den Vorjahren traten in 2020 bei den Teilmessnetzen Industrie, Landwirtschaft und Siedlung geringere und im Teilmessnetz Sonstige Emittenten höhere Schwellen-/Warnwertüberschreitungen auf. Das Teilmessnetz Sonstige Emittenten enthält mit derzeit rund 180 Messstellen circa dreimal so viele Messstellen wie in den Vorjahren, weil hier nach der Umstellung auch Messstellen mit mehreren Einflussfaktoren im Einzugsgebiet zugeordnet wurden.

Der Abgleich mit den absoluten Zahlen verdeutlicht, dass die Emittenten-orientierte Zuordnung der Messstellen zu den Teilmessnetzen in Bezug auf den Parameter Nitrat plausible Ergebnisse liefert: Von insgesamt 154 Messstellen mit Schwellenwertüberschreitung gehören 133 (86 %) dem Teilmessnetz Landwirtschaft an. Die verbleibenden

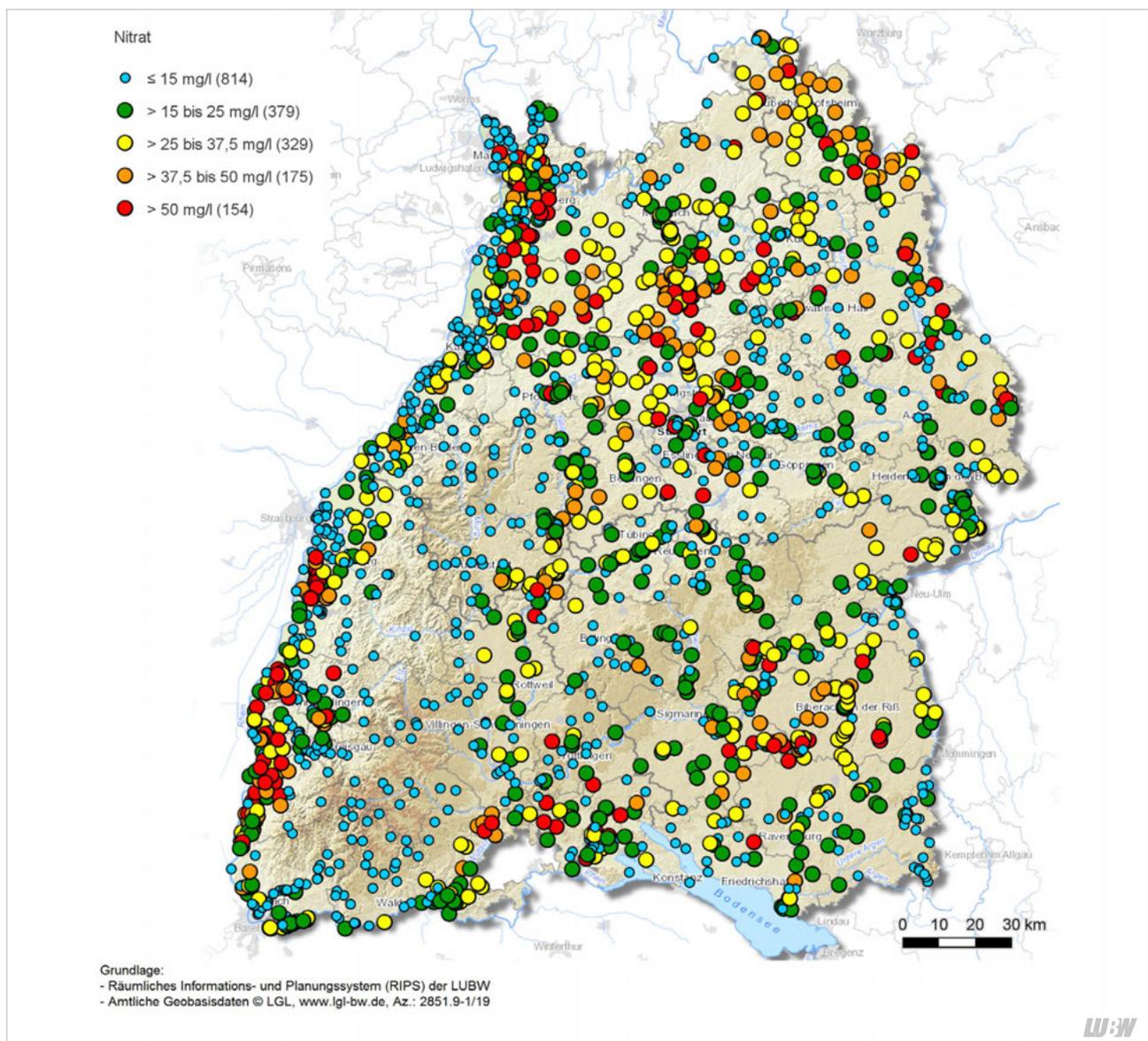


Abbildung 2.2: Nitratgehalte im Landesmessnetz Beschaffenheit 2020; die Zahlen in Klammern geben die Anzahl der Messstellen in der jeweiligen Konzentrationsklasse an (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2021)

21 Messstellen verteilen sich wie folgt: zwölf im Teilmessnetz Sonstige, acht in Siedlung und eine in Industrie. Im Vorjahr waren von insgesamt 155 Messstellen mit Schwellenwertüberschreitung 117 (75 %) dem Teilmessnetz Landwirtschaft zugeordnet.

Die großräumige regionale Verteilung der Nitratbelastung hinsichtlich der Belastungsschwerpunkte stellt sich

2020 im Vergleich zu den Vorjahren nahezu unverändert dar (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 teilweise erhöhten Nitratkonzentrationen wie das Singener Becken,

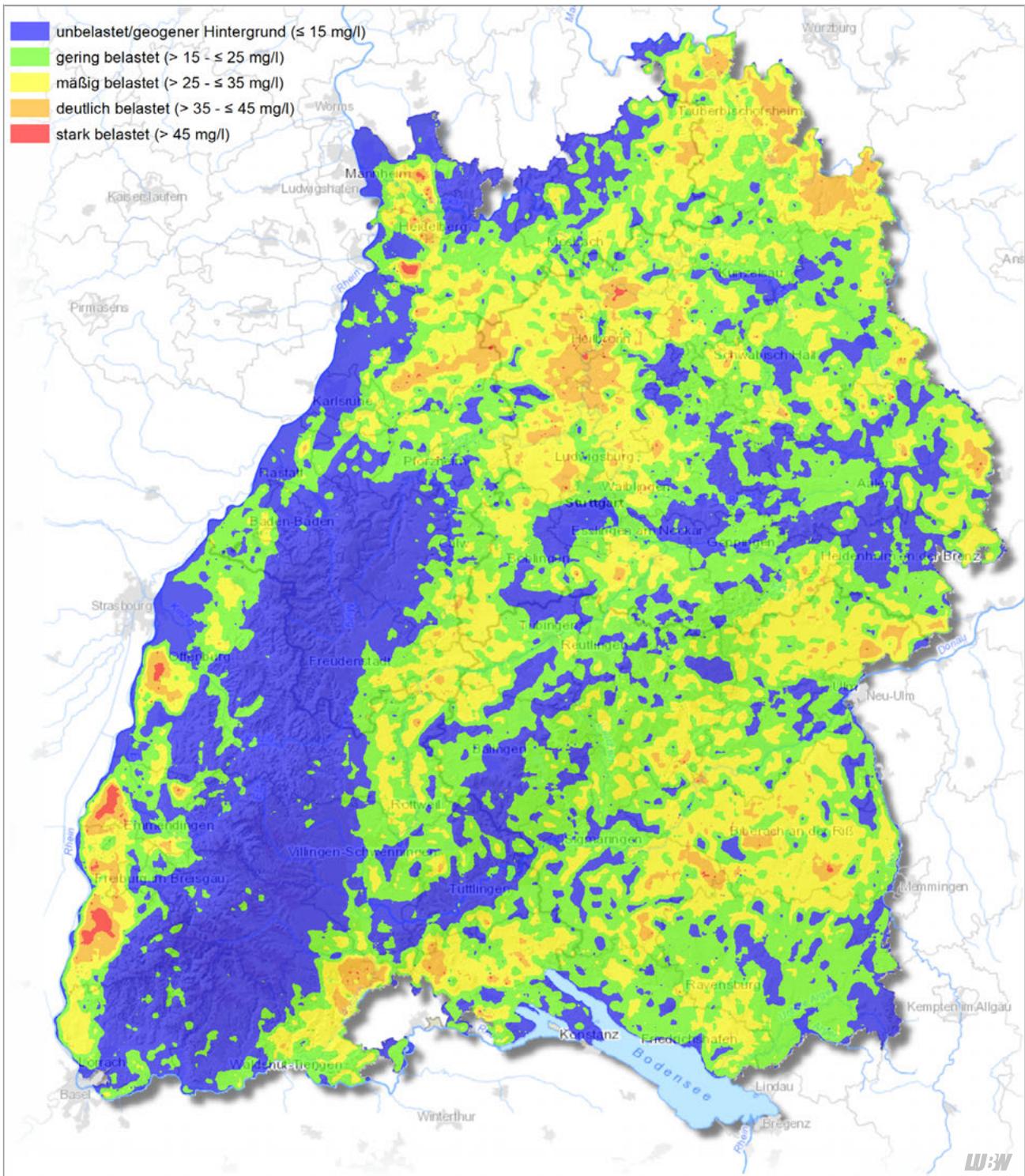


Abbildung 2.3: Interpolierte Nitratgehalte im Landesmessnetz Beschaffenheit und Kooperationsmessnetz 2020 (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 06/2021, Interpolationsverfahren SIMCOP-BW)

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.

Die genannten Belastungsschwerpunkte werden auch bei der interpolierten Darstellung der Nitratkonzentrationen deutlich (Abbildung 2.3). Dabei ist zu beachten, dass die Beschaffenheit des Grundwassers kleinräumig sehr unterschiedlich sein kann. Bei den Nitratbelastungen können schon in wenigen 100 m Abstand deutliche Konzentrationsunterschiede auftreten. Für die Interpolation der Nitrat-Konzentrationen mit SIMCOP-BW wurden 1 843 Messstellen aus dem Landesmessnetz Beschaffenheit sowie 1 322 Messstellen aus dem Kooperationsmessnetz der Wasserversorger herangezogen. Bei mehreren Messungen an einer Messstelle wurde der Mittelwert verwendet. Die Interpolation erfolgte auf einem 100 × 100 m Raster. Bei SIMCOP-BW handelt es sich um ein vom Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart und der LUBW entwickeltes Interpolationsverfahren (<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2007WR006115/epdf>).

2.1.4 Zeitliche Entwicklungen

Landesmessnetz Beschaffenheit 2012 bis 2020

Tabelle 2.3 zeigt die Entwicklung der statistischen Kennwerte von 2012 bis 2020 im Landesmessnetz Beschaffenheit. In 2020 gab es im Vergleich zum Vorjahr kaum eine Veränderung, lediglich die Überschreitungshäufigkeit des Schwellenwertes hat von 8,8 % auf 8,3 % abgenommen. Bei der Überschreitungshäufigkeit des Schwellenwertes liegt seit 2013 ein nahezu kontinuierlicher Rückgang vor. Mittelwert und Median haben seit 2013 um 1,3 bzw. 0,7 mg/l abgenommen. Die Überschreitungshäufigkeit des Warnwertes ging seit 2013 um rund 3 % zurück.

Konsistente Messstellen 2012 bis 2020

Die Analyse von zeitlichen Trends wird bei konsistenten Messstellen belastbarer: Bei dieser Auswertung werden nur die Messstellen berücksichtigt, an denen für jedes Jahr mindestens ein Nitratwert vorliegt. Für den Zeitraum 2012 bis 2020 konnten 1 522 konsistente Messstellen ausgewertet werden (Tabelle 2.4). In 2020 gab es im Vergleich zum Vorjahr eine leichte Verschlechterung bei den Kennzahlen Mittelwert, Median und Überschreitungshäufigkeit des Warnwertes, während die Überschreitungshäufigkeit des Schwellenwertes

Tabelle 2.3: Statistische Kennzahlen Nitrat 2012 bis 2020 im Landesmessnetz Beschaffenheit (ab 2018: Median aus allen Messwerten pro Messstelle; bis 2017: ein Wert pro Messstelle)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Anzahl der ausgewerteten Messstellen	1 747	1 776	1 758	1 718	1 755	1 764	1 795	1 766	1 851
Mittelwert in mg/l	22,5	23,6	23,2	22,5	22,8	22,6	22,6	22,3	22,3
Medianwert in mg/l	17,0	18,8	18,4	18,0	18,2	18,2	18,5	18,0	18,1
Überschreitungen des Warnwertes (37,5 mg/l) in % der Messstellen	19,1	20,7	19,9	20,1	20,2	18,4	18,9	17,8	17,8
Überschreitungen des Schwellenwertes (50 mg/l) in % der Messstellen	10,0	10,2	10,0	9,7	9,4	9,8	9,0	8,8	8,3

Datengrundlage 2020: Grundwasserdatenbank 07/2021; bis 2019: Veröffentlichte Berichte zum Grundwasser-Überwachungsprogramm



Tabelle 2.4: Statistische Kennzahlen Nitrat 2012 bis 2020, 1 522 konsistente Messstellen des Landesmessnetz Beschaffenheit mit mindestens einem Nitratwert pro Jahr

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Anzahl der ausgewerteten Messstellen					1 522				
Mittelwert in mg/l	23,6	24,3	23,8	23,4	23,1	23,0	23,0	22,5	22,8
Medianwert in mg/l	18,2	19,7	19,1	18,8	18,8	18,7	18,8	18,0	18,7
Überschreitungen des Warnwertes (37,5 mg/l) in % der Messstellen	21,4	22,1	20,8	21,7	20,6	19,8	20,3	18,7	18,9
Überschreitungen des Schwellenwertes (50 mg/l) in % der Messstellen	11,3	11,5	11,4	10,8	9,9	10,0	9,7	9,1	8,8

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2021



tes von 9,1 % auf 8,8 % abgenommen hat. Die rückläufigen Trends seit 2013 sind bei den konsistenten Messstellen etwas deutlicher ausgeprägt als bei der Auswertung des jeweils aktuellen Landesmessnetz Beschaffenheites.

Konsistente Messstellen 1994 bis 2020

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. Je 10 Jahre Auswertungszeit wird eine Datenlücke von bis zu zwei Jahren Dauer zugelassen. Bei der Auswertung der Daten von 1994 bis 2020 (27 Jahre) dürfen demnach in der gesamten Datenreihe einer konsistenten Messstelle insgesamt zwei Lücken von je bis zu zwei Jahren Dauer vorliegen.

Bei Betrachtung der seit 1994 konsistenten Messstellen waren die Nitrat-Mittelwerte in 2020 gleichbleibend (Teilmessnetz Geogener Hintergrund) bzw. leicht erhöht im Vergleich

zum Vorjahr (Abbildung 2.4). Im gesamten Landesmessnetz Beschaffenheit hat die mittlere Nitratkonzentration von 1994 bis 2020 um 7,1 mg/l (24 %) abgenommen. Zwischen 2001 und 2020 betrug die Abnahme 4,2 mg/l (16 %). Im Teilmessnetz Geogener Hintergrund ist das Niveau mit 5,8 mg/l in 2020 gegenüber dem Beginn der Datenreihe im Jahr 1994 um 1,4 mg/l (19 %) gesunken. Seit 2001 betrug die Abnahme 0,9 mg/l (13 %). Im Teilmessnetz Landwirtschaft ist die durchschnittliche Belastung seit 1994 um 8,6 mg/l (23 %) zurückgegangen. Seit 2001 betrug die Abnahme 5,2 mg/l (15 %).

Die Nitrat-Belastung ist demnach seit 1994 insgesamt gesunken. Dennoch gab es zwischenzeitliche Anstiege in 1999, 2005 und 2013. Diesen gingen in der Regel relativ trockene Jahre (1997, 2003, 2011; siehe auch Abbildung 1.1) 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.

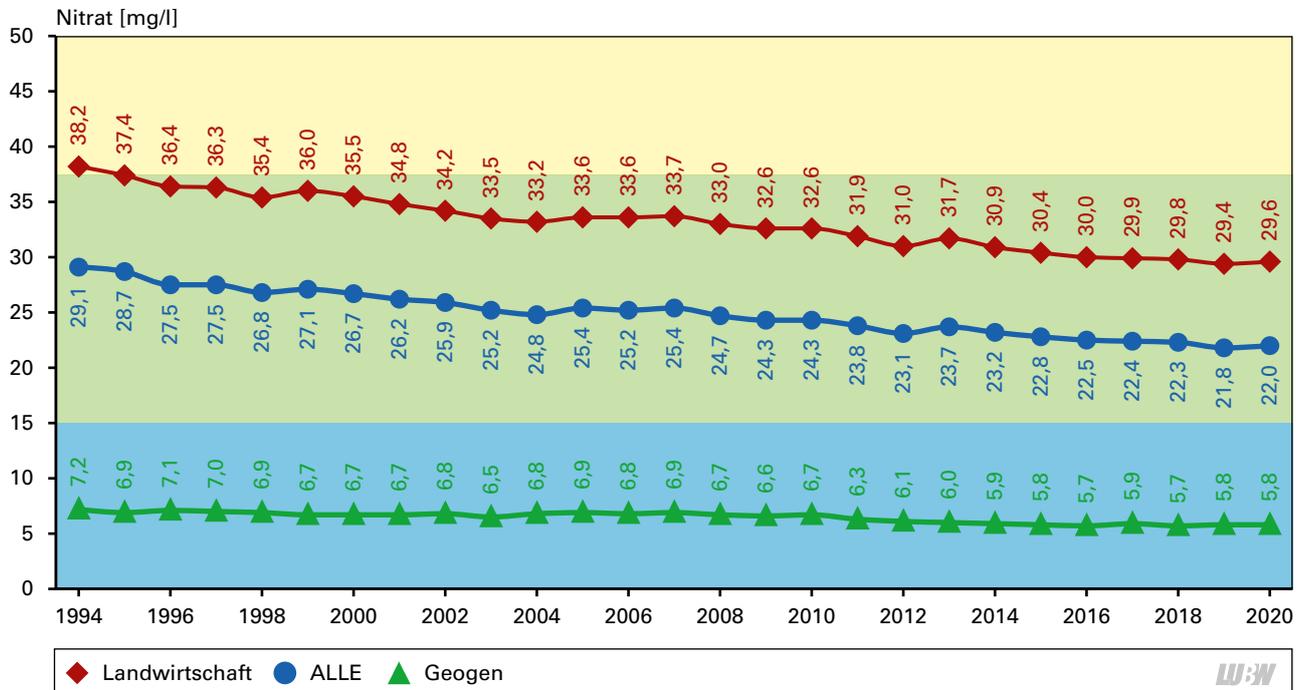


Abbildung 2.4: Entwicklung der Nitratmittelwerte pro Jahr von 1994 bis 2020 bei konsistenten Messstellengruppen (Datenlücken zugelassen) des Landesmessnetz Beschaffenheites (ALLE, 1 474 Messstellen) sowie der Teilmessnetze Landwirtschaft (736 Messstellen) und Geogener Hintergrund (187 Messstellen). Die 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 Nitratkonzentrationen mit geringen bis mittleren bzw. starken Belastungen. Die Grenze zwischen dem grünen und gelben Bereich bildet der Warnwert von 37,5 mg/l. (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2021)

Seit 2014 waren die mittleren Jahresniederschläge in Baden-Württemberg durchgehend unterdurchschnittlich (Abbildung 1.1), wobei 2015 und 2018 besonders trocken waren. Die leicht ansteigenden Nitrat-Mittelwerte in 2020 können auf den schon seit vielen Jahren beobachteten Zusammenhang der Nitratgehalte mit Niederschlagsmenge und Witterungsverlauf zurückgeführt werden. Bei stärkeren Regenfällen bzw. Grundwasserneubildung ist in den kommenden Jahren wieder mit zwischenzeitlichen Konzentrationserhöhungen zu rechnen.

2.1.5 Nitrat in Wasserschutzgebieten

Die Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) Baden-Württemberg 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) alle WSG anhand der Nitratgehalte, gemittelt über die vergangenen zwei Jahre, wie folgt ein (Abbildung 2.5):

- 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

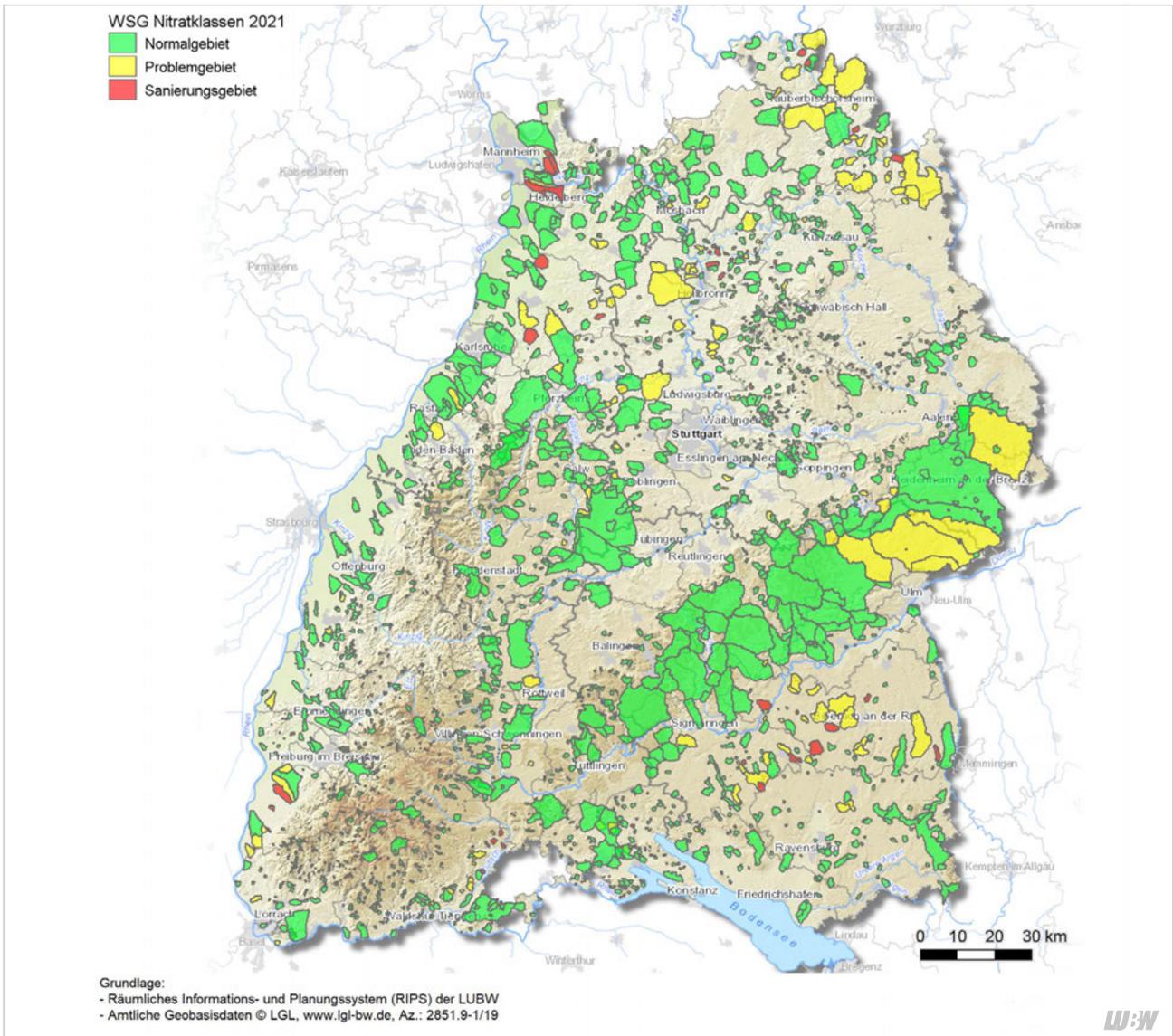


Abbildung 2.5: SchALVO-Einstufung 2021 der Wasserschutzgebiete (WSG) in drei Nitratklassen (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 03/2021)

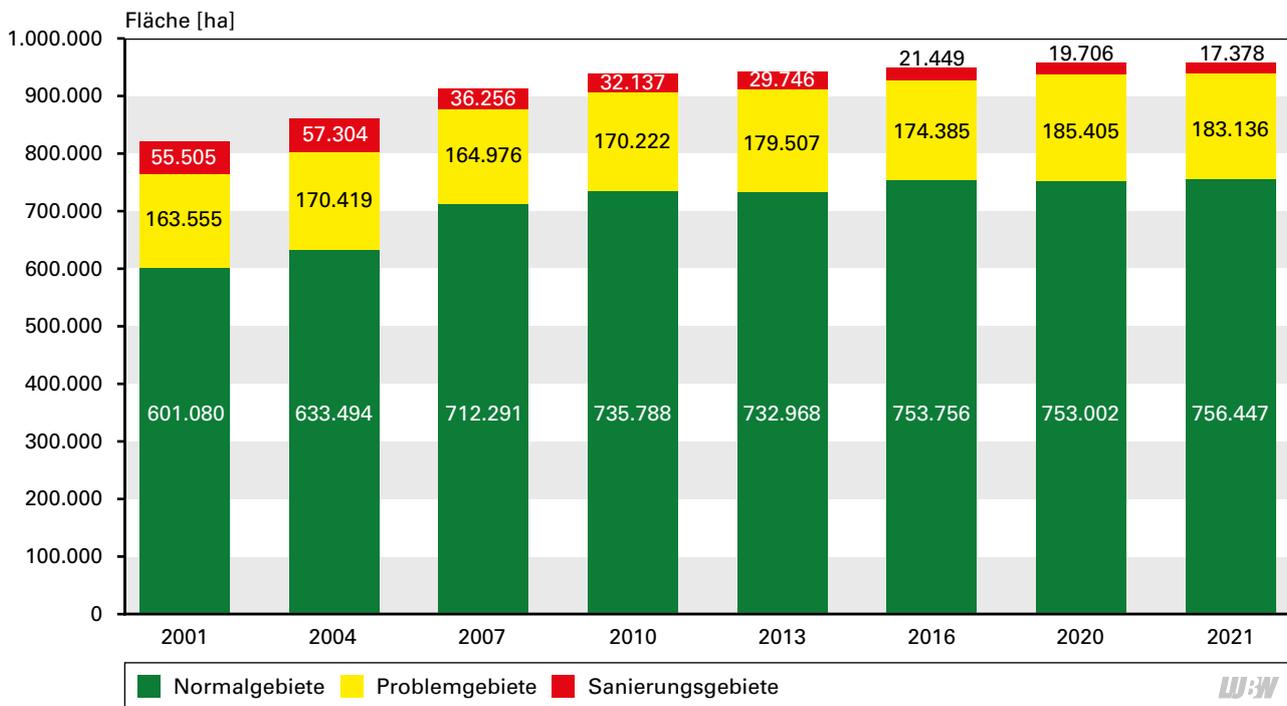


Abbildung 2.6: Flächenentwicklung der Normal-, Problem- und Sanierungsgebiete gemäß SchALVO einschließlich Teileinzugsgebiete (Datengrundlage 2021: Grundwasserdatenbank 03/2021; bis 2020: Veröffentlichte Berichte zum Grundwasser-Überwachungsprogramm)

Tabelle 2.5: Anzahl der Problem- und Sanierungsgebiete gemäß SchALVO einschließlich Teileinzugsgebiete 2012 bis 2021

Jahr	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Problemgebiete	285	269	270	260	240	230	219	223	224	229
Sanierungsgebiete	94	95	84	80	81	83	84	79	75	66
PSM-Sanierungsgebiete	2	2	2	2	4	3	2	2	2	0

Datengrundlage: deklaratorische Liste gemäß www.lubw.baden-wuerttemberg.de/wasser/wasserschutzgebiete, 07/2021

Des Weiteren werden PSM-Sanierungsgebiete festgelegt, wenn die Konzentration an zugelassenen PSM oder deren Abbauprodukten $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$ liegt. Stand 01.01.2021 gibt es kein PSM-Sanierungsgebiet.

Die Ersteinstuferung 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 Aufhebung, Zusammenlegung und Erweiterung von WSG ändern sich die Gesamtanzahlen von Jahr zu Jahr. Landesweit hat die Gesamtfläche von 2001 bis 2021 um etwa 137 000 ha auf etwa 957 000 ha zugenommen (Abbildung 2.6). Dies entspricht rund 27 % der Landesfläche. Zum Stichtag 01.01.2021 sind rund 79 % der WSG-Flächen als Normalgebiet eingestuft, etwa 19 % als Problemgebiet

und rund 2 % als Sanierungsgebiet (Abbildung 2.5). Seit 2001 haben sowohl die absoluten Flächen als auch der prozentuale Anteil der Sanierungsgebiete an der gesamten WSG-Fläche deutlich abgenommen (Abbildung 2.6 und Tabelle 2.5).

In 2020 sind die mittleren Nitrat-Konzentrationen der konsistenten Messstellen in den Sanierungsgebieten im Vergleich zum Vorjahr leicht gesunken, während sie in den Problemgebieten und Normalgebieten im Vergleich zum Vorjahr leicht gestiegen sind (Abbildung 2.7, WSG gemäß SchALVO-Ersteinstuferung von 2001). Die Konzentrationen in den Problemgebieten stagnieren seit 2012 auf einem Niveau von ca. 32 mg/l ; seit 2001 sind sie um $4,0 \text{ mg/l}$ (11 %) zurückgegangen. In den Sanierungsgebieten sanken die Konzentrationen seit 2001 nahezu kontinuierlich um insgesamt $8,5 \text{ mg/l}$ (16 %). In den Normalgebieten veränderten sich die mittleren Nitratwerte in den letzten 20 Jahren um lediglich $0,7 \text{ mg/l}$ (5 %). Für diese Auswertung wurden neben den Nitratdaten aus dem Landesmessnetz Beschaffenheit auch Nitratdaten der Wasserversorger verwendet. Für das

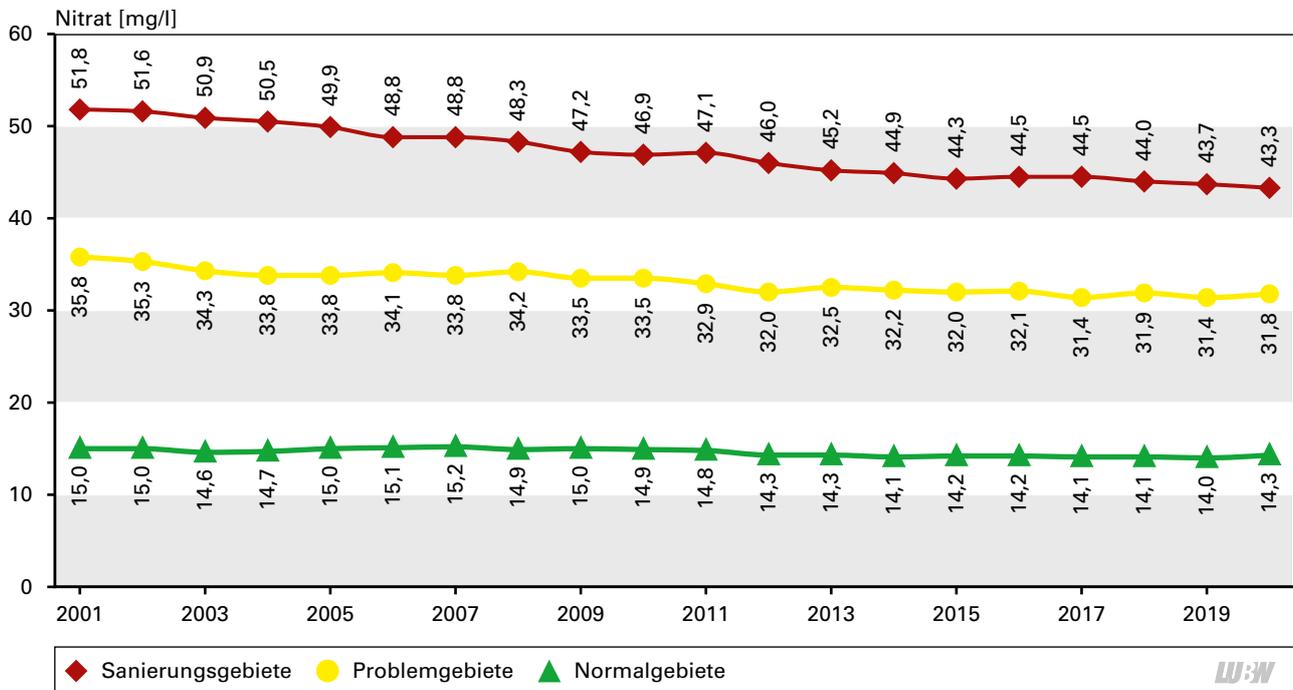


Abbildung 2.7: Entwicklung der Nitratmittelwerte pro Jahr von 2001 bis 2020 für konsistente Messstellen (Datenlücken zugelassen, Landesmessnetz Beschaffenheit und Kooperationsmessnetz Wasserversorgung) und konsistente Wasserschutzgebiete gemäß SchALVO-Einstufungsbasis von 2001; Sanierungsgebiete: 97 Messstellen in 71 Wasserschutzgebieten, Problemgebiete: 164 Messstellen in 120 Wasserschutzgebieten, Normalgebiete: 473 Messstellen in 400 Wasserschutzgebieten (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2021)

Jahr 2020 wurden der LUBW bis zum 20.07.2021 insgesamt 3 406 Nitratwerte von 1 533 Messstellen in WSG übermittelt.

2.2 Glyphosat und AMPA 2018 – 2020

2.2.1 Hintergrund

Glyphosat ist ein Breitbandherbizid, d. h. es wirkt nicht selektiv sondern gegen nahezu alle Pflanzen. In den vergangenen Jahren war es das organische PSM mit dem höchsten Inlandsabsatz für berufliche Verwender. Auf EU-Ebene ist Glyphosat derzeit bis 2022 zugelassen.

Glyphosat wird in der Umwelt zu AMPA (Aminomethyl-Phosphonsäure) abgebaut, welche als nicht relevanter Metabolit eingestuft ist. Nicht relevante Metabolite haben kein pflanzenschutzrechtlich relevantes humantoxisches oder ökotoxisches Wirkungspotenzial mehr. Sie können aber in Versickerungsstudien auffällige Konzentrationen zeigen. Insbesondere AMPA kann auch aus phosphonat-haltigen Putz- und Reinigungsmitteln gebildet werden.

Pflanzenschutzmittel dürfen gemäß Pflanzenschutzgesetz (Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen) nur auf Freilandflächen angewendet werden, die landwirtschaftlich, gärtnerisch oder forstwirtschaftlich genutzt werden. 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.

2.2.2 Bewertungsgrundlagen

Pflanzenschutzmittel haben gemäß ihrem Anwendungszweck toxische Wirkung, so dass eine Reihe von rechtlichen Regelungen (Tabelle 4.5) besteht. Für Glyphosat gilt der Schwellenwert der Grundwasserverordnung von 0,1 µg/l (entspricht dem GW der TrinkwV). Für AMPA ist kein gesundheitlicher Orientierungswert (GOW) durch das Umweltbundesamt festgelegt. Nicht relevante Metabolite von PSM dürfen generell nicht in Konzentrationen größer 10 µg/l in Grundwasser eingetragen werden (pauschaler Schwellenwert im Zulassungsverfahren).

2.2.3 Ergebnisse und Bewertung

LUBW-Untersuchungen auf PSM-Wirkstoffe und Metabolite laufen seit 1989. Glyphosat und AMPA wurden dabei bislang an ausgewählten Messstellen untersucht. Zwischen 2018 und 2020 wurden Glyphosat und AMPA erstma-

lig im gesamten Landesmessnetz Beschaffenheit an rund 1 900 Messstellen untersucht.

Glyphosat wurde dabei an drei und AMPA an 15 der untersuchten Messstellen detektiert (Tabelle 2.6, Abbildung 2.8). An zwei Messstellen lag Glyphosat dabei über dem Schwellenwert. Das AMPA-Maximum betrug 2,1 µg/l. Im Vergleich zu anderen Pestiziden und ihren Metaboliten (vergleiche Bericht 2018/2019) sind die Nachweisquoten

und die Konzentrationen für Glyphosat und insbesondere für AMPA niedrig. Insgesamt bestehen demnach nur punktuelle Belastungen und keine flächendeckende Gefährdung der Grundwasserqualität durch diese beiden Stoffe.

Die Herkunft der Befunde – Landwirtschaft und/oder Abwasser – ließ sich an den 16 betroffenen Messstellen nicht eindeutig klären, da meist mehrere mögliche Einflussfaktoren vorlagen (Tabelle 2.7). An den meisten Messstellen

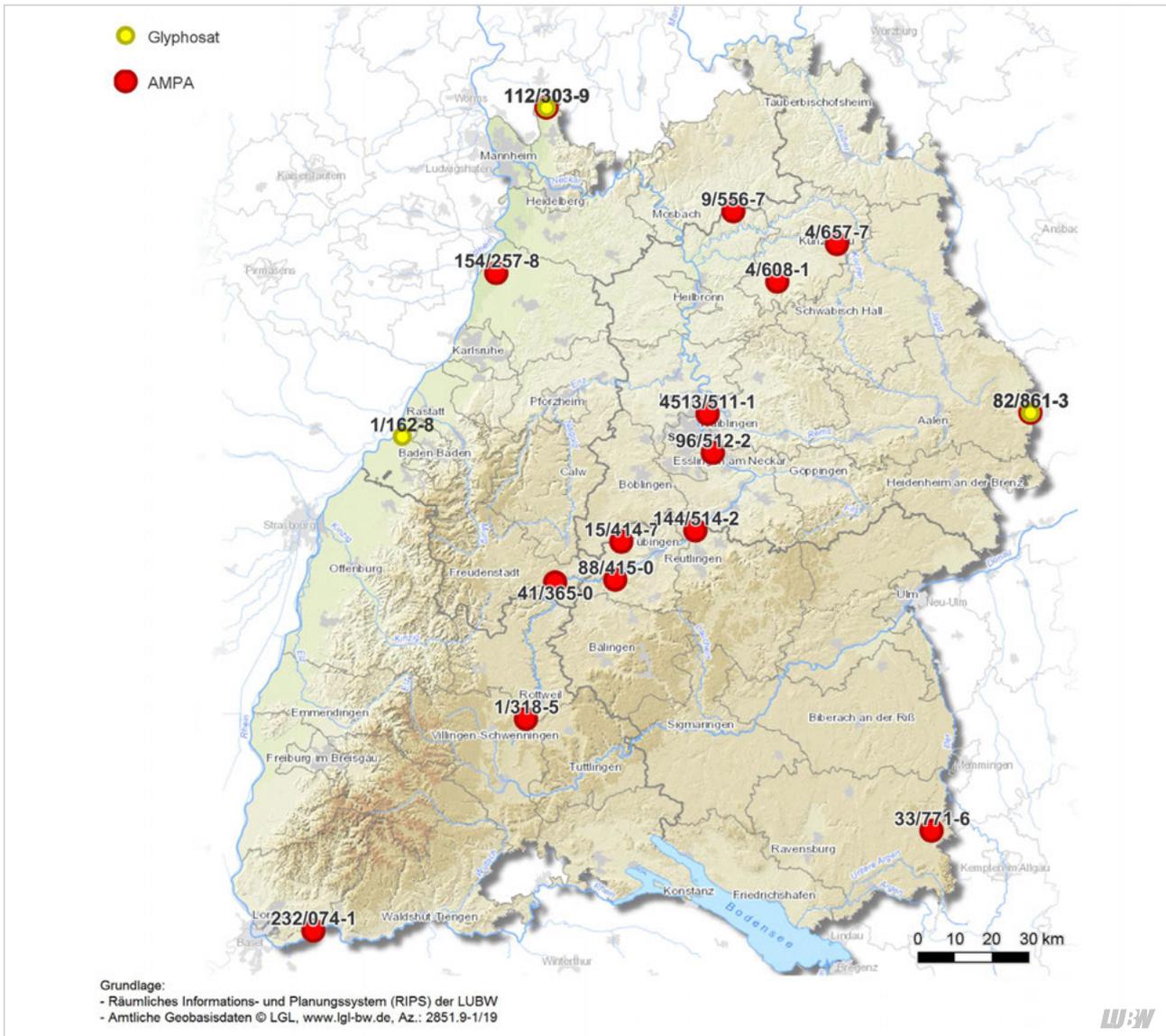


Abbildung 2.8: Befunde von Glyphosat (gelbe Markierungen) und AMPA (rote Markierungen) im Landesmessnetz Beschaffenheit 2018 bis 2020. Direkt übereinanderliegende Symbole kennzeichnen die zwei Messstellen, an denen sowohl Glyphosat als auch AMPA gemessen wurden. (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 06/2021)

Tabelle 2.6: Ergebnisse der Untersuchungen auf Glyphosat und AMPA im Landesmessnetz Beschaffenheit 2018 – 2020 (BG = Bestimmungsgrenze, SW = Schwellenwert, P90 = 90. Perzentil)

Substanz	BG µg/l	SW µg/l	ausgewertete Messstellen	≥ BG		> SW		P90 µg/l	Maximum µg/l
				Anzahl	%	Anzahl	%		
Glyphosat	0,05	0,1	1 902	3	0,2	2	0,1	<0,05	0,25
AMPA	0,05	–	1 902	15	0,8	–	–	<0,05	2,1

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2021

Tabelle 2.7: Messstellen mit Glyphosat \geq Bestimmungsgrenze bzw. AMPA $> 0,2 \mu\text{g/l}$ im Landesmessnetz Beschaffenheit 2018 – 2020; zur Einordnung sind außerdem die Konzentrationen weiterer Wasserinhaltsstoffe mit 90. Perzentil angegeben

Messstelle	Mögliche Einflussfaktoren	Glyphosat $\mu\text{g/l}$	AMPA $\mu\text{g/l}$	Bor mg/l	Kalium mg/l	Nitrat mg/l	Nitrit mg/l	Sauerstoff mg/l
1/162-8	Abwasserkanal ca. 15 m entfernt von der Messstelle Ackerflächen im Einzugsgebiet	0,05	<0,05	0,013	6,9	20	0,02	3,1
112/303-9	Messstelle in Grünanlage Abwasserkanal in ca. 80 m Entfernung zu über 50 % landwirtschaftlich genutztes Einzugsgebiet	0,25	0,44	0,05	7,4	7,6	0,65	0,5
154/257-8	Industriegelände und Ackerflächen im Einzugsgebiet	<0,05	0,31	0,05	12	11	0,02	0,7
4513/511-1	Messstelle liegt in Altlast (Klärschlammablagerung) zu über 70 % landwirtschaftlich genutztes Einzugsgebiet	<0,05	0,4	0,2	10	2,5	0,01	0,3
82/861-3	Messstelle auf Kläranlagengelände, Abwassereinfluss Ackerflächen im Einzugsgebiet	0,12	2,1	0,1	13	<0,5	<0,01	0,1
88/415-0	Abwasserkanal ca. 65 m entfernt von der Messstelle	<0,05	0,27	0,06	4,5	13	<0,01	5,1
96/512-2	messstellennah Abwasserkanäle und Bahngleise Ackerflächen im Einzugsgebiet	<0,03	1,4	0,16	6,0	6,0	0,01	2,1
	P90 (90. Perzentil)	<0,05	<0,05	0,08	5,9	47	0,01	9,6

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 06/2021



ist Bor als Abwasser-Tracer erhöht. Die Nitrat-Gehalte als Indikator für landwirtschaftliche Nutzungen sind hingegen eher gering. Allerdings ist in den meisten Messstellen auch wenig Sauerstoff messbar, sodass die niedrigen Nitrat-Gehalte auch durch einen mikrobiologischen Abbau von Nitrat über Nitrit zu gasförmigem Stickstoff verursacht sein können.

2.3 Trifluoracetat 2019 – 2020

2.3.1 Hintergrund

Trifluoressigsäure (TFA, Anion: Trifluoracetat) ist die kürzeste perfluorierte Carbonsäure. TFA wird zum einen als Lösemittel in der chemischen Industrie verwendet, zum anderen gelangt es als Abbauprodukt vielfältiger Produkte in die Umwelt. Es kann durch Photooxidation von fluorierten Kältemitteln wie z. B. 1,1,1,2-Tetrafluorethan und 2,3,3,3-Tetrafluorpropen in der Atmosphäre entstehen und mit dem Niederschlag in Oberflächengewässer und Böden eingetragen werden. Des Weiteren kann es in Kläranlagen durch den mikrobiellen Abbau von Verbindungen, die eine CF_3 -Teilstruktur enthalten (z. B. einige pharmazeutische Wirkstoffe), gebildet werden. Daneben ist TFA auch als nicht relevanter Metabolit verschiedener fluorhaltiger PSM bekannt.

TFA ist mit Wasser mischbar, wird in Böden kaum zurückgehalten und ist daher sehr mobil im Grundwasser. Es ist nicht biologisch abbaubar (persistent). Es ist derzeit keine Methode bekannt, mit der TFA bei der Trinkwasseraufbereitung mit verhältnismäßigen Mitteln entfernt werden

kann. Aufgrund ihres unterschiedlichen Verwendungsspektrums werden TFA sowie per- und polyfluorierten Chemikalien (PFC, siehe Bericht 2018 – 2019) getrennt betrachtet.

2.3.2 Bewertungsgrundlagen

Trifluoressigsäure ist in Wassergefährdungsklasse 2 (deutlich wassergefährdend), ihr Natriumsalz in Wassergefährdungsklasse 1 (schwach wassergefährdend) eingestuft. Im Jahr 2020 hat das Umweltbundesamt einen toxikologisch begründeten Leitwert für Trinkwasser von $60 \mu\text{g/l}$ abgeleitet. Da nicht relevante Metabolite von PSM generell nicht in Konzentrationen größer $10 \mu\text{g/l}$ in Grundwasser eingetragen werden dürfen, wird dieser Wert ebenfalls bei der Bewertung berücksichtigt.

2.3.3 Ergebnisse und Bewertung

Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurden im Sommer 2016 TFA-Konzentrationen von bis zu $100 \mu\text{g/l}$ im Neckar unterhalb von Bad Wimpfen bekannt. Ursache waren Abwassereinleitungen eines Chemieunternehmens, das fluororganische Produkte herstellt. Daraufhin wurden zunächst Uferfiltrat-beeinflusste und spätere weitere ausgewählte Messstellen auf TFA untersucht (siehe Bericht 2017).

In 2019 und 2020 wurde erstmalig das gesamte Landesmessnetz Beschaffenheit (rund 1 900 Messstellen) auf TFA untersucht. Dabei wurde TFA an 95 % der untersuchten Messstellen nachgewiesen (Tabelle 2.8, Abbildung 2.9). Der Leitwert von $60 \mu\text{g/l}$ wurde dabei nicht überschritten; an acht Messstellen lagen die TFA-Konzentrationen über $10 \mu\text{g/l}$.

Es ist zu empfehlen, die weitere Entwicklung der TFA-Gehalte zu überwachen und Eintragsquellen zu minimieren. Aus Sicht des vorsorgenden Grundwasserschutzes ist es nicht erwünscht, dass persistente Stoffe eine nahezu flächendeckende Verbreitung haben. Im Hinblick auf Grundwasser als Trinkwasserressource sind die TFA-Befunde nicht bedenklich.

Fünf der acht Messstellen mit TFA-Gehalten > 10 µg/l liegen im Bereich Mannheim/Heidelberg (Tabelle 2.9, Abbildung 2.10). Ursache der erhöhten TFA-Konzentrationen

in diesem Bereich ist Uferfiltrat bzw. die Einleitung TFA-haltiger Industrieabwässer in den Neckar bei Bad Wimpfen. Im Schwemmfächer des Neckars – nach seinem Austritt aus dem Odenwald in den Kiesgrundwasserleiter der Oberrheinebene – wird ein relativ großes Gebiet nördlich und vor allem südlich des Neckars durch sein Uferfiltrat beeinflusst. Bislang liegen lediglich von wenigen Messstellen mindestens vier Messwerte vor. An diesen Messstellen, die alle von der industriellen Abwassereinleitung betroffen waren, gingen die Konzentrationen im betrachteten Zeitraum zwischen 2016/2017 und 2020/2021 zurück (Abbildung 2.11).

Tabelle 2.8: Ergebnisse der Untersuchungen auf Trifluoracetat im Landesmessnetz Beschaffenheit 2019 – 2020 (BG = Bestimmungsgrenze, LW = Leitwert, P90 = 90. Perzentil)

Substanz	BG µg/l	LW µg/l	ausgewertete Messstellen	≥ BG		> 10 µg/l		> LW		P90 µg/l	Maximum µg/l
				Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%		
Trifluoracetat	0,05	60	1 872	1 780	95	8	0,4	0	0	2,0	18

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2021

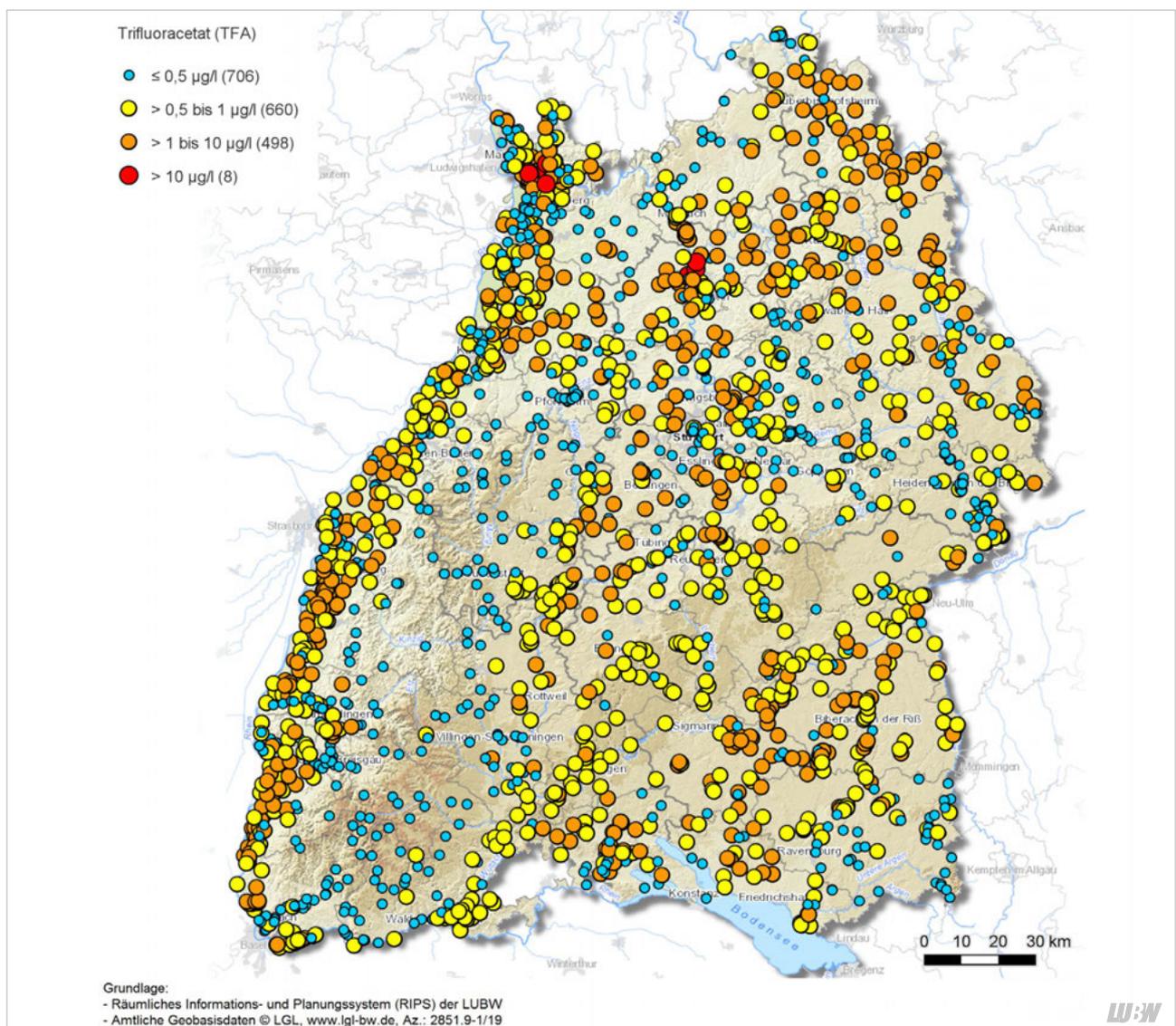


Abbildung 2.9: TFA-Konzentrationen im Landesmessnetz Beschaffenheit 2019 – 2020; die Zahlen in Klammern geben die Anzahl der Messstellen in der jeweiligen Konzentrationsklasse an (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2021)

Eine weitere Messstelle mit TFA > 10 µg/l liegt auf dem Gelände des Industrieunternehmens, welches die TFA-haltigen Abwässer eingeleitet hatte. Die zwei übrigen Messstellen liegen in der Nähe von Bad Wimpfen, rund

2 bzw. 4,5 km von dem Industrieunternehmen entfernt (Tabelle 2.9, Abbildung 2.10). Aufgrund der hydrogeologischen Bedingungen ist jedoch eine Beeinflussung durch den Abwassereintrag an diesen beiden Messstellen nahezu

Tabelle 2.9: Messstellen mit TFA > 10 µg/l im Landesmessnetz Beschaffenheit 2019 – 2020; zur Einordnung sind außerdem die Konzentrationen weiterer Wasserinhaltsstoffe mit 90. Perzentil angegeben (für den Zeitraum 2015 – 2020; QS PFC = Quotientensumme per- und polyfluorierte Chemikalien, Metabolit B = Desphenylchloridazon/Metabolit von Chloridazon, DMS = N,N-Dimethylsulfamid/Metabolit von Tolyfluanid)

Messstelle	Mögliche Einflussfaktoren	TFA µg/l	QS PFC –	Bor mg/l	Kalium mg/l	Nitrat mg/l	Metabolit B µg/l	DMS µg/l
143/305-3	Uferfiltrat Neckar	18	0,16	0,12	5,3	29	1,2	0,07
1656/305-4	Uferfiltrat Neckar	16	0,21	0,087	4,1	20	0,29	0,07
1871/305-4	Uferfiltrat Neckar	15	0,15	0,12	5,5	30	1,2	0,07
98/458-0	zu über 60 % Ackerland im Einzugsgebiet	13	<0,017	0,02	<0,5	47	1,6	0,05
69/507-0	zu über 60 % Ackerland im Einzugsgebiet	12	<0,017	<0,02	0,67	42	2,4	<0,05
1308/305-1	Uferfiltrat Neckar	12	0,17	0,091	4,4	25	0,62	0,06
1837/305-1	Uferfiltrat Neckar	12	0,15	0,09	2,1	32	2,2	0,08
79/507-6	Messstelle auf Industriegelände (Fluorchemie)	10	0,10	0,081	3,3	19	0,34	0,06
P90 (90. Perzentil)		2,0	0,12	0,081	5,9	47	0,62	0,2

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2021

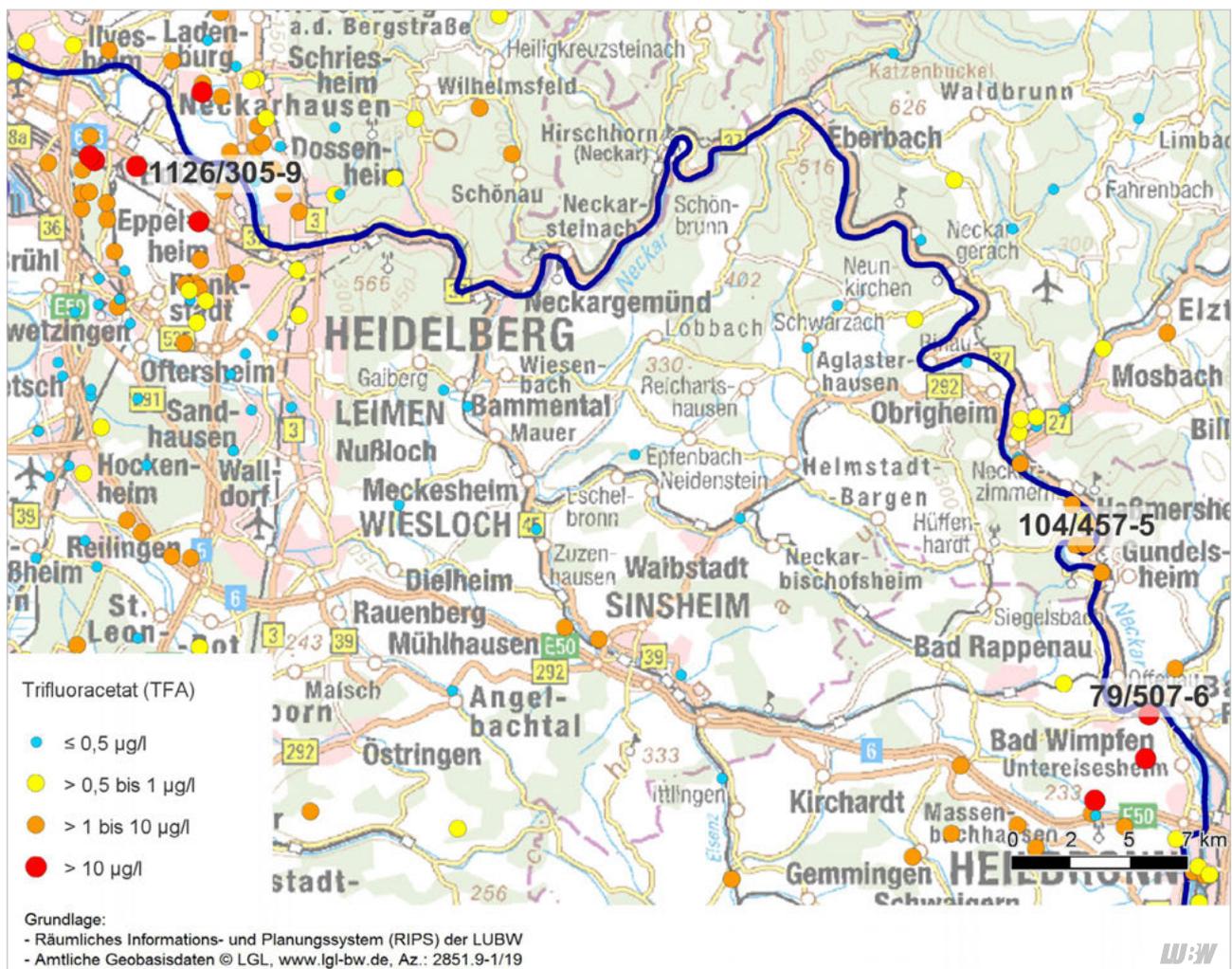


Abbildung 2.10: TFA-Konzentrationen am Neckar (Verlauf blau hervorgehoben) zwischen Bad Wimpfen und Mannheim/Heidelberg 2019 – 2020; zu den mit Nummer markierten Messstellen liegen Zeitreihen vor (siehe Abbildung 2.11; Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2021)

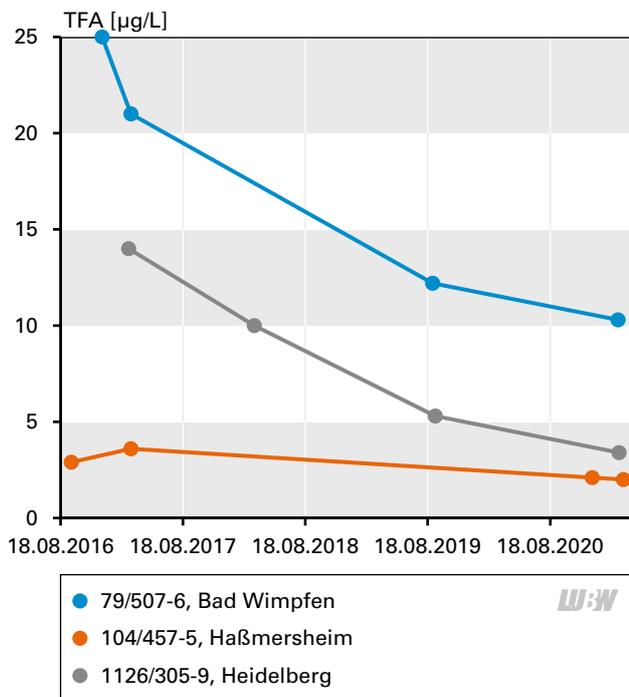


Abbildung 2.11: TFA-Konzentrationsverläufe an ausgewählten Messstellen (zur Lage siehe Abbildung 2.10; Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2021)

ausgeschlossen. Beide Messstellen haben ein überwiegend landwirtschaftlich genutztes Einzugsgebiet mit über 60 % Ackerland, was sich auch in erhöhten Nitrat-Konzentrationen größer 40 mg/l widerspiegelt.

Ein Zusammenhang zwischen TFA-Befunden und dem Nachweis von PFC ist nicht erkennbar. An allen Messstellen mit TFA-Gehalten > 10 µg/l werden auch Metabolite von PSM detektiert, so dass eine Beeinflussung durch PSM-Anwendung grundsätzlich gegeben ist. Zwischen 1986 und 2017 wurden ausgewählte Messstellen auf Fluorhaltige PSM untersucht. Dabei wurde lediglich Tritosulfuron an einer Messstelle und Metabolite von Flufenacet an

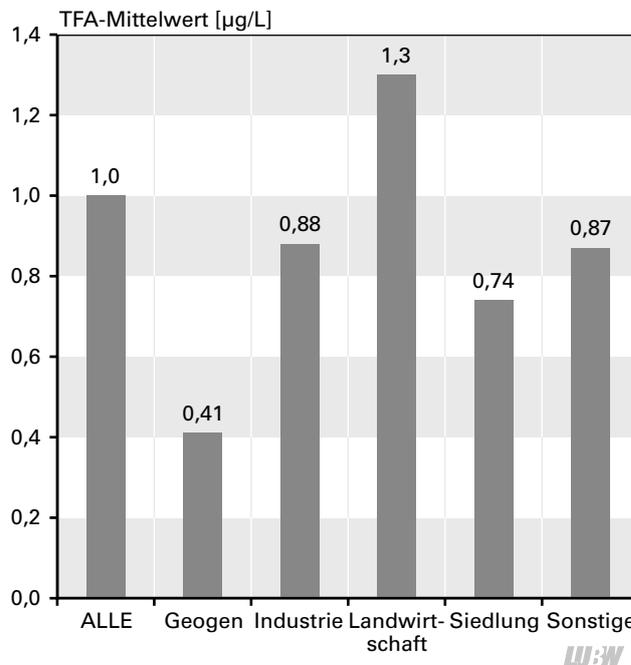


Abbildung 2.12: TFA-Mittelwerte im Landesmessnetz Beschaffenheit mit den Teilmessnetzen 2019 – 2020 (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2021)

fünf Messstellen detektiert (Tabelle 2.10); an diesen Messstellen wurde TFA mit maximal 5,8 µg/l detektiert. Ein Zusammenhang zwischen erhöhten TFA-Befunden und dem Nachweis von Fluorhaltigen PSM ist bei der derzeitigen Datenlage nicht erkennbar.

Die Betrachtung der TFA-Mittelwerte in den einzelnen Teilmessnetzen zeigt jedoch den höchsten Mittelwert im Teilmessnetz Landwirtschaft (Abbildung 2.12). Dies deutet auf einen Eintrag von TFA bzw. seinen Vorläuferverbindungen in das Grundwasser durch die Verwendung von PSM hin. Im Teilmessnetz Geogener Hintergrund liegt der TFA-Mittelwert mit 0,41 µg/l im Bereich der Gehalte von Regenwasser und macht das nahezu ubiquitäre Vorkommen von TFA deutlich.

Tabelle 2.10: Ergebnisse der Untersuchungen auf Fluorhaltige Pflanzenschutzmittel 1986 – 2017 im Landesmessnetz Beschaffenheit (BG = Bestimmungsgrenze)

Parameter	ausgewertete Messstellen	BG	≥ BG	
			Anzahl	%
Beflubutamid	243	0,03	0	0
Diflufenican	1 554	0,05	0	0
Fluazifop-butyl	228	0,01	0	0
Flufenacet	1 598	0,05	0	0
Flufenacet-ESA (Metabolit von Flufenacet)	438	0,02	4	0,9
Flufenacet-OXA (Metabolit von Flufenacet)	243	0,02	1	0,4
Flurtamone	256	0,02	0	0
Trifloxystrobin	237	0,1	0	0
Tritosulfuron	237	0,05	1	0,4

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 03/2021



2.4 Komplexbildner 2019 – 2020

2.4.1 Hintergrund

Die Aminopolycarbonsäuren EDTA (Ethylendiamintetraessigsäure), NTA (Nitrilotriessigsäure) und DTPA (Diethylentriaminpentaessigsäure) sind organische Komplexbildner. Sie bilden mit mehrwertigen Metall-Ionen sogenannte „Chelatkomplexe“, die sehr stabil und gut wasserlöslich sind. Aufgrund dieser Eigenschaften werden Komplexbildner in zahlreichen Branchen und Produkten verwendet. Sie sind häufig Bestandteil von Wasch- und Reinigungsmitteln für den industriellen Bereich und werden beispielsweise in der Metallverarbeitung, bei Bleichprozessen in der Textil- und Papierindustrie sowie in Düngemitteln verwendet.

Alle drei Komplexbildner sind gut wasserlöslich und in Kläranlagen wird lediglich NTA umfassend abgebaut. Auch bei der Uferfiltration werden sie nicht eliminiert und gelten daher als wasserwerksgängig. Eine Entfernung ist praktisch nur durch die Ozonierung im Rahmen der Wasseraufbereitung möglich.

2.4.2 Bewertungsgrundlagen

Die drei Komplexbildner EDTA, NTA und DTPA sind in Wassergefährdungsklasse 2 (deutlich wassergefährdend) eingestuft. Darüber hinaus gibt es derzeit keine Bewertungsgrundlagen.

2.4.3 Ergebnisse und Bewertung

Seit 1992 werden Komplexbildner durch die LUBW im Grundwasser untersucht. Landesweite Untersuchungen des gesamten Landesmessnetz Beschaffenheit gab es in 1998, 2004, 2008 bis 2010 und aktuell in 2019 und 2020. Somit steht in Baden-Württemberg eine statistisch belastbare Datenbasis für die Beurteilung der Konzentrationen der Komplexbildner im Grundwasser zur Verfügung. Die Komplexbildner sind ein gutes Beispiel dafür, dass es

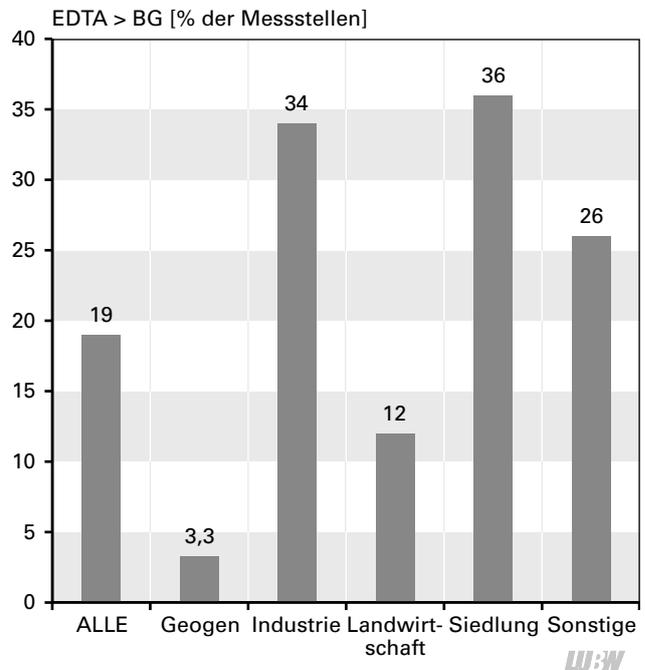


Abbildung 2.13: Prozentualer Anteil der Messstellen mit Nachweisen von EDTA im Landesmessnetz Beschaffenheit mit den Teilmessnetzen 2019 – 2020 (BG = Bestimmungsgrenze; Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2021)

durch freiwillige Selbstverpflichtungen der Industrie (z. B. die Erklärung zur Reduzierung der Gewässerbelastung durch EDTA von 1991) gelingen kann, die Einträge und somit auch die Befunde deutlich zu vermindern. Dennoch ist es auch weiterhin erforderlich, Maßnahmen zur Verminderung von EDTA-Emissionen umzusetzen.

Bei den Untersuchungen in 2019 und 2020 an rund 1 900 Messstellen wurde EDTA an 19 % der untersuchten Messstellen nachgewiesen, während NTA und DTPA nur an zwei bzw. einer Messstelle gefunden wurden (Tabelle 2.11). Die Maximalkonzentration lag für EDTA bei 69 µg/l. Insgesamt lagen fünf Messstellen über 10 µg/l. Gemäß seinem Verwendungsspektrum wurde EDTA hauptsächlich in den Teilmessnetzen Industrie und Siedlung detektiert (Abbildung 2.13). Es gab dabei keine bestimmten Regionen mit vermehrten Nachweisen bzw. erhöhten Konzentrationen (Abbildung 2.14).

Tabelle 2.11: Ergebnisse der Untersuchungen auf Komplexbildner im Landesmessnetz Beschaffenheit 2019 – 2020 (BG = Bestimmungsgrenze, P90 = 90. Perzentil)

Substanz	BG µg/l	ausgewertete Messstellen	≥ BG		> 10 µg/l		P90 µg/l	Maximum µg/l
			Anzahl	%	Anzahl	%		
EDTA	0,5	1887	365	19	5	0,3	1,2	69
NTA	0,5	1899	2	0,1	0	0	< 0,5	2,0
DTPA	1,0	1899	1	0,1	0	0	< 1,0	1,2

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2021



Tabelle 2.12: Messstellen mit EDTA > 10 µg/l im Landesmessnetz Beschaffenheit 2019 – 2020; zur Einordnung sind außerdem die Konzentrationen weiterer Wasserinhaltsstoffe mit 90. Perzentil angegeben (für den Zeitraum 2015 – 2020)

Messstelle	Mögliche Einflussfaktoren	EDTA µg/l	NTA µg/l	DTPA µg/l	Bor mg/l	Kalium mg/l	Summe Benzotriazole µg/l	Summe Süßstoffe µg/l
3/267-7	Messstelle auf Industriegelände	69	<0,5	<0,5	0,04	7,3	0,27	0,36
4513/511-1	Messstelle liegt in Altlast (Klärschlammablagerung)	33	<0,5	1,2	0,2	10	3,0	1,3
5/311-8	Messstelle auf Industriegelände	20	<0,5	<1,0	0,017	3,6	0,02	0,09
1104/254-6	Messstelle in einer Gärtnerei	11	<0,5	<1,0	<0,02	3,7	<0,01	<0,05
2074/512-5	Städtisches Einzugsgebiet/Bahngleise	11	<0,5	<1,0	0,026	1,9	<0,01	0,12
	P90 (90. Perzentil)	1,2	< 0,5	< 1,0	0,081	6,0	0,06	0,17

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2021

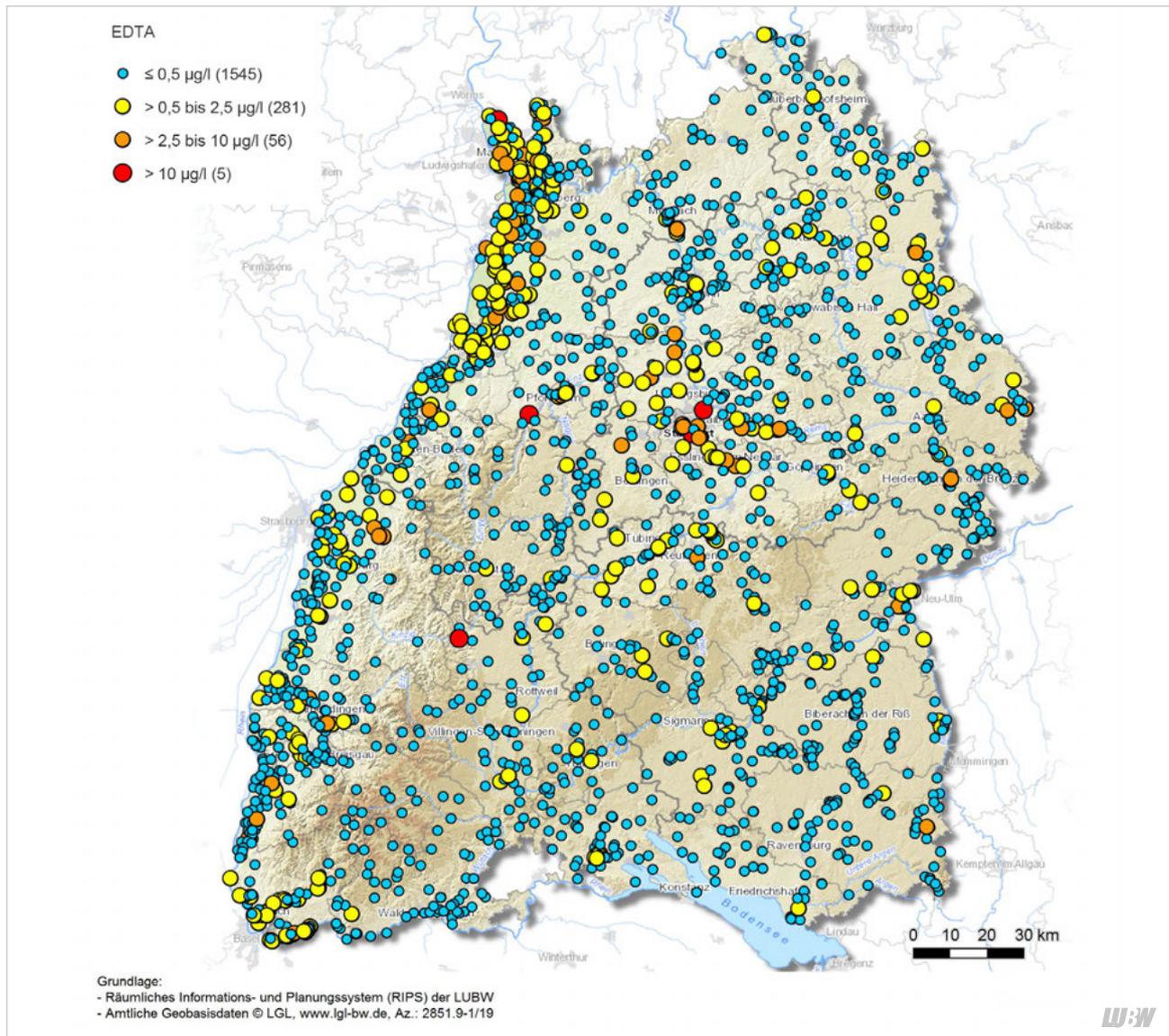


Abbildung 2.14: EDTA-Konzentrationen im Landesmessnetz Beschaffenheit 2019 – 2020; die Zahlen in Klammern geben die Anzahl der Messstellen in der jeweiligen Konzentrationsklasse an (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2021).

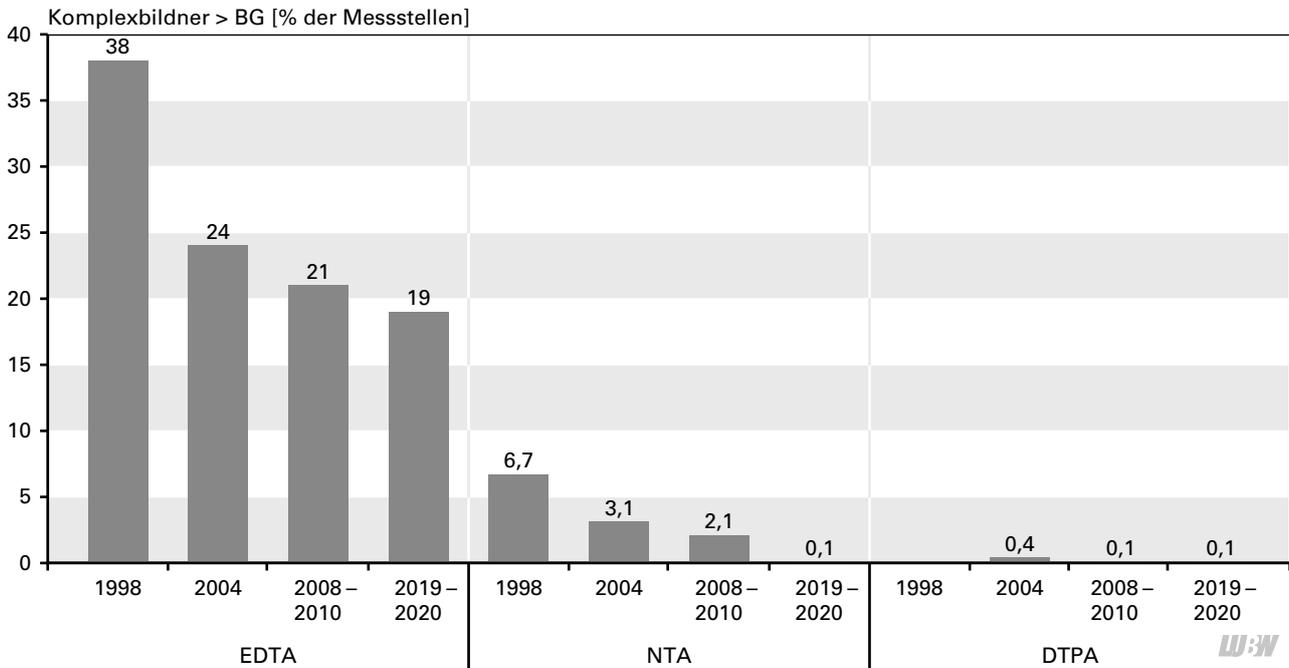


Abbildung 2.15: Zeitlicher Verlauf der Belastung mit Komplexbildnern anhand der Nachweisquoten für vier Beprobungsrunden seit 1998 im Landesmessnetz Beschaffenheit (BG = Bestimmungsgrenze; Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2021 und veröffentlichte Werte der Berichte 2004 und 2010)

Bei den fünf Messstellen mit EDTA-Konzentrationen größer 10 µg/l sind Industriebetriebe, eine Altlast bzw. eine Gärtnerei die mutmaßlichen Verursacher (Tabelle 2.12). Eine weitere Messstelle hat ein ausschließlich städtisches Einzugsgebiet, mit Bahnanlagen, Industriebetrieben und Wohnbebauung. Bei den Messstellen mit erhöhten EDTA-Befunden fallen teilweise auch erhöhte Konzentrationen an abwasserbürtigen Substanzen wie z. B. Bor, Benzotriazolen und Süßstoffen auf.

Seit Beginn der Untersuchungen auf Komplexbildner haben sich die Nachweisquoten deutlich reduziert (Abbildung 2.15). EDTA wird heute nur noch an halb so viel Messstellen (19 % statt 38 %) nachgewiesen wie 1998. Bei NTA gingen die Nachweisquoten im gleichen Zeitraum von 6,7 % auf 0,1 % zurück. In 1998 wurde DTPA noch nicht analysiert, hier sind die Nachweisquoten generell sehr gering.

3 Glossar und Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	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 2020 – 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
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
LW	Leitwert für Trinkwasser bei sicherer Datenlage – bei Einhaltung des LW 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 (») WRRL der 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
GWN-BW	Grundwasserneubildung und Bodenwasserhaushalt – Bodenwasserhaushaltsmodell für die landesweite Berechnung der Sickerwasserrate
GWRL	Grundwasserrichtlinie – EG-Richtlinie 2006/118/EG, 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
MEKA	Marktentlastungs- und Kulturlandschaftsausgleich – Agrarumweltprogramm des Landes Baden-Württemberg, Vorgänger von (») FAKT
n. a.	Nicht analysiert
Nachweisquote	Prozentualer Anteil der Messstellen einer untersuchten Messstellengruppe mit Befunden über der (») BG
nrM	Nicht relevanter Metabolit – Abbauprodukt eines (») PSM-Wirkstoffs, der keine pestizide Wirkung und keine human- und ökotoxikologische Relevanz hat
PFC	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. Werden auch als PFAS (Per- und Polyfluoralkylsubstanzen) bezeichnet.

Abkürzung	Bezeichnung
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 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
TrinkwV	Trinkwasserverordnung – Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch, Umsetzung der entsprechenden europäischen Richtlinie 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 der Messstelle
UVB	Untere Verwaltungsbehörden – zuständig für die Umsetzung von wasserrechtlichen und wasserwirtschaftlichen Fragestellungen
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 – EG-Richtlinie 2000/60/EG, Umsetzung in deutsches Recht durch das (») WHG
WSG	Wasserschutzgebiet im Sinne von § 51 Absatz 1 Satz 1 (») WHG
WW	Warnwert des Grundwasser-Überwachungsprogramms – entspricht in der Regel 75 % des (») SW der (») GrwV



4 Weiterführende Informationen

4.1 Grundwassermenge

Im Jahr 2020 waren die Quellschüttungen und Grundwasserstände insgesamt unterdurchschnittlich im 50-jährigen Vergleich (Zeitspanne 1971 – 2020). 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 2020 wird als Säule im Diagramm aufgetragen. Dieses Verfahren wird auf alle Messstellen mit 30 Beob-

achtungsjahren und mehr angewandt. Die Ergebnisse an 169 Grundwasserstands-Messstellen und 99 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 zeigt die Abbildung der Quellschüttung beispielsweise, dass im Jahr 2020 an 13 Quellen die niedrigste Schüttung und an keiner einzigen Quelle die Höchstschüttung der letzten 50 Jahre zu beobachten war.

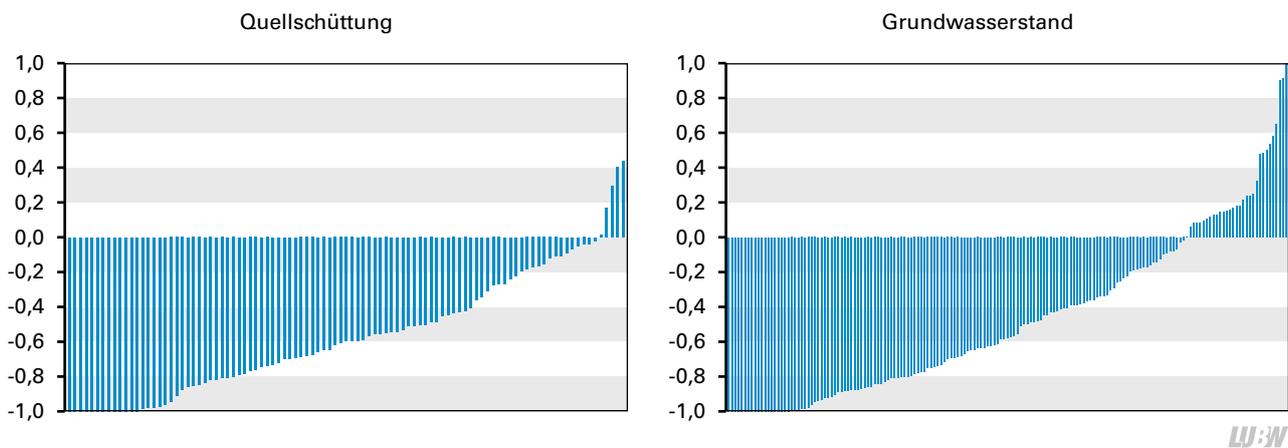


Abbildung 4.1: Normierte Jahresmittelwerte im langjährigen Vergleich 1971 – 2020: Dargestellt wird pro Messstelle der gegen den seit 1971 jeweils kleinsten (-1) bzw. größten (+1) Jahresmittelwert normierte Jahresdurchschnitt im Jahr 2020.

Tabelle 4.1: Ergebnisse 2020 im Trendmessnetz Grundwasserstand

Ergebnisse 2020		Baden-Württemberg Trendmessnetz – Quellschüttung (Auswahl)								
Messstelle	Naturraum	Grundwasser-Landschaft	Jahresminimum 2020		Jahresmaximum 2020		Mittelwert 2020	Trend [l/s/Jahr]		
			[l/s]	Datum	[l/s]	Datum		[l/s]	10 Jahre	20 Jahre
600/071-1	Markgräfler Hügelland	Quartär Hangschutt	0,039	26.09.	0,544	14.03.	0,264	-0,1	0	0
600/263-6	Nördlicher Talschwarzwald	Buntsandstein	2,7	21.09.	26	09.03.	7,865	-0,2	-0,2	-0,2
600/268-0	Südöstlicher Schwarzwald	Buntsandstein	2,72	12.10.	22,26	25.02.	7,193	-0,2	-0,1	0
600/309-4	Kraichgau	Lettenkeuper	0,34	23.11.	2,69	23.03.	1,063	-0,2	-0,1	0
602/320-8	Baar-Alb/Oberes Donautal	Malm Weißjura	0,68	30.11.	8,62	14.12.	1,991	-0,1	0	0
600/468-4	Baar-Alb/Oberes Donautal	Malm Weißjura	22	19.10.	336	17.02.	71,404	-4,6	-3,8	–
602/521-3	Oberschwäb. Hügelland	Quartär Moränen	0,75	01.12.	2,13	15.03.	1,321	-0,2	0	0
600/554-9	Bauland	Muschelkalk	17,39	21.12.	105,81	17.02.	51,106	-0,6	-0,5	0,1
600/607-8	Hohenloher-Haller-Ebenen	Lettenkeuper	0,04	24.02.	3,113	22.06.	1,857	-0,2	-0,1	0
604/657-0	Kocher-Jagst-Ebenen	Lettenkeuper	0,028	05.10.	1,55	17.02.	0,314	0	0	0
600/665-7	Mittlere Flächenalb	Malm Weißjura	675	01.12.	7 380	02.03.	2 025,558	-43,9	-42,4	-2,1
601/759-1	Schwäb.-Fränk. Waldberge	Höherer Keuper	1,42	19.10.	3,053	09.03.	2,076	-0,1	-0,1	0

Tabelle 4.2: Ergebnisse 2020 im Trendmessnetz Quellschüttung

Ergebnisse 2020		Baden-Württemberg Trendmessnetz – Grundwasserstand (Auswahl)								
Messstelle	Naturraum	Grundwasser-Landschaft	Jahresminimum 2020		Jahresmaximum 2020		Mittelwert 2020	Trend [cm/Jahr]		
			[m+NN]	Datum	[m+NN]	Datum		[m+NN]	10 Jahre	20 Jahre
110/018-1	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	172,06	03.08.	172,18	04.11.	172,11	-3,1	-0,1	0
104/019-6	Markgräfler Rheinebene	Quart. Talfüllungen	189,8	17.08.	190,38	09.03.	190,15	-3,9	-1,2	0,1
115/019-6	Markgräfler Rheinebene	Quart. Talfüllungen	183,18	27.01.	183,58	31.08.	183,37	1,1	0,7	0,1
115/066-9	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	152,88	21.09.	154,14	09.03.	153,28	-5,7	-0,8	0,6
133/068-0	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	170,93	21.09.	171,46	16.03.	171,12	-6,1	-1	0,5
102/070-7	Freiburger Bucht	Quart. Talfüllungen	216,57	21.09.	218,14	09.03.	217,23	-8,1	-3,6	-0,3
104/071-8	Markgräfler Hügelland	Quart. Talfüllungen	251,74	28.12.	254,57	16.03.	252,78	-25,5	-9,9	-2,9
102/073-1	Hochschwarzwald	nicht bearbeitet	336,61	21.09.	338,37	09.03.	337,1	-2,7	-1,7	1
110/073-8	Dinkelberg	nicht bearbeitet	291,88	31.08.	292,93	16.03.	292,13	-1,6	-0,2	0
103/115-2	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	144,56	21.09.	146,3	03.02.	144,98	-1,7	1,4	-1,3
100/119-1	Freiburger Bucht	Quart. Talfüllungen	206,11	20.09.	207,21	15.03.	206,44	-2,2	-0,8	-0,1
124/123-1	Dinkelberg	Quart. Talfüllungen	329,18	21.09.	330,43	09.03.	329,54	-1,6	-0,5	-0,1
143/161-2	Nördl. Oberrhein-Niederung	Quart. Talfüllungen	114,94	30.11.	115,45	09.03.	115,18	-0,6	0,4	0,6
120/162-0	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	120,73	14.09.	121,6	09.03.	121,08	-2,4	-0,5	0,3
157/162-8	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	121,79	28.09.	123,04	16.03.	122,16	-3,1	-0,9	0,2
120/163-1	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	129,56	28.12.	130,54	13.04.	130,03	-14,1	-4,2	-0,1
113/210-4	Nördl. Oberrhein-Niederung	Quart. Talfüllungen	105,99	14.12.	107,53	09.03.	106,43	-3,2	-1	-0,1
115/211-5	Nördl. Oberrhein-Niederung	Quart. Talfüllungen	109,89	21.09.	111,07	09.03.	110,22	-0,5	-0,2	0,2
124/211-6	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	115,75	21.09.	116,21	05.02.	115,9	-3,2	-0,9	0,3
160/223-0	Hochrheintal	Quart. Talfüllungen	317,16	27.01.	317,99	09.03.	317,47	-1,2	-1	–
227/259-1	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	108,57	21.12.	108,94	20.04.	108,75	-6,7	-1,6	1,2
173/260-0	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	111,69	21.12.	112,99	16.03.	112,2	-7,2	-3,3	–
119/304-2	Hessische Rheinebene	Quart. Talfüllungen	94,07	21.12.	94,67	23.03.	94,36	-11	-3,5	2,5
102/305-7	Neckar-Rheinebene	Quart. Talfüllungen	87,04	07.12.	89,87	09.03.	87,82	-2,6	-1,7	0,2
104/307-0	Hardtebenen	Quart. Hangschutt	99,88	28.12.	100,21	06.04.	100,02	-5,8	-2,8	0
108/308-7	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	106,26	15.12.	106,79	09.03.	106,46	-2,1	-0,2	-0,2
101/320-1	Baar	Quart. Talfüllungen	674,47	21.09.	675,28	02.03.	674,71	-1,8	-0,5	-0,4
100/321-9	Hegau-Alb	Muschelkalk	683,74	31.08.	685,05	09.03.	684,32	1,4	2,1	0,3
100/355-1	Bergstraße	Quart. Talfüllungen	96,09	21.12.	96,97	16.03.	96,48	-3,4	-4	3
105/370-3	Hegau-Alb	Quart. Talfüllungen	652	30.11.	654,66	08.06.	652,58	2,9	0,9	3,5
132/422-5	Hegau	Quart. Talfüllungen	418,15	10.02.	418,71	06.04.	418,43	-4,7	-1,6	–
105/470-3	Donau-Ablach-Platten	nicht bearbeitet	614,36	27.07.	615,17	03.08.	614,79	-2,9	-1,6	-0,9
167/508-9	Neckarbecken	Quart. Talfüllungen	153,39	19.10.	154,02	21.12.	153,57	-5,1	-2,8	–
100/516-6	Mittlere Kuppenalb	Malm Weißjura	689	28.12.	694,05	30.03.	690,7	-18,9	-9	–
100/517-0	Hohe Schwabenalb	Malm Weißjura	679,89	14.12.	688,62	24.02.	682,46	-20,8	-11	–
20/520-3	Oberschwäb. Hügelland	nicht bearbeitet	617,53	30.11.	618,06	23.03.	617,77	-16,5	-7,5	–
3/568-8	Donau-Ablach-Platten	nicht bearbeitet	524,56	21.09.	525,28	17.02.	524,77	-1	-0,4	–
110/623-5	Oberschwäb. Hügelland	nicht bearbeitet	411,74	21.12.	412,26	13.04.	411,99	-4,9	-0,4	0
130/623-6	Bodenseebecken	Quart. Talfüllungen	398,9	08.06.	399,62	02.03.	399,27	-2	-0,8	-0,1
107/666-2	Mittlere Flächenalb	nicht bearbeitet	516,93	28.12.	521,34	13.04.	519,1	-20,2	-9,3	–
004/709-9	Schwäb.-Fränk. Waldberge	Lettenkeuper	476,37	16.12.	482,13	16.03.	478,85	-2,3	0,3	–
148/717-0	Flachland der unteren Riss	nicht bearbeitet	492,63	03.08.	493,21	17.02.	492,77	-1,1	0,1	–
125/721-3	Riss-Aitrach-Platten	Quart. Talfüllungen	651,52	21.09.	651,86	23.03.	651,64	-3,5	-0,8	–
102/762-4	Albuch und Härtsfeld	Quart. Talfüllungen	499,69	14.12.	505,44	09.03.	501,58	-9,4	-8,9	-1,5

Ergebnisse 2020		Baden-Württemberg Trendmessnetz – Grundwasserstand (Auswahl)								
Messstelle	Naturraum	Grundwasser-Landschaft	Jahresminimum 2020		Jahresmaximum 2020		Mittelwert 2020	Trend [cm/Jahr]		
			[m+NN]	Datum	[m+NN]	Datum		[m+NN]	10 Jahre	20 Jahre
154/767-1	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	507,12	27.01.	507,72	17.02.	507,32	-2,5	-0,8	-
109/768-9	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	530,17	27.01.	530,69	06.07.	530,32	-0,9	-0,5	-0,1
132/768-3	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	516,89	13.01.	517,23	10.02.	516,98	-2,3	1,5	0,3
111/769-0	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	552,22	02.06.	552,45	16.03.	552,31	-1,4	-0,3	-0,5
104/770-4	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	572,45	03.02.	572,86	31.08.	572,63	-4	-0,1	0,2
177/770-1	Riss-Aitrach-Platten	Quart. Talfüllungen	593,47	08.06.	594,11	23.03.	593,74	-2	-1,4	-
110/773-2	Westallgäuer Hügelland	Quart. Talfüllungen	713,17	07.12.	714,82	03.02.	713,9	-3,2	-1,6	-
102/814-8	Donauried	Quart. Talfüllungen	443,28	17.02.	444,38	25.05.	443,86	-7,9	-3,9	-0,3

U:W

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
Geringfügigkeits-schwellenwerte	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

U:W

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: 04/2021

U:W

Tabelle 4.5: Bewertungsgrundlagen für Pflanzenschutzmittel

Regelwerk	Parameter	Bezeichnung	Wert in μ g/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	Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte und die relevanten Metaboliten, Abbau- und Reaktionsprodukte	Grenzwert	0,1	0,5
LAWA 2017	Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln einschließlich Abbauprodukte	Geringfügigkeitsschwellenwert	0,1	0,5
SchALVO	Pflanzenschutzmittelwirkstoffe oder deren Abbauprodukte	oberhalb gilt ein Gebiet als PSM-Sanierungsgebiet	0,1	-

Stand: 04/2021

U:W

4.2 Grundwasserbeschaffenheit

4.2.1 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 Wasser (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 Grundwasserüberwachungsprogramms, der 75 % des Schwellenwert der GrwV entspricht, betrachtet.

4.2.2 Qualitätssicherung, Werteplausibilisierung und Datenauswertung

Jährlich werden im Landesmessnetz Beschaffenheit der LUBW rund 120 000 bis 160 000 chemisch-physikalische Messwerte erhoben. Alle Messergebnisse werden auf Plausibilität geprüft und nur plausible Messwerte für die Auswertungen verwendet. Deswegen ist die Anzahl der Messwerte bzw. die Anzahl ausgewerteter Messstellen meistens 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 Berichtspflichten und Datenanfragen belastbare Werte zu verwenden.

Die Messdaten werden von den beauftragten Probennahmestellen und Laboratorien im einheitlichen Datenformat LABDÜS an die LUBW geliefert und beim Einlesen in die Grundwasserdatenbank zunächst weitgehend automatisiert geprüft. Es erfolgen hierbei formale Checks, z. B. auf Vollständigkeit des Auftrags, Datenformate oder korrekte Verknüpfung zwischen Parameter und Dimension. Auch wird an der LUBW per Sichtprüfung anhand der vom Probennahmestellenbüro für jede Messstelle zu liefernden Fotodokumentation überprüft, ob es sich um die richtige Probennahmestelle handelt oder eine Verwechslung vorliegt.

Danach werden alle Messergebnisse auf inhaltliche Plausibilität geprüft. Zur ersten inhaltlichen Prüfung stehen in der Grundwasserdatenbank Module mit statistischen Tests

und graphischer Ergebnisdarstellung zur Verfügung, wie z. B. Zeitreihentests mit Differenzen- und Standardabweichungsverfahren. Hiermit können automatisch 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 auffälliger Messwert außerhalb der festgelegten Toleranzgrenzen 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 vertieft geprüft, sondern auch jeder zunächst statistisch plausible Wert. Schließlich wird entschieden, ob die Richtigkeit des auffälligen Messwerts beim Labor nachgefragt wird.

Die auffälligen Messwerte werden bei den Probennahmestellenbüros oder beim Messlabor 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. Auch wird geprüft, ob eine Verwechslung der Messstelle vorliegt. 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 außergewöhnliche meteorologische und hydrologische Verhältnisse. Veränderungen des Grundwasserstandes oder der Quellschüttung durch nasse oder trockene Monate können die Messwerte beeinflussen. Bei Bedarf werden Nachbeprobungen mit anonymisierten Vergleichsanalysen mit mehreren Laboren veranlasst.

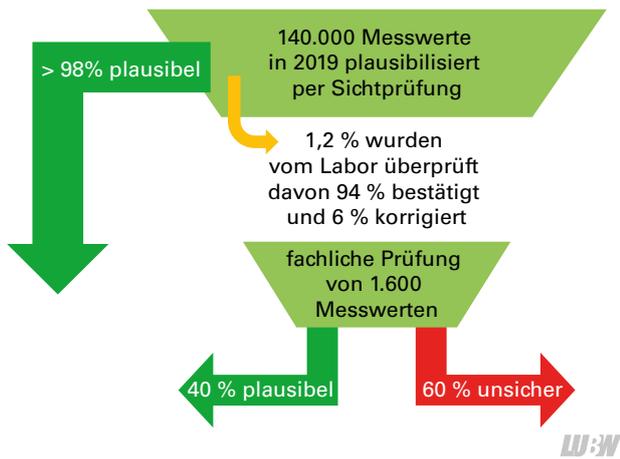


Abbildung 4.2: Ablauf und Ergebnisse der Daten-Plausibilisierung im Messjahr 2019.

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 an der Universität Stuttgart, die gemeinsam von der LUBW und von VEGAS (Versuchseinrichtung zur Grundwasser- und Altlastensanierung) 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.

Tabelle 4.6: Erläuterungen zur Datenauswertung und zu den verwendeten statistischen Kennzahlen

Datenauswertung	
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 Bestimmungsgrenzen berücksichtigen. Innerhalb eines Datenkollektivs können für einen Parameter unterschiedliche BGs vorliegen. Angegeben wird in der Regel die am häufigsten angewandte BG.
Konsistenz	Konsistente Messstellengruppe ohne Unterbrechungen in der Datenreihe: Von allen Messstellen liegt von jedem Jahr mindestens ein Messwert vor. Konsistente Messstellengruppe mit Unterbrechungen in der Datenreihe: 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 PFC, 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.
verwendete Messwerte	Nitrat: Wenn an einer Messstelle mehrere Messwerte im Auswertungszeitraum vorliegen, wird für die Auswertungen der Median daraus verwendet. Weitere Parameter: Wenn an einer Messstelle mehrere Messwerte für einen Parameter im Auswertungszeitraum vorliegen, wird der jeweils neueste Messwert für die Auswertungen herangezogen.
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
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.
P90	90. Perzentil: 90 % der Messwerte liegen unter und 10 % über dem P90-Wert. 80 % der Messwert liegen demzufolge zwischen P10 und P90.
Maximum	Der höchste Messwert eines Datenkollektivs



4.2.3 Weiterführende Literatur

UBA (2020):

Umweltbundesamt: Trifluoressigsäure (TFA) – Gewässerschutz im Spannungsfeld von toxikologischem Leitwert, Trinkwasserhygiene und Eintragsminimierung, Erläuterungen zur Einordnung des neuen Trinkwasserleitwerts von 60 µg/L, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/362/dokumente/2020_10_20_uba_einordnung_tfa_leitwert.pdf Stand (13.04.2021)

UBA (2019):

Umweltbundesamt: Liste der nach GOW bewerteten Stoffe, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5620/dokumente/listegowstoffeohnepsm-20200728-homepage_kopie.pdf Stand (13.04.2021)

LAWA (2017):

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser: Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser. Aktualisierte und überarbeitete Fassung 2016, https://www.lawa.de/documents/geringfuegigkeits_bericht_seite_001-028_1552302313.pdf Stand (13.04.2021)

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/grundwasserueberwachungsprogramm>

Leitfaden Grundwasserprobennahme (2013),

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

Grundwassermodell Karlsruhe-Worms – Analyse und Prognose der TFA-Belastung im Rhein-Neckar-Raum (2019),

LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: <https://pd.lubw.de/99666>

4.2.4 Ergebnisübersichten Vor-Ort-Parameter und hydrochemische Parameter

Tabelle 4.7: Ergebnisse 2020 – Landesmessnetz Beschaffenheit: Vor-Ort-Parameter, Nitrit und Ammonium

Parameter	Dimension	BG	WW	SW	GW	Messstellen										Minimum	P10	Median/ P50	P90	Maximum	
						ausgewertet			≥ BG		> WW		> SW		> GW						
						Anzahl	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%							
Temperatur	°C	–	20	–	–	1 866	1 866	100	17	0,9	–	–	–	–	6,5	9,8	13	16	46		
Elektrische Leitfähigkeit bei 20 °C	µS/cm	–	2 000	–	2 500	1 843	1 843	100	21	1,1	–	–	8	0,4	22	270	650	980	14 000		
pH-Wert	–	–	≥ 6,5; ≤9,5*	–	≥ 6,5; ≤9,5*	1 855	1 855	100	124	6,7	–	–	124	6,7	4,7	6,7	7,2	7,4	8,9		
Sauerstoff	mg/l	0,5	–	–	–	1 830	1 730	95	–	–	–	–	–	–	0,1	<0,5	5,8	9,6	11		
Sauerstoffsättigungsindex	%	1,0	–	–	–	1 763	1 760	100	–	–	–	–	–	–	0,8	7,9	58	92	106		
Nitrit	mg/l	0,01	0,38	0,5	0,5	1 865	184	9,9	3	0,2	2	0,1	2	0,1	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,65		
Ammonium	mg/l	0,01	0,375	0,5	0,5	1 858	571	31	56	3,0	48	2,6	48	2,6	0,01	<0,01	<0,01	0,045	15		

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2021

* Für den pH-Wert gibt die TrinkwV keinen Grenzwert sondern einen Wertebereich von 6,5 bis 9,5 an. Demnach bezieht sich die Angabe > GW auf Überschreitungen sowie Unterschreitungen des geforderten Wertebereichs.

LUBW

Tabelle 4.8: Ergebnisse 2019 – 2020 – Landesmessnetz Beschaffenheit: Hydrochemische Parameter

Parameter	Dimension	BG	WW	SW	GW	Messstellen										Minimum	P10	Median/ P50	P90	Maximum	
						ausgewertet			≥ BG		> WW		> SW		> GW						
						Anzahl	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%							
DOC (Kohlenstoff, gelöster organischer)	mg/l	0,2	3	–	–	1 834	1 807	99	51	2,8	–	–	–	–	0,11	0,37	0,72	1,6	21		
Calcium	mg/l	1,0	320	–	–	1 894	1 894	100	30	1,6	–	–	–	–	1,2	34	120	160	650		
Magnesium	mg/l	0,5	40	–	–	1 904	1 900	100	172	9,0	–	–	–	–	0,3	3,6	17	39	180		
Natrium	mg/l	0,5	160	–	200	1 902	1 902	100	17	0,9	–	–	11	0,6	0,5	3,9	11	39	3 300		
Kalium	mg/l	0,5	10	–	–	1 892	1 828	97	74	3,9	–	–	–	–	0,29	0,69	1,8	5,9	94		
Summe Erdalkalien (Gesamthärte)	mmol/l	–	–	–	–	1 891	1 891	100	–	–	–	–	–	–	0,03	1,2	3,6	5,3	20		
Chlorid	mg/l	0,5	187,5	250	250	1 901	1 899	100	37	1,9	26	1,4	26	1,4	0,6	6,2	26	73	6 000		
Fluorid	mg/l	0,05	1,2	–	1,5	1 838	1 617	88	5	0,3	–	–	5	0,3	0,02	<0,05	0,11	0,24	3,8		
Cyanid, gesamt	mg/l	0,01	0,01	–	0,05	1 898	13	0,7	9	0,5	–	–	2	0,1	0,003	<0,005	<0,01	<0,01	0,075		
Sulfat	mg/l	1,0	187,5	250	250	1 885	1 882	100	114	6,0	72	3,8	72	3,8	1,0	8,2	33	140	3 000		
Ortho-Phosphat	mg/l	0,03	0,375	0,5	–	1 869	1 220	65	69	3,7	44	2,4	–	–	0,004	<0,03	0,036	0,18	7,4		
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	0,1	–	–	–	1 788	1 786	100	–	–	–	–	–	–	0,09	1,9	5,6	7,2	14		
Basekapazität bis pH 8,2	mmol/l	0,05	–	–	–	1 772	1 768	100	–	–	–	–	–	–	0,02	0,36	0,85	1,6	17		

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 07/2021

LUBW

