

**VfEW
DVGW
VKU
Städtetag
Gemeindetag
TZW**

Grundwasserdatenbank Wasserversorgung

30. Jahresbericht

- Ergebnisse der Beprobung 2021 -

Impressum

Herausgeber

Grundwasserdatenbank Wasserversorgung
c/o TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser

Abteilung Wasserversorgung / Sachgebiet Risikomanagement
Karlsruher Straße 84
76139 Karlsruhe
E-Mail: info@grundwasserdatenbank.de
Internet: www.grundwasserdatenbank.de

Beirat "Grundwasserdatenbank Wasserversorgung"

Vorsitzender:
Prof. Dr.-Ing. Frieder Haakh Zweckverband Landeswasserversorgung

Stellvertretender Vorsitzender:
Dirk Betting bnNETZE

Mitglieder:	
Thomas Anders	DVGW Baden-Württemberg
Gerald Werner	DVGW Baden-Württemberg
Dr. Tobias Bringmann	VKU Baden-Württemberg
Severin Maier	VKU Baden-Württemberg
Oliver Simonek	VfEW Baden-Württemberg
Jonathan Wünsch	VfEW Baden-Württemberg
Dr. Josef Klinger	TZW Technologiezentrum Wasser
Nathalie Münz	Landkreistag Baden-Württemberg
Thomas Strahl	Landkreistag Baden-Württemberg
Stefan Braun	Gemeindetag Baden-Württemberg
Dr. Susanne Nusser	Städtetag Baden-Württemberg
Ante Artuković	Städtetag Baden-Württemberg
Michael Schönthal	Stadtwerke Karlsruhe

Bearbeitung

Betrieb:
TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser

Wissenschaftliche Leitung (TZW):
Sebastian Sturm
Thilo Fischer
Rabea Muhrez
Erika Snjaric
Julia Bauer

EDV-Technik:
Kollotzek Software-Entwicklung

Die GWD-WV im Internet

Grundwasserdatenbank Wasserversorgung	www.grundwasserdatenbank.de
VfEW - Verband für Energie- und Wasserwirtschaft e. V.	www.vfew-bw.de
DVGW-Landesgruppe Baden-Württemberg	www.dvgw-bw.de
VKU - Landesgruppe Baden-Württemberg	www.vku.de/vku-in-den-laendern/baden-wuerttemberg.html
Städtetag Baden-Württemberg	www.staedtetag-bw.de
Gemeindetag Baden-Württemberg	www.gemeindetag-bw.de
TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser	www.tzw.de

Inhaltsverzeichnis

Impressum	3
Die GWD-WV im Internet	4
Inhaltsverzeichnis	5
Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	8
Die Grundwasserdatenbank Wasserversorgung	9
1 Einführung in die Messprogramme	10
1.1 Nitratmessprogramm	10
1.2 Monitoringprogramm	11
1.3 Grundmessprogramm	12
2 Ergebnisse der landesweiten Auswertungen zur Grund- und Quellwasserbeschaffenheit	13
2.1 Dateneingang und Beteiligung	13
2.2 Ergebnisübersicht 2021	17
2.3 Nitrat	21
2.4 Monitoringprogramm 2021	27
2.4.1 Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS) und Trifluoressigsäure (TFA) (Parametergruppe F)	27
2.4.2 Metaboliten von Tolyfluanid und Chloridazon (Parametergruppe D)	35
2.4.3 Triazine, ausgewählte organische Stickstoffverbindungen und Bentazon (Parametergruppe B)	41
2.5 Ausgewählte Ergebnisse aus dem Grundmessprogramm	46
2.5.1 pH-Wert	48
2.5.2 Eisen	50
2.5.3 Mangan	52
2.5.4 Ammonium	54
2.5.5 Chlorid	56
2.5.6 Sulfat	58
2.5.7 Tri- und Tetrachlorethen	60
2.6 Ausgewählte Ergebnisse aus dem erweiterten Grundmessprogramm	62
2.6.1 Gesamthärte	64
2.6.2 Arsen	66
2.6.3 Blei	68
2.6.4 Cadmium	70
2.6.5 Quecksilber	72
2.6.6 Uran	73
2.6.7 Ortho-Phosphat	75
Literatur	77
Weiterführende Literatur	79
Abkürzungen	80
Datengrundlage	81
Datenrücklauf an die Wasserversorgungsunternehmen	82
Beteiligte Wasserversorgungsunternehmen 2021	84

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Entwicklung des Dateneingangs der Grundwasserdatenbank Wasserversorgung	13
Abb. 2:	Regionale Verteilung der SchALVO-relevanten Messstellen (Beprobung 2021)	15
Abb. 3:	Konzentrationsverteilung für Nitrat (Beprobung 2021)	21
Abb. 4:	Regionale Verteilung der Nitrat-Belastungen (Beprobung 2021)	22
Abb. 5:	Nitratmittelwerte in mg/L (Beprobungen 2019 - 2021) nach Stadt- und Landkreisen.....	23
Abb. 6:	Jahresmittelwerte Nitrat	24
Abb. 7:	Veränderung der Nitratkonzentration zwischen zwei Zeiträumen (2007 - 2009 und 2019 - 2021) in mg/L bei allen SchALVO-Messstellen	25
Abb. 8:	Regionale Verteilung der Änderungen der Nitratkonzentrationen zwischen zwei Zeiträumen 2007 - 2009 und 2019 - 2021	26
Abb. 9:	Prozentuale Ergebnisübersicht für Parametergruppe F1 (PFAS) (Beprobung 2019 - 2021).....	28
Abb. 10:	Konzentrationsklassen für PFOS aus der Beprobung 2019 - 2021.....	29
Abb. 11:	Konzentrationsklassen für PFOA aus der Beprobung 2019 - 2021.....	29
Abb. 12:	Konzentrationsklassen für PFHpA aus der Beprobung 2019 - 2021	30
Abb. 13:	Räumliche Verteilung des PFAS Bewertungsindex (Beprobung 2019 - 2021)	31
Abb. 14:	Konzentrationsverteilung für TFA aus der Beprobung 2019 - 2021	33
Abb. 15:	Regionale Verteilung der TFA-Belastungen (Beprobung 2019 - 2021).....	34
Abb. 16:	Prozentuale Ergebnisübersicht für Parametergruppe D (Beprobung 2019 - 2021).....	35
Abb. 17:	Konzentrationsverteilung für DMS aus der Beprobung 2019 - 2021	36
Abb. 18:	Regionale Verteilung der DMS-Belastungen (Beprobung 2019 - 2021).....	37
Abb. 19:	Konzentrationsverteilung für den Wirkstoff Chloridazon (Medianwerte der Beprobungen 2019 - 2021).....	38
Abb. 20:	Konzentrationsverteilung für Desphenyl-Chloridazon (Metabolit B) (Medianwerte der Beprobungen 2019 - 2021)	38
Abb. 21:	Konzentrationsverteilung für Methyldesphenyl-Chloridazon (Metabolit B1) (Medianwerte der Beprobungen 2019 - 2021).....	39
Abb. 22:	Regionale Verteilung der Desphenyl-Chloridazon-Belastungen (Beprobung 2019 - 2021)	40
Abb. 23:	Prozentuale Ergebnisübersicht Parametergruppe B (Beprobung 2019 - 2021).....	42
Abb. 24:	Regionale Verteilung der Desethylatrazin-Belastungen (Medianwerte der Beprobungen 2019 - 2021).....	43
Abb. 25:	Regionale Verteilung der 2,6-Dichlorbenzamid-Belastungen (Medianwerte der Beprobungen 2019 - 2021)	44
Abb. 26:	Regionale Verteilung der Bentazon-Belastungen (Medianwerte der Beprobungen 2019 - 2021).....	45
Abb. 27:	Ergebnisübersicht für die Parameter des Grundmessprogramms (Beprobung 2021)	47
Abb. 28:	Verteilung der pH-Werte (Beprobung 2021)	48
Abb. 29:	Regionale Verteilung der pH-Werte (Beprobung 2021).....	49
Abb. 30:	Konzentrationsverteilung für Eisen (Beprobung 2021).....	50
Abb. 31:	Regionale Verteilung der Eisen-Konzentrationen (Beprobung 2021).....	51
Abb. 32:	Konzentrationsverteilung für Mangan (Beprobung 2021)	52
Abb. 33:	Regionale Verteilung der Mangan-Konzentrationen (Beprobung 2021).....	53
Abb. 34:	Konzentrationsverteilung für Ammonium (Beprobung 2021).....	54
Abb. 35:	Regionale Verteilung der Ammonium-Werte (Beprobung 2021)	55
Abb. 36:	Konzentrationsverteilung für Chlorid (Beprobung 2021).....	56
Abb. 37:	Regionale Verteilung der Chlorid-Werte (Beprobung 2021).....	57
Abb. 38:	Konzentrationsverteilung für Sulfat (Beprobung 2021).....	58

Abb. 39: Regionale Verteilung der Sulfat-Werte (Beprobung 2021)	59
Abb. 40: Konzentrationsverteilung für Tri- und Tetrachlorethen-Summenwerte (Beprobung 2021)....	60
Abb. 41: Regionale Verteilung für Tri- und Tetrachlorethen-Summenwerte (Beprobung 2021).....	61
Abb. 42: Ergebnisübersicht für die Parameter des erweiterten Grundmessprogramms (Beprobung 2021)	63
Abb. 43: Verteilung der Werte für die Gesamthärte (Beprobung 2021).....	64
Abb. 44: Regionale Verteilung der Gesamthärte-Werte (Beprobung 2021).....	65
Abb. 45: Konzentrationsverteilung für Arsen (Beprobung 2021).....	66
Abb. 46: Regionale Verteilung der Arsen-Werte (Beprobung 2021).....	67
Abb. 47: Konzentrationsverteilung für Blei (Beprobung 2021).....	68
Abb. 48: Regionale Verteilung der Blei-Konzentrationen (Beprobung 2021).....	69
Abb. 49: Konzentrationsverteilung für Cadmium (Beprobung 2021).....	70
Abb. 50: Regionale Verteilung der Cadmium- Konzentrationen (Beprobung 2021)	71
Abb. 51: Konzentrationsverteilung für Quecksilber (Beprobung 2021).....	72
Abb. 52: Konzentrationsverteilung für Uran (Beprobung 2021)	73
Abb. 53: Regionale Verteilung der Uran- Konzentrationen (Beprobung 2021).....	74
Abb. 54: Konzentrationsverteilung für ortho-Phosphat (Beprobung 2021)	75
Abb. 55: Regionale Verteilung der ortho-Phosphat- Konzentrationen (Beprobung 2021).....	76
Abb. 58: Muster für die messstellenspezifische Entwicklung der Nitratkonzentrationen in einer Messstelle	82
Abb. 59: Muster für die Darstellung von messstellenspezifischen Werten im landesweiten Vergleich	83

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Einstufung von Wasserschutzgebieten nach SchALVO §5(1).....	10
Tab. 2:	Nitratuntersuchungen an SchALVO-Messstellen.....	10
Tab. 3:	Parametergruppen und zugehörige Parameter im Monitoringprogramm 2019 bis 2023	11
Tab. 4:	Parameterumfänge des Grundmessprogramms	12
Tab. 5:	SchALVO-Nitratuntersuchungen 2021 nach Nitratklassen.....	13
Tab. 6:	Beteiligung der Wasserversorgungsunternehmen an der Grundwasserdatenbank Wasserversorgung nach Land- und Stadtkreisen (Sortierung nach Regierungsbezirken) ...	14
Tab. 7:	Beteiligung am SchALVO-Nitratmessprogramm (Stand Februar 2022).....	16
Tab. 8:	Beteiligung am Monitoringprogramm 2019 - 2023 (Stand Februar 2022)	16
Tab. 9:	Ergebnisübersicht der Beprobung 2021	18
Tab. 10:	Ergebnisübersicht Parametergruppe F (Beprobung 2019 - 2021).....	27
Tab. 11:	Ergebnisübersicht Parametergruppe D (Beprobung 2019 - 2021)	35
Tab. 12:	Ergebnisübersicht Parametergruppe B (Beprobungen 2019 - 2021)	41
Tab. 13:	Ergebnisübersicht für die in der Anlage 2 zur Grundwasserverordnung mit Schwellen- werten (SW) gelisteten Parameter des Grundmessprogramms 2021	46
Tab. 14:	Ergebnisübersicht für die in der Anlage 2 zur Grundwasserverordnung mit Schwellen- werten (SW) gelisteten Parameter des erweiterten Grundmessprogramms 2021	62
Tab. 15:	Datengrundlage der Grundwasserdatenbank Wasserversorgung.....	81

Die Grundwasserdatenbank Wasserversorgung

Die Grundwasserdatenbank Wasserversorgung (GWD-WV) ist wesentlicher Bestandteil einer bereits 1984 mit dem Land Baden-Württemberg vereinbarten Kooperation der Wasserversorgungswirtschaft im Rahmen des Grundwasserüberwachungsprogrammes des Landes. Über die GWD-WV stellen die baden-württembergischen Wasserversorgungsunternehmen, vertreten durch die kommunalen Landesverbände und Wasserfachverbände (Gemeindetag Baden-Württemberg, Städtetag Baden-Württemberg, VKU, VfEW, DVGW) und das TZW, dem Land für das Grundwasserüberwachungsprogramm jährlich Grundwasserbeschaffenheitsdaten von Grund- und Quellwässern, die von den Wasserversorgungsunternehmen zur Trinkwasserversorgung genutzt werden, zur Verfügung. Sie erbringen damit als einziger Kooperationspartner des Landes die seinerzeit bei der Konzeption des Grundwasserüberwachungsprogrammes zugesagten Kooperationsleistungen.

Darüber hinaus werden den Unteren Wasserbehörden über die Grundwasserdatenbank Wasserversorgung die zum Vollzug des Grund- und Quellwasserschutzes im Rahmen der Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) erforderlichen Rohwasserdaten (Nitrat- und Pflanzenschutzmittelwerte) zur Verfügung gestellt. Die Unteren Wasserbehörden legen hierzu repräsentative Kooperationsmessstellen in den Wasserschutzgebieten fest, deren Werte für die Einstufung herangezogen werden. Momentan verwaltet die GWD-WV über 2.700 repräsentative Kooperationsmessstellen aus rund 2.300 Wasserschutzgebieten, die nach den Vorgaben der SchALVO in Normalgebiete, Problemgebiete und Sanierungsgebiete eingestuft werden. Damit liegt für die rechtskräftig ausgewiesenen Wasserschutzgebiete in Baden-Württemberg eine weitestgehend vollständige Datengrundlage für die Einstufung nach SchALVO vor. Hierdurch konnte eine vom Land Baden-Württemberg vorgesehene Messverordnung, mit der die Unternehmen der öffentlichen Wasserversorgung in Baden-Württemberg verpflichtet werden sollten, die Wasserfassungen in allen Wasserschutzgebieten untersuchen zu lassen, abgewendet werden.

In den inzwischen 30 Jahren ihres Betriebs hat sich die GWD-WV zu einem wichtigen Instrument des vorbeugenden Gewässerschutzes bei der Überwachung und Beschreibung der Qualität des in Baden-Württemberg für die Trinkwasserversorgung genutzten Grund- und Quellwassers entwickelt. Sie enthält mittlerweile Grundwasserbeschaffenheitsdaten zu über 3.500 Messstellen mit rund 126.900 Proben und rund 1,56 Millionen Messwerten. Mit diesen langjährigen und dichten Zeitreihen können zuverlässige, immissionsorientierte Trendanalysen durchgeführt werden, mit deren Hilfe die Wirksamkeit von Grundwasserschutzmaßnahmen überprüft werden kann.

1 Einführung in die Messprogramme

1.1 Nitratmessprogramm

Die Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) sieht in Baden-Württemberg eine Einstufung aller Wasserschutzgebiete auf Grundlage der Rohwasserbeschaffenheit bezüglich ihrer Belastungen mit Nitrat und Pflanzenschutzmitteln vor (Umweltministerium Baden-Württemberg 2001).

Seit dem 01.04.2003 werden im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung (Anonymous 2003, 2004, 2006) zwischen dem Land Baden-Württemberg und den kommunalen Landesverbänden sowie den Wasserfachverbänden diese Daten von der Grundwasserdatenbank Wasserversorgung (GWD-WV) erhoben und den Unteren Wasserbehörden zur Verfügung gestellt. Die Beprobungshäufigkeit der Messstellen ist dabei von der Einstufung des jeweiligen Wasserschutzgebiets abhängig. Die SchALVO enthält folgende Kriterien für die Klassifizierung von Wasserschutzgebieten (Tab. 1):

Tab. 1: Einstufung von Wasserschutzgebieten nach SchALVO §5(1)

	Nitratkonzentration	oder Nitratkonzentration
Problemgebiet	über 35 mg/L über die Dauer von 2 Jahren	über 25 mg/L und über 5 Jahre eine mittlere jährliche Zunahme von mehr als 0,5 mg/L
Sanierungsgebiet	über 50 mg/L über die Dauer von 2 Jahren	über 40 mg/L und über 5 Jahre eine mittlere jährliche Zunahme von mehr als 0,5 mg/L

Alle Wasserschutzgebiete, die nicht den in der Tab. 1 aufgelisteten Kriterien entsprechen, werden als Normalgebiete eingestuft.

Die SchALVO sieht eine quartalsweise Beprobung der Messstellen in Problem- und Sanierungsgebieten vor. Für Messstellen in Normalgebieten reichen zwei Beprobungen pro Jahr aus. Nach der Kooperationsvereinbarung mit dem Land sind Messstellen mit Nitratgehalten unter 20 mg/L (Normalgebiet Niveau II) darüber hinaus nur alle drei Jahre zu beprobieren (Tab. 2).

Tab. 2: Nitratuntersuchungen an SchALVO-Messstellen

	geforderte Nitratuntersuchungen
Sanierungsgebiete	4 Proben im Jahr: Mrz/Apr, Mai/Jun, Aug/Sep, Nov/Dez
Problemgebiete	
Normalgebiete	2 Proben im Jahr: Mrz/Apr, Aug/Sep 1 Probe alle 3 Jahre: Mrz/Apr
- Niveau I (über 20 mg/L) - Niveau II (unter 20 mg/L)	

Die GWD-WV informiert die Wasserversorgungsunternehmen halbjährlich durch detaillierte Beprobungspläne über Umfang und Häufigkeit der notwendigen Rohwasseruntersuchungen. Die Ergebnisse der Untersuchungen werden über die beauftragten Laboratorien an die GWD-WV übermittelt und von dort viermal pro Jahr den Unteren Wasserbehörden zur Einstufung der Wasserschutzgebiete zur Verfügung gestellt. Zudem erhalten die Wasserschutzgebietsberaterinnen und -berater der Landwirtschaftsämter (ALLB) einmal jährlich Auswertungen über ihren jeweiligen Dienstbezirk.

1.2 Monitoringprogramm

Mit der Beprobung 2019 hat das vierte Monitoringprogramm begonnen. Es erstreckt sich gemäß Kooperationsvereinbarung auf die Jahre 2019 bis 2023. Ein Monitoringprogramm umfasst immer mehrere Parametergruppen, die nach aktuellen Erkenntnissen und Anforderungen erstellt werden. Eine Übersicht zum aktuellen, vierten Monitoringprogramm enthält die Tab. 3.

Nachdem bei der Beprobung 2019 mindestens die Parametergruppe F (F1 = PFAS und F2 = TFA) gefordert war, sollte spätestens bei der Beprobung 2020 die Parametergruppe D untersucht werden. Mit der Untersuchung auf die PSM-Wirkstoffe der Parametergruppe B sollte bei der Beprobung 2021 das Monitoringprogramm vollständig abgeschlossen werden (Tab. 3).

Tab. 3: Parametergruppen und zugehörige Parameter im Monitoringprogramm 2019 bis 2023

Gruppe F		Gruppe D	Gruppe B
F1 = Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen F2 = Trifluoressigsäure		Metaboliten von Tolyfluanid und Chloridazon	Triazine, ausgewählte organische Stickstoffverbindungen, Bentazon und Chlortoluron
F1	Perfluorbutansäure, PFBA Perfluorpentansäure, PFPeA Perfluorhexansäure, PFHxA Perfluorheptansäure, PFHpA Perfluoroctansäure, PFOA Perfluorononansäure, PFNA Perfluordecansäure, PFDA Perfluorbutansulfonsäure, PFBS Perfluorpentansulfonsäure, PFPeS Perfluorhexansulfonsäure, PFHxS Perfluorheptansulfonsäure, PFHpS Perfluoroctansulfonat, PFOS H4-Polyfluoroctansulfonsäure, H4PFOS Perfluoroctansulfonamid, FOSA (= PFOSA)	Chloridazon ¹⁾ <i>Desphenyl-Chloridazon</i> <i>Methyldesphenyl-Chloridazon</i> <i>N,N-Dimethylsulfamid (DMS)</i>	<i>2,6-Dichlorbenzamid</i> Atrazin ¹⁾ Bentazon Bromacil Desethylatrazin Desethylterbutylazin Desisopropylatrazin Hexazinon Metolachlor Metazachlor Metalaxyl Propazin Simazin Terbuthylazin Chlortoluron
F2	Trifluoressigsäure (TFA)		

¹⁾ PSM-Ausgangswirkstoff; *kursiv*: Metabolit; **Fett**: relevanter Metabolit

Die Parameterumfänge der einzelnen Gruppen sind auch aus den jeweils versandten Beprobungsplänen ersichtlich.

Die Untersuchungen der Parametergruppen F, D und B waren in dieser Reihenfolge nacheinander in den Jahren 2019, 2020 und 2021 vorgesehen; sie konnten jedoch auch alle gemeinsam in 2019, in 2020 oder in 2021 untersucht werden. Die Untersuchungen bleiben dann für die gesamte Dauer des Monitoringprogramms gültig. In den Jahren 2022 und 2023 sind keine Untersuchungen weiterer Parametergruppen vorgesehen, sondern bis Ende 2023 können von den Wasserversorgern fehlende Messwerte noch nachgemeldet werden.

Zusätzliche Untersuchungen fallen nur für auffällig gewordene Messstellen an, die Gehalte für einen oder mehrere Wirkstoffe der Parametergruppen D bzw. B oberhalb von 0,05 µg/L bzw. für einen oder mehrere nicht relevante Metaboliten oberhalb von 50 % des Gesundheitlichen Orientierungswertes (GOW) aufwiesen. Für Parametergruppe F werden zusätzliche Untersuchungen fällig, wenn je nach Parameter die Hälfte des Trinkwasser-Leitwerts (TWLW) bzw. Gesundheitlichen Orientierungswerts [UBA 2017] bzw. Vorsorge-Maßnahmenwerts (VMW) (UBA 2020) überschritten wird. In diesen Fällen werden die Messstellen im jährlichen Abstand auf die betreffende Parametergruppe untersucht.

1.3 Grundmessprogramm

Neben den nach der Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) notwendigen Nitrat- und PSM-Untersuchungen wurden im Jahr 2021 wiederum auch rund 800 Messstellen auf die Parameter des Grundmessprogramms (GMP) und des erweiterten Grundmessprogramms (eGMP) untersucht.

Für eine grundlegende Beurteilung der Grundwasserbeschaffenheit sowie für die Erkennung und Beobachtung langfristiger Entwicklungen finden jährlich Untersuchungen auf die Parameter des Grundmessprogramms statt. Diese Untersuchungen auf eine begrenzte Parameteranzahl werden zur Erweiterung der Beurteilungsmöglichkeiten alle 3 Jahre – bisher 2015 und 2018 – durch zusätzliche Parameter eines erweiterten Grundmessprogramms ergänzt (siehe Tab. 4). Dadurch soll unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Gesichtspunkte gleichwohl eine vertiefte, langfristige Beobachtung der Grundwasserbeschaffenheit erreicht werden.

Tab. 4: Parameterumfänge des Grundmessprogramms

Jährliches Grundmessprogramm (GMP)	Zusätzliche Parameter des dreijährigen, erweiterten Grundmessprogramms (eGMP)
Temperatur elektrische Leitfähigkeit pH-Wert Sauerstoff Ammonium Aluminium Eisen Mangan Chlorid Nitrat Sulfat Trichlorethen Tetrachlorethen	Säurekapazität bis pH 4,3 Calcium Magnesium Natrium Kalium Arsen Blei Cadmium Quecksilber Uran Nitrit ortho-Phosphat Bor TOC

Die detaillierten Parameterumfänge des regulären bzw. des erweiterten Grundmessprogramms sind für die beteiligten Wasserversorgungsunternehmen bzw. Laboratorien auch aus den jeweils versandten Beprobungsplänen ersichtlich.

Für einige der im Rahmen des Grundmessprogramms untersuchten Parameter sind auch in der Grundwasserverordnung Schwellenwerte festgelegt. Die Tab. 13 (siehe Kapitel 2.5) enthält die zu diesen Parametern im Beprobungsjahr 2021 festgestellten Belastungen und Schwellenwertüberschreitungen.

2 Ergebnisse der landesweiten Auswertungen zur Grund- und Quellwasserbeschaffenheit

2.1 Dateneingang und Beteiligung

Landesweit sind für die aktuell ausgewiesenen Wasserschutzgebiete derzeit 2.707 Messstellen (größtenteils Rohwassermessstellen) festgelegt, die regelmäßig von den Wasserversorgungsunternehmen beprobt werden sollen. Auch im Beprobungsjahr 2021 leisteten die Wasserversorgungsunternehmen im Rahmen der freiwilligen Kooperation wiederum einen erheblichen Beitrag. Insgesamt wurden von 618 Wasserversorgungsunternehmen 4.744 Analyseergebnisse von 1.964 Messstellen zur Verfügung gestellt (Abb. 1).

Die seit Jahren anhaltende hohe Beteiligung beweist das anhaltende Interesse der Wasserversorgungsunternehmen am Grundwasserschutz zur Sicherung der Qualität der Trinkwasserversorgung in Baden-Württemberg.

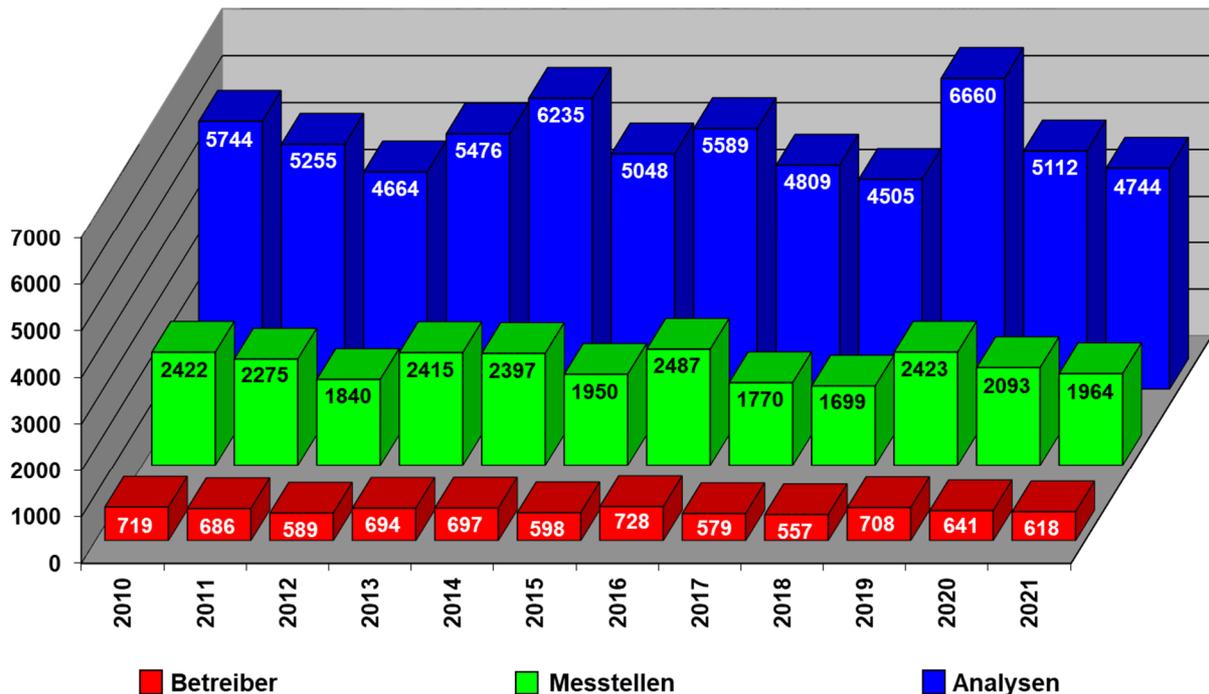


Abb. 1: Entwicklung des Dateneingangs der Grundwasserdatenbank Wasserversorgung

Die 2021 gegenüber dem Beprobungsjahr 2020 bzw. 2019 niedrigere Analysenzahl von 4.744 ist vor allem darauf zurückzuführen, dass Messstellen mit Nitratgehalten unter 20 mg/L (Nitratnormalgebiet, Niveau II) einem 3-jährigen Messzyklus unterliegen. Hier werden routinemäßig erst in 2022 wieder flächendeckend Untersuchungen notwendig. Zudem hat 2019 das neue 5-jährige Monitoringprogramm begonnen, in dem viele Betreiber Untersuchungen der Folgejahre vorgezogen veranlasst hatten.

Die Verteilung der SchALVO-Nitratuntersuchungen auf die Messstellen der unterschiedlichen Nitratklassen geht aus der Tab. 5 hervor.

Tab. 5: SchALVO-Nitratuntersuchungen 2021 nach Nitratklassen

	Anzahl beprobte Messstellen	Nitrat-Untersuchungen in 2021
Nitratsanierungsgebiet	102	378
Nitratproblemgebiet	409	1.517
Normalgebiet - Niveau I	693	1.466
Normalgebiet - Niveau II	400	472

Tab. 6 zeigt die Beteiligung der Wasserversorgungsunternehmen an der GWD-WV, geordnet nach Stadt- und Landkreisen. In der Abb. 2 ist die regionale Verteilung der SchALVO-Messstellen, differenziert nach der jeweiligen Nitratklasseneinstufung, dargestellt. In einigen Stadtkreisen sind nur wenige SchALVO-Messstellen vorhanden, weshalb dort die Anzahl der beprobten Messstellen nur sehr gering ist.

Tab. 6: Beteiligung der Wasserversorgungsunternehmen an der Grundwasserdatenbank Wasserversorgung nach Land- und Stadtkreisen (Sortierung nach Regierungsbezirken)

Land- und Stadtkreis	Anzahl beprobter Messstellen	
	2020	2021
Regierungsbezirk Stuttgart	735	728
Stadtkreis Stuttgart	0	0
Landkreis Böblingen	32	34
Landkreis Esslingen	34	30
Landkreis Göppingen	29	27
Landkreis Ludwigsburg	77	74
Rems-Murr-Kreis	137	128
Stadtkreis Heilbronn	5	5
Landkreis Heilbronn	93	97
Hohenlohekreis	56	54
Landkreis Schwäbisch Hall	67	74
Main-Tauber-Kreis	107	111
Landkreis Heidenheim	15	14
Ostalbkreis	83	80
Regierungsbezirk Karlsruhe	492	481
Stadtkreis Baden-Baden	10	12
Stadtkreis Karlsruhe	2	2
Landkreis Karlsruhe	81	89
Landkreis Rastatt	58	34
Stadtkreis Heidelberg	25	23
Stadtkreis Mannheim	34	33
Neckar-Odenwald-Kreis	48	55
Rhein-Neckar-Kreis	89	82
Stadtkreis Pforzheim	4	4
Landkreis Calw	62	64
Enzkreis	55	56
Landkreis Freudenstadt	24	27
Regierungsbezirk Freiburg	555	488
Stadtkreis Freiburg	5	4
Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald	73	70
Landkreis Emmendingen	35	39
Ortenaukreis	85	57
Landkreis Rottweil	34	33
Schwarzwald-Baar-Kreis	47	49
Landkreis Tuttlingen	23	16
Landkreis Konstanz	56	45
Landkreis Lörrach	79	65
Landkreis Waldshut	118	110
Regierungsbezirk Tübingen	311	267
Landkreis Reutlingen	18	17
Landkreis Tübingen	16	15
Zollernalbkreis	20	5
Stadtkreis Ulm	2	0
Alb-Donau-Kreis	33	30
Landkreis Biberach	66	65
Bodenseekreis	26	23
Landkreis Ravensburg	66	55
Landkreis Sigmaringen	64	57
Land gesamt	2.093	1.964

Legende

- Normalgebiet - Niveau II
- Normalgebiet - Niveau I
- Problemgebiet
- Sanierungsgebiet

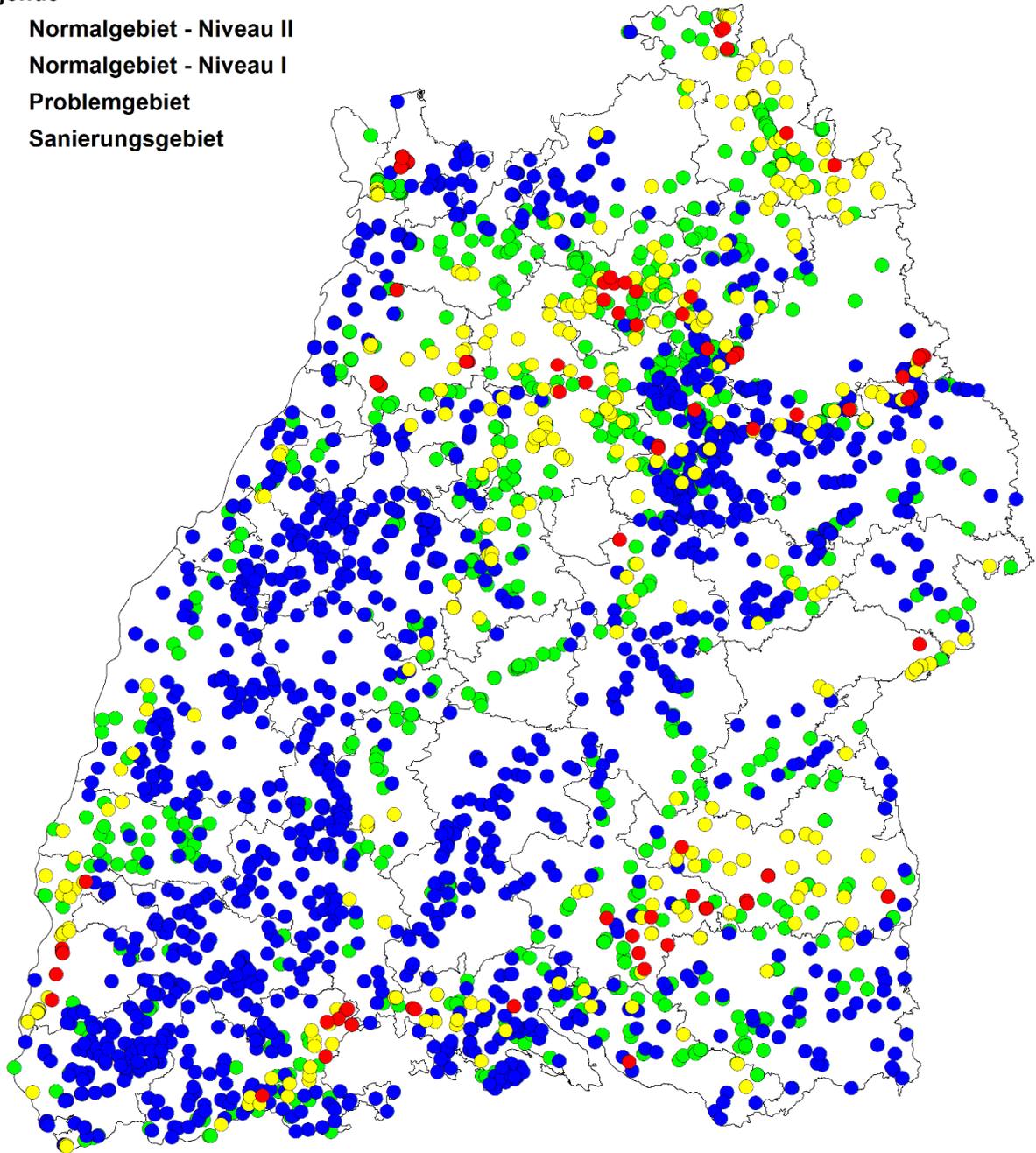


Abb. 2: Regionale Verteilung der SchALVO-relevanten Messstellen (Beprobung 2021)

Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über die prozentuale Beteiligung am Nitratmessprogramm (Tab. 7) und am Monitoringprogramm 2021 (Tab. 8).

Tab. 7: Beteiligung am SchALVO-Nitratmessprogramm

	2017	2018	2019	2020	2021
alle Gebiete	95 %	95 %	96 %	95 %	95 %
Nitratsanierungsgebiete	98 %	96 %	98 %	96 %	97 %
Nitratproblemgebiete	97 %	95 %	96 %	95 %	96 %
Normalgebiet - Niveau I	94 %	95 %	95 %	94 %	93 %
Normalgebiet - Niveau II	93 % ¹⁾	94 % ¹⁾	83 % ^{1) 2)}	93 % ¹⁾	95 % ¹⁾

¹⁾ bei Normalgebieten-Niveau II liegt ein 3-jähriger Messzyklus zugrunde (beginnend 2016, 2019 usw.)

²⁾ Im Bericht 2019 wurde die prozentuale Beteiligung von 94 % des Jahres 2018 übernommen

Im Rahmen des Nitratmessprogramms wurden von den Wasserversorgungsunternehmen im Jahr 2021 insgesamt 95 % der erforderlichen Proben geliefert. Im Vergleich zum Vorjahr ist die prozentuale Beteiligung gleichgeblieben. Am niedrigsten lag mit 93 % die Beteiligung bei den Normalgebieten (Niveau I). Bei den Normalgebieten (Niveau II) übertrifft die Beteiligung im Jahr 2021 (95 %) das Ergebnis des vorherigen Zeitraums (2016 – 2018). Bei den Nitratproblemgebieten und Nitratsanierungsgebieten ist die Beteiligung im Vergleich zum Vorjahr um 1 % gestiegen.

Tab. 8: Beteiligung am Monitoringprogramm 2019 - 2023

	2019 - 2021
Parametergruppe F	93 %
F1: PFAS	93 %
F2: TFA	93 %
Parametergruppe D	92 %
Metaboliten von Tolyfluanid und Chloridazon	
Parametergruppe B	90 %
Triazine, ausgewählte organische Stickstoffverbindungen, Bentazon und Chlortoluron	

Im Rahmen des Monitoringprogramms 2019 - 2023 wurden von der Parametergruppe F bereits 93 % und von der Parametergruppe D 92 % der angeforderten Proben gemeldet, bei der Parametergruppe B waren es 90 %.

2.2 Ergebnisübersicht 2021

Aus der Beprobung 2021 liegen Werte für 60 verschiedene Parameter mit unterschiedlichen Messhäufigkeiten vor.

Die Tab. 9 gibt einen statistischen Überblick über die Ergebnisse der Beprobung 2021 unter Einbeziehung folgender Klassen:

- ≥ BG ≤ WW: Werte gleich oder über der analytischen Bestimmungsgrenze (BG) der Laboratorien und kleiner oder gleich Warnwert (WW).
- > WW ≤ GW: Werte oberhalb der Warnwerte (WW) des Grundwasserüberwachungsprogrammes des Landes Baden-Württemberg (GÜP), erstmals festgelegt in (Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg 1989), oder oberhalb 75 % der Schwellenwerte der Grundwasserverordnung (SW) oder oberhalb 75 % der gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW) der Hinweise des UBA (Umweltbundesamt (UBA) 2021) oder oberhalb 75 % der Trinkwasser-Leitwerte oder oberhalb 75 % der Vorsorge-Maßnahmenwerte und kleiner oder gleich GW, SW oder GOW.
- > GW: Werte oberhalb (im Fall des pH-Wertes auch unterhalb) der Grenzwerte der Trinkwasserverordnung (GW), der Schwellenwerte der Grundwasserverordnung (SW), der gesundheitlichen Orientierungswerte, Trinkwasser-Leitwerte oder Vorsorge-Maßnahmenwerte.

Tab. 9: Ergebnisübersicht der Beprobung 2021

Grundwasserdatenbank Wasserversorgung Ergebnisse der Beprobung 2021									
Lfd. Nr.	Parameter	Anzahl der Messstellen				WW nach GÜP bzw. 75 % des Grenzwertes nach ^{a), b), c), d), e)}	Grenzwert nach ^{a), b), c), d), e)}	Extremwerte ¹⁾	Einheit
		beprobt	≥ BG ≤ WW	> WW ≤ GW	> GW				
Grundmessprogramm									
1.	Aluminium	747	217	3	1	0,16	0,2 ^{a)}	0,33	mg/L
2.	Ammonium	750	117	1	–	0,375	0,5 ^{a) b)}	0,377	mg/L
3.	Chlorid	755	753	2	–	187,5	250 ^{a) b)}	235,7	mg/L
4.	Eisen	753	243	3	40	–	0,2 ^{a)}	6,3	mg/L
5.	El. Leitfähigkeit bei 20° C	839	838	–	1	200	250	2,7 / 266	mS/m
6.	Mangan	753	47	–	42	–	0,05 ^{a)}	0,97	mg/L
7.	Nitrat	1633	1366	174	66	37,5	50 ^{a) b)}	106,95	mg/L
8.	pH-Wert	851	851	–	–	–	6,5 / 9,5	5,0 / 8,36	–
9.	Sauerstoff	675	671	–	–	–	–	17,8	mg/L
10.	Sulfat	753	721	19	13	187,5	250 ^{a) b)}	1350	mg/L
11.	Temperatur	1232	1232	–	–	20	–	3,3 / 17,2	°C
12.	Summe Tetrachloethen und Trichloethen	753	11	–	5	0,0075	0,01 ^{a) b)}	0,0474	mg/L
Erweitertes Grundmessprogramm									
13.	Arsen	746	241	2	10	0,0075	0,01 ^{a) b)}	0,09	mg/L
14.	Blei	726	58	1	2	0,0075	0,01 ^{a) b)}	0,047	mg/L
15.	Bor	755	314	25	–	0,1	1 ^{a)}	0,67	mg/L
16.	Cadmium	724	22	2	1	0,000375	0,0005 ^{b)}	0,0014	mg/L
17.	Calcium	750	749	1	–	320	–	580	mg/L
18.	Kalium	750	722	7	–	10	–	13,7	mg/L
19.	Magnesium	751	709	42	–	40	–	99	mg/L
20.	Natrium	756	755	–	–	160	200 ^{a)}	160	mg/L
21.	Nitrit	721	39	–	–	0,375	0,5 ^{a) b)}	0,17	mg/L
22.	Ortho-Phosphat	685	410	3	2	0,375	0,5 ^{b)}	0,8045	mg/L
23.	Quecksilber	740	–	–	–	0,00015	0,0002 ^{b)}	< 0,0001	mg/L
24.	Säurekapazität bis pH 4,3	739	739	–	–	–	–	11	mmol/L
25.	TOC (org.Kohlenstoff gesamt)	747	690	7	–	3	–	16,79	mg/L
26.	Uran	754	469	14	3	0,008	0,01 ^{a)}	0,017	mg/L

Grundwasserdatenbank Wasserversorgung Ergebnisse der Beprobung 2021									
Lfd. Nr.	Parameter	Anzahl der Messstellen				WW nach GÜP bzw. 75 % des Grenzwertes nach ^{a), b), c), d), e)}	Grenzwert nach ^{a), b), c), d), e)}	Extremwerte ¹⁾	Einheit
		beprobt	≥ BG ≤ WW	> WW ≤ GW	> GW				
Monitoringprogramm 2019-2023 Parametergruppe F									
27.	1H,1H,2H,2H-Perfluor-octansulfonat (H4PFOS)	177	3	–	–	75	100 ^{c)}	4,0	ng/L
28.	Perfluorbutanoat (PFBA)	181	40	–	–	7500	10000 ^{d)}	300,0	ng/L
29.	Perfluorbutansulfonat (PFBS)	181	25	–	–	4500	6000 ^{d)}	7,0	ng/L
30.	Perfluor-decanoat (PFDA)	181	–	–	–	75	100 ^{c)}	< 3,0	ng/L
31.	Perfluorheptanoat (PFHpA)	181	16	1	1	225	300 ^{c)}	430,0	ng/L
32.	Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	181	1	–	–	225	300 ^{c)}	1,0	ng/L
33.	Perfluorhexanoat (PFHxA)	181	27	–	–	4500	6000 ^{d)}	770,0	ng/L
34.	Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	181	27	–	–	75	100 ^{d)}	48,0	ng/L
35.	Perfluor-nonanoat (PFNA)	181	3	–	–	45	60 ^{d)}	11,0	ng/L
36.	Perfluor-octanoat (PFOA)	181	19	–	7	37,5	50 ^{e)}	1900,0	ng/L
37.	Perfluor-octansulfonat (PFOS)	181	19	–	1	37,5	50 ^{e)}	61,0	ng/L
38.	Perfluor-octansulfon-säureamid (PFOSA)	169	–	–	–	75	100 ^{c)}	< 5,0	ng/L
39.	Perfluor-pentanoat (PFPeA)	181	25	–	–	2250	3000 ^{c)}	850,0	ng/L
40.	Perfluor-pentansulfon-at (PFPeS)	181	2	–	–	750	1000 ^{c)}	8,0	ng/L
41.	Trifluoressig-säure (TFA)	142	118	11	11	7,5	10 ^{c)}	15,4	µg/L

Grundwasserdatenbank Wasserversorgung Ergebnisse der Beprobung 2021									
Lfd. Nr.	Parameter	Anzahl der Messstellen				WW nach GÜP bzw. 75 % des Grenzwertes nach ^{a), b), c), d), e)}	Grenzwert nach ^{a), b), c), d), e)}	Extremwerte ¹⁾	Einheit
		beprobt	≥ BG ≤ WW	> WW ≤ GW	> GW				
Monitoringprogramm 2019-2023 Parametergruppe D									
42.	Chloridazon	261	–	–	–	0,075	0,1 ^{a) b)}	< 0,05	µg/L
43.	Desphenylchloridazon (Metabolit B)	272	148	10	15	2,25	3 ^{c)}	9,0	µg/L
44.	Methyl-desphenylchloridazon (Metabolit B1)	270	137	0	0	2,25	3 ^{c)}	1,51	µg/L
45.	DMS (N,N-Dimethylsulfamid)	269	115	13	28	0,75	1 ^{c)}	14,0	µg/L
Monitoringprogramm 2019-2023 Parametergruppe B									
46.	2,6-Dichlorbenzamid	626	12	–	–	2,25	3 ^{c)}	0,14	µg/L
47.	Atrazin	632	20	1	–	0,075	0,1 ^{a) b)}	0,08	µg/L
48.	Bentazon	625	6	–	1	0,075	0,1 ^{a) b)}	0,105	µg/L
49.	Bromacil	630	–	5	–	0,075	0,1 ^{a) b)}	0,1	µg/L
50.	Chlortoluron	619	–	–	–	0,08	0,1 ^{a) b)}	< 0,05	µg/L
51.	Desethylatrazin	632	48	6	2	0,075	0,1 ^{a) b)}	0,135	µg/L
52.	Desethylterbuthylazin	631	–	–	–	0,075	0,1 ^{a) b)}	< 0,05	µg/L
53.	Desisopropylatrazin	625	4	–	–	0,075	0,1 ^{a) b)}	0,06	µg/L
54.	Hexazinon	627	2	–	–	0,075	0,1 ^{a) b)}	0,06	µg/L
55.	Metalaxyl	625	1	–	–	0,075	0,1 ^{a) b)}	0,02	µg/L
56.	Metazachlor	625	–	–	–	0,075	0,1 ^{a) b)}	< 0,05	µg/L
57.	Metolachlor	631	1	–	–	0,075	0,1 ^{a) b)}	0,03	µg/L
58.	Propazin	630	–	–	–	0,075	0,1 ^{a) b)}	< 0,05	µg/L
59.	Simazin	632	1	2	–	0,075	0,1 ^{a) b)}	0,08	µg/L
60.	Terbuthylazin	630	2	–	–	0,075	0,1 ^{a) b)}	0,03	µg/L

¹⁾ auf Grundlage der Messstellenmedianwerte des Beprobungsjahres

^{a)} Grenzwert nach TrinkwV 2001; ^{b)} Schwellenwert nach GrwV; ^{c)} GOW; ^{d)} Trinkwasser-Leitwert; ^{e)} Vorsorge-Maßnahmenwert nach UBA-Empfehlung von 2020

2.3 Nitrat

Die Grundwasserbelastung mit Nitrat stellt nach wie vor ein vorrangiges Problem für die Wasserversorgungswirtschaft dar. Der flächenhafte Eintrag aus der Landwirtschaft hat zur Folge, dass die Mehrheit der beprobten Messstellen anthropogen durch Nitrat beeinflusst ist. Über 50 % der 1.633 im Jahr 2021 beprobten Messstellen weisen Nitratgehalte über 20 mg/L (Schwellenwert zwischen Normalgebiet I und Normalgebiet II) auf.

75 % des Schwellenwertes der Grundwasserverordnung (entsprechend 37,5 mg/L) werden bei 14,7 % der untersuchten Messstellen, der Schwellenwert von 50 mg/L selbst wird bei 4,0 % der Messstellen überschritten (Abb. 3). Zur Einhaltung des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung von 50 mg/L sind die öffentlichen Wasserversorgungsunternehmen in diesen Fällen dann gezwungen, belastetes Rohwasser mit nitratarmem Wasser zu mischen, eine technische Nitratentfernung vorzunehmen oder hoch belastete Brunnen stillzulegen.

Die am höchsten belastete Messstelle der Beprobung 2021 weist einen Einzelwert von 107 mg/L auf. Diese dient als Vorfeldmessstelle und befindet sich in einem landwirtschaftlich intensiv genutzten Wasserschutzgebiet. Aufgrund der hohen Verdünnung des Rohwassers durch Uferfiltrat konnte dieses Wasserschutzgebiet trotz dieses hohen Wertes als Normalgebiet eingestuft werden.

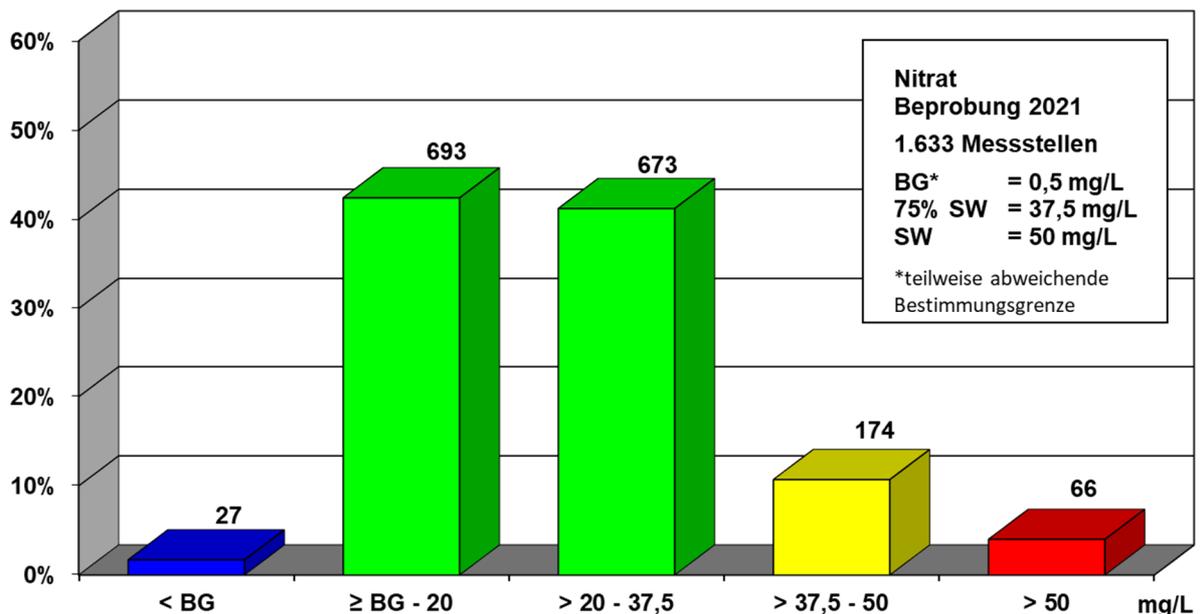


Abb. 3: Konzentrationsverteilung für Nitrat (Beprobung 2021)

Die regionale Verteilung der Nitratbelastung in Grund- und Quellwässern zeigt ein uneinheitliches Bild, wie aus der geografischen Verteilung der Nitrat-Messstellenmedianwerte in der Abb. 4 hervorgeht. Dargestellt sind die Messstellenmedianwerte der Beprobung 2021.

Belastungsschwerpunkte liegen demnach unverändert vorwiegend im mittleren Neckarraum, in Oberschwaben, im südbadischen Raum sowie im Main-Tauber-Kreis. In diesen Gebieten überwiegen die Viehwirtschaft sowie der Mais- und Gemüseanbau. Hinzu kommen Standorteigenschaften, die die Nitrat auswaschung zusätzlich begünstigen, wie etwa flachgründige oder leichte Böden.

Diese regionalen Unterschiede kommen deutlich auch in den Nitratmittelwerten für die einzelnen Stadt- und Landkreise zum Ausdruck (Abb. 5).

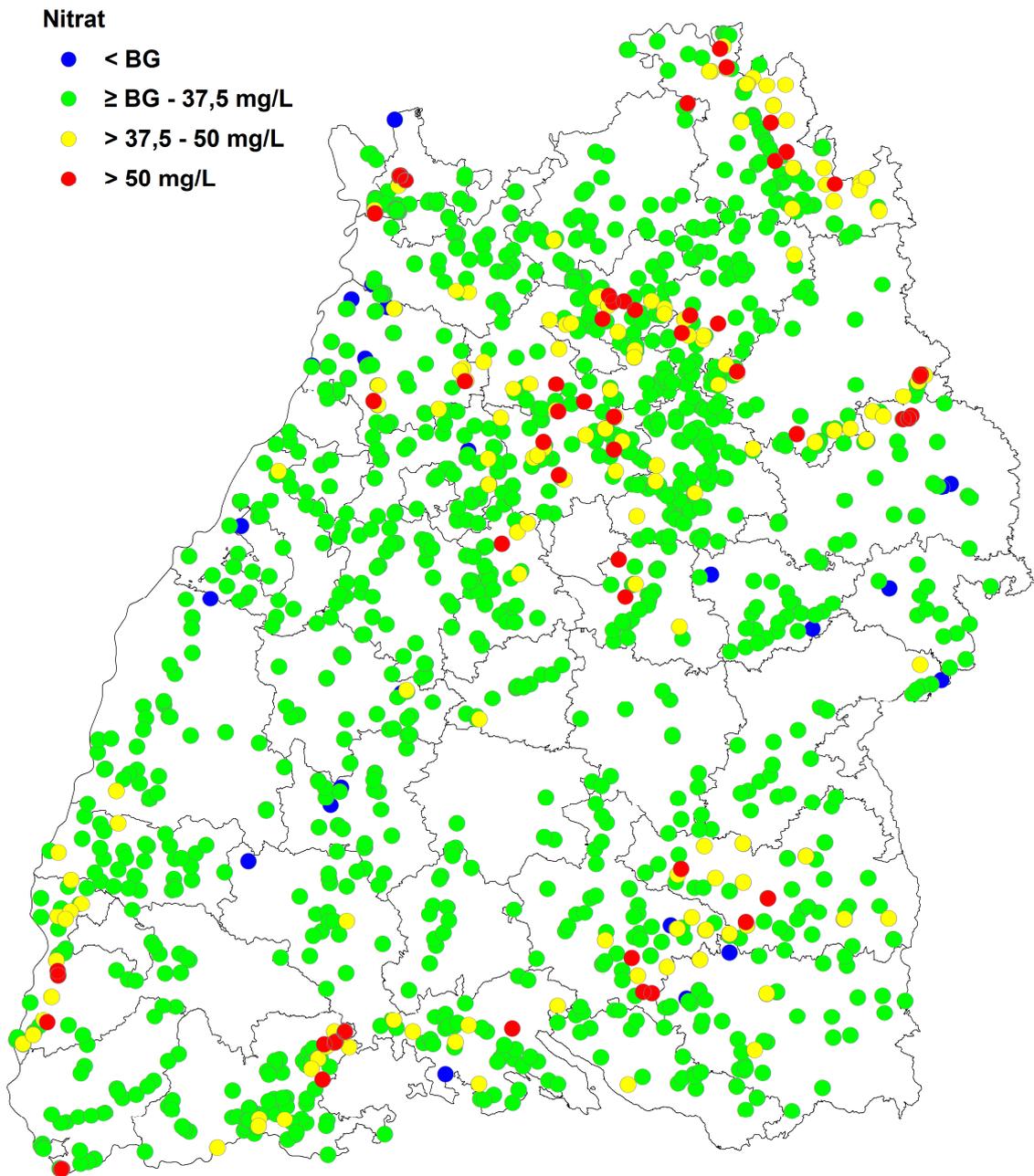


Abb. 4: Regionale Verteilung der Nitrat-Belastungen (Beprobung 2021)

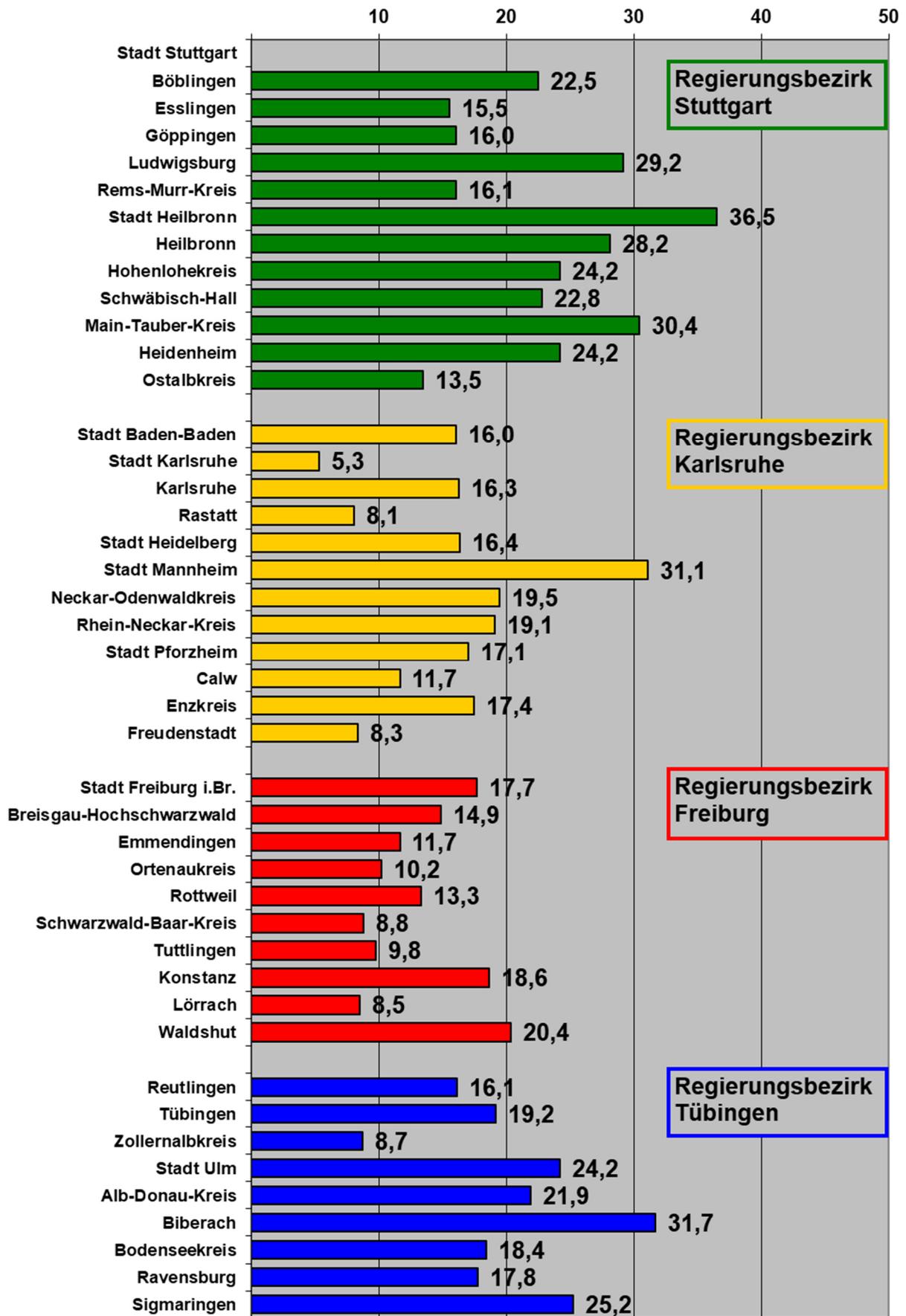


Abb. 5: Nitratmittelwerte in mg/L (Beprobungen 2019 - 2021) nach Stadt- und Landkreisen

Die langfristig fallende Tendenz der Grundwasserbelastung mit Nitrat setzt sich im Beprobungsjahr 2021 weiter fort, nachdem die Jahresmittelwerte in den letzten fünf Jahren zwischen 18,1 mg/L und 18,5 mg/L schwankten (Abb. 6). Außerdem finden sich in zahlreichen Wasserschutzgebieten weiterhin hohe Nitratkonzentrationen in den Rohwässern, was die trotz leichter Abnahme nach wie vor hohe Anzahl an Nitratsanierungsgebieten belegt. Während im Jahr 2020 66 Sanierungsgebiete¹ vorlagen, sind es 2021 immer noch 65 Sanierungsgebiete¹. Die Differenz ergibt sich daraus, dass sechs Sanierungsgebiete zum Problemgebiet und eines zum Normalgebiet herabgestuft und fünf Problemgebiete und ein Normalgebiet zum Sanierungsgebiet hochgestuft wurden.

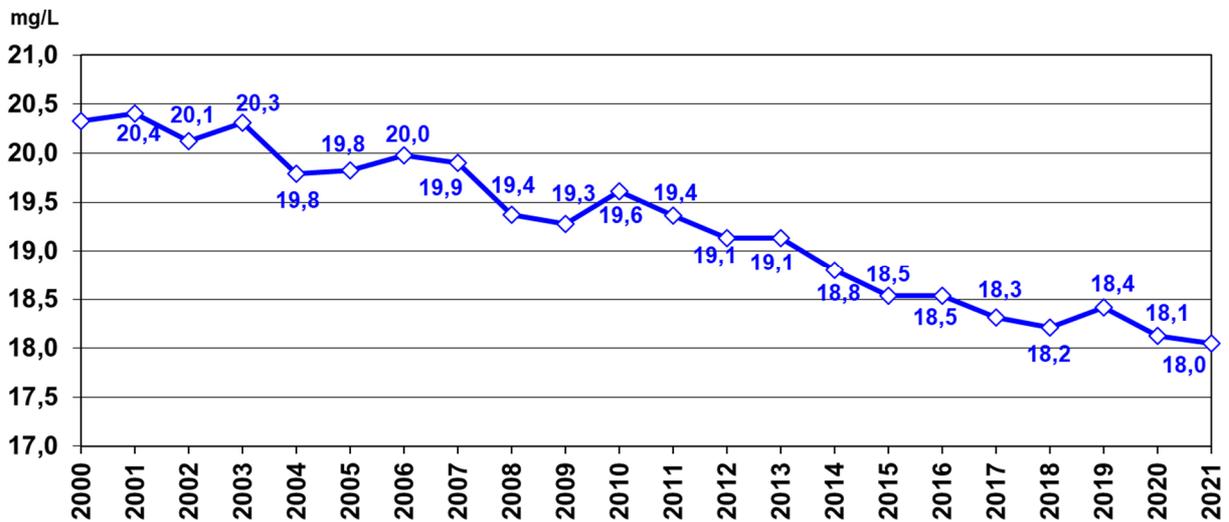


Abb. 6: Jahresmittelwerte Nitrat

Auf der Grundlage der Messstellenmedianwerte wurde zusätzlich die Veränderung der Nitratkonzentration des Beprobungszeitraumes 2007 – 2009 gegenüber dem Zeitraum 2019 – 2021 in verschiedenen Trendklassen (Zunahmen/Abnahmen) betrachtet. In die Auswertungen sind SchALVO-relevante MST eingegangen, für welche in beiden Zeiträumen ein Jahresmedian berechnet werden konnte (Abb. 7).

Die Ergebnisse zeigen, dass bei rund 77,5 % der Messstellen zwischen den beiden Zeiträumen eine Konzentrationsveränderung von maximal 5 mg/L (Zu- oder Abnahme) zu verzeichnen war. Bei etwa 38,1 % der Messstellen ist eine Zu- oder Abnahme um höchstens 1,5 mg/L zu verzeichnen. Bei insgesamt 292 Messstellen (14,1 %) ist eine Zunahme über 1,5 mg/L zu beobachten, wohingegen 991 Messstellen (47,8 %) eine Verringerung der Nitratkonzentration um mehr als 1,5 mg/L aufweisen. Eine Abnahme der Nitratkonzentration um mehr als 10 mg/L bis 100 mg/L wurde bei 4,5 % der Messstellen festgestellt. Im Gegensatz dazu weisen 1,0 % der Messstellen einen Konzentrationsanstieg um mindestens 10 mg/L auf. Den größten Anstieg zeigt mit 21,3 mg/L eine Messstelle innerhalb eines Nitratsanierungsgebietes. Die Messstelle mit der stärksten Abnahme (63,4 mg/L) liegt in einem Nitratproblemgebiet.

Die regionale Verteilung der 2.074 betrachteten Messstellen mit deren Veränderungen in der Nitratkonzentration zwischen dem Zeitraum (2007 – 2009) und dem Zeitraum (2019 – 2021) zeigt die Abb. 8. Eine starke Zunahme der Nitratkonzentrationen tritt damit vorwiegend in Regionen auf, in denen bereits eine hohe Belastung mit Nitrat vorliegt (Abb. 4).

¹ inklusive zweier Schutzgebiete mit jeweils zwei als Sanierungsgebiete eingestuftem Teilbereichen

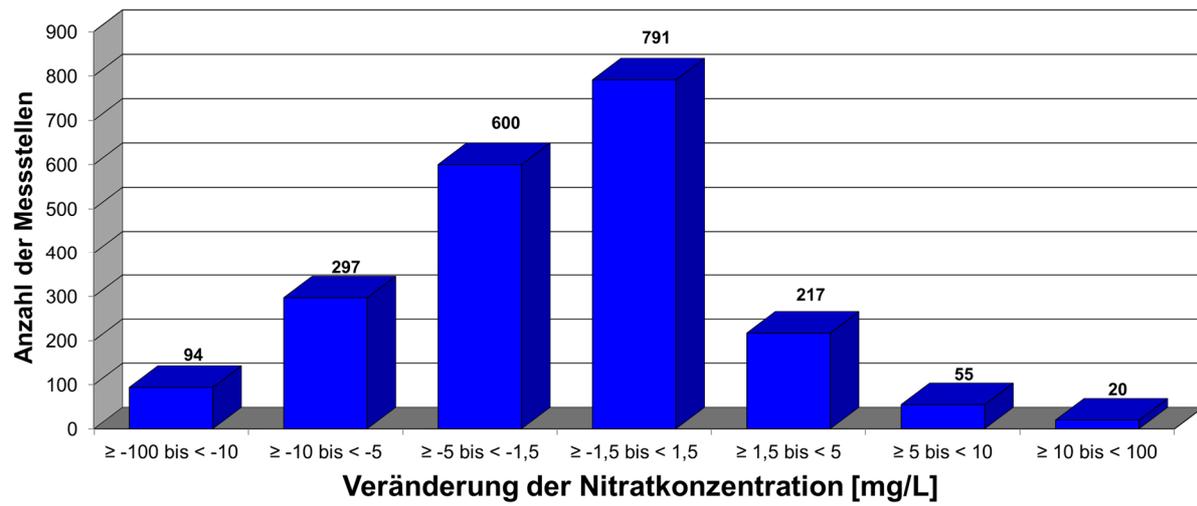


Abb. 7: Veränderung der Nitratkonzentration zwischen zwei Zeiträumen (2007 - 2009 und 2019 - 2021) in mg/L bei allen SchALVO-Messstellen

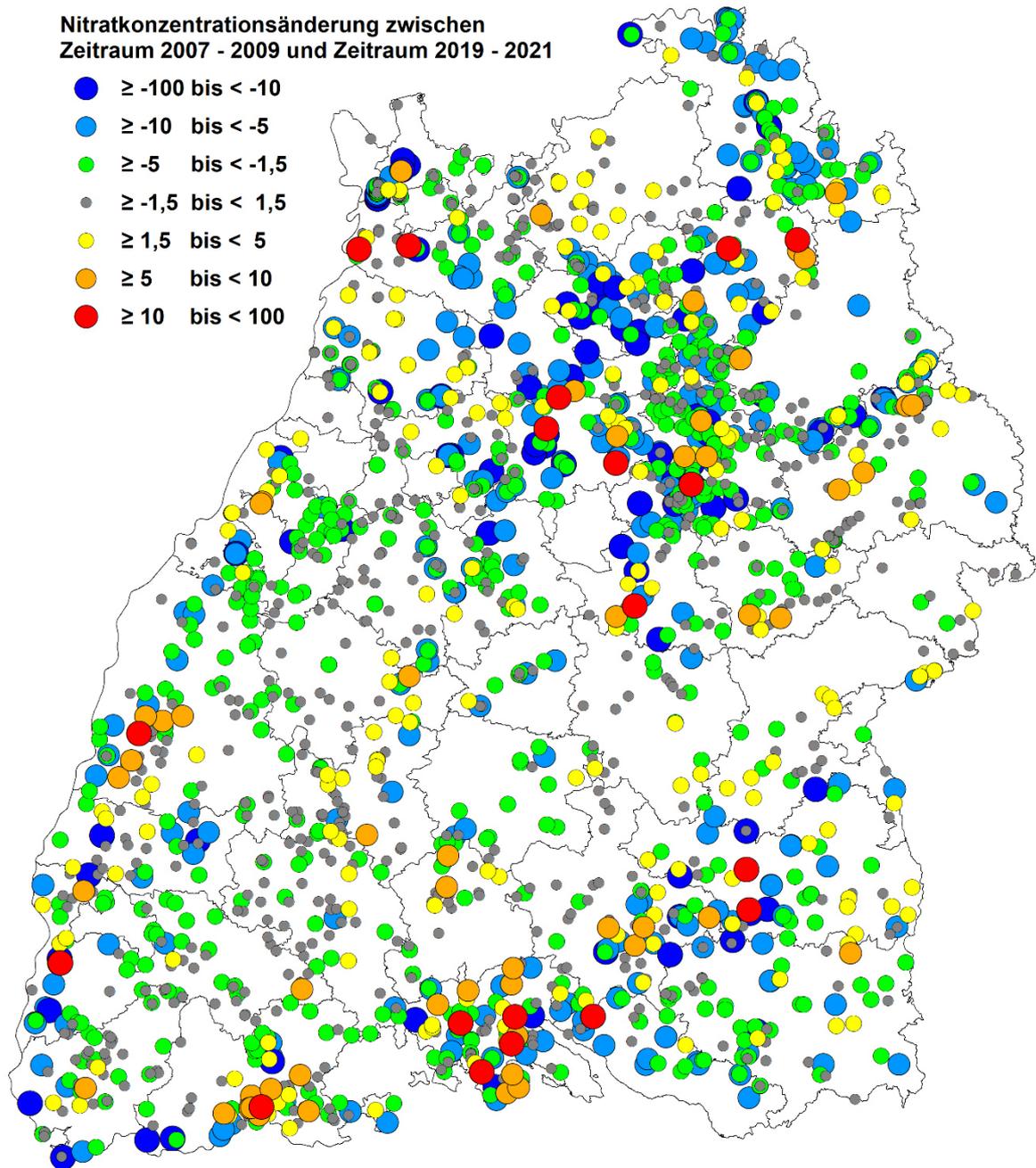


Abb. 8: Regionale Verteilung der Änderungen der Nitratkonzentrationen zwischen zwei Zeiträumen 2007 - 2009 und 2019 - 2021

2.4 Monitoringprogramm 2021

Mit der Beprobung der Parametergruppe B im Jahr 2021 ist die Probenahme für das Monitoringprogramm über alle drei aktuellen Parametergruppen abgeschlossen (vgl. Tab. 3). Da bis 2023 noch Daten nachgeliefert werden können, sind die folgenden Auswertungen zunächst noch vorläufig, basieren jedoch bereits auf einer mittleren Beteiligungsquote von über 90 %.

2.4.1 Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS) und Trifluoressigsäure (TFA) (Parametergruppe F)

Wie die im Folgenden vorgestellten Ergebnisse zeigen, wurden sowohl die ausgewählten PFAS als auch der untersuchte Parameter Trifluoressigsäure in zahlreichen Messstellen nachgewiesen.

Einen Überblick gibt die Zusammenstellung in der Tab. 10. Hier sind für die Parameter der Parametergruppen F1 und F2 neben der Anzahl der beprobten Messstellen und dem Maximalwert auch die Anzahl der Messstellen mit Konzentrationen über der jeweils angegebenen analytischen Bestimmungsgrenze sowie über dem Warnwert bzw. Leitwert (LW) oder GOW (UBA 2017) angegeben. Der Unterschied der Messstellen-Anzahl innerhalb der Gruppe F1 ist darauf zurückzuführen, dass bei manchen Messstellen nicht alle Parameter der Gruppe F1 untersucht wurden.

Tab. 10: Ergebnisübersicht Parametergruppe F (Beprobung 2019 - 2021)

Parameter	Anzahl der Messstellen *					Maximalwert *	Einheit
	analysiert	\geq BG \leq WW **	$>$ WW ** \leq LW bzw. \leq GOW	$>$ LW	$>$ GOW		
H4PFOS	2.057	57	-	-	-	24	ng/L
PFBA	2.068	213	-	-	-	281,5	ng/L
PFBS	2.067	307	-	-	-	90	ng/L
PFDA	2.067	18	-	-	-	10	ng/L
PFHpA	2.067	79	1	-	2	545	ng/L
PFHpS	2.065	8	-	-	-	10	ng/L
PFHxA	2.067	147	-	-	-	715	ng/L
PFHxS	2.067	144	-	-	-	55	ng/L
PFNA	2.067	18	-	-	-	18	ng/L
PFOA ***	2.067	179	-	7	-	1750	ng/L
PFOS ***	2.067	211	-	1	-	77	ng/L
PFOSA	2.064	10	-	-	-	10	ng/L
PFPeA	2.067	112	-	-	-	840	ng/L
PFPeS	2.062	36	-	-	-	10	ng/L
TFA ****	2.070	1.819	11	-	17	17	μ g/L

* auf Grundlage der Messstellenmedianwerte aus den Jahren 2019 und 2021

** Warnwert: 75% des Leitwerts bzw. GOW; angegeben ist die Anzahl $>$ WW und \leq LW oder GOW

*** Vorsorge-Maßnahmenwert (VMW) nach Empfehlung des UBA 2019 für besonders empfindliche Bevölkerungsgruppen, wie Schwangere, Säuglinge und Kleinkinder (bis 3 Jahre): 50 ng/L

**** im Laufe des Jahres 2020 wurde der bisherige Schwellenwert von 3,0 μ g/L vom UBA auf 10,0 μ g/L angehoben

Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS)

Bei den per- und polyfluorierten Verbindungen handelt es sich um Substanzen, die eine hohe chemische und physikalische Stabilität aufweisen und deren langkettige Vertreter bioakkumulierbar sind. Für einige dieser Verbindungen wurden toxische Effekte im Tierversuch nachgewiesen.

Neben der Anwendung von PFAS-haltigen Feuerlöschschäumen und der Ausbringung von mit Papierschlamm verunreinigtem Kompost auf landwirtschaftlichen Flächen können PFAS aus weiteren Quellen in die Gewässer gelangen. Hierzu gehören kommunale Kläranlagenabläufe, Emissionen aus der Produktion und der Anwendung in der Industrie, Auswaschungen aus PFAS-verunreinigten Feststoffen, wie z. B. Klärschlamm, Altlagerungen sowie über die atmosphärische Deposition. PFAS werden seit über 60 Jahren industriell hergestellt und vielfältig eingesetzt. Da PFAS-Verbindungen sehr resistent gegenüber chemischen und biologischen Abbauprozessen sind, stellen diese eine nicht zu vernachlässigende Gefährdung für das Grundwasser dar. Wie die Ergebnisübersicht der nachstehenden Abbildung zeigt, wurden die ausgewählten Parameter der PFAS in zahlreichen Grundwassermessstellen nachgewiesen (Abb. 9). Je nach Einzelsubstanz liegt die Fundhäufigkeit zwischen 3 und 15 %.

Parameter (MST-Anzahl)

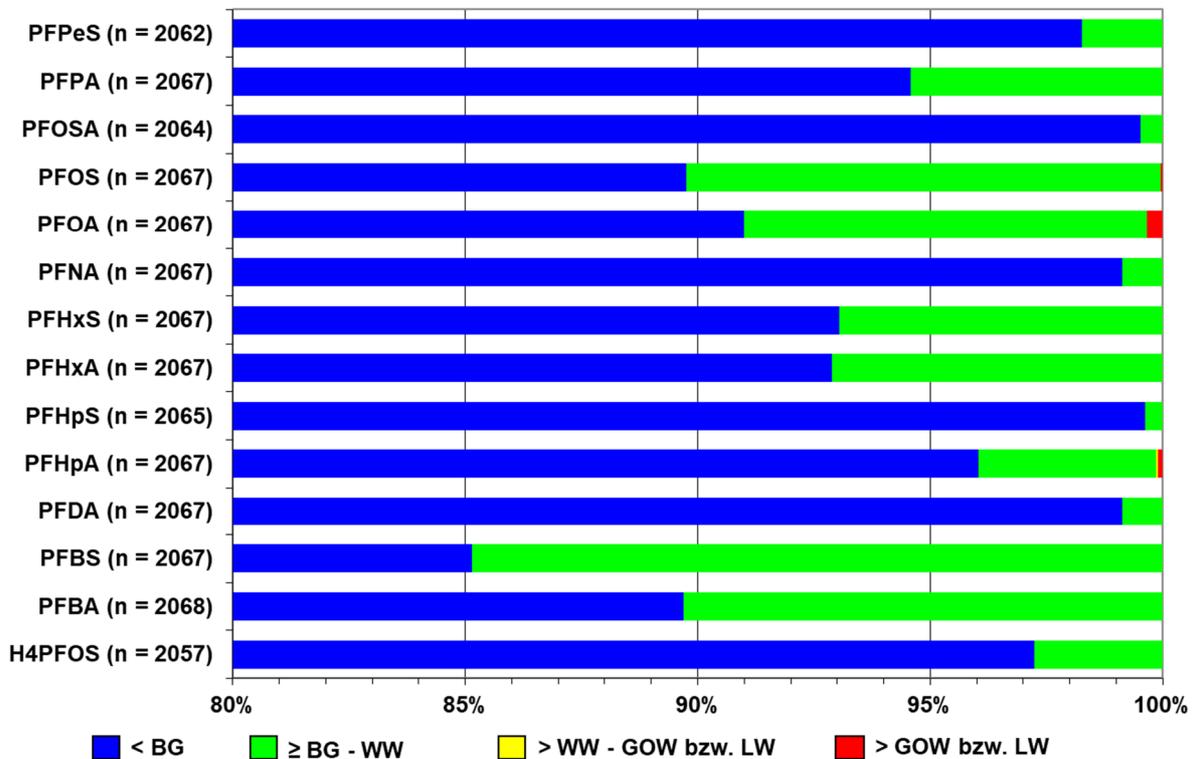


Abb. 9: Prozentuale Ergebnisübersicht für Parametergruppe F1 (PFAS) (Beprobung 2019 - 2021)

Werte unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze sind in blau gekennzeichnet. Grün dargestellte Werte liegen über der Bestimmungsgrenze, aber unter 75 % des jeweiligen Gesundheitlichen Orientierungswertes (GOW) bzw. des Leitwertes. Überschreitungen von 75 % der GOW bzw. des Schwellenwertes sind gelb, Überschreitungen der GOW bzw. des Schwellenwertes rot dargestellt.

Aus der untersuchten Gruppe der PFAS wird die Einzelsubstanz PFBS gefolgt von PFBA sowie PFOS am häufigsten nachgewiesen. Die Bestimmungsgrenze für diese Stoffe wird in 307 von 2.067 (PFBS), in 213 von 2.068 (PFBA) und in 211 von 2.067 (PFOS) untersuchten Messstellen überschritten. Bei mindestens einer Messstelle werden Überschreitungen des Warnwerts bzw. des Grenzwerts bei den Parametern PFOA, PFOS und PFHpA nachgewiesen. Die genaue Anzahl der belasteten Messstellen ist den Abbildungen 10 bis 12 zu entnehmen.

Die Abb. 10 zeigt, dass der Vorsorge-Maßnahmenwert (VMW) für PFOS von 50 ng/L im Rahmen der Untersuchungen in den Jahr 2019 bis 2021 in 1 von 2.067 Messstellen überschritten wurde.

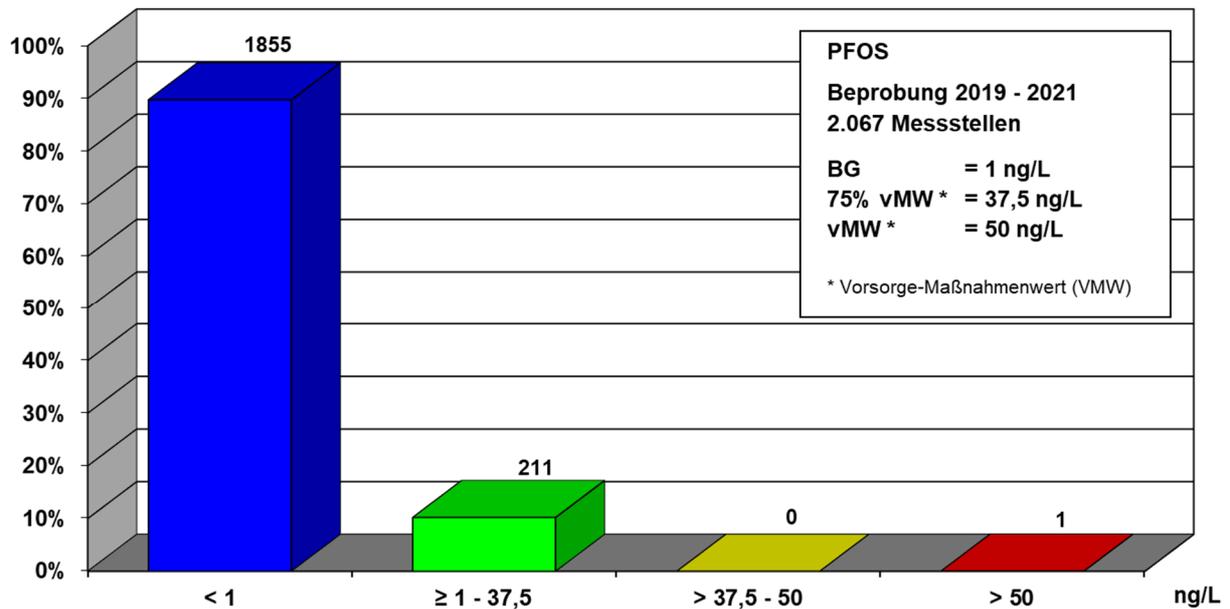


Abb. 10: Konzentrationsklassen für PFOS aus der Beprobung 2019 - 2021

Die Abb. 11 zeigt, dass der Vorsorge-Maßnahmenwert (VMW) für PFOA von 50 ng/L im Rahmen der Untersuchungen in den Jahr 2019 bis 2021 in 7 von 2.067 Messstellen überschritten wurde.

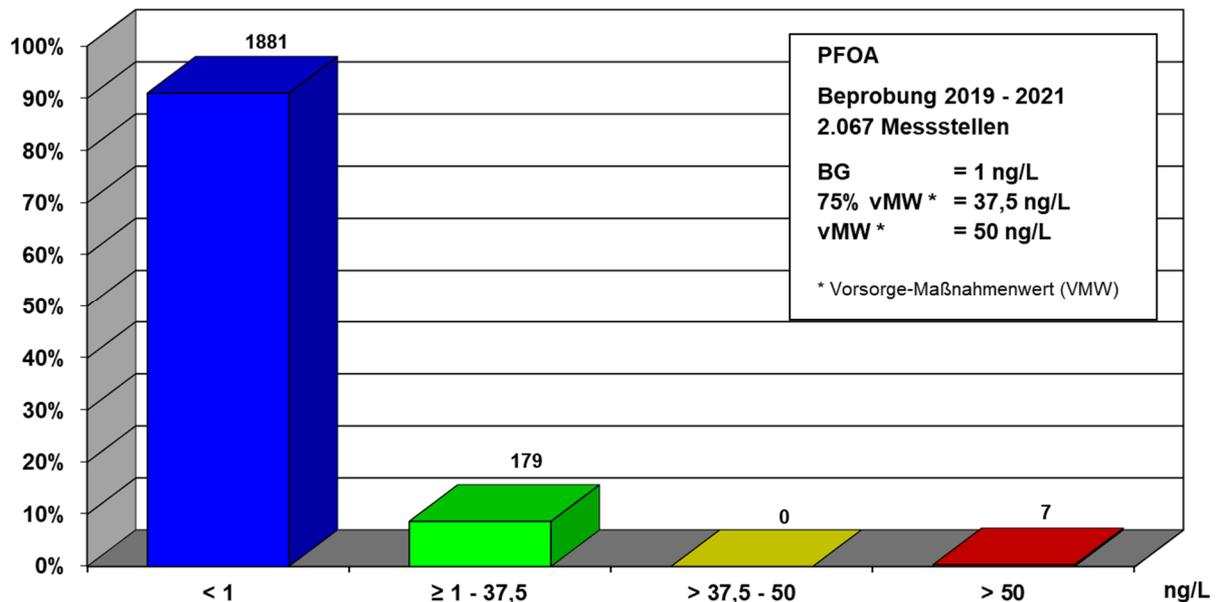


Abb. 11: Konzentrationsklassen für PFOA aus der Beprobung 2019 - 2021

Die Abb. 12 zeigt, dass der gesundheitliche Orientierungswert (GOW) für PFHpA von 300 ng/L im Rahmen der Untersuchungen in den Jahr 2019 bis 2021 in 2 von 2.067 Messstellen überschritten wurde.

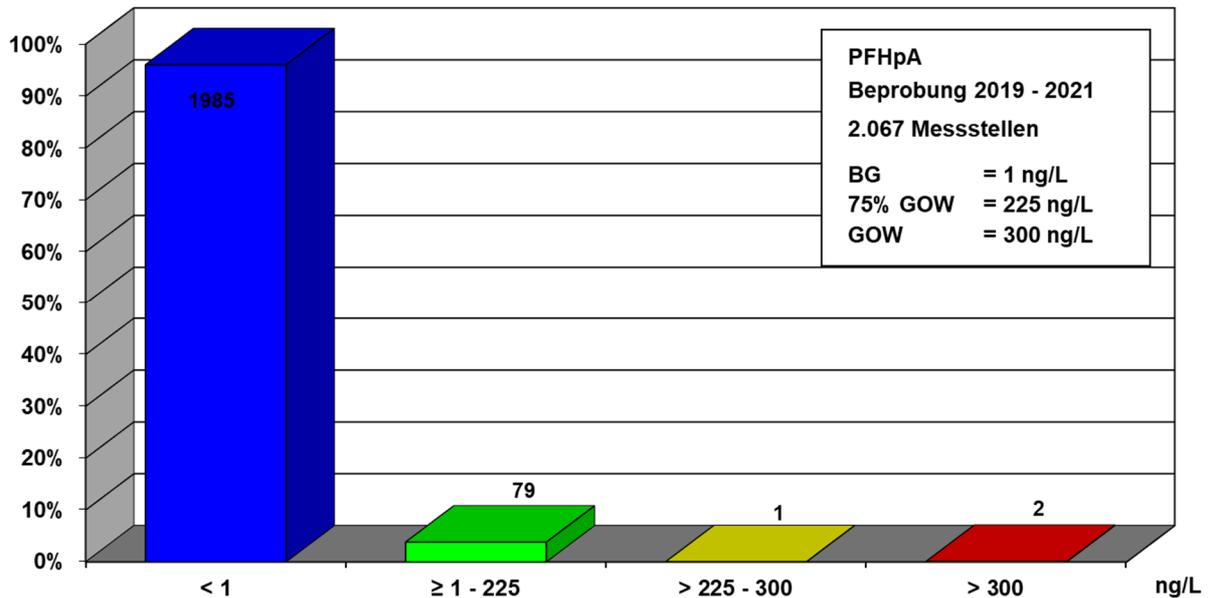


Abb. 12: Konzentrationsklassen für PFHpA aus der Beprobung 2019 - 2021

Außerdem wurde der Bewertungsindex gemäß Umweltministerium Baden-Württemberg (2018) ermittelt. Für jeden der sieben PFAS-Parameter jeder Messstelle wird der Quotient aus gemessener Konzentration und dem zugehörigen, stoffspezifischen Geringfügigkeitsschwellenwert (GFS-Wert) berechnet und je Messstelle aufsummiert. Ein Index größer 1 bedeutet, dass eine nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit gemäß WHG vorliegt (Umweltministerium Baden-Württemberg 2018).

In Baden-Württemberg liegt der PFAS-Bewertungsindex an den meisten Messstellen unter 0,5. Dies wird in der nachfolgenden räumlichen Darstellung deutlich (Abb. 13). Zwei Messstellen liegen im Bereich zwischen 0,5 und 1 und sechs Messstellen im Bereich zwischen 1 und 10. An drei Messstellen liegt der Bewertungsindex über 10. Die höchsten Belastungen sind dabei am Mittleren Oberrhein zu finden. Es wird hier vermutet, dass Kompost nachträglich mit PFAS-haltigen Papierschlammern gemischt wurde und dieses Gemisch in den Jahren 2006 bis 2008 auf landwirtschaftlich genutzte Flächen in Mittelbaden ausgebracht wurde. Diese Ausbringung stellt nach derzeitigem Kenntnisstand die Hauptursache für die dortige großflächige Boden- und Grundwasserbelastung dar (RP Karlsruhe). Außerdem weisen einzelne Messstellen in den Landkreisen Konstanz, Karlsruhe, Biberach und Lörrach einen Bewertungsindex über 0,5 bzw. über 1 auf.

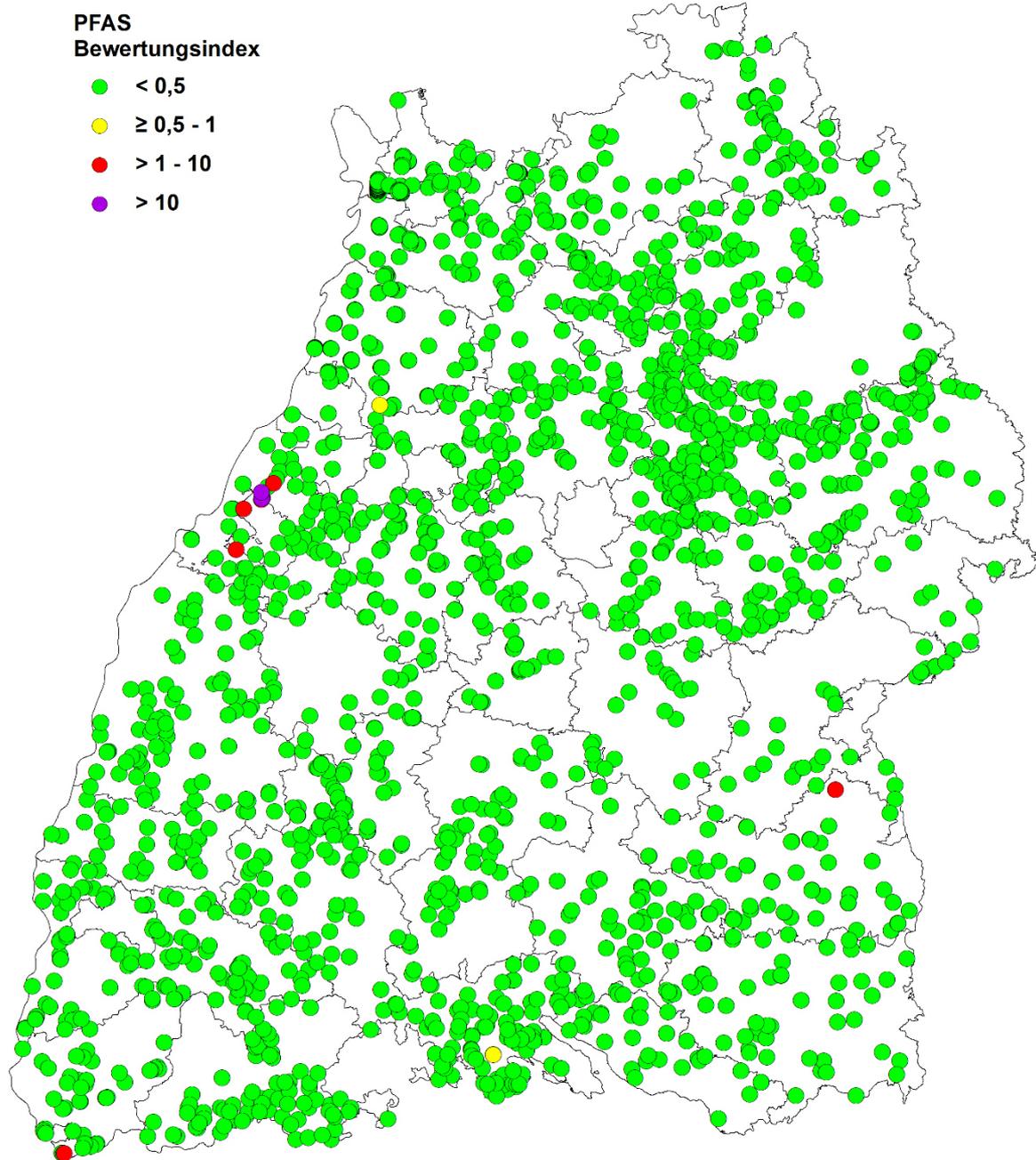


Abb. 13: Räumliche Verteilung des PFAS Bewertungsindex (Beprobung 2019 - 2021)

Ende 2020 wurde die novellierte EU-Trinkwasserrichtlinie (Richtlinie (EU) 2020/2184) verabschiedet, welche in den kommenden beiden Jahren von den Mitgliedsstaaten in nationales Recht umzusetzen ist. Der bisher von der GWD-WV für das Rohwasser empfohlene Untersuchungsumfang von 14 PFAS-Einzelsubstanzen deckt vermutlich die neuen Anforderungen bezüglich PFAS für Trinkwasser nicht vollständig ab. Künftig werden für Trinkwasseranalysen voraussichtlich bis zu 20 PFAS-Einzelsubstanzen gefordert werden. Die Bewertung der PFAS könnte zudem im Gegensatz zum Bewertungsindex durch den Summenwert der Einzelsubstanzen unabhängig von ihrer gesundheitlichen Bedeutung und einzuhaltenden Werten erfolgen. Die räumliche Verteilung der PFAS (Abb. 13) stellt somit die Momentaufnahme des letzten Jahres dar, bei Vorliegen neuer Bewertungsgrundsätze wird die Darstellung künftig ggf. angepasst werden.

Im Hinblick auf die zu erwartenden Verschärfungen durch die neue EU-Trinkwasserrichtlinie hinsichtlich der Vorgaben bzgl. PFAS ist abzusehen, dass einige Wasserversorger auch mit relativ geringen PFAS-Belastungen des Grundwassers im Einzugsgebiet der Trinkwasserbrunnen zukünftig vor die Herausforderung gestellt werden, die geforderten Werte einzuhalten. Wesentliche Veränderungen bei der Wassergewinnung (z.B. Brunnenneubau), Wasseraufbereitung (Umrüstung oder Neubau von Aufbereitungsanlagen) oder von Ersatzwasserbezug werden vermutlich notwendig sein. Auch neu errichtete Aufbereitungsanlagen erfordern ein hohes Maß an Überwachung und verursachen hohe Kosten, da einige insbesondere kurzkettenige PFAS-Verbindungen sehr mobil sind und beispielsweise die Standzeiten von Aktivkohle bei strengeren Anforderungen zurückgehen.

Die bereits heute von hohen PFAS-Belastungen betroffenen Wasserversorger mussten teilweise bereits außergewöhnlich hohe Summen insbesondere in Aufbereitungsanlagen (Investitionskosten), aber auch in den laufenden Betrieb dieser Anlagen oder in den Leitungsbau aufbringen. Die Versorger sind gezwungen, diese zusätzlichen Kosten auf die Verbraucher umzulegen, was in den betroffenen Versorgungsgebieten bereits zu deutlich gestiegenen Trinkwasserpreisen geführt hat und auch weiterhin noch führen wird.

Eine schnelle und großflächige Ursachenbeseitigung ist leider an den immens hohen prognostizierten Kosten gescheitert. Somit ist nach wie vor zumindest eine Ursachenreduzierung durch die zuständigen Landesbehörden mithilfe einer Sanierung ausgewählter stark belasteter Flächen in Einzugsgebieten von Trinkwasserfassungen zu fordern.

Um eine Wiederholung derartiger Herausforderungen soweit wie möglich auszuschließen, ist ein flächendeckender Grundwasserschutz mit Überwachung durch regelmäßig anzupassende Monitoringprogramme zu fordern. Dies betrifft in erster Linie die landesweite Grundwasserüberwachung aber auch eigene Überwachungsprogramme der Wasserversorger, die auch im Falle der PFAS-Belastung der Rohwasserressourcen durch das Monitoringprogramm der GWD-WV wiederum die Initiative ergriffen haben.

Trifluoressigsäure (TFA)

Im Rahmen von Forschungsarbeiten am Technologiezentrum Wasser in Karlsruhe (TZW) wurde die chemische Verbindung Trifluoressigsäure (TFA) identifiziert. Diese stellt eine neue anthropogene Gefährdung der Trinkwasserressourcen dar. TFA wird unter anderem als Synthesebaustein für moderne Pflanzenschutzmittel und Arzneimittelwirkstoffe genutzt. TFA konnte bereits im gesamten Bundesgebiet in Oberflächen-, Grund- und Trinkwässern in Konzentrationen zum Teil über 1 µg/L festgestellt werden (NLWKN 2019). Auch in Regenwasserproben wurden Niederschlagsgewichtete, durchschnittliche TFA-Konzentrationen von 0,186 µg/L bis 0,52 µg/L nachgewiesen (Freeling et al. 2020).

Neben industriellen Punkteinleitungen und der Einleitung über Kläranlagenabläufe in Oberflächen- und Grundwasser wird TFA über den Niederschlag als Folge des photochemischen Abbaus von Fluorkohlenwasserstoffen (FKW, etwa aus Kältemitteln) in die aquatische Umwelt eingetragen. Regional kann die Anwendung von bestimmten fluorierten Pflanzenschutzmitteln und deren Abbau zu TFA in erhöhten Konzentrationen führen. TFA wird aufgrund seiner Stoffeigenschaften (mobil, biologisch schwer abbaubar, sehr gut wasserlöslich) während einer Boden- oder Uferpassage weder zurückgehalten noch entfernt. Auch ein Rückhalt an Aktivkohle oder eine oxidative Umsetzung mittels Ozon und anderen Oxidationsmitteln ist nicht zu erwarten (IKSR 2019).

Vom Umweltbundesamt wurde im Mai 2020 ein gesundheitlicher Leitwert von 60 µg/L festgelegt (Umweltbundesamt (UBA) 2020). Im Trinkwasser ist unter Berücksichtigung des Minimierungsgebots eine TFA-Konzentration von 10 µg/L oder weniger anzustreben. Um diese Vorgaben zu berücksichtigen, wurde in der Grundwasserdatenbank Wasserversorgung der bisherige Schwellenwert für TFA von 3,0 µg/L auf 10,0 µg/L angehoben.

Die Abb. 14 zeigt, dass der aktuelle Schwellenwert von 10 µg/L im Rahmen der Untersuchungen in den Jahren 2019 bis 2021 nur in 17 von 2.070 Messstellen (~ 1 %) überschritten wird. Dass TFA jedoch in über 89 % aller Messstellen in Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze feststellbar ist, zeigt die nahezu ubiquitäre Verbreitung dieser anthropogenen Substanz.

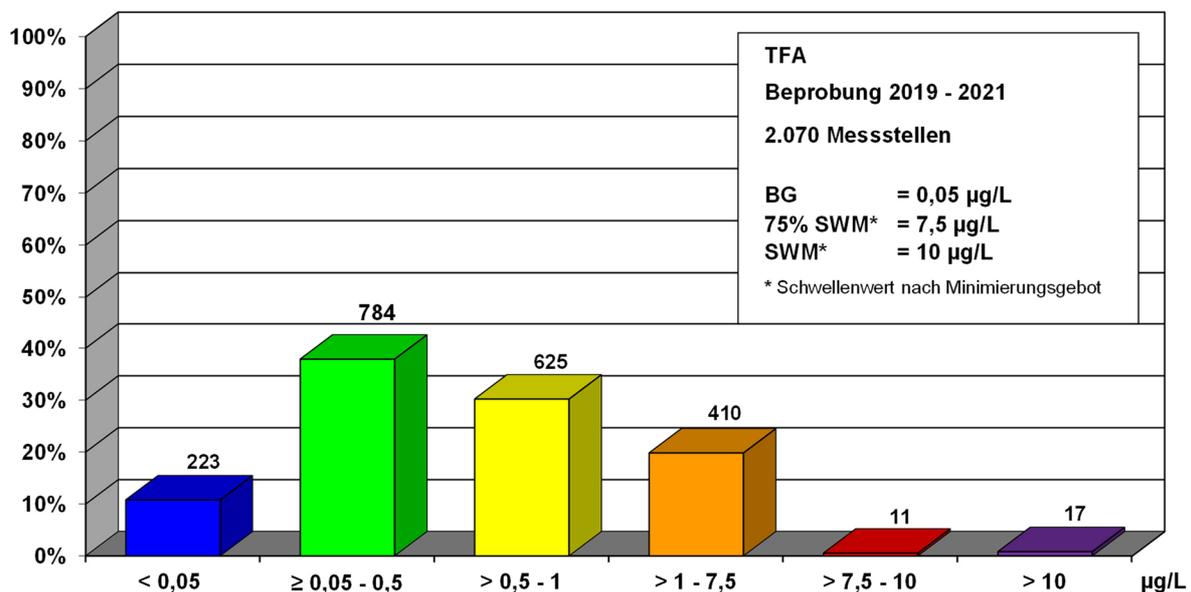


Abb. 14: Konzentrationsverteilung für TFA aus der Beprobung 2019 - 2021

Die Abb. 15 gibt einen Überblick über die regionale Verteilung der Belastung durch TFA. Der Schwerpunkt der Belastung liegt im Bereich Heidelberg. Der höchste Wert in 2021 in Baden-Württemberg beträgt 15,4 µg/L. Konzentrationen über 1 µg/L dürften ursächlich nicht durch den ubiquitären Eintrag über den Niederschlag erklärbar sein, sondern hier kommen zusätzliche anthropogene TFA-Quellen in Frage.

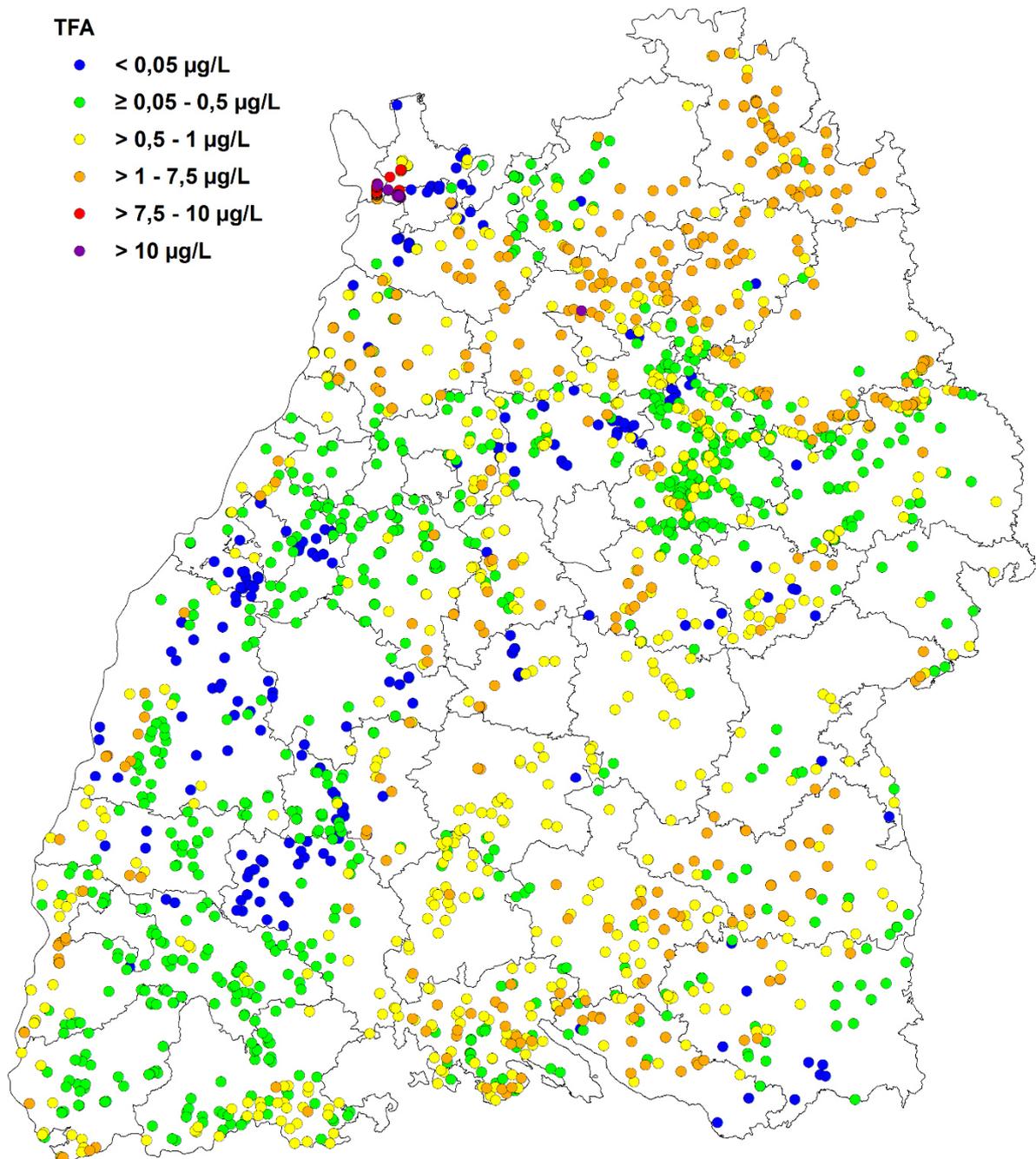


Abb. 15: Regionale Verteilung der TFA-Belastungen (Beprobung 2019 - 2021)

2.4.2 Metaboliten von Tolyfluamid und Chloridazon (Parametergruppe D)

Die Ergebnisse der Untersuchungen auf Parametergruppe D an rund 2.000 Messstellen aus den Beprobungen 2019 und 2021 sind in der folgenden Tabelle (Tab. 11) dargestellt.

Tab. 11: Ergebnisübersicht Parametergruppe D (Beprobung 2019 - 2021)

Parameter	Anzahl der Messstellen ^{*)}				GOW / SW ^{**)} [µg/L]	Maximalwert ^{*)} [µg/L]
	beprobte Messstellen	≥ BG, ≤ 75% GOW / SW	> 75% GOW / SW, ≤ GOW / SW	> GOW / SW ^{**)}		
Methyl-desphenyl-Chloridazon	2046	591	0	0	3	1,85
Desphenyl-Chloridazon	2046	890	16	17	3	7,1
Chloridazon	1972	3	0	0	0,1	0,05
N,N-Dimethyl-Sulfamid (DMS)	2046	584	21	34	1	14,0

^{*)} auf Grundlage der Messstellenmedianwerte aus den Jahren 2019-2021

^{**)} GOW: gesundheitliche Orientierungswerte gemäß Hinweise des UBA (Umweltbundesamt (UBA) 2021); SW: Schwellenwert der Grundwasserverordnung

Die Abb. 16 gibt einen graphischen Überblick über die Ergebnisse der Parametergruppe D im Zeitraum 2019 - 2021.

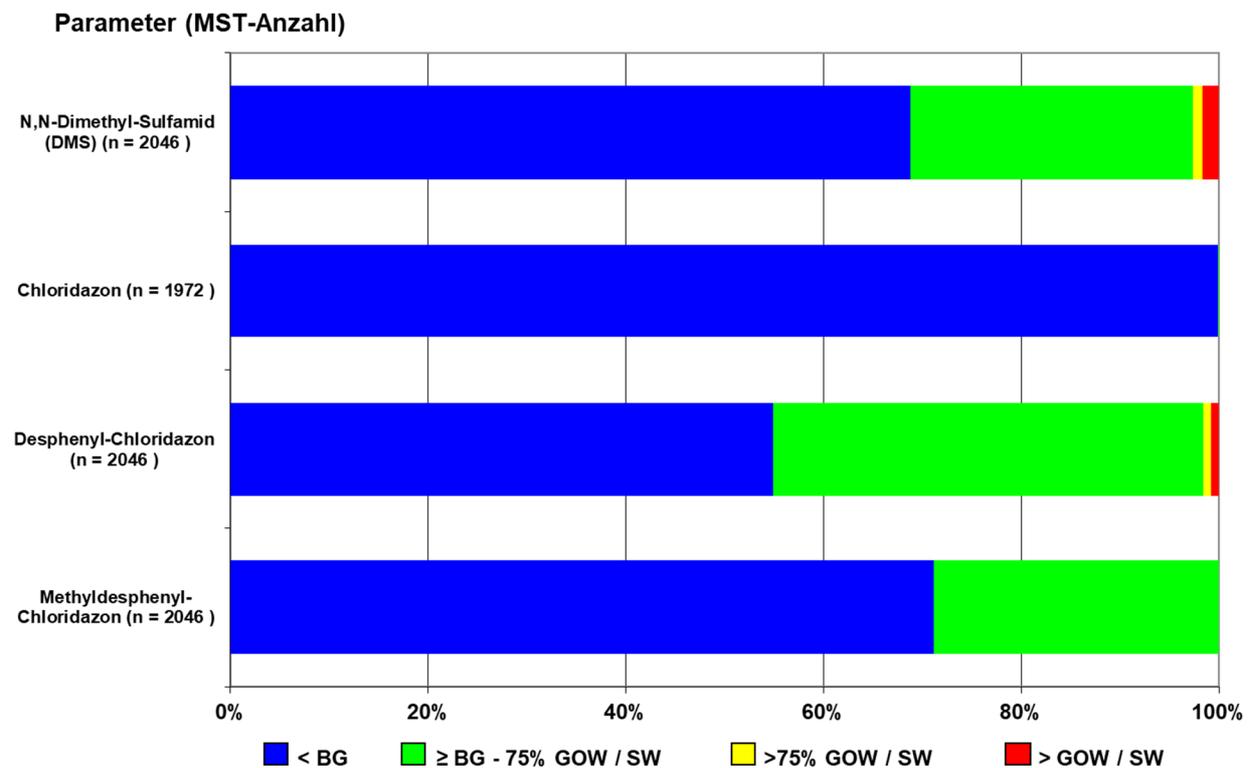


Abb. 16: Prozentuale Ergebnisübersicht für Parametergruppe D (Beprobung 2019 - 2021)

N,N-Dimethylsulfamid (DMS)

Bei DMS handelt es sich um ein Abbauprodukt des Fungizids Tolyfluanid, dessen Zulassung für Freilandanwendungen Anfang 2007 vom BVL (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit) widerrufen wurde.

Tolyfluanid wurde hauptsächlich im Obst- und Weinbau eingesetzt, wird aber als Wirkstoff selbst nicht in Grundwässern gefunden. DMS weist eine hohe Mobilität in Boden und Grundwasser auf und ist sehr persistent. Es wird jedoch als toxikologisch und ökotoxikologisch unkritisch eingestuft und als so genannter „nicht relevanter Metabolit“ (nrM) geführt.

DMS wird bei der Trinkwasseraufbereitung größtenteils nicht entfernt. Im Falle einer Ozonung ist jedoch mit der Bildung des kanzerogen wirkenden Transformationsproduktes N-Nitrosodimethylamin (NDMA) zu rechnen, für welches das Umweltbundesamt einen gesundheitlichen Orientierungswert (GOW) von 10 ng/L festgelegt hat (Umweltbundesamt (UBA) 2019).

Die Ergebnisse der fortgesetzten Untersuchungen des Metaboliten von Tolyfluanid, N,N-Dimethylsulfamid (DMS), bestätigen die bereits aus den Ergebnissen der früheren Beprobungen bekannten regionalen Belastungsschwerpunkte (Abb. 18).

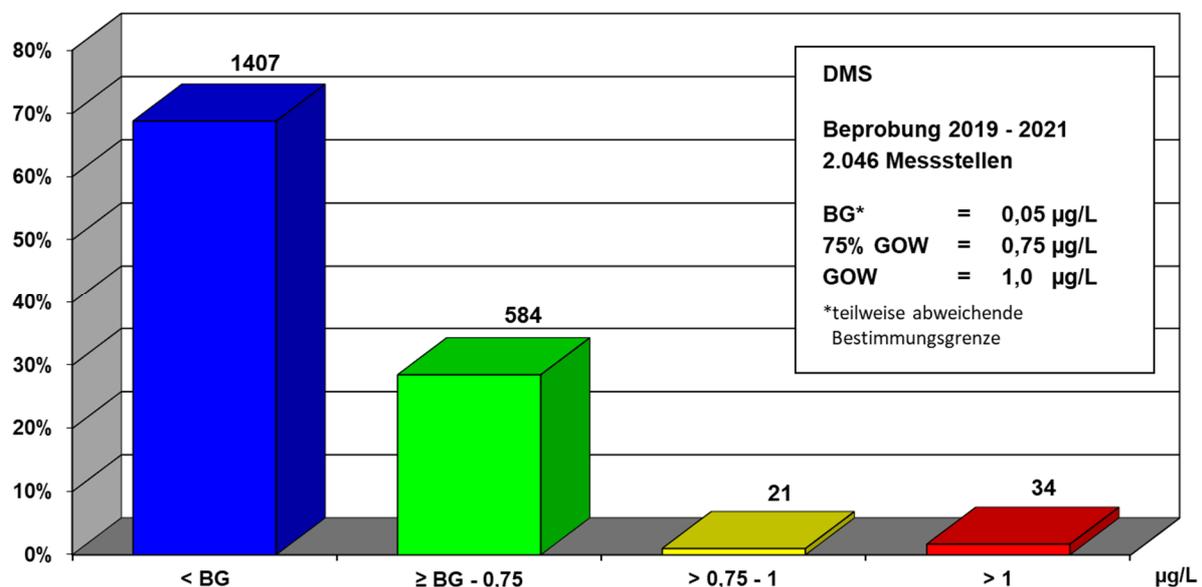


Abb. 17: Konzentrationsverteilung für DMS aus der Beprobung 2019 - 2021

Für DMS wird nach einer Empfehlung des Umweltbundesamtes ein gesundheitlicher Orientierungswert (GOW) von 1 µg/L als trinkwasserhygienisch erachtet (Umweltbundesamt (UBA) 2021). Dieser Wert wird für die in 2019 bis 2021 untersuchten 2.046 Messstellen in 34 Fällen überschritten (Abb. 17).

In 1.407 Messstellen liegen die Gehalte unter den jeweiligen Bestimmungsgrenzen der Untersuchungslaboratorien. Rund ein Viertel aller untersuchten Messstellen (584 Messstellen) weisen einen Positivbefund auf.

Im Jahr 2019 sowie im Jahr 2021 wurde die bisher höchste in Baden-Württemberg nachgewiesene DMS-Konzentration von 14 µg/L gemessen. Zusammen mit dem Wert aus 2020 ergibt sich für den Zeitraum 2019 bis 2021 ein maximaler Messstellenmedian von 14 µg/L (Tab. 11).

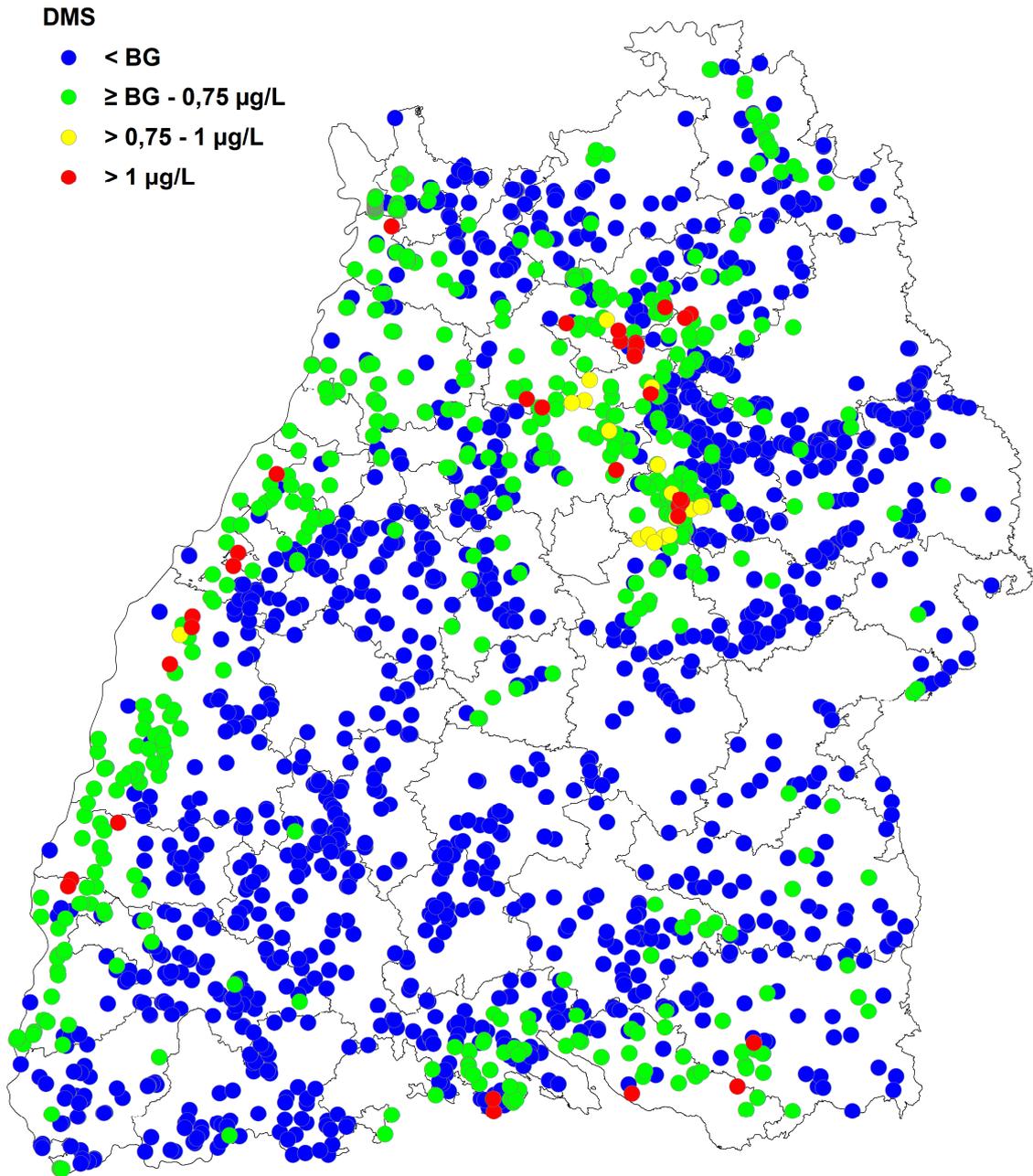


Abb. 18: Regionale Verteilung der DMS-Belastungen (Beprobung 2019 - 2021)

Chloridazon, Desphenyl-Chloridazon und Methyl-desphenyl-Chloridazon

Während der Wirkstoff Chloridazon selbst in nur drei der untersuchten Messstellen in Konzentrationen über 0,05 µg/L nachgewiesen wurde (Abb. 19), wurden die Abbauprodukte Desphenyl-Chloridazon (Metabolit B) und Methyl-desphenyl-Chloridazon (Metabolit B1) in 45 % bzw. 29 % der 2.046 untersuchten Messstellen festgestellt.

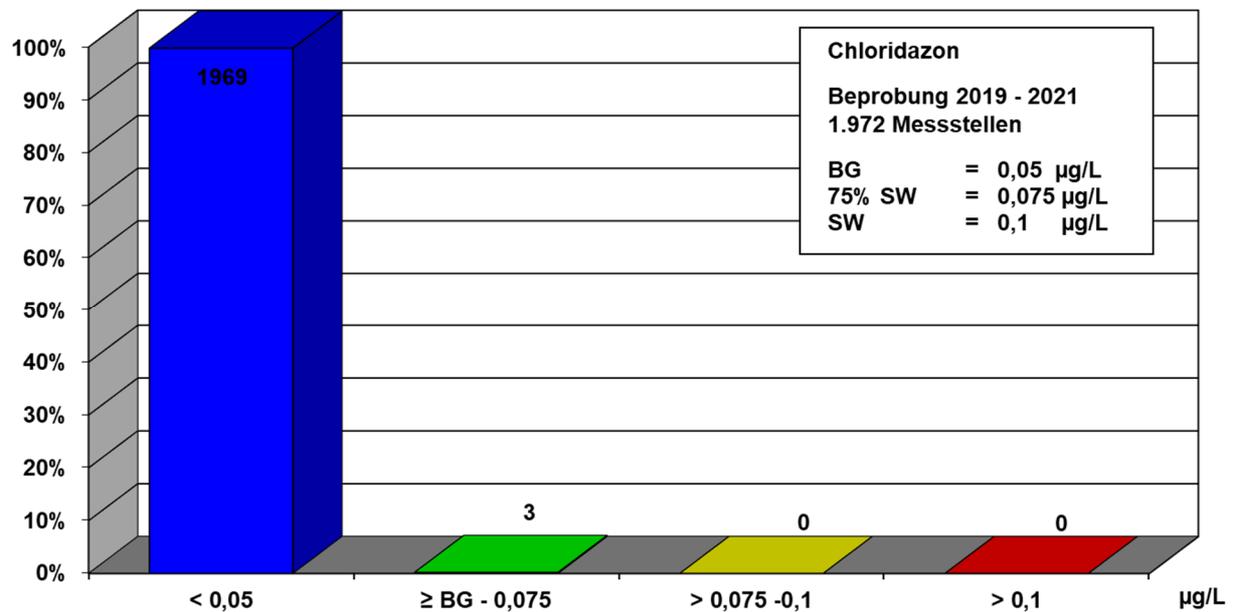


Abb. 19: Konzentrationsverteilung für den Wirkstoff Chloridazon (Medianwerte der Beprobungen 2019 - 2021)

Der Gesundheitliche Orientierungswert (GOW) der UBA-Empfehlung (Umweltbundesamt (UBA) 2021) von 3 µg/L wurde im Fall von Desphenyl-Chloridazon bei 17 Messstellen überschritten. In 1.123 Messstellen liegen die Gehalte von Desphenyl-Chloridazon unter den jeweiligen Bestimmungsgrenzen der Untersuchungslaboratorien (Abb. 20).

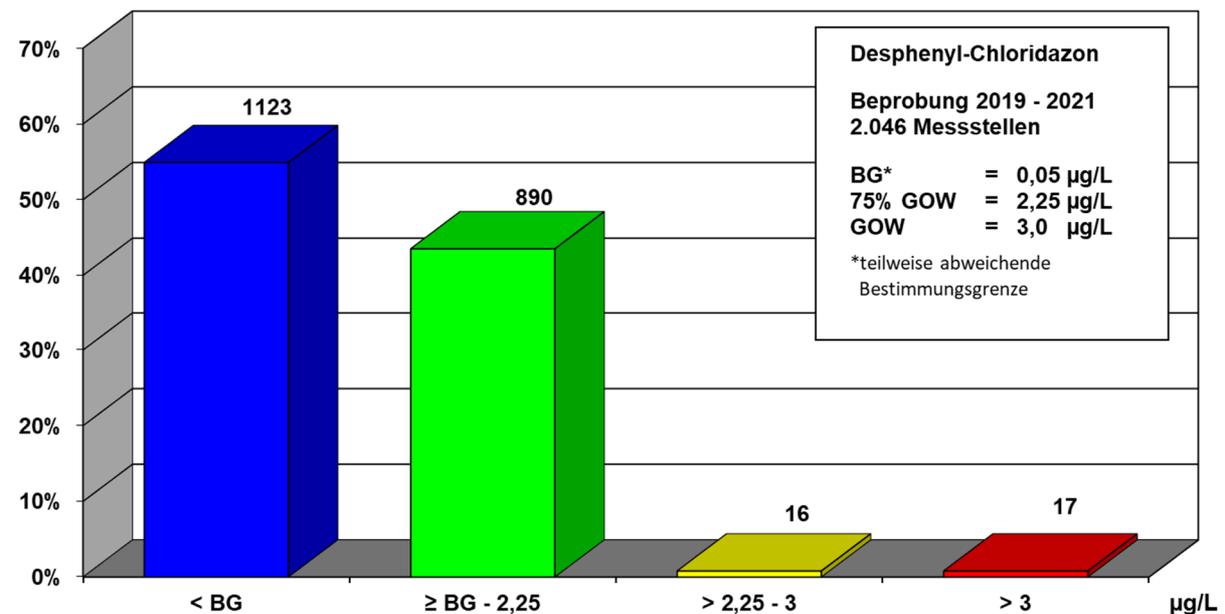


Abb. 20: Konzentrationsverteilung für Desphenyl-Chloridazon (Metabolit B) (Medianwerte der Beprobungen 2019 - 2021)

Der GOW von 3 µg/L für Methyl-desphenyl-Chloridazon wird hingegen an keiner Messstelle überschritten (Abb. 21).

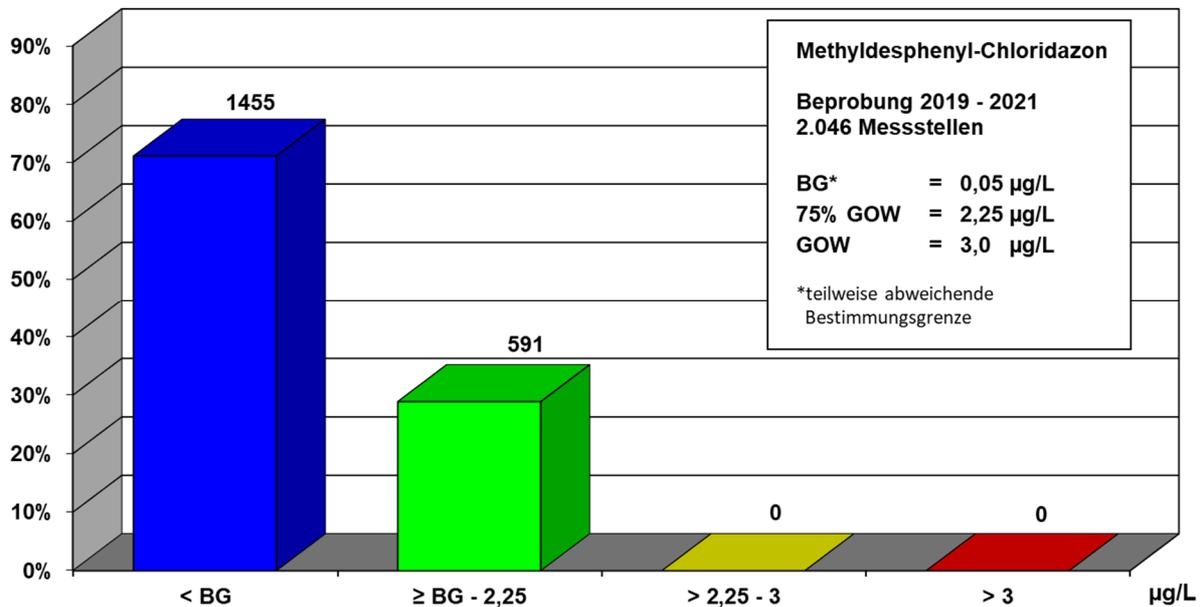


Abb. 21: Konzentrationsverteilung für Methyl-desphenyl-Chloridazon (Metabolit B1) (Medianwerte der Beprobungen 2019 - 2021)

In der Abb. 22 ist die regionale Verteilung der Desphenyl-Chloridazon-Belastung dargestellt. Der Schwerpunkt der Belastung liegt nach wie vor im Umkreis von aktuellen und früheren Zuckerfabriken bzw. in den Hauptanbaugebieten Baden-Württembergs für Zuckerrüben im nördlichen Landesteil (Sturm et al. 2010).

Die Zulassungen der letzten beiden zugelassenen Chloridazon-haltigen Pflanzenschutzmittel wurden zum 31.12.2018 widerrufen. Die Aufbrauchfrist endete am 30.06.2020.

Die Belastungen durch den Metaboliten Methyl-desphenyl-Chloridazon fallen hinsichtlich Häufigkeit und Höhe der Belastung deutlich niedriger aus (Abb. 22). Das Muster der regionalen Verteilung folgt dem des Hauptmetaboliten Desphenyl-Chloridazon.

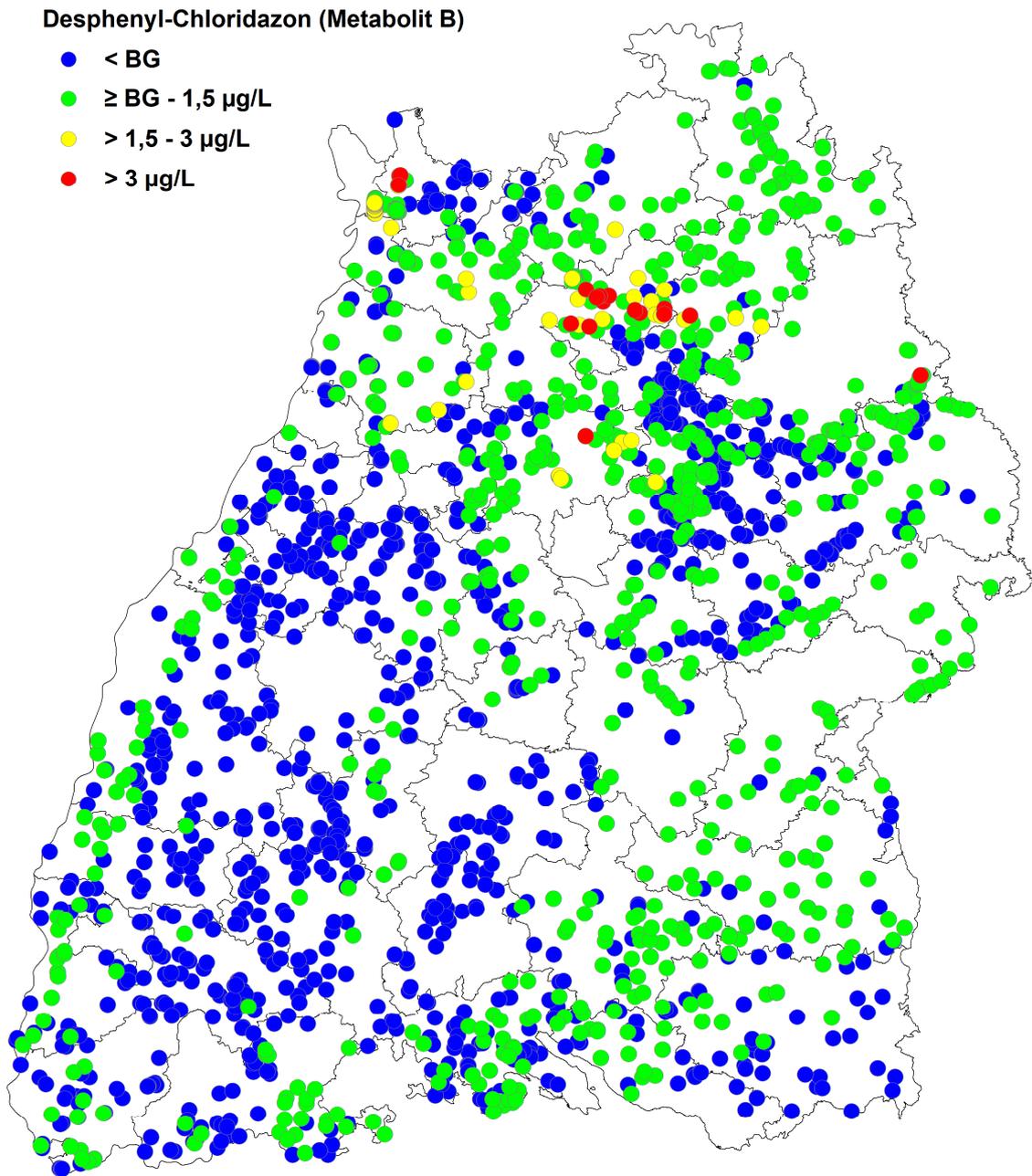


Abb. 22: Regionale Verteilung der Desphenyl-Chloridazon-Belastungen (Beprobung 2019 - 2021)

2.4.3 Triazine, ausgewählte organische Stickstoffverbindungen und Bentazon (Parametergruppe B)

Die Ergebnisse der Untersuchungen auf Triazine, ausgewählte organische Stickstoffverbindungen und Bentazon an über 2.000 Messstellen aus den Beprobungen 2019 bis 2021 sind in der folgenden Tabelle (Tab. 12) dargestellt.

Tab. 12: Ergebnisübersicht Parametergruppe B (Beprobungen 2019 - 2021)

Parameter	Anzahl der Messstellen*				SW** [µg/L]	Maximalwert* [µg/L]
	beprobte Messstellen	≥ BG - ≤ 75 % SW	> 75 % SW - ≤ SW	> SW		
Bentazon	2.014	12	2	3	0,1	0,18
Atrazin	2.025	39	1	0	0,1	0,08
Desethylatrazin	2.025	115	9	2	0,1	0,13
Desethylterbutylazin	2.024	2	0	0	0,1	0,03
Desisopropylatrazin	2.020	10	0	0	0,1	0,065
Simazin	2.024	9	0	0	0,1	0,07
Terbutylazin	2.024	4	0	0	0,1	0,03
Bromacil	2.021	3	5	0	0,1	0,1
Propazin	2.022	4	0	0	0,1	0,03
Hexazinon	2.021	4	0	0	0,1	0,06
Metolachlor	2.024	3	0	0	0,1	0,03
Metazachlor	2.019	3	0	0	0,1	0,03
Metalaxyl	2.021	4	0	0	0,1	0,03
2,6-Dichlorbenzamid	2.018	47	0	0	3	0,53

*) auf Grundlage der Messstellenmedianwerte aus den Jahren 2019 - 2021

**) Schwellenwerte der Grundwasserverordnung (SW) bzw. für 2,6-Dichlorbenzamid gesundheitlicher Orientierungswert (GOW) der Hinweise des UBA (Umweltbundesamt (UBA) 2021)

Die Abb. 23 gibt einen graphischen Überblick über die Ergebnisse der Parametergruppe B (Triazine, ausgewählte organische Stickstoffverbindungen und Bentazon) aus den Beprobungen 2019 bis 2021.

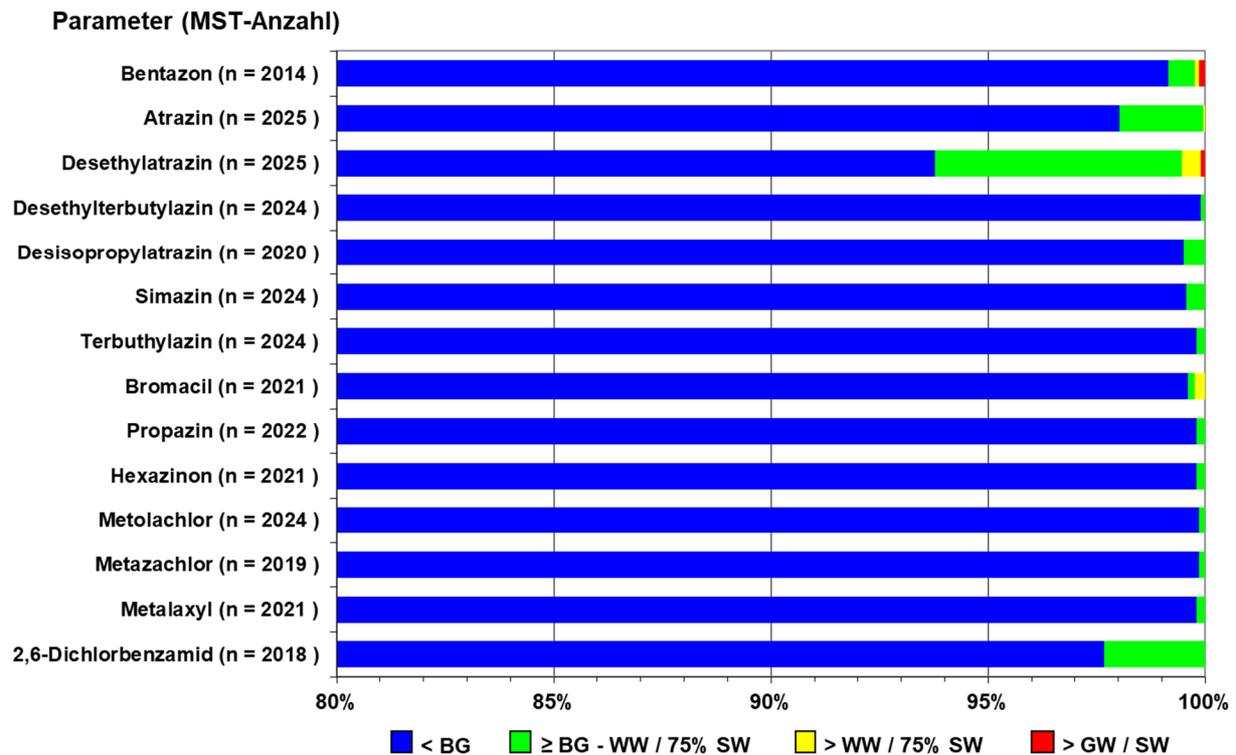


Abb. 23: Prozentuale Ergebnisübersicht Parametergruppe B (Beprobung 2019 - 2021)

Werte unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze sind in Abb. 23 blau gekennzeichnet. Grün dargestellte Werte liegen über der Bestimmungsgrenze, aber unter 75 % des jeweiligen Gesundheitlichen Orientierungswertes (GOW) bzw. des Schwellenwertes der Grundwasserverordnung. Überschreitungen von 75 % der GOW bzw. des Schwellenwertes sind gelb, Überschreitungen der GOW bzw. des Schwellenwertes rot dargestellt.

Beim Vergleich der prozentualen Verteilung dieser Ergebnisse mit den Ergebnissen aus dem vorangegangenen Monitoringzeitraum, also den Beprobungen 2014-2018 (Grundwasserdatenbank Wasserversorgung (GWD-WV) 2019), ist keine Veränderung festzustellen.

Trotz des seit dem Jahre 1991 gültigen Anwendungsverbotes für Atrazin sind sowohl der Wirkstoff Atrazin selbst als auch sein Abbauprodukt Desethylatrazin immer noch der am häufigsten nachweisbare Wirkstoff bzw. relevante Metabolit.

Atrazin ist in etwa 2,0 % und Desethylatrazin in 6,2 % aller Messstellen nachweisbar. Der Schwellenwert der Grundwasserverordnung wird für Atrazin in keinem Fall und für Desethylatrazin in zwei Fällen überschritten (Tab. 12).

Der Dichlobenil-Metabolit 2,6-Dichlorbenzamid tritt mit rund 2,3 % Positivbefunden im Grundwasser auf, obwohl die Zulassung von Dichlobenil bereits 2004 durch das BVL zurückgenommen wurde. Begründet werden kann dies dadurch, dass der Wirkstoff selbst Jahrzehnte lang als Totalherbizid im Garten,- Obst- und Weinbau eingesetzt wurde. Während Dichlobenil nach relativ kurzer Zeit abgebaut wird, kann das stabile Abbauprodukt 2,6-Dichlorbenzamid wesentlich länger im Grund- und Quellwasser nachgewiesen werden.

Die jeweiligen regionalen Schwerpunkte für die Belastungen durch Desethylatrazin und 2,6-Dichlorbenzamid gehen aus den nachfolgenden kartographischen Darstellungen hervor (Abb. 24 und Abb. 25).

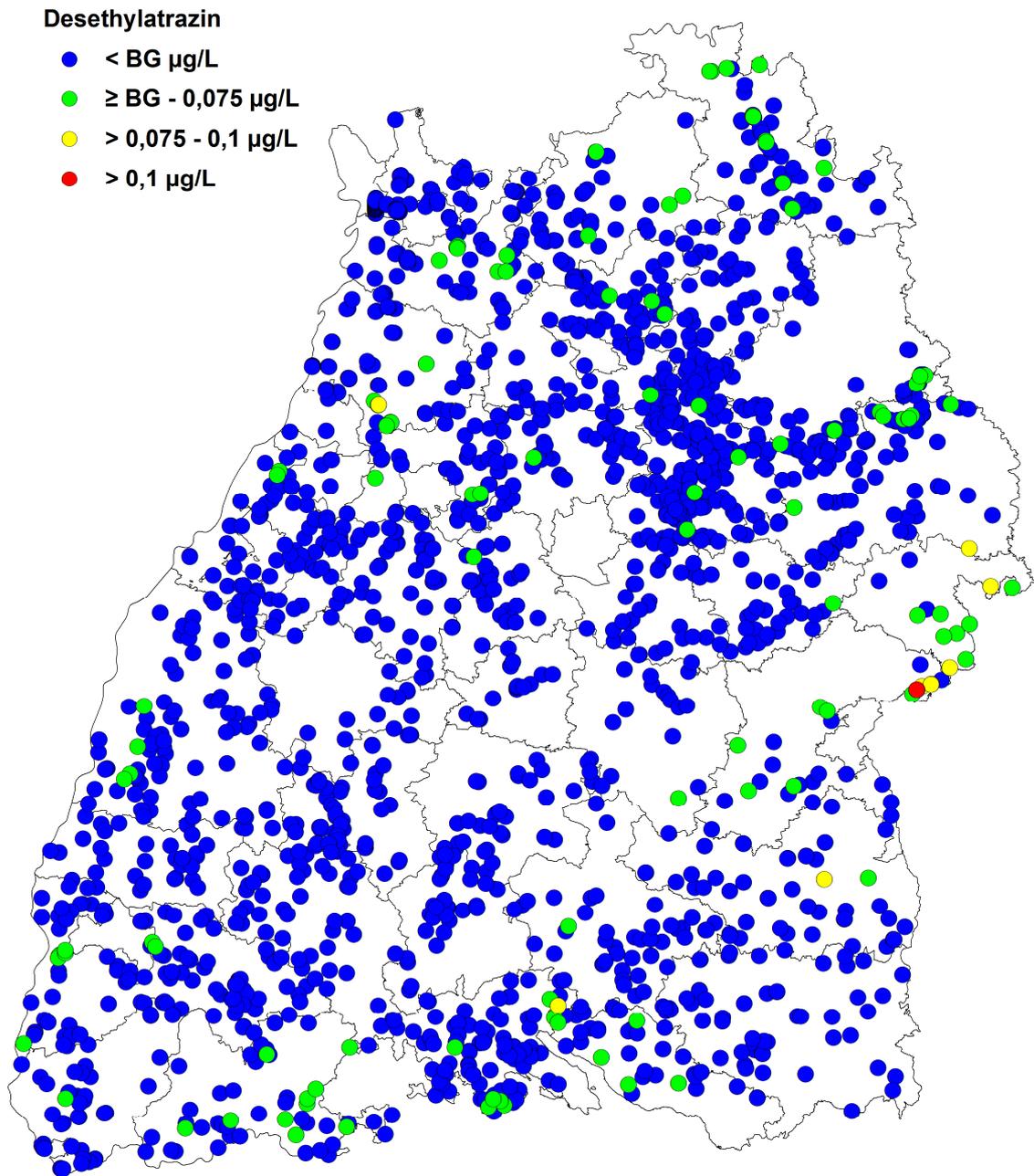


Abb. 24: Regionale Verteilung der Desethylatrazin-Belastungen (Medianwerte der Beprobungen 2019 - 2021)

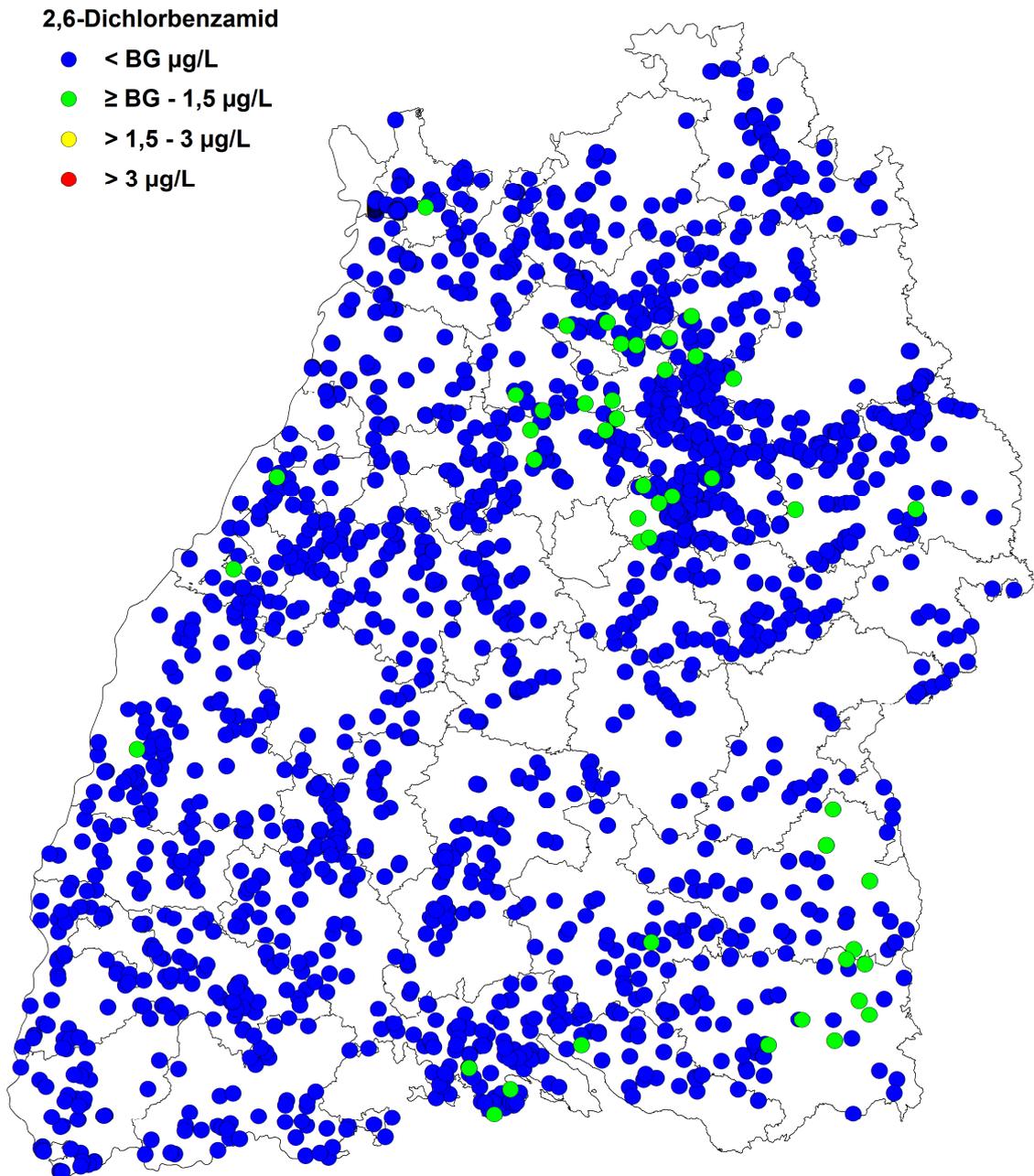


Abb. 25: Regionale Verteilung der 2,6-Dichlorbenzamid-Belastungen (Medianwerte der Beprobungen 2019 - 2021)

Am häufigsten jedoch wurde der Schwellenwert von dem Wirkstoff Bentazon überschritten. Bei drei Messstellen kam es in den Beprobungsjahren 2019 - 2021 zu einer Schwellenwertüberschreitung, obwohl die Positivbefunde in den letzten Jahren zur Erlassung zahlreicher Anwendungsbeschränkungen geführt haben. Aufgrund seiner hohen Mobilität im Untergrund wurde beispielsweise der Einsatz auf besonders durchlässigen Böden verboten. Letztendlich wurden von den Herstellern keine weiteren Zulassungen mehr beantragt und die Zulassung des letzten in Deutschland noch zugelassenen bentazonhaltigen Pflanzenschutzmittels ist am 31.01.2018 ausgelaufen, wobei das Produkt bis 31.07.2019 aufzubrauchen war.

Einen Überblick über die regionalen Schwerpunkte für die Belastungen durch Bentazon zeigt die folgende Abbildung (Abb. 26).

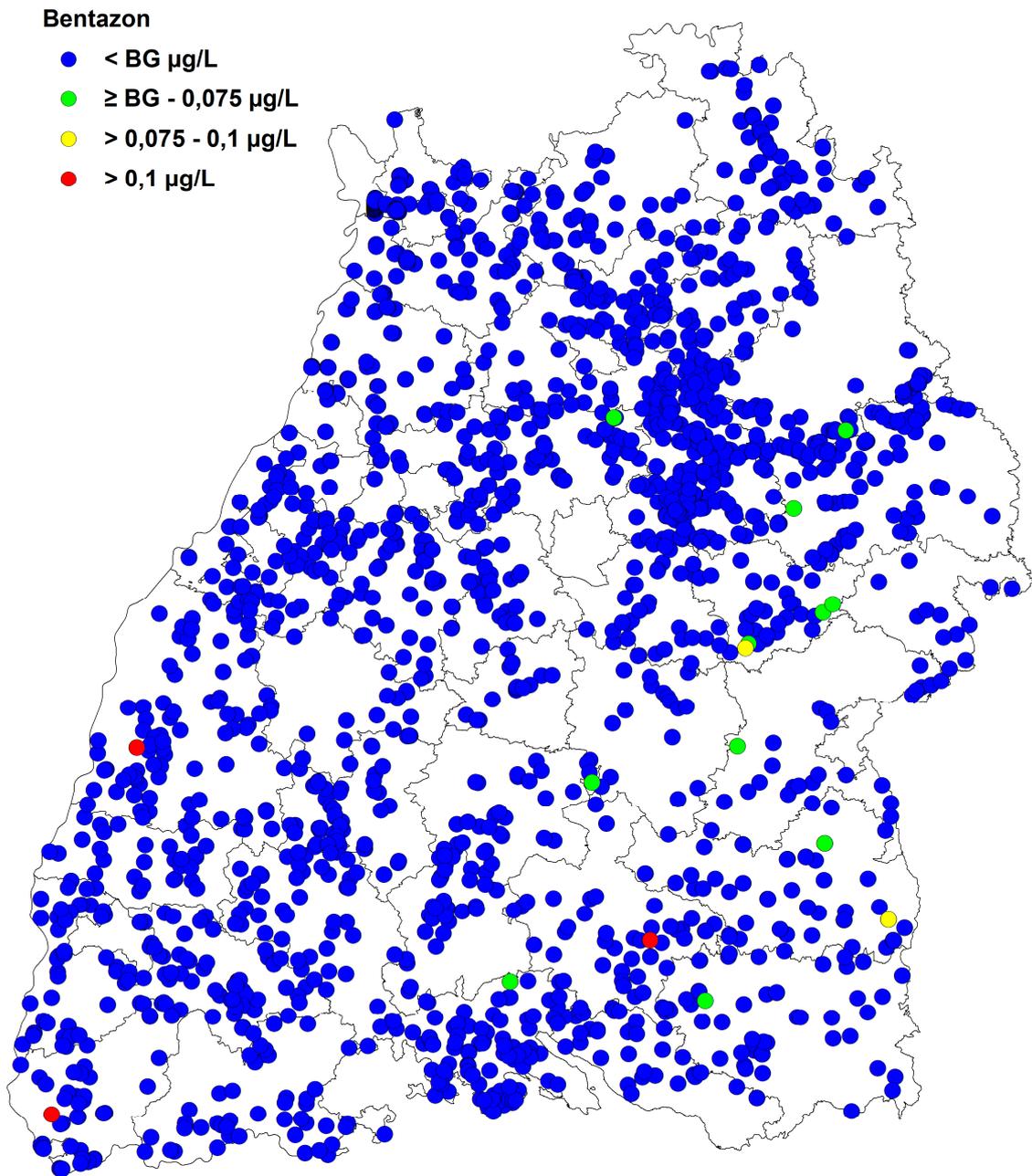


Abb. 26: Regionale Verteilung der Bentazon-Belastungen (Medianwerte der Beprobungen 2019 - 2021)

2.5 Ausgewählte Ergebnisse aus dem Grundmessprogramm

Für einige der im Rahmen des Grundmessprogramms untersuchten Parameter sind in der Grundwasserverordnung Schwellenwerte festgelegt. Die nachstehende Tab. 13 enthält die zu diesen Parametern festgestellten Belastungen und Schwellenwertüberschreitungen.

Tab. 13: Ergebnisübersicht für die in der Anlage 2 zur Grundwasserverordnung mit Schwellenwerten (SW) gelisteten Parameter des Grundmessprogramms 2021

Parameter	Anzahl der Messstellen				SW	Maximalwert ¹⁾
	beprobte Messstellen	≥ BG ≤ 75 % SW	> 75 % SW ≤ SW	> SW		
Nitrat	1.633	1.365 (83,6 %)	174 (10,7 %)	66 (4,0 %)	50	107 ²⁾
Ammonium	750	117 (15,6 %)	1 (0,1 %)	0 (0,0%)	0,5	0,377
Chlorid	755	753 (99,7 %)	2 (0,3 %)	0 (0,0%)	250	235,7
Sulfat	753	721 (95,6 %)	19 (2,5 %)	13 (1,7 %)	250	1.350
Summe aus Tri- und Tetrachlorethen	753	11 (1,5 %)	0 (0,0 %)	5 (0,7 %)	0,01	0,0474

¹⁾ auf Grundlage der Messstellenmedianwerte des Beprobungsjahres 2021

²⁾ Messwert an einer Vorfeldmessstelle, höchster Wert bei Rohwasserentnahmestelle betrug 84,4 mg/L

Im Vergleich zur letztjährigen Beprobung des jährlichen Grundmessprogramms (Grundwasserdatenbank Wasserversorgung (GWD-WV) 2020) ist die Anzahl der Schwellenwertüberschreitungen bei Sulfat gesunken (von 15 auf 13 Messstellen). Erfreulicherweise wurden im Jahr 2021 bei Ammonium keine Schwellenwertüberschreitungen festgestellt. Beim Chlorid gab es auch wie im Jahr 2020 keine Überschreitungen des Schwellenwerts. Nitrat wurde an 66 Messstellen über dem Schwellenwert nachgewiesen, in 2020 waren es 62. Die Anzahl der Messstellen mit Schwellenwertüberschreitungen der Summe aus Tri- und Tetrachlorethen ist im Vergleich zu 2020 von sechs auf fünf gesunken.

Ein allgemeiner Überblick über die aktuellen Ergebnisse der Untersuchungen auf alle Parameter des jährlichen Grundmessprogramms aus der Beprobung 2021 geht aus der Ergebnisübersicht der Abb. 27 hervor. Hier sind Werte unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze blau gekennzeichnet. Grün dargestellt werden Werte gleich oder über der Bestimmungsgrenze bis zum jeweiligen Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes bzw. bis zu 75 % des jeweiligen Schwellenwertes der Grundwasserverordnung. Überschreitungen von Warnwerten nach dem Grundwasserüberwachungsprogramm bzw. von 75 % der Schwellenwerte sind gelb, Überschreitungen der Grenzwerte nach der Trinkwasserverordnung bzw. der Schwellenwerte nach der Grundwasserverordnung rot dargestellt.

Weitere Auswertungen und kartografische Darstellungen finden sich für einige ausgewählte Parameter in den folgenden Abschnitten. Den dargestellten Konzentrationsverteilungen liegen jeweils die Messstellenmedianwerte zugrunde. Es ist zu beachten, dass in der blauen Säule Messstellen zusammengefasst sind, deren Messstellenmedianwerte unter dem jeweils angegebenen Wert oder unter der labor-spezifischen analytischen Bestimmungsgrenze liegen. Diese liegt in der Regel bei diesem Wert oder darunter. Die Zahlen über den Säulen entsprechen der Anzahl der Messstellen, die aufgrund ihrer Messstellenmedianwerte in die jeweilige Klasse gefallen sind.

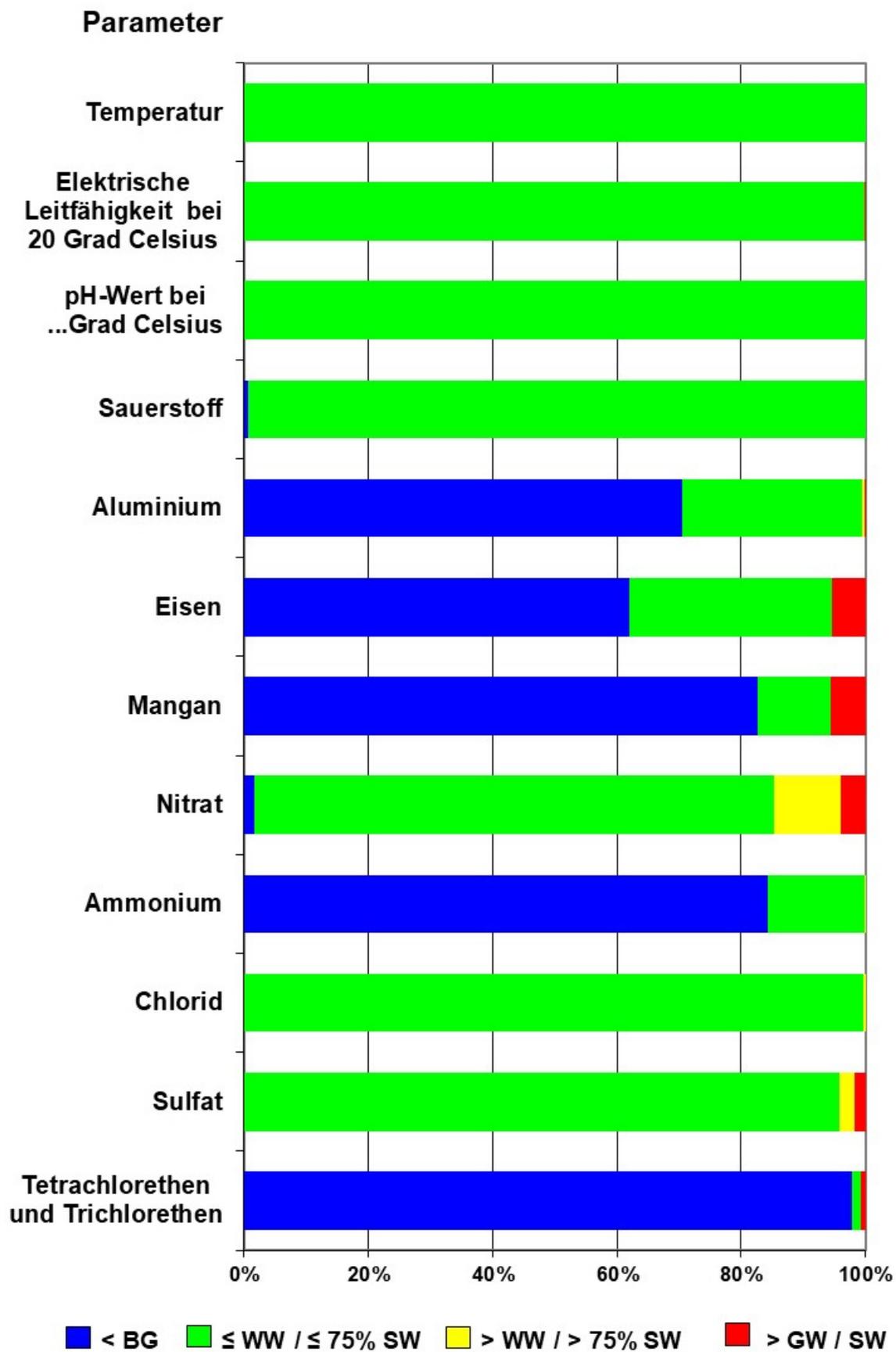


Abb. 27: Ergebnisübersicht für die Parameter des Grundmessprogramms (Beprobung 2021)

2.5.1 pH-Wert

Baden-Württemberg verfügt zum überwiegenden Teil (etwa 71 % der beprobten Messstellen) über gut gepufferte Grundwässer mit einem pH-Wert zwischen 7,0 und 7,5 (Abb. 28).

Nur die schwach gepufferten Grund- und Quellwässer aus kalkarmem Untergrund (kristallines Grundgebirge und Buntsandstein im Schwarzwald und Odenwald) weisen niedrige pH-Werte auf (Abb. 29).

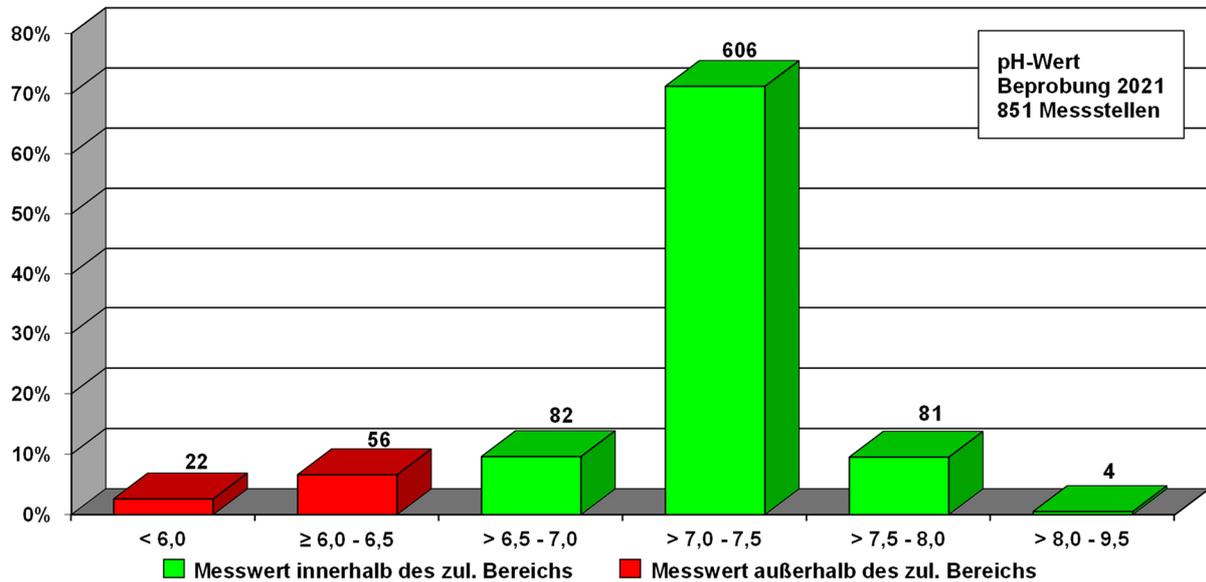


Abb. 28: Verteilung der pH-Werte (Beprobung 2021)

Der untere Grenzwert der Trinkwasserverordnung für den pH-Wert von 6,5 wird in 9,2 % aller beprobten Rohwassermessstellen unterschritten. Der niedrigste pH-Wert einer Messstelle der Beprobung 2021 beträgt 5. Überschreitungen des oberen Grenzwertes von pH 9,5 liegen nicht vor.

Die regionale Verteilung der pH-Werte ist in Abb. 29 dargestellt.

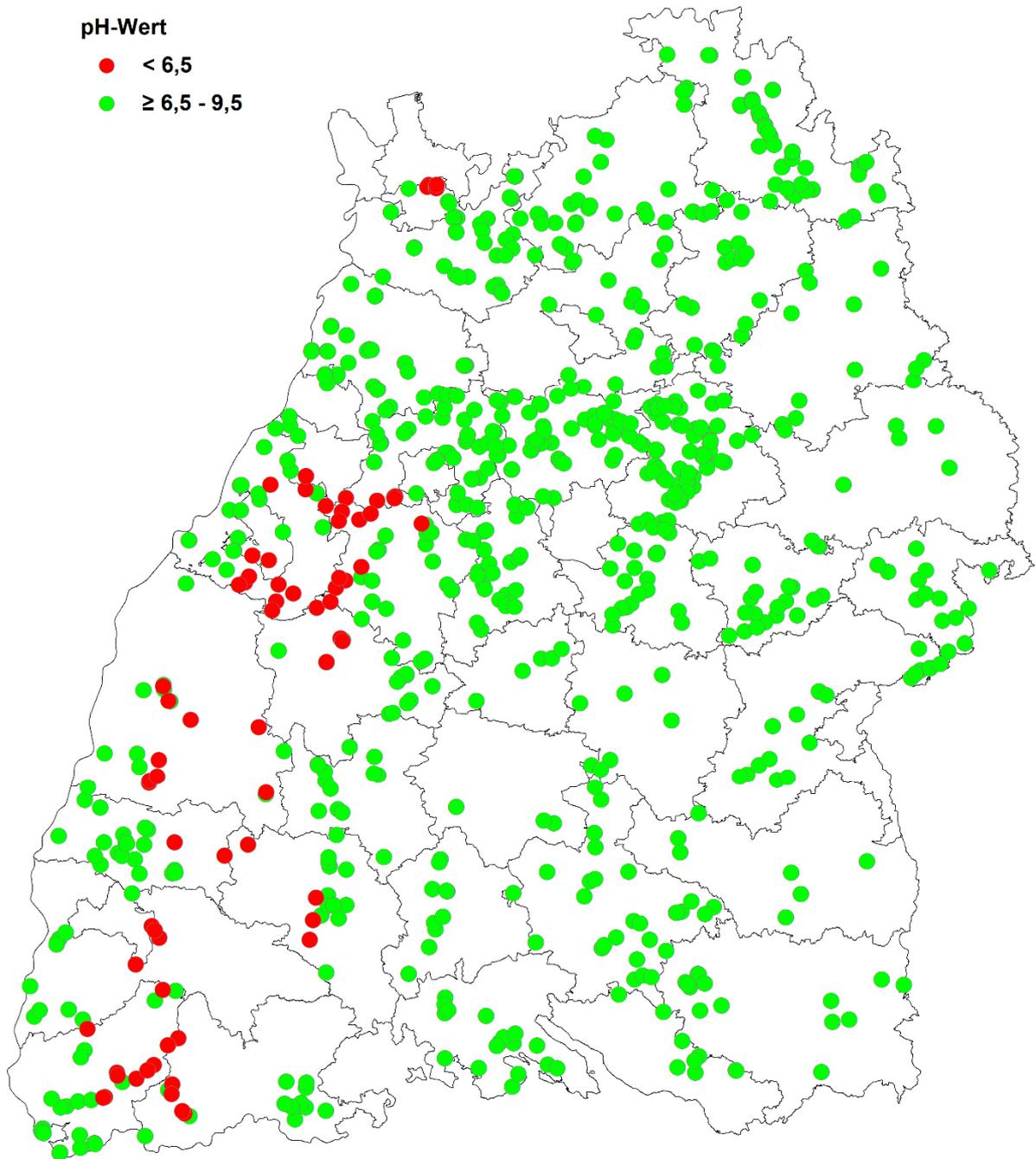


Abb. 29: Regionale Verteilung der pH-Werte (Beprobung 2021)

2.5.2

2.5.3 Eisen

Eisen ist das vierthäufigste Element der Erdkruste und tritt vor allem in reduzierten Grundwässern in erhöhten Konzentrationen auf. In etwa 28 % der 753 untersuchten Messstellen liegen Eisenkonzentrationen über 0,01 mg/L vor. Der Grenzwert der gültigen Trinkwasserverordnung von 0,2 mg/L wird in 40 Rohwassermessstellen (5,3 %) überschritten (Abb. 30). Die höchste Eisenkonzentration einer Messstelle der Beprobung 2021 liegt bei rund 6,3 mg/L.

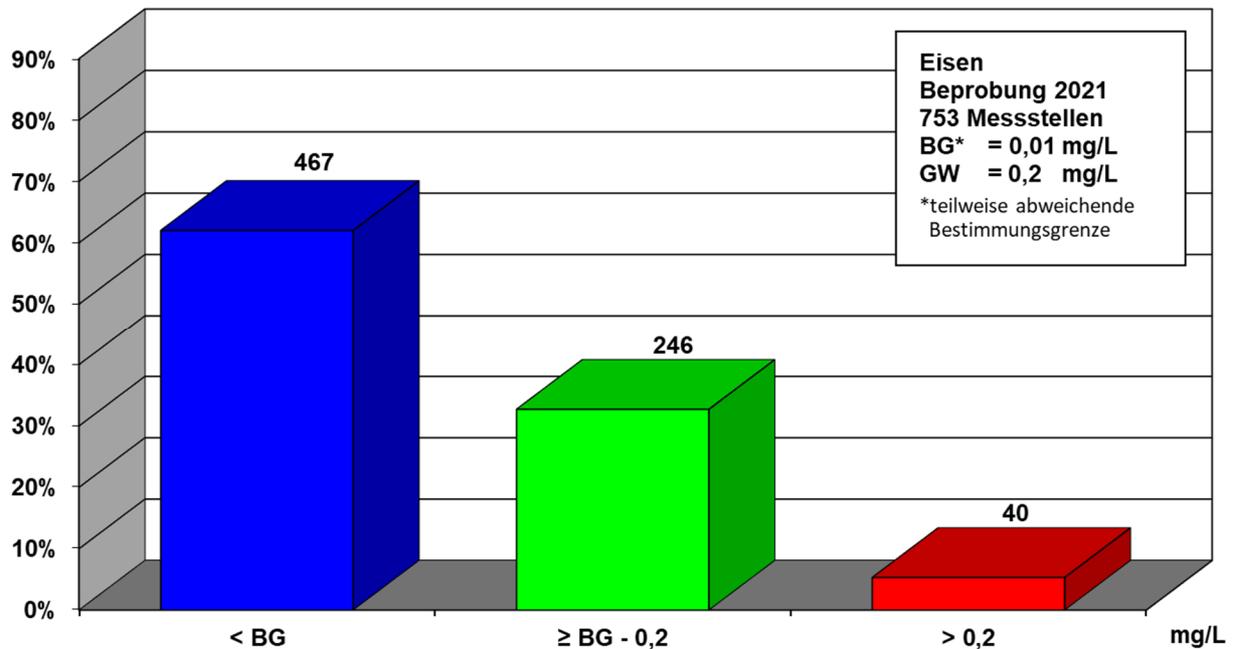


Abb. 30: Konzentrationsverteilung für Eisen (Beprobung 2021)

Aufgrund der geringen toxischen Wirkung nimmt Eisen in der Diskussion zur Grundwasserqualität eine untergeordnete Rolle ein. Bei Kontakt von reduzierten Grundwässern mit Sauerstoff kann es jedoch durch die Ausfällung von Eisenhydroxiden (Verockerung) zu vielfältigen Störungen in der öffentlichen Wasserversorgung kommen. Die Entfernung von Eisen stellt daher eines der häufigsten Aufbereitungsziele bei der Trinkwasserversorgung dar.

Die regionale Verteilung der Eisenkonzentration ist in Abb. 31 dargestellt.

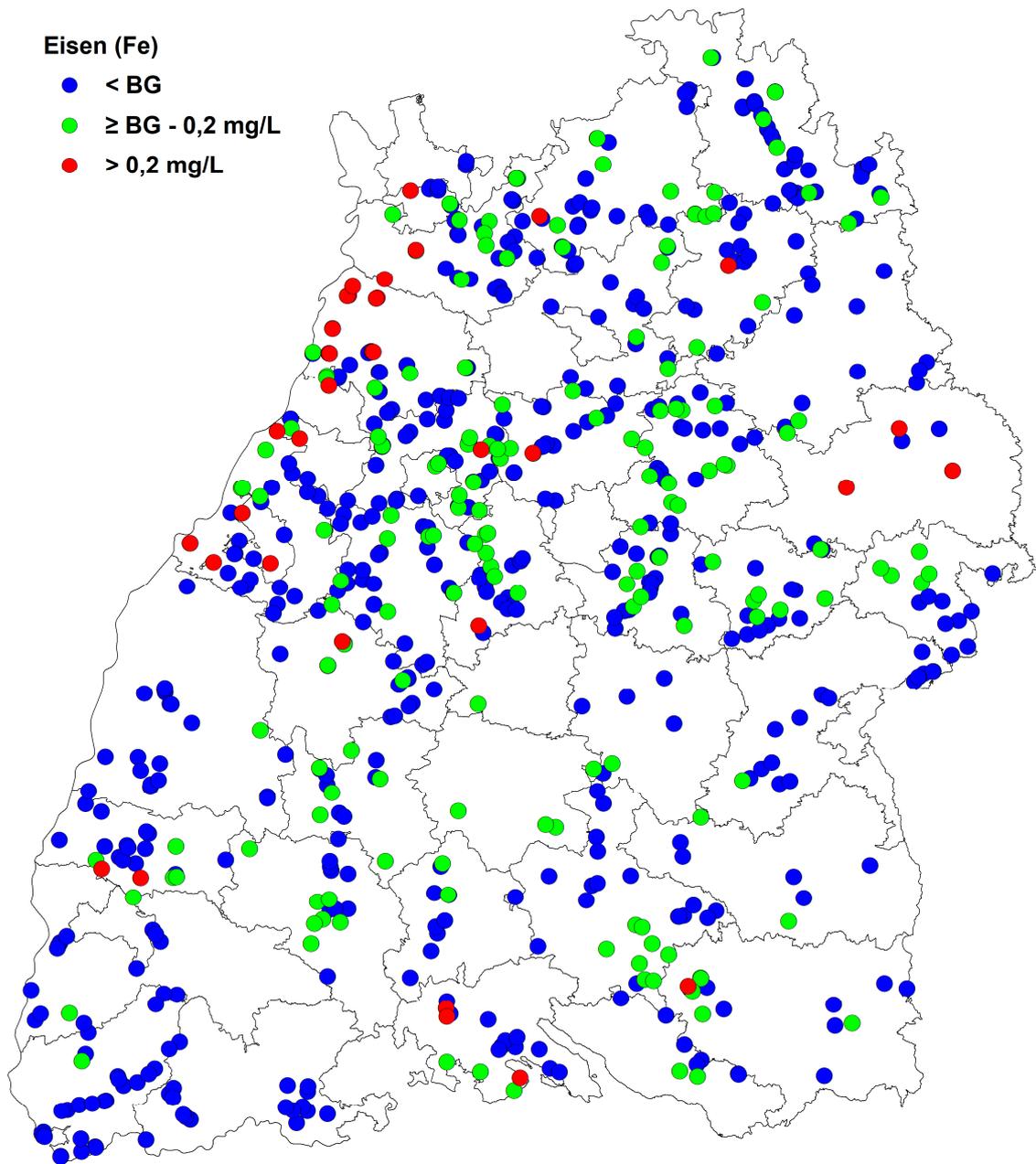


Abb. 31: Regionale Verteilung der Eisen-Konzentrationen (Beprobung 2021)

2.5.4 Mangan

Mangan kommt meist gemeinsam mit Eisen in Grund- und Quellwässern vor. Obwohl die Mangangehalte in der Regel geringer als die Eisengehalte sind, wirken sich bereits niedrige Konzentrationen nachteilig auf die Eignung des Wassers als Rohwasser für die Trinkwassergewinnung aus. Darum wird zur Vermeidung von Ausfällungen im Rohrnetz oder beim Verbraucher eine möglichst vollständige Entfernung von Mangan in der Trinkwasseraufbereitung angestrebt. In 42 der 753 beprobten Rohwassermessstellen (5,6 %) wird der Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 0,05 mg/L überschritten. 11,8 % der Messstellen weisen einen Wert über 0,01 mg/L auf (Abb. 32).

Die Abb. 33 zeigt die regionale Verteilung der Mangankonzentration.

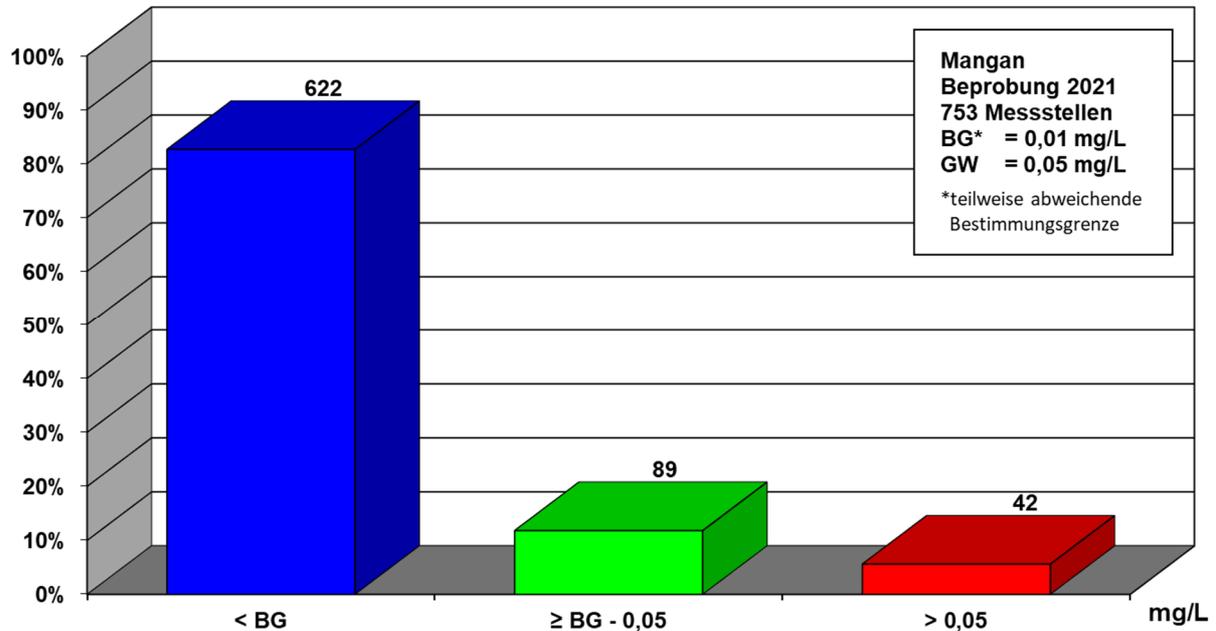


Abb. 32: Konzentrationsverteilung für Mangan (Beprobung 2021)

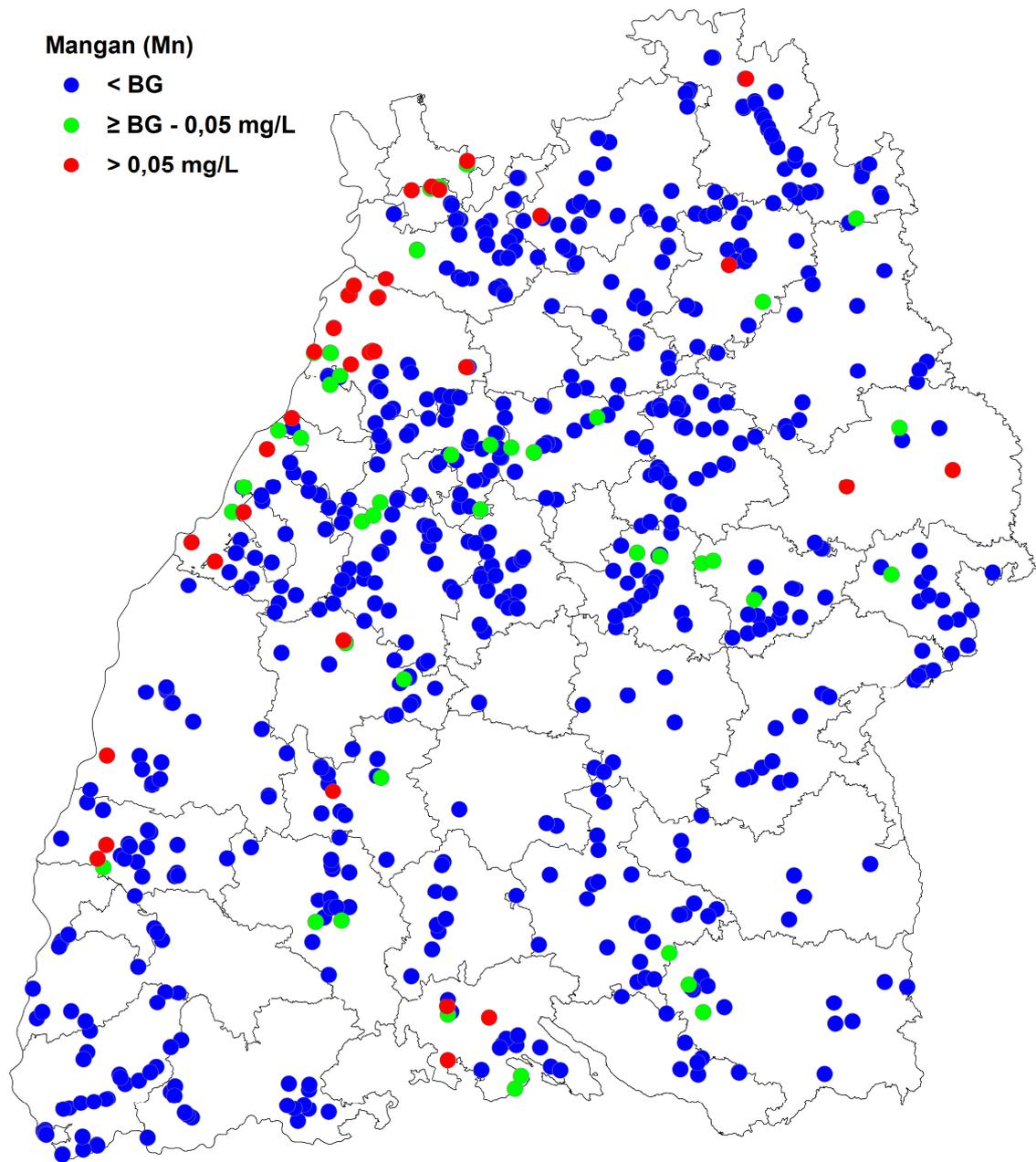


Abb. 33: Regionale Verteilung der Mangan-Konzentrationen (Beprobung 2021)

2.5.5 Ammonium

Ammonium tritt in erhöhten Konzentrationen vor allem im Abstrom von Altablagerungen (Hausmülldeponien) auf und kann daher als Indikatorstoff angesehen werden. Auch in fast sauerstofffreien, reduzierten Grundwässern kann Ammonium als Bestandteil des Stickstoffkreislaufes auftreten.

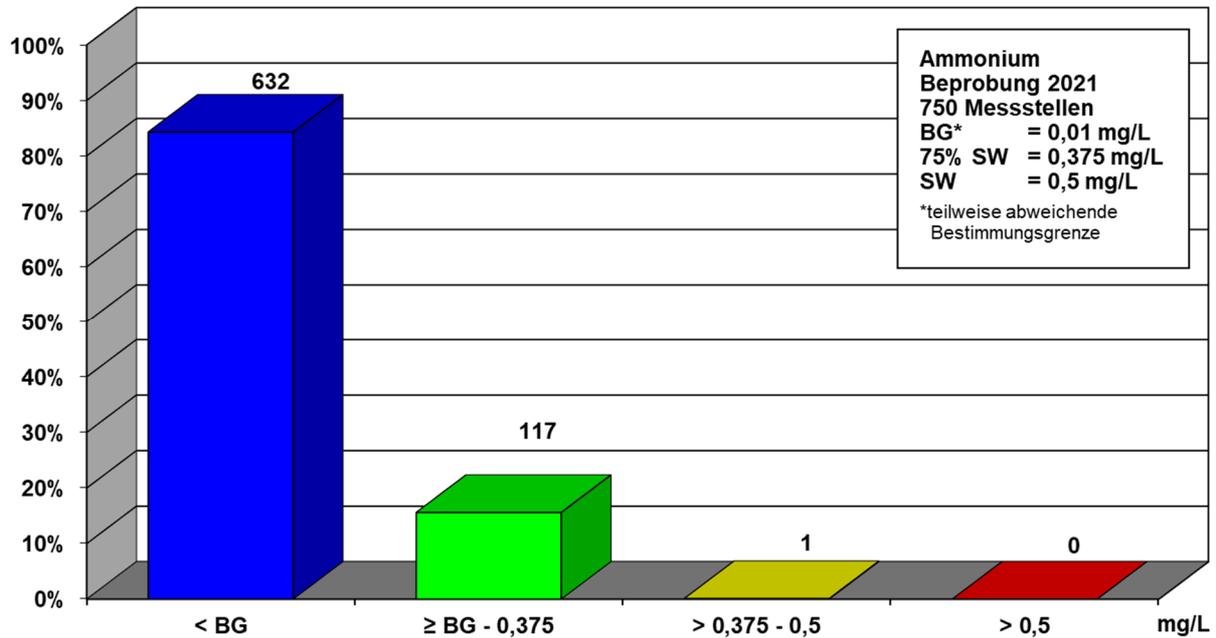


Abb. 34: Konzentrationsverteilung für Ammonium (Beprobung 2021)

Im Rahmen der Beprobung 2021 lagen bei 118 der beprobten 750 Messstellen Ammoniumgehalte über 0,01 mg/L vor.

Der in der Grundwasserverordnung festgelegte Schwellenwert von 0,5 mg/L ist vom Trinkwassergrenzwert (Indikatorparameter) abgeleitet und wurde im Rahmen der Beprobung 2021 in keiner Messstelle überschritten (Abb. 34).

Die regionale Verteilung der Ammoniumkonzentration ist in Abb. 35 dargestellt.

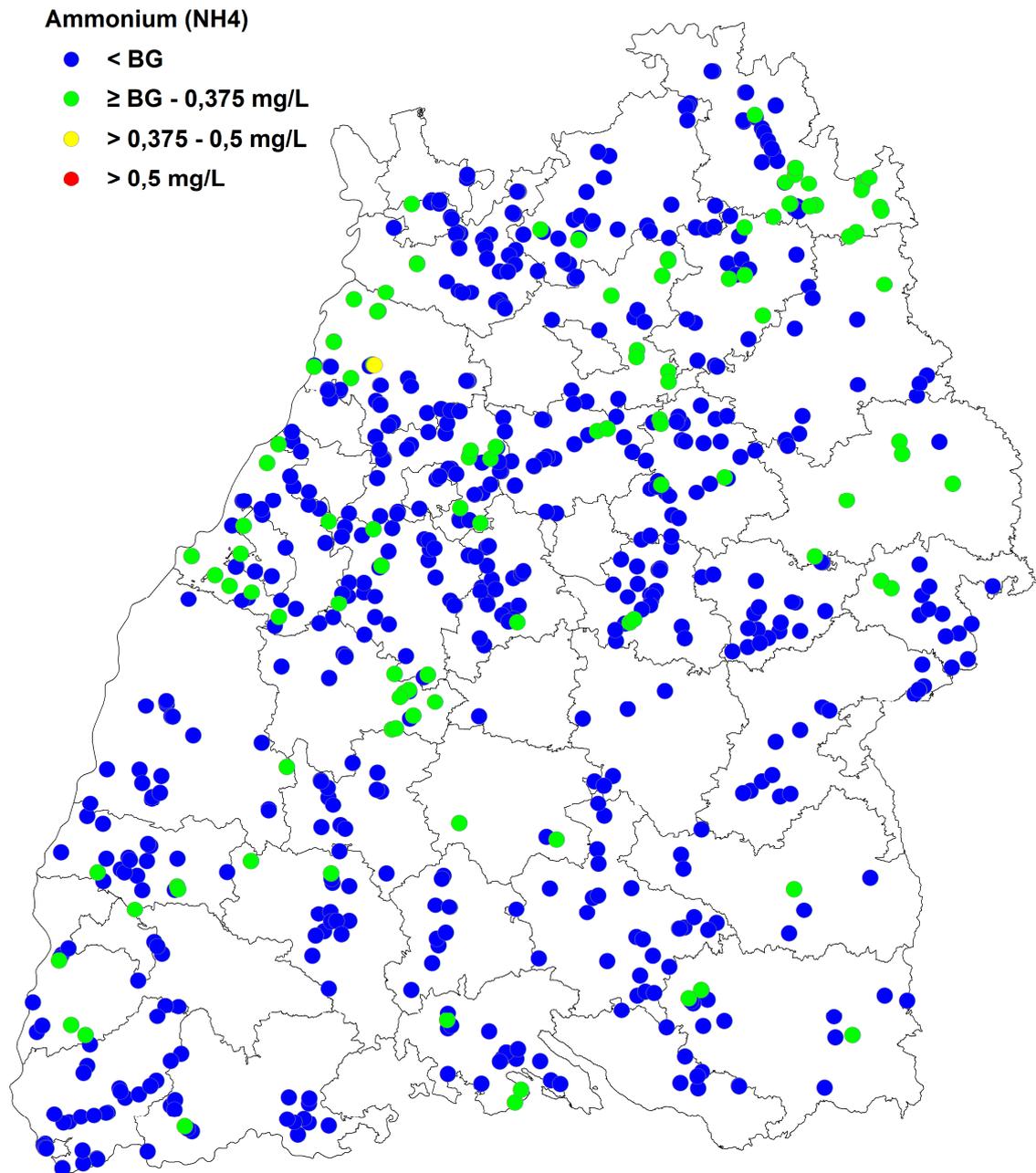


Abb. 35: Regionale Verteilung der Ammonium-Werte (Beprobung 2021)

2.5.6 Chlorid

Über die geologisch bedingte Hintergrundkonzentration hinausgehende Chlorid-Werte weisen auf anthropogene Beeinflussung des Grundwassers durch Streusalz, Mineraldünger, Abwasser oder Kaliabbau hin.

In der Wasserversorgung ist die Kenntnis des Chloridgehaltes zudem für Aussagen zur Mischbarkeit von Wässern sowie zur Beurteilung von korrosionschemischen Eigenschaften von Bedeutung.

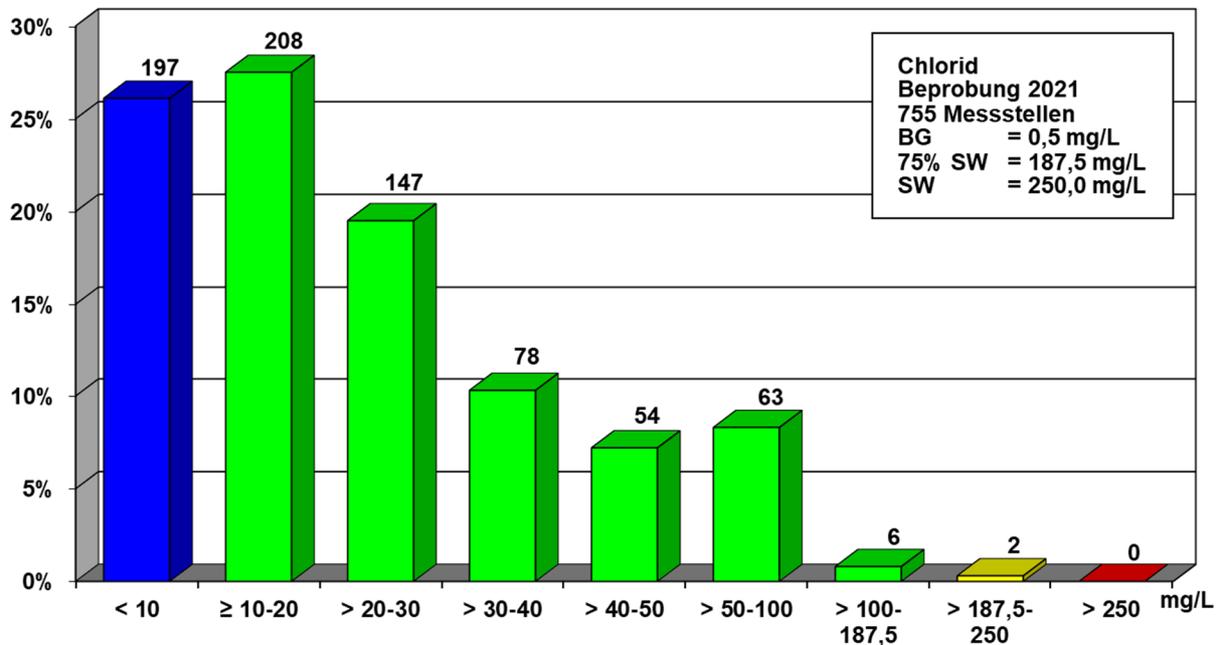


Abb. 36: Konzentrationsverteilung für Chlorid (Beprobung 2021)

Der in der Grundwasserverordnung festgelegte Schwellenwert von 250 mg/L ist vom Trinkwasser-Grenzwert abgeleitet und wurde im Rahmen der Beprobung 2021 in keiner Messstelle überschritten (Abb. 36). Die höchste Chloridkonzentration einer Messstelle der Beprobung 2021 liegt bei 235,7 mg/L. Die regionale Verteilung der Chloridkonzentration ist in Abb. 37 dargestellt.

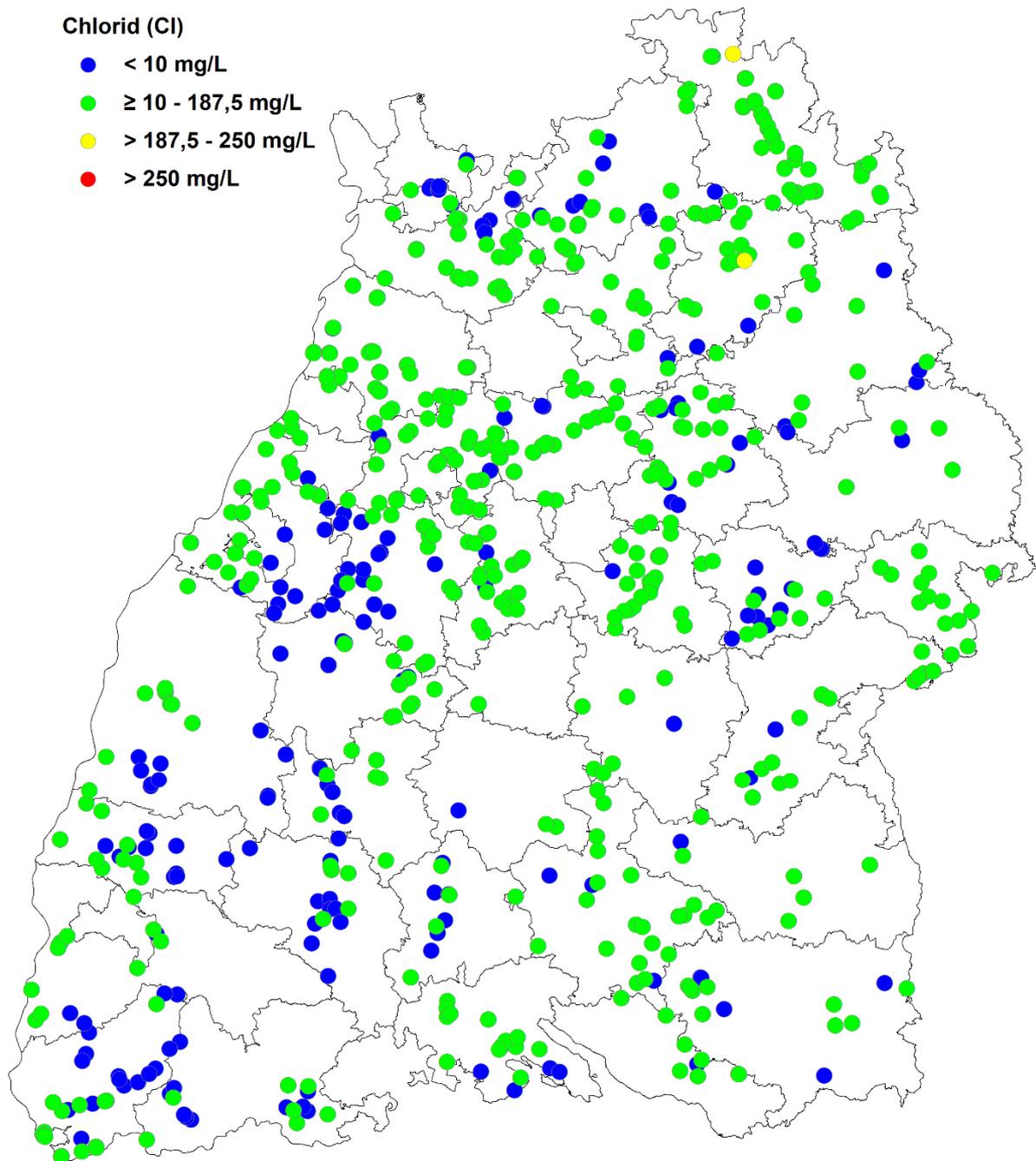


Abb. 37: Regionale Verteilung der Chlorid-Werte (Beprobung 2021)

2.5.7 Sulfat

Im Grundwasser liegt Schwefel bei aeroben Bedingungen als Sulfat, bei anaeroben Bedingungen als Sulfid vor.

Sulfat ist u.a. Bestandteil der gesteinsbildenden Minerale Gips und Anhydrit. Schwefel ist auch ein Eiweiß-Bestandteil, weshalb organische Substanzen wie Humus, Kohle, Bitumen und Öl schwefelhaltig sind. Sulfat wird durch den Abbau organischer Substanzen im Boden und durch die Lösung von Sulfatsalzen (Gips, Anhydrit) bzw. die Verwitterung sulfidischer Minerale freigesetzt und mit der Grundwasserneubildung ins Grundwasser eingetragen. Es ist aber auch Bestandteil von mineralischem Dünger oder kann beim natürlichen Nitratabbau durch Bakterien im Grundwasserleiter gebildet werden.

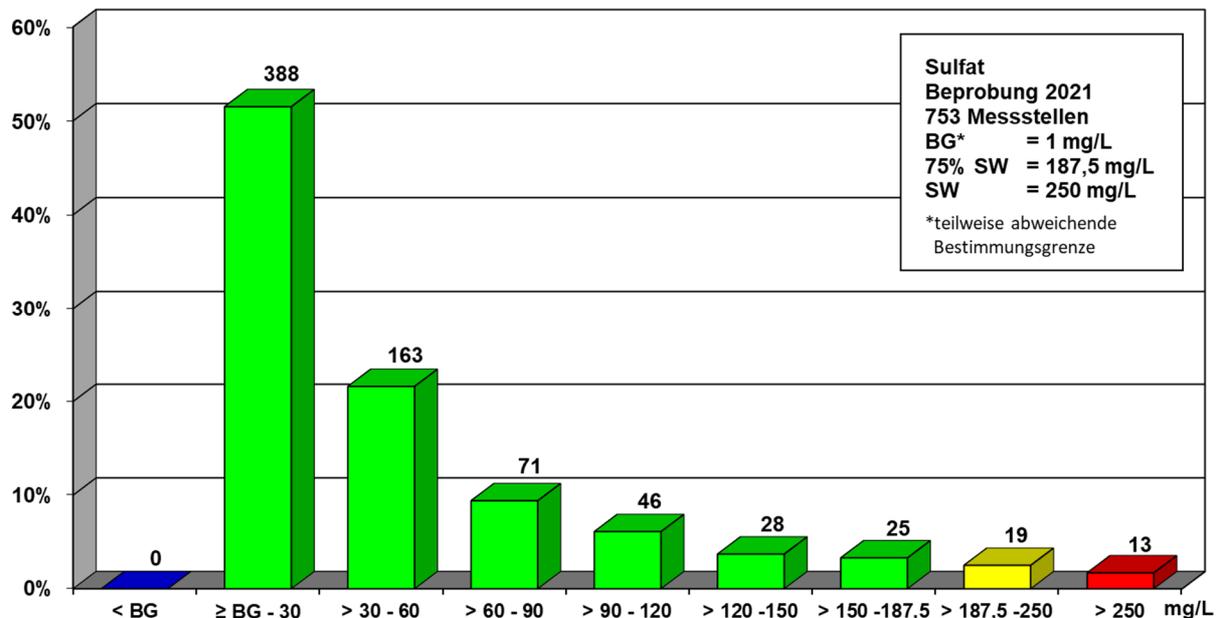


Abb. 38: Konzentrationsverteilung für Sulfat (Beprobung 2021)

Im Rahmen der Beprobung 2021 war Sulfat bei allen der 753 beprobten Messstellen analytisch bestimmbar. Es lagen jedoch überwiegend geringe Konzentrationen unter 30 mg/L vor.

Der in der Grundwasserverordnung festgelegte Schwellenwert von 250 mg/L wurde im Rahmen der Beprobung 2021 in 13 Messstellen überschritten (Abb. 38). Die höchste Sulfatkonzentration einer Messstelle der Beprobung 2021 liegt bei 1.350 mg/L.

Die Darstellung der regionalen Verteilung der Sulfatkonzentration in Abb. 39 korreliert mit der Verbreitung der entsprechenden geologischen Formationen und bestätigt die von Sturm und Kiefer bereits beschriebenen erhöhten Werte im Neckar- und Tauberland und im Schwäbischen und Fränkischen Keuper-Lias-Land (Sturm und Kiefer 2010).

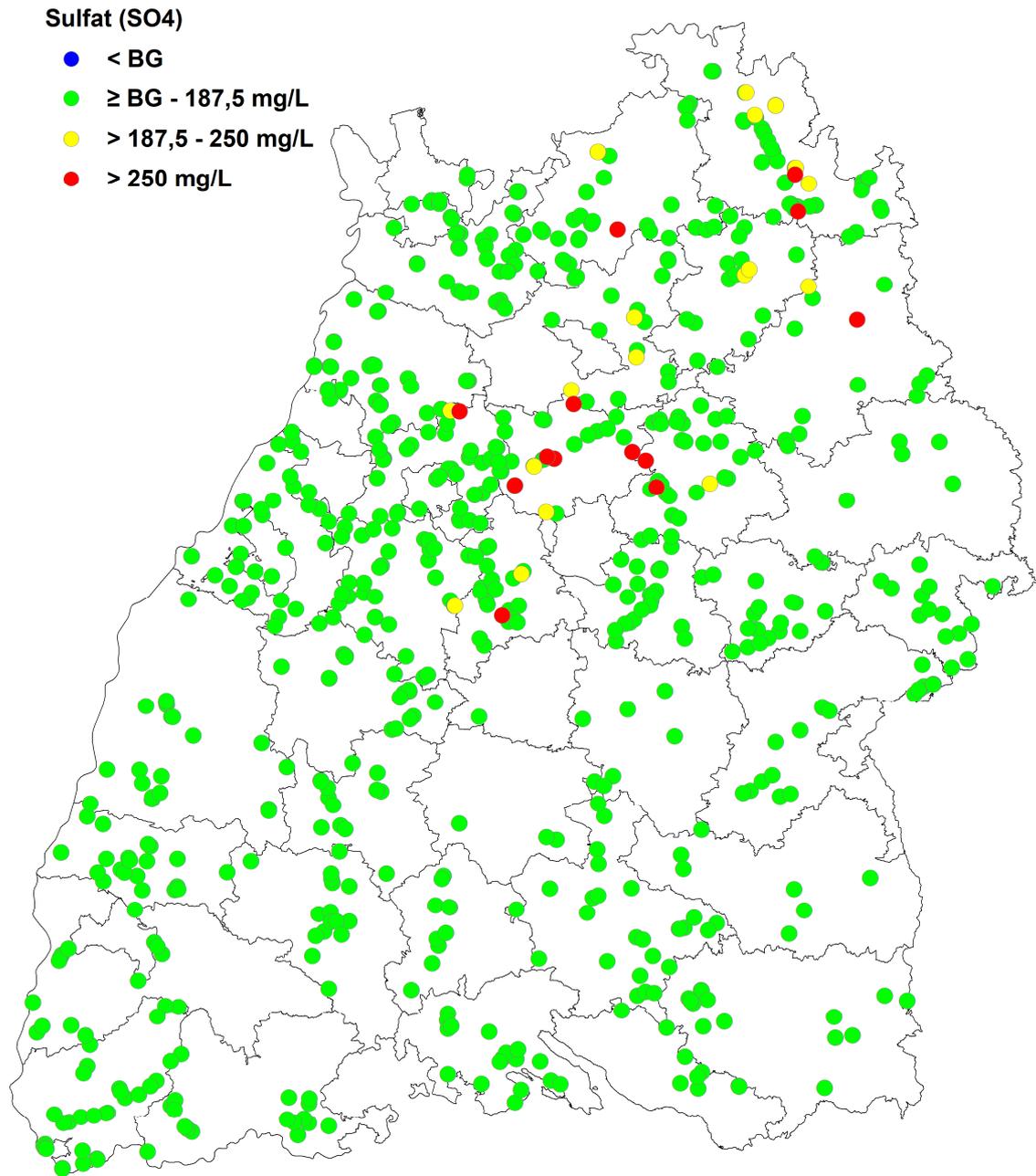


Abb. 39: Regionale Verteilung der Sulfat-Werte (Beprobung 2021)

2.5.8 Tri- und Tetrachlorethen

Unbelastete Grund- und Quellwässer sind frei von leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen (LHKW). Jedes Vorkommen dieser Substanzen deutet daher auf eine anthropogene Verunreinigung hin. Leichtflüchtige Kohlenwasserstoffe werden in großen Mengen als Löse- und Entfettungsmittel vor allem in der metallverarbeitenden Industrie oder früher in chemischen Reinigungen eingesetzt.

Als Folge ihrer schlechten Abbaubarkeit sind diese Stoffe in der Umwelt häufig anzutreffen. Im Grund- und Quellwasser sind hauptsächlich die Einzelsubstanzen Trichlorethen und Tetrachlorethen nachweisbar. Tetrachlorethen liegt dabei in der Regel in höheren Konzentrationen vor.

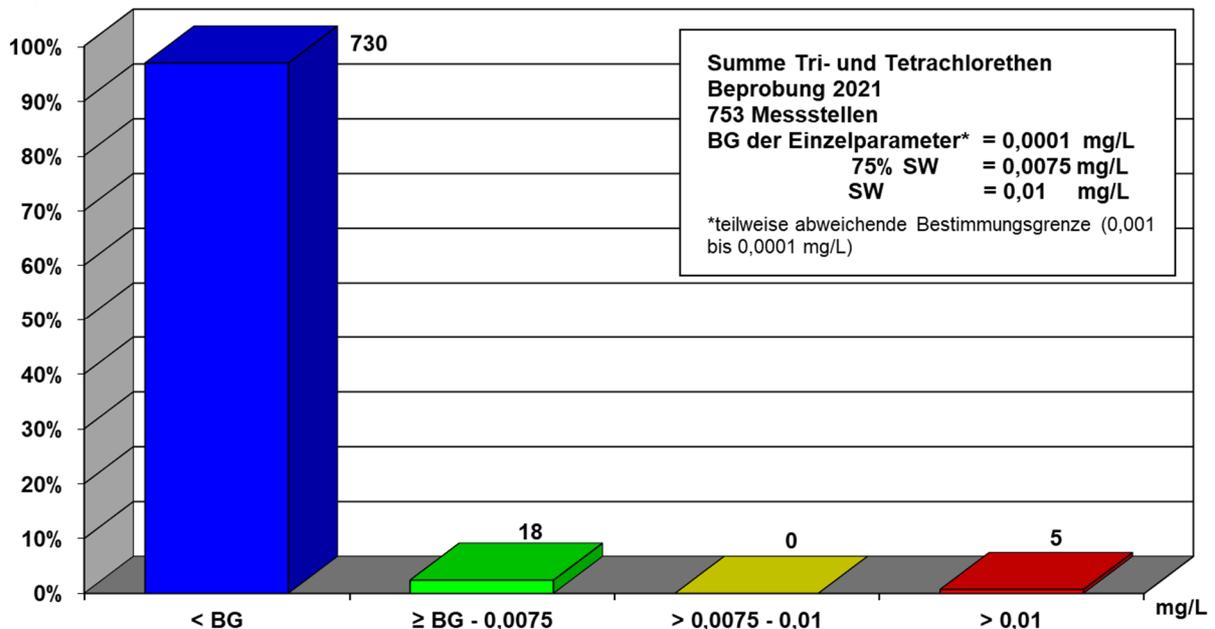


Abb. 40: Konzentrationsverteilung für Tri- und Tetrachlorethen-Summenwerte (Beprobung 2021)

Der in der Grundwasserverordnung festgelegte Schwellenwert von 10 µg/L für die Summe der beiden Stoffe Tri- und Tetrachlorethen ist vom Trinkwasser-Grenzwert abgeleitet. Dieser Schwellenwert wird in den in 2021 beprobten 753 Messstellen in nur fünf Fällen überschritten. Für rund 98 % der Messstellen liegen die Werte erfreulicherweise unter der analytischen Bestimmungsgrenze oder unter 0,001 mg/L (Abb. 40).

Die regionale Verteilung für Tri- und Tetrachlorethen-Summenwerte ist in Abb. 41 dargestellt.

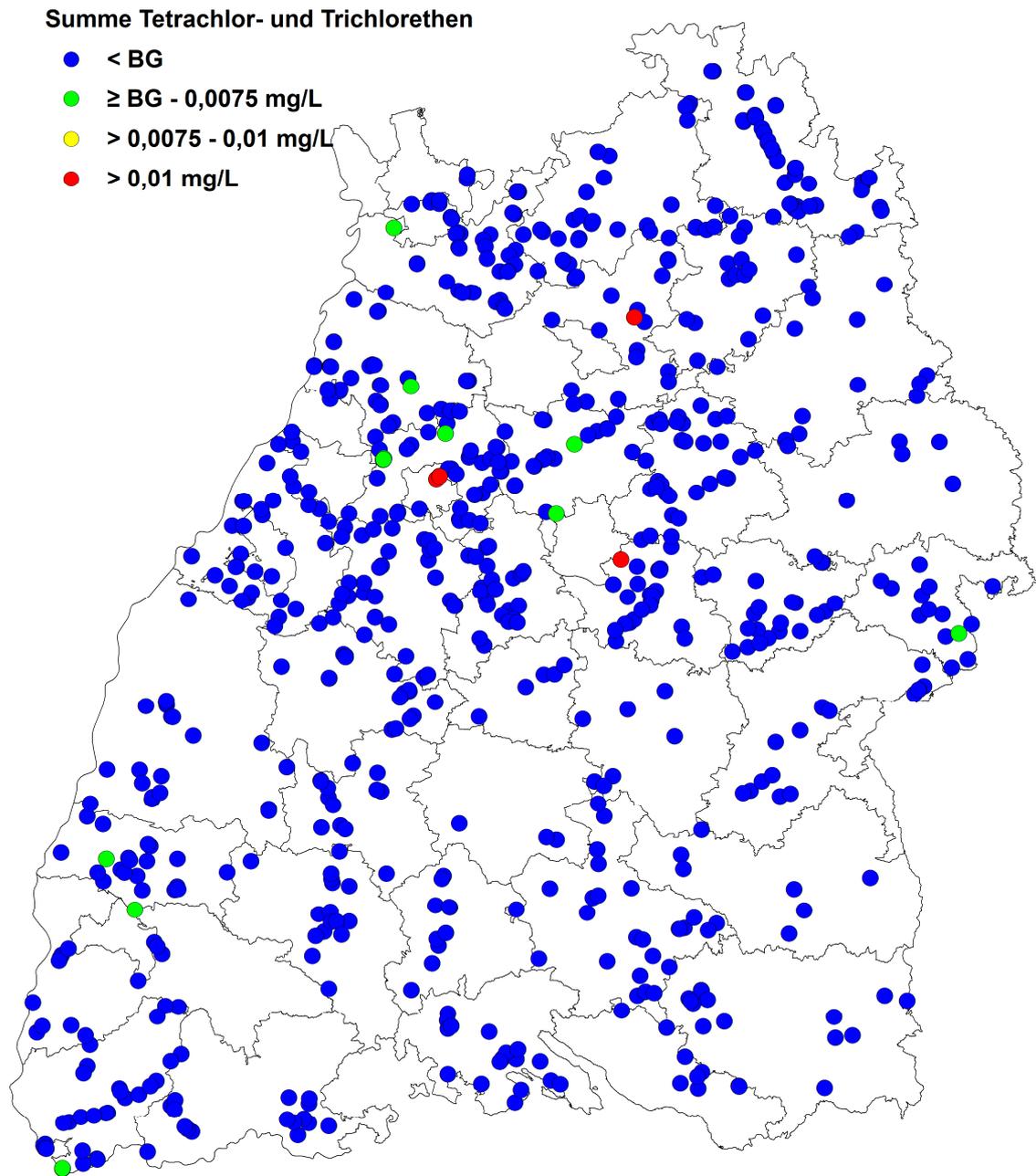


Abb. 41: Regionale Verteilung für Tri- und Tetrachlorethen-Summenwerte (Beprobung 2021)

2.6 Ausgewählte Ergebnisse aus dem erweiterten Grundmessprogramm

Die Untersuchungen auf die Parameter des Grundmessprogramms werden zur Erweiterung der Beurteilungsmöglichkeiten alle 3 Jahre – bisher 2012, 2015 und 2018 – durch zusätzliche Parameter eines erweiterten Grundmessprogramm ergänzt (siehe Tab. 4). Im Beprobungsjahr 2021 waren die Wasserversorger somit wiederum aufgerufen, den erweiterten GMP-Umfang untersuchen zu lassen

Tab. 14: Ergebnisübersicht für die in der Anlage 2 zur Grundwasserverordnung mit Schwellenwerten (SW) gelisteten Parameter des erweiterten Grundmessprogramms 2021

Parameter	Anzahl der Messstellen				SW	Maximalwert ¹⁾
	beprobte Messstellen	≥ BG ≤ 75 % SW	> 75 % SW ≤ SW	> SW		
Arsen	746	241 (32,3 %)	2 (0,3 %)	10 (1,3 %)	0,01	0,09
Cadmium	724	22 (3,0 %)	2 (0,3 %)	1 (0,1 %)	0,0005	0,0014
Blei	726	58 (8,0 %)	1 (0,1 %)	2 (0,3 %)	0,01	0,047
Quecksilber	740	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	0,0002	< 0,0001
Nitrit	721	39 (5,0 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	0,5	0,17
ortho-Phosphat	685	410 (59,9 %)	3 (0,4 %)	2 (0,3 %)	0,5	0,8045

Im Vergleich zur letzten Beprobung des erweiterten Grundmessprogramms im Jahr 2018 (Grundwasserdatenbank Wasserversorgung (GWD-WV) 2019) ist die Anzahl der Schwellenwertüberschreitungen bei Cadmium, Blei und Quecksilber gesunken oder hat sich nicht verändert. Die Anzahl der Messstellen mit Schwellenwertüberschreitungen hat bei Arsen von sechs auf 10 und bei ortho-Phosphat von eins auf zwei zugenommen.

An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass es sich hier im Vergleich zu den vergangenen Jahren um ein leicht verändertes Kollektiv handelt und sich die beprobten Messstellen bzw. deren Anzahl unterscheiden.

Ein allgemeiner Überblick über die aktuellen Ergebnisse der Untersuchung auf alle Parameter des erweiterten Grundmessprogramms aus der Beprobung 2021 geht aus der Ergebnisübersicht der Abb. 42 hervor. Hier sind Werte unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze blau gekennzeichnet. Grün dargestellt werden Werte gleich oder über der Bestimmungsgrenze bis zum jeweiligen Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes bzw. bis zu 75 % des jeweiligen Schwellenwertes der Grundwasserverordnung. Überschreitungen von Warnwerten nach dem Grundwasserüberwachungsprogramm bzw. von 75 % der Schwellenwerte sind gelb, Überschreitungen der Grenzwerte nach Trinkwasserverordnung bzw. der Schwellenwerte nach Grundwasserverordnung rot dargestellt.

Weitere Auswertungen und kartografische Darstellungen finden sich für einige ausgewählte Parameter in den folgenden Abschnitten.

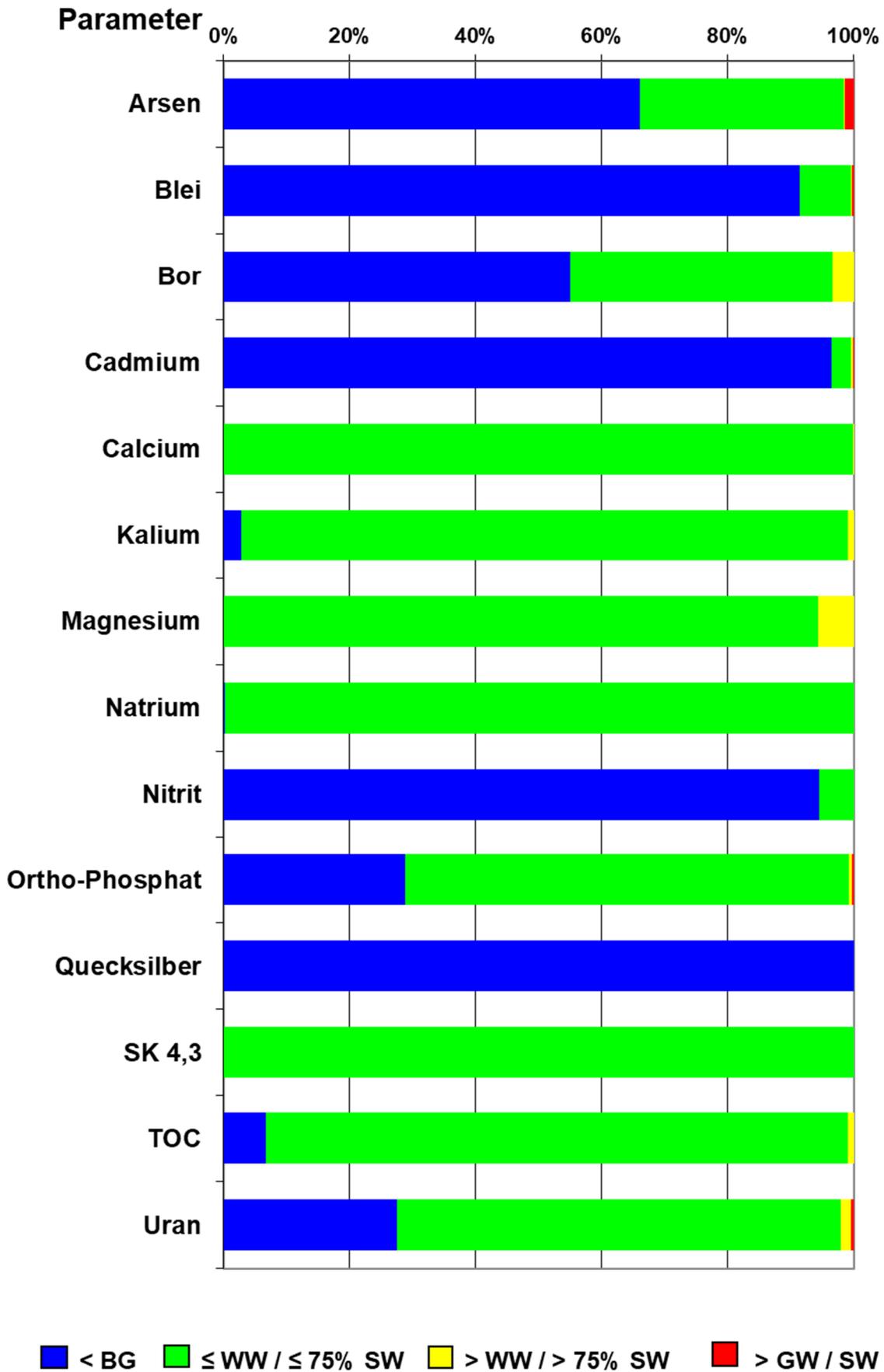


Abb. 42: Ergebnisübersicht für die Parameter des erweiterten Grundmessprogramms (Beprobung 2021)

2.6.1 Gesamthärte

Die auffälligste Beschaffenheitsänderung, die das versickernde Niederschlagswasser während der Untergrundpassage erfährt, ist die Aufnahme von Calcium- und Magnesium-Ionen durch Lösungsvorgänge. Die regionale Verteilung der Werte für die Gesamthärte hängt somit wesentlich von der geologischen Formation im Untergrund ab. Der überwiegende Anteil der Messstellen weist Gesamthärten im Härtebereich „hart“ auf (Abb. 43). Weiche Wässer mit Gesamthärten unter 1,5 mmol/L (8,4 °dH) treten vor allem im Kristallin und Buntsandstein von Schwarzwald und Odenwald auf (s. Abb. 44).

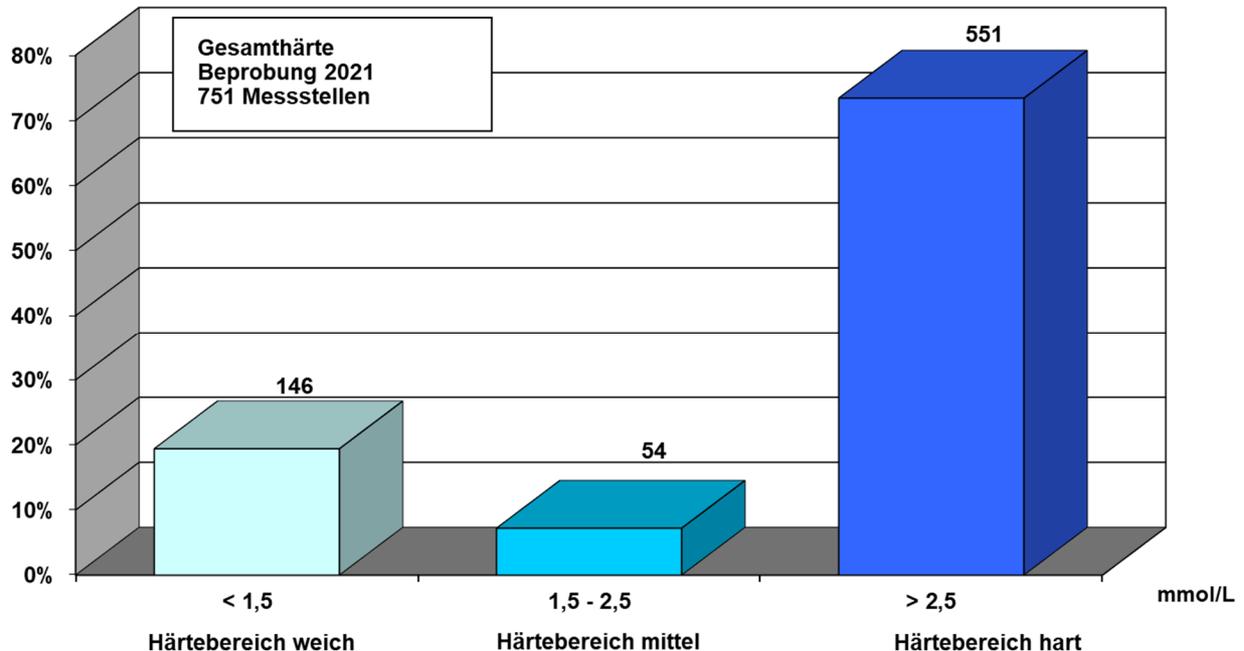


Abb. 43: Verteilung der Werte für die Gesamthärte (Beprobung 2021)

Der Gesamthärte kommt vor allem in technischer Hinsicht Bedeutung zu. Bei industriellen Prozessen und Reinigungsvorgängen sind häufig Wässer mit geringer Gesamthärte vorteilhaft. Bei der Mischung von Wässern unterschiedlicher Beschaffenheit spielt die Gesamthärte in korrosionschemischer Hinsicht und bei der Trinkwasserverteilung wegen der möglichen Bildung von Inkrustierungen eine wesentliche Rolle.

Das Wasch- und Reinigungsmittelgesetz (WRMG) teilt die Härtebereiche von Trinkwasser wie folgt ein:

- Härtebereich weich: weniger als 1,5 mmol Calciumcarbonat je Liter (bis 8,4 °dH),
- Härtebereich mittel: 1,5 bis 2,5 mmol Calciumcarbonat je Liter (8,4 bis 14 °dH),
- Härtebereich hart: mehr als 2,5 mmol Calciumcarbonat je Liter (über 14 °dH).

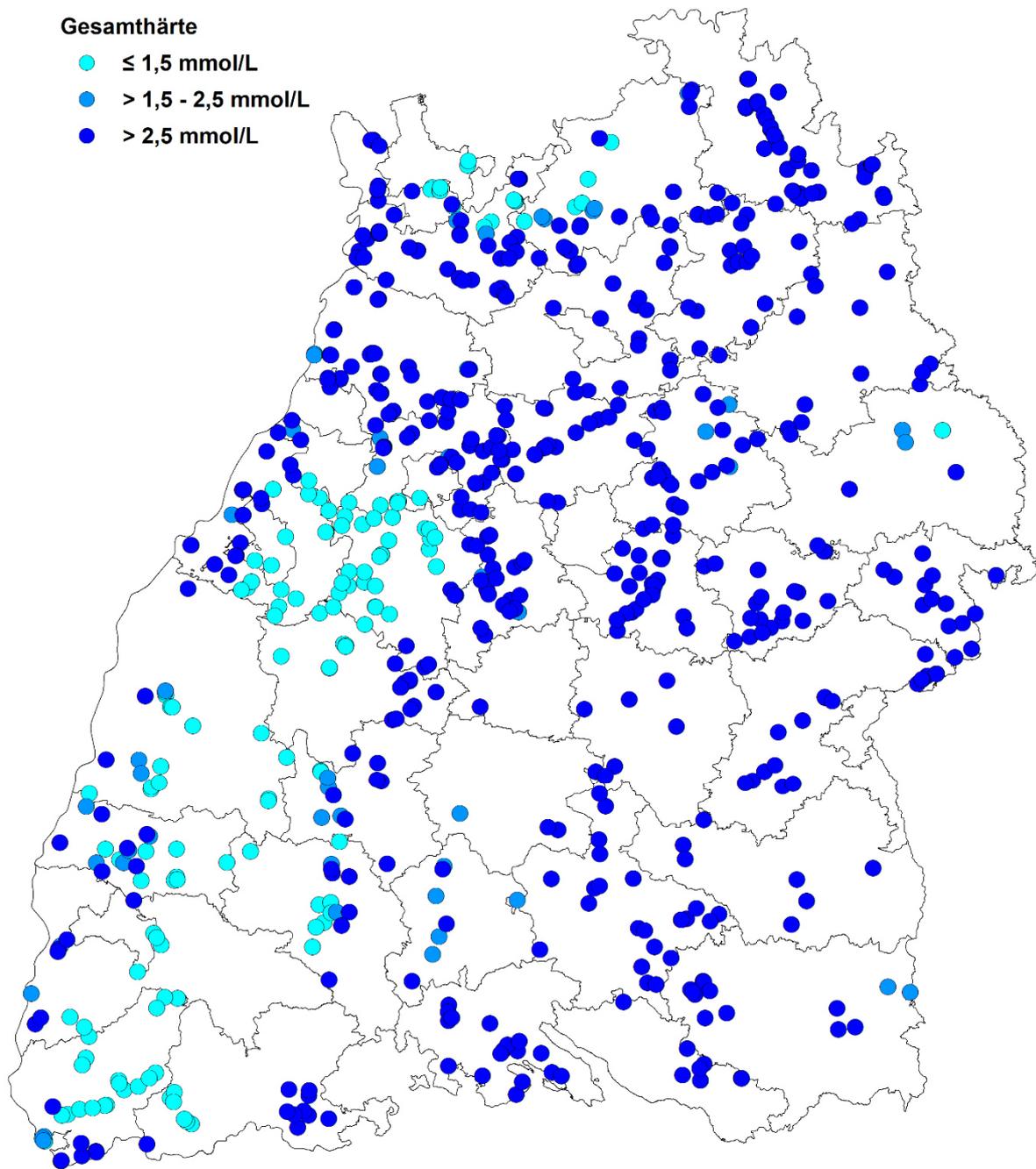


Abb. 44: Regionale Verteilung der Gesamthärte-Werte (Beprobung 2021)

2.6.2 Arsen

Das Schwermetall Arsen ist in geringen Konzentrationen Bestandteil der gesamten Erdkruste und findet sich in den oberflächennahen Gesteinen Baden-Württembergs in einer durchschnittlichen Konzentration von 6,2 mg/kg (Martin 2009). Die hieraus resultierende geogene Hintergrundbelastung kommt in der Tatsache zum Ausdruck, dass Arsen häufig im Grund- und Quellwasser nachweisbar ist. So weisen etwa 34 % der über 700 beprobten Messstellen Arsengehalte über 0,5 µg/L auf.

Anthropogene Arseneinträge in die Umwelt können auf industrielle Direktmissionen, Sickerwassereinträge aus Industriemülldeponien und Altablagerungen oder den früheren Einsatz von Arsen als Pflanzenschutzmittel (z.B. im Weinbau) zurückzuführen sein.

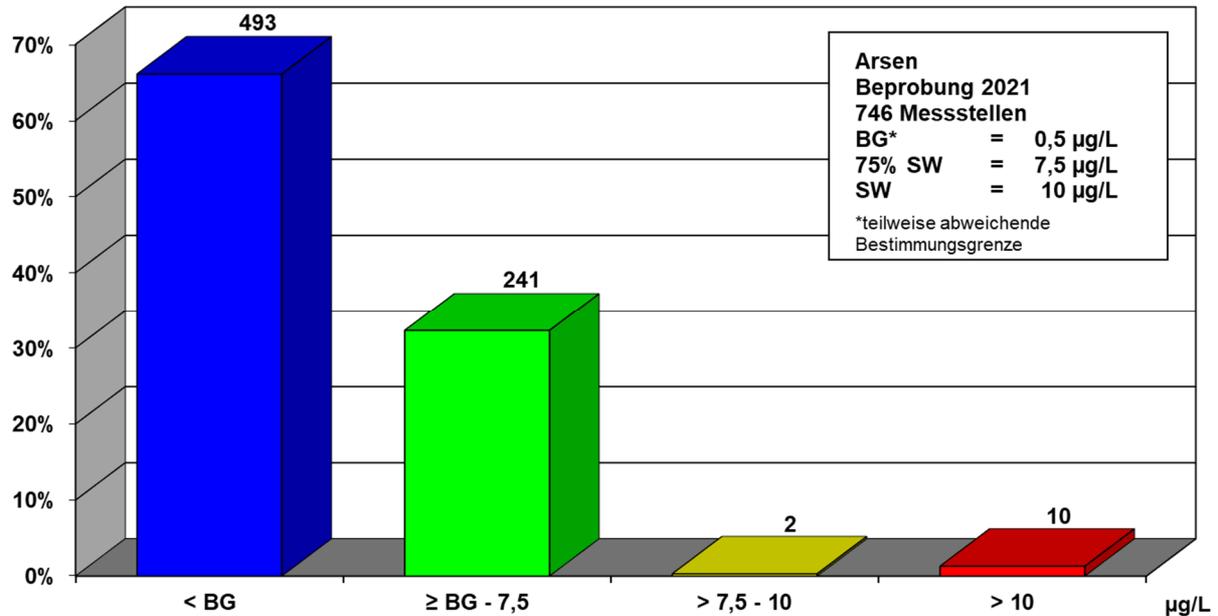


Abb. 45: Konzentrationsverteilung für Arsen (Beprobung 2021)

Der in der Grundwasserverordnung festgelegte Schwellenwert von 10 µg/L ist vom Trinkwassergrenzwert (Grenzwert für chemische Parameter) abgeleitet und wurde im Rahmen der Beprobung 2021 in 10 Messstellen überschritten (Abb. 45). Die regionale Verteilung der Arsenkonzentration ist in Abb. 46 dargestellt.

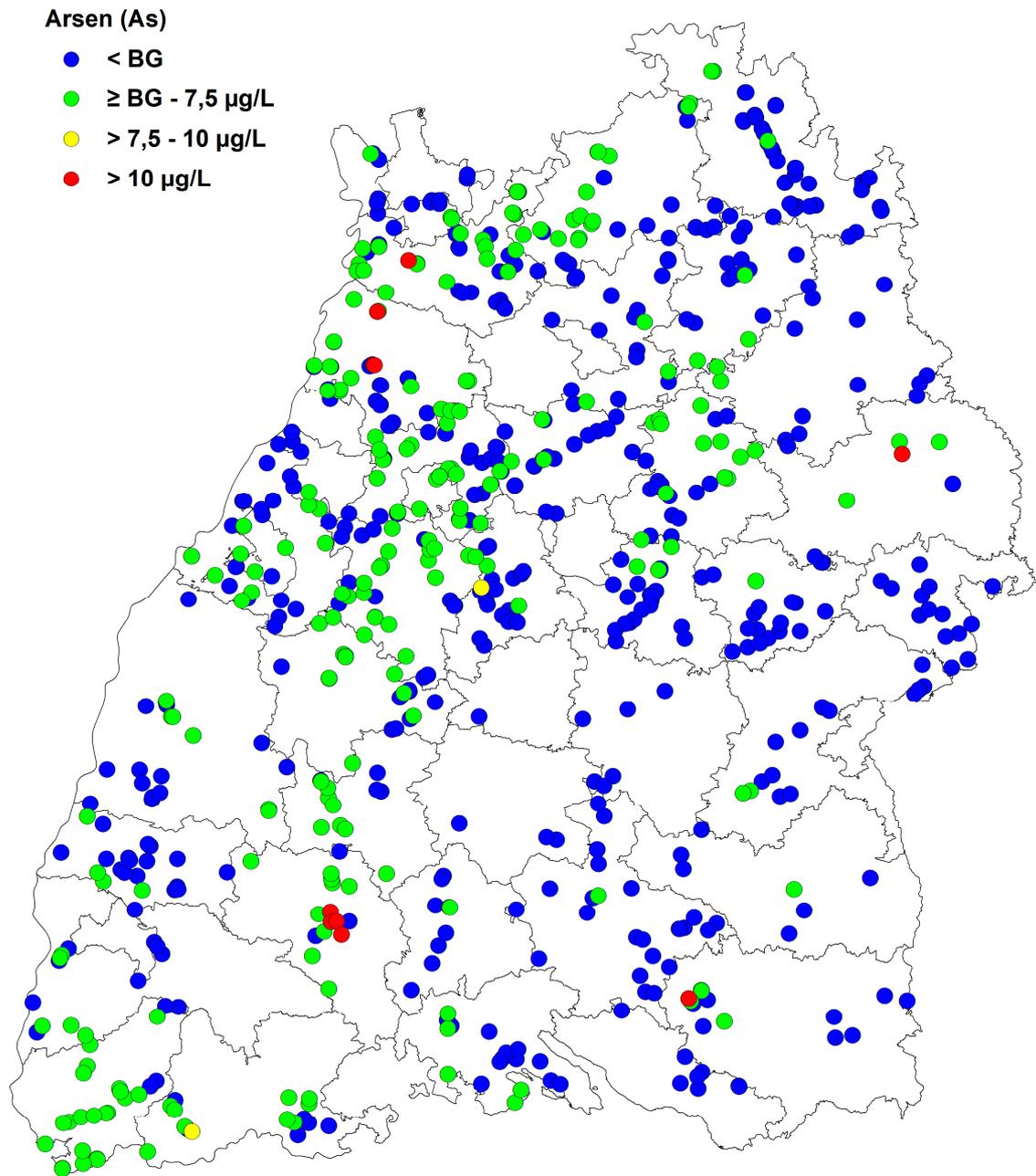


Abb. 46: Regionale Verteilung der Arsen-Werte (Beprobung 2021)

2.6.3 Blei

Blei kommt in der Erdkruste nur in geringen Konzentrationen vor und wird meist von anderen Schwermetallen begleitet. Eine geogene Hintergrundbelastung des Grund- und Quellwassers liegt hauptsächlich in Bereichen von Erz- und Öllagerstätten vor.

Grund- und Quellwasserverunreinigungen sind in der Regel auf Emissionen infolge der technischen Verwendung durch bleiverarbeitende Betriebe (Herstellung von Akkumulatoren, Legierungen, u. a.) und durch Kraftfahrzeuge zurückzuführen. Seit keine verbleiten KFZ-Kraftstoffe mehr verkauft werden dürfen, ist ein deutlicher Rückgang der Bleiemission in die Umwelt zu beobachten.

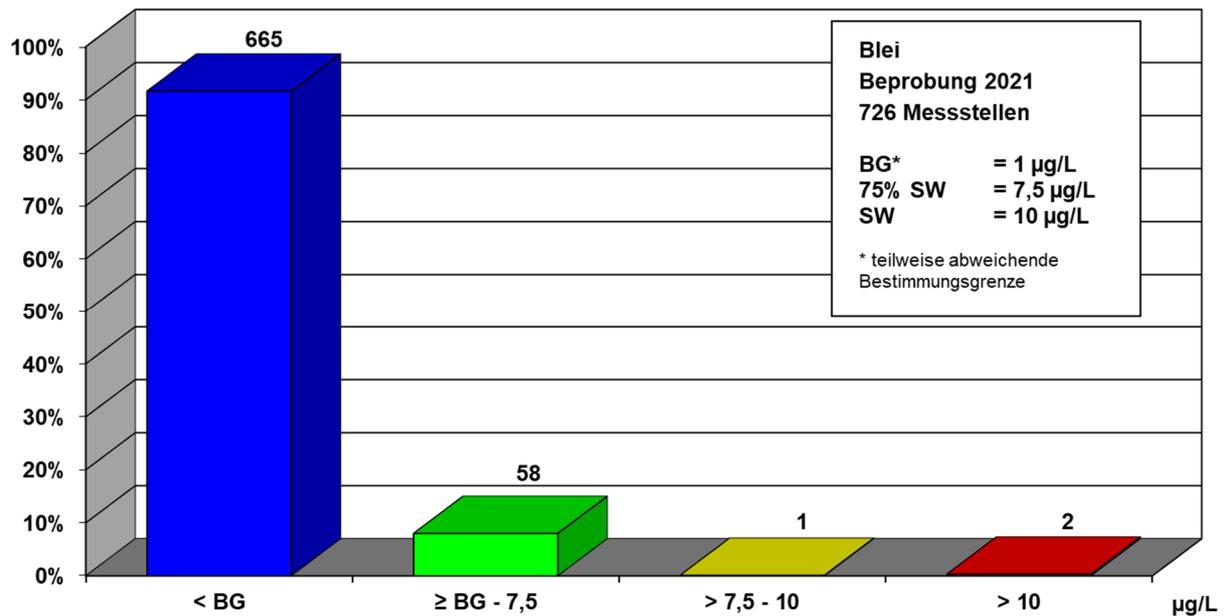


Abb. 47: Konzentrationsverteilung für Blei (Beprobung 2021)

Im Rahmen der Beprobung 2021 wiesen 8,4 % der beprobten 726 Messstellen Bleigehalte über 1 µg/L auf.

Der in der Grundwasserverordnung festgelegte Schwellenwert von 10 µg/L ist vom Trinkwasser-Grenzwert (Grenzwert für chemische Parameter, unter Bezug auf den ab 01.12.2013 gültigen Grenzwert für Blei) abgeleitet und wurde im Rahmen der Beprobung 2021 an zwei Messstellen überschritten (Abb. 47). Die regionale Verteilung der Bleikonzentration ist in Abb. 48 dargestellt.

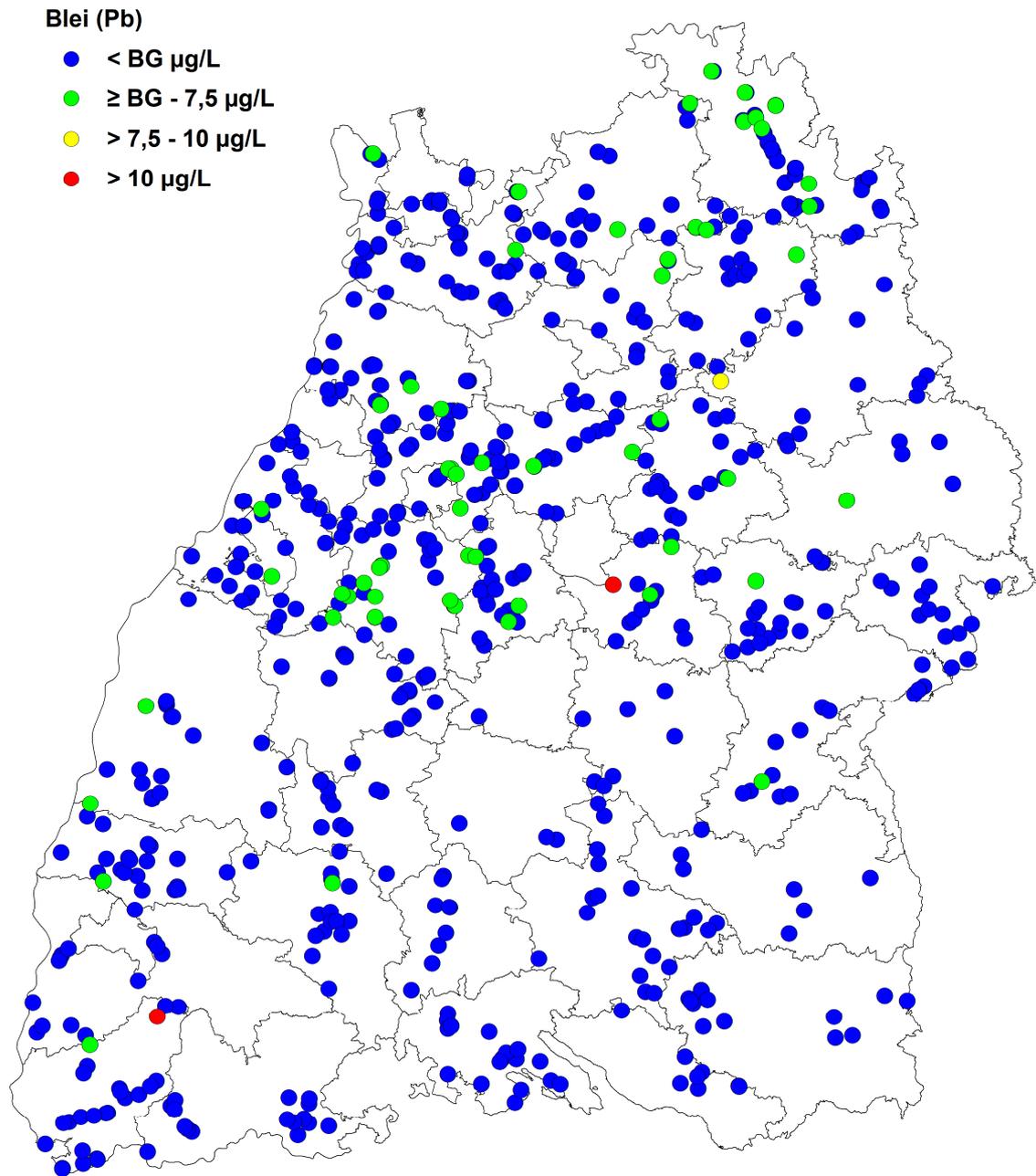


Abb. 48: Regionale Verteilung der Blei-Konzentrationen (Beprobung 2021)

2.6.4 Cadmium

Das Schwermetall Cadmium ist aufgrund seiner toxischen und bioakkumulierenden Eigenschaften im Anhang X der Wasserrahmenrichtlinie als prioritär gefährlich eingestuft worden.

Cadmium kommt in der Lithosphäre überwiegend an cadmiumhaltige Zinkminerale gebunden vor. Anthropogene Emissionen können vor allem aus der metallverarbeitenden Industrie sowie der Farbenindustrie stammen. Daneben wird Cadmium aktuell häufig in Batterien verwendet.

Relevante Eintragspfade in die Gewässer sind beispielsweise Erosion und Drainage von landwirtschaftlichen Flächen sowie kommunale Kläranlagen (Hillenbrand et al. 2007).

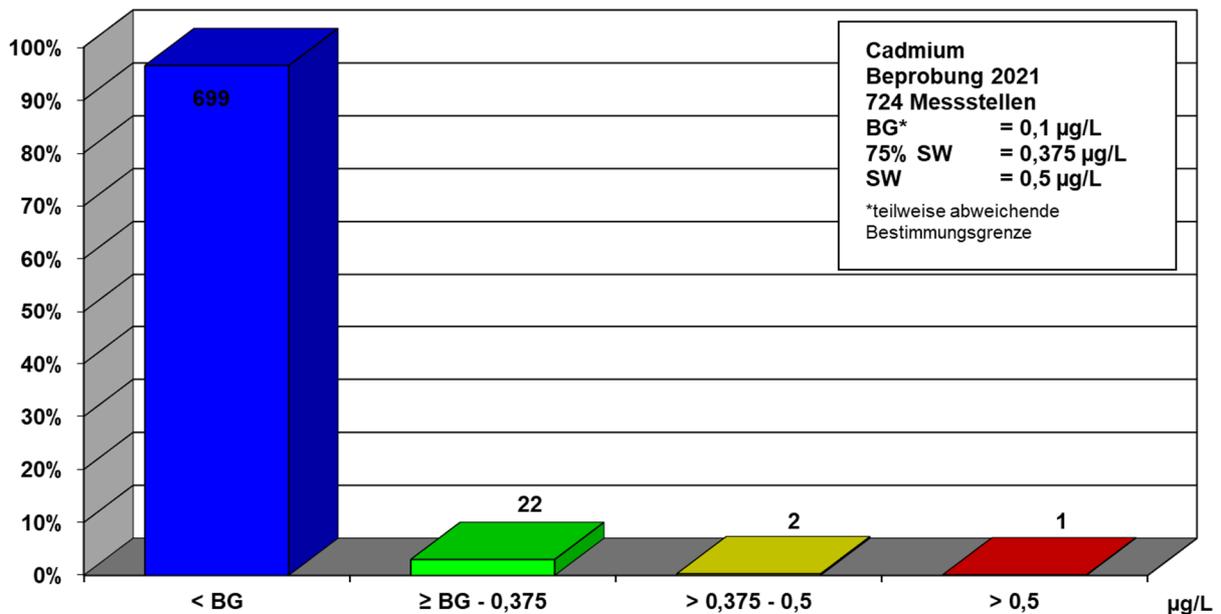


Abb. 49: Konzentrationsverteilung für Cadmium (Beprobung 2021)

Der in der Grundwasserverordnung festgelegte Schwellenwert von 0,5 µg/L ist ökotoxikologisch abgeleitet und liegt deutlich unter dem Trinkwasser-Grenzwert von 3 µg/L.

Im Rahmen der Beprobung 2021 wiesen 25 von 724 beprobten Messstellen Cadmiumgehalte über der analytischen Bestimmungsgrenze bzw. über 0,1 µg/L auf. Der Schwellenwert wurde nur an einer Messstelle überschritten (Abb. 49). Die höchste Cadmiumkonzentration einer Messstelle der Beprobung 2021 liegt bei 1,4 µg/L. Die regionale Verteilung der Cadmiumkonzentration ist in (Abb. 50) dargestellt.

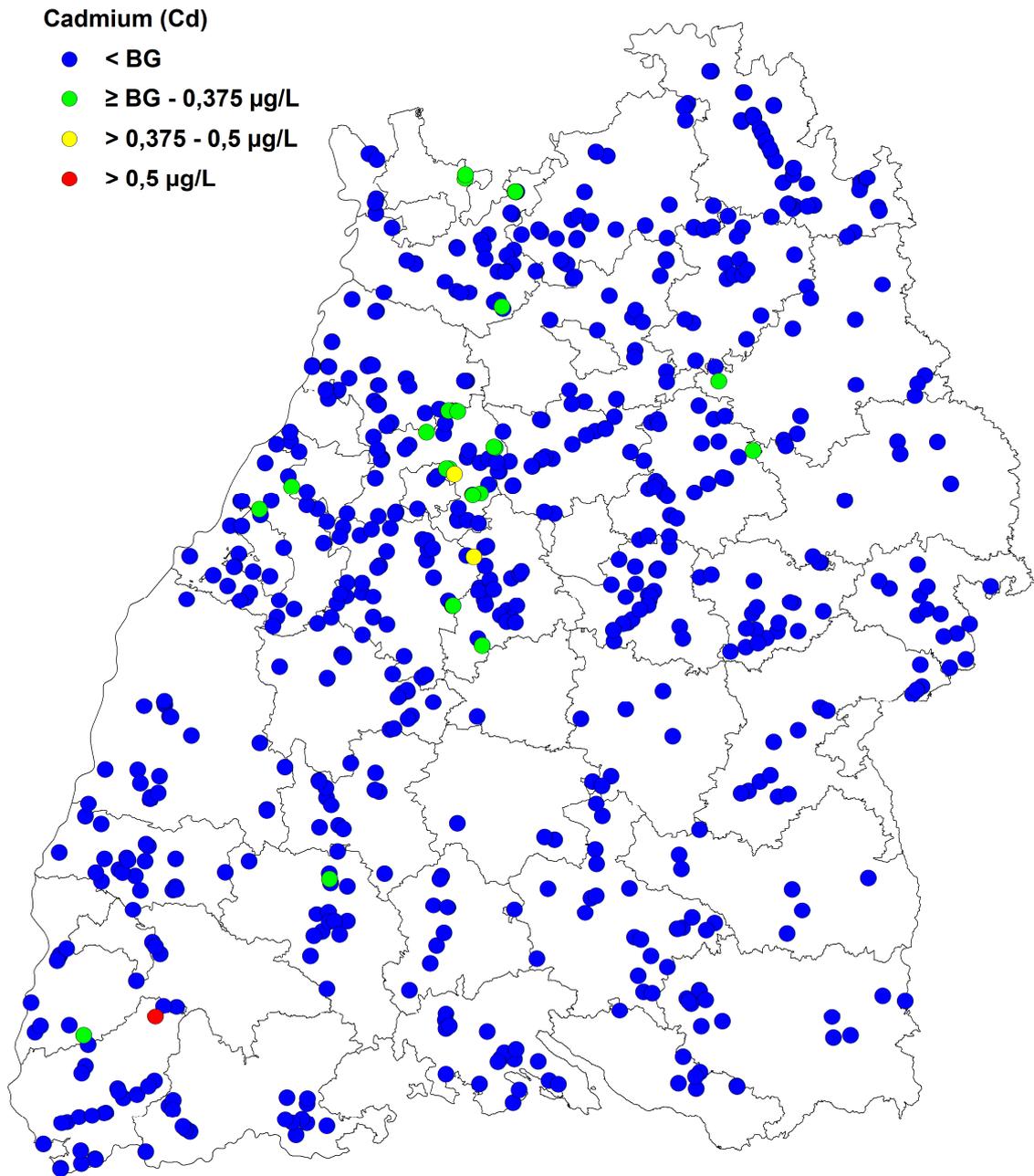


Abb. 50: Regionale Verteilung der Cadmium- Konzentrationen (Beprobung 2021)

2.6.5 Quecksilber

Auch Quecksilber wurde als toxisches und bioakkumulierendes Schwermetall im Anhang X der Wasserrahmenrichtlinie als prioritär gefährlich eingestuft.

Wichtige aktuelle Verwendungen sind die Chloralkalielektrolyse (Amalgamverfahren), die Zahnmedizin, Knopfzellen und Leuchtstofflampen. Die Emissionen sind in Deutschland seit 1985 deutlich zurückgegangen.

Die wichtigsten Emissionspfade sind urbane Flächen, Erosion und Drainage von landwirtschaftlichen Flächen sowie die kommunalen Kläranlagen (Hillenbrand et al. 2007).

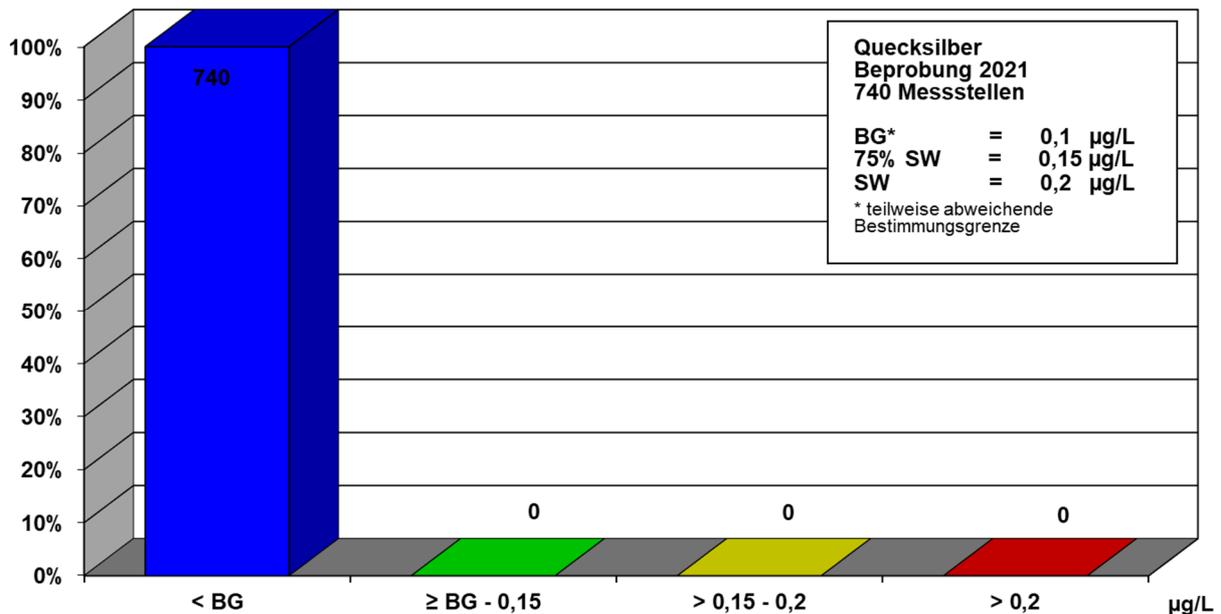


Abb. 51: Konzentrationsverteilung für Quecksilber (Beprobung 2021)

Im Rahmen der Beprobung 2021 wurde Quecksilber an keiner der 740 beprobten Messstellen über der Bestimmungsgrenze nachgewiesen (Abb. 51).

Der in der Grundwasserverordnung festgelegte Schwellenwert von 0,2 µg/L ist ökotoxikologisch abgeleitet (Zielvorgabe für Oberflächengewässer und Hintergrundwert) und liegt deutlich unter dem Trinkwasser-Grenzwert von 1 µg/L. Der Schwellenwert wurde erfreulicherweise an keiner Messstelle erreicht oder überschritten.

2.6.6 Uran

Die Erdkruste hat einen durchschnittlichen Urangehalt von etwa 4 mg/kg (DVWK 1998). Höhere Gehalte finden sich z.B. in sauren Magmatiten. Sandsteine, Kalk- und Dolomitsteine sowie Tonschiefer enthalten ebenfalls Uran. Die mediane Konzentration von Uran im Niederschlag in Baden-Württemberg liegt nach Plum et al. (2009) zwischen 0,001 µg/L für Freiland- und 0,005 µg/L für Bestandsniederschlag. Eine anthropogen bedingte Uranbelastung des Grundwassers könnte etwa durch die Düngung mit uranhaltigen Phosphat-Düngern verursacht werden.

Die Radiotoxizität von Uran ist gegenüber der chemischen Toxizität eher gering. Eine gesundheitliche Relevanz besitzt die Radiotoxizität abhängig von den natürlichen Isotopenverhältnissen erst ab 60 – 90 µg/L (Umweltbundesamt (2013)). Das Umweltbundesamt empfahl 2004, zum Schutz vor der chemisch-toxischen Wirkung auf die Nieren, im Trinkwasser einen gesundheitlichen Leitwert für Uran von 10 µg/L nicht zu überschreiten. Seit 2011 enthält die Trinkwasserverordnung einen Grenzwert für Uran, der diesem gesundheitlichen Leitwert entspricht.

An etwa zwei Drittel der im Rahmen des erweiterten Grundmessprogramms beprobten Messstellen lag die Konzentration von Uran bei oder über 0,5 µg/L. Davon weisen 17 Messstellen Uran-Werte über 75 % des Grenzwertes auf. Der Schwellenwert von 10 µg/L wird an 3 der untersuchten Messstellen überschritten (s. Abb. 52). Der Maximalwert liegt bei 17 µg/L.

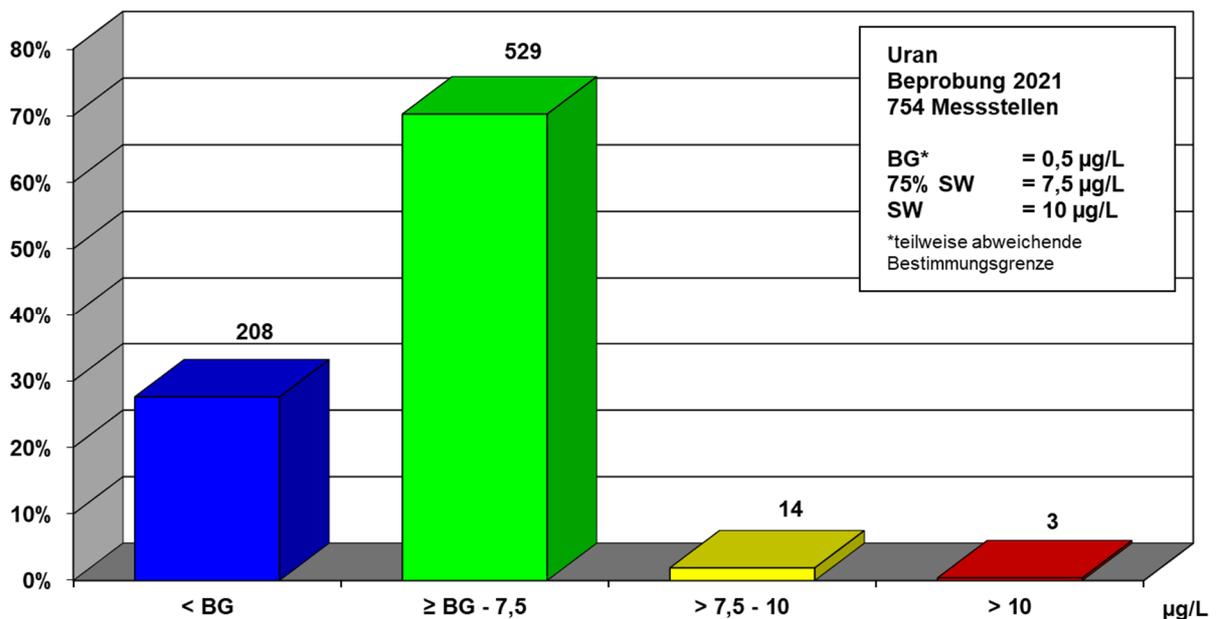


Abb. 52: Konzentrationsverteilung für Uran (Beprobung 2021)

Abb. 53 enthält eine flächenhafte Darstellung der Konzentrationsverteilung von Uran im Grundwasser Baden-Württembergs, die auf Basis der Mediane der 754 im Jahr 2021 beprobten Messstellen erstellt wurde. Die Regionen mit erhöhten Urangehalten waren bereits bei der Beprobung 2012 zu erkennen (Kiefer und Fischer 2013) und finden sich ebenfalls im Atlas des Grundwasserzustandes, der von der Landesanstalt für Umweltschutz für den Zeitraum 1990 bis 1999 erstellt wurde (LfU Baden-Württemberg 2001).

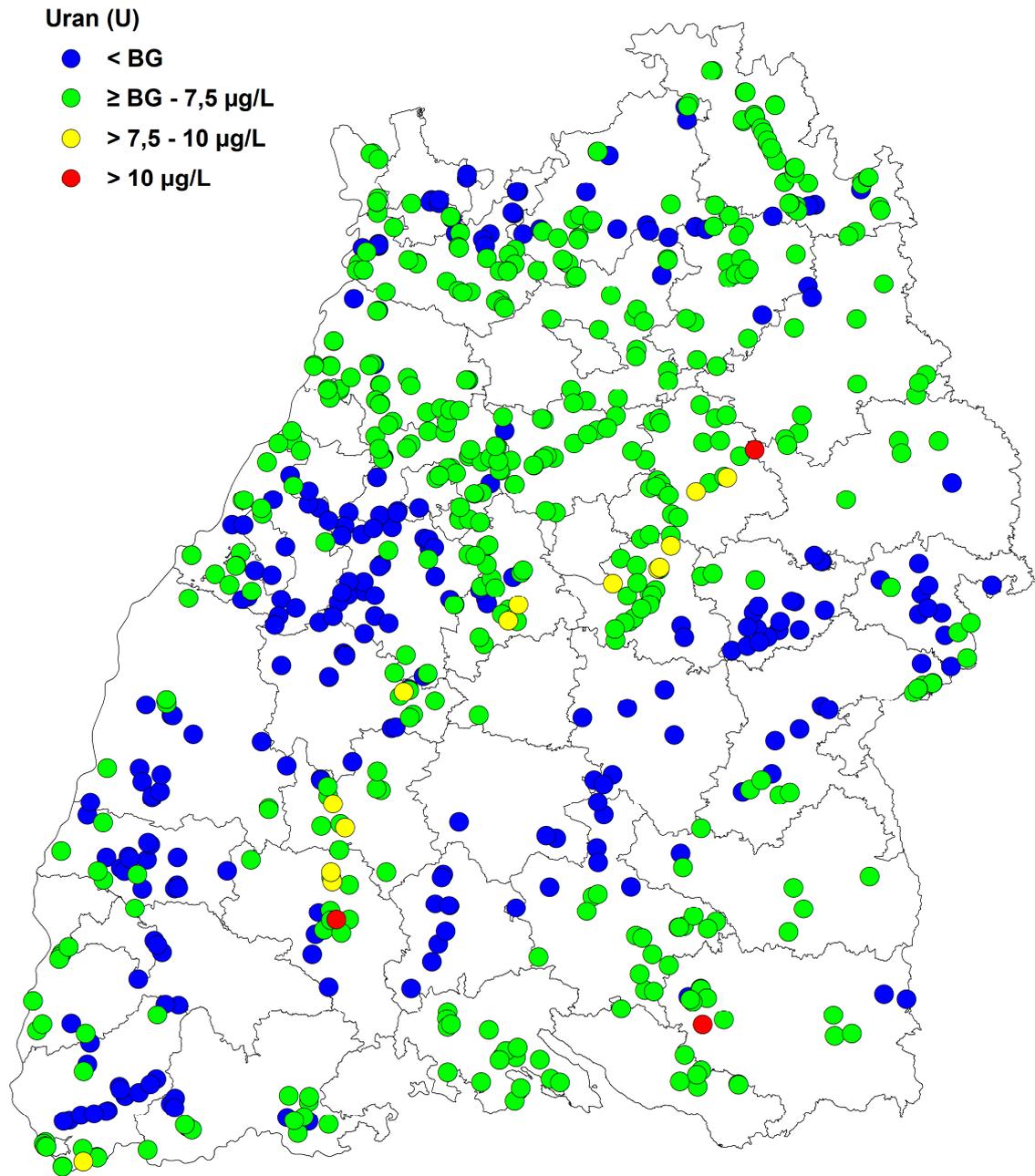


Abb. 53: Regionale Verteilung der Uran- Konzentrationen (Beprobung 2021)

2.6.7 Ortho-Phosphat

Ortho-Phosphat (PO_4^{3-}) ist ein essentieller Pflanzennährstoff und kommt natürlicherweise nur in geringen Konzentrationen im Grundwasser vor. Die natürliche Hintergrundkonzentration lässt sich auf geogene Quellen wie die Zersetzung organischer Bestandteile in Gesteinen oder die Lösung schwerlöslicher Apatite bei niedrigen pH-Werten oder reduzierenden Bedingungen (Freisetzung von an Eisenoxiden sorbiertem Phosphat) zurückführen. Erhöhte Gehalte im Grundwasser sind zumeist anthropogen bedingt. Hauptquelle ist dabei der Einsatz von phosphathaltigen Düngemittel in der Landwirtschaft. Obwohl Phosphat im Boden gut adsorbiert wird (an Tonminerale, verschiedene Oxide, organische Substanzen), gelangt es bei massivem Düngemiteleinsatz in das Grundwasser. Eine weitere Quelle stellen Industrieabwässer dar, phosphathaltige Wasch- und Reinigungsmittel sind hingegen seit 1986 verboten.

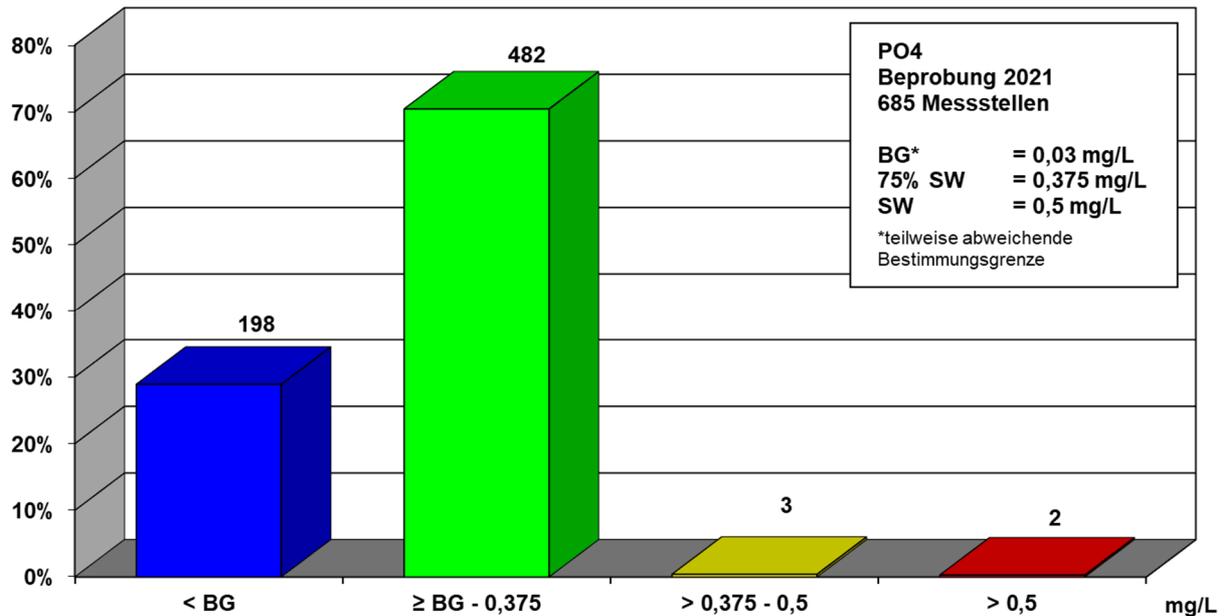


Abb. 54: Konzentrationsverteilung für ortho-Phosphat (Beprobung 2021)

Im Rahmen der Beprobung 2021 wurde an etwa 61 % der Messstellen ortho-Phosphat nachgewiesen. Der in der Grundwasserverordnung festgelegte Schwellenwert von 0,5 mg/L ist vom Trinkwassergrenzwert (Indikatorparameter) abgeleitet und wurde im Rahmen der Beprobung 2021 an zwei Messstellen überschritten (Abb. 54). Die regionale Verteilung der ortho-Phosphat Konzentration ist in Abb. 55 dargestellt.

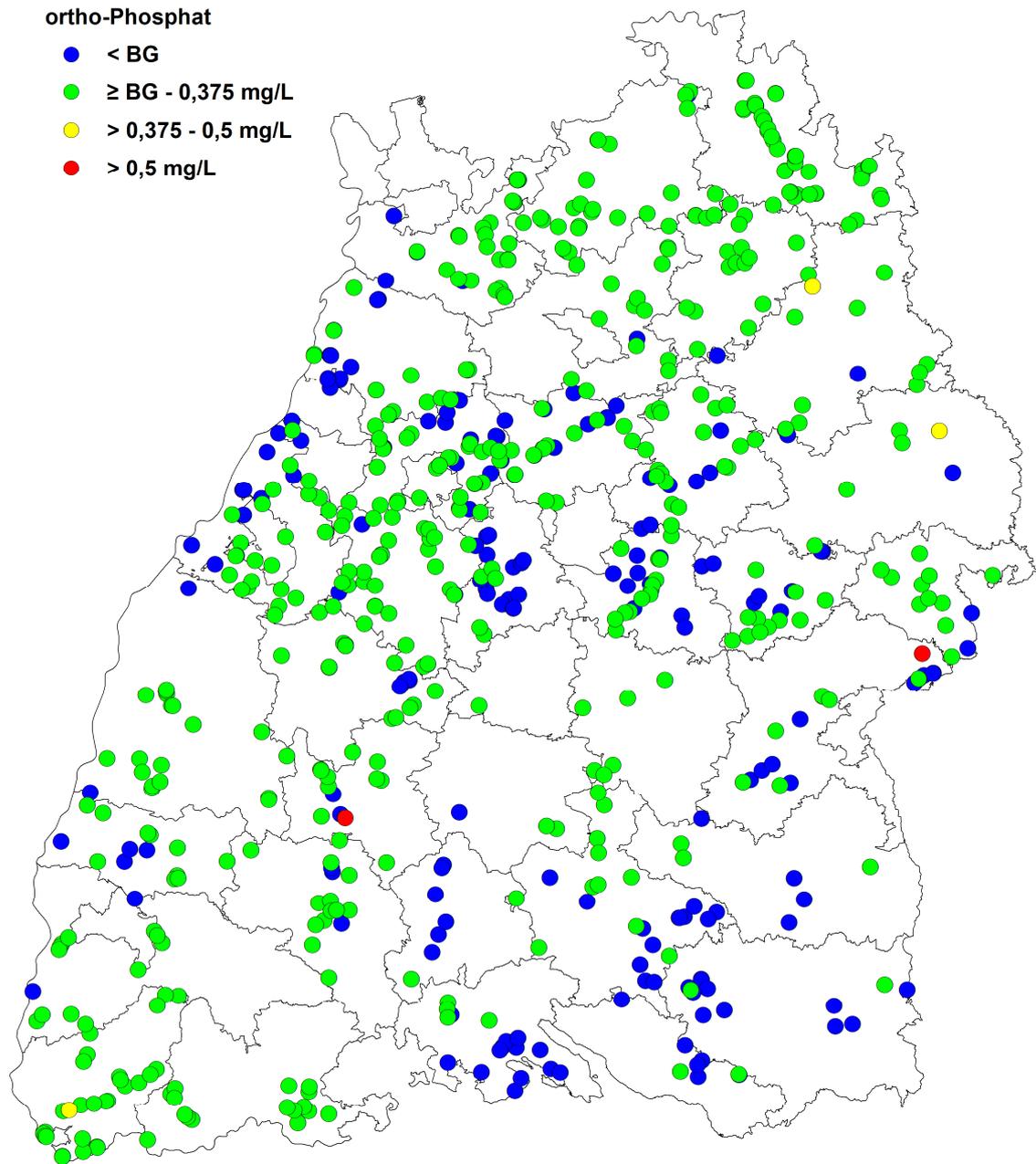


Abb. 55: Regionale Verteilung der ortho-Phosphat- Konzentrationen (Beprobung 2021)

Literatur

- Anonymous (2003): Kooperationsvereinbarung zu § 43 Abs. 4 WG über die Bereitstellung und Auswertung von Rohwasserbeschaffenhkeitsdaten zum Vollzug des Grund- und Quellwasserschutzes im Rahmen der Schutzgebiets- und Ausgleichs-Verordnung (SchALVO) vom 28. Februar 2001 (GBl. S. 145).
- Anonymous (2004): 1. Nachtragsvertrag zur Kooperationsvereinbarung zu § 43 Abs. 4 WG über die Bereitstellung und Auswertung von Rohwasserbeschaffenhkeitsdaten zum Vollzug des Grund- und Quellwasserschutzes im Rahmen der Schutzgebiets- und Ausgleichs-Verordnung (SchALVO) vom 28. Februar 2001 (GBl. S. 145) 2935.
- Anonymous (2006): 2. Nachtragsvertrag zur Kooperationsvereinbarung zu § 43 Abs. 4 WG über die Bereitstellung und Auswertung von Rohwasserbeschaffenhkeitsdaten zum Vollzug des Grund- und Quellwasserschutzes im Rahmen der Schutzgebiets- und Ausgleichs-Verordnung (SchALVO) vom 28. Februar 2001 (GBl. S. 145) 2936.
- DVWK (1998): Hydrogeochemische Stoffsysteme, Teil II. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. In: *Schriften* 117.
- Freeling, Finnian; Behringer, David; Heydel, Felix; Scheurer, Marco; Ternes, Thomas A.; Nödler, Karsten (2020): Trifluoroacetate in Precipitation: Deriving a Benchmark Data Set. In: *Environmental Science & Technology* 54 (18), S. 11210–11219. DOI: 10.1021/acs.est.0c02910.
- WRMG, vom Neugefasst gem. Bek. v. 17.07.2013 I 2538; zuletzt geändert durch Art. 10 Abs. 3 G v. 27.07.2021 I 3274 (29.04.2007): Gesetz über die Umweltverträglichkeit von Wasch- und Reinigungsmitteln (Wasch- und Reinigungsmittelgesetz - WRMG).
- Grundwasserdatenbank Wasserversorgung (GWD-WV) (2019): 27. Jahresbericht. Ergebnisse der Be-
probung 2018.
- Grundwasserdatenbank Wasserversorgung (GWD-WV) (2020): 28. Jahresbericht. Ergebnisse der Be-
probung 2019.
- Hillenbrand, Thomas; Marscheider-Weidemann, Frank; Strauch, Manuel; Heitmann, Kerstin; Schaffrin, Dora (2007): Emissionsminderung für prioritäre und prioritäre gefährliche Stoffe der Wasserrahmen-
richtlinie. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Dessau.
- IKSR (2019): Trifluoracetat (TFA) in Gewässern, Trinkwasser und Abwasser. Bericht Nr. 258.
- Kiefer, Joachim; Fischer, Thilo (2013): Sonderbeitrag zum Jahresbericht 2012. Erweiterte Beurteilung
der Grundwasserbeschaffenheit in Baden-Württemberg 2012.
- LfU Baden-Württemberg (2001): Atlas des Grundwasserzustandes in Baden-Württemberg. In: *Grund-
wasserschutz* 19.
- Martin, Manfred (2009): Geogene Grundgehalte (Hintergrundwerte) in den petrogeochemischen Ein-
heiten von Baden-Württemberg. LGRB-Informationen 24. Hg. v. Landesamt für Geologie, Rohstoffe
und Bergbau (LGRB). Online verfügbar unter https://lgrb-bw.de/geologie/projekte/hw_geo/index.html.
- Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg (Hg.) (1989): Handbuch Hydrologie Baden-Württemberg.
Grundwasserüberwachungsprogramm, Konzept und Grundsatzpapiere. Unter Mitarbeit von Beirat "Er-
fassung und Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit". Ministerium für Umwelt. Karlsruhe.
- NLWKN (2019): Untersuchungen zum „Vorkommen und Bildungspotential von Trifluoracetat (TFA) in
niedersächsischen Oberflächengewässern“. Landesweiter Überblick und Identifikation von Belas-
tungsschwerpunkten. Unter Mitarbeit von Karsten Nödler, Finnian Freeling, Anna Sandholzer, Mario
Schaffer, Rebekka Schmid und Marco Scheurer. Hg. v. Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasser-
wirtschaft, Küsten- und Naturschutz. Online verfügbar unter [https://www.nlwkn.niedersach-
sen.de/download/141156](https://www.nlwkn.niedersach-
sen.de/download/141156), zuletzt geprüft am 04.03.2019.

Plum, H.; Dietze, G.; Armbruster, V.; Wirsing, G. (2009): Natürliche geogene Grundwasserbeschaffenheit in Baden-Württemberg. In: *Grundwasser - Zeitschrift der Fachsektion Hydrogeologie* 14, S. 277–286. DOI: 10.1007/s00767-009-0117-x.

Richtlinie (EU) 2020/2184 (23.12.2020): Richtlinie (EU) 2020/2184 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2020 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Neufassung). In: Amtsblatt der Europäischen Union.

RP Karlsruhe: Überblick zur PFC-Problematik in Mittel- und Nordbaden. Referat 54.1. Online verfügbar unter <https://rp.baden-wuerttemberg.de/rpk/abt5/ref541/pfc/seiten/einfuehrung-pfc/>, zuletzt geprüft am 16.06.2021.

Sturm, Sebastian; Kiefer, Joachim (2010): Zwanzig Jahre Grund- und Zusatzmessprogramm der Grundwasserdatenbank Wasserversorgung (GWD-WV). Dokumentation und Auswertungen des Datenbestandes 1990 - 2009. Sonderbeitrag zum Jahresbericht 2009. Online verfügbar unter <http://www.grundwasserdatenbank.de/>.

Sturm, Sebastian; Kiefer, Joachim; Kollotzek, D.; Rogg, J-M (2010): Aktuelle Befunde der Metaboliten von Tolyfluanid und Chloridazon in den zur Trinkwasserversorgung genutzten Grundwasservorkommen Baden-Württembergs. In: *gwf-Wasser | Abwasser* 10, S. 950–959.

UBA (2017): Übersicht zu Wirkstoffen aus zugelassenen Pflanzenschutzmitteln sowie deren relevante (rM) und nicht relevante Metaboliten (nrM) für die eine Berücksichtigung im Grundwassermonitoring empfohlen wird. Unter Mitarbeit von Alexandra Müller. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA), zuletzt geprüft am 20.07.2018.

UBA (2020): Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) für nicht relevante Metaboliten (nrM) von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln (PSM). Fortschreibungsstand: Mai 2020.

Umweltbundesamt (UBA) (2013): Uran (U) im Trinkwasser: Kurzbegründung des gesundheitlichen Grenzwertes der Trinkwasserverordnung¹ (10 µg/l U) und des Grenzwertes für "säuglingsgeeignete" abgepackte Wässer (2 µg/l U).

Umweltbundesamt (UBA) (2019): Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) für nicht relevante Metaboliten (nrM) von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln (PSM). Fortschreibungsstand: März 2019.

Umweltbundesamt (UBA) (2020): Ableitung eines gesundheitlichen Leitwertes für Trifluoressigsäure (TFA).

Umweltbundesamt (UBA) (2021): Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) für nicht relevante Metaboliten (nrM) von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln (PSM). Fortschreibungsstand: November 2021.

Umweltministerium Baden-Württemberg (2001): Verordnung des Ministeriums für Umwelt und Verkehr über Schutzbestimmungen und die Gewährung von Ausgleichsleistungen in Wasser- und Quellschutzgebieten. (Schutzgebiets- und Ausgleichs-Verordnung SchALVO) vom 20. Februar 2001. SchALVO, vom letzter berücksichtigter Änderung: mehrfach geändert durch Artikel 15 des Gesetzes vom 03.12.2013 (GBl. S. 389, 444). Fundstelle: GBl. 2001, 145, ber. S. 414. Online verfügbar unter <http://www.landesrecht-bw.de/jportal/?quelle=jlink&query=WasSchAusglV+BW&psml=bsbawueprod.psml&max=true>.

Umweltministerium Baden-Württemberg (2018): Anwendung der Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS-Werte) für per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC) zur Beurteilung nachteiliger Veränderungen der Beschaffenheit des Grund- und Sickerwassers aus schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten.

Weiterführende Literatur

- Beirat "Erfassung und Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit" beim Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg (Hrsg.) (1989): Protokollnotiz über eine Besprechung am 17. November 1984 in Stuttgart. In: Handbuch Hydrologie Baden-Württemberg; Teil 2, 2.4 Grundwassermessnetz, 1.3, S.1-1.3, S.2.
- Grundwasserdatenbank Wasserversorgung: EDV-technischer Aufbau und Ergebnisse der Beprobung 1992, Stuttgart, Mai 1993
- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: Handbuch Hydrologie Baden-Württemberg, Grundwasserüberwachungsprogramm, Konzept und Grundsatzpapiere, Karlsruhe, Januar 1989
- Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: Leitfaden Grundwasserprobenahme, Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg – Reihe Grundwasserschutz Nr. 46, Karlsruhe, 2013 – nur online verfügbar unter www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/224409/leitfaden_grundwasserprobennahme.pdf?command=downloadContent&filename=leitfaden_grundwasserprobennahme.pdf
- Umweltbundesamt (2008): Trinkwasserhygienische Bewertung stoffrechtlich nicht relevanter Metaboliten von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln im Trinkwasser. Empfehlung des Umweltbundesamtes vom 04.04.08 nach Anhörung der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit, Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung- Gesundheitschutz 51:797-801
- Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie - WRRL) vom 23. Oktober 2000 (ABl. Nr. L 327 vom 22. Dezember 2000, S. 1) geändert durch die Entscheidung 2455/2001/EG vom 20. November 2001 zur Festlegung der Liste prioritärer Stoffe im Bereich der Wasserpolitik (ABl. Nr. L 331, vom 15. Dezember 2001, S. 1).
- Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung – GrwV) vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. Mai 2017 (BGBl. I S. 1044) geändert worden ist
- Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV 2001) vom 21. Mai 2001 (BGBl. I S. 959) in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 2016 (BGBl. I S. 459), die zuletzt durch Artikel 99 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist

Abkürzungen

BG	=	Bestimmungsgrenze
BVL	=	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
DVGW	=	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
GOW	=	Gesundheitlicher Orientierungswert
GrwV	=	Grundwasserverordnung vom 09.11.2010
GW	=	Grenzwert der Trinkwasserverordnung
GWD-WV	=	Grundwasserdatenbank Wasserversorgung
GÜP	=	Grundwasserüberwachungsprogramm
LfU	=	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (bis 2005)
LUBW	=	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (ab 2006)
LW/TWLW	=	Trinkwasser-Leitwert
PSM	=	Pflanzenschutzmittel
nrM	=	nicht relevanter Metabolit
SchALVO	=	Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung
SW	=	Schwellenwert Grundwasserverordnung 2010
TZW	=	DVGW-Technologiezentrum Wasser
TrinkwV	=	Trinkwasserverordnung
UBA	=	Umweltbundesamt
UM	=	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
VKU	=	Verband kommunaler Unternehmen
VMW	=	Vorsorge-Maßnahmenwert (UBA Dez. 2019)
VfEW	=	Verband für Energie- und Wasserwirtschaft
WHG	=	Wasserhaushaltsgesetz
WW	=	Warnwert Grundwasserüberwachungsprogramm

Datengrundlage

Die Auswertungen des vorliegenden Berichts basieren auf Grund- und Quellwasserdaten der Beprobungen 1990 - 2021. Diese Datengrundlage ist in Tab. 15 zusammengefasst.

Tab. 15: Datengrundlage der Grundwasserdatenbank Wasserversorgung

Jahr der Beprobung	Beprobungen	Beprobte Messstellen	Betreiber
1990	1.047	793	365
1991	878	725	330
1992	938	763	356
1993	902	737	349
1994	850	749	358
1995	812	753	345
1996	855	750	350
1997	794	699	332
1998	928	781	352
1999	964	808	361
2000	984	807	365
2001	1.029	813	374
2002	1.049	814	272
2003	3.059	1.316	451
2004	4.877	2.076	612
2005	4.725	2.101	657
2006	4.804	2.223	672
2007	5.270	2.340	685
2008	4.822	1.923	624
2009	5.731	2.308	678
2010	5.744	2.422	719
2011	5.255	2.275	686
2012	4.664	1.840	589
2013	5.476	2.415	694
2014	6.235	2.397	697
2015	5.048	1.950	598
2016	5.589	2.487	728
2017	4.809	1.770	579
2018	4.505	1.699	557
2019	6.660	2.423	708
2020	5.112	2.093	641
2021	4.744	1.964	618

Datenrücklauf an die Wasserversorgungsunternehmen

Als Rücklauf aus der GWD-WV erhalten die beteiligten Wasserversorgungsunternehmen von jeder ihrer Messstellen eine individuelle Darstellung der wichtigsten Grundwasserbeschaffenheitsdaten im landesweiten Vergleich und im Bezug zu Grenzwerten der Trinkwasserverordnung bzw. den GOW-Werten des UBA sowie zu den hieraus abgeleiteten Warnwerten des Grundwasserüberwachungsprogrammes des Landes Baden-Württemberg (in Abb. 57 beispielhaft dargestellt).

Für jede Messstelle wird die Entwicklung der Nitratkonzentration in Form einer Ganglinie dargestellt. Ein Beispiel zeigt Abb. 56. Positive oder negative Trends können so frühzeitig erkannt und eventuell notwendige Maßnahmen rechtzeitig ergriffen werden.

Zusätzlich werden alle zur Verfügung gestellten Analyseergebnisse der Beprobung 2021 in tabellarischer Form zusammengestellt.



Abb. 56: Muster für die messtellenspezifische Entwicklung der Nitratkonzentrationen in einer Messstelle

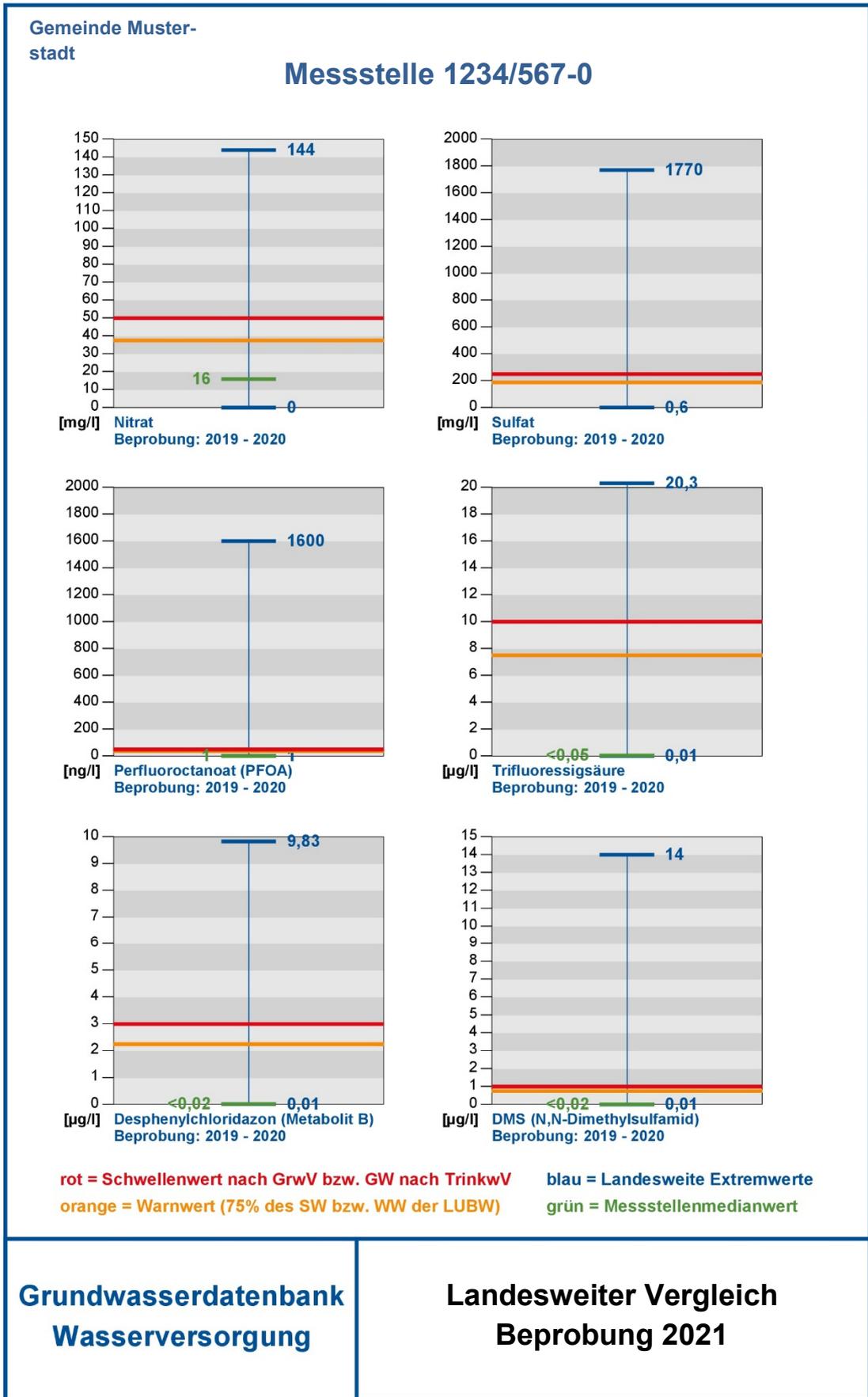


Abb. 57: Muster für die Darstellung von messstellenspezifischen Werten im landesweiten Vergleich

Beteiligte Wasserversorgungsunternehmen 2021

Wir bedanken uns bei allen nachfolgend genannten Wasserversorgungsunternehmen, die durch Bereitstellung von Analysendaten ihrer Messstellen die Arbeit der Grundwasserdatenbank Wasserversorgung unterstützen.

Kooperationspartner:

A

Aach
Aalen
Achern
Achstetten
Adelmannsfelden
Adelsheim
Affalterbach
Ahlenbrunnengruppe ZV WV
Aichhalden
Aichstetten
Aichtal
Aidlingen
Aitrach
Alb WVG II
Alb WVG III
Alb WVG VI
Alb WVG VII
Alb WVG VIII
Alb WVG XI
Albbruck
Albstadt
Allensbach
Allmersbach i. Tal WVG
Altbach
Altensteig
Altheim 88499
Altshausen
Am Alten Brunnen ZVG
Ammertal-Schönbuchgruppe ZV
Appenweier
Aspach
Atzenberg ZV WVG
Auenwald

B

Backnang STW
Baden-Baden
Badische Bergstraße WZV
Bahlingen am Kaiserstuhl
Baiersbronn
Bauersbach WV
Beilstein
Bellingen, Bad
Bempflingen
Benningen a. N.
Berg
Bergatreute-Roßberg ZV WVG
Berghaupten
Berglen
Bermatingen
Besigheim
Besigheimer ZV WVG

Biberach
Biberach a. d. Riß
Biberwasserversorgung ZV
Biederbach
Bietigheim-Bissingen
Billigheim
Binau
Bingen
Birkenfeld
Blumberg
bnNETZE, Freiburg
Bollschweil
Bönnigheim
Bopfingen
Bötzingen
Boxberg
Brackenheim
Bräunlingen
Breisach am Rhein
Bretten
Bretzfeld
Bruchsal EWB GmbH
Buchen (Odenwald)
Buchenbach, Himmelreich WVV
Buchenwasserversorgung ZV
Bühl
Bühler Tal ZV WV Bühl und Umgebung
Bühlertal
Bühlerzell
Burgstetten
Burladingen
Bussen ZV WVG

C

Calw
Cleebronn

D

Deggingen
Deilingen
Denkendorf
Denkingen
Dettenheim
Dettingen unter Teck
Diakonie Stetten e.V.
Dielheim
Dinkelberg ZV WV
Ditzenbach, Bad
Ditzingen
Döffingen-Dätzingen-Schafhausen ZWV
Dogern
Donaueschingen
Dornstetten
Dotternhausen

Durbach
 Dürbheim
 Dürmentingen
 Dürrheim, Bad
E
 Ebenweiler
 Eberbach
 Eberbachgruppe ZV
 Eberdingen
 Eberhardzell
 Ebersbach Stw
 Eberstadt
 Eggenstein-Leopoldshafen
 Eggingen
 Ehingen (Donau)
 Ehningen
 Eichelberg ZV GWV Odenwald
 Eichishof WG
 Eichstetten am Kaiserstuhl
 Eisenbach (Hochschwarzwald)
 Eisingen
 Eislinger ZV WVG
 Ellhofen
 Ellwangen (Jagst)
 Elzach Stw
 Emeringen
 Emmendingen
 Emmendingen, Psychiatrie
 Empfingen
 Endersbach-Rommelshausen ZV
 Engen
 Epfenbach
 Erbach
 Erdmannhausen
 Erlenbach
 Ertingen
 Eschach ZV WV
 Eschelbronn
 Eschenbach
 Esslingen
 Ettlingen
F
 Federseeegruppe WV
 Filderwasserversorgung ZV
 Fleischwangen
 Fluorn-Winzeln
 Forbach
 Forchheim
 Frankenhardt
 Freiamt
 Freiberg
 Freudental
 Frickingen
 Friedrichshall, Bad
 Friesenheim
 Friolzheim
 Friolzheim-Wimsheim ZV WV
 Frohnfalls WG

Fronreute
 Furtwangen
G
 Gaggenau
 Gaienhofen
 Gaildorf
 Gammelshausen
 Gammertingen
 Gärtringen
 Gäu ZV WV
 Gechingen
 Gehrenberg ZV WV
 Gengenbach
 Gernsbach
 Giengen an der Brenz
 Gingen an der Fils
 Glottertal
 Göggingen
 Goldbach WV
 Göppingen
 Görwihl
 Gottenheim
 Gottmadingen
 Graben-Neudorf
 Grafeneck, Samariterstift
 Grenzach-Wyhlen
 Griesinger ZV WVG
 Großbettlingen
 Großbottwar
 Großerlach
 Gruibingen
 Grünbachgruppe ZV WV
 Grünbühl WG
 Grünkraut
 Güglingen
 Gundelfingen
 Gundelsheim
 Gutach im Breisgau
 Gutenzell-Hürbel
 Gütermann AG, Gutach
H
 Haiterbach
 Halden WV
 Hardheim
 Hardtgruppe ZV WV, Leimen
 Hardthausen am Kocher
 Hardtwald WVG
 Härtsfeld-Albuch ZV WVG
 Haslach im Kinzigtal
 Haslach WV Aulendorf
 Haslach ZV WV
 Haugenstein ZV WV
 Hausen im Wiesental
 Hausen ob Verena
 Hayingen
 Heddesbach
 Heidelberg
 Heidenheim an der Brenz

Heilbronn
 Heiligenberg
 Heiligkreuzsteinach
 Heimbach ZV WVG
 Heimsheim
 Heiningen
 Herbertingen
 Herbertshausen, WG, Dörr
 Herbolzheim
 Herbrechtingen
 Herdwangen-Schönach
 Hermaringen
 Herrenalb, Bad
 Herrenberg
 Herrenhölzle-Hohenacker WG
 Herrischried
 Herten, St. Josefshaus
 Heubach
 Heuberg ZV WV
 Heuchlingen
 Hexental ZV WV
 Hildrizhausen
 Hilzingen
 Hochdorf 88454
 Höchenschwander Berg ZV GWV
 Hochstraß-WVG I Allmendingen
 Höfen an der Enz
 Hohberg
 Hohberg ZV GWV
 Hohenberggruppe ZV WV
 Hohentengen
 Hohentengen am Hochrhein
 Hoher Randen ZV WV
 Hohlebach- Kandertal GWV
 Höpfigen
 Horb am Neckar
 Horben
 Horgenzell
 Hüfingen
 Hügelland Alb - Pfinz ZV WV
 Hundsrücken ZV WV
I
 Iffezheim
 Ihringen
 Illingen
 Illmensee
 Ilsfeld
 Immendingen
 Ingersheim
 Inzigkofen
 Inzlingen
K
 Kaisersbach
 Kandern
 Kandertal Rehabilitationsklinik
 Kapfenburg GWWV
 Kappelrodeck
 Karlsbad

Karlsdorf-Neuthard
 Karlsruhe
 Keckquellen ZV
 Kenzingen
 Kippenheim
 Kirchberg an der Jagst
 Kirchberg an der Murr
 Kirchdorf an der Iller
 Kirchheim am Neckar
 Kißlegg
 Kleiner Heuberg ZV WVG
 Klettgau
 Knittlingen
 Kohlberg
 Königheim
 Königsbach-Stein
 Königsegg ZV WV
 Königsfeld im Schwarzwald
 Kraichbachgruppe ZV WV
 Kraichtal Stw
 Krauchenwies
 Krozingen, Bad
 Krozinger Berg ZV WV
 Kuchen
 Kulsheim
 Kürnbach
 Kurpfalz ZV WV
 Küssaberg
L
 Lahr
 Landeswasserversorgung, ZV
 Langenbrettach
 Langenburg
 Langenenslingen
 Laßbach WG
 Lauchringen
 Lauda-Königshofen
 Lauf
 Laufenburg (Baden)
 Lauffen am Neckar
 Leingarten
 Leinzell
 Lenzkirch
 Leonberg
 Leutenbach
 Lichtenstein
 Lichtenstern Evang. Stiftung
 Liebenzell, Bad
 Linkenheim-Hochstetten
 Lobbach
 Lobdengau WGV
 Loffenau
 Lorch
 Lörrach
 Loßburg
 Lottstetten
 Ludwigsburg
 Lußhardt ZV WV

M

Mahlberg
Mainhardt
Malsch
Malterdingen
Mannenbach ZV WV
Mannheim, Rhein Neckar AG
Marbach am Neckar
Marbach, Landgestüt
Markdorf
Markgröningen
Maselheim
Massenbach-Massenbachhausen GWV
Maulbronn
Mauracherberg WV
Meckenbeuren
Meckesheim
Meersburg
Mengen
Merdingen
Messkirch
Mittelbiberach
Mittelhardt WV
Mittlere Lauchert ZV WV
Mittlere Tauber ZVV
Möckmühl
Mönchweiler
Mönsheim
Moosburg
Mosbach
Mosbach Johannes-Diakonie
Mudau
Mühlacker
Mühlbach ZV WVG
Mühlhausen-Ehingen
Mühlingen
Mundelsheim
Munderkingen
Münstertal Schwarzwald
Murg
Murr
Murrhardt
N
Nagold
Naturheil-Sanatorium Dr. Leser
Neckargemünd
Neckargruppe WV
Neckarsulm
Neckartenzlingen
Neckarwestheim
Neuenbürg
Neuenburg am Rhein
Neuenstadt am Kocher
Neuenstein
Neuhausen auf den Fildern
Neuhausen, ZV WV der Gebietsgemeinden
Neuler
Neulingen

Neunkirchen WG
Neuravensburger ZV WVG
Niedereschach
Niederhofen-Mailand WV
Niefern-Öschelbronn
Nördliches Federseebecken WV
Nordostwürttemberg ZV WV
Nürtingen
Nußloch
O
Oberboihingen
Oberderdingen
Obere Bergstraße GWV
Obere Schussentalgruppe WV
Oberer Neckar ZV WV
Oberes Elsenzthal ZV WVG
Oberes Pfinztal WV
Oberes Trienzthal ZV WV
Oberharmersbach
Oberhausen-Rheinhausen
Oberkirch Stw
Oberkochen
Oberndorf am Neckar
Oberried
Oberriexingen
Oberrot
Oberstenfeld
Oberwolfach
Oedheim
Offenburg, Wasserversorgung GmbH
Öhningen
Öhringen
Ölbronn-Dürrn
Oppenweiler
Ortenberg
Ostalb ZV WV
Osterburken
Ostrach
Östringen
Owen
Owingen
P
Pfaffenhofen
Pfedelbach
Pfinztal
Pforzheim
Pforzheim, Staatliches Vermögensamt
Pfullendorf
Philippsburg
Plankstadt
Pleidelsheim
R
Radolfzell am Bodensee Stw
Rainau
Rastatt
Ravenstein
Reichenbach am Heuberg
Remshalden

Renchen
Renninger ZV WVG
Reutlingen
Rheinfeld (Baden)
Rheinhausen
Rheinstetten
Ried WV
Riedlingen
Rielasingen-Worblingen
Rieswasserversorgung ZV
Rietheim-Weilheim
Rippoldsau-Schapbach, Bad
Rohrdorf
Rombachgruppe ZV WV
Rosenberg
Rot an der Rot
Rottenburg am Neckar
Rottumgruppe ZV WV
Rottumtal ZV WV
Rottweil Energieversorgung
Rottweil Vinzenz von Paul Hospital
Ruckhardtshausen WV
Rudersberg
S
Sachsenheim
Säckingen, Bad
Sasbach
Sasbach-Endingen WV
Sauldorf
Saulgau Bad
Schefflenz
Schelklingen
Schemmerhofen
Schenkenzell
Schlat
Schömberg im Schwarzwald
Schonach im Schwarzwald
Schönau
Schönbrunn
Schönwald im Schwarzwald
Schopfheim
Schorndorf
Schozach ZV WVG
Schramberg
Schussenried, Bad
Schussen-Rotachtal WV
Schutterwald
Schwäbisch Gmünd
Schwäbisch Hall
Schwaigern
Schwaikheim
Schwanau
Schwarzbachtal GWV
Schwarzbrunnen ZV WV
Schwarzwald ZV WV
Schwieberdingen
Seckach
Seelbach

Seitingen-Oberflacht
Sexau
Sigmaringen
Sigmaringendorf
Simmozheim
Sindelfingen
Singen (Hohentwiel)
Sinsheim
Sinzheim
Sölden
Spaichingen
St. Georgen im Schwarzwald
St. Johann
St. Peter
St. Peter, Haus Maria Lindenberg
Stadtwerk am See
Starzach
Starzel-Eyach WVG
Staufen im Breisgau
Stebbach-Stetten ZV
Steinach
Steinen
Steinheim an der Murr
Steinlach ZV WV
Steißlingen
Stimpfach
Stockach
Streithag WV
Strohgäu ZV WVG
Stühlingen
Südkreis Mannheim ZV WV
Südliche Ortenau WV
Südliches Markgräfler Land WV
Sulm ZV WVG
Sulz am Neckar
Sulzbach an der Murr
Sulzbach-Laufen
Sulzbachtal ZV GWV
Sulzfeld
T
Talheim (Heilbronn)
Tannau WV GBR
Tannheim
Tauberbischofsheim
Tauberfranken, Stadtwerk
Teningen
Tiefenbronn
Titisee-Neustadt
Todtmoos
Todtnau
Triberg Stw
Trochtelfingen
Tübingen Stw
Tuniberggruppe WV
Tuttlingen
TWS, Ravensburg
TWS, Weingarten

U

Überkingen, Bad
Überlingen am Ried ZV WV
Ühlingen-Birkendorf
Ulmer Alb ZV WV
Ulrichsberg WV WV
Umkirch
Ummendorf
Unlingen
Untereisesheim
Unterensingen
Unterer Schwarzbach ZV WV
Unteres Aitrachtal WV
Unteres Elsenzthal ZV GWV
Unterkirnach
Unterreichenbach
Urach, Bad
Urbach

V

Vaihingen an der Enz
Veringenstadt
Villingen-Schwenningen
Vogtsburg im Kaiserstuhl
Vöhrenbach
Volkertshausen
Vorderes Murgtal WVV

W

Waiblingen
Wald ZV WVG
Waldenburg
Waldkirch
Waldshut-Tiengen
Waldstetten
Walzbachtal
Wangen im Allgäu
Wehr
Weil im Schönbuch
Weilertal ZV WVG
Weilheim
Weilheim an der Teck
Weingarten (Baden)
Weinsberg
Weinstadt
Weisenbach
Weissach
Weissach im Tal
Wendlingen am Neckar
Werbach
Wertheim
Widdern
Wiernsheim
Wiesensteig
Wiesloch
Wildbad, Bad
Wildberg
Wilhelmsdorf
Wimpfen, Bad
Winden im Elztal

Winnenden
Winterlingen
Wolfach
Wolketsweiler WVG
Wurmberg
Wurmlingen
Wüstenrot
Wutach
Wutöschingen
Wyhl am Kaiserstuhl
Z
Zaisenhausen
Zell am Harmersbach
Ziegelbronn WG
Zuzenhausen
Zweiflingen
Zwiefalten