



Grundwasserschutz 58

Grundwasser- überwachungsprogramm

 Ergebnisse der Beprobung 2017



Baden-Württemberg



Grundwasser- überwachungsprogramm

 Ergebnisse der Beprobung 2017



Baden-Württemberg

HERAUSGEBER	LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe www.lubw.baden-wuerttemberg.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 15,- Euro oder kostenlos als Download im pdf-Format erhältlich bei der LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe unter: www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/6638/
ISSN	1437-0131 (Reihe Grundwasserschutz Bd. 58, 2018)
BILDNACHWEIS	Titelbild: LUBW
STAND	Juli 2018, 1. Auflage
DRUCK	printwork, 76694 Forst Gedruckt auf Recyclingpapier



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

ZUSAMMENFASSUNG		8
1	GRUNDWASSERMESSNETZ	11
1.1	Zielsetzung	11
1.2	Landesmessnetz	11
1.3	Kooperationsmessnetz	13
1.4	Qualitätssicherung	13
1.4.1	Stammdaten	13
1.4.2	Probennahme	14
1.4.3	Analytik	14
1.5	Grundwasserdatenbank	15
2	ERGEBNISSE DER GRUNDWASSERÜBERWACHUNG 2017	16
2.1	Niederschläge	16
2.2	Grundwasserneubildung aus Niederschlag	18
2.3	Grundwasservorräte	21
2.3.1	Allgemeiner Zustand	21
2.3.2	Regionale Grundwasserverhältnisse	21
2.3.3	Quantitative Entwicklung	25
2.4	Nitrat	27
2.4.1	Nitrat im LUBW-Landesmessnetz	27
2.4.2	Räumliche Verteilung und Regionalisierung	28
2.4.3	Kurz- bis mittelfristige Veränderungen	29
2.4.4	Längerfristige Veränderungen	32
2.4.5	Nitrat in Wasserschutzgebieten	35
2.5	Pflanzenschutzmittel	37
2.5.1	Zulassung und Einsatz	37
2.5.2	Qualitätsnormen, Berichtspflichten, Fundaufklärung	37
2.5.3	Probennahme und Analytik	38
2.5.4	Bisher untersuchte Wirkstoffe	38
2.5.5	Nachmessungen 2017	40
2.5.6	Gesamtsituation 2013-2017	41
2.5.7	PSM-Anwendung in Wasserschutzgebieten	47
2.6	Süßstoffe	49
2.6.1	Verwendung, Stoffeigenschaften, Eintragspfade	49
2.6.2	Qualitätsnormen	50
2.6.3	Probennahme und Analytik	50
2.6.4	Bisherige Untersuchungen	50

2.6.5	Ergebnisse 2017	50
2.6.6	Bewertung	50
2.7	Benzotriazole	51
2.7.1	Eigenschaften und Eintragspfade	51
2.7.2	Qualitätsnormen	52
2.7.3	Probennahme und Analytik	52
2.7.4	Bisherige Untersuchungen	52
2.7.5	Ergebnisse 2017	52
2.7.6	Bewertung	52
2.8	Per- und polyfluorierte Chemikalien	53
2.8.1	Eigenschaften und Eintragspfade	53
2.8.2	Qualitätsnormen	53
2.8.3	Probennahme und Analytik	54
2.8.4	Bisherige Untersuchungen	54
2.8.5	Ergebnisse 2017	55
2.8.6	Bewertung	58
2.9	Trifluoracetat	59
2.9.1	Eigenschaften und Eintragspfade	59
2.9.2	Qualitätsnormen	59
2.9.3	Probennahme und Analytik	59
2.9.4	Bisherige Untersuchungen	59
2.9.5	Ergebnisse 2017	60
2.9.6	Bewertung	61
3	ÜBERSICHTEN UND ERLÄUTERUNGEN	62
3.1	Trendmessnetz (TMN) - Normierte Jahresmittelwerte 2017	62
3.2	Beschaffenheitsmessnetz - Messprogramme 2017 und statistische Ergebnisse	64
3.3	Grundwasserberichte	66
3.3.1	Fortschreibung Grundwassermonitoring	66
3.3.2	Grundwasserschutz am Oberrhein	66
3.4	Internetangebote	68
3.4.1	Grundwasserstände und Quellschüttungen im Internet	68
3.4.2	Grundwasserqualität im Internet	68

4	LITERATURVERZEICHNIS	69
4.1	Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg	69
4.2	Fachspezifische EDV-Anwendungen	71
4.3	Rechtliche Grundlagen	71
5	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	72
	ANHANG	73
A 1	Statistische Verfahren	73
A 2	Rechenvorschriften	74
A 3	Bestimmungsgrenzen und Qualitätsnormen	75

Zusammenfassung

Grundwasserbeobachtungen der LUBW sind elementarer Bestandteil des gewässerkundlichen Dienstes. Für diesen Ergebnisbericht werden aus dem Landesmessnetz im Wesentlichen 383 Messstellen hinsichtlich der Grundwassermenge und 1.764 Messstellen in Bezug auf die Grundwasserbeschaffenheit herangezogen.

Insgesamt waren die Grundwasservorräte im Jahr 2017 im Mittel dauerhaft niedriger als im vorangegangenen Jahr, wobei in den meisten Landesteilen sogar die bereits sehr niedrigen Verhältnisse aus der Grundwasserniedrigwasserperiode 2003/2004 unterschritten wurden. Im langjährigen Vergleich waren außergewöhnlich dauerhafte und ausgeprägt niedrige Grundwasserverhältnisse zu beobachten. Nach der sehr ungünstigen Ausgangssituation zu Jahresbeginn bewegten sich die Grundwasserstände und Quellschüttungen nahezu im gesamten Jahresverlauf auf sehr unterdurchschnittlichem Niveau. Diese außergewöhnliche Niedrigwassersituation war außer im Iller-Riß-Gebiet in allen Landesteilen vorhanden und kennzeichnet das Jahr 2017. Niederschlagsbedingte Anstiege haben zum Jahresende für eine Entspannung gesorgt.

Zusätzlich zu den im Herbst 2017 beprobten 1.764 Messstellen des Landesmessnetzes stellte die Wasserversorgungswirtschaft Baden-Württemberg auf der Grundlage einer Kooperationsvereinbarung aus dem Jahre 2003 Nitrat-Daten von 1.464 Messstellen in Wasserschutzgebieten bis zum Stichtag 31.03.2018 zur Verfügung. Weiterhin wurden von etwa 280 sogenannten Kooperationsmessstellen Analysen für Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und deren Abbauprodukte übermittelt.

Die Maßnahmen zur Reduzierung der Nitratreinträge ins Grundwasser haben zu einer Abnahme der Nitratbelastung geführt. Zu diesen Maßnahmen zählen in Baden-Württemberg neben der Düngeverordnung insbesondere die Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) und das Marktentlastungs- und Kulturlandschaftsausgleichsprogramm (MEKA), das 2015 durch das Förderprogramm für Agrarumwelt, Klimaschutz und Tierwohl (FAKT) abgelöst wurde. Seit 1994 hat die landesweite Nitratbelastung um 23 %, seit 2001 um 16 % abgenommen. Weiterhin stellt Nitrat die Hauptbelastung im Grundwasser dar. Der Schwellenwert der Grundwasserverordnung bzw. der Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 50 mg/l wird an jeder zehnten Landesmessstelle, der Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms von 37,5 mg/l an jeder fünften Messstelle überschritten.

Die mittelfristige Nitratentwicklung seit 1994 zeigt, dass sich 2017 der seit über 20 Jahren festgestellte fallende Trend weiter fortsetzt. Die Nitratbelastung ist 2017 weiter gesunken und zwar auf das niedrigste Niveau seit 1994. Deutliche Belastungsanstiege hatte es in den Jahren 2005 bis 2007 und 2013 gegeben. Eine Ursache kann in zwischenzeitlich aufgetretenen Trockenjahren liegen. Der in Trockenjahren im Boden gespeicherte Stickstoff gelangt erst in den nachfolgenden regenreicheren Jahren mit dem Sickerwasser und durch den steigenden Grundwasserspiegel ins Grundwasser. Damit ist in den kommenden Jah-

ren auch wieder zu rechnen. Insbesondere 2015 war ein sehr trockenes Jahr, 2016 und 2017 waren zumindest teilweise trocken. Die verschiedenen Auswertungen der LUBW zur Grundwasserbeprobung 2017 zeigen gegenüber dem Vorjahr in allen Fällen eine leichte Abnahme der mittleren Nitratkonzentration - bei Berücksichtigung aller Messstellen um 0,2 mg/l auf 22,6 mg/l. Betrachtet man die regelmäßig beprobten Messstellen seit Beginn der Datenreihe 1994, ist die Nitratbelastung gegenüber dem Vorjahr um 0,4 mg/l auf 22,3 mg/l - das bisher niedrigste Niveau - gesunken.

In den hoch belasteten Nitratsanierungsgebieten hat sich der seit 2001 insgesamt fallende Trend fortgesetzt, die mittlere Nitratkonzentration hat sich hierbei um etwa 14 % verringert. In den Problemgebieten sind in diesem Zeitraum Verbesserungen von etwa 12 % erkennbar. Die mittlere Nitratkonzentration ist 2017 in allen drei Nitratklassen gegenüber 2016 gesunken: In den Normalgebieten durchschnittliche Abnahmen von 0,1 mg/l, in den Problemgebieten von 0,6 mg/l und in den Sanierungsgebieten von 0,3 mg/l. In den Sanierungsgebieten liegt die mittlere Konzentration bei 44,3 mg/l. In den Normalgebieten sind seit 2001 Abnahmen von etwa 6 % erkennbar.

Die Wirkstoffe und Abbauprodukte von Pflanzenschutzmitteln wurden 2017 im Landesmessnetz an etwa 240 Messstellen untersucht. An diesen Messstellen waren in den letzten Jahren erhöhte Befunde aufgetreten. Dabei handelt es sich meist um Atrazin und Desethylatrazin, Bromacil sowie Hexazinon, die schon seit mehr als 20 Jahren verboten sind, sich aber immer noch im Boden befinden und erst langsam ausgewaschen werden. Überwiegend sind die Konzentrationen gleich geblieben oder haben abgenommen. In Einzelfällen sind auch Zunahmen zu beobachten. Messstellen mit erhöhten Befunden werden weiter beobachtet.

Im Jahr 2015 wurde begonnen, das gesamte Messnetz auf Süßstoffe, Benzotriazole und PFC (Per- und polyfluorierte Chemikalien) zu untersuchen. Im Jahr 2017 wurde der dritte von vier Teilen mit etwa 650 Messstellen auf Süßstoffe und Benzotriazole untersucht. An rund der Hälfte der Messstellen wurden Süßstoffe und an fast einem Drittel der Messstellen wurden Benzotriazole gefunden. Die Konzentrationen sind zwar überwiegend sehr gering, deuten aber darauf hin, dass eine Abwasserbeeinflussung vorliegt. Süßstoffe sind in den angetroffenen Konzentrationen für den Menschen unbedenklich. Bei den PFC konnten eine oder mehrere Verbindungen an teilweise bis zu 50 % der rund 560 untersuchten Messstellen nachgewiesen werden, davon in rund der Hälfte der Fälle in niedrigen Konzentrationsbereichen. Betrachtet man nur die 41 Rohwasserbrunnen und -quellen für die öffentliche Wasserversorgung, wurde die sogenannte Quotientensumme von 1,0 an diesen Messstellen nicht annähernd erreicht.

Ausgelöst durch Untersuchungen der Einleitungen von Produktionsabwässern in den Neckar bei Bad Wimpfen wurde ein Sonderprogramm Trifluoracetat (TFA) durchgeführt. In ufernahen Messstellen entlang des Neckars und im Bereich des Neckar-Schwemmfächers am Ausgang des Odenwaldes wurden TFA-Konzentrationen bis über 20 µg/l gemessen. Vielfach waren auch Rohwasserbrunnen von Trinkwasserversorgungen betroffen. TFA kann zudem flächenmäßig in die Umwelt eingetragen werden, beispielweise nach photo-

lytischem Abbau von Kältemitteln als atmosphärische Deposition oder als nichtrelevanter Metabolit einiger Pflanzenschutzmittelwirkstoffe. Auch im Hinblick auf diesen Aspekt wurden einige Messstellen pilotmäßig untersucht und TFA in Konzentrationen bis 2 µg/l gefunden.

Trotz einer Verbesserung der Grundwasserqualität in den letzten Jahren erlaubt das bisher erreichte Niveau nicht, die bisherigen Anstrengungen zu verringern. Daher sind die bereits eingeleiteten Schutzmaßnahmen weiter zu verfolgen bzw. zu verbessern.

1 Grundwassermessnetz

1.1 Zielsetzung

Ein repräsentatives Grundwassermessnetz mit zielgerichteten Untersuchungsprogrammen, aktuellen Datendiensten und Bewertungen ist ein Frühwarnsystem für großräumige natürlich und anthropogen verursachte Veränderungen im Grundwasser. Dazu zählen beispielsweise Versauerungseffekte, Klimaveränderungen oder Übernutzungen. Die Bestandteile des Grundwasserüberwachungsprogramms sind im „Rahmenkonzept Grundwassermessnetz“ [LfU 2000] beschrieben.

Im Rahmen der Grundwasserüberwachung in Baden-Württemberg werden von der LUBW flächenhaft repräsentative Daten erhoben, erfasst, aufbereitet, ausgewertet und bereitgestellt. Die Ergebnisse aus den Grundwasserbe-
probungen und -messungen

- zeigen die qualitative (Grundwasserbeschaffenheit) und quantitative (Grundwasserstand und Quellschüttung) Situation.
- belegen Entwicklungen und Einflussfaktoren auf das Grundwasser, beispielsweise Auswirkungen von Nutzungen.
- erlauben, Maßnahmen zur Verbesserung mit Blick auf die Minimierung von Eingriffen und bessere Lenkungsmöglichkeiten abzuleiten.
- sind Grundlagen für die Erfüllung von Berichtspflichten vor dem Hintergrund europäischer Richtlinien wie der Nitratrichtlinie, der Wasserrahmenrichtlinie [WRRL 2000] und der Grundwasserrichtlinie [GWRL 2006] oder von Bundesvorgaben. Oft müssen dazu spezifische Messnetze konzipiert und fortgeschrieben werden, wie z. B. das EU-Nitratmessnetz.

In der nationalen Grundwasserverordnung [GrwV 2010] sind für unterschiedliche Stoffe bzw. Parameter so genannte „Schwellenwerte“ festgelegt. Im vorliegenden Bericht werden zur Ergebnisbewertung zunächst die in der GrwV festgesetzten Schwellenwerte herangezogen. Für Parame-

ter, für die es keine Schwellenwerte gibt, werden hilfsweise die in der Trinkwasserverordnung [TrinkwV 2001] genannten Grenzwerte als Vergleichsmaßstab verwendet. In einigen Fällen wird auf die Geringfügigkeitsschwellen der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) zurückgegriffen.

Dieser Ergebnisbericht behandelt nicht die Themenbereiche Hydrogeologische Karten oder Erkundungen, Grundwassermodelle, Grundwasserfauna oder Fragestellungen zur Bewirtschaftung oder zum Klimawandel. Auch Auswertungen zu den WRRL-Bewirtschaftungsplänen und Maßnahmenprogrammen sind nicht Bestandteil des Berichts.

1.2 Landesmessnetz

Das Landesmessnetz Grundwasser besteht aus dem Beschaffenheitsmessnetz und dem Wasserstandsmessnetz.

Das Beschaffenheitsmessnetz der LUBW besteht aus rund 2.100 Messstellen, davon etwa 540 Quellen, 600 Beobachtungsrohren und 960 Brunnen, gruppiert in mehrere Teilmessnetze je nach stofflicher Beeinflussung im Einzugsgebiet und Nutzung der Grundwassermessstelle. Die Beauftragung zu Probennahme und Analytik bei diesen Messstellen erfolgt zentral durch die LUBW.

Untersucht werden dabei

- alle Messstellen mit mindestens einer Voll-Untersuchung auf natürliche und anthropogene Stoffe und Parameter alle zwei oder drei Jahre,
- ausgewählte Messstellen jährlich mit Blick auf die langfristige, landesweite Entwicklung der Nitratbelastung. Im Herbst 2017 waren das 1.366 Messstellen in und außerhalb von Wasserschutzgebieten,
- 48 Messstellen alle drei Monate auf die Stickstoffparameter in Wasserschutzgebieten, in denen die besonderen Schutzbestimmungen nach § 5 SchALVO gelten (Problem- und Sanierungsgebiete),
- 150 Messstellen in Wasserschutzgebieten zweimal im Jahr auf Nitrat,

- 636 Messstellen halbjährlich auf Nitrat in den gefährdeten Grundwasserkörpern,
- 360 Messstellen halbjährlich auf Nitrat für das qualitative Überblicksmessnetz sowie das operative Messnetz gemäß WRRL,
- rund 160 Quellen (Quellmessnetz), an denen hydrochemische Untersuchungen mit mindestens einer Volluntersuchung alle vier Jahre auf natürliche und anthropogene Parameter und Stoffe und z. T. mit jährlicher Untersuchung im Herbst zur langfristigen Kontrolle der landesweiten Entwicklung der Nitratbelastung durchgeführt werden,
- etwa 50 Messstellen an Quellen alle drei Monate auf versauerungs- und schüttungsabhängige Parameter.

Die Messstellengruppen der Grundwasserbeschaffenheit überschneiden sich teilweise.

Das Grundwasserstandsmessnetz oder auch quantitative Messnetz umfasst

- 233 Trendmessstellen mit wöchentlicher Wasserstandsmessung.
- 115 Messstellen, an denen wöchentlich die Quellschüttung gemessen wird.
- das Lysimetermessnetz mit 32 Messstellen und täglicher bis wöchentlicher Messung der Sickerwassermenge.

Der größere Teil der insgesamt rund 2.370 Grundwasserstands-Landesmessstellen ist nicht Gegenstand der Auswertungen dieses Berichts, da über 2.000 dieser Messstellen von den Regierungspräsidien und den Stadt- und Landkreisen hinsichtlich regionaler Fragestellungen verwaltet und ausgewertet werden.

Die Organisation für die Beprobung der Grundwasserbeschaffenheit und der Messung von Grundwasserstand bzw. Quellschüttung ist unterschiedlich (Tabelle 1.2-1).

Tabelle 1.2-1: Organisation Landesmessnetz

	Grundwasserbeschaffenheit	Grundwasserstand/Quellschüttung
Messturnus	Alle drei bis vier Jahre einmal Vollanalyse, zusätzlich z. T. jährlich im Herbst (Herbstbeprobung). Für besondere Fragestellungen wie z. B. SchALVO oder Versauerung teilweise in dreimonatlichem Rhythmus. Für EU-Berichterstattung und Kontrolle der gefährdeten Grundwasserkörper z. T. zweimal im Jahr. Zusätzlich gezielte Nachuntersuchungen im Rahmen der Fundaufklärung bei hohen Pflanzenschutzmittelbefunden.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Grundwasserstand: an jedem Montag (Regelfall) ■ Grundwasserstand: zunehmend kontinuierlich mit Datenloggern (z. T. mit Datenfernübertragung) ■ Quellschüttung: wöchentlich bis monatlich (Regelfall) ■ Quellschüttung: vereinzelt kontinuierlich ■ Lysimeter: täglich bis mehrmals wöchentlich
Organisation	LUBW und Regieunternehmen (Vergabe)	LUBW, Regierungspräsidien und Regieunternehmen
Datenbeschaffung durch Auftragnehmer (Messung, Probennahme, Analytik), Auftragsvoraussetzungen, Qualitätssicherung	Probennahme und Analytik: Vergabe an Probennahmebüros und chemische Labors. Nachweis der Qualifikation u. a. durch: <ul style="list-style-type: none"> ■ Akkreditierung nach DIN EN ISO 17025 ■ Regelmäßige erfolgreiche Teilnahme an der Analytischen Qualitätssicherung (AQS) mit Ringversuchen und Laborvergleichsuntersuchungen ■ auftragsspezifische Qualitätssicherungsmaßnahmen ■ Teilnahme an Probennehmer-Lehrgängen I und II von VEGAS/LUBW ■ unangekündigte Probennahmekontrollen 	Mengenmessung durch freiwillige oder vom Land beauftragte Beobachter. Datenlogger mit Datenfernübertragung werden verstärkt eingesetzt. Unterschiedlicher Datenfluss bei den Internet-Messstellen für die zeitnahe Berichterstattung, den „Trendmessstellen“ für die landesweite Zustandsbeschreibung und den „Regionalmessstellen“ für den übergeordneten Grundwasserschutz.
Messstelleneigentümer	Größtenteils wird auf Messstellen zurückgegriffen, die nicht in Landesbesitz sind. Private, gewerbliche und kommunale Betreiber stellen sie für die Probennahme bzw. Beobachtung zur Verfügung.	
Kosten	Die Kosten für Probennahme und Analytik bzw. Beobachtung trägt das Land.	
Datenerfassung	GWDB-Editor, LIMS, oder LABDÜS-Erfassungsprogramm	GWDB-Editor, Erfassung in GWDB, Erfassung durch LUBW oder beauftragte Büros aus unterschiedlichen Quellen
Übermittlung	im LABDÜS-Format (LABorDatenÜbertragungssystem) von den chemischen Labors an die Regieunternehmen per E-Mail	Datenimport über CSV-Format bzw. Übersenden der Belege miteingetragenen Messdaten im Regelfall durch Beobachter
Datenhaltung	WIBAS - Grundwasserdatenbank (GWDB)	
Datenplausibilisierung und Qualitätssicherung	Statistische und visuelle Plausibilisierungen beim Einlesen der Messwerte, ggf. Gegenmessung von Rückstellproben oder Nachbeprobungen. Weiterhin: Mehrfachbestimmungen, vergleichende Untersuchungen und Probennahmekontrollen vor Ort, Zeitreihentestverfahren der GWDB.	Visuelle Belegprüfungen, Plausibilitätsprüfung beim Einlesen, Kontrolle der Ganglinien, Zeitreihenanalysen



Abbildung 1.2-1: Grundwassermessstelle



Abbildung 1.2-2: Rohwassermessstelle im Wasserwerk



Abbildung 1.2-3: Quelle



Abbildung 1.2-4: Lysimeter
Fotos: LUBW

1.3 Kooperationsmessnetz

Das Anfang der achtziger Jahre entwickelte Kooperationsmodell zur Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit in Baden-Württemberg konnte bisher im Wesentlichen mit den Wasserversorgungsunternehmen (WVU) realisiert werden. Grundlage für den Betrieb des Kooperationsmessnetzes ist eine Vereinbarung zwischen VGW, DVGW-Landesgruppe, VKU, Städtetag und Gemeindetag. Die genannten Trägerorganisationen gründeten 1992 eine eigene „Grundwasserdatenbank Wasserversorgung (GWD-WV)“, in der die von den Wasserversorgungsunternehmen beauftragten Analysen gesammelt und ausgewertet werden. Die Ergebnisse der Wasserversorgungsunternehmen werden jedes Jahr in einem eigenständigen Bericht dargestellt.

Im Jahr 2003 wurde ein weiterer Kooperationsvertrag zwischen dem Land und der Wasserversorgungswirtschaft abgeschlossen. Vereinbart ist, dass die Wasserversorgungswirtschaft für jedes Wasserschutzgebiet Konzentrationswerte zu Nitrat und Pflanzenschutzmitteln (PSM) für die im Rahmen der SchALVO notwendigen Wasserschutzgebiets-Einstufungen bestimmen lässt und diese Ergebnisse den unteren Wasserbehörden übermittelt. Die unteren Wasserbehörden ihrerseits stufen die Wasserschutzgebiete gemäß SchALVO ein und übermitteln die Nitrat- und PSM-Werte der LUBW.

Über diesen Weg hat die Wasserversorgungswirtschaft in Baden-Württemberg aus dem Beprobungsjahr 2017 zum Stichtag 31.03.2018 Ergebnisse von 3.419 Nitratanalysen zu 1.464 Messstellen in Trinkwasserschutzgebieten als Kooperationsbeitrag zur Verfügung gestellt. Davon sind 203 Messstellen „Überschneidermessstellen“, d. h. für diese WVU-Messstellen in Wasserschutzgebieten liegen auch Nitratdaten aus dem LUBW-Landesmessnetz vor. Die Nitratdaten der 1.464 Messstellen gehen im vorliegenden Bericht ausschließlich in die Auswertungen des Teilkapitels „Nitrat in Wasserschutzgebieten“ ein.

Als weiteren Kooperationsbeitrag der WVU erhielt die LUBW Analysen von einzelnen Pflanzenschutzmittelwirkstoffen und deren Metaboliten von 278 Messstellen in Trinkwasserschutzgebieten. Diese PSM-Daten gehen im vorliegenden Bericht in einige Auswertungen über die PSM-Gesamtsituation im Lande ein. Wie die Nitratdaten dienen sie vorrangig zur Beurteilung der Situation in den Wasserschutzgebieten. Für die Messstellen mit PSM-Analysen liegt nicht immer auch eine Nitratanalyse vor und umgekehrt. Insgesamt erreichten die LUBW die Nitrat- und PSM-Daten der WVU zu insgesamt 1.489 Messstellen in Trinkwasserschutzgebieten.

Es wurden in die Grundwasserdatenbank der LUBW für das Jahr 2017 zusätzlich zu den von der LUBW betriebenen Landesmessstellen, d. h. ohne Überschneidermessstellen, die PSM- und Nitratanalysen von 1.278 WVU-Messstellen übernommen. Zu weiteren 110 Grundwassermessstellen der Wasserversorger wurden ferner Ergebnisse von klassischen Stoffen und Parametern wie pH, Metallen und CKW seitens WVU übermittelt. Weiterhin wurden Daten zu Süßstoffen und Benzotriazolen von rund 40 WVU-Messstellen zur Verfügung gestellt.

1.4 Qualitätssicherung

1.4.1 Stammdaten

Die Stammdaten der rund 2.100 von der LUBW beprobten Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen werden im Rahmen des laufenden Messbetriebes fortgeschrieben. Gepflegt werden Angaben zu Bauform, Ausbau, Koordinaten, Probennahmestellen, Betreiberadressen, Ansprechpartnern und zu den Nutzungen der Aufschlüsse. Nach jeder Beprobungskampagne werden die von den Probennehmern zu den einzelnen Messstellen zurückgesandten Beprobungsunterlagen zur Überprüfung und Aktualisierung der Stammdaten aufgearbeitet. Diese Aktualisierung muss zeitnah erfolgen,



Abbildung 1.2-5: Probennahme an einer Grundwassermessstelle



Abbildung 1.2-6: Messung der Vor-Ort-Parameter



Abbildung 1.2-7: Abfüllen der Grundwasserprobe



Abbildung 1.2-8: Proben transport in der Kühlbox
Fotos: LUBW

damit bei der folgenden Kampagne verlässliche Angaben für die Probennahme in Form von automatisch aus der Grundwasserdatenbank erzeugten Messstellen-Informationen vorliegen.

1.4.2 Probennahme

Der „Leitfaden Grundwasserprobennahme“ [LUBW 2013] ist bei jeder Probennahme einzuhalten. Bei Vergaben durch die LUBW ist er Vertragsbestandteil. Für einen Auftrag zur Probennahme beim Landesmessnetz ist als Mindestqualifikation die erfolgreiche Teilnahme an den Lehrgängen I und II für Probennehmer Grundwasser, durchgeführt bei VEGAS an der Universität Stuttgart, erforderlich.

Für die sachgerechte Probennahme an der richtigen Messstelle werden den Probennehmern durch die LUBW detaillierte Unterlagen und Informationen zu Probennahme und Messstelle als „Messstellen-Info“ [Beispiel in LUBW 2013] bereitgestellt. In der Grundwasserdatenbank der LUBW gibt es Fotodokumentationen zu sämtlichen Landesmessstellen. Verwechslungen der Grundwassermessstellen bei der Probennahme werden durch systematische Vergleiche der Messstellenfotos der aktuellen Probennahme mit früheren Fotoaufnahmen nahezu ausgeschlossen. Informationen von Probennehmern zur Messstelle oder zur Probennahme werden gesichtet und auftretende Unstimmigkeiten mit Probennehmern, Messstellenbetreibern oder zuständigen Behörden geklärt. Wenn erforderlich, er-

folgen Überprüfungen an der Messstelle im Gelände.

Zusätzlich wird die Einhaltung der allgemeinen und messstellenspezifischen Vorgaben zur Probennahme stichprobenartig durch unangekündigte Kontrollen vor Ort überprüft.

Die routinemäßigen Qualitätsverbesserungen in den Bereichen Messstellen-Dokumentation, Vorgaben zur Probennahme und Plausibilisierung der Messwerte sind Voraussetzung für eine sachgerechte Grundwasserbewertung. Es handelt sich um Daueraufgaben.

1.4.3 Analytik

Bei einem Auftrag zur Analytik muss das Untersuchungslabor seit 2004 als Mindestqualifikation eine gültige, vollständige und für die Grundwasseruntersuchung anwendbare Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025 vorlegen. Die Qualität der Analysenwerte wurde im Rahmen der Beprobungen 2017 durch folgende Maßnahmen sichergestellt:

- vergleichende Untersuchungen ausgewählter Parameter mit Originalgrundwasser aus der Messstelle
- Absicherung von Positivbefunden und Grenzwertüberschreitungen bei PSM und nicht relevanten Metaboliten (nrM) durch Nachmessungen bzw. Rückstellproben.



Abbildung 1.2-9: Konzentrate verschiedener PSM-„Cocktails“ für die synthetischen Proben



Abbildung 1.2-10: Verdünnen der Konzentrate auf Probenkonzentration



Abbildung 1.2-11: Abfüllen der synthetischen Proben



Abbildung 1.2-12: ...fertig zur Verteilung an die chemischen Laboratorien
Fotos: LUBW

1.5 Grundwasserdatenbank

Die Grundwasserdatenbank (GWDB) wird als landesweit eingeführte WIBAS-Fachanwendung in Baden-Württemberg routinemäßig bei den Stadt- und Landkreisen, den Regierungspräsidien, der LUBW und als Erweiterung „GWDB+D“ bei den Abfallwirtschaftsbetrieben eingesetzt. In der WIBAS-GWDB sind auch für das Grundwassermessnetz maßgebliche Bestandteile der Qualitätssicherung implementiert.

Die Datenbank umfasst:

- Stammdaten zu Brunnen, Quellen und Grundwassermessstellen (ca. 95.000 Objekte)
- Stammdaten zu geothermischen Anlagen (ca. 29.000 Objekte)
- Chemisch-physikalische Messwerte, Grundwasserstände und Quellschüttungen (Landesmessnetz: ca. 170.000 Analysen mit etwa 3,5 Millionen Einzelwerten sowie 20 Millionen Mengemesswerte)
- Deponiespezifische Messwerte, wie Deponiegas, Sickerwassermenge, Setzungen, etc. für ca. 40 Deponien.

Anwendungsschwerpunkt bilden die flexiblen Auswertemöglichkeiten: Zahlreiche Diagrammart, Listen und Berichte sowie tiefergehende kartografische Darstellungen. Im Jahr 2017 lag der Schwerpunkt in der Entwicklung und Bereitstellung tiefergehender Verfahren. Zahlreiche Verbesserungen gewährleisten die komfortable Nutzung der GWDB.

Als Beispiele seien genannt:

- Einbindung weiterer Schwellenwerte (SW) nach Grundwasserverordnung (GrwV), Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW), UBA-Leitwerte (LW) und Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
- Neues Konsistenzkriterium (Lücken) bei Selektionen von Gütemesswerten
- Erweiterungen zum Trendanalyseverfahren zur Ermittlung signifikanter Trends
- Konsequente Behandlung von Kontrollwerten bei Mengenselektionen, Diagrammen, Zeitreihentestverfahren, Datenimport
- Neue Berichte zu Grenz- und Warnwertüberschreitungen
- Neue Fachkarte für grundwasserspezifische Landnutzungs-klassifikation ATKIS (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem) aufgrund neuer Einzugsgebiets-Verschneidungen
- Ausgabe anonymisierter Koordinaten
- Abschluss der Umstellungsarbeiten beim GWDB-Editor

Die aktuelle Parameterliste, neue Parameter und Ergänzungen sowie die aktuelle Laborliste können im Internet unter www.lubw.baden-wuerttemberg.de/wasser/grundwasserdatenbank abgerufen werden. Dort steht auch die aktuelle Version des GWDB-Editors zum Download bereit.

2 Ergebnisse der Grundwasserüberwachung 2017

2.1 Niederschläge

Die Niederschläge im Jahr 2017 entsprachen im langjährigen Vergleich etwa mittleren Verhältnissen. Das Flächenmittel der Niederschlagshöhe in Baden-Württemberg betrug 964 mm, das sind 97 % des Niederschlagsmittelwertes der Normalperiode 1981-2010 (Abbildung 2.1-1). Das Jahr 2017 ist das zweite Jahr in Folge mit etwa mittleren Niederschlägen. Seit 2003 war lediglich das Jahr 2007 überdurchschnittlich regenreich. Die zweite Jahreshälfte war deutlich nasser als die erste. Die landesweit höchsten Niederschlagsmengen werden in den Höhenlagen des Schwarzwalds gemessen. Der Jahreshöchstwert wurde in Freudenstadt im Schwarzwald mit 1.569 mm gemessen (Abbildung 2.1-2).

Innerhalb des Jahres 2017 war der Monat Juli mit 135 mm bzw. 136 % des vieljährigen Mittels am feuchtesten. In der ersten Jahreshälfte waren mit 384 mm im Landesmittel starke Niederschlagsdefizite festzustellen. Die geringsten Niederschlagsmengen wurden zu Jahresbeginn in den Monaten Januar/Februar mit in der Summe 90 mm im Landesmittel registriert. Im zweiten Halbjahr konnten starke Niederschläge insbesondere in den Monaten Juli und November die

ansonsten mittleren Verhältnisse ausgleichen (Abbildung 2.1-3). Niederschlagsdefizite und -überschüsse halten sich in der Jahressumme 2017 in etwa die Waage.

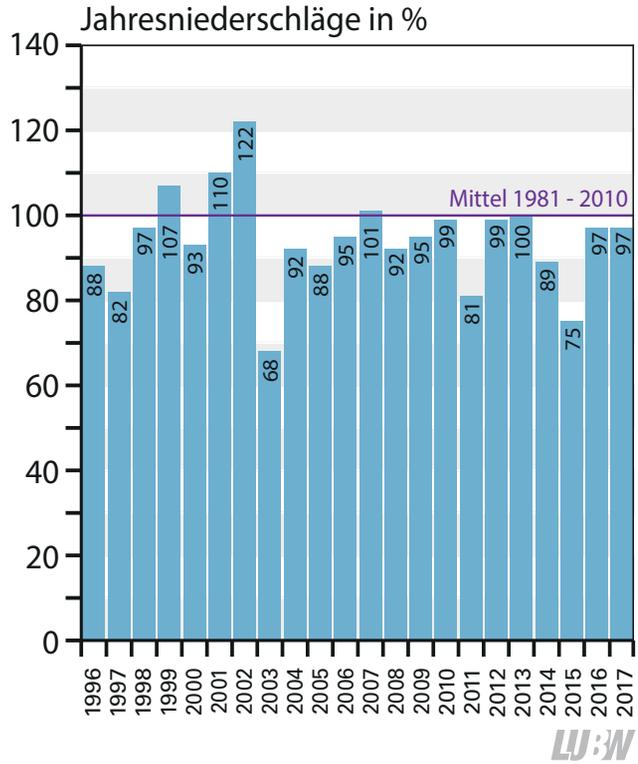


Abbildung 2.1-1: Einordnung der mittleren Jahresniederschläge in Baden-Württemberg seit 1996 in das langjährige Geschehen (Quelle: DWD)

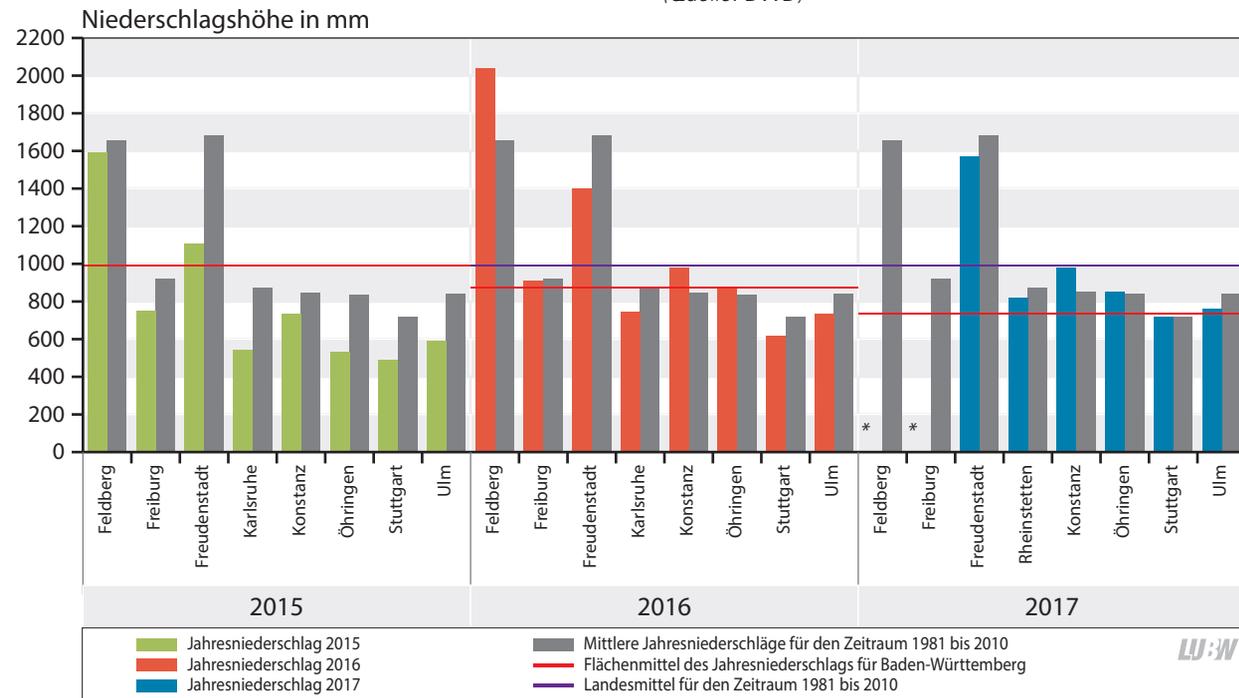


Abbildung 2.1-2: Jahresniederschläge an ausgewählten DWD-Stationen in Baden-Württemberg in den Jahren 2015, 2016 und 2017 im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten 1981-2010 (Quelle: DWD)

*Daten unvollständig

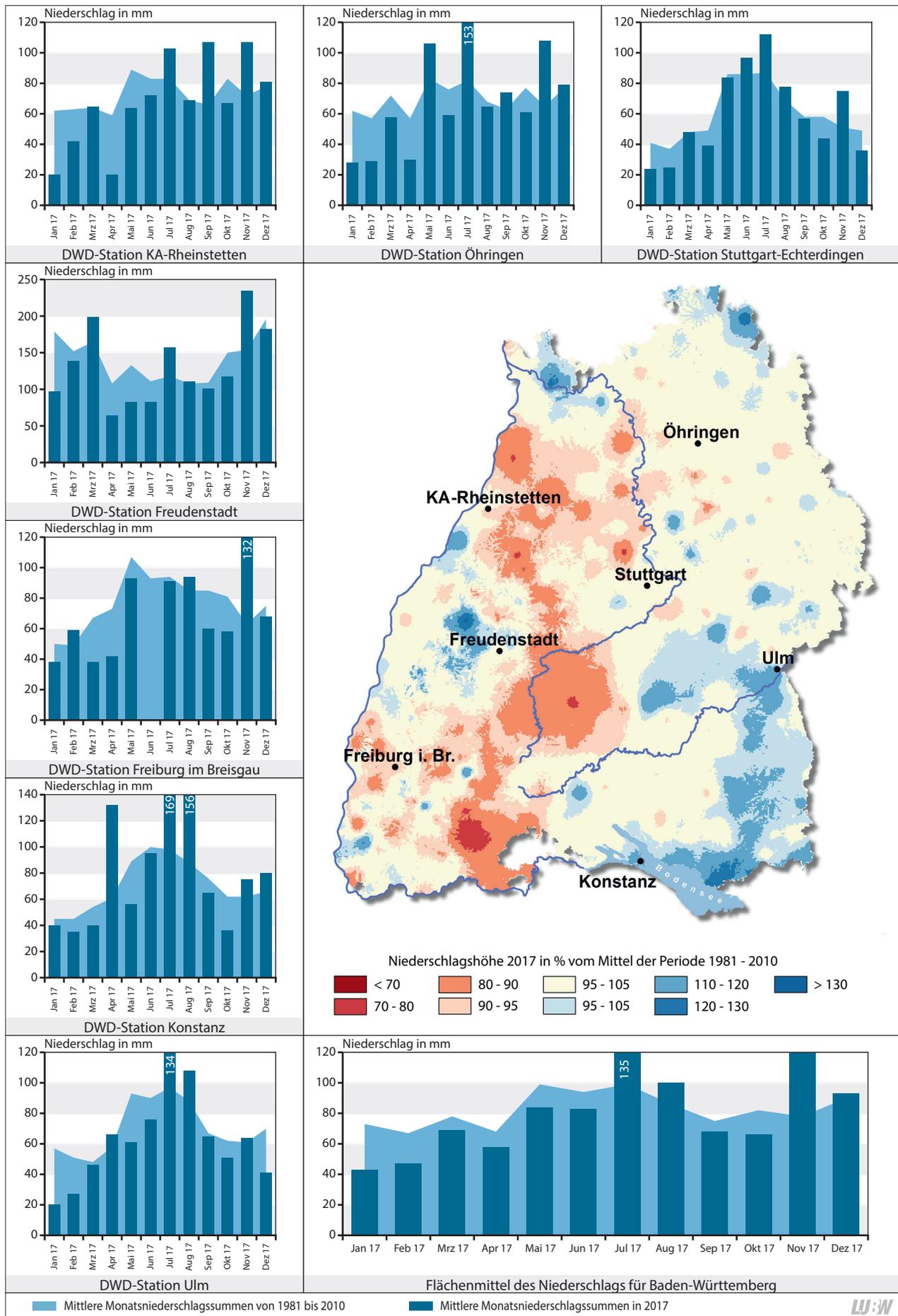


Abbildung 2.1-3: Monatliche Niederschlagshöhe an ausgewählten DWD-Stationen im Jahr 2017 (Quelle: DWD) und Jahresniederschlagshöhe 2017 in % vom Mittel der Periode 1981-2010

2.2 Grundwasserneubildung aus Niederschlag

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. Niederschläge unterliegen sowohl jahreszeitlichen als auch längerfristigen und räumlichen Schwankungen.

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlag unterliegt normalerweise einem ausgeprägten Jahresgang, wobei der versickernde Anteil des Winterniederschlags erheblich höher ist als der des Sommerniederschlags. Dies liegt unter anderem 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 ergibt bezogen auf das 30-jährige Mittel von 1981-2010 für die erste Jahreshälfte unterdurchschnittliche und für die zweite Jahreshälfte überdurchschnittliche Sickerwasserraten (Abbildung 2.2-1). Der Vergleich der Niederschlags- und Sickerwassermengen der Lysimeter Bonlanden, Elgersweier und Rielsingingen mit dem Grundwasserstand an benachbarten Messstellen zeigt, dass ein Zufluss zum Grundwasser und ein Anstieg des Grundwasserstands in erster Linie vom Winterniederschlag abhängen (Abbildung 2.2-2). Im Winterhalbjahr 2016/17 fand eine nur mäßige Grundwasserneubildung statt.

Man erkennt an zahlreichen Ganglinien den synchronen Verlauf mit dem für das Grundwasser ausschlaggebenden Niederschlag im Winterhalbjahr. Der im Wesentlichen vom Niederschlag bestimmte oberflächennahe Grundwasserstand steigt im Allgemeinen von November bis März an und fällt dann bis zum Ende des hydrologischen Jahres in den Monaten September/Oktober wieder ab. Die Analyse langer Beobachtungsreihen von Niederschlag und Grundwasserstand deutet darauf hin, dass besonders die nieder-

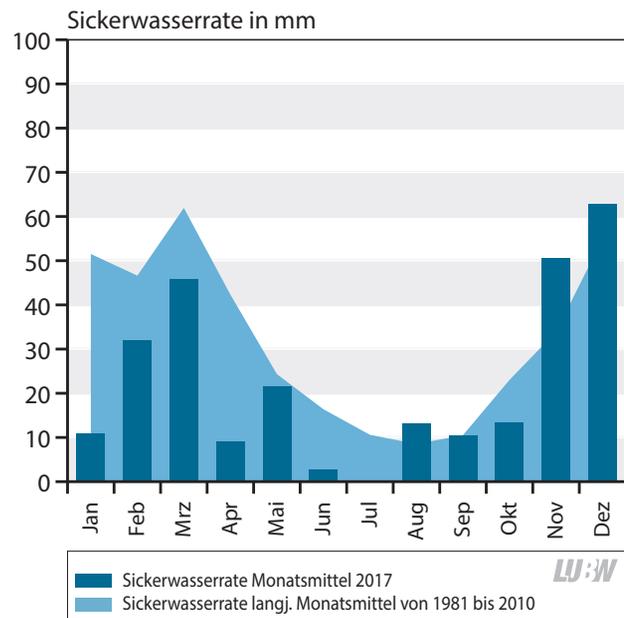
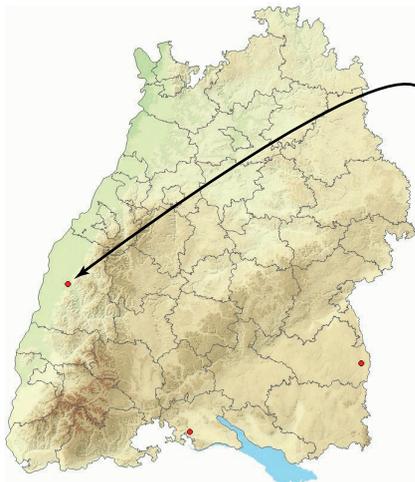


Abbildung 2.2-1: Jahresgang 2017 der Sickerwasserrate im Landesmittel (Säulen) im Vergleich zum mittleren Jahresgang der Periode 1981-2010 (hellblaue Fläche)

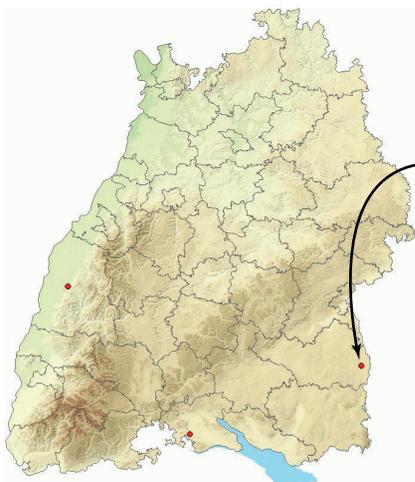
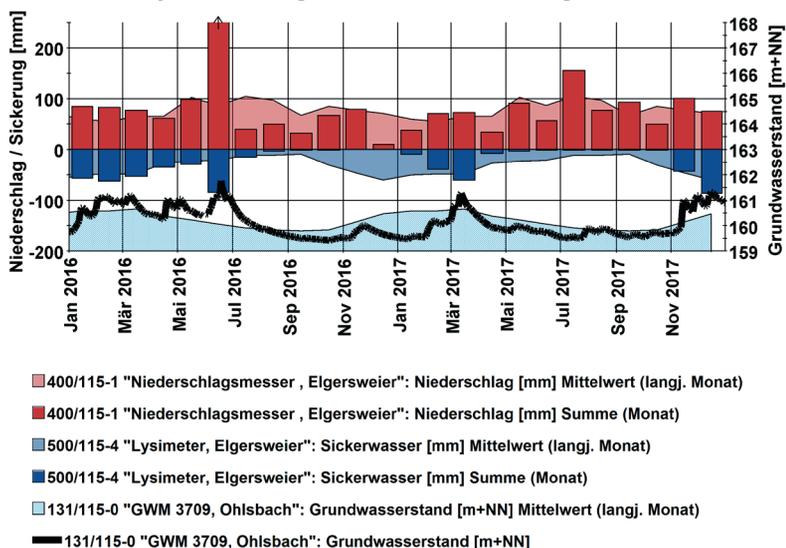
schlagsarmen Winterhalbjahre 1963, 1971, 1972, 1977, 1989 bis 1991 sowie 2003/04 und 2011 (Niedrigwasserperioden im Grundwasser) einen deutlich spürbaren Einfluss auf die Grundwasserstände hatten.

Zur Charakterisierung der Grundwasserneubildungsverhältnisse sind die Monatssummen der Niederschläge und die Versickerungsmengen der Jahre 2016 und 2017 an ausgewählten Lysimeterstationen mit den zugehörigen Grundwasserständen an Referenzmessstellen im Vergleich zu 20-jährigen Monatsmittelwerten dargestellt (Abbildung 2.2-2).

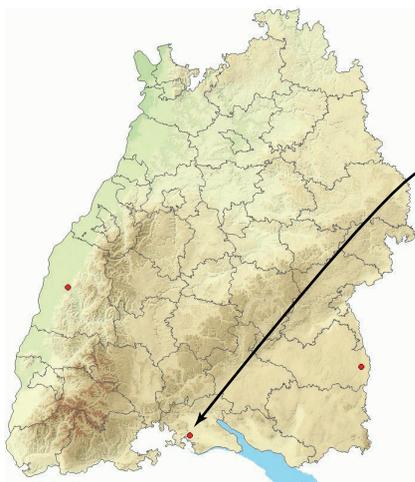
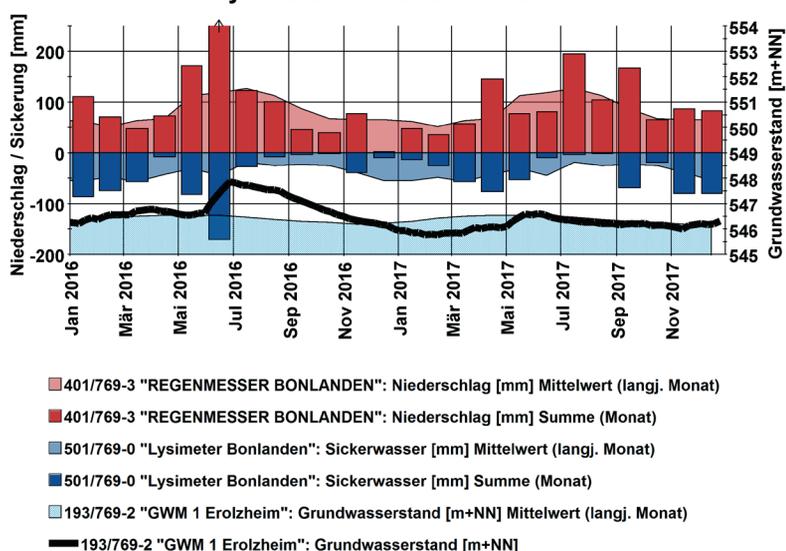
Die Lysimeterbeobachtungen dokumentieren die niedrige Grundwasserneubildung aus Niederschlag zu Jahresbeginn im Oberrheingraben, im Iller-Riß-Gebiet sowie im Singener Becken. Aufgrund der geringen Niederschläge ab Dezember 2016 konnte sich der Bodenwasserspeicher im Winterhalbjahr 2016/17 nur langsam erholen und im Grundwasser hat die Neubildung erst im Frühjahr, also zu einem sehr späten Zeitpunkt gegen Ende des hydrologischen Winterhalbjahrs, eingesetzt. Für die Dauer von zwei bis drei Monaten wurden erhebliche Sickerwassermengen beobachtet, bevor die Vegetationszeit und die frühsummerlichen Temperaturen den Infiltrationsprozess gehemmt haben. Die meisten Lysimeteranlagen fielen verhältnismäßig frühzeitig (ab Juni/Juli) und dauerhaft trocken, weil der Versickerungsprozess im Herbst ausblieb bzw. sehr spät



Lysimeter Elgersweier - Oberrheingraben



Lysimeter Bonlanden - Illertal



Lysimeter Rielasingen - Singener Becken

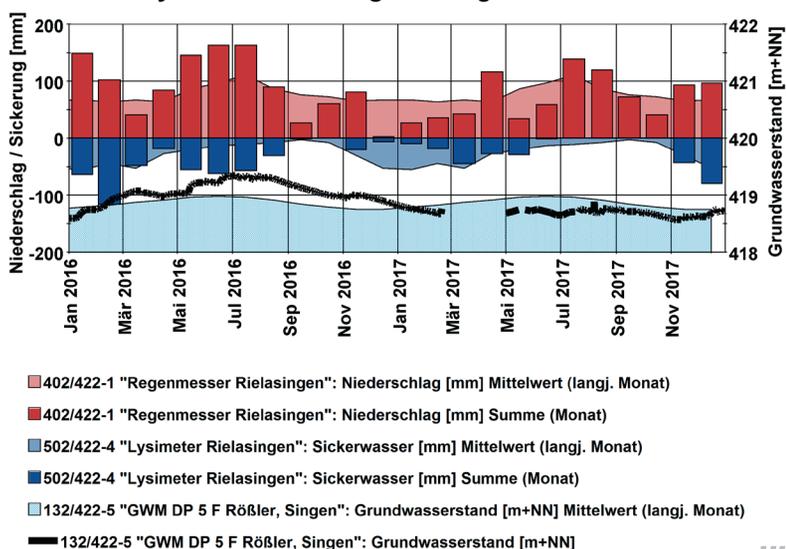


Abbildung 2.2-2: Niederschlag, Sickerung und Grundwasserstand an ausgewählten Lysimeteranlagen 2016 und 2017

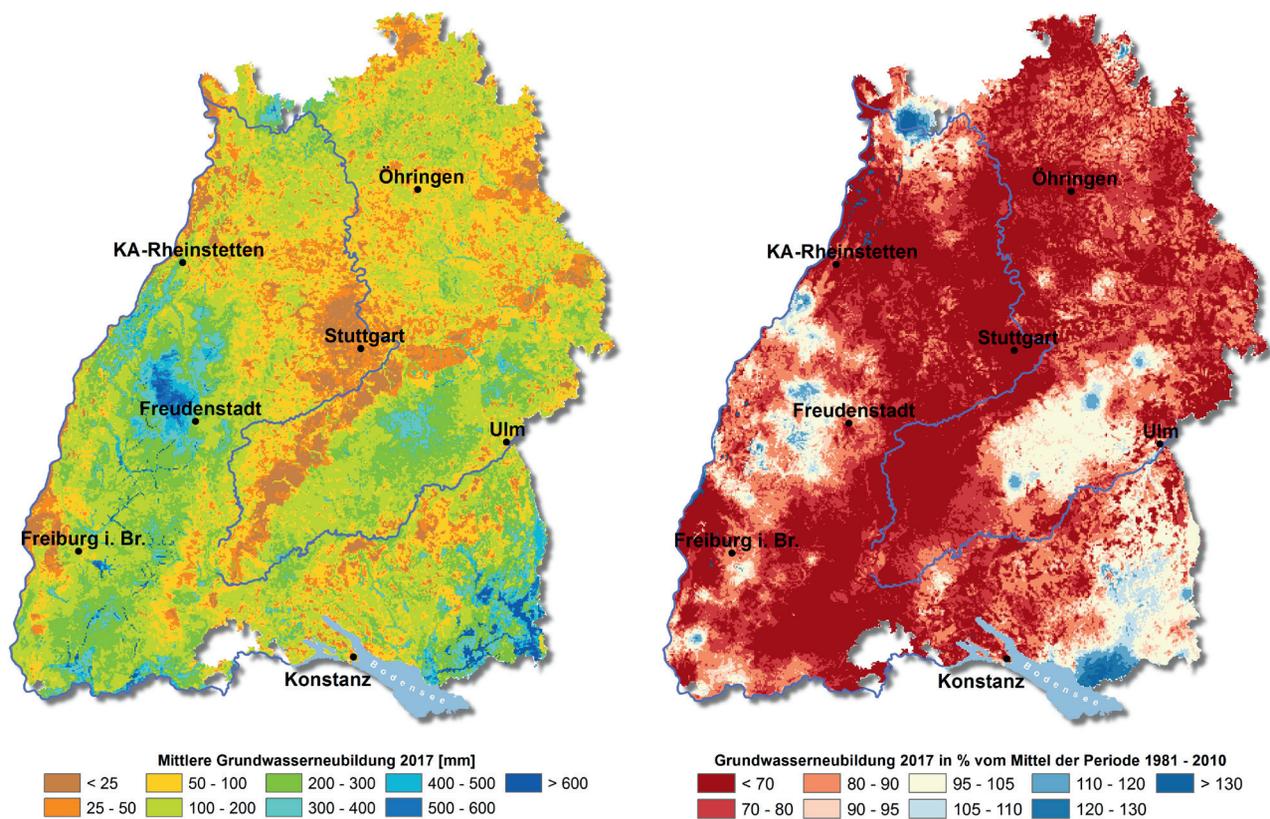


Abbildung 2.2-3: Verteilung der Grundwasserneubildung 2017 in mm/Jahr (links) und in % vom Mittel der Periode 1981-2010 (rechts)

einsetzte. Im letzten Quartal 2017 waren erstmals gute Randbedingungen für das Neubildungsgeschehen erfüllt, nämlich eine feuchte Witterung und ein gut aufgefüllter Bodenwasserspeicher. Dadurch konnten ab November erhebliche Niederschlagsanteile versickern und die Neubildung landesweit anregen. Zum Jahresende 2017 waren signifikant überdurchschnittliche Versickerungen zu verzeichnen.

Die landesweite Berechnung der Sickerwasserrate ergibt für die erste Jahreshälfte unterdurchschnittliche und für die zweite Jahreshälfte überdurchschnittliche Sickerwasserraten (Abbildung 2.2-1) und damit einen im Vergleich zum Vorjahr umgekehrten innerjährlichen Verlauf. Im Unterschied zum Jahr 2016 war 2017 mit lediglich 77 % der langjährig mittleren Sickerwasserrate insgesamt ein Jahr mit unterdurchschnittlicher Grundwasserneubildung, obwohl sich die jährliche Niederschlagsmenge nicht von jener des Jahres 2016 unterscheidet. Von Januar bis Juni 2017 setzte sich die bereits in der zweiten Jahreshälfte 2016 beginnende Entleerung des Bodenwasserspeichers in Verbindung mit teils sehr geringer Sickerwasserbildung fort. Dies führte zu Beginn des Jahres 2017 zu weiter fallenden Grundwasserständen. In der zweiten Jahreshälfte führten

überdurchschnittliche Sickerwasserraten zu wieder steigenden Grundwasserständen.

Die räumliche Verteilung der jährlichen Grundwasserneubildung aus Niederschlag in Baden-Württemberg zeigt Abbildung 2.2-3. Das Landesmittel des Jahresniederschlags lag im Jahr 2017 wie im Vorjahr bei rund 970 mm, die Sickerwasserrate summierte sich jedoch nur auf etwa 290 mm. Daraus resultierte eine Grundwasserneubildung von rund 150 mm/a. Sickerwasserrate und Grundwasserneubildung aus Niederschlag erreichten damit im Jahr 2017 damit nur etwa 77 % der Mittelwerte der Periode 1981-2010. Über die gesamte Landesfläche dominieren unterdurchschnittliche Neubildungsraten, in Teilen des Landes werden durchschnittliche bis überdurchschnittliche Verhältnisse erreicht.

2.3 Grundwasservorräte

2.3.1 Allgemeiner Zustand

In Baden-Württemberg werden über 70 % des Trinkwassers aus Grund- und Quellwasser gewonnen. Wesentliche Aufgabe der Wasserwirtschaftsverwaltung ist es, eine nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung sicherzustellen und Grundwasserressourcen in qualitativer wie quantitativer Hinsicht für künftige Generationen zu erhalten. Hierzu wird ein Überblick über die aktuelle Zustandsentwicklung der landesweiten Grundwasservorräte gegeben und die im Jahr 2017 beobachteten Tendenzen dargestellt.

Das quantitative Grundwassermessnetz von Baden-Württemberg wird seit 1913 betrieben. Es ist für die regionale Beobachtung der Grundwasserverhältnisse ausgelegt. Die landesweite Charakterisierung sowie Aussagen über den aktuellen Zustand und kurzfristige Entwicklungstendenzen der quantitativen Grundwasserverhältnisse werden anhand ausgewählter, für die Gesamtheit möglichst repräsentativer „Trendmessstellen“ durchgeführt (siehe Kapitel 3.1).

In Abbildung 2.3-1 sind Ganglinien ausgewählter Trendmessstellen dargestellt. Der Normalbereich (grüne Fläche) repräsentiert den statistisch zu erwartenden Schwankungsbereich von Grundwasserstand oder Quellschüttung in einem bestimmten Monat. Dieser Bereich wird durch das 90. Perzentil als Obergrenze und das 10. Perzentil als Untergrenze der Monatswerte aus 20 Beobachtungsjahren definiert. Der langjährige Monatsmedian (20 Jahre) der Einzelmesswerte ist als grüne gestrichelte Linie, die Monatsextrema (20 Jahre) sind als schwarz gestrichelte Linien dargestellt.

2.3.2 Regionale Grundwasserverhältnisse

Die zu Jahresbeginn niedrigen Grundwasserstände und Quellschüttungen im Hochrheintal, Wiesental und Klettgau bewegten sich im weiteren Jahresverlauf im unteren Normalbereich mit gebietsuntypisch geringen Schwankungen. Ab November wurden anschließend niederschlagsbedingt steile Grundwasseranstiege auf ein sehr überdurchschnittliches Niveau beobachtet. (Messstelle 0110/073-8 in Abbildung 2.3-1). Die 20-jährigen Trends sind ausgeglichen.

Die Grundwasservorräte im südlichen Oberrheingraben und in der Freiburger Bucht haben im gesamten Jahresverlauf von 2017 nur selten die langjährigen Mittelwerte erreicht. Im zweiten Halbjahr wurden bereichsweise sogar die bisherigen Niedrigstwerte unterschritten. Zum Jahresende hat sich die Situation nach starken Niederschlägen innerhalb von wenigen Wochen weitgehend normalisiert (Messstelle 0029/021-2 in Abbildung 2.3-1). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist unauffällig.

Der Grundwasserstand im Bereich des mittleren Oberrheins ist vom Niederschlag geprägt, wie aus den kurzzeitigen Anstiegen im März und Juni/Juli auf mittlere Verhältnisse hervorgeht. Die Situation war ansonsten unterdurchschnittlich und zwar an der Untergrenze des Normalbereichs und zeitweise darunter. Die bedeutenden Niederschläge zum Jahresende haben starke Anstiege auf überdurchschnittliche Verhältnisse bewirkt (Messstelle 0112/065-3 in Abbildung 2.3-1). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist nach wie vor ausgeglichen.

Der Grundwasserstand im nördlichen Oberrhein verläuft im gesamten Jahresverlauf 2017 rückläufig und relativ unauffällig im unteren Normalbereich. Die regenreichen Monate haben zu keiner signifikanten Entspannung geführt. Erst zum Jahresende sind vielerorts Anzeichen für einen Wiederanstieg zu beobachten (Messstelle 0111/307-9 in Abbildung 2.3-1). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist insgesamt ausgewogen, wobei vereinzelt rückläufige Verhältnisse zu beobachten sind.

Nachdem im Singener Becken und Bodenseebecken sowie im Argendelta zu Jahresbeginn unterdurchschnittliche Grundwasserstände zu verzeichnen waren, haben die Frühjahrsniederschläge für steigende Verhältnisse auf ein überdurchschnittliches Niveau gesorgt. Nach dieser kurzzeitigen Entspannung wurden anschließend anhaltende Rückgänge im unteren Normalbereich gemessen. Zum Jahresende sind die Grundwasservorräte infolge starker Niederschläge innerhalb kurzer Zeit bis an die Obergrenze des Normalbereichs wieder angestiegen (Messstellen 0101/372-4 in Abbildung 2.3-1). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

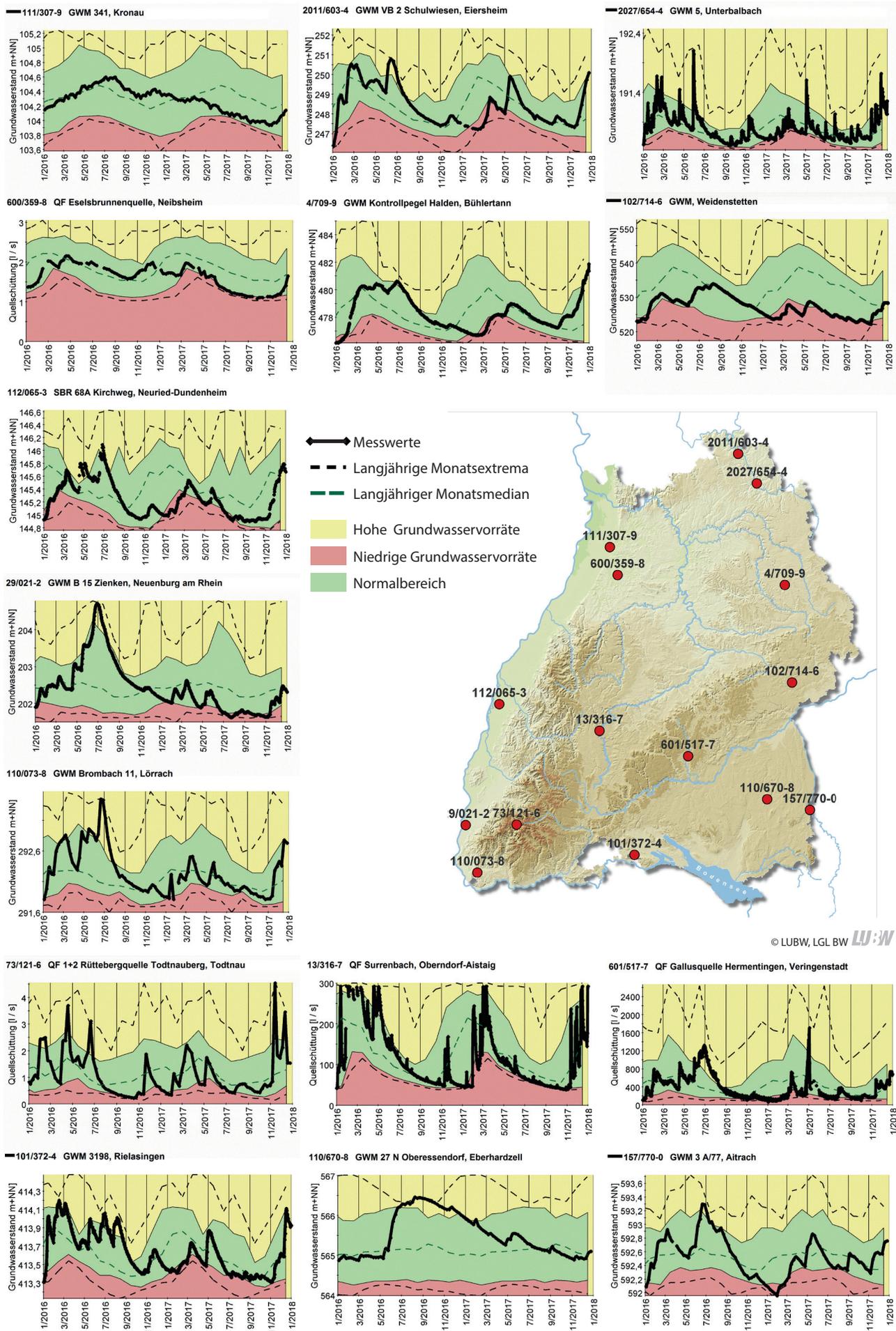


Abbildung 2.3-1: Grundwasserstand / Quellschüttung und zugehöriger Normalbereich aus 20 Beobachtungsjahren an ausgewählten Grundwassermessstellen im Zeitraum Januar 2016 bis Dezember 2017

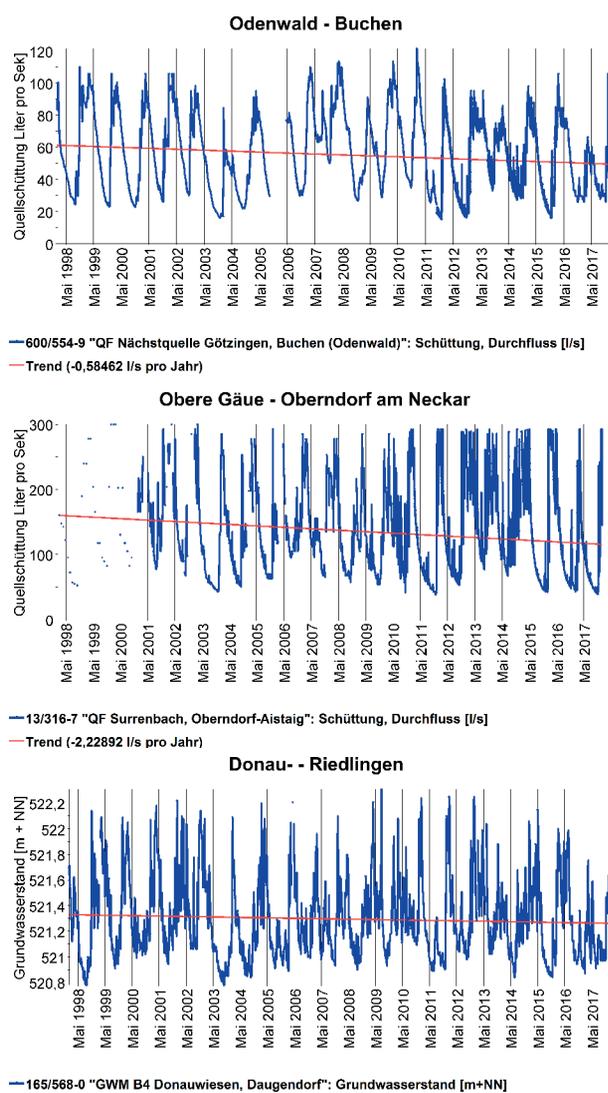


Abbildung 2.3-2: Ganglinien ausgewählter Grundwassermessstellen mit Trendbetrachtung 1998-2017

Die Grundwasserstandsentwicklung in den quartären Talfüllungen des Donautals spiegelt das Niederschlagsgeschehen wider. Die Grundwasserstände schwankten im ersten Halbjahr 2017 über längere Zeiträume unterhalb des Normalbereichs. Im Sommer wurde eine relative Beruhigung der Grundwasserdynamik beobachtet, bevor zum Jahresende kurzfristige Anstiege stattgefunden haben (Messstelle 0165/568-0 in Abbildung 2.3-2). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Nach starken Rückgängen auf ein niedriges Niveau zu Jahresbeginn erholten sich die Grundwasserstände im Illertal und im Bereich der Leutkircher Heide rechtzeitig zum Sommer 2017. Nach den darauffolgenden erneuten Rückgängen waren unterdurchschnittliche Verhältnisse an der Untergrenze des Normalbereichs zu verzeichnen. Starke Niederschläge bewirkten zum Jahresende Anstiege der Grundwasservorräte auf ein überdurchschnittliches

Niveau. (Messstelle 0157/770-0 in Abbildung 2.3-1). Der 20-jährige Trend ist überwiegend ausgeglichen.

Die Grundwasserverhältnisse im Rißtal und in Oberschwaben waren im gesamten Jahresverlauf von 2017 rückläufig. Aufgrund der sehr überdurchschnittlichen Ausgangssituation zu Jahresbeginn lagen im letzten Quartal noch immer mittlere Verhältnisse vor (Messstelle 0110/670-8 in Abbildung 2.3-1). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist mit wenigen steigenden und fallenden Ausnahmen weitgehend unauffällig.

Die Grundwasserstände und Quellschüttungen im Karstaquifer der Schwäbischen Alb waren im gesamten Jahresverlauf 2017 unterdurchschnittlich. Infolge der ausgeprägten Trockenheit wurden vielerorts dauerhaft die 20-jährigen Monatsniedrigstwerte erreicht. Wenige Niederschlagsereignisse bewirkten kurzzeitige Anstiege, wobei zum Jahresende erstmals eine signifikante Erholung der Grundwasservorräte beobachtet wurde (Messstelle 0601/517-7 in Abbildung 2.3-1). Im Bereich der Ostalb werden vergleichbare Verhältnisse beobachtet (Messstelle 0102/714-6 in Abbildung 2.3-1). Die 20-jährigen Trends sind ausgeglichen, wobei vereinzelt rückläufige Tendenzen beobachtet werden.

Die Grundwasserstände im Neckarbecken sowie der Quellschüttungen in den Schwäbisch-Fränkischen Waldbergen bewegten sich in der ersten Jahreshälfte auf niedrigem Niveau im Bereich der langjährigen Niedrigstwerte. Nach den Anstiegen im Frühling verlief die Entwicklung weitgehend unauffällig innerhalb des Normalbereichs. Die Regenfälle zum Jahresende haben binnen wenigen Wochen markante Anstiege auf ein hohes Niveau bewirkt (Messstelle 0004/709-9 in Abbildung 2.3-1). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist in diesem relativ heterogenen Gebiet insgesamt ausgewogen bis leicht rückläufig.

Die Grundwasserstandsentwicklung im Bereich der Flusstäler von Tauber, Kocher und Jagst ist vom Abflussregime der benachbarten Fließgewässer geprägt. Das dauerhaft unterdurchschnittliche bis niedrige Niveau zu Jahresbeginn hielt bis in den Herbst an. Anschließend sind die Grundwasserspiegel innerhalb weniger Wochen rasch angestiegen und bewegten sich zu Jahresende an der Obergrenze des

Normalbereichs (Messstelle 2027/654-4 in Abbildung 2.3-1). Die 20-jährigen Entwicklungstendenzen sind unauffällig bis leicht rückläufig.

Nach dem extremen Niedrigwasser zu Jahresbeginn sind die Grundwasserstände und die Quellschüttungen in den Festgesteinen von Nord-Württemberg und Odenwald im landesweiten Vergleich frühzeitig ab März in den unteren Normalbereich angestiegen. Der weitere Jahresverlauf bis November war unauffällig. Zum Jahresende waren rasche niederschlagsbedingte Anstiege auf ein überdurchschnittliches Niveau zu verzeichnen (Messstellen 2011/603-4 in Abbildung 2.3-1 und 0600/554-9 in Abbildung 2.3-2). Die langjährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Die Quellschüttungen und Grundwasserstände im Kraichgau waren im gesamten Jahresverlauf 2017 rückläufig. Nach anfänglich etwa mittleren Verhältnissen hat sich ab dem Frühjahr ein dauerhaft niedriges Niveau eingestellt. Vielerorts wurden die niedrigsten Messwerte seit Beginn der Aufzeichnungen erreicht. Die Niederschläge im letzten Quartal haben jedoch eine Tendenzumkehr zur Folge (Messstelle 0600/359-8 in Abbildung 2.3-2). Die 20-jährigen Trends sind ausgeglichen bis rückläufig.

Die Schwarzwaldquellen haben überwiegend kleinräumige Einzugsgebiete und weisen ausgeprägte, niederschlagsbedingte Schüttungsschwankungen auf. Die Schüttungen schwankten in der ersten Jahreshälfte innerhalb des Normalbereichs auf unterdurchschnittlichem Niveau. Mit dem Nachlassen der Niederschläge wurden im weiteren Verlauf rückläufige Entwicklungen bis in den unteren Normalbereich und darunter beobachtet. Nach monatelanger Trockenheit haben die Novemberniederschläge zum Jahres-

ende für nennenswerte Schüttungssteigerungen gesorgt. Sowohl im Nord- als auch im Hochschwarzwald waren generell mittlere Verhältnisse zum Jahresende zu verzeichnen (Messstellen 0073/121-6 in Abbildung 2.3-1 und 0013/316-7 in Abbildung 2.3-2). Die 20-jährigen Trends sind überwiegend ausgeglichen.

Eine Gesamtschau auf die quantitativen Grundwasserverhältnisse 2017 lässt sich vor dem Hintergrund mehrjähriger Beobachtungsreihen (20 Jahre) durchführen. In Abbildung 2.3-3 sind hierzu die normierten Ganglinien von Trendmessstellen zusammengefasst dargestellt. Der langjährig mittlere Jahresgang (blaue Fläche) wird aus normierten und anschließend gemittelten Monatsmittelwerten der Einzelmessstellen berechnet. Das Berichtsjahr 2017 wird als Linie dargestellt.

Abbildung 2.3-4 zeigt die messstellenbezogene Beurteilung der aktuellen quantitativen Grundwasserverhältnisse ebenfalls auf der Grundlage der Mittelwerte des Jahres 2017 im mehrjährigen Vergleich (20 Jahre). Darüber hinaus wurden die jeweiligen Entwicklungstendenzen (lineare Trends aus 20 Beobachtungsjahren) ausgewertet. Die aufgeführten Standorte sind für die zugehörigen Grundwasserlandschaften repräsentativ. Die verwendeten Farben veranschaulichen den standortspezifischen Zustand des Grundwasserdargebots im Vergleich zu den langjährigen Grundwasserverhältnissen. Die Symbole stehen für den zunehmenden, gleich bleibenden bzw. abnehmenden Trend.

2.3.3 Quantitative Entwicklung

Das Jahr 2017 wird durch außergewöhnlich dauerhafte und ausgeprägte niedrige Grundwasserverhältnisse gekenn-

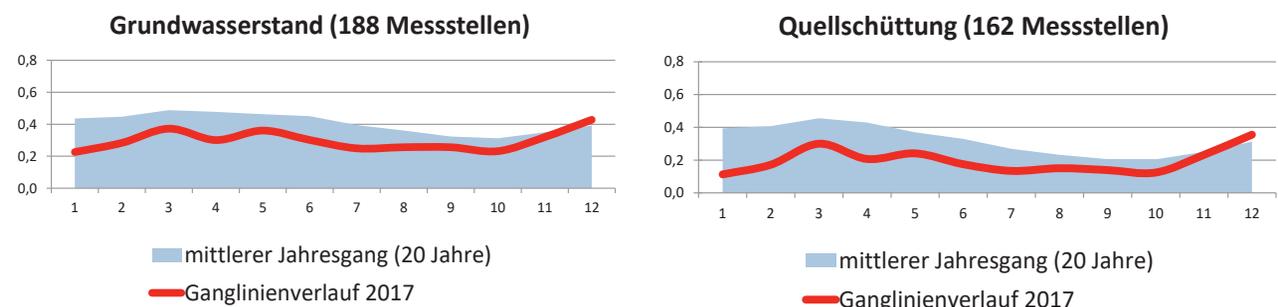


Abbildung 2.3-3: Mittlerer Jahresverlauf von Quellschüttung und Grundwasserstand im vieljährigen Mittel (1998-2017) und im Jahr 2017 (schematisch)

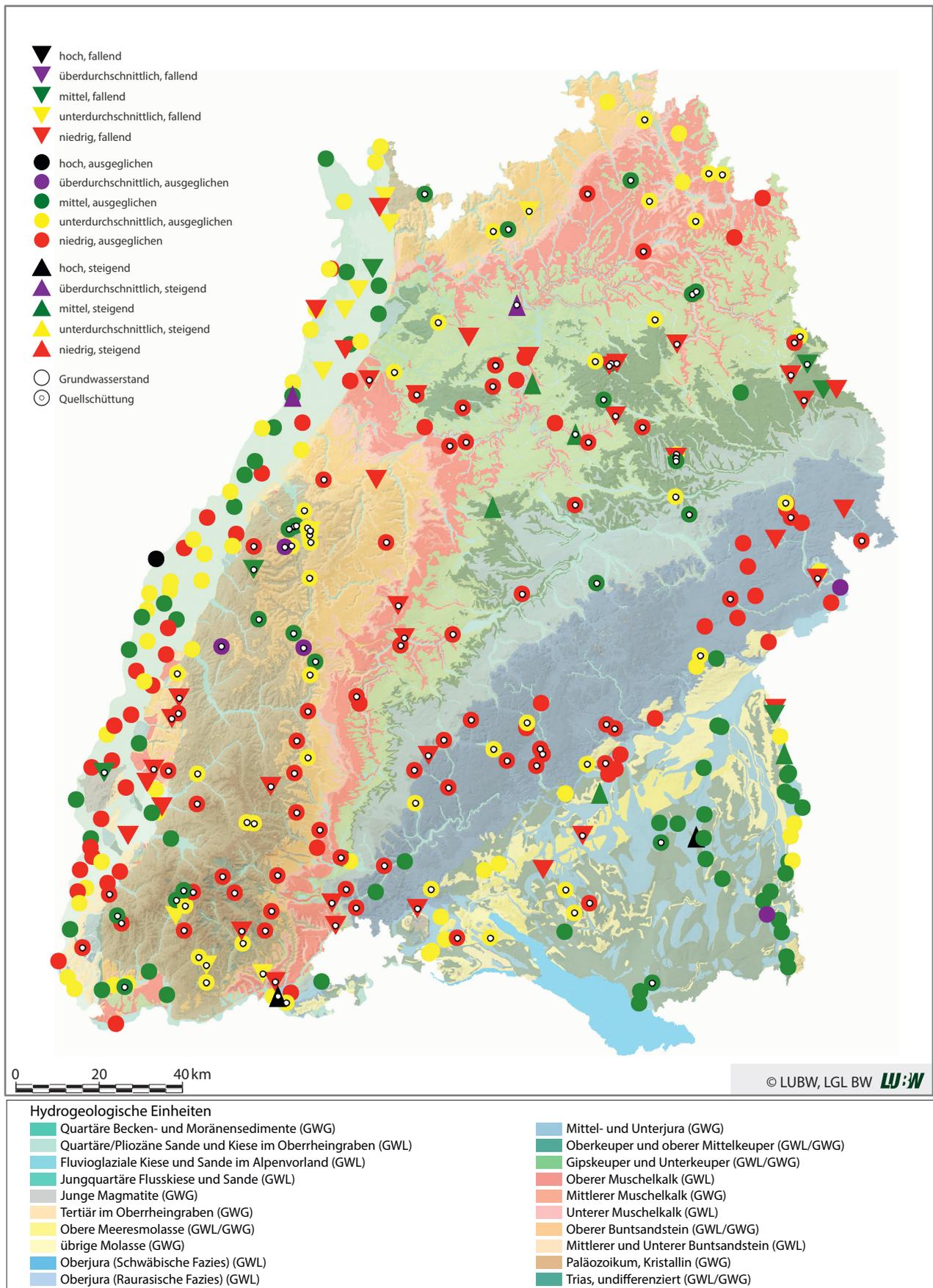


Abbildung 2.3-4: Zustand und Trendverhalten der Grundwasserverhältnisse im Jahr 2017

zeichnet. Der nahezu regenfreie Dezember 2016 ist maßgeblich verantwortlich für die im langjährigen Vergleich sehr ungünstige Ausgangssituation zu Jahresbeginn. Das späte Einsetzen der Grundwasserneubildung hat Anstiege der Grundwasserstände und Quellschüttungen im März bewirkt, wobei die langjährigen Mittelwerte lediglich in wenigen Bereichen erreicht wurden. Überregional waren die Grundwasserverhältnisse bis in den Herbst 2017 dauerhaft unterdurchschnittlich (Abbildungen 2.3-3). Die überdurchschnittlichen Novemberriederschläge haben allerdings gleich zu Beginn des hydrologischen Winterhalbjahres den Versickerungsprozess angestoßen und für eine Entspannung der quantitativen Grundwassersituation zum Jahresende gesorgt. Die Grundwasservorräte sind dadurch innerhalb weniger Wochen auf ein mittleres Niveau mit weiterhin positiver Tendenz zum Jahresende angestiegen. Die auf Niederschläge ausgeprägter reagierenden Quellschüttungen reagieren grundsätzlich etwas schneller auf innerjährliche Schwankungen und haben im letzten Quartal besonders stark zugenommen.

Landesweit werden 2017 im Mittel unterdurchschnittliche bis niedrige Verhältnisse beobachtet. Alleine das Iller-Riß-Gebiet ist von dieser Trockenphase verschont geblieben. Für die überdurchschnittlichen Verhältnisse an einzelnen Messstellen gibt es lokale Gründe (Abbildung 2.3-4).

Insgesamt liegen die mittleren Grundwasservorräte im Jahr 2017 deutlich unter dem Niveau im vorangegangenen Jahr. In den meisten Landesteilen wurden sogar die bereits sehr niedrigen Verhältnisse aus der Grundwasserniedrigwasserperiode 2003/2004 unterschritten. Die Grundwasserstände und Quellschüttungen bewegten sich nahezu im gesamten Jahresverlauf auf sehr unterdurchschnittlichem Niveau. Nach niederschlagsbedingten Anstiegen ab November ist die Situation zum Jahresende jedoch wesentlich entspannter als zu Jahresbeginn. Der 20-jährige Trend ist bei den meisten Grundwasserstandsmessstellen und den Quellen ausgeglichen, wobei die Anzahl der Messstellen mit rückläufiger Tendenz wächst.

2.4 Nitrat

2.4.1 Nitrat im LUBW-Landesmessnetz

Das von der LUBW betriebene landesweite Messnetz setzt sich zusammen aus Grundwassermessstellen für reine Beobachtungszwecke wie Beobachtungsrohre oder Quellen sowie aus Messstellen mit unterschiedlichen Nutzungen wie Beregnungsbrunnen, Brauchwasserbrunnen, Rohwasser für Trinkwassergewinnung von Wasserversorgungsunternehmen und privaten Nutzern etc. Im Herbst 2017 wurde das Grundwasser von 1.764 Messstellen im Auftrag der LUBW auf Nitrat untersucht. Für die Auswertung werden die Messstellen nach Nutzung bzw. potentiellen Emittenten im Einzugsgebiet - nach so genannten Messstellenarten - zusammengefasst (Tabelle 2.4-1):

Tabelle 2.4-1: Teilmessnetze des LUBW-Landesmessnetzes

Abkürzung	Bezeichnung
ALLE	Alle LUBW-Messstellen aus allen Teilmessnetzen
BMN	Messstellen des Basismessnetzes
RW	Messstellen des repräsentativen Rohwassermessnetzes
VF	Messstellen des repräsentativen Vorfeldmessnetzes
EL	Emittentenmessstellen Landwirtschaft
EI	Emittentenmessstellen Industrie
ES	Emittentenmessstellen Siedlung
SE	Sonstige Emittentenmessstellen
QMN	Messstellen des Quellmessnetzes

LUBW

Die Ergebnisse zeigen Abbildung 2.4-1 und Tabelle 2.4-2. Im Herbst 2017 lag die Überschreitungshäufigkeit des Warnwertes des Grundwasserüberwachungsprogramms von 37,5 mg/l (entspricht 75 % des Schwellenwertes der GrwV) bei 18,4 % und die Überschreitungshäufigkeit des Schwellenwertes der GrwV bzw. des Grenzwertes der

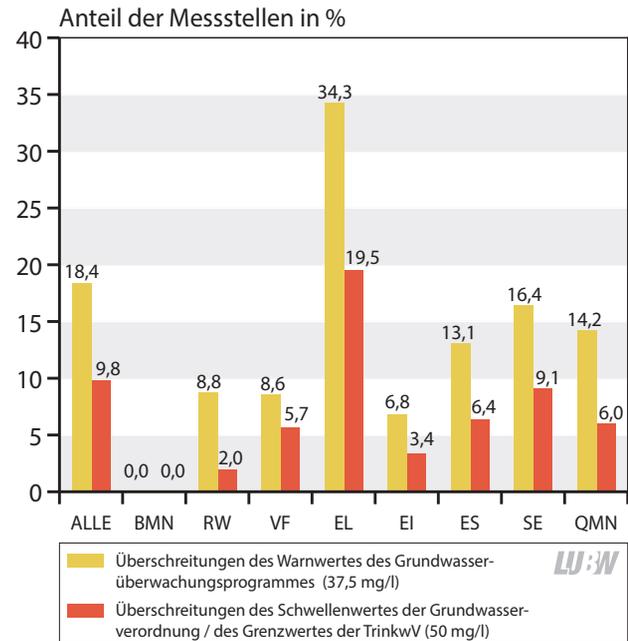


Abbildung 2.4-1: Prozentualer Anteil der Messstellen mit Überschreitungen des Warnwertes und des Schwellenwertes der Grundwasserverordnung bzw. des Grenzwertes der TrinkwV im Gesamtmessnetz und in den Teilmessnetzen 2017

TrinkwV von 50 mg/l bei 9,8 % der Messstellen des Landesmessnetzes (Abbildung 2.4-1). Das Maximum betrug 139 mg/l.

Die Anteile der verschiedenen Teilmessnetze an der Gesamtbelastung sind wie in den Vorjahren sehr unterschiedlich, wobei die Rangfolge nach ihrer Überschreitungshäufigkeit unverändert ist. So ergibt sich beispielsweise für das anthropogen möglichst wenig beeinflusste Basismessnetz (BMN) ein unterdurchschnittliches Belastungsniveau, während das Teilmessnetz Landwirtschaft (EL) mit einem vergleichsweise hohen Anteil an Messstellen mit hohen Nitratkonzentrationen ein überdurchschnittliches Belastungsniveau aufweist. Die statistischen Kennzahlen des Landesmessnetzes LUBW sowie der Teilmessnetze Landwirtschaft (EL), Siedlungen (ES), Rohwasser (RW) und des Basismessnetzes (BMN) zeigt Tabelle 2.4-2.

Tabelle 2.4-2: Statistische Kennzahlen Nitrat 2017, Landesmessnetz LUBW und ausgewählte Teilmessnetze; Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 05/2018

	Landes-Messnetz	EL	ES	RW	BMN
Anzahl der Messstellen	1.764	616	147	105	105
Mittelwert in mg/l	22,6	31,3	19,6	6,4	6,4
Medianwert in mg/l	18,2	28,4	18,8	6,5	6,2
Überschreitungen des Warnwertes (37,5 mg/l) in % der Messstellen	18,4	34,3	8,8	0,0	0,0
Überschreitungen des Schwellenwertes der Grundwasserverordnung bzw. des Grenzwertes der TrinkwV (50 mg/l) in % der Messstellen	9,8	19,5	2	0,0	0,0

EL = Emittentennetz Landwirtschaft ES = Emittentennetz Siedlung RW = Rohwassermessnetz BMN = Basismessnetz

LUBW

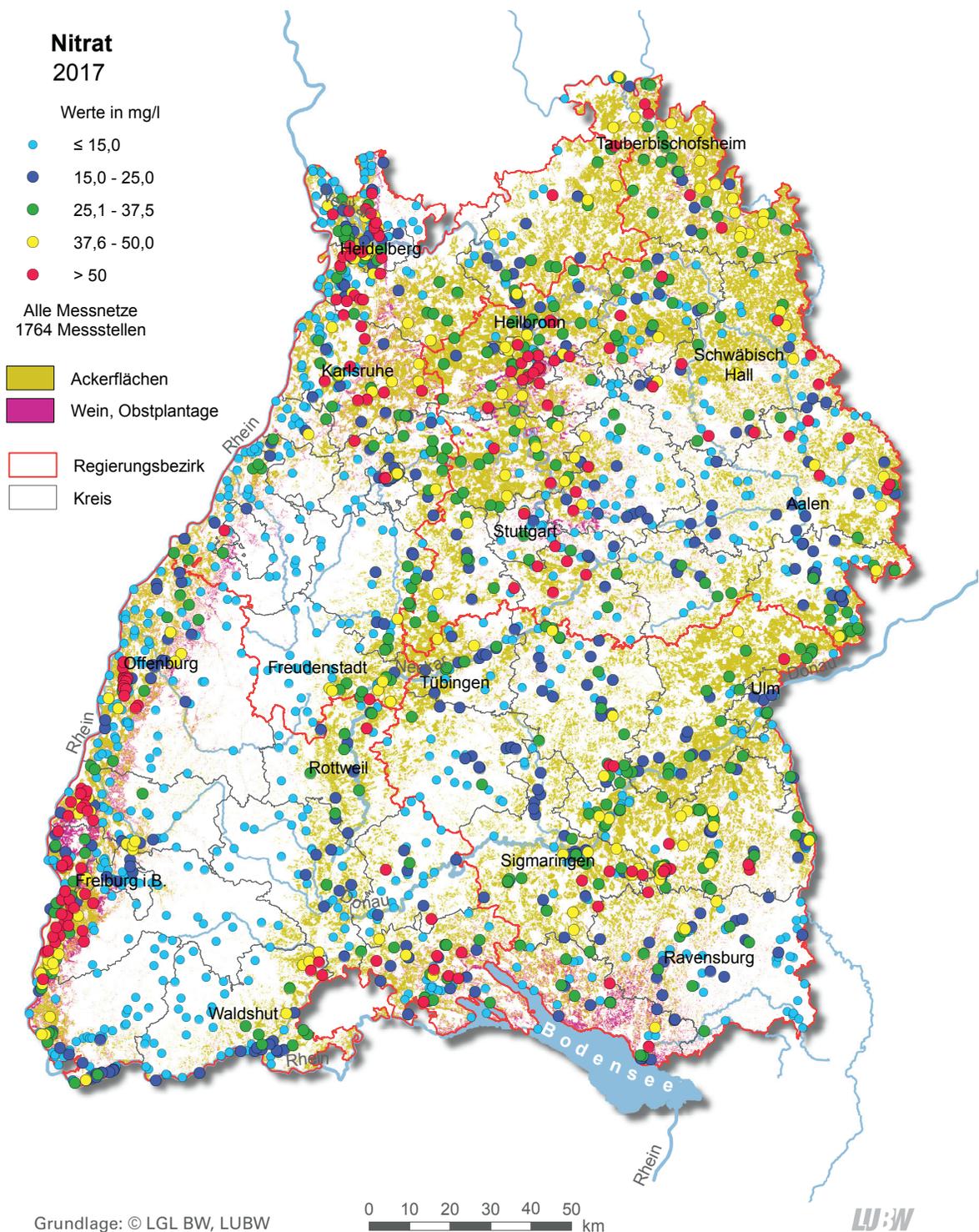


Abbildung 2.4-2: Nitratgehalte 2017 im Landesmessnetz LUBW (Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 05/2018)

2.4.2 Räumliche Verteilung und Regionalisierung

Die großräumige regionale Verteilung der Nitratbelastung stellt sich im Vergleich zu den Vorjahren hinsichtlich der Belastungsschwerpunkte nahezu unverändert dar (Abbildung 2.4-2). Wiederum sind 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 stark belastet. In diesen Gebieten liegen in der Regel auch die meisten nach der Wasserrahmenrichtlinie hinsichtlich Nitrat als in „schlechtem Zustand“ eingestuft Grundwasserkörper. Neben diesen Hauptbelastungsregionen gibt es noch einige kleinere Gebiete mit teilweise erhöhten Nitratkonzentrationen wie das Singener Becken, das obere Wutachgebiet zwischen den Orten Blumberg und Stühlingen, die Region nördlich des Kaiser-

stuhls um Forchheim und Weisweil, das Gebiet um Neuried im Ortenaukreis sowie Teile des östlichen Ostalbkreises und der Landkreise Esslingen, Schwäbisch Hall und Hohenlohe (Abbildung 2.4-2).

Die Beschaffenheit des Grundwassers kann kleinräumig sehr unterschiedlich sein. Bei den Nitratbelastungen können schon in wenigen 100 m Abstand deutliche Konzentrationsunterschiede beobachtet werden. Für einen Überblick über das gesamte Land werden die punktuellen Messungen regionalisiert. Auf eine regionalisierte Darstellung wird in diesem Bericht verzichtet, da die Entwicklung des speziellen Interpolationsverfahrens SIMCOP-BW noch nicht abgeschlossen ist.

2.4.3 Kurz- bis mittelfristige Veränderungen

Tabelle 2.4-3 zeigt die Entwicklung der statistischen Kennwerte von 2008 bis 2017 im LUBW-Landesmessnetz mit Angabe der im jeweiligen Jahr beprobten Messstellen. Nachdem 2013 die mittlere Belastung deutlich um mehr als 1 mg/l gestiegen war, zeigen die Kennwerte der Jahre 2014 und 2015 wieder einen Belastungsrückgang. Die Zunahme 2013 war offenbar mitverursacht durch das relativ trockene Jahr 2011 mit wenig Sickerwasserbildung und niedrigen Grundwasserständen sowie durch die darauf folgenden beiden Jahre 2012 und 2013 mit normalen Niederschlagsmengen und teilweise steigenden Grundwasserständen. Das 2012 und 2013 wieder vorhandene Sickerwasser konnte dem Grundwasser das seit 2011 im Boden- und Aquifermaterial gespeicherte Nitrat zuführen. Auch konnte der stark steigende Grundwasserspiegel zusätzlich Nitrat

aus der im Jahr 2011 ungesättigten Boden- und Aquiferzone rüchlösen. Der zeitweise zu beobachtende Zusammenhang der Zu- und Abnahmen der Nitratgehalte zur Niederschlagsmenge und zum Witterungsverlauf wurde schon bei den Belastungsabnahmen 2003/2004 und den darauf folgenden Zunahmen in den nasser Jahren 2005/2006/2007 beobachtet. Damals war die extreme Trockenheit 2003 mit die Ursache. In den letzten Jahren war auch 2015 ein sehr trockenes Jahr. Im Jahr 2016 bzw. 2017 ist der Mittelwert gegenüber 2015 jeweils um 0,3 bzw. 0,1 mg/l gestiegen. Mit 22,8 mg/l bzw. 22,6 mg/l Nitrat liegen sie jedoch in der gleichen Größenordnung wie 2015 mit 22,5 mg/l.

Die Überschreitungshäufigkeit des Wertes von 50 mg/l im LUBW-Landesmessnetz hat gegenüber dem Vorjahr um 0,4 Prozentpunkte von 9,4 % auf 9,8 % zugenommen. Der Schwellenwert der Grundwasserverordnung bzw. der Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 50 mg/l wird 2017 somit an jeder zehnten Landesmessstelle überschritten. Der Wert von 37,5 mg/l entspricht 75 % des Schwellenwertes der GrwV. Dieser wird 2017 an 18,4 % der Messstellen, d. h. an jeder fünften Messstelle überschritten. Dies sind 1,8 % weniger als 2016.

Der Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms wurde zur Anpassung an die GrwV ab dem Berichtszeitraum 2011 von 40,0 mg/l auf 37,5 mg/l abgesenkt, was in der Folge zu einer höheren Überschreitungsquote als in den Vorjahren führt. Die Zahl der Überschreitungen des alten Warnwerts von 40 mg/l als Maßstab liegt 2017 mit 16,0 % auf dem niedrigsten Niveau der Datenreihe. Die seit 1994

Tabelle 2.4-3: Statistische Kennzahlen der Nitratdaten vom Herbst 2017 im Vergleich zu den Vorjahren (Originalwerte aus den Jahresberichten, jeweilige Messstellenanzahl pro Jahr, nicht konsistente Messstellen, Nitratwert aus September/Oktober; Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 05/2018)

Landesmessnetz	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Anzahl der Messstellen	1.874	1.905	1.848	1.776	1.747	1.776	1.758	1.718	1.755	1.764
Mittelwert in mg/l	24,0	23,5	23,9	23,2	22,5	23,6	23,2	22,5	22,8	22,6
Medianwert in mg/l	19,0	18,6	19,0	18,4	17,0	18,8	18,4	18,0	18,2	18,2
Überschreitungen des Warnwertes in % der Messstellen (bis 2010: 40 mg/l, ab 2011: 37,5 mg/l)	18,0	16,9	18,5	19,9*	19,1*	20,7*	19,9*	20,1*	20,2*	18,4*
Überschreitungen des Schwellenwertes der Grundwasserverordnung bzw. des Grenzwertes der TrinkwV (50 mg/l) in % der Messstellen	11,5	10,6	10,8	10,4	10,0	10,2	10,0	9,7	9,4	9,8

* Bei einem Warnwert von 40 mg/l wäre die Überschreitungsquote 17,6 % (2011), 16,8 % (2012), 18,9 % (2013), 17,2 % (2014), 17,4 % (2015), 17,5 % (2016) und 16,0 % (2017)

geringste Überschreitungsquote in der Datenreihe war 2012 mit 16,8 %. Dies war insbesondere auf die Trockenheit im Jahr 2011 zurückzuführen. Auch die niedrigen Kennwerte im Jahr 2017 können eventuell Folge der Trockenheiten in den Jahren 2015 und 2016 sein.

Im Teilmessnetz „Landwirtschaft“ (EL) nimmt der Anteil der Schwellenwertüberschreitungen von 2016 auf 2017 um 0,6 Prozentpunkte von 18,9 % auf 19,5 % zu. Die Anzahl der Warnwertüberschreitungen sinkt von 36,5 % auf nun 34,3 % im Jahr 2017. Der Mittelwert sinkt in diesem Jahr um 0,3 mg/l von 31,6 mg/l auf 31,3 mg/l, der Medianwert veränderte sich um 0,1 mg/l von 28,3 mg/l auf 28,4 mg/l. Die Maximalkonzentration liegt bei 138 mg/l.

Konsistente Messstellen 2008 bis 2017

Die Anzahl der beprobten Landesmessstellen variiert aus logistischen und technischen Gründen von Jahr zu Jahr, seit Herbst 2007 werden etwa 100 bis 300 Messstellen weniger als in den Jahren davor untersucht. Für eine einheitliche Beurteilungsgrundlage der letzten zehn Jahre wurden daher die konsistenten Messstellen von 2007 an bis 2016 ermittelt und hierfür die statistischen Kennwerte der Vorjahre neu berechnet. Für den Zeitraum 2008 bis 2017 ergeben sich 1.334 konsistente Messstellen. In Tabelle 2.4-4 sind die Ergebnisse der Jahre 2008 bis 2017 dargestellt.

Bei den Kennwerten Mittelwert und Anzahl der Überschreitungen des Warnwertes sind im Jahr 2017 gegenüber 2016 Abnahmen festzustellen. Der Mittelwert der Nitratbelastung des Grundwassers ist von 22,0 mg/l im Jahr 2016 um 0,3 mg/l auf 21,7 mg/l im Jahr 2017 gefallen, die Überschreitungsquote des Warnwertes liegt um 1,6 % niedriger

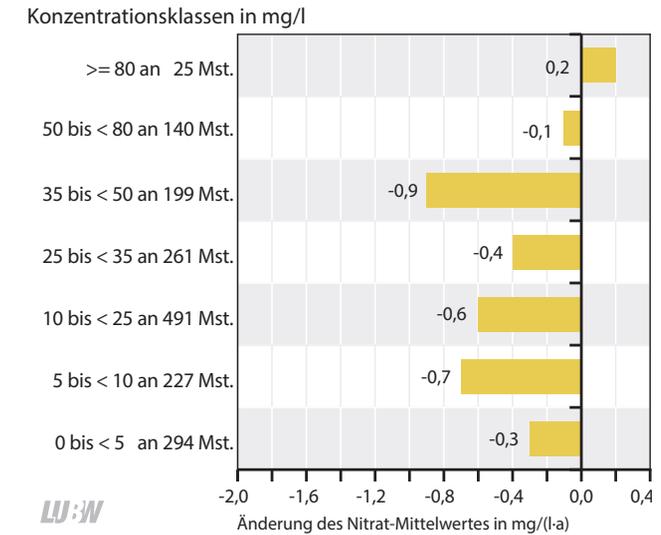


Abbildung 2.4-3: Änderung des Nitratmittelwertes 2017 gegenüber 2016 in verschiedenen Konzentrationsklassen; Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 05/2018

als 2016. Der Medianwert liegt unverändert bei 17,5 mg/l. Auch die Überschreitungsquote des Schwellenwertes von 50 mg/l Nitrat ist mit 8,8 % unverändert.

Konsistente Messstellen 2016 und 2017

Für 1.637 Messstellen des Landesmessnetzes LUBW liegen Nitratmesswerte sowohl für Herbst 2016 als auch für Herbst 2017 vor. Der direkte Vergleich der einzelnen Messstellen zeigt, dass 702 Messstellen mit Zunahmen des Nitratwertes 813 Messstellen mit Abnahmen gegenüberstehen. Damit überwiegen die Abnahmen mit 50 % gegenüber den Zunahmen mit 43 %. Bei den restlichen 122 Messstellen bzw. 7 % sind die Nitratwerte im Vergleich zum Vorjahr unverändert.

Werden die 1.637 Messwerte in sieben Konzentrationsklassen unterteilt und für jede Klasse der Mittelwert der sich aus den Veränderungen von 2017 im Vergleich zu 2016 er-

Tabelle 2.4-4: Statistische Kennzahlen der Nitratdaten vom Herbst 2017 im Vergleich zu den Vorjahren (1.334 konsistente Messstellen mit einem jährlichen Wert im September/Oktober); Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 05/2018

Landesmessnetz	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Anzahl der Messstellen	1.334									
Mittelwert in mg/l	23,9	23,3	23,3	22,8	22,1	23,0	22,4	21,8	22,0	21,7
Medianwert in mg/l	18,7	18,4	18,2	18,2	17,0	18,3	17,2	17,4	17,5	17,5
Überschreitungen des Warnwertes (37,5 mg/l) in % der Messstellen	20,7	19,8	19,9	19,1	18,2	19,6	18,4	18,4	18,7	17,1
Überschreitungen des Schwellenwertes der Grundwasserverordnung bzw. des Grenzwertes der TrinkwV (50 mg/l) in % der Messstellen	11,4	10,6	10,0	9,5	9,5	9,7	8,8	8,5	8,8	8,8

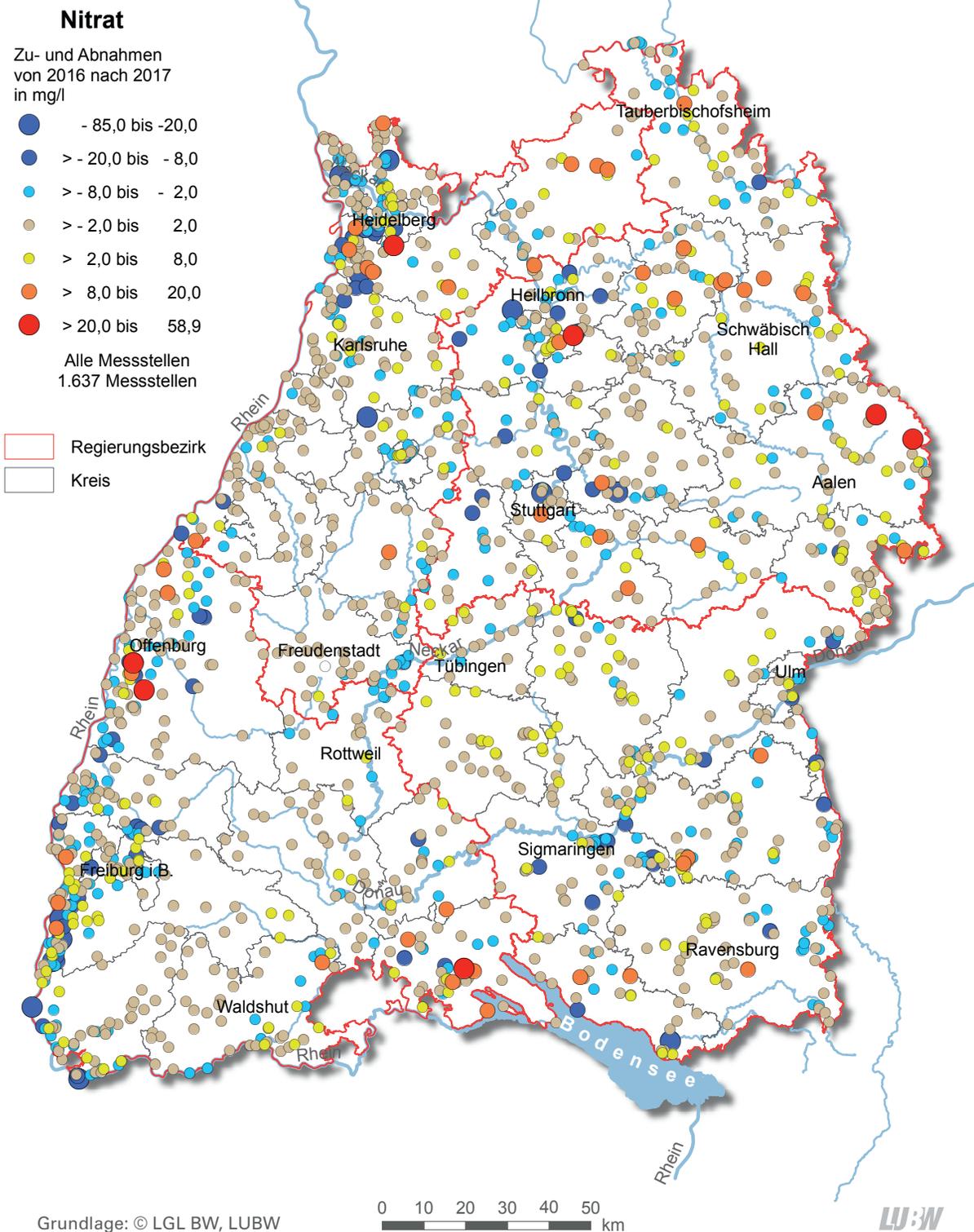


Abbildung 2.4-4: Räumliche Verteilung der kurzfristigen Änderungen der Nitratgehalte 2016-2017, Landesmessnetz LUBW; Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 05/2018

gebenden Differenzen gebildet, erhält man das in Abbildung 2.4-3 dargestellte Balkendiagramm. In den sechs unteren Klassen mit Konzentrationen kleiner 80 mg/l sinken die Belastungen um 0,1 bis 0,9 mg/l Nitrat. In der Klasse größer/gleich 80 mg/l mit insgesamt 25 nitratbelasteten Messstellen ist mit 0,2 mg/l die einzige durchschnittliche Zunahme festzustellen.

Die regionale Verteilung der Messstellen mit zu- bzw. abnehmenden Nitratgehalten zwischen 2016 und 2017 zeigt Abbildung 2.4-4. Gebiete mit einer Häufung starker Zunahmen von größer 8 mg/l finden sich im Markgräfler Land, in der Ortenau, im Gebiet südwestlich von Heidelberg, im Singener Becken, im Ostalbkreis und in den Landkreisen Schwäbisch Hall, Hohenlohe und Neckar-Odenwald. Vereinzelt starke Abnahmen gibt es über das Land verteilt.

An einigen Stellen findet sich ein relativ dichtes Nebeneinander von starken Zu- und Abnahmen von größer 8 mg/l wie z. B. im Markgräfler Land, in der Ortenau, im Gebiet südlich von Heidelberg/Mannheim bis etwa Philippsburg und im Landkreis Heilbronn.

2.4.4 Längerfristige Veränderungen

Mindestanforderung für eine zeitliche Vergleichbarkeit der Ergebnisse ist die Konsistenz der Messreihen. Messstellenkonsistenz bedeutet, dass für jede Messstelle aus jedem Jahr des betrachteten Zeitabschnitts ein Messwert vorliegen muss. Zur bestmöglichen Begrenzung jahreszeitlicher Einflüsse werden nur solche Messwerte verwendet, die aus der jährlich von der LUBW beauftragten „Herbstbeprobung“, d. h. aus dem Zeitraum zwischen Anfang September und Ende Oktober stammen. Durch dieses Vorgehen wird auch sichergestellt, dass für jede zur Auswertung herangezogene Messstelle nur jeweils ein geprüfter Nitratmesswert vorliegt.

Unter Einhaltung dieser Bedingungen lassen sich im Landesmessnetz, das einen repräsentativen Überblick für das gesamte Land ermöglicht, fundierte Aussagen in Bezug auf längerfristige Entwicklungen treffen. Durch unvermeidbare Ausfälle einzelner Messstellen und die Herausnahme von eng nebeneinander liegenden und ähnlich belasteten Messstellen aus dem Messnetz wurden in den letzten Jahren seit 1994 die „konsistenten“ Datenkollektive mit zunehmendem Betrachtungszeitraum immer kleiner. So betrug die Anzahl der von 1994 bis 2016 konsistenten Messstellen im letzten Bericht 2016 nur noch 1.150 von insgesamt 1.755 untersuchten Messstellen (66 %).

Um die Zahl der für die Auswertung verlorengehenden Messstellen zu reduzieren, hat die LUBW im vorliegenden Bericht das seit 1994 angewandte Prüfverfahren auf alljährliche Konsistenz modifiziert: Pro Messstelle wird für jedes Jahrzehnt der Datenreihe eine Datenlücke von bis zu zwei Jahren Dauer zugelassen, so dass für die aktuell 24 Jahre umfassende Auswertung in der gesamten Datenreihe insgesamt zwei Lücken von je bis zu zwei Jahren Dauer vorlie-

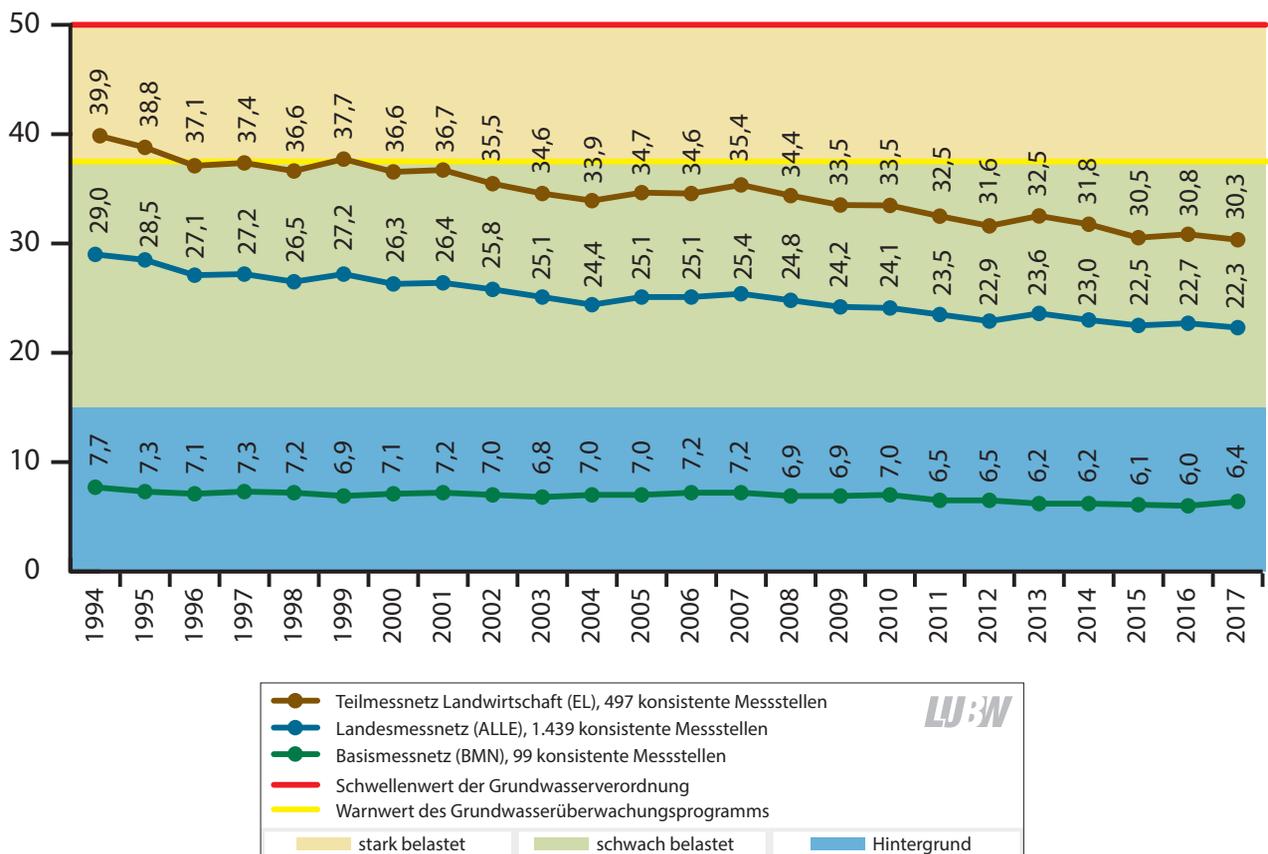


Abbildung 2.4-5: Entwicklung der Nitratmittelwerte von 1994 bis 2017 bei konsistenten Messstellengruppen des Landesmessnetzes und in den Teilmessnetzen Landwirtschaft und Basismessnetz und im Beprobungszeitraum jeweils zwischen Anfang September und Ende Oktober; Datengrundlage: Grundwasserdatenbank 05/2018

gen dürfen. Die Datenlücken werden durch lineare Interpolation der benachbarten Messwerte aufgefüllt. Nach dieser Vorgehensweise sind landesweit nun nicht mehr nur 66 % der untersuchten Messstellen konsistent, sondern 81 %. Die Mittelwerte ändern sich dadurch geringfügig, die Tendenzen bleiben jedoch erhalten. Mit dieser höheren Messstellenanzahl werden die flächendeckenden Aussagen und Bewertungen auf eine bessere Datengrundlage gestellt.

In Abbildung 2.4-5 sind die Zeitreihen für das gesamte Landesmessnetz (ALLE) und für die Teilmessnetze Landwirtschaft (EL) und Basismessnetz (BMN) dargestellt. Im Gegensatz zum Messnetz ALLE gibt das BMN als Teilmessnetz den Zustand des durch anthropogene Einflüsse möglichst wenig beeinflussten Grundwassers wieder.

Die unterschiedlichen Belastungsniveaus werden auch durch die Hintergrundfarben veranschaulicht. Hellblau ist die Konzentrationsklasse 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 ist der Warnwert von 37,5 mg/l.

Betrachtet man in Abbildung 2.4-5 die Zeitreihe ALLE mit 1.439 konsistenten Messstellen, so lässt sich feststellen, dass bei diesem Kollektiv der Mittelwert des Jahres 2017 gegenüber dem Vorjahr um 0,4 mg/l auf 22,3 mg/l gesunken ist. Die Nitratbelastung 2017 ist auf dem niedrigsten Niveau seit 1994, was offenbar auch durch die Trockenheit in den Jahren 2015 und 2016 mitverursacht ist. Im gesamten Landesmessnetz hat die mittlere Nitratkonzentration von 1994 bis 2017 um 6,7 mg/l abgenommen, das sind rund 23 %. Gegenüber 2001 beträgt die Abnahme 4,1 mg/l (16 %).

Im Basismessnetz ist der mittlere Nitratgehalt der 99 landesweit verteilten Messstellen gegenüber dem Vorjahr um 0,4 mg/l gestiegen. Das Niveau ist mit 6,4 mg/l gegenüber dem Beginn der Datenreihe im Jahr 1994 um 1,3 mg/l gesunken, das sind rund 17 %. Gegenüber 2001 beträgt die Abnahme 0,8 mg/l, das sind 11 %.

Auch im Teilmessnetz Landwirtschaft (EL) sinkt die mittlere Nitratkonzentration von 2016 auf 2017 und zwar um 0,5 mg/l. Im Jahr 2017 liegt der Nitratmittelwert der 497 konsistenten Messstellen bei 30,3 mg/l. Dies ist in der Datenreihe seit 1994 die geringste Belastung. Seit 1994 ist die durchschnittliche Belastung im Landwirtschaftsmessnetz um 9,6 mg/l gesunken, was einer Abnahme um etwa 24 % entspricht. Gegenüber 2001 beträgt die Abnahme 6,4 mg/l, das sind 17 %.

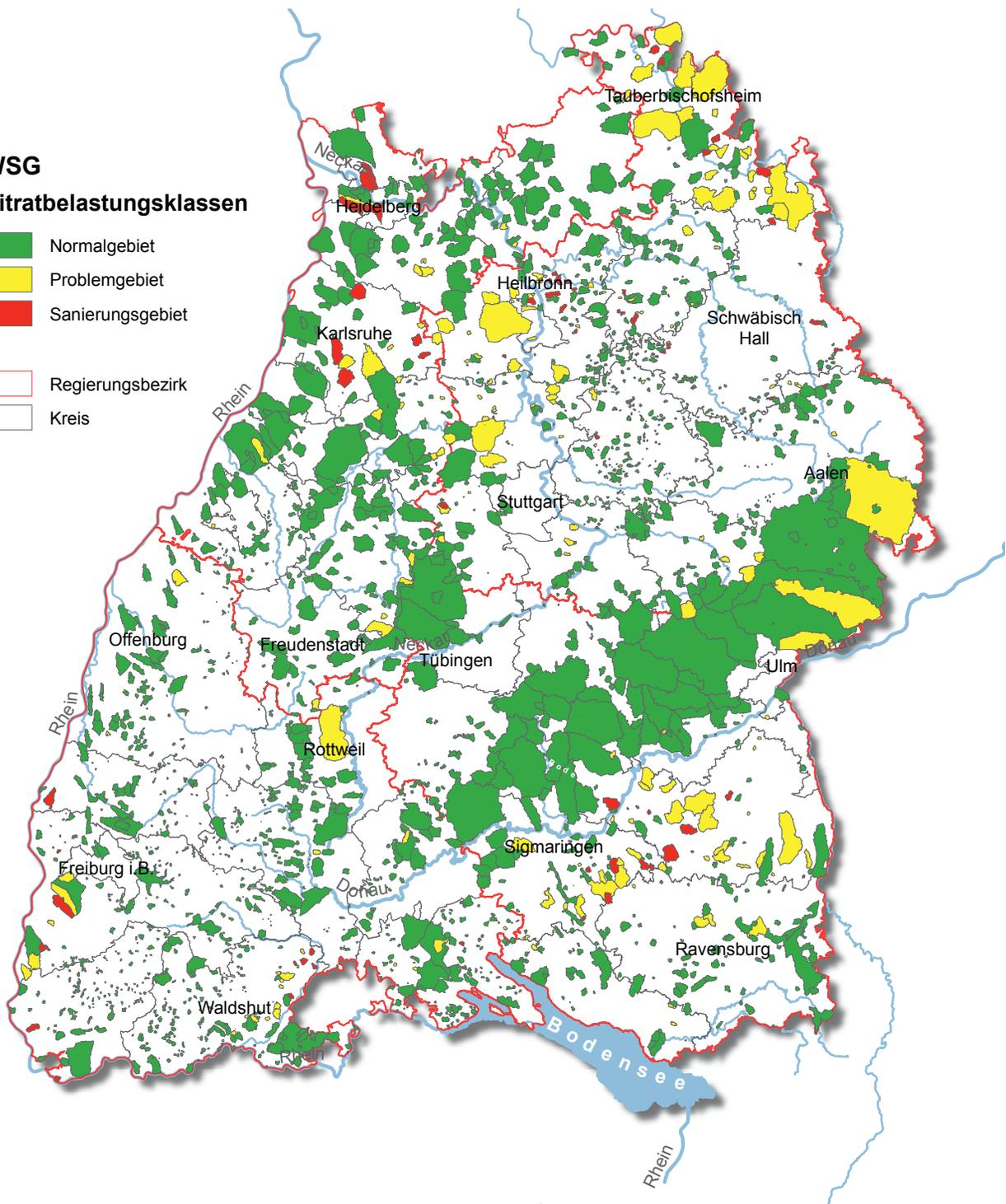
Insgesamt lässt sich festhalten, dass der seit 1994 zu beobachtende Trend sinkender Nitratbelastungen sich im Jahr 2017 mit einer Abnahme der mittleren Nitratkonzentration um 0,4 mg/l weiter fortsetzt. Von 2013/2014 auf 2016/2017 ist die Belastung wieder so weit gesunken, dass 2017 das niedrigste Belastungsniveau der gesamten Datenreihe erreicht wird. Der insgesamt abnehmende Trend wird nur zeitweise von ein- bis vierjährigen Anstiegen unterbrochen. Offenbar sind Trockenjahre die Ursache. Der in den trockenen Jahren im Boden gespeicherte Stickstoff gelangt erst in den folgenden regenreicheren Jahren mit dem Sickerwasser und durch einen steigenden Grundwasserspiegel ins Grundwasser. So hatte sich die von 2004 bis 2007 aufgrund des extremen Trockenjahres 2003 angestiegene Nitratbelastung bis 2012 in allen Teilmessnetzen durchweg erheblich verringert, so dass 2012 die bisher niedrigste Belastung seit den 1990er Jahren zu beobachten war. 2013 war die Belastung wieder gestiegen. Eine Ursache dafür kann im Trockenjahr 2011 liegen, das aber nicht so extrem trocken war wie 2003 mit sommerlichen Ernteschäden. Mit trockenheitsbedingten Belastungszunahmen ist in den kommenden Jahren auch wieder zu rechnen, da auch 2015, 2016 und 2017 trockene Jahre waren. 2015 war seit 1994 das zweittrockenste Jahr nach 2003 und auch das Jahr mit der bis dahin niedrigsten mittleren Nitratbelastung (Abbildung 2.4-5). Mit der Beprobung 2017 hat das Jahr 2017 nun das Jahr 2015 als das Jahr mit der bisher niedrigsten Belastung in der Datenreihe abgelöst.

WSG

Nitratbelastungsklassen

- Normalgebiet
- Problemgebiet
- Sanierungsgebiet

- Regierungsbezirk
- Kreis



Grundlage: © LGL BW, LUBW



LU:W

Abbildung 2.4-6: Wasserschutzgebiete nach SchALVO in drei Nitratklassen - einschließlich Teileinzugsgebiete (Stand: Januar 2018)

Tabelle 2.4-5: Anzahl und Einstufung der Wasserschutzgebiete nach SchALVO - Ersteinstufung 2001 und in den Folgejahren bis 2018

Jahr	2001	2002	2004	2005	2007	2008	2010	2011	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Normalgebiete *	2.156	2.091	2.051	2.049	2.027	2.018	1.983	1.971	1.986	1.998	1.994	2.020	1.994	1.987
Problemgebiete *	319	344	323	297	295	292	294	291	264	270	256	243	229	218
Sanierungsgebiete *	182	177	155	140	111	112	105	98	94	83	79	81	81	81
Gesamt **	2.657	2.612	2.529	2.498	2.433	2.422	2.356	2.338	2.321	2.294	2.304	2.287	2.281	2.264
PSM-Sanierungsgebiete	0	0	2	4	4	5	4	5	2	2	2	4	3	2

* = einschließlich Teileinzugsgebiete

** = ohne Teileinzugsgebiete

LU:W

2.4.5 Nitrat in Wasserschutzgebieten

Die Bewertung der Nitratsituation in Wasserschutzgebieten (WSG) erfolgt auf Grundlage der Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung des Landes [SchALVO] in drei Nitratklassen:

- Wasserschutzgebiete mit Nitratklasse 1
 - Normalgebiete - NK 1
- Wasserschutzgebiete mit Nitratklasse 2
 - Problemgebiete - NK 2
- Wasserschutzgebiete mit Nitratklasse 3
 - Sanierungsgebiete - NK 3

In die nachfolgenden Auswertungen fließen neben den Nitratdaten aus dem Landesmessnetz LUBW auch die der LUBW übermittelten Nitratdaten der Wasserversorgungsunternehmen (WVU) ein. Im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung aus dem Jahre 2003 zwischen dem Land und den baden-württembergischen WVU erhält die LUBW die im Auftrag der WVU untersuchten Nitrat- und Pflanzenschutzmitteldaten über die „Grundwasserdatenbank Wasserversorgung“. Die unteren Verwaltungsbehörden verwenden die Daten zur Einstufung von Wasserschutzgebieten in Normal-, Problem- und Sanierungsgebiete hinsichtlich der Nitratbelastung sowie zur Ausweisung von Pflanzenschutzmittel-Sanierungsgebieten.

Der LUBW wurden durch die WVU bis zum Stichtag 31.03.2018 insgesamt 3.419 Nitratwerte von 1.464 Messstellen in Wasserschutzgebieten übermittelt, davon befinden sich 203 Messstellen auch im LUBW-Landesmessnetz (Überschneidermessstellen). Dadurch wird die Datenbasis zu Nitrat durch den Kooperationsbeitrag um zusätzlich 1.261 Messstellen ergänzt. Für das Jahr 2016 waren es 2.120

Messstellen. Dies sind 2017 wesentlich weniger als 2016, aber etwa so viele wie 2015 mit 1.369 Messstellen. Die unterschiedlichen Messstellenzahlen erklären sich daraus, dass bei gering nitratbelasteten Messstellen in Wasserschutzgebieten der Nitratklasse 1 nur alle drei Jahre die Nitratkonzentrationen zu ermitteln sind und dies zuletzt in den Jahren 2007, 2010, 2013 und 2016 der Fall war.

Die Ersteinstufung erfolgte im Jahr 2001 und wurde mit der sogenannten „Deklaratorischen Liste“ im Gesetzblatt Baden-Württemberg am 28.02.2001 veröffentlicht. Seitdem wird jeweils zum 1. Januar eines Jahres die Einstufung der WSG durch die unteren Wasserbehörden fortgeschrieben. Beurteilungskriterien sind das mittlere Nitratkonzentrationsniveau im jeweiligen Jahr und das Trendverhalten. Durch Aufhebung, Zusammenlegung und Erweiterung von WSG ändern sich die Gesamtanzahlen von Jahr zu Jahr (Tabelle 2.4-5). Seit 2011 wird die Deklaratorische Liste jährlich auf der Internetseite der LUBW veröffentlicht: www.lubw.baden-wuerttemberg.de/wasser/wasserschutzgebiete

Landesweit hat die WSG-Gesamtfläche von 2001 bis Januar 2018 um etwa 127.000 ha auf etwa 947.000 ha zugenommen (Tabelle 2.4-6). Zum Stichtag 31.01.2018 sind etwa 81 % der WSG-Flächen als Normalgebiet eingestuft, rund 17 % als Problemgebiet und 2 % als Sanierungsgebiet. In der Tabelle sind zusätzlich die PSM-Sanierungsgebiete aufgenommen. Die Lage der Wasserschutzgebiete mit Nitrat-Einstufung zeigt Abbildung 2.4-6.

Für die Auswertung über die konsistenten Messstellen in den verschiedenen Nitratklassen auf Grundlage der SchALVO-Ersteinstufung 2001 hat die LUBW im vorliegenden Bericht das seit 1993 angewandte Prüfverfahren auf alljähr-

Tabelle 2.4-6: Gesamtfläche der baden-württembergischen Wasserschutzgebiete zwischen 2001 und 2018 und Flächenanteile der Nitrat-Normal-, -Problem- und -Sanierungsgebiete sowie der PSM-Sanierungsgebiete nach SchALVO

Stichtag	15.02.01		31.01.04		31.01.07		31.01.18	
	Fläche [ha]	Anteil [%]						
Normalgebiete *	601.080	73,3	633.494	73,6	712.291	78,0	768.201	81,1
Problemgebiete *	163.555	19,9	170.419	19,8	164.976	18,1	156.157	16,5
Sanierungsgebiete *	55.505	6,8	57.304	6,7	36.256	4,0	22.754	2,4
Gesamtfläche *	820.140	100,0	861.217	100,0	913.523	100,0	947.111	100,0
PSM-Sanierungsgebiete	0	0	856	0,1	1.702	0,2	952,25	0,1

* = einschließlich Teileinzugsgebiete

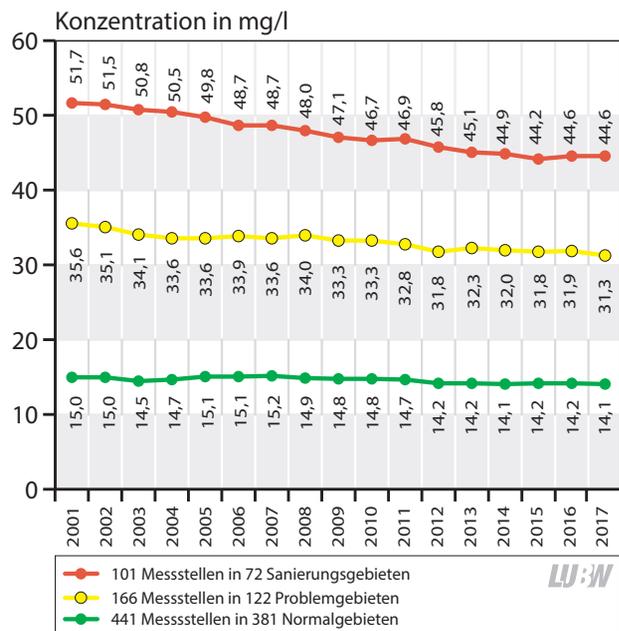


Abbildung 2.4-7: Entwicklung der jährlichen Mittelwerte für Nitrat von 2001 bis 2017 für konsistente Messstellen und konsistente Wasserschutzgebiete nach SchALVO über alle Nitratwerte (SchALVO-Einstufungsbasis: 2001), Datengrundlage: Landesmessnetz LUBW und für die WSG-Einstufung maßgeblichen Kooperationsmessstellen der WVU, 05/2018

liche Konsistenz modifiziert: Pro Messstelle wird für jedes Jahrzehnt der Datenreihe eine Datenlücke von bis zu zwei Jahren Dauer zugelassen, so dass für die aktuell 16 Jahre umfassende Auswertung in der gesamten Datenreihe eine Lücke von bis zu zwei Jahren Dauer vorliegen darf. Weiterhin wird nicht wie bisher für jede Messstelle zunächst der Median der Nitratgehalte pro Jahr ermittelt und dann der Mittelwert pro Jahr über alle Messstellen in der jeweiligen

Nitratklasse errechnet, sondern in beiden Fällen der Mittelwert errechnet. Die Konzentrationswerte ändern sich dadurch geringfügig, die Tendenzen bleiben jedoch erhalten (Abbildung 2.4-7).

Gegenüber dem Vorjahr sind die mittleren Konzentrationen sowohl in den Sanierungsgebieten wie auch in den Problemgebieten und Normalgebieten gesunken. In Normalgebieten ist eine geringfügige Abnahme von 0,1 mg/l zu erkennen, in Problemgebieten von 0,6 mg/l und in den Sanierungsgebieten von 0,3 mg/l. In den Sanierungsgebieten liegt 2017 die mittlere Konzentration bei 44,3 mg/l. Allerdings stagniert an einigen Messstellen der Nitratgehalt auf hohem Niveau.

Die Auswertung über die konsistenten Messstellen in den verschiedenen Nitratklassen auf Grundlage der SchALVO-Ersteinstufung 2001 zeigt für die Problem- und Sanierungsgebiete für 2017 gegenüber 2001 eindeutige Abnahmen von rund 4,3 bzw. 7,4 mg/l, das sind rund 12 bzw. 14 %. In den Normalgebieten sinkt die Konzentration seit 2001 von 15,0 mg/l auf 14,1 mg/l, das sind rund 6 %. Der Rückgang der Belastung zeigt sich auch bei Betrachtung der Flächen, die sowohl 2001 als auch Ende 2018 als Wasserschutzgebiete ausgewiesen waren (konsistente WSG-Flächen). So ging die Fläche der Sanierungsgebiete um 66 % zurück, die Fläche der Problemgebiete um 29 %. Durch diese Umstufungen nahm die

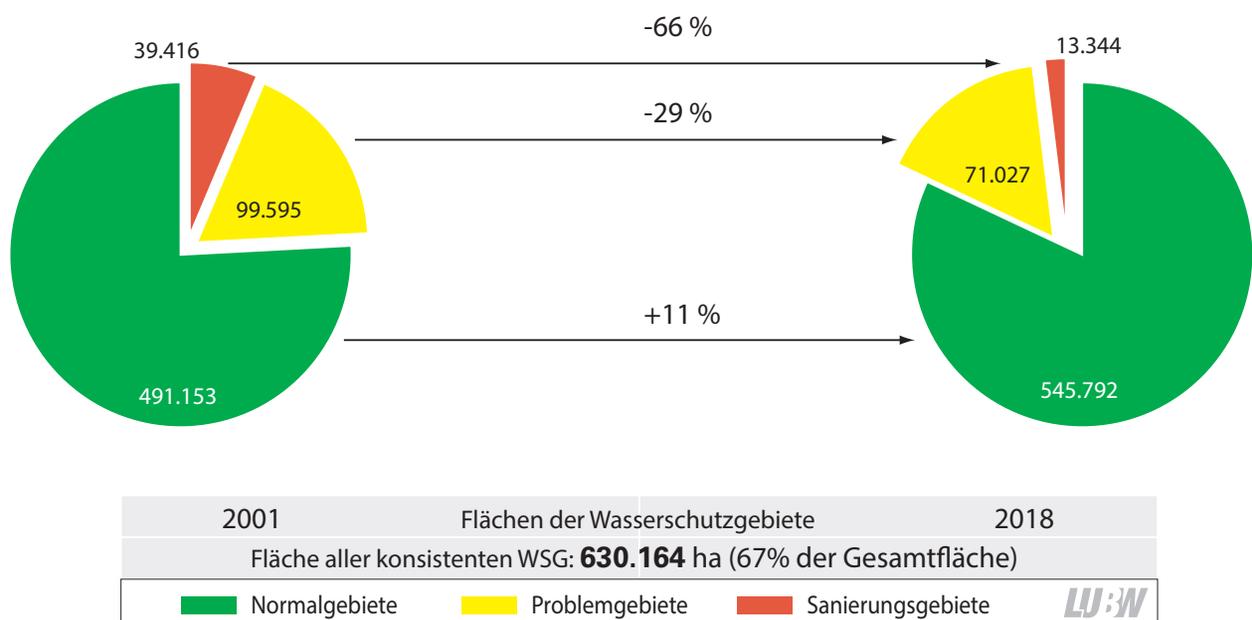


Abbildung 2.4-8: Veränderung der Flächengröße von konsistenten Normal-, Problem- und Sanierungsgebieten an der gesamten Wasserschutzgebietsfläche von 2001 bis Anfang 2018, Einstufung gemäß SchALVO (Stand: 01/2018)

2.5 Pflanzenschutzmittel

2.5.1 Zulassung und Einsatz

Die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) erfolgt in Deutschland durch das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL). Einzelheiten zum Verfahren sind im Bericht „Ergebnisse der Beprobung 2008“ [LUBW 2009F] zusammengefasst. Seit dem 14. Juni 2011 gilt die „Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln und zur Aufhebung der Richtlinien 79/117/EWG und 91/414/EWG des Rates“. Diese Verordnung hat unmittelbare Gesetzeskraft in den Mitgliedsstaaten und musste somit nicht gesondert in nationales Recht umgesetzt werden.

Stand April 2018 sind in der Bundesrepublik Deutschland 288 PSM-Wirkstoffe in rund 1.602 Handelsprodukten auf dem Markt. Im Jahr 2016 entfiel mit 46,6 % der mengenmäßig größte Anteil auf die Herbizide, gefolgt von den Fungiziden mit 37,7 % und den Insektiziden mit 2,5 % (Tabelle 2.5-1). Gegenüber 2015 nahm der Gesamtinlandsabsatz an Wirkstoffen um rund 6 % ab. Die meisten PSM werden in der Landwirtschaft eingesetzt. Nur etwa 1 % der abgesetzten Wirkstoffmenge entfällt auf den Bereich Haus und Garten.

PSM dürfen gemäß Pflanzenschutzgesetz nur auf Freilandflächen angewendet werden, die landwirtschaftlich, gärtnerisch oder forstwirtschaftlich genutzt werden. Insbesondere Herbizide werden aber auch auf Nichtkulturland, wie auf und an Böschungen, gepflasterten oder nicht versiegelten Brach- und Betriebsflächen, Flugplätzen, Gleisanlagen, Straßen sowie auf Parkplätzen angewendet, um diese Flächen z. B. zur Wahrung der Verkehrs- und Betriebssicherheit oder aus optischen Gründen von Pflanzenbewuchs freizuhalten. Diese Anwendungen bedürfen nach Pflanzenschutzgesetz

jeweils einer Ausnahmegenehmigung durch die zuständige untere Verwaltungsbehörde oder das Regierungspräsidium.

Neben der Klassifizierung der PSM nach ihrer Wirkung werden PSM auch in die Stoffklassen eingeteilt, zu denen sie aufgrund ihrer chemischen Struktur gehören. Damit eng verbunden ist auch die analytische Bestimmungsmethode. Die Stoffklassen, zu denen die wichtigsten synthetisch-organischen PSM-Wirkstoffe gehören, sind in „Ergebnisse der Beprobung 2008“ [LUBW 2009F] mit beispielhaften Vertretern angegeben.

2.5.2 Qualitätsnormen, Berichtspflichten, Fundaufklärung

In der EU-Grundwasserrichtlinie, umgesetzt in nationales Recht durch die Grundwasserverordnung (GrwV) sowie in der Trinkwasserverordnung (TrinkwV), sind einheitliche Höchstkonzentrationen für PSM-Wirkstoffe und deren relevante Metaboliten sowohl für die Einzelstoffe als auch deren Summe festgelegt (Tabelle 2.5-2). Die dort genannten Werte sind nicht toxikologisch abgeleitet, sondern sind sogenannte Vorsorgegrenzwerte. In der TrinkwV wird für die vier Organochlorverbindungen Aldrin, Dieldrin, Heptachlor und Heptachlorepoxyd aus toxikologischen Erwägungen heraus ein niedrigerer Grenzwert von je 0,03 µg/l festgelegt.

In der Grundwasserverordnung wird ferner 75 % des Schwellenwertes als Ausgangskonzentration für Maßnahmen zur Trendumkehr genannt. Dies entspräche 0,075 µg/l für PSM-Wirkstoffe und relevante Metaboliten. Da PSM-Daten in der Grundwasserdatenbank in der Regel mit zwei Nachkommastellen abgespeichert werden, wird gerundet ein Wert von 0,08 µg/l zugrunde gelegt. Dieser wiederum entspricht dem Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms, der ebenfalls zur Bewertung herangezogen wird.

Tabelle 2.5-1: Inlandsabsatz an Wirkstoffen 2005-2016 in Tonnen; Quelle: „Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland 2016“ – Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, www.bvl.bund.de

Wirkstoffklasse	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2016 Anteil in %
Herbizide	14.698	17.015	17.147	18.626	14.619	16.675	17.955	19.907	17.896	17.887	16.336	15.046	46,6
Fungizide	10.184	10.251	10.942	11.505	10.922	10.431	10.474	9.066	10.387	12.669	12.539	12.145	37,7
Insektizide	827	813	1.092	909	1.030	941	883	1.117	940	1.061	1.026	817	2,5
Sonstige	3.803	3.740	3.502	3.624	3.591	3.378	3.755	3.724	3.328	2.898	4.372	4.247	13,2
Summe	29.512	31.819	32.683	34.664	30.162	31.425	33.067	33.814	32.551	34.515	34.273	32.255	100,0

LUBW

Tabelle 2.5-2: Rechtliche Regelungen zu PSM-Wirkstoffen und deren Metaboliten

Rechtsvorschrift	Parameterbezeichnung	Begriff	Einzelwert Summe
EU-Grundwasserrichtlinie 2006/118/EG (GWRL)	Wirkstoffe in Pestiziden, einschließlich relevanter Stoffwechselprodukte, Abbau- und Reaktionsprodukte	Qualitätsnorm	0,1 µg/l 0,5 µg/l
Grundwasserverordnung (GrwV) vom 4. Mai 2017	Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln und Biozidprodukten einschließlich relevanter Stoffwechsel- Abbau- und Reaktionsprodukte	Schwellenwert	0,1 µg/l 0,5 µg/l
Trinkwasserverordnung (TrinkwV)	Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte und die relevanten Metaboliten, Abbau- und Reaktionsprodukte. Aldrin, Dieldrin, Heptachlor und Heptachlorepoxid	Grenzwert	0,1 µg/l 0,5 µg/l 0,03 µg/l
Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung - SchALVO	Pflanzenschutzmittelwirkstoffe oder Pflanzenstärkungsmittel oder deren Abbauprodukte und deren Anwendung pflanzenschutzrechtlich zulässig ist.	Schwellenwert	0,1 µg/l

LUBW

Die Ergebnisse der PSM-Untersuchungen aus dem Landesmessnetz LUBW und dem Kooperationsmessnetz WVU werden jährlich an das Umweltbundesamt übermittelt. Diese Daten werden in aggregierter Form durch die LAWA veröffentlicht. Werte über 0,1 µg/l werden zudem an das BVL weitergeleitet, das auf dieser Grundlage als Zulassungsbehörde den Zulassungsinhaber mit der Fundaufklärung beauftragen kann. Diese Ergebnisse können zu Anpassungen bei der Zulassung bis hin zum Widerruf der Zulassung führen.

2.5.3 Probennahme und Analytik

Die Konzentrationen der PSM-Wirkstoffe sowie der relevanten und der nicht relevanten Metaboliten im Grundwasser liegen üblicherweise im sehr niedrigen Bereich von ng/l bis µg/l. Daher muss bereits die Probennahme mit besonderer Sorgfalt durchgeführt werden. Die Vorgehensweise sowie die zu verwendenden Probennahmegeräte, Aufbewahrungsbedingungen und Analysemethoden sind im „Leitfaden Grundwasserprobennahme“ [LUBW 2013] beschrieben. Zu den Analyseverfahren und den Ergebnissen von Ringversuchen wird auf den Ergebnisbericht 2014 verwiesen [LUBW 2015F].

An den Landesmessstellen wurden alle PSM-Befunde über dem Schwellenwert der Grundwasserverordnung durch Paralleluntersuchungen, Analysen von Rückstellproben oder durch Nachbeprobungen mit mindestens dreifacher Parallelbestimmung in verschiedenen Laboratorien abgesichert. Dieser hohe finanzielle und logistische Aufwand ist erforderlich, um auf der Grundlage qualitätsgesicherter, belastbarer Datengrundlagen, rechtzeitig Entwicklungen im Land zu erkennen, Erfolge von Maßnahmen dokumentieren und Berichtspflichten gegenüber Bund und EU erfüllen zu können.

2.5.4 Bisher untersuchte Wirkstoffe

Tabelle 2.5-3 gibt einen Überblick über die Zahl der Messstellen, die seit dem Jahr 2001 in Baden-Württemberg auf PSM-Wirkstoffe und Metaboliten untersucht wurden. Aus Ressourcengründen und aufgrund der sehr breiten Palette überwachungsrelevanter PSM-Parameter ist es nicht möglich, jeden Wirkstoff in jedem Jahr zu analysieren. Bestimmte Stoffe wurden zunächst pilotmäßig an ausgewählten Messstellen und dann je nach Befundlage und Bedeutung auch im gesamten Messnetz untersucht.

Die Aufstellung beinhaltet sowohl die vorwiegend vom Land beauftragten Analysen (in Fettschrift dargestellt) als auch die von den WVU im Rahmen der Kooperationsvereinbarungen an die Grundwasserdatenbank übermittelten Analysen. Im Jahr 2005 stieg bei zahlreichen Wirkstoffen die Zahl der Messstellen gegenüber den Vorjahren auf weit über 3.000 Messstellen an. Dies war insbesondere auf die Kooperationsvereinbarung aus dem Jahre 2003 zurückzuführen, die die Übermittlung von PSM-Analysen für die im Rahmen der SchALVO (siehe Kapitel 2.5.7) notwendigen Wasserschutzgebiets-Einstufungen vorsieht. Damit steht in Baden-Württemberg für sehr viele Wirkstoffe und Metaboliten eine große und statistisch verlässliche Datenbasis zur Verfügung. Durch den Wiederholungsturnus landesweiter Messungen sind auch Aussagen zu Trendentwicklungen möglich.

Tabelle 2.5-3 : Gesamtzahl der auf PSM untersuchten Messstellen im Landesmessnetz LUBW 2002-2017. Es sind nur Wirkstoffe und Metaboliten genannt, die an mindestens 100 Messstellen untersucht wurden

Wirkstoff / Metabolit	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
2,4-Dichlorphenoxy-essigsäure (2,4-D)	2155		2730	910	489	787	728	865	2023	233						
Alachlor					1604											
Aldrin		2197	105													
Atrazin	1246	933	577	3691	709	1039	1041	1035	1086	2066	404	1101	2712	700	642	384
Bentazon	2134		2724	951	500	803	738	870	2030	948	317	1061	2705	709	631	387
Bifenox						549	581	539	710							
Beflubutamid																239
Bromacil	918	771	413	3634	636	975	973	1001	1060	2036	381	1087	2708	691	635	384
Chloridazon					1591		298	1782	654	295	219	171	1430	578	246	175
Chlorpyrifos	2132															
Chlorthalonil							238	233								
Chlortoluron	2191		108	248	3167	269	723	659	768							303
Cyanazin	260			206	1709	105		100		172						
Desethylatrazin	1250	933	578	3686	708	1041	1027	1038	1088	2067	405	1100	2711	699	641	384
Desethylterbutylazin	1173	895	543	3677	700	1032	1021	1029	1085	2066	402	1098	2674	697	637	383
Desisopropylatrazin	1177	902	545	3679	694	1024	1020	1028	1082	2066	401	1099	2710	698	637	385
Diazinon	2218															
Dicamba	2131		2704	910	482	780	729	841	2004	215						
Dichlobenil	203		170	219	169		101	112		147			110			
Dichlordiphenyldichlor-ethen (p,p'-) / p,p'-DDE		2180														
Dichlordiphenyltrichlor-ethan (o,p'-) / o,p'-DDT		2175														
Dichlordiphenyltrichlor-ethan (p,p'-) / p,p'-DDT		2180														
Dichlorprop (2,4-DP)	2160		2732	908	494	787	724	861	1986	227						
Dieldrin		2195														
Diflufenican					1581											
Dimefuron	197															
Dimethachlor							238	233								
Dimethenamid					1584		238	233								
Dimethoat	2218															
Dimoxystrobin							238	233								
Disulfoton	2132															
Diuron	2193		109	247	3179	269	723	662	770	752	238	995	1277	370	332	308
Endosulfan, -α		2161														
Endosulfan, -β		2161														
Endrin		2155														
Epoxiconazol					1584											
Ethofumesat					1584											
Fenitrothion	2184															
Flufenacet					1584		238	233								
Flurtamone							238	233								
Flusilazol							573	533	713	743	204	957	1226	321	327	275
Glyphosat	195															
Heptachlor		2197														
Heptachlorepoxyd, cis-		2156														
Heptachlorepoxyd, trans-		2154														
Hexachlorbenzol		2155														
Hexachlorcyclohexan, -α		2156														
Hexachlorcyclohexan, -β		2159														
Hexachlorcyclohexan, -δ		2158														
Hexachlorcyclohexan, -γ (Lindan)		2160														

Fettdruck: Wirkstoffe und Metaboliten, die vorwiegend im Auftrag der LUBW untersucht wurden.

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank, Abfrage 04/2016, Landesmessnetz LUBW und Kooperationsmessnetz Wasserversorgung

LUBW

Tabelle 2.5-3 : Fortsetzung

Wirkstoff / Metabolit	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Hexazinon	965	780	428	3647	661	1007	965	1033	1068	2051	398	1088	2710	691	635	384
Isodrin		2179														
Isoproturon	2196		111	249	3175	268	723	666	768	752	239	995	1266	369	332	308
Lenacil																
Linuron	2163			237	3158	264	715	653	752							
Malathion	2189															
MCPA	2157		2736	938	490	793	731	867	2027	922	286	1012	1268	345	312	281
Mecoprop (MCPP)	2164		2738	935	496	789	727	864	2024	920	283	1010	1269	345	314	282
Metalaxyl	866	700	336	3614	580	933	1070	1176	1064	2040	391	1090	2705	693	634	384
Metamitron					1585											
Metazachlor	1209	908	559	3681	700	1095	1180	1223	1082	1970	401	1101	2713	698	635	384
Methabenzthiazuron	2163			238	3173	265	716	677	768							
Metolachlor	1184	908	560	3684	691	1080	1182	1224	1081	2062	402	1100	2713	697	638	384
Metribuzin					1605											
Nicosulfuron																245
Parathion-ethyl (E 605)	2225															
Parathion-methyl																
Penconazol					1584											
Pendimethalin	2202					586	628	612	747							
Pentachlornitrobenzol (Quintocen)		2155														
Pethoxamid							238	233								
Propazin	1131	875	525	3673	689	1024	1014	1022	1081	2064	399	1094	2710	696	637	384
Propiconazol					1584											
Quinmerac							238	233								
Sebutylazin	2284	120	131	190	185		111	160	102	149						
Simazin	1225	908	559	3680	703	1034	1022	1029	1086	2066	403	1101	2711	698	640	384
Terbazil	114			136						103						
Terbuthylazin	1223	912	565	3684	703	1033	1015	1024	1082	2061	397	1097	2712	698	634	385
Tetrachlordiphenylethan (p,p'-) / p,p'-TDE		2180														
Thiacloprid							238	233								
Tolyfluanid							253	238								
Topramezone							238	233								
Triallat	183		118	186	1666											
Trifloxystrobin							238	233								
Trifluralin	2175															
Tritosulfuron							238	233								

Fettdruck: Wirkstoffe und Metaboliten, die vorwiegend im Auftrag der LUBW untersucht wurden.

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank, Abfrage 04/2016, Landesmessnetz LUBW und Kooperationsmessnetz Wasserversorgung

LUBW

2.5.5 Nachmessungen 2017

Die letzte Untersuchung in dem von der LUBW betriebenen Grundwassermessnetz auf PSM-Wirkstoffe und nichtrelevante Metaboliten erfolgte 2013-2014. In den Jahren 2015, 2016 und 2017 lag der Schwerpunkt des Monitorings im LUBW-Messnetz auf Spurenstoffen wie per- und polyfluorierte Chemikalien, Benzotriazolen und Süßstoffen. Aus diesem Grund wurden in diesen drei Jahren hinsichtlich der PSM nur Messstellen mit „auffälligen“ Konzentrationen von PSM-Wirkstoffen und nicht relevanten Metaboliten untersucht. Unter „auffälligen“ Konzentrationen ist zu verstehen:

- zugelassene Wirkstoffe: Mindestens ein Messwert aus zwei Vorjahren lag über der Bestimmungsgrenze von 0,05 µg/l,
- nicht mehr zugelassene Wirkstoffe: Mindestens ein Messwert aus zwei Vorjahren lag über dem Schwellenwert der GrwV von 0,1 µg/l,
- nichtrelevante Metaboliten (nrM): Mindestens ein Messwert aus zwei Vorjahren lag über dem halben Gesundheitlichen Orientierungswert (GOW).

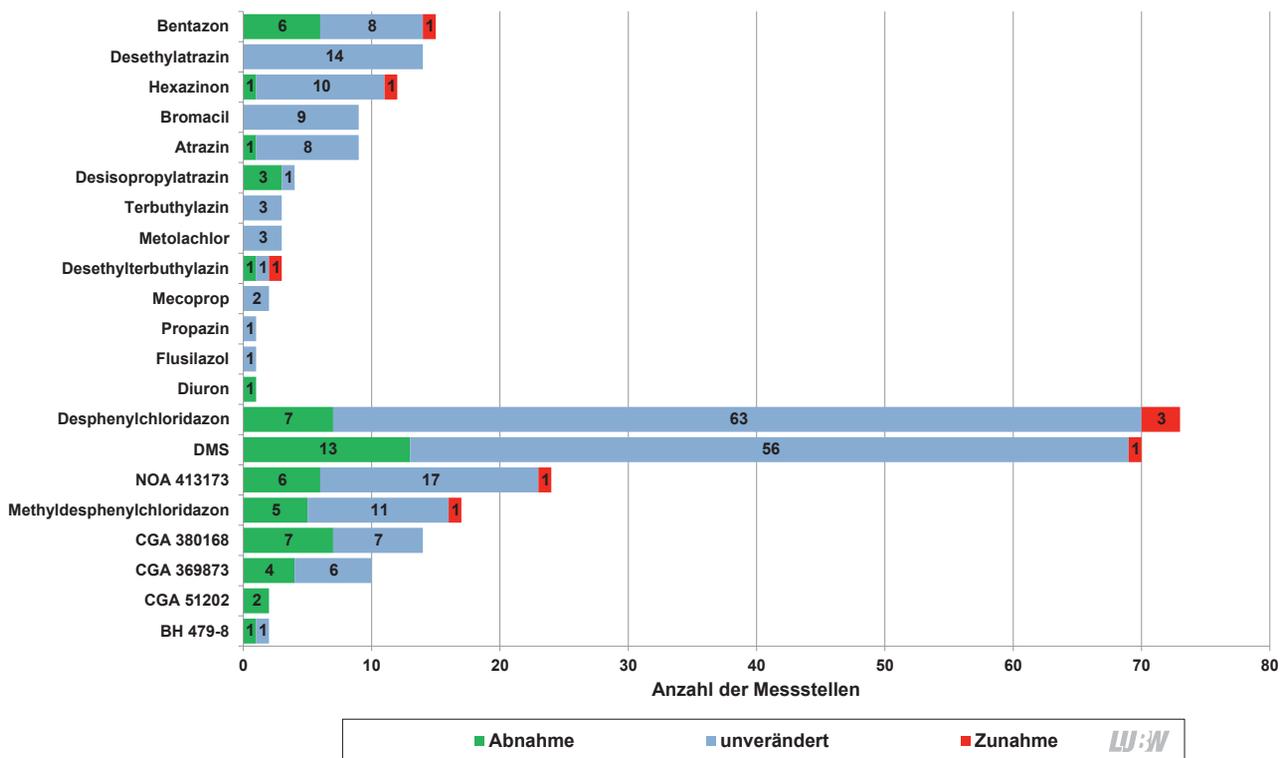


Abbildung 2.5-1: Nachmessungen PSM und nrM: Kurzfristige Veränderungen zwischen 2015/2016 und 2017, Landesmessnetz LUBW, Grundwasserdatenbank, Stand 02/2018

Im Jahr 2017 wurden die Kriterien für „auffällige Konzentrationen“ an insgesamt 238 Messstellen erfüllt, 13 Wirkstoffe/ relevante Metaboliten und acht nichtrelevante Metaboliten waren betroffen. Zur Bewertung der Entwicklung wurden die Ergebnisse 2015/2016 mit den Ergebnissen 2017 verglichen. Lag der Messwert 2017 innerhalb einer Schwankungsbreite von $\pm 30\%$ des vorherigen Messwerts, so wurde der Wert als „unverändert“ eingestuft. Anderenfalls wurden die Differenzen als „Zunahme“ bzw. „Abnahme“ bewertet.

Abbildung 2.5-1 zeigt, dass die Konzentrationen gegenüber den Vorjahren ganz überwiegend unverändert geblieben sind oder abgenommen haben. Konzentrationsanstiege treten sehr selten auf, bei den Wirkstoffen und relevanten Metaboliten nur in drei Fällen. Bei den nichtrelevanten Metaboliten sind insgesamt an sechs Messstellen Zunahmen zu beobachten, davon in vier Fällen bei den beiden Abbauprodukten des Rübenerbizids Chloridazon (Desphenylchloridazon und Methyl-desphenylchloridazon), einmal beim Abbauprodukt DMS des inzwischen nicht mehr zugelassenen Fungizids Tolyfluanid und einmal beim Abbauprodukt NOA 413173 des Herbizids Metolachlor. Diese Messstellen werden künftig weiter beobachtet.

2.5.6 Gesamtsituation 2013-2017

PSM-Wirkstoffe 2013-2017

Für einen Überblick über die Gesamtbelastung mit PSM und deren Metaboliten im Zeitraum der letzten fünf Jahren 2013 bis 2017 werden nur Wirkstoffe und relevante Metaboliten betrachtet, für die der Schwellenwert der Grundwasserverordnung von $0,1 \mu\text{g/l}$ gilt. Die Zahl der untersuchten Messstellen schwankt dabei zwischen 1 und 3.926. Sieben nicht mehr zugelassene und drei zugelassene Wirkstoffe wurden jeweils nur an einer Messstelle untersucht. Am häufigsten wurde Atrazin gemessen. Es wird jeweils der neueste Messwert für die Auswertung herangezogen. Damit die Zusammenstellung (Tabelle 2.5-4) überschaubar bleibt, werden nur Stoffe dargestellt, die in diesem Zeitraum an mehr als 100 Messstellen untersucht wurden. Dadurch entfallen 68 Stoffe, wobei deren sämtliche Befunde unterhalb der Bestimmungsgrenze liegen. Damit kommen zusammen mit den Untersuchungen des Kooperationsmessnetzes Wasserversorgung insgesamt 25 Wirkstoffe und 3 Metaboliten in die Auswertung. Davon sind 10 der 25 Wirkstoffe inzwischen verboten bzw. nicht mehr zugelassen, 15 Wirkstoffe hatten im Berichtszeitraum eine Zulassung. Die Wirkstoffe und ihre Metaboliten werden je nach Häufigkeit der Nachweise bzw. Überschreitun-

gen des Werts von 0,1 µg/l klassifiziert. Die Gesamtsituation der 28 häufig gemessenen Substanzen stellt sich wie folgt dar:

- Neun Substanzen werden an keiner einzigen Messstelle gefunden, darunter sechs zugelassene und drei nicht mehr zugelassene Wirkstoffe.
- Positive Befunde in Konzentrationen zwischen der Bestimmungsgrenze und dem Wert 0,1 µg/l liegen von sieben Stoffen vor, darunter fünf mit und zwei ohne Zulassung.
- Überschreitungen des Werts 0,1 µg/l werden durch 12 Stoffe verursacht (vier zugelassene, fünf nicht mehr zugelassene Wirkstoffe und drei Metaboliten).

Die meisten Überschreitungen treten bei Desethylatrazin (rund 0,4 %) auf, es folgen Atrazin und Bromacil (je rund 0,3 %) sowie Hexazinon (0,2 %) und Bentazon (0,1 %). Bei den anderen Substanzen wird der Schwellenwert nur in Einzelfällen überschritten. An einigen Messstellen wird bei mehreren Substanzen der Schwellenwert überschritten: von den 65 Überschreitungen sind insgesamt 49 Messstellen betroffen.

Die regionale Verteilung der Messstellen mit den Hauptbelastungsstoffen Desethylatrazin, Atrazin, Bentazon, Bromacil und Hexazinon zeigt Abbildung 2.5-2. Die Summe PSM wurde gebildet aus allen gemessenen Substanzen, wobei Werte kleiner der Bestimmungsgrenze gleich Null gesetzt wurden.

Im Ergebnis stellt Desethylatrazin noch immer die Hauptbelastung dar, obwohl der Ausgangsstoff Atrazin bereits seit 1991 in der Bundesrepublik verboten ist. In Baden-Württemberg war dessen Anwendung in Wasserschutzgebieten schon ab 1988 nicht mehr erlaubt. Die Nachweis-häufigkeit ist in den letzten Jahren deutlich rückläufig. Atrazin wurde vor seinem Verbot hauptsächlich als Maisherbizid verwendet, aber auch auf Nichtkulturland und auf Bahngleisen eingesetzt. Bromacil und Hexazinon wurden in der Vergangenheit als Totalherbizide insbesondere auf Nichtkulturland wie Gleisanlagen eingesetzt. Es befinden sich fast alle Messstellen mit auffälligen Bromacil- und Hexazinon-Befunden in der Nähe von Bahnlinien oder Bahnhöfen. Beide Wirkstoffe sind seit Anfang der 1990er Jahre wegen ihrer Persistenz verboten. Die Belastung geht zurück.

Tabelle 2.5-4: Belastung der Messstellen mit PSM-Wirkstoffen und ihren Metaboliten 2013 bis 2017. Es sind nur Wirkstoffe und Metaboliten aufgeführt, die an mindestens 100 Messstellen untersucht wurden.

negative Befunde an allen Messstellen		positive Befunde			
		in Konzentrationen ≤ 0,1 µg/l		in Konzentrationen über 0,1 µg/l	
2,4-D	(119)	Chloridazon	1 (1953)	Atrazin	10 (3926)
Beflubutamid	(239)	Diuron	12 (2084)	Bentazon**	7 (3925)
Cyanazin	(119)	Isoproturon*	3 (2073)	Bromacil	11 (3923)
Chlortoluron	(348)	Metalaxyl	1 (3923)	<i>Desethylatrazin</i>	16 (3925)
Dicamba	(117)	Metazachlor	1 (3925)	<i>Desethylterbuthylazin</i>	2 (3825)
Dichlobenil	(170)	Nicosulfuron	2 (245)	<i>Desisopropylatrazin</i>	2 (3925)
Dichlorprop (2,4-DP)	(117)	Simazin	25 (3925)	Flusilazol	1 (1991)
MCPA	(2091)			Hexazinon	8 (3923)
Terbazil	(103)			Mecoprop (MCP)	2 (2091)
				Metolachlor	2 (3925)
				Propazin	1 (3925)
				Terbuthylazin	3 (3925)

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank, Stand 03/2018 jeweils neuester Messwert 2013-2017, Landesmessnetz LUBW und Kooperationsmessnetz Wasserversorgung

Fettdruck: Wirkstoff hat eine Zulassung (Stand: April 2018)

Normalschrift: Wirkstoff ist nicht mehr zugelassen

Kursivschrift: relevanter Metabolit (Abbauprodukt)

In Klammern: Gesamtzahl der Messstellen

* Die Zulassung wurde zum 30.09.2016 widerrufen, d. h. im Auswertungszeitraum war Isoproturon überwiegend noch zugelassen

** Die Zulassung war zum 31.01.2016 ausgelaufen, d. h. im Auswertungszeitraum war Bentazon noch zugelassen

Kursivschrift: Metabolit (Abbauprodukt)

Klammerwerte: Gesamtzahl der Messstellen / Anzahl der Messstellen > 0,1 µg/l



Von den im Berichtszeitraum zugelassenen Wirkstoffen wurde Bentazon mit Schwellenwertüberschreitungen an sieben Messstellen am häufigsten gefunden, davon an drei Messstellen in einem PSM-Sanierungsgebiet (siehe Kap. 2.5.7). Das Belastungsniveau ist allerdings deutlich niedriger als bei den Triazinen. Die zahlreichen Positivbefunde in den letzten Jahren führten zu verschiedenen Anwendungsbeschränkungen. Aufgrund seiner hohen Mobilität im Untergrund wurde beispielsweise der Einsatz von Bentazon auf besonders durchlässigen Böden verboten. Ende Januar 2018 war die letzte Zulassung für ein Bentazon-haltiges Pflanzenschutzmittel (Handelsname: Artett) ausgelaufen. Nach einer Abverkaufsfrist bis zum 31.07.2018 endet am 31.07.2019 auch die Aufbrauchfrist. Danach dürfen keine Bentazon-haltigen Pflanzenschutzmittel mehr ausgebracht werden.

Nicht relevante Metaboliten 2013-2017

Seit 2006 untersucht die LUBW nicht relevante Metaboliten (nrM) im Grundwasser [LUBW 2007F bis 2016F], zunächst an risikobasiert ausgewählten Messstellen, seit 2013/2014 im gesamten LUBW-Messnetz. Im Kooperationsmessnetz Wasserversorgung wurde ab dem Jahr 2009 mit flächendeckenden Untersuchungen auf nrM begonnen. Für die nachfolgenden Auswertungen wurden Daten aus dem Zeitraum 2013 bis 2017 herangezogen.

Unter nrM versteht man die Abbauprodukte von PSM-Wirkstoffen, die keine pestizide Wirkung und kein human- und ökotoxikologisches Potenzial mehr haben. „Nicht relevant“ bedeutet jedoch nicht, dass diese Stoffe für das Grundwasser ohne Bedeutung sind. Es handelt sich dabei um grundwasserfremde Stoffe, deren Eintrag ins Grundwasser aus Gründen eines nachhaltigen Ressourcenschutzes so weit wie möglich zu vermeiden ist.

Bisher gab das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) insgesamt über 50 nichtrelevante Metaboliten bekannt, die in Lysimeterstudien im Rahmen des Zulassungsverfahrens in Konzentrationen von mehr als 10 µg/l bzw. in Konzentrationen von 1 bis 10 µg/l im Sickerwasser aufgetreten waren. Das Umweltbundesamt hat ferner zusammen mit dem Bundesinstitut für Risikobewertung zahlreiche Metaboliten bewertet und sogenannte GOW (Gesundheitliche Orientierungswerte) für

Trinkwasser abgeleitet. Diese GOW werden in den folgenden Auswertungen hilfsweise als Vergleichsmaßstab für die Bewertung der Grundwasserbelastung herangezogen.

Aus den Jahren 2013 bis 2017 liegen Messwerte aus dem LUBW-Messnetz und dem Kooperationsmessnetz Wasserversorgung von insgesamt 19 Metaboliten vor. Die Zahl der untersuchten Messstellen liegt zwischen 239 und 3.921. Für die Beschreibung der Gesamtsituation wird jeweils der neueste Messwert jedes nrM aus diesem Zeitraum herangezogen. In Tabelle 2.5-5 sind die nrM zunächst absteigend nach der Überschreitungsquote der GOW und der Positivbefunde aufgelistet.

Bei den untersuchten nicht relevanten Metaboliten erhält man hinsichtlich der Abstufung der Belastung das gleiche Bild wie in den vergangenen Jahren. Die mit Abstand höchste Belastung stammt von dem Metaboliten N,N-Dimethylsulfamid (DMS) mit 36,1 % Positivbefunden und mit 2,1 % GOW-Überschreitungen. Es folgt Desphenylchloridazon mit 44 % Positivbefunden und 1,0 % GOW-Überschreitungen, danach der Metolachlor-Metabolit NOA 413173 mit 0,4 %, die Metolachlorsulfonsäure mit 0,1 % und Methyldesphenylchloridazon mit 0,05 % Überschreitungen des GOW.

Weitere 13 Metaboliten konnten zwar im Grundwasser mit Fundquoten zwischen 0,8 und 18,8 % nachgewiesen werden, in einigen Fällen sogar in Konzentrationen bis über 1 µg/l, die GOW wurden jedoch nicht erreicht. Auch bei diesen Substanzen ist eine weitere Verringerung der Konzentrationen im Grundwasser anzustreben.

Die Eintragsquelle für DMS ist seit Ende 2008 rechtlich gestoppt, indem die Zulassung von Tolyfluanid-haltigen Mitteln widerrufen wurde. Durch die SchALVO wurde die Ausbringung von Tolyfluanid-haltigen PSM in Wasserschutzgebieten bereits ab April 2007 verboten. Die Konzentrationen werden weiterhin beobachtet.

Bei Chloridazon wurde als Maßnahme zur Verringerung der Einträge im Frühjahr 2007 eine freiwillige Vereinbarung mit den Herstellern abgeschlossen, die im Rahmen der Beratung durch die Hersteller, die Verbände und die Verwaltung umgesetzt wird.

PSM - Hauptbelastungen 2013 - 2017

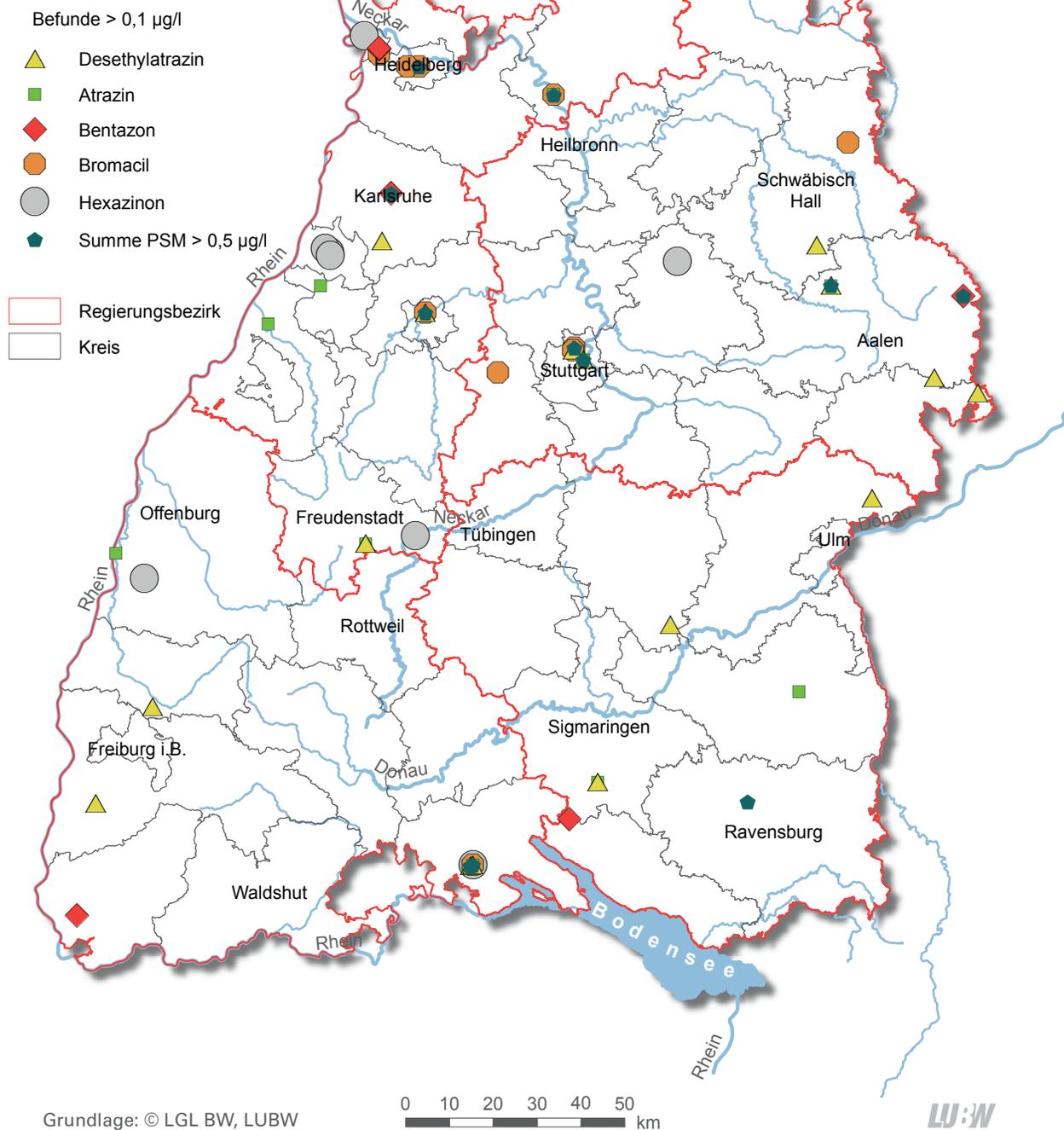


Abbildung 2.5-2: PSM-Hauptbelastungen: 4 PSM-Wirkstoffe und 1 Metabolit mit Befunden über dem Schwellenwert der Grundwasserverordnung von 0,1 µg/l bzw. über der „Summe PSM“ über Schwellenwert von 0,5 µg/l
Datengrundlage: Landesmessnetz LUBW und Kooperationsmessnetz Wasserversorgung; pro Messstelle jeweils der neueste Wert aus dem Zeitraum 2013 bis 2017 (Grundwasserdatenbank, Stand 03/2018)

Laut Broschüre der Landwirtschaftsverwaltung „Integrierter Pflanzenschutz 2017 - Ackerbau und Grünland, Sortenratgeber und Pflanzenschutzempfehlungen“ beispielsweise „gelten für die Anwendung von Chloridazon-haltigen Mitteln aus Gründen des Grundwasserschutzes folgende Einschränkungen: Pyramin WG, Rebell, Rebell Ultra und Ter-

lin DF werden nicht mehr empfohlen. Innerhalb von Wasserschutzgebieten (Normal- bzw. ogL-, Problem- und Sanierungsgebiete) ist auf deren Einsatz völlig zu verzichten.“ Anfang April 2015 hat das BVL „neue Anwendungsbestimmungen für chloridazonhaltige Pflanzenschutzmittel zum Schutz des Grundwassers“ bekanntgegeben. Das bis-

Tabelle 2.5-5: Überschreitungen der Bestimmungsgrenze und der Gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW) an allen Messstellen von Landesmessnetz LUBW und Kooperationsmessnetz Wasserversorgung 2013 – 2017, jeweils neuester Wert (Grundwasserdatenbank, Stand 03/2018); Bewertungsstand der GOW: Januar 2017 unter:

www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/gowpsm20170111.pdf

Metabolit	GOW in µg/l	Anzahl Mst.	> BG		> GOW		Maximalwert in µg/l
			Anzahl Mst.	% Mst.	Anzahl Mst.	% Mst.	
DMS (N,N-Dimethylsulfamid)	1,0	3906	1409	36,1	80	2,1	14,0
Desphenylchloridazon (Metabolit B)	3,0	3911	1719	44	40	1,0	8,27
Metabolit NOA 413173 von S-Metolachlor	1,0	1961	182	9,3	7	0,4	3,87
Metabolit CGA 380168/CGA 354743 von S-Metolachlor (Metolachlorsulfonsäure)	3,0	1962	207	10,6	2	0,1	5,47
Methyldesphenylchloridazon (Metabolit B1)	3,0	3903	1068	27,4	2	0,05	3,71
Metabolit CGA 369873 von Dimethachlor	1,0	1956	367	18,8	0	0,0	0,95
Metabolit BH 479-8 von Metazachlor (Metazachlorsulfonsäure)	3,0	1970	213	10,8	0	0,0	3,56
Metabolit R 417888/Vis-01 von Chlorthalonil (Chlorthalonilsulfonsäure)	3,0	239	21	8,8	0	0,0	1,10
Metabolit M27 von Dimethenamid-P und Dimethenamid	3,0	239	19	7,9	0	0,0	2,30
Metabolit M23 von Dimethenamid-P und Dimethenamid	3,0	239	13	5,4	0	0,0	0,82
Metabolit CGA 357704 von S-Metolachlor	1,0	239	12	5,0	0	0,0	0,78
Metabolit BH 479-4 von Metazachlor (Metazachlorsäure)	3,0*	1965	70	3,6	0	0,0	1,33
Metabolit CGA 51202/CGA 351916 von S-Metolachlor (Metolachlorsäure)	3,0	1962	64	3,3	0	0,0	1,12
2,6-Dichlorbenzamid	3,0	3921	107	2,7	0	0,0	0,8
Metabolit CGA 354742 von Dimethachlor (Dimethachlorsulfonsäure)	3,0	1962	25	1,3	0	0,0	0,9
Metabolit CGA 62826/NOA 409045 von Metalaxyl	1,0	239	3	1,3	0	0,0	0,20
Metabolit M2 von Flufenacet	1,0	239	2	0,8	0	0,0	0,20
Metabolit CGA 108906 von Metalaxyl	1,0	239	1	0,4	0	0,0	0,16
Metabolit CGA 50266 von Dimethachlor	3,0	239	0	0	0	0	-

* = Im Juni 2017 vom Umweltbundesamt aktualisiert (noch nicht veröffentlicht)

LUBW

herige Anwendungsverbot betraf die Bodenarten reiner Sand, schwach schluffiger Sand und schwach toniger Sand und wurde jetzt auf weitere sandige Bodenarten ausgeweitet [bvl.bund.de, Fachmitteilung 02.04.2015]. Die Konzentrationen der Chloridazon-Metaboliten im Grundwasser werden auch weiterhin beobachtet. Die Landwirtschaftsverwaltung entnimmt Bodenproben, um die Einhaltung dieser freiwilligen Vereinbarung zu überprüfen. Es ist davon auszugehen, dass der Rückgang der Konzentrationen im Grundwasser wegen der teilweise langen mittleren Verweilzeiten im Untergrund erst in einigen Jahren feststellbar sein wird.

Im Jahr 2015 hat das BVL die Möglichkeit geschaffen, einzelne Trinkwassergewinnungsgebiete von der Anwendung bestimmter zugelassener Pflanzenschutzmittel auszunehmen, wenn das Grundwasser in diesen Gebieten mit nicht-relevanten Metaboliten belastet ist. Nach der Pilotphase gibt das BVL Wasserversorgungsunternehmen bundesweit

die Möglichkeit, auffällige Befunde nichtrelevanter Metaboliten im Grund- und Rohwasser von Wasserschutzgebieten und Trinkwassergewinnungsgebieten zu melden. Entsprechende Kriterien hat das BVL den Wasserversorgern und Verbänden im Februar 2016 mitgeteilt. Eine Meldung an das BVL ist in einem Fall im Hinblick auf Desphenylchloridazon erfolgt (Stand Juni 2018). Hierbei handelt es sich um das Wasserschutzgebiet 126161 Killingsacker, Gemeinde Öhringen (BAnz AT 16.02.2018 B3 S.1-4). Grundsätzlich könnte für weitere 15 Wasserschutzgebiete (vier im LUBW-Messnetz und 11 in Kooperationsmessnetz) eine Aufnahme in die BVL-Liste beantragt werden (Stand 15.03.2018), wobei bei neun Messstellen noch kurzfristig aktuellere Messwerte erforderlich wären.

Die regionale Verteilung der GOW-Überschreitungen zeigt Abbildung 2.5-3. Die auffälligen DMS-Werte sind in der Vorbergzone der Oberrheinebene, dem mittleren Neckarraum, im Bodenseegebiet und in Oberschwaben zu finden,

**Nichtrelevante
Metaboliten
> GOW
2013 -2017**

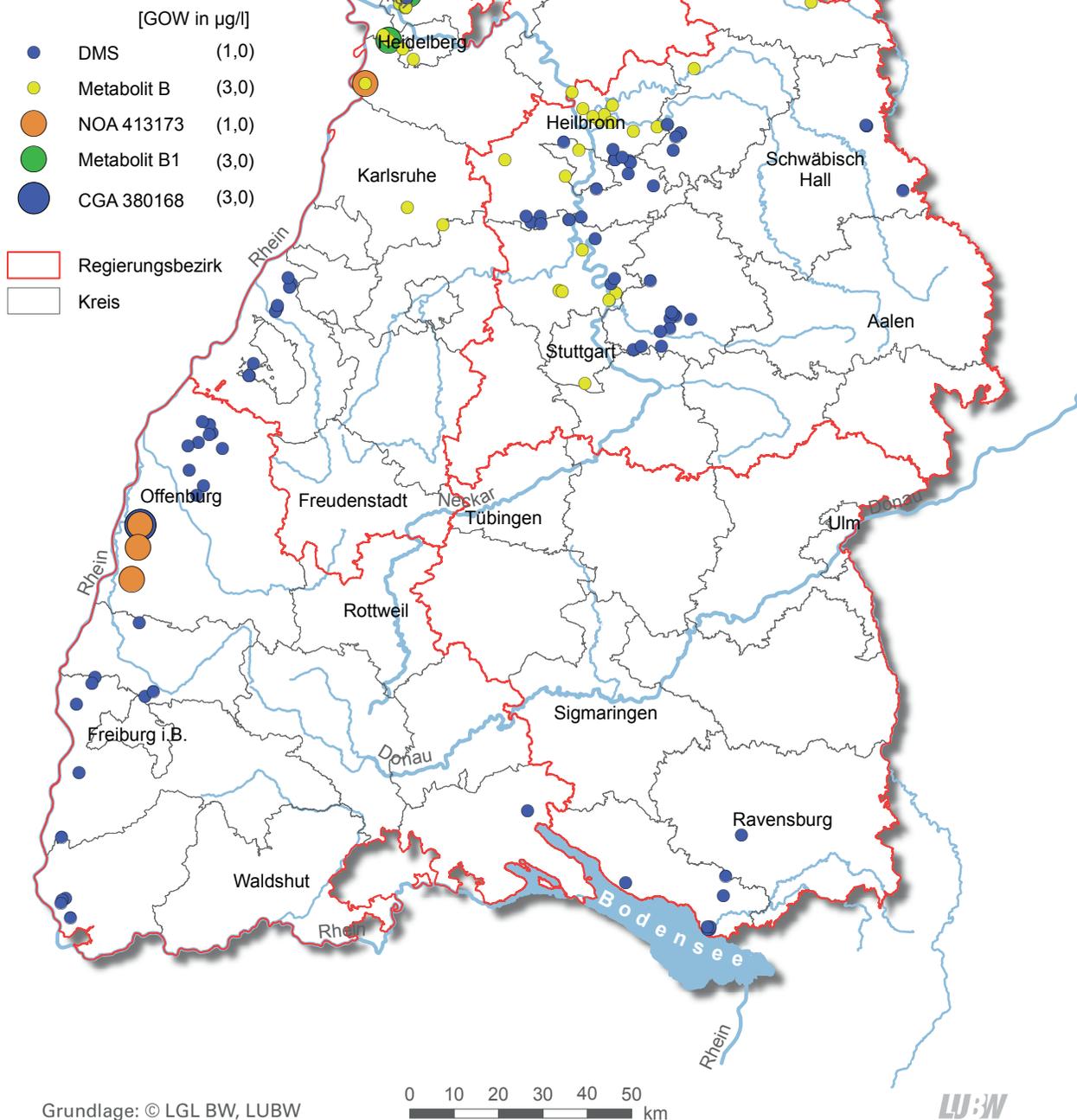


Abbildung 2.5-3: Konzentrationsverteilung der nichtrelevanten Metaboliten mit Überschreitungen des Gesundheitlichen Orientierungswertes (GOW); Datengrundlage: Landesmessnetz LUBW und Kooperationsmessnetz Wasserversorgung; pro Messstelle jeweils neuester Wert aus dem Zeitraum 2013 bis 2017 (Grundwasserdatenbank, Stand 03/2018), Bewertungsstand der GOW: Januar 2017 unter: www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/gowpsm20170111.pdf

also überall dort, wo Weinbau, Obstbau und Hopfenanbau in größerem Umfang betrieben werden. Erhöhte Befunde an Desphenylchloridazon (Metabolit B) sind insbesondere im Raum Heilbronn konzentriert, dem Zentrum des Rübenanbaus in Baden-Württemberg. Die GOW-Überschreitungen im Falle der Metolachlor-Metaboliten NOA 413173 und CGA 380168 sind in Maisanbaugebieten zu beobachten.

Bewertung

Das Monitoring auf PSM-Wirkstoffe und deren Metaboliten ist im Landesmessnetz seit 25 Jahren etabliert. Dabei konnten diejenigen Stoffe identifiziert werden, die für das Grundwasser und die Trinkwasserversorgung ein Problem darstellen können. Insbesondere die Triazine erwiesen sich als sehr langlebig. Nur durch ein Totalverbot Anfang der 1990er Jah-

re, d. h. durch Beseitigen der Eintragsquelle, konnte die Belastung mit diesen Stoffen und deren Metaboliten im Laufe der Jahre reduziert werden.

Insgesamt gesehen ist die Belastung mit PSM in Baden-Württemberg in den letzten Jahren deutlich zurückgegangen, was jedoch in erster Linie auf den Rückgang der nicht mehr zugelassenen Wirkstoffe zurückzuführen ist. Dies zeigt, dass das Verbot auffälliger Wirkstoffe nach wie vor die wirksamste Maßnahme zur Sanierung erhöhter PSM-Belastungen im Grundwasser darstellt. Dennoch stellen diese Stoffe noch immer den Hauptanteil der Belastung. Bei den zugelassenen Wirkstoffen ist hauptsächlich Bentazon auffällig. Zwar geht auch hier die Belastung insgesamt zurück, in einem Fall ist jedoch auch eine Zunahme zu beobachten.

Bei den nichtrelevanten Metaboliten dominiert DMS, der Metabolit von Tolyfluanid, dessen Zulassung Ende 2008 widerrufen wurde. Bei Desphenylchloridazon wurde von Seiten des Landes eine Vereinbarung zum freiwilligen Verzicht des Einsatzes von Choridazonhaltigen PSM in Wasserschutzgebieten getroffen. Im Jahr 2016 hat die Zulassungsbehörde wie dargestellt auch die Möglichkeit eröffnet, in hoch belasteten Wasserschutzgebieten ein Chloridazon-Verbot auszusprechen.

Erfahrungsgemäß werden sich jedoch alle jetzt ergriffenen Maßnahmen zur Verringerung des PSM-Eintrags aufgrund der mittleren Verweilzeiten in Boden und Grundwasser erst in einigen Jahren auswirken.

2.5.7 PSM-Anwendung in Wasserschutzgebieten

Neben Nitrat sind in der Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) zum Schutz des Grundwassers vor Beeinträchtigungen durch Stoffeinträge aus der Landwirtschaft die Pflanzenschutzmittel genannt.

In Wasserschutzgebieten ist die Anwendung von PSM, die Terbutylazin oder Tolyfluanid enthalten, verboten. Weiterhin können Wasserschutzgebiete als PSM-Sanierungsgebiete ausgewiesen werden, wenn das zu Zwecken der öffentlichen Wasserversorgung aus diesen Gebieten gewonnene Rohwasser eine Konzentration an PSM-Wirkstoffen oder deren Abbauprodukten von 0,1 µg/l überschreitet. Die Anwendung dieser Mittel, die den betreffenden Wirkstoff enthalten oder aus deren Wirkstoffen Abbauprodukte entstehen und die den Schwellenwert überschreiten, ist verboten. Die PSM-Sanierungsgebiete werden jedes Jahr aufgrund der Analyseergebnisse neu eingestuft und in der sogenannten Deklaratorischen Liste der SchALVO veröffentlicht. Diese ist seit 2011 im Internet der LUBW abrufbar.

Tabelle 2.5-6 zeigt den Stand 01.01.2018 mit zwei Wasserschutzgebieten als PSM-Sanierungsgebiete. In beiden Fällen ist Bentazon der Wirkstoff, der diese Einstufung verursachte. Die Konzentrationsverläufe in den maßgeblichen Messstellen sind in den Abbildungen 2.5-4 und 2.5-5 dargestellt. Abbildung 2.5-6 zeigt den Konzentrationsverlauf des inzwischen nicht mehr als PSM-Sanierungsgebiet eingestuften WSG 136042 „Egental- und Hornbergquellen“.

Im Teilbereich A des WSG 222031 Mannheim-Rheinau wurden erstmals im Jahr 2012 Bentazonkonzentrationen über dem Schwellenwert gemessen (Abbildung 2.5-4). In den Folgejahren wurden die Bentazonbelastungen an drei Brunnen im Teilbereich bestätigt. In allen drei Brunnen gingen die Konzentrationen nach 2013/2014 zurück, in einem davon nahm sie 2016 wieder zu. Der Teilbereich A des Wasserschutzgebietes wurde deshalb ab 01.01.2016 als PSM-Sanierungsgebiet eingestuft. Da der Schwellenwert allen drei Brunnen noch immer überschritten ist, bleibt der Teilbereich A weiterhin PSM-Sanierungsgebiet.

Tabelle 2.5-6: Pflanzenschutzmittel-Sanierungsgebiete (Stand 01.01.2018), Deklaratorische Liste: www.lubw.baden-wuerttemberg.de/wasser/wasserschutzgebiete

Landkreis	WSG-Nummer	WSG-Bezeichnung	Gemeinde	Wirkstoff	Einstufung besteht seit	Fläche in ha
Mannheim	222031 A	Brunnen 49-61, Brunnen Seckenheim 1-3	Mannheim	Bentazon	01.01.2016	916,5
Hohenlohekreis	126180	Zobel, Dörzbach	Dörzbach	Bentazon	01.01.2016	35,8



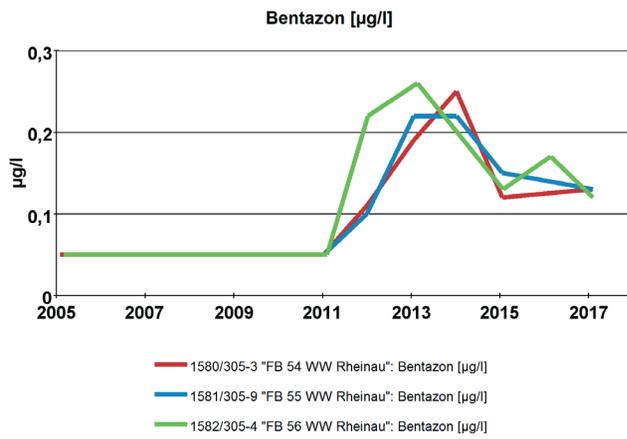


Abbildung 2.5-4: Konzentrationsverlauf Bentazon in den Brunnen 54, 55 und 56 im WSG 222031 A

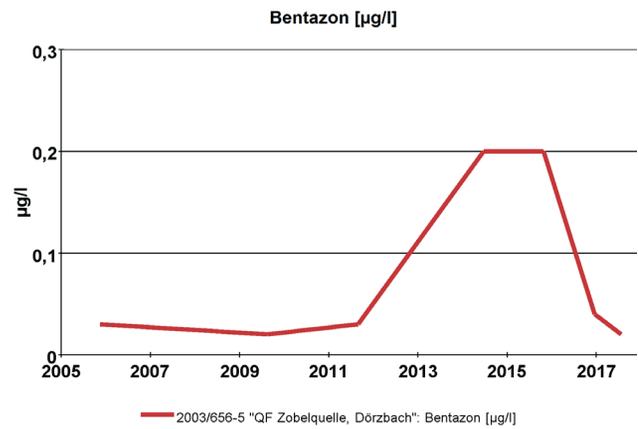


Abbildung 2.5-5: Konzentrationsverlauf Bentazon in der Zobelquelle im WSG 126180

Im WSG 126180 stiegen die Bentazonkonzentrationen in der Zobelquelle Anfang 2014 auf den doppelten Schwellenwert (Abbildung 2.5-5). Als sich dieser Einzelbefund 2015 bestätigte, erfolgte die Einstufung zum PSM-Sanierungsgebiet ab 2016. Bereits Ende 2016 war die Bentazonkonzentration wieder auf deutlich unter den Schwellenwert gefallen, 2017 lag sie unter der Bestimmungsgrenze.

Ab 01.01.2018 konnte die Einstufung des WSG 136042 Egental- und Hornbergquellen als PSM-Sanierungsgebiet beendet werden, da die entsprechenden Kriterien nach §5 SchALVO seit 3 Jahren nicht mehr erfüllt waren (Abb. 2.5-6).

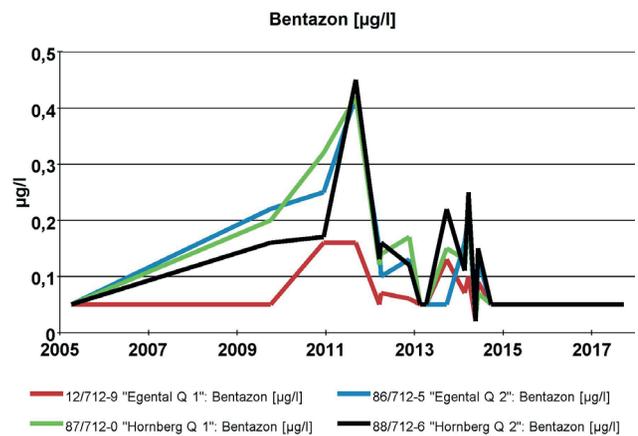


Abbildung 2.5-6: Konzentrationsverlauf Bentazon an den Egental- und Hornbergquellen im WSG 126042

2.6 Süßstoffe

2.6.1 Verwendung, Stoffeigenschaften, Eintragspfade

Folgende Süßstoffe wurden im Grundwasser untersucht:

- Acesulfam
- Cyclamat
- Saccharin
- Sucralose

Künstliche Süßstoffe werden heutzutage in großen Mengen als Zusatzstoffe in Getränken, Lebensmitteln und Körperpflegeprodukten eingesetzt. Ihre Süßkraft beträgt ein Vielfaches der Süßkraft von Tafelzucker, dabei liefern sie aber keine oder vergleichsweise wenige Kalorien, so dass sie in kalorienreduzierten Getränken und Lebensmitteln breite Verwendung finden. Meist werden Süßstoffe in Form von Mischungen zugesetzt, um negative Geschmacksnoten gegenseitig zu kompensieren. Süßstoffe werden aufgrund der besseren Wasserlöslichkeit meist in Form ihrer Natrium- oder Kaliumsalze verwendet und sind humantoxikologisch unbedenklich. Die vier untersuchten Süßstoffe sind recht hitzestabil und lange lagerfähig. Sie werden im Körper nicht verstoffwechselt, sondern unverändert über den Urin ausgeschieden. Damit gelangen sie über den Abwasserpfad in die Umwelt. Süßstoffe sind in den bisher im Grundwasser auftretenden Konzentrationen für den Menschen völlig unbedenklich. Die Datenlage zu deren Ökotoxizität ist noch lückenhaft, die Zahl der entsprechenden Studien nimmt jedoch deutlich zu. Die Abbaubarkeit in einer kommunalen Kläranlage ist von Stoff zu Stoff unterschiedlich. Cyclamat und Saccharin werden gut abgebaut. Acesulfam und Sucralose werden kaum entfernt und sind daher als Tracer für Abwasser bzw. Abwasseranteile gut geeignet. Weitere Informationen sind im Bericht „Ergebnisse der Beprobung 2013“ [LUBW 2014F] zusammengestellt.

2.6.2 Qualitätsnormen

Süßstoffe sind humantoxikologisch unbedenklich, daher sind keine Trinkwassergrenzwerte festgelegt. Weitere Qualitätsnormen sind nicht bekannt.

2.6.3 Probennahme und Analytik

Bei der Probennahme ist die für Spurenstoffe übliche Vorgehensweise zu beachten [LUBW 2013]. Die Proben sind bis zur Analyse gekühlt und in Braunglasflaschen zu trans-

portieren und darin bis zur Analyse aufzubewahren. Die Messmethode der Wahl für die Süßstoffe ist die LC-MS/MS. Ein erster Ringversuch Süßstoffe wurde 2013 von der AQS-Baden-Württemberg durchgeführt. Damals war mit einer erweiterten Messunsicherheit von 30 bis 38 % zu rechnen [LUBW 2014F]. Beim letzten Ringversuch aus dem Jahr 2016 lag die erweiterte Messunsicherheit mit 31 bis 42 % in der gleichen Größenordnung [LUBW 2017F].

2.6.4 Bisherige Untersuchungen

Die ersten Untersuchungen auf Süßstoffe erfolgten im Grundwassermessnetz 2013 im Rahmen einer Sonderuntersuchung auf Spurenstoffe in abwasserbeeinflussten Messstellen [LUBW 2014F]. Im Kooperationsmessnetz Wasserversorgung wurden die Süßstoffe erstmals 2014 als neue Parametergruppe E zusammen mit den Benzotriazolen untersucht (Tabelle 2.6-1). Im Jahr 2015 wurde begonnen, die Süßstoffe im von der LUBW betriebenen Gesamtmessnetz zu untersuchen. Ursprünglich waren drei Jahre hierfür vorgesehen, inzwischen musste dieser Zeitraum von drei auf vier Jahre gestreckt werden.

2.6.5 Ergebnisse 2017

Im Jahr 2017 wurde von der LUBW der dritte Teil des Gesamtmessnetzes mit 656 Messstellen beprobt. Hinzu kamen noch 45 Messstellen des Kooperationsmessnetzes Parametergruppe E, also insgesamt 701 Messstellen. Abzüglich der Messstellen, die im Rahmen dieser Messkampagne schon 2016 beprobt wurden, blieben für die gemeinsame Auswertung 660 erstmals im Jahr 2017 beprobte Messstellen (Tabelle 2.6-2), davon 618 Messstellen des LUBW-Messnetzes und 42 des Kooperationsmessnetzes.

An 323 der insgesamt 660 erstmals 2017 untersuchten Messstellen konnten Süßstoffe über der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden (48,9 %). Die häufigsten Positiv-

Tabelle 2.6-1: Gesamtzahl der auf Süßstoffe untersuchten Messstellen

Substanz	2013	2014	2015	2016	2017
Acesulfam	76	1.643	788	689	691
Cyclamat	76	1.643	791	688	698
Saccharin	76	1.643	791	688	699
Sucralose	76	1.643	791	689	701

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank, Stand 03/2018, Landesmessnetz LUBW und Kooperationsmessnetz Wasserversorgung



Tabelle 2.6-2: Ergebnisse Süßstoffe 2017 - Anzahl der 2017 erstmals beprobten Messstellen je Konzentrationsklasse

Substanz	BG µg/l	Anzahl Messstellen						Positiv- befunde %	Maxwert µg/l
		gesamt	< BG	≥ BG bis 0,1 µg/l	≥ 0,1 bis 0,5 µg/l	> 0,5 bis 1,0 µg/l	> 1,0 µg/l		
Acesulfam	0,01	651	350	230	63	5	3	46,2	3,4
Cyclamat	0,01	658	580	69	8	0	1	11,8	83,9
Saccharin	0,01	659	617	40	2	0	0	6,4	0,46
Sucralose	0,05	659	596	35	23	5	0	9,6	1,0
Summe Süßstoffe	-	660	337	211	91	14	7	48,9	88,9

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank, Stand 03/2018, Landesmessnetz LUBW und Kooperationsmessnetz Wasserversorgung;
BG = Bestimmungsgrenze

LUBW

befunde traten mit 46,2 % bei Acesulfam auf, die meisten davon im niedrigen Konzentrationsbereich bis 0,1 µg/l. Die Belastung mit den anderen drei gemessenen Süßstoffen ist deutlich geringer und ebenfalls mit den meisten Positivbefunden in den unteren Konzentrationsbereichen. Damit bestätigen sich die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen [LUBW 2015F, LUBW 2016F, LUBW 2017F].

In Tabelle 2.6-3 sind die 10 Messstellen mit den höchsten „Summe Süßstoffe“ zusammengestellt. Diese Messstellen sind jeweils oberflächennah ausgebaut. Cyclamat und Saccharin werden in einer konventionellen Kläranlage zu etwa 90 bis 99 %, Sucralose und Acesulfam nur zu etwa 20 bis 30 % entfernt. Daher deuten Befunde der untersuchten vier Süßstoffe auf ungereinigtes Rohabwasser hin, wie es z. B. aus undichter Kanalisation ins Grundwasser gelangen kann. In Uferfiltrat sind Cyclamat und Saccharin weitgehend abgereinigt und nur noch die schwer entfernbaren Verbindungen Acesulfam und Sucralose zu finden.

2.6.6 Bewertung

Süßstoffe und hierbei insbesondere Acesulfam sind gut als Tracer für den Einfluss von kommunalem Abwasser geeignet [LUBW 2014F]. Die Untersuchungen der letzten Jahre im Landesmessnetz und im Kooperationsmessnetz Wasserversorgung bestätigen, dass in überraschend vielen Grundwassermessstellen Acesulfam zu finden ist. Die Konzentrationen sind zwar überwiegend sehr gering, deuten aber darauf hin, dass eine Abwasserbeeinflussung vorliegt. Die Verteilung der Süßstoffe gibt Hinweise darauf, ob es sich um Rohabwasser aus Kanalleckagen oder um mit Kläranlagenablauf belastetes Uferfiltrat handelt. Es wird empfohlen, erstmals gefundene erhöhte Konzentrationen durch Nachmessungen abzusichern.

Tabelle 2.6-3: Messstellen mit erhöhten Konzentrationen an Süßstoffen 2017 im Landesmessnetz LUBW und Kooperationsmessnetz Wasserversorgung (Kriterium: 10 höchste Werte der Summe Süßstoffe)

Grundwasser- Nummer	Lage der Messstelle / Einfluss	Acesulfam µg/l	Cyclamat µg/l	Saccharin µg/l	Sucralose µg/l	Summe Süßstoffe µg/l
14/361-7	Abwasserkanal (ca. 70 m entfernt), Uferfiltrat Enz	0,18	83	<0,01	0,67	83,85
901/512-3	Innenstadtbereich, Abwasserkanal (ca. 30 m entfernt)	3,4	0,15	<0,01	0,18	3,73
2018/508-1	Uferfiltrat (Neckar 240 m entfernt)	3	<0,01	<0,01	0,21	3,21
1447/511-0	Abwasserkanal (ca. 10 m entfernt)	0,5	0,38	0,06	0,55	1,49
182/508-4	Innenstadtbereich, Abwasserkanal (ca. 50 m entfernt)	1,2	0,08	<0,01	<0,05	1,28
88/415-0	Abwasserkanal (ca. 65 m entfernt)	0,16	<0,01	<0,01	0,96	1,12
1150/512-0	Abwasserkanal (ca. 20 m entfernt), evtl. Uferfiltrat Neckar	0,05	0,05	<0,01	1	1,1
31/562-5	Recyclingbetrieb, Uferfiltrat Neckar	0,88	0,09	<0,01	<0,05	0,97
116/511-6	Im Industriegebiet, Abwasserkanal ca. 8 m entfernt	0,85	<0,01	0,01	<0,05	0,86
142/412-1	Abwasserkanal ca. 55 m entfernt	0,71	<0,01	<0,01	0,08	0,79

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank, Stand 03/2018, Landesmessnetz LUBW und Kooperationsmessnetz Wasserversorgung

LUBW

2.7 Benzotriazole

2.7.1 Eigenschaften und Eintragspfade

Folgende Vertreter der Benzotriazole wurden untersucht:

- Benzotriazol (1H-Benzotriazol)
- 4-Methylbenzotriazol
- 5-Methylbenzotriazol

Benzotriazole finden breite Verwendung als Korrosionsschutz in Enteisungsmitteln und in Kühlflüssigkeiten sowie in Schmierstoffen von Motoren. Eine wichtige Quelle für ihren Eintrag in die aquatische Umwelt sind Geschirrspülmittel, die diese Substanzen als Silberschutz für Besteck enthalten. Somit stammen Benzotriazole sowohl aus gewerblichen als auch aus häuslichen Abwässern. Etwa 70 t/a gelangen allein in Deutschland aus Geschirrspülmitteltabs in das Abwasser (www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/arzneimittelwirkstoffe/doc/glossar_polare_stoffe_uferfiltrat.pdf, Abfrage 30.04.2014).

Benzotriazole sind gut wasserlöslich, die Konzentrationen im kommunalen Abwasser liegen im Bereich von 2 bis 13 µg/l. Die Angaben zu Eliminationsraten in Kläranlagen schwanken stark, in der Tendenz wird 5-Methylbenzotriazol am besten entfernt, dann folgen 1H-Benzotriazol und 4-Methylbenzotriazol. Weitere Informationen sind im Bericht „Ergebnisse der Beprobung 2013“ [LUBW 2014F] zusammengestellt.

2.7.2 Qualitätsnormen

Für Benzotriazole sind in der Grundwasserverordnung und in der Trinkwasserverordnung keine Schwellenwerte bzw. Grenzwerte festgelegt. Vom Umweltbundesamt wurde für Trinkwasser ein GOW (Gesundheitlicher Orientierungswert bei lebenslanger Aufnahme) für den Einzelstoff Benzotriazol von 3 µg/l abgeleitet (Quelle: 20160520_liste_der_nach_gow_bewertbaren_stoffe.pdf unter www.umweltbundesamt.de).

2.7.3 Probennahme und Analytik

Bei der Probennahme ist die für Spurenstoffe übliche Vorgehensweise zu beachten [LUBW 2013]. Die Proben sind bis zur Analyse gekühlt und in Braunglasflaschen zu transportieren und darin bis zur Analyse aufzubewahren. Die Messmethode der Wahl für die Süßstoffe ist die LC-MS/MS. Ein erster Ringversuch Benzotriazole wurde 2013 von der AQS-Baden-Württemberg durchgeführt. Damals war mit einer erweiterten Messunsicherheit von 20 bis 33 % zu

rechnen [LUBW 2014F]. Beim neuesten Ringversuch im Jahr 2016 lag die erweiterte Messunsicherheit mit 24 bis 30 % in der gleichen Größenordnung [LUBW 2017F].

2.7.4 Bisherige Untersuchungen

Die ersten Untersuchungen auf Benzotriazole erfolgten 2013 im Rahmen einer Sonderuntersuchung auf Spurenstoffe im Grundwasser in abwasserbeeinflussten Messstellen [LUBW 2014F]. Im Kooperationsmessnetz Wasserversorgung wurden die Benzotriazole erstmals 2014 als neue Parametergruppe E zusammen mit den Süßstoffen untersucht (Tabelle 2.7-1).

2.7.5 Ergebnisse 2017

In der dritten Beprobungsrunde des Landesmessnetzes LUBW wurden 656 Messstellen beprobt. Hinzu kamen 23 Messstellen des Kooperationsmessnetzes, so dass 2017 für insgesamt 679 Messstellen Untersuchungen vorliegen. Abzüglich der 41 Messstellen, die im Rahmen dieser Messkampagne schon 2016 beprobt wurden, blieben für die gemeinsame Auswertung 639 erstmals im Jahr 2017 beprobte Messstellen (Tabelle 2.7-2), davon 616 Messstellen des LUBW-Messnetzes und 23 des Kooperationsmessnetzes.

An 214 der insgesamt 639 untersuchten Messstellen - dies entspricht 33,5 % - konnten ein bis drei Benzotriazole in Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden. Die häufigsten Positivbefunde traten mit 28,8 % bei Benzotriazol auf, die meisten davon in niedrigen Konzentrationen. In Tabelle 2.7-3 sind die 10 Messstellen mit den höchsten Werten für die „Summe Benzotriazole“ aufgelistet. Alle diese Messstellen sind oberflächennah ausgebaut. Die Belastung mit 4-Methyl- und 5-Methylbenzotriazol ist zumeist deutlich geringer und ebenfalls mit den meisten Positivbefunden in den unteren Konzentrationsbereichen. Damit bestätigen sich die Ergebnisse der vorherigen Untersuchungen [LUBW 2015F, LUBW 2016F, LUBW 2017F].

Tabelle 2.7-1: Gesamtzahl der auf Benzotriazole untersuchten Messstellen

Substanz	2013	2014	2015	2016	2017
Benzotriazol	62	1.639	772	688	677
4-Methylbenzotriazol	62	1.639	769	689	679
5-Methylbenzotriazol	62	1.639	769	689	678

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank, Stand 03/2018, Landesmessnetz LUBW und Kooperationsmessnetz Wasserversorgung



Table 2.7-2: Ergebnisse Benzotriazole 2017- Anzahl der 2017 erstmals beprobten Messstellen je Konzentrationsklasse

Substanz	BG µg/l	GOW µg/l	Anzahl Messstellen					Positiv- befunde %	Maxwert µg/l	
			gesamt	< BG	≥ BG bis 0,1 µg/l	≥ 0,1 bis 0,5 µg/l	> 0,5 bis 1,0 µg/l			> 1,0 µg/l
Benzotriazol	0,01	3,0	638	454	157	16	7	4	28,8	130,0
4-Methylbenzotriazol	0,01	-	639	532	73	24	6	4	16,7	2,8
5-Methylbenzotriazol	0,01	-	638	582	47	7	0	2	8,8	3,5
Summe Benzotriazole	-	-	639	425	159	32	12	11	33,5	130,7

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank, Stand 03/2018, Landesmessnetz LUBW und Kooperationsmessnetz Wasserversorgung
 BG = Bestimmungsgrenze GOW = Gesundheitlicher Orientierungswert bei lebenslanger Aufnahme



Table 2.7-3: Messstellen mit erhöhten Konzentrationen an Benzotriazolen 2017 im Landesmessnetz LUBW und Kooperationsmessnetz Wasserversorgung (Kriterium: 10 höchste Werte der Summe Benzotriazole)

Grund- wasser- Nummer	Lage der Messstelle / Einfluss	Benzotriazol µg/l	4-Methyl- benzotriazol µg/l	5-Methyl- benzotriazol µg/l	Summe Benzotriazole µg/l
31/612-1	Werksgelände Keramikfirma, Uferfiltrat Fils, Kläranlage in 1,5 km Entfernung	130	0,41	0,26	130,67
25/558-3	Werksgelände metallverarbeitende Firma	62	2,8	3,5	68,3
1447/511-0	Im Industriegebiet, Abwasserkanal (ca. 10 m entfernt)	1,9	0,53	0,35	2,78
37/413-8	Würmursprung, Herkunft unklar	<0,01	1,1	1,1	2,2
9/362-0	Werksgelände Chemiefirma	1,7	0,25	0,12	2,07
8/607-0	Werksgelände kunststoffverarbeitende Firma, Uferfiltrat Kocher, Kläranlage in 1,1 km Entfernung	0,01	1,4	0,36	1,77
4/608-1	Werksgelände metallverarbeitende Firma, direkt am Abwasserkanal	1	0,25	0,32	1,57
232/074-1	Werksgelände metallverarbeitende Firma, Uferfiltrat Rhein, Kläranlage in 4,5 km Entfernung	0,04	1,44	0,06	1,54
41/365-0	Werksgelände metallverarbeitende Firma, Uferfiltrat Neckar, Kläranlage in 1,5 km Entfernung	0,98	0,31	0,09	1,38
991/511-8	mehrere Abwasserkanäle (in > 35 m Entfernung)	0,93	0,14	0,07	1,14

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank, Stand 03/2018, Landesmessnetz LUBW und Kooperationsmessnetz Wasserversorgung



2.7.6 Bewertung

Der für Trinkwasser abgeleitete GOW für Benzotriazol von 3,0 µg/l wird bei den vorliegenden Messungen in zwei Fällen überschritten, der Maximalwert betrug 130 µg/l. Die höchsten Funde sind bei der Beprobung 2017 häufig an Messstellen zu finden, die unmittelbar durch industriell belastetes Abwasser beeinflusst sind.

Eine Überlagerung mit kommunalem Abwasser durch Verwendung von Tabs in Geschirrspülmitteln scheint ebenfalls vorzuliegen, da in einigen Fällen auch Süßstoffe in erhöhter Konzentration nachgewiesen werden konnten. Es wird empfohlen, erstmals gefundene erhöhte Konzentrationen durch Nachmessungen abzusichern.

2.8 Per- und polyfluorierte Chemikalien

2.8.1 Eigenschaften und Eintragspfade

Per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC) sind synthetische, organische Verbindungen, bei denen die Wasserstoffatome im Kohlenstoffgerüst vollständig oder überwiegend durch Fluoratome ersetzt sind. PFC werden etwa seit 60 Jahren hergestellt und sind als Xenobiotika sehr persistent in der Umwelt. Sie sind hitze- und chemikalienbeständig und werden oder wurden in der Oberflächenveredelung, als Imprägniermittel für Papier, Leder und Textilien, als Hochleistungstensiide in der Galvanik und in Feuerlöschschäumen verwendet. Die langkettigen Vertreter sind bioakkumulierbar, toxisch und stehen im Verdacht, krebserregend zu sein. Die kurzkettigen Verbindungen sind recht mobil und werden leicht ins Grundwasser verlagert. Die bekanntesten Vertreter sind PFOA (Perfluoroktanoat) und PFOS (Perfluoroktansulfonat).

In der Chemikalien-Verbotsverordnung und der Gefahrstoffverordnung vom 12.10.2007 wurde die Richtlinie 2006/122/EG über das Inverkehrbringen und die Verwendung von PFOS in nationales Recht umgesetzt und die Verwendung und das Inverkehrbringen von PFOS und dessen Derivaten seit dem 27.06.2008 verboten. Vor dem 27.12.2006 erworbene Feuerlöschschäume durften noch bis zum 27.06.2011 verwendet werden. Für bestimmte Anwendungen gibt es Ausnahmeregelungen, falls keine Alternativen zur Verfügung stehen. Als PFOS-frei gelten nach der EU-Verordnung 757/2010 Löschsäume mit Gehalten an PFOS oder PFOS-Derivaten unter 0,001 Gew.-%. Dies sind maximal rund 10.000 µg/l oder bei einem 3%igen Ansatz etwa 300 µg/l im einsatzbereiten Löschaum. Als Ersatzstoffe kommen u. a. polyfluorierte Tensiide aus der Stoffklasse der Fluortelomerverbindungen zum Einsatz. Dabei handelt es sich um Verbindungen, bei denen nicht alle H-Atome durch Fluor-Atome ersetzt sind, ein typischer Vertreter ist das 1H,1H,2H,2H-Perfluoroktansulfonat (H4PFOS oder auch 6:2-Fluortelomersulfonat).

2.8.2 Qualitätsnormen

Für PFC sind in der Grundwasserverordnung und in der Trinkwasserverordnung keine Schwellenwerte bzw. Grenzwerte festgelegt. Vom Umweltbundesamt wurden für Trinkwasser Leitwerte (LW) sowie Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) bei lebenslanger Aufnahme für eini-

ge Substanzen abgeleitet. Bei einem LW ist die Datenlage ausreichend, um einen wissenschaftlich begründbaren Wert abzuleiten, bei dessen Überschreitung eine Besorgnis für die Gesundheit vorliegt. Bei den GOW hingegen liegen keine ausreichenden Daten für eine abschließende human-toxikologische Bewertung vor. Bei Einhalten der Werte ist aber ebenfalls davon auszugehen, dass bei lebenslanger Aufnahme über das Trinkwasser keine Besorgnis für die Gesundheit besteht. Die GOW liegen also deutlich im Vorsorgebereich. Die Werte sind in Tabelle 2.8-1 zusammengestellt. Die LW werden auch als Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) der LAWA für die Bewertung von Grundwasser verwendet.

$$\text{Quotientensumme} = \frac{\text{PFC}_1}{\text{GFS}_1} + \frac{\text{PFC}_2}{\text{GFS}_2} + \frac{\text{PFC}_3}{\text{GFS}_3} + \frac{\text{PFC}_4}{\text{GFS}_4} + \dots + \frac{\text{PFC}_n}{\text{GFS}_n} \quad [\text{Gl. 2.8-1}]$$

Die Anwendung der Geringfügigkeitsschwellenwerte für PFC im Grund- und Sickerwasser ist im Erlass des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft vom 21.08.2018 geregelt:

„Zur Bewertung des gemeinsamen Auftretens mehrerer PFC ist die Quotientensumme analog der Additionsregel der Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 402) heranzuziehen. Hierzu werden die Quotienten aus gemessener Konzentration und zugehörigem, stoffspezifischem GFS-Wert gebildet und aufsummiert.

Tabelle 2.8-1: Geringfügigkeitsschwellen (GFS) und vorläufige GFS

Substanz	GFS in µg/l	vorläufige GFS in µg/l
Perfluorbutanoat (PFBA)	10	-
Perfluorpentanoat (PFPeA)	-	3
Perfluorhexanoat (PFHxA)	6	-
Perfluorheptanoat (PFHpA)	-	0,3
Perfluoroktanoat (PFOA)	0,1	-
Perfluorononanoat (PFNA)	0,06	-
Perfluordecanoat (PFDA)	-	0,1
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	6	-
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	0,1	-
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	-	0,3
Perfluoroktansulfonat (PFOS)	0,1	-
Perfluoroktansulfonsäureamid (PFOSA)	-	0,1
1H,1H,2H,2H-Perfluoroktansulfonat (H4PFOS)	-	0,1

Quelle: Erlass des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg vom 21.08.2018

LUBW

Die Quotientensumme wird ausschließlich aus den PFC gebildet, für die GFS-Werte vorliegen. Bei Überschreitung der GFS-Einzelwerte im Grundwasser oder bei einer Quotientensumme > 1 liegt in der Regel eine nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit gemäß Wasserhaushaltsgesetz vor.“

2.8.3 Probennahme und Analytik

Bei der Probennahme ist die für Spurenstoffe übliche Vorgehensweise zu beachten [LUBW 2013F]. Die Proben sind in Braunglasflaschen abzufüllen und darin bis zur Analyse gekühlt zu transportieren und aufzubewahren. Die Messmethode der Wahl für die PFC ist die LC-MS/MS. Ringversuche zu PFC in Trinkwasser wurden 2014 und 2017 von der AQS-Baden-Württemberg durchgeführt. Beim Ringversuch 5/14 war mit einer erweiterten Messunsicherheit von 28 bis 47 % zu rechnen [LUBW 2016F], beim neueren Ringversuch 6/17 betrug diese 22 bis 44 % (Abbildung 2.8-1).

2.8.4 Bisherige Untersuchungen

Nachdem 2006 in Nordrhein-Westfalen erhöhte Konzentrationen an PFC infolge illegaler Ausbringung PFC-haltiger Abfälle als Dünger auf Ackerflächen festgestellt worden waren, erfolgten im November 2006 die ersten Untersuchungen an 41 Messstellen im Landesmessnetz, die direkt oder indirekt durch Abwasser, Deponien, Brände, Brandübungsflächen oder Galvaniken beeinflusst waren [LUBW 2007F]. Höher belastete Messstellen wurden 2007 und 2010 weiter verfolgt [LUBW 2008F, LUBW 2011F].

Im Jahr 2013 wurden die PFC im Rahmen einer Untersuchung auf Spurenstoffe landesweit an 57 Messstellen mit Verdacht auf Einfluss von Abwasser und/oder Uferfiltrat untersucht [LUBW 2014]. Die längerkettigen Verbindungen mit neun oder mehr C-Atomen sowie H4PFOS wurden nur in Einzelfällen gefunden. Die meisten Positivbefunde traten bei PFOA, PFOS und PFBS auf, hierbei PFOA und PFOS auch in höheren Konzentrationen. Die Positivbefunde der anderen Verbindungen lagen überwiegend im Konzentrationsbereich zwischen 1 ng/l (Bestimmungsgrenze) und 10 ng/l. Die höchsten Summenwerte mit rund 300 ng/l traten an zwei Messstellen im jeweils innerstädtischen Bereich auf. Während in einem Fall PFOS dominierte, waren im anderen Fall PFPeA und PFHxA die Hauptbestandteile. Die GOW wurden in keinem Fall überschritten.

Die PFC-Messkampagne 2014 hatte hingegen eine andere Zielsetzung: Nachdem seit 2013 im Landkreis Rastatt und Stadtkreis Baden-Baden vermehrt PFC im Grundwasser in Konzentrationen bis zu einigen µg/l gefunden worden waren und als Ursache wahrscheinlich die ackerbauliche Aufbringung von verunreinigten Komposten anzusehen war, startete die LUBW im März 2014 Pilotuntersuchungen auf PFC im Grundwasser mit Blick auf mögliche Belastungen infolge landwirtschaftlicher Anwendungen. Die Auswahl der 139 Messstellen erstreckte sich auf Rohwassermessstellen des von der LUBW betriebenen Messnetzes, bei denen der Ackeranteil im Wasserschutzgebiet (WSG) mindestens 30 % betrug. Die Ergebnisse zeigten, dass wegen der teilweise gro-

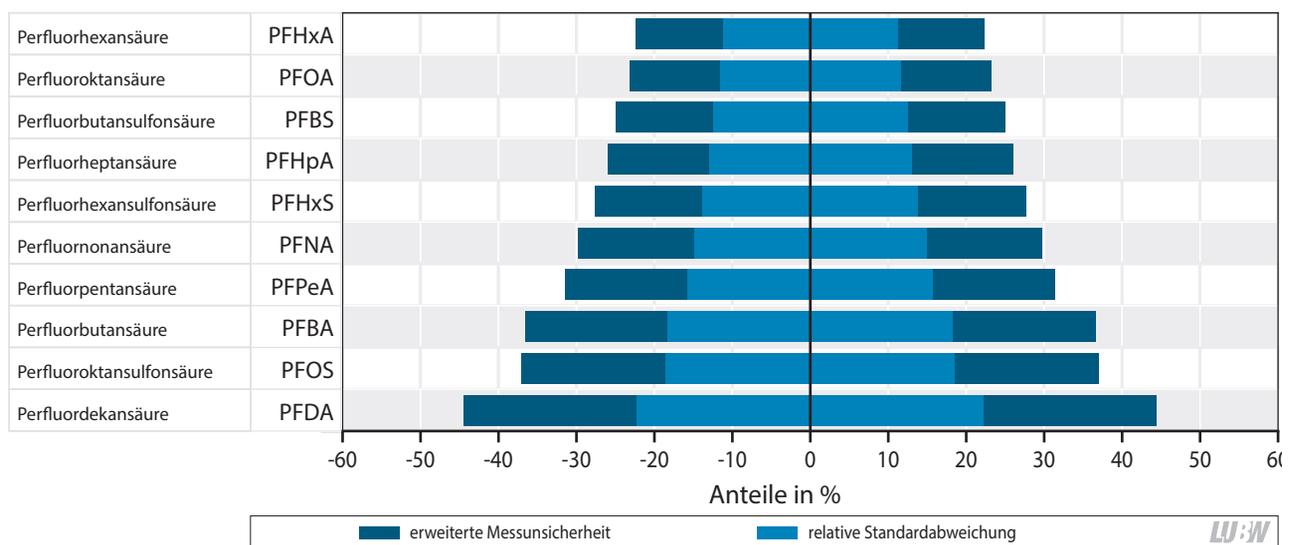


Abbildung 2.8-1: Ringversuchskennndaten ausgewählter Per- und polyfluorierter Chemikalien in Trinkwasser; Quelle: Ringversuch 6/17, www.iswa.uni-stuttgart.de/ch/aqs/pdf/ausw617_2.pdf

Tabelle 2.8-2: Gesamtzahl der auf PFC untersuchten Messstellen

Substanz	2006	2007	2010	2013	2014	2015	2016	2017
Perfluorbutanoat (PFBA)		1	26	100	229	565	626	667
Perfluorpentanoat (PFPeA)		1	26	96	232	565	627	666
Perfluorhexanoat (PFHxA)	46	11	26	103	232	567	627	667
Perfluorheptanoat (PFHpA)	46	11	26	104	232	566	628	667
Perfluoroctanoat (PFOA)	46	11	26	104	239	562	628	667
Perfluornonanoat (PFNA)	46	11	26	104	231	567	628	667
Perfluordecanoat (PFDA)	46	10	24	104	232	562	628	667
Perfluorundecanoat (PFUnA)	46	9	26	96	229	564	628	667
Perfluordodecanoat (PFDoA)	46	10	26	103	232	567	628	667
Perfluortetradecanoat (PFTA)	46	8	-	-	-	-	239	3
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	46	11	26	103	231	566	627	663
Perfluorpentansulfonat (PFPeS)	-	-	-	-	-	8	624	663
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	46	11	26	104	232	565	628	667
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	-	-	-	-	-	12	625	664
Perfluoroctansulfonat (PFOS)	46	10	26	104	238	566	626	667
Perfluordecansulfonat (PFDS)	46	9	26	96	229	567	517	481
Perfluoroctansulfonsäureamid (PFOSA)	46	11	-	37	59	25	250	11
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonat (H4PFOS)	46	9	-	89	220	562	627	666
7H-Dodecafluorheptanoat (HPFHpA)	46	9	-	29	47	22	17	-
2H,2H-Perfluordecanoat (H2PFDA)	46	9	-	29	47	22	17	-
2H,2H,3H,3H-Perfluorundecanoat (H4PFUnA)	46	9	-	29	47	22	17	-
Summe PFC-Komponenten	42	8	24	104	235	554	639	665

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank, Stand 02/2018, Landesmessnetz LUBW und Kooperationsmessnetz Wasserversorgung



ßen Wasserschutzgebiete Einflüsse von Abwasser oder Uferfiltrat nicht auszuschließen waren, was auch die nachträgliche Messung auf Süßstoffe und Benzotriazole an den höher mit PFC belasteten Messstellen nahelegte [LUBW 2015F].

Im Jahr 2015 wurde begonnen, die PFC in dem von der LUBW betriebenen Gesamtmessnetz zu untersuchen. Ursprünglich waren drei Jahre hierfür vorgesehen, inzwischen musste dieser Zeitraum auf vier Jahre gestreckt werden. In der ersten Runde wurden 524 Messstellen beprobt, die überwiegend zur Einstufung nach der SchALVO herangezogen werden und bei denen es sich zu 76 % um Rohwassermessstellen handelte [LUBW 2016F]. In der zweiten Runde 2016 wurden 556 Messstellen erstmalig auf PFC untersucht. Davon lagen rund 75 % in der Oberrheinebene, da im Jahr 2016 die vierte grenzüberschreitende Bestandsaufnahme der Grundwasserbeschaffenheit im Oberrheingraben von Basel bis Mainz im Rahmen des INTERREG V-Projektes ERMES durchgeführt wurde. Unter den am höchsten belasteten Messstellen mit einer Quotientensumme über 1,0 lagen die meisten in der bereits erwähnten Gebietskulisse Rastatt Baden-Baden, bei anderen waren

Brandereignisse, undichte Kanalisation und Einträge aus metallverarbeitender Industrie die Ursache für die erhöhten Konzentrationen.

2.8.5 Ergebnisse 2017

In der dritten Runde der Beprobung des gesamten LUBW-Messnetzes im Jahr 2017 wurden 663 Messstellen beprobt. Hierin enthalten sind 102 Messstellen, die schon 2015 und/oder 2016 untersucht wurden. Diese wurden nicht betrachtet und die nachfolgende Auswertung nur mit den 561 Messstellen durchgeführt, die im Jahr 2017 erstmalig beprobt wurden (Tabelle 2.8-3).

Die meisten Positivbefunde und die höchsten Werte wurden bei den Carbonsäuren mit vier bis acht C-Atomen PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA und PFOA sowie bei den Sulfonsäuren PFBS, PFHxA und PFOS festgestellt. Bei diesen Verbindungen lag der Anteil an Positivbefunden zwischen 16,6 und 32,5 %. PFC mit mehr als acht Kohlenstoffatomen fand man hingegen weniger. Dies ist plausibel, da insbesondere die kurzkettigen PFC mobil sind und aus dem Boden in das Grundwasser verlagert werden.

Tabelle 2.8-3: Ergebnisse PFC 2017 - Anzahl der Messstellen je Konzentrationsklasse im Landesmessnetz LUBW

Substanz	BG ng/l	LW GOW ng/l	Anzahl Messstellen						Positiv- befunde %	Maxwert ng/l
			gesamt	< BG	≥ BG bis 10 ng/l	≥ 10 bis 100 ng/l	> 100 bis 1000 ng/l	> 1000 ng/l		
Perfluorbutanoat (PFBA)	1	10000	561	379	167	14	1	0	32,4	140
Perfluorpentanoat (PFPeA)	1	3000	561	432	112	14	3	0	23,0	433
Perfluorhexanoat (PFHxA)	1	6000	561	415	128	16	2	0	26,0	264
Perfluorheptanoat (PFHpA)	1	300	561	468	84	9	0	0	16,6	60
Perfluoroctanoat (PFOA)	1	100	561	396	144	21	0	0	29,4	100
Perfluornonanoat (PFNA)	1	60	561	549	9	3	0	0	2,1	23
Perfluordecanoat (PFDA)	1	100	561	553	5	3	0	0	1,4	22
Perfluorundecanoat (PFUnA)	1	-	561	552	9	0	0	0	1,6	5
Perfluordodecanoat (PFDoA)	1	-	561	540	18	3	0	0	3,7	20
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	1	6000	560	378	177	5	0	0	32,5	74
Perfluorpentansulfonat (PFPeS)	1		561	544	16	1	0	0	3,0	15
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	1	100	561	461	89	10	1	0	17,8	227
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	1	300	561	549	11	1	0	0	2,1	12
Perfluoroctansulfonat (PFOS)	1	100	561	381	140	36	4	0	32,1	370
Perfluordecansulfonat (PFDS)	1	-	443	431	12	0	0	0	2,7	8
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctan- sulfonat (H4PFOS)	1	100	561	522	33	4	2	0	7,0	180
Summe PFC-Komponenten	-	-	560	277	132	134	16	1	50,5	1591

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank, Stand 02/2018, Landesmessnetz LUBW
 BG = Bestimmungsgrenze, LW = Leitwert, GOW = Gesundheitlicher Orientierungswert



Die häufigsten Positivbefunde lagen im Konzentrationsbereich zwischen der Bestimmungsgrenze und 10 ng/l. Bei diesen niedrigen Konzentrationen ist allerdings analytisch mit einer größeren Messunsicherheit und dem Risiko von falsch positiven Befunden zu rechnen.

In 98,9 % der Fälle wurde die Quotientensumme von 1 nicht überschritten, bei 6 der 561 Messstellen war eine Überschreitung festzustellen (Tabelle 2.8-4). Der Maximalwert lag bei 5,99 µg/l.

Die gemessenen Verbindungen sind bereits als stabile Abbauprodukte von Vorläufersubstanzen (precursor) aus technischen Anwendungen anzusehen. Derzeit ist jedoch für diese Vorläufersubstanzen keine entsprechende Analytik etabliert, auch weil die Referenzsubstanzen noch nicht verfügbar sind. Hier erhofft man sich weitere Erkenntnisse durch den neu entwickelten Summenparameter AOF (adsorbierbares, organisch gebundenes Fluor).

In Tabelle 2.8-5 sind diejenigen zehn Messstellen zusammengestellt, bei denen die Quotientensumme über einem gewählten Wert von 0,75 lag. Die Quotientensumme von 1,0 ist an sechs Messstellen überschritten. Bei sechs der zehn Messstellen liegt ein Uferfiltrateinfluss vor, was sich teilweise an PFOS-Gehalten von einigen hundert ng/l und an erhöhten Süßstoffgehalten festmachen lässt. In einigen Fällen ist dies auch aus hydrogeologischen Gutachten bekannt. In dem Fall mit der höchsten PFOS-Belastung ist davon auszugehen, dass diese aus der Galvanik des metallverarbeitenden Betriebes stammt.

Für die Bewertung der Schädlichkeit von PFC-Gemischen ist die Quotientensumme heranzuziehen (Kap. 2.8.2).

Tabelle 2.8-4: Quotientensumme* der per- und polyfluorierten Chemikalien (PFC) 2017 – Landesmessnetz LUBW -

PFC	gesamt	Quotientensumme							Maxwert
		0 bis 0,25	> 0,25 bis 0,5	> 0,5 bis 0,75	> 0,75 bis 1,0	> 1,0 bis 5,0	> 5,0 bis 10,0	> 10,0	
Anzahl Messstellen	561	534	14	3	4	5	1	0	5,99
% der Messstellen	100	95,2	2,5	0,5	0,7	0,9	0,2	-	-

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank, Stand 02/2018, Landesmessnetz LUBW

* nach Empfehlung des Umweltbundesamtes nur mit Substanzen, für die LW abgeleitet wurden (siehe Tabelle 2.8-1).



Tabelle 2.8-5: Messstellen mit erhöhten Werten an PFC 2017 im Landesmessnetz LUBW, rot = für Berechnung der Quotientensumme herangezogene Einzelsubstanzen

Grundwasser-Nummer	Lage der Messstelle / Einfluss	PFBA ng/l	PFPeA ng/l	PFHxA ng/l	PFHpA ng/l	FOA ng/l	PFNA in ng/l	PFDA in ng/l	PFBS ng/l	PFPeS in ng/l	PFHxS ng/l	PFHpS in ng/l	PFOS ng/l	HPFOS in mg/l	Summe PFC-Komponenten ng/l	Quotientensumme PFC	Summe Substoffe µg/l	Summe Triazole µg/l
12/074-4	Uferfiltrat Rhein bei Grenzach-Wyhlen	89	433	264	60	33	1	<1	14	15	227	12	332	111	1591	5,99	0,24	0,04
25/074-7	Uferfiltrat Rhein bei Grenzach-Wyhlen	24	118	76	25	21	<1	<1	7	7	99	7	299	<1	683	4,21	0,21	0,02
14/074-5	Uferfiltrat Rhein bei Grenzach-Wyhlen	18	70	51	13	15	<1	<1	7	6	89	7	296	8	580	4,01	0,19	0,01
101/761-0	metallverarbeit. Betrieb, Oberflächenbehandlung	4	5	4	2	3	<1	<1	2	<1	1	3	370	<1	394	3,74	0,01	0,05
10/361-5	neben Bahnhofsgelände	12	36	41	36	100	23	14	4	<1	6	<1	36	<1	308	1,81	0,23	0,16
9/362-0	Recyclingbetrieb	26	79	60	46	50	17	11	2	<1	6	<1	31	6	339	1,17	0,16	2,07
236/074-3	Uferfiltrat Rhein, drei Kläranlagen mit insgesamt 11700EW oberstromig	18	80	37	14	6	<1	<1	4	3	32	1	50	7	252	0,89	0,20	1,01
378/073-4	Uferfiltrat Wiese, Kläranlage mit 75.000 EW oberstromig	11	32	45	48	45	13	22	2	<1	1	<1	14	1	237	0,83	0,03	-
1553/512-5	Autohersteller, Metallverarbeitung	9	21	14	9	11	1	<1	10	6	23	2	43	<1	149	0,79	0,18	-
296/508-0	Uferfiltrat Neckar, Kläranlage mit 46.000 EW oberstromig	4	2	12	2	58	<1	<1	1	1	8	1	11	<1	100	0,77	0,70	0,26

LUBW

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank, Stand 02/2018

2.8.6 Bewertung

Die Untersuchungen 2017 zeigen, dass an bis zu rund 50 % der Messstellen ein oder mehrere PFC gefunden werden, allerdings in fast der Hälfte der Fälle im niedrigen Konzentrationsbereich unter 10 ng/l. Ob es sich hierbei schon um eine mehr oder weniger vorhandene Grundbelastung handelt, kann erst beurteilt werden, wenn das gesamte Messnetz 2018 durchgemessen ist.

Die im Jahr 2017 beprobten Messstellen wurden verteilt über das ganze Land ausgesucht. Betrachtet man von den 561 Messstellen nur die 41 Rohwasserbrunnen und -quellen für die öffentliche Wasserversorgung, so beträgt die höchste Quotientensumme 0,16, d. h. die Quotientensumme von 1,0 wird an keiner Messstelle überschritten. Die Messungen werden fortgeführt.

Für den Bereich Mittelbaden, wo die Belastungen aus landwirtschaftlichen und mit PFC verunreinigten Flächen aufgetreten sind, wurde ein Grundwassermodell erstellt, mit dem der Austrag der PFC aus dem Boden in das Grundwasser sowie die Fließwege der PFC-Kontaminationen im Grundwasser abgeschätzt werden können. Damit wird eine erste Prognose der möglichen Entwicklung der PFC-Ausbreitung im Grundwasser für die nächsten Jahre ermöglicht [LUBW 2017].

Die Ergebnisse werden im Internet der LUBW beim Thema Grundwasser unter „PFC-Karten online“ veröffentlicht.

2.9 Trifluoracetat

2.9.1 Eigenschaften und Eintragspfade

Als Trifluoracetat (TFA) werden die Salze der Trifluoressigsäure bezeichnet. In Wasser liegt diese dissoziiert als Trifluoracetat-Ion vor. Es ist von den perfluorierten Carbonsäuren die Verbindung mit der kürzesten Kohlenstoffkette. TFA wird in der Biotechnologie als Lösemittel für Proteine und als Reagenz in der chemischen Industrie sowie der Analytik eingesetzt. Nach Informationen der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) werden innerhalb der EU 1.000 bis 10.000 Tonnen pro Jahr hergestellt. TFA ist sehr mobil, persistent, gut wasserlöslich und wird in Böden kaum zurückgehalten. Bei der Trinkwasseraufbereitung ist es durch konventionelle Techniken wie die Ozonung oder Aktivkohlebehandlung praktisch nicht zu entfernen. Die Toxizität wird allgemein als gering bewertet.

TFA kann über mehrere Wege in die Umwelt gelangen. Zum einen über Produktionsabwässer bei der Fluorchemikalienherstellung wie im Falle der Einleitungen in den Neckar bei Bad Wimpfen, die im Sommer 2016 erstmals bekannt wurden. Ferner kann TFA durch Photooxidation von fluorierten Kältemitteln wie z. B. 1,1,1,2-Tetrafluorethan und 2,3,3,3-Tetrafluorpropen in der Atmosphäre zu TFA abgebaut und mit dem Niederschlag in Oberflächengewässer und Böden eingetragen werden. So konnte TFA schon in Regenwasser und Schnee in Konzentrationen bis in den Bereich von einigen $\mu\text{g/l}$ nachgewiesen werden. In der konventionellen Kläranlage kann TFA durch den mikrobiellen Abbau von Verbindungen, die über eine CF_3 -Teilstruktur verfügen (z. B. einige pharmazeutische Wirkstoffe), gebildet werden. Daneben ist TFA auch als Abbauprodukt verschiedener Pflanzenschutzmittel wie Flurtamone, Benfluralin oder Fluazinam bekannt und ist als nichtrelevanter Metabolit von Flurtamone bewertet.

2.9.2 Qualitätsnormen

Für TFA wurde im November 2009 zunächst ein GOW (Gesundheitlicher Orientierungswert für Trinkwasser) von $1,0 \mu\text{g/l}$ festgelegt. Aufgrund einer verbesserten Datenlage konnte dieser im Januar 2017 auf $3,0 \mu\text{g/l}$ angepasst werden. Der frühere Maßnahmenwert von $10 \mu\text{g/l}$ wurde im November 2017 vom Umweltbundesamt neu bewertet und mit $30 \mu\text{g/l}$ angesetzt.

2.9.3 Probennahme und Analytik

Bei der Probennahme ist die für Spurenstoffe übliche Vorgehensweise zu beachten [LUBW 2013]. Die Proben sind bis zur Analyse gekühlt und in Braunglasflaschen zu transportieren und darin bis zur Analyse aufzubewahren. Die Messmethode der Wahl für TFA ist die Ionenaustausch-Chromatografie gekoppelt mit Tandem-Massenspektrometrie mit Elektrospray-Ionisation (LC-ESI-MS/MS) im negativen Modus. Ein Ringversuch zu TFA wurde im Frühjahr 2018 von der AQS-Leitstelle an der Universität Stuttgart durchgeführt. Demnach ist mit einer erweiterten Messunsicherheit von rund 32 % zu rechnen, was im üblichen Bereich von Spurenstoffen liegt (Abbildung 2.9-1).

2.9.4 Bisherige Untersuchungen

Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurden im Sommer 2016 TFA-Konzentrationen im Neckar unterhalb von Bad Wimpfen von bis zu $100 \mu\text{g/l}$ bekannt. Ursache waren Abwassereinleitungen eines Chemieunternehmens, das fluororganische Produkte herstellt. Schon kurz danach erfolgte eine Untersuchung in acht Messstellen des LUBW-Messnetzes, die bekanntermaßen durch Uferfiltrat des Neckars beeinflusst waren. Zwei Werte lagen unter der Bestimmungsgrenze von $0,05 \mu\text{g/l}$, die anderen zwischen $0,67$ und $2,9 \mu\text{g/l}$. Im Falle des Höchstwerts von $2,9 \mu\text{g/l}$ war der damals gültige GOW von $1 \mu\text{g/l}$ überschritten. Auch oberstromig von Bad Wimpfen wurde in Neckarsulm ein Wert von $0,81 \mu\text{g/l}$ gefunden.

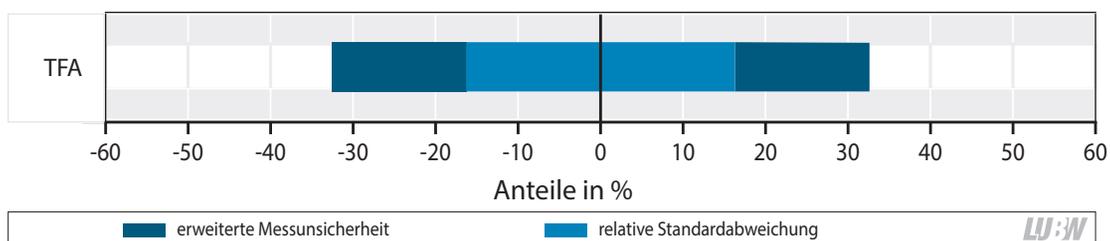


Abbildung 2.9-1 Ringversuchskenndaten Trifluoracetat (Quelle: RV 5/18-TW S7 der AQS-Baden-Württemberg: www.iswa.uni-stuttgart.de/ch/aqs/)

Tabella 2.9-1: Ergebnisse TFA 2017 - Risikobasiert ausgewählte Messstellen im Hinblick auf Uferfiltrat

Substanz	BG µg/l	GOW µg/l	Anzahl Messstellen						Max- wert µg/l	
			gesamt	< BG	≥ BG bis 0,1 µg/l	≥ 0,1 bis 1,0 µg/l	> 1,0 bis 3,0 µg/l	> 3,0 bis 10,0 µg/l		> 10 µg/l
TFA	0,05	3,0	25	1	1	9	4	5	5	23

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank, Stand 04/2018

BG = Bestimmungsgrenze

GOW = Gesundheitlicher Orientierungswert bei lebenslanger Aufnahme

LUBW

2.9.5 Ergebnisse 2017

Im Frühjahr 2017 erfolgten weitere Sonderuntersuchungen auf TFA mit zwei unterschiedlichen Zielsetzungen. Zum einen wurde die punktförmige Einleitung in den Neckar bei Bad Wimpfen und die Folgen für uferfiltratbeeinflusste Messstellen entlang des Neckars sowie im Bereich des Neckarschwemmfächers weiter verfolgt. Zum anderen wurde der mögliche flächenhafte Eintrag aus PSM-Wirkstoffen bzw. über die Atmosphäre betrachtet (Abbildung 2.9-2).

Uferfiltrateinfluss

Zur Fragestellung des Einflusses von Uferfiltrat wurden insgesamt 25 Messstellen untersucht (Tabelle 2.9-1). Drei Messstellen lagen oberstromig der bekannten Einleitungsstelle bei Bad Wimpfen, die anderen unterstromig fließgewässernah entlang des Neckars und des Rheins nach der Neckarmündung. Da nach Austritt des Neckars aus dem Odenwald in den Kiesgrundwasserleiter der Oberrheinebene ein relativ großes Gebiet nördlich und insbesondere südlich des Neckars mehrere Kilometer weit durch Uferfiltrat beeinflusst ist, wurden auch dort Proben aus Grundwassermessstellen entnommen.

Oberstromig der bekannten Einleitungsstelle wurden in drei Messstellen Konzentrationen zwischen 0,26 und 0,86 µg/l gefunden.

Als Ursache kommen in zwei Fällen Kläranlagenabläufe und in einem Fall auch möglicherweise Abwässer aus der Herstellung von Aluminiumteilen in der Autoindustrie in Frage. Im Neckar wurden in diesem Abschnitt bei Kochendorf auch TFA-Werte von 0,7 bis 1,0 µg/l gemessen. Direkt im Brunnen des verursachenden Chemieunternehmens betrug die TFA-Konzentration im März 2017 21,0 µg/l. Im Bereich des Schwemmfächers des Neckars wurden in den Uferfiltratmessstellen Werte bis 23 µg/l festgestellt. Teilweise waren dort auch Rohwasserbrunnen von Wasserwerken betroffen, die mehrere Kilometer vom Neckar entfernt liegen.

Flächenmäßiger Eintrag

Für die Betrachtung des flächenhaften Eintrags wurden insgesamt 17 Messstellen ausgewählt, deren Einzugsgebiet überwiegend ackerbaulich genutzt wird. Gemessen wurden die fluorhaltigen PSM-Wirkstoffe Flurtamone, Flufenacet und Diflufenican sowie die nichtrelevanten Metaboliten M2 von Flufenacet und TFA. Alle Konzentrationen der Wirkstoffe lagen unter der Bestimmungsgrenze (Tabelle 2.9-2), ebenso der nichtrelevante Metabolit M2 von Flufenacet, der bereits im Herbst 2016 an neun dieser Messstellen untersucht wurde. TFA wurde an fast allen Messstellen in Konzentrationen zwischen 0,08 und 2 µg/l gefunden. Der GOW von 3 µg/l wurde in keinem Fall überschritten.

Tabella 2.9-2: Ergebnisse ausgewählte fluorhaltige PSM und deren nichtrelevante Metaboliten 2017 - Risikobasiert ausgewählte Messstellen im Hinblick auf TFA als nrM;

Substanz	BG µg/l	GW µg/l	GOW µg/l	Anzahl Messstellen						Max- wert µg/l	
				gesamt	< BG	≥ BG bis 0,1 µg/l	≥ 0,1 bis 1,0 µg/l	> 1,0 bis 3,0 µg/l	> 3,0 bis 10,0 µg/l		> 10 µg/l
Flurtamone	0,03	0,1	-	16	16	0	0	0	0	0	-
Diflufenican	0,01	0,1	-	16	16	0	0	0	0	0	-
Flufenacet	0,01	0,1	-	16	16	0	0	0	0	0	-
Metabolit M2 von Flufenacet *	0,02	-	1,0	9	9	0	0	0	0	0	-
TFA	0,05	-	3,0	17	1	1	8	7	0	0	-

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank, Stand 04/2018

BG = Bestimmungsgrenze

GOW = Gesundheitlicher Orientierungswert bei lebenslanger Aufnahme

* Messwerte Herbst 2016

LUBW

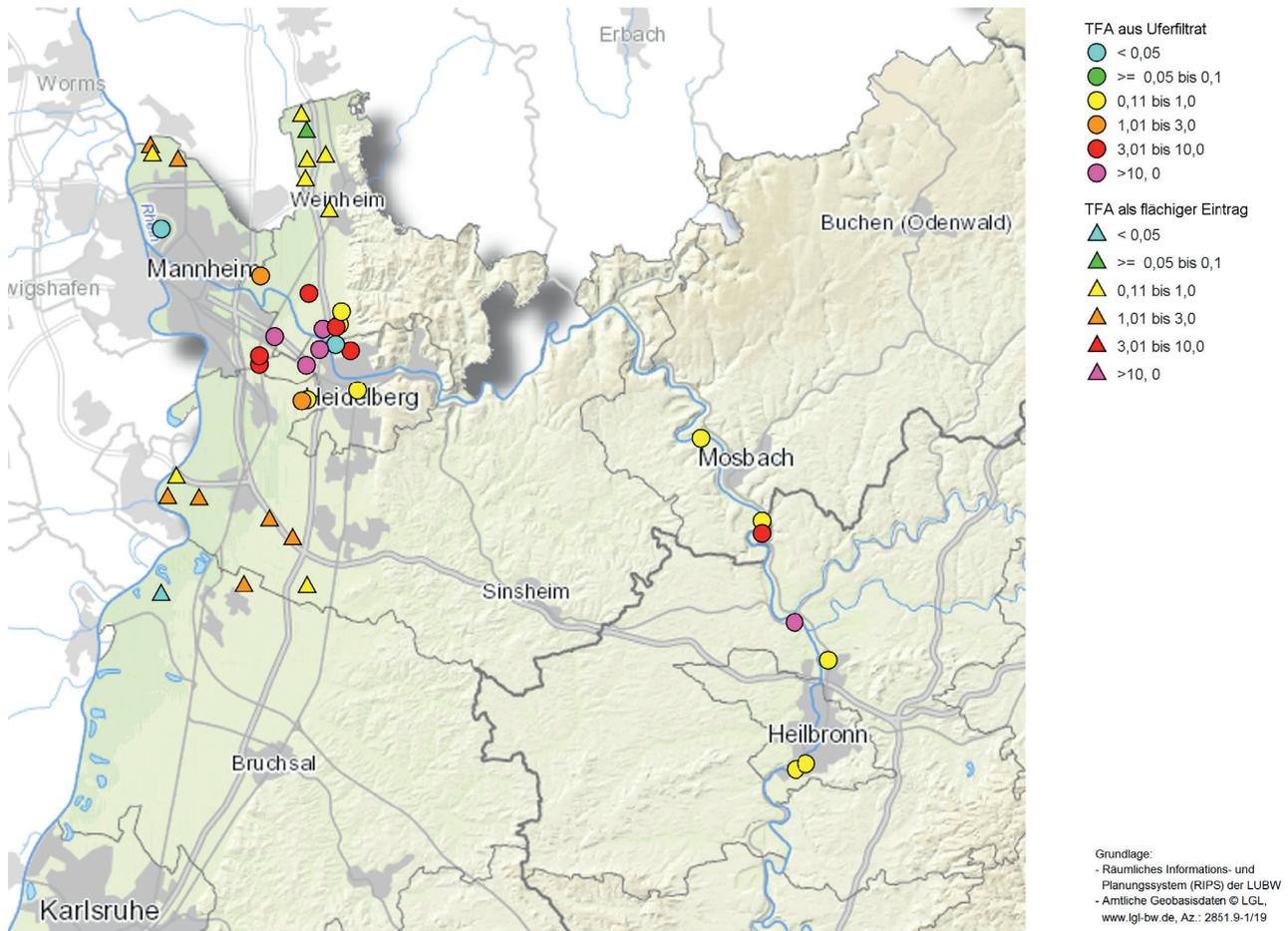


Abbildung 2.9-2: Ergebnisse der Sonderuntersuchung TFA im Frühjahr 2017

LUBW

2.9.6 Bewertung

Bei der Sonderuntersuchung auf Trifluoracetat im Frühjahr 2017 mit Blick auf Uferfiltrat konnten in nahezu allen Messstellen erhöhte TFA-Konzentrationen nachgewiesen werden. Im Falle der Einleitung von TFA-haltigen Abwässern in den Neckar bei Bad Wimpfen wurden in ufernahen Messstellen und im Bereich des Neckar-Schwemmfächers Konzentrationen bis über 20 µg/l TFA gemessen. Von Seiten der Herstellerfirma wurden inzwischen die TFA-Konzentrationen im Abwasser deutlich reduziert und eine weitere Reduzierung in einem öffentlich-rechtlichen Vertrag mit dem Regierungspräsidium Stuttgart vereinbart. Im Bereich von ackerbaulich beeinflussten Messstellen wurden Konzentrationen bis 2,0 µg/l TFA gefunden, die dort vermutlich teilweise als Abbauprodukt bestimmter PSM-Wirkstoffe auftreten.

Im Falle der Wirkstoffs Flurtamone wurde ein GOW von 3,0 µg/l abgeleitet, d. h. bei lebenslanger Aufnahme besteht für die menschliche Gesundheit kein Anlass zur Besorgnis. Nach Literaturangaben werden auch jahrzehntelange Einträge von TFA über die atmosphärische Deposition vermutet. So wurde TFA in Regen und Schneeproben in verschiedenen Ländern in Konzentrationen bis in den Bereich von einigen µg/l gefunden. TFA kann als ubiquitäre Verbindung im Wasserkreislauf angesehen werden, für die sich eine Zuordnung der Quelle aufgrund der Vielzahl der möglichen Eintragspfade wie Niederschlag, Abwasser, Industrie, Landwirtschaft, etc. als schwierig gestaltet.

3 Übersichten und Erläuterungen

3.1 Trendmessnetz (TMN) - Normierte Jahresmittelwerte 2017

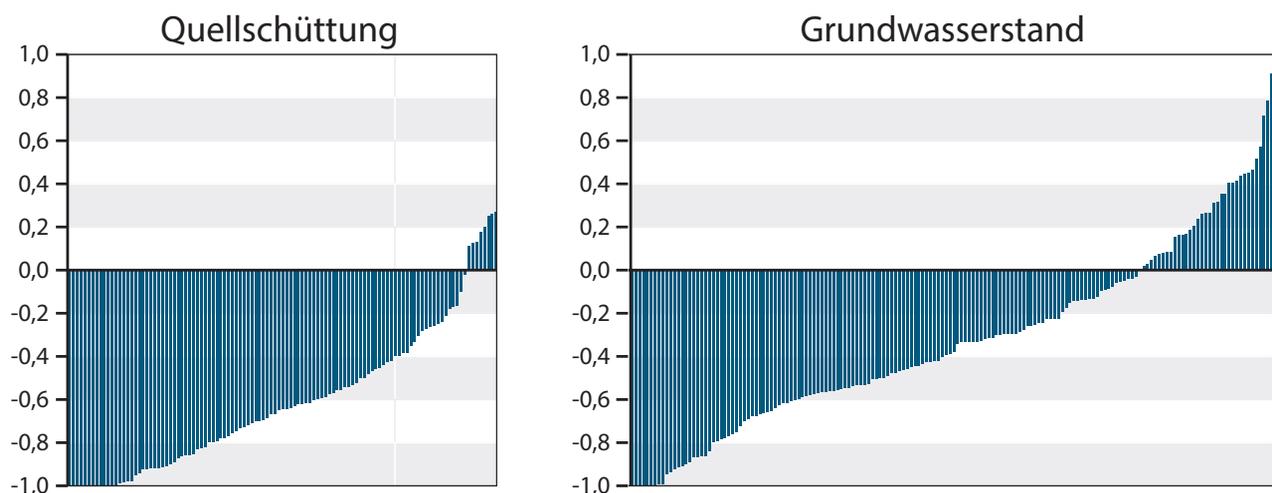
Das Trendmessnetz gibt einen landesweiten Überblick über Zustand und Entwicklung der Grundwasservorräte anhand 383 repräsentativer Grundwasserstands-, Quellschüttungs- und Lysimetermessstellen mit beschleunigter Datenübermittlung:

- 202 Wasserstandsmessstellen mit wöchentlicher Beobachtung,
- 149 Quellen mit wöchentlicher bis monatlicher Messung,
- 32 Lysimeter mit täglichem bis wöchentlichem Turnus.

Die Darstellungen (Abbildung 3.1-1) geben einen optischen Eindruck der insgesamt unterdurchschnittlichen Quellschüttungen sowie des demgegenüber ausgeglichenen bzw. mittleren Niveaus der Grundwasserstände des Jahres 2017 im 50-jährigen Vergleich (Zeitspanne 1968-2017). Dazu werden pro Messstelle die 50 Jahresmittelwerte 1968 bis 2017 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 2017 wird als Säule im Diagramm aufgetragen.

Dieses Verfahren wird auf alle Messstellen mit 30 Beobachtungsjahren und mehr angewandt. Die Ergebnisse 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 2017 an 13 Quellen die niedrigste Schüttung und an keiner einzigen Quelle die Höchstschüttung der letzten 50 Jahre zu beobachten war.



Erläuterung: Dargestellt wird pro Messstelle der - gegen den seit 1968 jeweils kleinsten (-1) bzw. größten (+1) Jahresmittelwert - normierte Jahresdurchschnitt im Jahr 2017

LUBW

Abbildung 3.1-1: Normierte Jahresmittelwerte im langjährigen Vergleich 1968-2017

Tabelle 3.1-1: Ergebnisse 2017 im Trendmessnetz Grundwasserstand

Messstelle	Naturraum	Grundwasser-Landschaft	Jahresminimum 2017		Jahresmaximum 2017		Mittelwert 2017	Trend [cm/Jahr]		
			[m+NN]	Datum	[m+NN]	Datum		[m+NN]	10 Jahre	20 Jahre
110/018-1	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	171,89	04.01.	172,91	11.07.	172,25	1,6	0,7	-0,3
104/019-6	Markgräfler Rheinebene	Quart. Talfüllungen	190,23	17.10.	191	20.06.	190,52	0,9	-0,2	0,2
115/019-6	Markgräfler Rheinebene	Quart. Talfüllungen	182,99	25.01.	183,38	20.06.	183,14	0,1	0,6	-0,3
115/066-9	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	153,09	17.10.	154,69	20.06.	153,65	1,2	0,1	0,7
133/068-0	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	170,92	04.01.	172,23	27.06.	171,43	0,3	0,6	0,3
102/070-7	Freiburger Bucht	Quart. Talfüllungen	216,91	17.10.	218,57	18.04.	217,71	-2,3	-1,2	0,0
104/071-8	Markgräfler Hügelland	Quart. Talfüllungen	252,93	01.02.	256,62	20.06.	254,75	1,1	-1,5	-
102/073-1	Hochschwarzwald	nicht bearbeitet	336,65	26.12.	338,71	20.06.	337,43	-0,5	-0,9	0,9
110/073-8	Dinkelberg	nicht bearbeitet	291,81	04.01.	293,45	20.06.	292,4	1,9	-0,1	-0,3
103/115-2	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	144,63	17.10.	146,07	01.02.	145,16	-0,1	1,2	-1,2
100/119-1	Freiburger Bucht	Quart. Talfüllungen	206,09	19.12.	207,49	20.06.	206,74	1,0	-0,7	-0,4
124/123-1	Dinkelberg	Quart. Talfüllungen	329,36	26.12.	330,26	15.02.	329,69	0,2	-0,1	-0,1
143/161-2	Nördliche Oberrhein-Niederung	Quart. Talfüllungen	114,93	19.12.	115,72	27.06.	115,19	-1,1	0,6	0,6
120/162-0	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	121,02	17.10.	121,75	13.06.	121,36	-0,2	0,2	0,2
157/162-8	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	121,89	04.01.	123,05	20.06.	122,52	-0,3	-0,2	0,1
120/163-1	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	130,44	15.02.	131,2	08.08.	130,85	2,4	-1,0	0,0
113/210-4	Nördliche Oberrhein-Niederung	Quart. Talfüllungen	105,94	04.01.	108,49	20.06.	106,88	1,6	0,1	-0,1
115/211-5	Nördliche Oberrhein-Niederung	Quart. Talfüllungen	109,98	03.10.	111,5	20.06.	110,41	-0,2	0,2	0,1
124/211-6	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	115,71	26.12.	116,49	24.11.	115,96	-1,5	0,0	0,3
160/223-0	Hochrheintal	Quart. Talfüllungen	316,93	04.01.	318,61	20.06.	317,58	0,0	-0,7	-
227/259-1	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	108,78	11.01.	109,14	05.07.	108,97	0,7	-0,1	1,4
150/260-6	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	112,61	04.01.	113,22	27.06.	112,93	-0,5	-0,4	-
119/304-2	Hessische Rheinebene	Quart. Talfüllungen	94,5	25.01.	95,06	27.06.	94,78	2,3	2,3	-
102/305-7	Neckar-Rheinebene	Quart. Talfüllungen	86,78	04.01.	91,09	20.06.	88,34	0,4	-1,3	0,2
104/307-0	Hardtebenen	Quart. Hangschutt	100,21	25.01.	100,78	08.08.	100,5	3,1	-1,0	-0,8
108/308-7	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	106,29	04.01.	106,88	27.06.	106,55	2,2	-0,2	-0,5
101/320-1	Baar	Quart. Talfüllungen	674,61	17.10.	675,58	01.02.	674,91	0,7	-0,1	-0,7
100/321-9	Hegau-Alb	Muschelkalk	683,66	24.10.	685,11	15.02.	684,32	1,2	1,4	-0,1
100/355-1	Bergstraße	Quart. Talfüllungen	96,55	04.01.	97,35	27.06.	96,87	1,7	-3,3	2,4
105/370-3	Hegau-Alb	Quart. Talfüllungen	651,98	04.04.	654,46	30.05.	652,63	-2,5	1,3	3,6
132/422-5	Hegau	Quart. Talfüllungen	418,57	04.01.	419,36	04.07.	419,05	3,0	0,9	-
105/470-3	Donau-Ablach-Platten	nicht bearbeitet	614,64	12.09.	615,3	20.06.	614,97	-2,0	-0,7	-
167/508-9	Neckar-Becken	Quart. Talfüllungen	153,72	11.04.	154,25	13.06.	153,9	-2,5	-1,5	-
100/516-6	Mittlere Kuppenalb	Malm Weißjura	689,43	11.01.	692,49	04.07.	690,61	3,8	-4,1	-
100/517-0	Hohe Schwabenalb	Malm Weißjura	680,43	11.01.	688,84	04.07.	683,53	6,6	-6,3	-
20/520-3	Oberschwäbisches Hügelland	nicht bearbeitet	619,5	26.12.	619,62	20.10.	619,57	1,3	-1,9	-
3/568-8	Donau-Ablach-Platten	nicht bearbeitet	524,63	04.10.	525,4	01.02.	524,88	0,2	0,0	-
110/623-5	Oberschwäbisches Hügelland	nicht bearbeitet	411,94	11.01.	413,17	04.07.	412,6	7,0	1,1	-
130/623-6	Bodenseebecken	Quart. Talfüllungen	398,93	04.01.	400,22	20.06.	399,45	2,5	-0,7	-
107/666-2	Mittlere Flächenalb	nicht bearbeitet	517,7	25.01.	525,12	04.07.	521,39	1,2	-0,7	-
148/717-0	Flachland der unteren Riss	nicht bearbeitet	492,56	04.01.	494,39	06.06.	492,94	1,6	0,8	-
125/721-3	Riss-Aitrach-Platten	Quart. Talfüllungen	651,53	04.01.	653,11	27.06.	652,4	3,8	0,2	-
102/762-4	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	500,23	26.12.	504,64	20.06.	502,16	-9,9	-4,3	-0,8
154/767-1	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	507,03	04.01.	508,83	20.06.	507,55	1,0	0,0	-
109/768-9	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	530,29	04.01.	531,32	20.06.	530,62	2,1	-0,1	-0,1
132/768-3	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	517,02	26.12.	517,63	20.06.	517,17	2,9	2,2	0,2
111/769-0	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	552,23	07.11.	553,17	27.06.	552,55	1,3	-0,2	-0,2
104/770-4	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	572,76	12.12.	573,61	27.06.	573,08	2,5	1,6	0,4
177/770-1	Riss-Aitrach-Platten	Quart. Talfüllungen	593,48	04.01.	594,93	27.06.	594,09	0,6	-1,3	-
110/773-2	Westallgäuer Hügelland	Quart. Talfüllungen	713,07	26.12.	715,08	20.06.	714,13	0,7	-0,9	-
102/814-8	Donauried	Quart. Talfüllungen	443,7	04.01.	445,58	30.05.	444,56	1,0	-1,5	-0,8
100/863-0	Ries-Alb	Malm / tief	450,09	27.04.	450,09	27.04.	450,09	4,8	3,0	0,4

Tabelle 3.1-2: Ergebnisse 2017 im Trendmessnetz Quellschüttung (Auswahl)

Messstelle	Naturraum	Grundwasser-Landschaft	Jahresminimum 2017		Jahresmaximum 2017		Mittelwert 2017	Trend [l/s/Jahr]		
			[l/s]	Datum	[l/s]	Datum		[l/s]	10 Jahre	20 Jahre
600/071-1	Markgräfler Hügelland	Quartär Hangschutt	0,202	09.01.	1,25	04.06.	0,61	0,0	0,0	0,0
600/171-5	Hochschwarzwald	Kristallin	0,02	15.10.	1,25	02.02.	0,392	0,0	0,0	0,0
601/212-5	Nördlicher Talschwarzwald	Buntsandstein	0,534	17.10.	6,571	01.02.	2,593	-0,1	-0,1	0,0
600/263-6	Nördlicher Talschwarzwald	Buntsandstein	3,61	17.10.	14,2	04.04.	8,646	-0,5	-0,4	-0,2
600/268-0	Südöstlicher Schwarzwald	Buntsandstein	2,44	04.01.	23,28	20.06.	9,29	0,1	0,0	0,0
602/320-8	Baar-Alb und Oberes Donautal	Malm Weißjura	0,96	26.12.	6,66	20.06.	3,107	0,0	0,0	0,0
600/407-7	Kraichgau	Höherer Keuper	1,705	04.01.	4,95	08.08.	3,458	-0,2	-0,1	0,0
600/468-4	Baar-Alb und Oberes Donautal	Malm Weißjura	25,5	26.12.	285	27.06.	102,902	-1,3	-3,2	-
602/521-3	Oberschwäbisches Hügelland	Quartär Moränen	0,96	01.01.	11,56	01.07.	3,914	0,1	0,0	0,0
600/554-9	Bauland	Muschelkalk	26,1	31.10.	105,8	22.02.	58,695	-2,5	-0,1	0,0
600/607-8	Hohenloher-Haller-Ebenen	Lettenkeuper	2,191	10.10.	3,498	06.06.	2,839	0,0	0,0	0,0
604/657-0	Kocher-Jagst-Ebenen	Lettenkeuper	0,064	17.10.	1,621	01.02.	0,395	0,0	0,0	0,0
600/665-7	Mittlere Flächenalb	Malm Weißjura	215	17.10.	6361	20.06.	1912,1	-81,1	-47,1	-2,1
601/759-1	Schwäb.-Fränk. Waldberge	Höherer Keuper	1,419	25.01.	3,254	30.05.	2,193	-0,1	-0,1	0,0

3.2 Beschaffenheitsmessnetz - Messprogramme 2017 und statistische Ergebnisse

Das Beschaffenheitsmessnetz gibt einen landesweiten Überblick über Zustand und Entwicklung der Grundwasserqualität. Für das Jahr 2017 wurden folgende Daten ausgewertet:

- Vor-Ort-Parameter und Messprogramm N (Nitrat) an 1.776 Landesmessstellen
- Nachmessungen ausgewählter PSM und nicht relevanter Metaboliten an rund 230 Messstellen
- Per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC), Süßstoffe und Benzotriazole an rund 600 bis 700 ausgewählten Messstellen

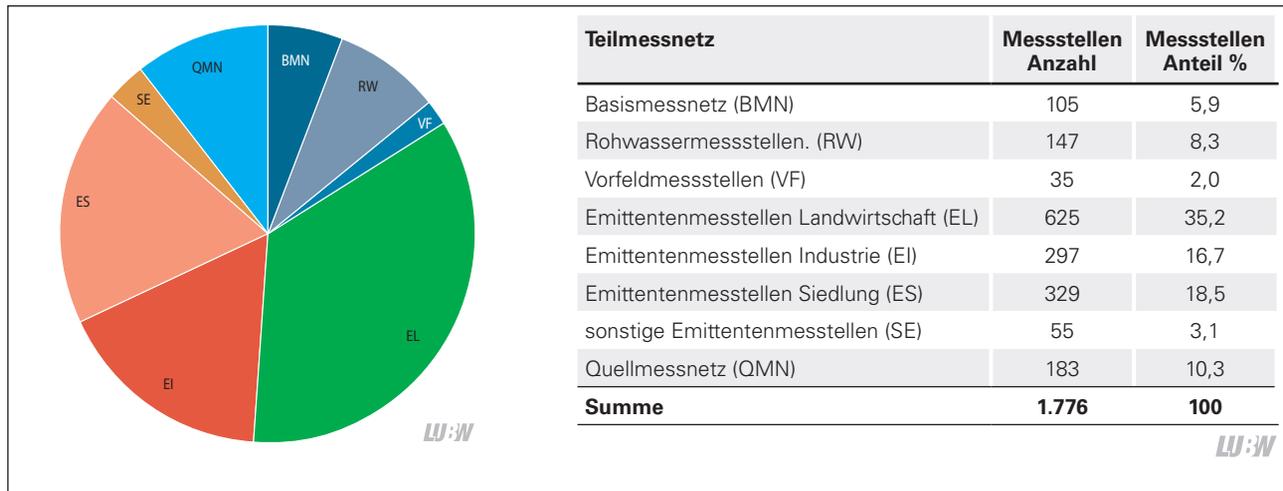
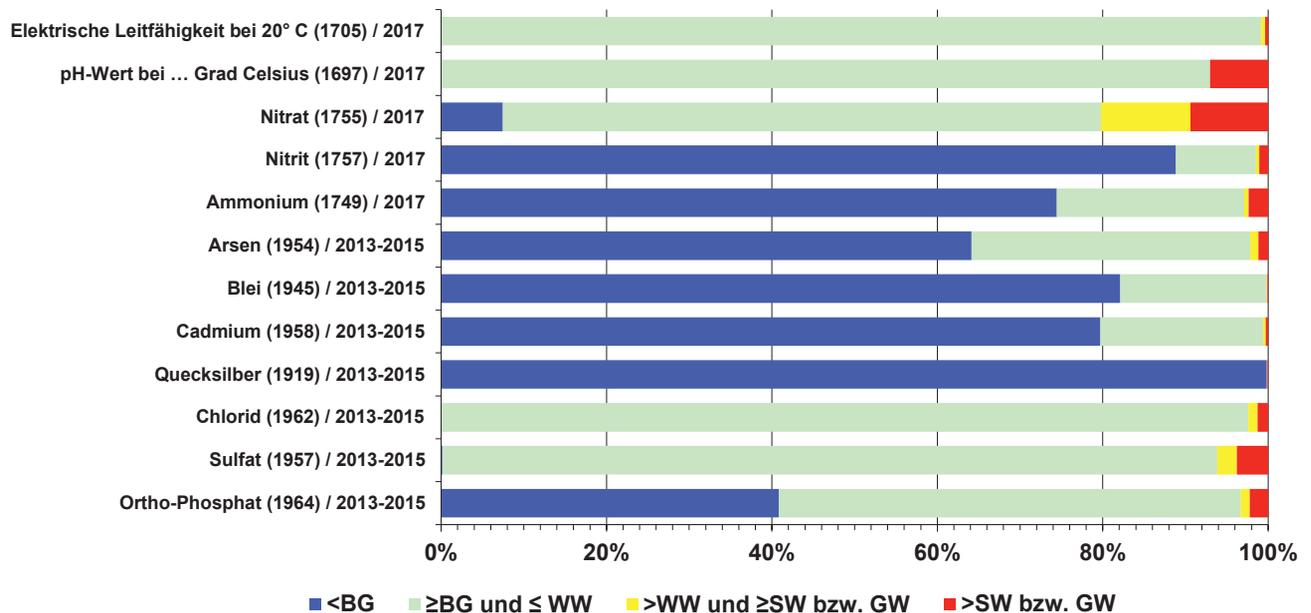


Abbildung 3.2-1: Verteilung der Messstellen auf die Teilmessnetze



Erläuterungen in Klammern: Anzahl der Messwerte / Beprobungsjahr bzw. -zeitraum
 BG = Bestimmungsgrenze, WW = Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes, SW = Schwellenwert der GrwV, GW = Grenzwert der TrinkwV, X = kein Warn-, Schwellen- oder Grenzwert festgelegt, XX = kein Schwellenwert bzw. Grenzwert festgelegt (Quelle: LUBW).

Abbildung 3.2-2: Ergebnisse 2017 Gesamtmessnetz

Messumfang „Vor-Ort-Parameter“:

Grundwasserstand und Pumpenförderstrom/Quellschüttung, Farbe-qualitativ, Trübung-qualitativ, Bodensatz-qualitativ, Geruch-qualitativ, Temperatur, Elektrische Leitfähigkeit (bei 20°C), pH-Wert (bei ...°C), Sauerstoffkonzentration, Sauerstoffsättigungsindex

Messumfang „N“:

Nitrat, Nitrit, Ammonium

Messumfang „PSM-Wirkstoffe“:

Atrazin, Bentazon, Bromacil, Chlortoluron, Desethylatrazin, Desethylterbutylazin, Desisopropylatrazin, Diuron, Flusilazol, Hexazinon, Isoproturon, MCPA, Mecoprop (MCP), Metalaxyl, Metazachlor, Metolachlor, Nicosulfuron, Propazin, Simazin, Terbutylazin

Messumfang „Nichtrelevante Metaboliten“:

DMS (N,N-Dimethylsulfamid), Desphenylchloridazon (Metabolit B), Methyl-desphenylchloridazon (Metabolit B1), Metolachlorsulfonsäure CGA 380168, Metabolit CGA 51202/ CGA 351916 von S-Metolachlor (Metolachlorsäure), Metabolit NOA 413173 von S-Metolachlor, Metabolit BH 479-8 von Metazachlor (Metazachlorsulfonsäure), Metabolit BH 479-4 von Metazachlor (Metazachlorsäure), Metabolit CGA 354742 von Dimethachlor (Dimethachlorsulfonsäure), Metabolit CGA 369873 von Dimethachlor, 2,6-Dichlorbenzamid

Tabelle 3.2-1: Ergebnisse 2017 – Landesmessnetz LUBW: Vor-Ort-Parameter und Messprogramm N

Parameter	Dimension	Anzahl Messstellen	> BG Anzahl	> BG %	> WW Anzahl	> WW %	> GW Anzahl	> GW %	Mittelwert	Min	P10	P50	P90	Max
Temperatur	°C	1719	1719	100	11	0,6	-	-	12,4	6,2	9,7	12,2	15,2	45,7
El. Leitfähigkeit bei 20 °C	mS/m	1733	1733	100	18	1,0	6	0,3	675	24	283	654	9941	4940
pH-Wert bei ...°C	-	1699	1699	100	110	6,5	110	6,5	7,09	4,79	6,75	7,14	7,39	8,82
Sauerstoff	mg/l	1682	1580	93,9	-	-	-	-	5,5	0,1	<0,5	5,9	9,5	11,6
Sauerstoffsättigungsindex	%	1592	1586	99,6	-	-	-	-	55,9	1,0	11,0	61,0	91,0	105,0
Nitrat	mg/l	1764	1649	93,5	325	18,4	172	9,8	22,6	0,1	1,9	18,2	50,0	139,0
Nitrit	mg/l	1757	146	8,3	3	0,2	3	0,2	0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,85
Ammonium	mg/l	1732	391	22,6	52	3,0	44	2,5	0,060	0,003	<0,01	<0,01	0,04	6,54

LUBW

Tabelle 3.2-2: Ergebnisse 2017 - Landesmessnetz LUBW: Süßstoffe

Parameter	Dimension	Anzahl Messstellen	> BG Anzahl	> BG %	> WW Anzahl	> WW %	> GW Anzahl	> GW %	Mittelwert	Min	P10	P50	P90	Max
Acesulfam	µg/l	610	288	47,2	-	-	-	-	0,06	0,01	<0,01	<0,01	0,11	3,4
Cyclamat	µg/l	617	75	12,2	-	-	-	-	0,15	0,01	<0,01	<0,01	0,02	83,0
Saccharin	µg/l	618	40	6,5	-	-	-	-	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,46
Sucralose	µg/l	618	61	9,9	-	-	-	-	0,06	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1,0

LUBW

Tabelle 3.2-3: Ergebnisse 2017 - Landesmessnetz LUBW: Benzotriazole

Parameter	Dimension	Anzahl Messstellen	> BG Anzahl	> BG %	> WW Anzahl	> WW %	> GW Anzahl	> GW %	Mittelwert	Min	P10	P50	P90	Max
Benzotriazol	µg/l	617	179	29,0	-	-	-	-	0,35	0,01	<0,01	<0,01	0,05	130
4-Methylbenzotriazol	µg/l	618	105	17,0	-	-	-	-	0,04	0,01	<0,01	<0,01	0,03	2,8
5-Methylbenzotriazol	µg/l	617	56	9,1	-	-	-	-	0,02	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	3,5

LUBW

Tabelle 3.2-4: Ergebnisse 2017 - Landesmessnetz LUBW: Per- und polyfluorierte Chemikalien

Parameter	Dimension	Anzahl Messstellen	> BG Anzahl	%	> WW Anzahl	%	> GW Anzahl	%	Mittelwert	Min	P10	P50	P90	Max
Perfluorbutanoat (PFBA)	ng/l	561	182	32,4	-	-	-	-	2	1	<1	<1	4	140
Perfluorpentanoat (PFPeA)	ng/l	561	129	23,0	-	-	-	-	3	1	<1	<1	3	433
Perfluorhexanoat (PFHxA)	ng/l	561	146	26,0	-	-	-	-	3	1	<1	<1	4	264
Perfluorheptanoat (PFHpA)	ng/l	561	93	16,6	-	-	-	-	2	1	<1	<1	2	60
Perfluoroctanoat (PFOA)	ng/l	561	165	29,4	-	-	-	-	3	1	<1	<1	5	100
Perfluorononanoat (PFNA)	ng/l	561	12	2,1	-	-	-	-	1	1	<1	<1	<1	23
Perfluordecanoat (PFDA)	ng/l	561	8	1,4	-	-	-	-	1	1	<1	<1	<1	22
Perfluorundecanoat (PFUnA)	ng/l	561	9	1,6	-	-	-	-	1	1	<1	<1	<1	5
Perfluordodecanoat (PFDoA)	ng/l	561	21	3,7	-	-	-	-	1	1	<1	<1	<1	20
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	560	182	32,5	-	-	-	-	2	1	<1	<1	3	74
Perfluorpentansulfonat (PFPeS)	ng/l	561	17	3,0	-	-	-	-	1	1	<1	<1	<1	15
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	ng/l	561	100	17,8	-	-	-	-	2	1	<1	<1	2	227
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	ng/l	561	12	2,1	-	-	-	-	1	1	<1	<1	<1	12
Perfluoroctansulfonat (PFOS)	ng/l	561	180	32,1	-	-	-	-	5	1	<1	<1	7	370
Perfluordecansulfonat (PFDS)	ng/l	443	12	2,7	-	-	-	-	1	1	<1	<1	<1	8
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonat (H4PFOS) (6:2 Fluorotelomer Sulfonat)	ng/l	561	39	7,0	-	-	-	-	2	1	<1	<1	<1	180
Summe PFC-Komponenten	ng/l	560	283	50,5	-	-	-	-	19	1	<1	<1	37	1591

LUBW

3.3 Grundwasserberichte

3.3.1 Fortschreibung Grundwassermonitoring

Die Untersuchungsumfänge beim Grundwassermonitoring sind nicht in jedem Jahr gleich. Manche Parameter wie Nitrat und die Vor-Ort-Parameter werden immer beprobt, bei anderen Parametern oder Parametergruppen erstreckt sich die Beprobung des Gesamtmessnetzes über mehrere Jahre. Teilweise werden aus aktuellem Anlass neue Parameter untersucht, zunächst pilotmäßig, bis sie dann nach Prüfung ins Routineprogramm übernommen werden. Dies alles spiegelt sich in den Themen der jährlichen Berichte zur Grundwasserbeschaffenheit wider, in denen jeweils die Ergebnisse der vorangegangenen Untersuchungen vorgestellt werden (Tabelle 3.3-1).

Darüber hinaus wird in einem Teilmessnetz ein Dauer-Monitoring der Grundwasserfauna betrieben. Nach der Bestandsaufnahme der Grundwasserfauna Baden-Württembergs 2002 wurde von 2006 bis 2014 jährlich die Zusammensetzung und mögliche Veränderungen der Tierwelt in 40 landesweit ausgewählten Beobachtungsrohren erforscht und bewertet. Seit 2016 finden die Untersuchungen nur noch alle zwei Jahre statt.

3.3.2 Grundwasserschutz am Oberrhein

Das grenzüberschreitende Projekt „Länderübergreifende Organisation für Grundwasserschutz am Oberrhein“ (LOGAR) wurde im Jahr 2013 auf Grundlage einer Vereinbarung in eine regelmäßige, grenzüberschreitende Zusammenarbeit überführt. In dem Lenkungsausschuss sind als Institutionen neben der LUBW, Région Grand Est (Vorsitz), BRGM, DREAL Alsace, Agence de l'Eau Rhin-Meuse und LTZ vertreten. Im Fachausschuss sind zudem FREDDON Alsace, AERM, APRONA, ARAA und LGRB vertreten.

Im Rahmen der regelmäßig durchgeführten Länderübergreifenden Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberheingraben wurde 2016 die vierte Beprobungskampagne seit 1998 durchgeführt. Gemeinsam mit den Projektpartnern aus der Schweiz, dem Elsass, aus Rheinland-Pfalz und Hessen werden im von der EU geförderten INTERREG-Projekt „ERMES“ die internationalen Grundwasserdaten von etwa 150 Parametern und Stoffen zusammengeführt, analysiert und über die gesamte Oberrheinebene zwischen Wiesbaden und Basel dargestellt und bewertet.

Tabelle 3.3-1: Übersicht über die in den Grundwasser-Ergebnisberichten behandelten Themen

Berichts-jahr	Niederschläge	GW-Neubildung aus Niederschlag	Grundwasser-vorräte	Nitrat	PSM	nrM	LHKW	BTEX	MTBE, ETBE	EDTA, NTA, DTPA	ARZ, RKM	PFC	Süßstoffe	Benzotriazole	MKW	PAK	pH, Versauerung	metallische Spurenstoffe	Sonder-themen
2017	x	x	x	x	x	x						x	x	x					TFA
2016	x	x	x	x	x	x						x	x	x				x	
2015	x	x	x	x	x	x	x	x	x		(RKM)	x	x	x					Gd
2014	x	x	x	x	x	x						x	x	x					
2013	x	x	x	x	x	x					x	x	x	x		x		x	WRRL
2012	x	x	x	x	x	x	x	x	x										geogene Par.
2011	x	x	x	x	x	x					x								
2010	x	x	x	x	x	x				x		x						x	
2009	x	x	x	x	x	x	x	x	x										
2008	x	x	x	x	x	x											x		
2007	x	x	x	x	x	x						x							WRRL
2006	x	x	x	x	x	x					x	x							
2005	x	x	x	x	x												x		
2004	x	x	x	x	x		x			x					x	x			
2003	x	x	x	x	x				x										Gd, WRRL
2002	x	x	x	x	x				x								x		
2001	x	x	x	x	x		x		x						x	x	x		TOC, DOC, TON, DON, o-PO4, PO4-ges, SAK-254, KMnO4-Ind
2000	x	x	x	x	x				x		x								
1999	x	x	x	x					x								x		geogene Par.
1998	x	x	x	x			x	x		x	x						x		As
1997	x	x	x	x	x												x		
1996	x			x	x												x		LF
1995				x	x		x										x		
1994				x	x		x	x									x		GH
1993				x	x		x										x	x	B
1992				x	x		x			x							x	x	B
1991				x	x		x										x	x	B
1990				x	x		x										x	x	B

LUBW

Neben dem bisher üblichen Untersuchungsumfang mit geogenen und anthropogenen Stoffen stehen die „neuartigen Spurenstoffe“ an ausgesuchten Messstellen im Oberrheingebiet im Vordergrund. Neben EDTA, PFC, Süßstoffen, Benzotriazolen und PSM-Metaboliten, welche für die anderen Länder zum Teil neu sind, werden u. a. mit Perchlorat und Coffein auch für Baden-Württemberg neue Stoffe im Grundwasser untersucht. Zum Abschluss des Projekts Ende 2018 werden - gemeinsam mit den Daten aus dem LUBW-Landesmessnetz - für einige Spurenstoffe

erstmalig Messwerte für den gesamten Teil Baden-Württembergs an der Oberrheinebene vorliegen.

Im Internet sind weitere Informationen zum grenzüberschreitenden Grundwasserschutz verfügbar:

www.lubw.baden-wuerttemberg.de/wasser/grenzueberschreitende-projekte

3.4 Internetangebote

3.4.1 Grundwasserstände und Quellschüttungen im Internet

Im Internet wird seit Mai 2001 unter dem Stichwort „GuQ - Grundwasserstände und Quellschüttungen“ (guq.lubw.baden-wuerttemberg.de/) über die aktuellen Grundwassermengenverhältnisse in Baden-Württemberg berichtet. Die Seite wird monatlich aktualisiert. Eine landesweite Übersichtskarte zeigt die regionalen Verhältnisse an ausgewählten Messstellen. Ganglinien belegen die kurzfristige Entwicklung, Trendlinien die langfristige Tendenz über die letzten 30 Jahre. Seit August 2006 werden mögliche Entwicklungen der Grundwasserstände und der Quellschüttungen im bevorstehenden Monat prognostiziert und als zusätzliche Ganglinie dargestellt. Im Dezember 2013 kam eine weitere Darstellung der Nass- und Trockenperioden der vergangenen 30 Jahre hinzu. Texte bewerten die Situation, technische Stammdaten und Fotos liefern weitere Informationen.

Seit Herbst 2004 sind die Messergebnisse des wägbaren Ly-simeters Büchig-Blankenloch bei Karlsruhe abrufbar. Dargestellt sind hier die Ganglinien der Parameter Niederschlag, Bodenwassergehalt, Versickerung, Lufttemperatur, Globalstrahlung und Verdunstung.

3.4.2 Grundwasserqualität im Internet

Auf den Internetseiten der LUBW www.lubw.baden-wuerttemberg.de sind u. a. unter „Themen - Wasser - Grundwasser - Grundwasserüberwachungsprogramm“ die jährlichen Berichte „Ergebnisse der Beprobungen“ von 1991 bis 2015 eingestellt. In Papierform sind die Berichte bei der LUBW erhältlich (Adresse siehe Impressum). Daten zu Grundwasserqualität und -menge der LUBW werden unter dem Titel „Jahresdatenkatalog Grundwasser“ im Internet bereitgestellt. Die Daten lassen sich in Form von Tabellen und/oder Diagrammen darstellen und exportieren: jdkgw.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/200/

4 Literaturverzeichnis

Die in den letzten fünf Jahren erschienenen Veröffentlichungen unter Beteiligung der LUBW bzw. LfU sind nachfolgend zusammengestellt. Weitere Veröffentlichungen - LUBW/LfU-Reihe-Grundwasserschutz sind im Internet unter www.lubw.baden-wuerttemberg.de unter den Rubriken „Angebote - Publikationen - Publikationen im Bestellshop der LUBW - Wasser - Grundwasser“ oder unter „Themen - Wasser - Grundwasser - Grundwasserüberwachungsprogramm“ zu finden.

4.1 Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg

Feuerstein, W., Barufke, K.-P., Wingerling, M. (2018)

Das Grundwasserüberwachungsprogramm für Baden-Württemberg, wwt 1-2/2018, 32-35

LUBW (2017)

Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg: „Grundwassermodell Mittelbaden: Analyse und Prognose der PFC-Belastung im Raum Rastatt und Baden-Baden, Stand Dezember 2017“, Karlsruhe, Dezember 2017

LUBW (2017F)

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2016 - Fachbericht“ - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 56, Karlsruhe, 2017

LUBW (2017K)

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2016 - Kurzbericht“ - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 57, Karlsruhe, 2017

Gudera u. a. (2017)

Gudera, T.: „Tendenzen, Trends und Entwicklungen des Grundwasserhaushalts 1951-2015 in Süddeutschland“. - KLIWA-Berichte Heft 22 - 6. KLIWA-Symposium 2017, S. 64 - 79

LUBW (2016F)

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2015 - Fachbericht“ - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 54, Karlsruhe, 2016

LUBW (2016K)

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2015 - Kurzbericht“ - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 55, Karlsruhe, 2016

Gudera u. a. (2015)

Gudera, T. und Morhard, A.: Hoch aufgelöste Modellierung des Bodenwasserhaushalts und der Grundwasserneubildung mit GWN-BW. Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, 59. Jahrgang, Heft 5, Oktober 2015, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz.

LUBW (2015)

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Dem Grundwasser auf der Spur - 30 Jahre Monitoring der Grundwasserqualität“ - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 53, Karlsruhe, 2015

LUBW (2015F)

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2014 - Fachbericht“ - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 51, Karlsruhe, 2015

LUBW (2015K)

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2014 - Kurzbericht“ - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 52, Karlsruhe, 2015

Feuerstein (2014a)

Feuerstein, W.: „Pflanzenschutz- und Arzneimittel im Grundwasser Baden-Württembergs“, Tagungsunterlagen zur Fachveranstaltung des Altlastenforums Baden-Württemberg am 16.05.2014: Umweltrisiken durch organische Spurenstoffe - Pestizide und Arzneimittelrückstände im Wasserkreislauf

Feuerstein (2014b)

Feuerstein, W.: „Pflanzenschutz- und Arzneimittel im Grundwasser Baden-Württembergs“, Tagungsunterlagen zum 14. Karlsruher Altlastenseminar: „Alte und neue Gefahren in der Altlastenbearbeitung – von der Altlastensanierung zum vorsorgenden Boden- und Umweltschutz“, ICP-Eigenverlag Bauen und Umwelt, Band 25, 2014, ISBN 978-3-939662-14-3

Feuerstein (2014c)

Feuerstein, W.: „Nicht relevante Metaboliten im Grundwasser“, Terratech 4/2014, 10 – 13

LUBW (2014F)

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2013 – Fachbericht“ - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 49, Karlsruhe, 2014

LUBW (2014K)

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2013 – Kurzbericht“ - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 50, Karlsruhe, 2014

Gudera u. a. (2013)

Gudera, T.: „Fallstudie Donauried – Auswirkungen des Klimawandels auf die Entwicklung der Nitratbelastung im Grundwasser“. – KLIWA-Berichte Heft 19 – 5. KLIWA-Symposium 2013, S. 210 – 226

LUBW (2013F)

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2012 – Fachbericht“ - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 47, Karlsruhe, 2013

LUBW (2013K)

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2012 – Kurzbericht“ - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 48, Karlsruhe, 2013

LUBW (2013)

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Leitfaden Grundwasserprobennahme“ Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 46, Karlsruhe, 2013 – nur online verfügbar

LfU (2001)

Landesanstalt für Umweltschutz Baden - Württemberg: „Atlas der Grundwasserbeschaffenheit in Baden-Württemberg“ - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 19, Karlsruhe, 2001

LfU (2000)

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm - Rahmenkonzept Grundwassermessnetz“. - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 10, 2. unveränderte Auflage, Karlsruhe, 2000

4.2 Fachspezifische EDV-Anwendungen

LUBW (2016)

Schuhmann, D.: „Handbuch Grundwasserdatenbank Version 4.3.0“, Ergänzte Neuauflage November 2017, LUBW-Fachdokumentation, Karlsruhe, 2017

LUBW (2016)

Schuhmann, D.: „Grundwasserdatenbank - Ein flexibles Werkzeug zur Auswertung von Grundwasserdaten“, LUBW-Produktflyer, Karlsruhe, 2016

LUBW (2016)

Schuhmann, D.: „Der GWDB-Editor Erfassungsprogramm für die Grundwasserdatenbank“, LUBW-Produktflyer, Karlsruhe, 2016

LUBW (2016)

Schuhmann, D.: „Grundwasserdaten im Internet - Datenabruf UDO, GuQ und JDK“, LUBW-Produktflyer, Karlsruhe, 2016

4.3 Rechtliche Grundlagen

Wasserrahmenrichtlinie (2000)

Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, ABl. L 327 vom 22.12.2000, S.1

Grundwasserrichtlinie (2006)

Richtlinie 2006/118/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung, ABl. L 372 vom 27.12.2006, S.17

Grundwasserverordnung (2010)

Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung – GrwV) vom 9. November 2010, BGBl. I 2010 S.1513 sowie Erste Verordnung zur Änderung der Grundwasserverordnung vom 4. Mai 2017, BGBl. I 2017 S. 1044

Trinkwasserverordnung (2001)

Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV) vom 21.05.2001, BGBl. I 2001 S. 959, Neufassung vom 10. März 2016, BGBl. I 2016 S.459

Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung

Verordnung des Umweltministeriums über Schutzbestimmungen und die Gewährung von Ausgleichsleistungen in Wasser- und Quellenschutzgebieten (Schutzgebiets- und Ausgleichs-Verordnung - SchALVO), GBl. 2001 S. 145; letzte Novellierung: 01.01.2014, GBl. 2013 S. 3891

5 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bezeichnung
AQS	Analytische Qualitätssicherung
BG	Bestimmungsgrenze
BMN	Basismessnetz
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
CVUA	Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt
DVGW	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.
DWD	Deutscher Wetterdienst
EI	Emittentenmessstellen Industrie
EL	Emittentenmessstellen Landwirtschaft
ES	Emittentenmessstellen Siedlung
GFS	Geringfügigkeitsschwellenwert der LAWA
GIS	Geografisches Informationssystem
GOW	Gesundheitlicher Orientierungswert für Trinkwasser
GrwV	Grundwasserverordnung
GÜP	Grundwasser-Überwachungs-Programm
GW	Grenzwert
GWDB	Grundwasserdatenbank der Wasserwirtschaftsverwaltung
GWD-WV	Grundwasserdatenbank Wasserversorgung
LABDÜS	Labordatenübertragungssystem
LAWA	Bund-/ Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LfU	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (1975-2005)
LUBW	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (ab 2006)
LGRB	Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 - Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau
MBG	Mindestbestimmungsgrenze
Mst.	Messstelle
Mw	Messwert
QMN	Quellmessnetz
QN	Qualitätsnorm der EU-Grundwasserrichtlinie 2006
RW	Rohwassermessstellen
RW-öVV	Rohwasser für öffentliche Wasserversorgung
SchALVO	Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung
SE	sonstige Emittentenmessstellen
StaLa	Statistisches Landesamt
SW	Schwellenwert der GrwV 2010
TMN	Trendmessnetz Grundwassermenge, Grundwasserstand, Quellschüttung, Lysimeter
TrinkwV	Trinkwasserverordnung
UVB	Untere Verwaltungsbehörden
VF	Vorfeldmessstellen
VGW	Verband der Gas- und Wasserwerke Baden-Württemberg e.V.
VKU	Verband kommunaler Unternehmen
WIBAS	Informationssystem Wasser, Immissionsschutz, Boden, Abfall, Arbeitsschutz
WRRL	EU-Wasserrahmenrichtlinie
WVU	Wasserversorgungsunternehmen
WW	Warnwert des Grundwasserbeschaffenheitsmessnetzes
Chemische Parameter:	
DEA	Desethylatrazin (Metabolit des Pflanzenschutzmittelwirkstoffs Atrazin)
DMS	N,N-Dimethylsulfamid (Metabolit des Pflanzenschutzmittelwirkstoffs Tolyfluanid)
Met B	Desphenylchloridazon (Metabolit des Pflanzenschutzmittelwirkstoffs Chloridazon)
nrM	nicht relevanter Metabolit
PSM	Pflanzenschutzmittel
PFC	Per- und polyfluorierte Chemikalien

Anhang

A 1 Statistische Verfahren

Rangstatistik

Wie in den Vorjahren werden im vorliegenden Bericht neben dem Mittelwert rangstatistische Maßzahlen verwendet. Die Gründe hierfür sind:

- Bei Datenkollektiven mit einem hohen Anteil an Messwerten „< BG“ - wobei diese auch unterschiedlich sein können - sind die Perzentile im Gegensatz zum arithmetischen Mittelwert exakte Maßzahlen. Der Mittelwert ist z. T. willkürlich, da der Wert, mit dem die Angabe „< BG“ in die Mittelwertberechnung eingehen soll (mit vollem Wert, mit halbem Wert, etc.), nicht definiert ist.
- Bei kleineren Teilkollektiven wirkt sich die hohe Variabilität der Extremwerte besonders stark auf die Mittelwerte aus. Medianwerte sind unempfindlicher.
- Die Vergleichbarkeit mit Angaben „% der Messstellen > WW oder > GW“ ist besser gegeben.
- Bei linksschiefen Verteilungen mit der kleinsten vorkommenden Bestimmungsgrenze als feste Grenze gibt es nur rangstatistische Tests zur Ermittlung der Signifikanz von Trends.

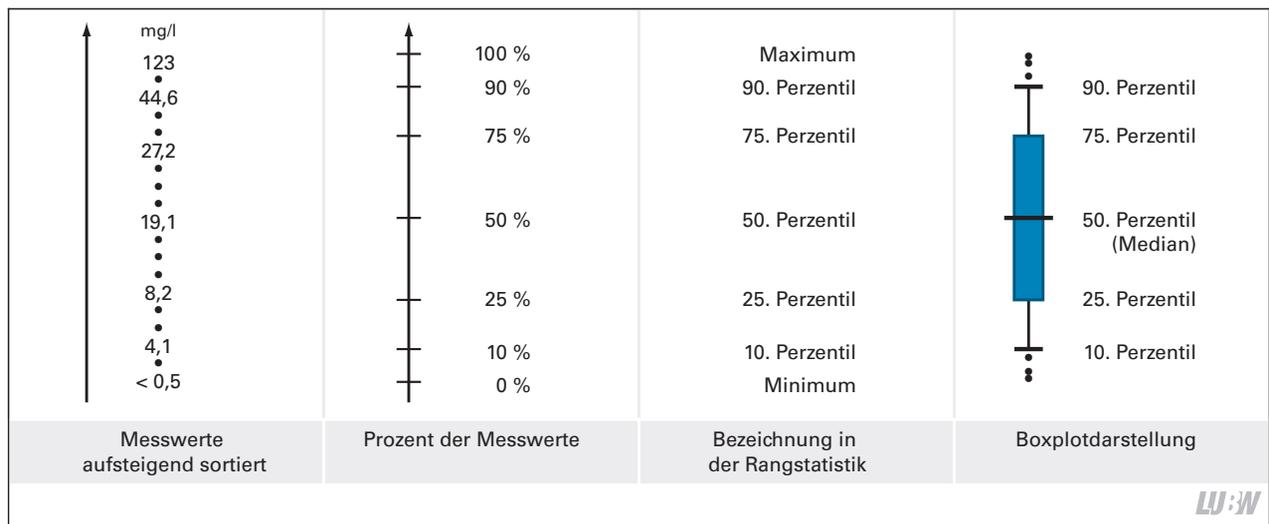
- Die Rangstatistik ist auch auf Parameter mit logarithmierter Konzentrationsangabe wie den pH-Wert anwendbar, da der Messwert selbst nicht in die Berechnung eingeht, sondern nur seine Position innerhalb der sortierten Reihe interessiert.

- Zur einheitlichen Verarbeitung der Daten wird die Rangstatistik nicht nur auf die Spurenstoffe, sondern auf alle Parameter angewendet.

Für rangstatistische Auswertungen werden die Daten zunächst aufsteigend und ohne Berücksichtigung des „<“-Zeichens sortiert. Das gesamte Datenkollektiv entspricht 100 %, der Messwert an der 50 %-Marke ist der Medianwert (50. Perzentil, P50), d. h. 50 % der Messwerte liegen über, 50 % der Messwerte unter dem Medianwert. Analog liegen unter dem 10. Perzentil 10 % der Messwerte, 90 % darüber (siehe Abbildung 3.2-2).

Zeitreihenstatistik

Soll der Trend nicht für einzelne Messstellen, sondern für ganze Gruppen von Messstellen beschrieben werden, muss es sich aus Gründen der Vergleichbarkeit um immer die gleichen Messstellen handeln (konsistente Messstellengruppen) und im betrachteten Zeitraum muss aus jedem



LUBW

Abbildung A1: Beispiel für die Rangstatistik und die Boxplotdarstellung

Jahr mindestens ein Messwert vorliegen. Hinsichtlich der Namensgebung „konsistent“ und „periodisch konsistent“ werden folgende Vereinbarungen getroffen: Liegt für jedes Jahr im betrachteten Zeitraum für jede Messstelle mindestens ein Wert vor - d. h. ohne Unterbrechungen in der Datenreihe -, handelt es sich um eine „konsistente“ Messstellengruppe. Wenn im betrachteten Zeitraum aber nur Werte für mehrere einzelne Jahre vorhanden sind (Perioden) - d. h. mit einzelnen Unterbrechungen, handelt es sich um eine „periodisch-konsistente“ Messstellengruppe.

Sollen bei bestimmten Auswertungen mögliche jahreszeitliche Schwankungen weitgehend vermieden werden, werden nur die Messwerte der Herbstbeprobung oder der Monate September bis Oktober oder bis November herangezogen. Liegen innerhalb dieses Zeitfensters mehrere Analysen vor, wird der Medianwert für die betreffende Messstelle berechnet.

- Bei Parametern, die überwiegend positive Befunde, d. h. Werte „> Bestimmungsgrenze“ aufweisen wie Nitrat, Summe Erdalkalien etc., werden die statistischen Kennzahlen, z. B. Mittelwert, Medianwert, 90. Perzentil ermittelt.
- Bei Spurenstoffen führt die Anwendung von Medianwerten häufig nicht zu einer Aussage über das mittlere Verhalten, weil die Zahl der positiven Befunde i. d. R. geringer ist als die Zahl der Messwerte „< BG“. Für diese Stoffe ist es daher sinnvoll, die Belastung anhand der Veränderung, z. B. des 90. Perzentils oder der Überschreitungshäufigkeit von Vergleichswerten (SW, GW, WW, BG) darzustellen.

A 2 Rechenverfahren

Bei der Angabe „Anzahl Messstellen mit Messwerten größer Bestimmungsgrenze“ ist zu berücksichtigen, dass die Bestimmungsgrenzen eines Parameters von Labor zu Labor teilweise unterschiedlich sind. Bei den Auswertungen führt dies dazu, dass z. B. ein kleinerer Konzentrationswert (z. B. „0,03 µg/l“) als positiver Befund bewertet wird, während der höhere Zahlenwert „< 0,05 µg/l“ als negativer Befund angesehen werden muss.

Liegt von einer Messstelle mehr als eine Analyse im Berichtszeitraum vor, wird jeweils der Medianwert dieser Daten angesetzt. Bei der Ermittlung des Maximums wird auf die Einzelwerte zurückgegriffen.

Rechenverfahren zur Berechnung der Summenparameter: „Summe LHKW nach TrinkwV 2001“ als Beispiel für die Ermittlung von Werten von Summenparametern: Für die Ermittlung der „Summe LHKW nach TrinkwV 2001“ gibt es keine allgemeingültige Rechenverfahren. Der Parameter „Summe LHKW nach TrinkwV 2001“ wird definitionsgemäß aus der Summe der beiden Stoffe Trichlorethen und Tetrachlorethen gebildet. Entsprechend Trinkwasserverordnung von 2001 beträgt der Grenzwert 0,010 mg/l. Die Bestimmungsgrenze für die beiden Stoffe beträgt 0,0001 bis 0,001 mg/l. Bei den vorliegenden und auch bei allen Auswertungen der vergangenen Jahre werden zunächst alle Summenwerte mit „<-Zeichen ausgeschieden und dann erst gegen den Grenzwert geprüft. Bei der Verarbeitung der Daten in der Grundwasserdatenbank wird daher die in Tabelle 3.2-5 dargestellte Vorgehensweise praktiziert.

Fälle 1 + 2: Beide Befunde sind „< BG“, „< BG“ wird zum Summenwert.

Fälle 3 + 4: Werte „< BG“ und positive Befunde kommen vor, nur die positiven Befunde werden zur Addition verwendet, Werte „< BG“ bleiben außer Betracht.

Tabelle A1: Rechenverfahren für die LHKW-Summenbildung nach TrinkwV 2001 in der Grundwasserdatenbank

	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4
Trichlorethen (TRI)	< 0,0001	< 0,001	0,0038	0,0670
Tetrachlorethen (PER)	< 0,0001	< 0,001	< 0,0001	0,0055
Summe LHKW nach TrinkwV 2001	< 0,0001	< 0,001	0,0038	0,0725

LUBW

A 3 Bestimmungsgrenzen und Qualitätsnormen

In den nachfolgenden Tabellen sind einige Kenngrößen für die untersuchten Parameter zusammengestellt:

- Parameter mit Dimension und Anzahl der Messwerte < Bestimmungsgrenze,
- bei den Messungen der Laboratorien häufig auftretende Bestimmungsgrenzen,
- die geforderte Mindestbestimmungsgrenze (MBG),
- Warnwerte (WW), die im Rahmen des Grundwasserüberwachungsprogramms festgelegt wurden und keinen rechtlichen Charakter haben. Sie orientieren sich i. A. an gesetzlichen Grenz- und Richtwerten sowie an sonstigen Empfehlungen. Bei Parametern, für die in der Grundwasserverordnung Schwellenwerte angegeben sind, beträgt der Warnwert 75 % dieses Schwellenwerts. Bei weiteren Parametern, für die in der Trinkwasserverordnung Grenzwerte angegeben sind, beträgt der Warnwert 80 % dieses Grenzwerts. Die Warnwerte werden bei Bedarf neueren Erkenntnissen angepasst.

- Grenzwerte (GW) für chemische Stoffe und einzelne Parameter der Trinkwasserverordnung vom 21.05.2001 bzw. der Neufassung der TrinkwV vom 10.03.2016. Die Anwendung der Trinkwassergrenzwerte als Grenzwerte im rechtlichen Sinne auf nicht für Trinkwasserzwecke verwendetes Grundwasser ist nicht zulässig und geschieht im vorliegenden Bericht nur hilfsweise zur Einordnung der Messergebnisse.
- Schwellenwerte (SW) der Ersten Verordnung zur Änderung der Grundwasserverordnung vom 04.05.2017,
- Leitwerte (LW) für Trinkwasser; die Anwendung der GOW auf Grundwasser erfolgt im vorliegenden Bericht nur hilfsweise für die Einordnung der Messergebnisse.
- Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) für Trinkwasser; die Anwendung der GOW auf Grundwasser erfolgt im vorliegenden Bericht nur hilfsweise für die Einordnung der Messergebnisse.

Tabelle A2: Bei der Beprobung 2017 im Landesmessnetz LUBW auftretende Bestimmungsgrenzen und Qualitätsnormen

Parameter	Dimension	Anzahl Messwerte < BG ¹⁾	Bestimmungsgrenzen ²⁾	MBG	WW	GW	SW
Temperatur	° C	0	entfällt	entfällt	20	-	-
Elektrische Leitfähigkeit bei 20 °C	mS/m	0	entfällt	entfällt	200	250	-
pH-Wert bei ...°C	-	0	entfällt	entfällt	6,5/9,5	6,5/9,5	-
Sauerstoff	mg/l	102	0,1 / 0,2 / 0,5	0,5	-	-	-
Sauerstoffsättigungsindex	%	entfällt	entfällt	entfällt	-	-	-
Nitrat	mg/l	115	0,1 / 0,5	0,5	37,5	50	50
Nitrit	mg/l	1611	0,01	0,01	0,08	0,13	-
Ammonium	mg/l	1302	0,01	0,01	0,375	0,5	0,5

1) Die Anzahl der vorkommenden Werte „> BG“ ergibt sich aus der statistischen Übersicht des Gesamtmessnetzes (Kapitel 3.2)
 2) Bestimmungsgrenzen, die in weniger als 3 % der Fälle auftreten, sind nicht berücksichtigt, Bestimmungsgrenzen, die in mehr als 30% der Fälle auftreten, sind fett gedruckt
 3) Nach TrinkwV gilt für Nitrit am Ausgang des Wasserwerks ein Grenzwert von 0,1 mg/l. Dieser Wert wurde bei den Auswertungen in diesem Bericht zugrunde gelegt

Tabelle A3: Bei den Nachmessungen 2017 auf Pflanzenschutzmittel und relevante Metaboliten im Landesmessnetz LUBW auftretende Bestimmungsgrenzen und Qualitätsnormen

Parameter	Dimension	Anzahl Messwerte < BG ¹⁾	Bestimmungsgrenzen ²⁾	MBG	WW	GW	SW
Atrazin	µg/l	entfällt	0,05	0,05	0,08	0,1	0,1
Bentazon	µg/l	entfällt	0,05	0,05	0,08	0,1	0,1
Bromacil	µg/l	entfällt	0,05	0,05	0,08	0,1	0,1
Desethylatrazin	µg/l	entfällt	0,05	0,05	0,08	0,1	0,1
Desethylterbuthylazin	µg/l	entfällt	0,05	0,05	0,08	0,1	0,1
Desisopropylatrazin	µg/l	entfällt	0,05	0,05	0,08	0,1	0,1
Diuron	µg/l	entfällt	0,05	0,05	0,08	0,1	0,1
Flusilazol	µg/l	entfällt	0,05	0,05	0,08	0,1	0,1
Hexazinon	µg/l	entfällt	0,05	0,05	0,08	0,1	0,1
Isoproturon	µg/l	entfällt	0,05	0,05	0,08	0,1	0,1
MCPA	µg/l	entfällt	0,05	0,05	0,08	0,1	0,1
Mecoprop (MCP)	µg/l	entfällt	0,05	0,05	0,08	0,1	0,1
Metalaxyl	µg/l	entfällt	0,05	0,05	0,08	0,1	0,1
Metazachlor	µg/l	entfällt	0,05	0,05	0,08	0,1	0,1
Metolachlor	µg/l	entfällt	0,05	0,05	0,08	0,1	0,1
Propazin	µg/l	entfällt	0,05	0,05	0,08	0,1	0,1
Simazin	µg/l	entfällt	0,05	0,05	0,08	0,1	0,1
Terbuthylazin	µg/l	entfällt	0,05	0,05	0,08	0,1	0,1

- 1) Diese Angabe entfällt, da sie bei Nachmessungen zu falschen Schlüssen führt
 2) Bestimmungsgrenzen, die in weniger als 3 % der Fälle auftreten, sind nicht berücksichtigt, Bestimmungsgrenzen, die in mehr als 30% der Fälle auftreten, sind fett gedruckt

LUBW

Tabelle A4: Bei den Nachmessungen 2017 auf nichtrelevante Metaboliten im Landesmessnetz LUBW auftretende Bestimmungsgrenzen und Qualitätsnormen

Parameter	Dimension	Anzahl Messwerte < BG ¹⁾	Bestimmungsgrenzen ²⁾	MBG	SW
DMS (N,N-Dimethylsulfamid)	µg/l	entfällt	0,05	0,05	1,0
Desphenylchloridazon (Metabolit B)	µg/l	entfällt	0,05	0,05	3,0
Methyl-desphenylchloridazon (Metabolit B1)	µg/l	entfällt	0,05	0,05	3,0
Metabolit CGA 380168/CGA 354743 von S-Metolachlor (Metolachlorsulfonsäure)	µg/l	entfällt	0,05	0,05	3,0
Metabolit CGA 51202/CGA 351916 von S-Metolachlor (Metolachlorsäure)	µg/l	entfällt	0,05	0,05	3,0
Metabolit NOA 413173 von S-Metolachlor	µg/l	entfällt	0,05	0,05	1,0
Metabolit BH 479-8 von Metazachlor (Metazachlorsulfonsäure)	µg/l	entfällt	0,05	0,05	3,0
Metabolit BH 479-4 von Metazachlor (Metazachlorsäure)	µg/l	entfällt	0,05	0,05	3,0 ⁴⁾
Metabolit CGA 354742 von Dimethachlor (Dimethachlorsulfonsäure)	µg/l	entfällt	0,05	0,05	3,0
Metabolit CGA 369873 von Dimethachlor	µg/l	entfällt	0,05	0,05	1,0
2,6-Dichlorbenzamid	µg/l	entfällt	0,05	0,05	3,0

- 1) Diese Angabe entfällt, da sie bei Nachmessungen zu falschen Schlüssen führt
 2) Bestimmungsgrenzen, die in weniger als 3 % der Fälle auftreten, sind nicht berücksichtigt, Bestimmungsgrenzen, die in mehr als 30% der Fälle auftreten, sind fett gedruckt
 3) „Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) für nicht relevante Metaboliten (nrM) von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln“, Fortschreibungsstand Januar 2017 unter: www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/gowpsm20170111.pdf
 4) Im Juni 2017 vom Umweltbundesamt aktualisiert, noch nicht veröffentlicht

LUBW

Tabelle A 5: Bei der Beprobung 2017 auf Süßstoffe, Benzotriazole sowie PFC (per- und polyfluorierte Chemikalien) im Landesmessnetz auftretende Bestimmungsgrenzen und Qualitätsnormen

Parameter	Dimension	Anzahl Messwerte < BG ¹⁾	Bestimmungsgrenzen ²⁾	MBG	LW	GOW
Süßstoffe						
Acesulfam	µg/l	322	0,01	0,01		-
Cyclamat	µg/l	542	0,01	0,01		-
Saccharin	µg/l	578	0,01	0,01		-
Sucralose	µg/l	557	0,05	0,05		-
Benzotriazole						
Benzotriazol	µg/l	438	0,01	0,01		3,0
4-Methylbenzotriazol	µg/l	513	0,01	0,01		-
5-Methylbenzotriazol	µg/l	561	0,01	0,01		-
PFC (per- und polyfluorierte Chemikalien)						
Perfluorbutanoat (PFBA)	ng/l	379	1	1	10.000	
Perfluorpentanoat (PFPeA)	ng/l	432	1	1		3.000
Perfluorhexanoat (PFHxA)	ng/l	415	1	1	6.000	
Perfluorheptanoat (PFHpA)	ng/l	468	1	1		300
Perfluoroctanoat (PFOA)	ng/l	396	1	1	100	
Perfluornonanoat (PFNA)	ng/l	549	1	1	60	
Perfluordecanoat (PFDA)	ng/l	553	1	1		100
Perfluorundecanoat (PFUnA)	ng/l	552	1	1		
Perfluordodecanoat (PFDoA)	ng/l	540	1	1		
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	378	1	1	6.000	
Perfluorpentansulfonat (PFPeS)	ng/l	544	1	1		
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	ng/l	461	1	1	100	
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	ng/l	549	1	1		300
Perfluoroctansulfonat (PFOS)	ng/l	381	1	1	100	
Perfluordecansulfonat (PFDS)	ng/l	431	1	1		
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonat (H4PFOS) (6:2 Fluorotelomer Sulfonat)	ng/l	522	1	1		100

1) Die Anzahl der vorkommenden Werte „> BG“ ergibt sich aus der statistischen Übersicht des Gesamtmessnetzes

2) Bestimmungsgrenzen, die in weniger als 3 % der Fälle auftreten, sind nicht berücksichtigt, Bestimmungsgrenzen, die in mehr als 30 % der Fälle auftreten, sind fett gedruckt

3) LW und GOW „Fortschreibung der vorläufigen Bewertung von Per- und polyfluorierten Chemikalien (PFC) in Trinkwasser“ unter: www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/fortschreibung_der_uba-pfc-bewertungen_bundesgesundheitsbl_2017-60_s_350-352.pdf (Abruf 12.06.2017)

