




Grundwasserschutz 40

Grundwasser-Überwachungsprogramm

 Ergebnisse der Beprobung 2009



Baden-Württemberg

HERAUSGEBER	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe www.lubw.baden-wuerttemberg.de
BEARBEITUNG	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Referat 42 – Grundwasser
REDAKTION	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Referat 42 – Grundwasser
LAYOUT	EcoText International PartG, 70178 Stuttgart
BEZUG	Diese Fachbericht ist gedruckt für 15 Euro oder kostenlos als Download im PDF-Format erhältlich bei der LUBW: LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe www.lubw.baden-wuerttemberg.de
ISSN	1437-0131 (Reihe Grundwasserschutz Bd. 40, 2010)
STAND	Juli 2010, 1. Auflage
DRUCK	SchwaGeDruck, 76237 Rheinstetten Gedruckt auf Recyclingpapier

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

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

5

1	DIE WICHTIGSTEN ERGEBNISSE IM ÜBERBLICK	6
1.1	Zielsetzung	11
1.2	Organisation des Landesmessnetzes	11
1.3	Organisation des Kooperationsmessnetzes	13
1.4	Qualitätssicherungen im Rahmen des Messnetzbetriebes	13
1.4.1	Qualitätssicherung Stammdaten	13
1.4.2	Qualitätssicherung Probennahme	13
1.5	Datenverarbeitung mit der Grundwasserdatenbank	14
1.4.3	Qualitätssicherung Analytik	14
1.5.1	Neue Funktionalitäten Deponien	15
1.5.2	Erfassung von Messwerten mit dem GWDB-Editor	15
1.5.3	Stand der Verarbeitung von Daten geothermischer Anlagen	15
1.5.4	Weiterentwicklung	16
2	DAS GRUNDWASSER 2009 IN BADEN-WÜRTTEMBERG	17
2.1.	Hydrologische Situation	17
2.2.	Grundwasserneubildung aus Niederschlag	17
2.3	Die Grundwasservorräte 2009	21
2.3.1	Datengrundlage und allgemeine Zustandsbeschreibung	21
2.3.2	Überregionale Grundwasserhältnisse	21
2.4	Nitrat	25
2.4.1	Nitrat im Grundwasserbeschaffenheitsmessnetz der LUBW (Landesmessnetz)	26
2.4.1.1	Statistische Kennzahlen für die verschiedenen Emittentengruppen	26
2.4.1.2	Räumliche Verteilung und Regionalisierung	26
2.4.1.3	Kurzfristige Veränderungen (Vergleich zu den Vorjahren)	29
2.4.1.4	Mittelfristige Veränderungen (Entwicklung seit 1994)	30
2.4.2	Nitrat in Wasserschutzgebieten (SchALVO-Auswertungen)	33
2.4.2.1	Nitratklassengebiete: Kurzfristige Veränderungen (Vergleich zu den acht Vorjahren)	34
2.4.2.2	Mittelfristige Veränderungen innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten (Entwicklung seit 1994)	36
2.5	Pflanzenschutzmittel (PSM)	37
2.5.1	Zulassung, Verwendung, Klassifizierung	37
2.5.2	Umweltrelevanz, Berichtspflichten, Fundaufklärung	38
2.5.3	Probennahme und Analytik	38
2.5.4	Bisher untersuchte Wirkstoffe	39
2.5.5	PSM-Untersuchungen im Jahr 2009	41
2.5.6	Metaboliten: Sonderuntersuchung der LUBW im Oktober 2009 und Messungen im Kooperationsmessnetz Wasserversorgung	43
2.5.6.1	Ergebnisübersicht	44

2.5.6.2	Einzelergebnisse ausgewählter Metaboliten	46
2.5.6.3	Bewertung der PSM-Metaboliten	50
2.5.7	Bewertung der Gesamtsituation der Pflanzenschutzmittel	52
2.5.8	Pflanzenschutzmittelanwendung in Wasserschutzgebieten	55
2.6	LHKW – Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe	56
2.6.1	Verwendung, Stoffeigenschaften, Eintragspfade	56
2.6.2	Probennahme und Analytik	57
2.6.3	Bisher untersuchte LHKW	58
2.6.4	Ergebnisse der Untersuchungen 2007–2009	58
2.6.5	Tendenzen	62
2.6.6	Bewertung	63
2.7	BTEX-Aromaten	63
2.7.1	Verwendung, Stoffeigenschaften, Eintragspfade	63
2.7.2	Probennahme und Analytik	64
2.7.3	Untersuchungen auf BTEX	65
2.7.3.1	Ergebnisse früherer Beprobungen	65
2.7.3.2	Ergebnisse der Beprobungen 2007–2009	65
2.7.3.3	Vergleich 1998 mit 2007–2009	66
2.7.4	Bewertung	66
2.8	Benzinzusatzstoffe MTBE und ETBE	67
2.8.1	Verwendung, Stoffeigenschaften, Eintragspfade	67
2.8.2	Untersuchungen auf MTBE und ETBE	68
2.8.2.1	Ergebnisse früherer Beprobungen	68
2.8.2.2	Ergebnisse der Beprobungen 2007–2009	69
2.8.2.3	Vergleich 2002 mit 2007–2009	70
2.8.3	Bewertung	70
3	STATISTISCHE ÜBERSICHTEN DER TEILMESSNETZE	71
3.1	Trendmessnetz (TMN) – Menge – Grundwasser und Quellen (GuQ)	71
3.2	Gesamtmessnetz – Beschaffenheit	74
4	AUSBLICK UND BERICHTSWESEN	77
5	Literaturverzeichnis	79
5.1	Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg – Ergebnisse	79
5.2	Fachspezifische EDV-Anwendungen	83
	ANHANG	85
A 1	Messstellenarten	85
A 2	Messprogramme im Herbst 2009 (ohne Sonderprogramme)	85
A 3	Statistische Verfahren	85
A 3.1	Rangstatistik	85
A 3.2	Rangstatistik und Boxplot	85
A 3.3	Zeitreihenstatistik: Trends an konsistenten und periodisch konsistenten Messstellengruppen	86
A 4	Bestimmungsgrenzen, Rechenvorschriften, Grenzwerte, Warnwerte, Qualitätsnormen	86
A 5	Darstellung von Konzentrationen anhand von Messstellenpunkten in Karten	87
A 6	Hinweise zu den Statistiktabelle	87

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AQS	= Analytische Qualitätssicherung
BG	= Bestimmungsgrenze
BMN	= Basismessnetz
BVL	= Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
BfR	= Bundesinstitut für Risikobewertung
DVGW	= Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.
DWD	= Deutscher Wetterdienst
EI	= Emittentenmessstellen Industrie
EL	= Emittentenmessstellen Landwirtschaft
ES	= Emittentenmessstellen Siedlung
GIS	= Geografisches Informationssystem
GÜP	= Grundwasser-Überwachungs-Programm
GW	= Grenzwert
GWDB	= Grundwasserdatenbank der Wasserwirtschaftsverwaltung
GWD-VV	= Grundwasserdatenbank Wasserversorgung
LABDÜS	= Labordatenübertragungssystem
LAWA	= Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LAWA-GFS	= Geringfügigkeitsschwellenwerte der LAWA
LfU	= Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
LUBW	= Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
LGRB	= Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 – Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau
MBG	= Mindestbestimmungsgrenze
Mst.	= Messstelle
Mw	= Messwert
QMN	= Quellmessnetz
QN	= Qualitätsnorm der EU-Grundwasserrichtlinie
RW	= Rohwassermessnetz
RW-öVV	= Rohwasser für öffentliche Wasserversorgung
SchALVO	= Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung
SE	= sonstige Emittentenmessstellen
StaLa	= Statistisches Landesamt
TMN	= Trendmessnetz Grundwassermenge, Grundwasserstand, Quellschüttung, Lysimeter
TrinkwV	= Trinkwasserverordnung
UVB	= Untere Verwaltungsbehörden
VF	= Vorfeldmessstellen
VGW	= Verband der Gas- und Wasserwerke Baden-Württemberg e.V.
VKU	= Verband kommunaler Unternehmen
WIBAS	= Informationssystem Wasser, Immissionsschutz, Boden, Abfall, Arbeitsschutz
WRRL	= EU-Wasserrahmenrichtlinie
WVU	= Wasserversorgungsunternehmen
WW	= Warnwert des Grundwasserbeschaffenheitsmessnetzes
Chemische Parameter:	
BTEX	= Alkylierte Aromaten Benzol, Toluol, Ethylbenzol und die Xylole
DEA	= Desethylatrazin (Metabolit des Pflanzenschutzmittelwirkstoffs Atrazin)
DMS	= N,N-Dimethylsulfamid (Metabolit des Pflanzenschutzmittelwirkstoffs Tolyfluanid)
LHKW	= Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (organische Lösemittel)
MTBE/ETBE	= Benzinzusatzstoffe Methyl-tertiär-Butylether und Ethyl-tertiär-Butylether
NDMA	= N-Nitrosodimethylamin
PSM	= Pflanzenschutzmittel

Die wichtigsten Ergebnisse im Überblick

Dieser Bericht stützt sich bei der Grundwassermenge des Landes auf die Daten von rund 360 Trendmessstellen.

Die Daten von weiteren rund 2.550 Landesmessstellen werden für regionale Fragen der Grundwasserbewirtschaftung und für die Bilanzierung mittels großräumiger Grundwassermodelle benötigt.

Die Grundwasserbeschaffenheit wurde im Herbst 2009 an insgesamt 1.917 Messstellen des von der LUBW betriebenen Landesmessnetzes untersucht. Diese Landesmessstellen, aufgegliedert in verschiedene Teilmessnetze, dienen der Überwachung und Dokumentation der landesweiten Grundwasserbeschaffenheit und dem flächendeckenden Grundwasser- und Umweltschutz auch außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten. Die Untersuchungskosten der Landesmessstellen trägt das Land.

Die Wasserversorgungswirtschaft Baden-Württembergs stellte im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung aus dem Jahre 2003 die Nitrat-Daten von 3.749 Analysen zu 1.587 Kooperationsmessstellen in Wasserschutzgebieten bis zum Stichtag 01.03.2010 zur Verfügung. Zu 1.523 Messstellen wurden auch Analysen für Pflanzenschutzmittelwirkstoffe (PSM) und deren Metaboliten (Abbauprodukte) übermittelt, welche – wie die Nitratwerte – für die jährliche Beurteilung der Situation in den Wasserschutzgebieten benötigt werden. Insgesamt wurden Daten zu 2.027 Messstellen übermittelt.

Die Kooperationsmessstellen liegen alle in Trinkwasserschutzgebieten und umfassen zum größten Teil Förderbrunnen. Lässt man diejenigen Messstellen außer Betracht, die sich schon im Landesmessnetz befinden, übermittelten die Wasserversorgungsunternehmen (WVU) letztendlich die Analysen von 1.791 zusätzlichen Messstellen für die Auswertung der Nitrat- und PSM-Situation in den Wasserschutzgebieten. Zu weiteren 90 Messstellen gibt es einen weiteren Kooperationsbeitrag für andere Stoffe und Parameter. Dieser Kooperationsbeitrag wird seit 2003 gesondert ausgewertet, um eine getrennte Beurteilung zwischen dem für Trinkwasserzwecke genutzten Grundwasser in Wasserschutzgebieten und dem gesamten nicht nur Nutzungsaspekten unterliegendem Grundwasser zu ermöglichen.

Das qualitative Messnetz wurde 2007 umgestellt. Künftig werden zwar alle Parameter gemessen, jedoch mit Ausnahme von Nitrat jährlich nur an etwa einem Viertel oder einem Drittel aller Messstellen.

Die quantitative Grundwassersituation 2009

Die starken Frühjahrs- und Juliniederschläge haben landesweit steile Anstiege der Grundwasservorräte auf ein deutlich überdurchschnittliches Niveau bewirkt. Der Jahresverlauf entspricht im Übrigen den vieljährigen Verhältnissen. Zum Jahresende entsprachen die quantitativen Grundwasserhältnisse in den meisten Landesteilen den vieljährigen Erfahrungswerten. Die Jahressummen der Niederschläge waren mit 97 % leicht unterdurchschnittlich.

Die Lysimeterbeobachtungen dokumentieren die erwartungsgemäße Grundwasserneubildung aus Niederschlägen im Winterhalbjahr 2008/2009 im Singener Becken und im Oberrheingraben. Im Illertal haben erst die starken Märznie­derschläge für eine noch bedeutendere Neubildung gesorgt. Die deutlich unterdurchschnittlichen Aprilniederschläge führten zu einem unmittelbaren Rückgang der Versickerungen im Sommer und rückläufigen Grundwasserständen. Der nasse Juli hat kurzzeitige Versickerungen ermöglicht und das weitere Grundwasserabsenken verzögert. Die niederschlagsarmen Spätsommermonate haben danach zu Ausfallzeiten der Grundwasserneubildung, teilweise bis November 2009 geführt. Der Dezember zeichnet sich durch überdurchschnittliche Niederschläge und hohe Sickerwassermengen aus.

Im Mittel sind die Grundwasserstände und Quellschüttungen im Jahr 2009 insgesamt niedriger als im Vorjahr und entsprechen dennoch langjährig mittleren Verhältnissen:

- Die kurzfristige Entwicklung (10 Jahre) ist in allen Landesteilen stark rückläufig.
- Die mittelfristige Entwicklung (20 Jahre) ist überwiegend steigend.
- Die langfristige Entwicklung (50 Jahre) ist ausgeglichen.

Die qualitative Grundwassersituation 2009

Die Nitrat-Belastung ist nach wie vor flächenhaft hoch. Der Nitrat-Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms von 40 mg/l wird an jeder sechsten Landesmessstelle überschritten, der Grenzwert der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) bzw. die Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie von 50 mg/l an jeder neunten Landesmessstelle. Das im Herbst 2009 gemessene Maximum beträgt 176 mg/l Nitrat.

Die regionalen Belastungsschwerpunkte liegen nach wie vor in den Räumen Markgräfler Land, Bruchsal-Mannheim-Heidelberg, Kraichgau, Stuttgart-Heilbronn, Main-Tauber-Kreis und Oberschwaben. Daneben liegen einzelne kleinräumigere Belastungsschwerpunkte vor.

Bei der kurzfristigen Nitrat-Entwicklung (1 Jahr) ist das landesweite Mittel um 0,5 mg/l gesunken. An 41 % der Landesmessstellen sind Zunahmen, an 51 % Abnahmen zu beobachten, 8 % zeigen keine Veränderung.

Nachdem von 2004 auf 2005 bis 2007 die Belastung gestiegen war, sind 2008 und 2009 wieder Abnahmen zu beobachten und zwar in allen Teilmessnetzen – auch im landwirtschaftlichen Bereich. Dies unterstreicht die Wichtigkeit der ergriffenen landesumweltpolitischen Lenkungsmaßnahmen wie der SchALVO – besonders in den Problem- und Sanierungsgebieten. Allerdings haben die Belastungszunahmen nach dem Trockenjahr 2003 auch gezeigt, dass diese Maßnahmen intensiviert und ergänzt werden müssen, um einen langfristige abnehmenden Trend abzusichern.

Die mittelfristige Nitrat-Entwicklung seit 1994 zeigt an jährlich im Herbst beprobten, d. h. konsistenten Messstellen, dass sich der seit 16 Jahren statistisch festgestellte fallende Trend nach den Unterbrechungen in den Jahren 2005 bis 2007 weiter fortsetzt. Nach dem beachtlichen Anstieg der mittleren Konzentrationen von 2004 auf 2005 bis 2007 aufgrund der Nachwirkungen des Trockenjahres 2003 liegt das Belastungsniveau 2009 unter dem der Jahre 2003/2004. Die Belastung ist auch die niedrigste seit dem systematischen Beginn der landesweiten Grundwasserbeobachtung seit Anfang der 1990er Jahre.

Auch 2009 liegen die Mittelwerte der Nitratkonzentrationen im Herbst für alle Teilmessnetze deutlich unter

den entsprechenden mittleren Gehalten des Jahres 1994 und zwar mit mittleren Abnahmen von 0,7 bis 8,8 mg/l. Im Teilmessnetz Landwirtschaft wird mit 6,2 mg/l die zweitgrößte Konzentrationsabnahme festgestellt, jedoch wird hier noch immer an rund jeder fünften Messstelle der Grenzwert der TrinkwV bzw. der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie überschritten. Die prozentuale Abnahme im Teilmessnetz Landwirtschaft beträgt 16,6 %. Im gesamten Landesmessnetz hat die mittlere Nitratkonzentration von 1994 bis 2009 um 4,7 mg/l (17 %) abgenommen.

Bei Differenzierung zwischen der Lage der von der LUBW beprobten Landesmessstellen innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten ergeben sich gegenüber 1994 Abnahmen von etwa 17 bzw. 20 %.

Die Auswertung von Messergebnissen der Jahre 2001 bis 2009 zur Entwicklung der Nitratbelastung in Wasserschutzgebieten anhand von durchgehend mindestens einmal jährlich beprobten Messstellen zeigt folgendes Ergebnis:

- Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 1 – Normalgebiete: nahezu unveränderte mittlere Konzentrationen mit einer sehr leichten Abnahme um 0,2 mg/l von 14,4 mg/l (2001) auf 14,2 mg/l (2009), d. h. minus 1,4 %. Im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich keine Veränderung.
- Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 2 – Problemgebiete: veränderte mittlere Konzentrationen mit einer Abnahme von 2001 auf 2009 um 2,3 mg/l auf 31,3 mg/l, d. h. minus etwa 7 %. Im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich eine starke Abnahme von 0,6 mg/l.
- Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 3 – Sanierungsgebiete: veränderte mittlere Konzentrationen mit einer deutlichen Abnahme von 2001 auf 2009 um 5,1 mg/l auf 47,3 mg/l, d. h. etwa minus 10 %. Im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich eine starke Abnahme von 0,7 mg/l.

Die Maßnahmen zur Reduzierung der Nitratbelastung im Umweltbereich, in der Landwirtschaft und vonseiten der Wasserversorgungswirtschaft haben in den letzten 16 Jahren erfreulicherweise zu einer Abnahme der Nitratbelastung geführt.

Das Messprogramm Pflanzenschutzmittel wurde ab 2007 auf einen Vierjahresturnus umgestellt, im Jahr 2009 wurde das dritte Viertel des Messnetzes untersucht. Bei der

Herbstbeprobung 2009 wurden an rund 490 Messstellen die persistenten Triazine und deren Metaboliten sowie die wichtigsten Phenylharnstoffe und Phenoxyalkancarbonsäuren untersucht.

Von den 26 untersuchten Wirkstoffen und Metaboliten waren neun Wirkstoffe ohne Befund. An 396 Messstellen lagen alle Konzentrationen unter 0,05 µg/l. Mit einem bis maximal sechs Wirkstoffen bzw. Metaboliten in Konzentrationen von jeweils mehr als 0,05 µg/l waren 96 Messstellen belastet, davon war an 37 Messstellen die Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie bzw. der Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 0,1 µg/l überschritten. Die meisten Überschreitungen betrafen den Metaboliten Desethylatrazin und das Herbizid Bentazon.

Im Oktober 2009 wurden die Untersuchungen auf „nicht relevante“ Metaboliten von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen an 233 Messstellen fortgesetzt. Darunter versteht man Abbauprodukte, die keine pestizide Wirkung mehr haben und hinsichtlich ihrer Human- und Ökotoxizität nicht bedenklich sind. Insgesamt wurden 16 Wirkstoffe und 40 Metaboliten gemessen. Weitere Daten der Metaboliten von Chloridazon und Tolyfluanid stellten die Wasserversorgungsunternehmen zur Verfügung. Die Wirkstoffe selbst wurden nicht oder nur vereinzelt nachgewiesen. Bei den Metaboliten bestätigten sich die Ergebnisse der Vorjahre hinsichtlich der Abstufung der Belastung. Die mit Abstand höchste Belastung stammt von den Metaboliten des Wirkstoffs Chloridazon und von DMS, dem Metaboliten des inzwischen für die Anwendung im Freiland nicht mehr zugelassenen Wirkstoffs Tolyfluanid. Danach folgen Metaboliten von Metolachlor, Metazachlor und Dimethachlor.

Das Umweltbundesamt hat zusammen mit dem Bundesinstitut für Risikobewertung für zahlreiche „nicht relevante“ Metaboliten gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) für Trinkwasser veröffentlicht. Zieht man die genannten GOW von 3 bzw. 1 µg/l als Vergleichsmaßstab für das Grundwasser heran, so ist die Überschreitungshäufigkeit im Falle von DMS an 5,1 % der Messstellen am höchsten. Danach folgen mit großem Abstand die Metaboliten von Chloridazon und die Sulfonsäuren von Metolachlor und Metazachlor. Bei weiteren 21 Metaboliten, für die GOW festgesetzt wurden, werden diese bei Weitem nicht erreicht.

Zur Beschreibung der Gesamtsituation der Pflanzenschutzmittel wurden die Daten von 101 häufig gemessenen Substanzen (96 Wirkstoffe und 5 Metaboliten) im Zeitraum 2000 bis 2009 an 100 bis 4.678 Messstellen ausgewertet:

- 43 Substanzen waren an keiner einzigen Messstelle nachweisbar, darunter 13 zugelassene und 29 nicht mehr zugelassene Wirkstoffe sowie 1 Metabolit.
- Positive Befunde in Konzentrationen unter dem Wert 0,1 µg/l lagen von 35 Stoffen vor (14 zugelassene und 20 nicht mehr zugelassene Wirkstoffe sowie 1 Metabolit).
- Überschreitungen des Werts 0,1 µg/l an bis zu 1 % der Messstellen werden durch 22 Stoffe verursacht (12 zugelassene und 8 nicht mehr zugelassene Wirkstoffe sowie 2 Metaboliten).
- Die meisten Überschreitungen des Werts 0,1 µg/l werden durch den Metaboliten Desethylatrazin an 2,1 % der Messstellen hervorgerufen.

Die leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffe LHKW wurden in dem von der LUBW betriebenen Messnetz von 2007 bis 2009 über drei Jahre verteilt an rund 2.000 Messstellen untersucht. Beim Parameter „Summe LHKW“, d. h. der Summe aus Tri- und Tetrachlorethen lagen an 33,6 % der Messstellen positive Befunde über der Bestimmungsgrenze von 0,0001 mg/l vor. Der Grenzwert der Trinkwasserverordnung bzw. der Schwellenwert im Entwurf der neuen Grundwasserverordnung von 0,01 mg/l wurden an 4,5 % der Messstellen überschritten. Die höchsten Belastungen sind an Messstellen im Einflussbereich von Siedlung und Industrie zu finden, wobei sich die Verursacher meist eindeutig zuordnen lassen. Die Schwerpunkte der LHKW-Belastung liegen in städtischen Ballungsräumen wie Stuttgart, Pforzheim, Raum Mannheim/Heidelberg sowie in Städten, in denen die Metall verarbeitende Industrie eine lange Tradition hat. Dies sind beispielsweise Reutlingen, Villingen-Schwenningen, Heidenheim, Schwäbisch Gmünd und Lahr. Dort liegen auch zahlreiche LHKW-Altlasten. Die Konzentrationen an diesen höher mit LHKW belasteten Messstellen sind landesweit in den letzten 15 Jahren zurückgegangen.

Die am häufigsten gefundenen Einzelstoffe sind Tetrachlorethen (Per) und Trichlorethen (Tri) mit jeweils zweistelligen Nachweisquoten von 29,5 bzw. 19,1 % bei einer Bestimmungsgrenze von 0,0001 mg/l. Mehr als die Hälfte

te der Tetrachlorethen-Befunde und mehr als Dreiviertel der Trichlorethen-Befunde liegen im unteren Konzentrationsbereich von 0,0001 bis 0,001 mg/l, sie stellen also mehr oder weniger eine „diffuse“ Hintergrundbelastung dar, die sich auch über die Jahre nur wenig geändert hat. Deutlich geringer ist die Belastung mit anderen LHKW wie beispielsweise Trichlormethan (Chloroform), 1,1,1-Trichlorethan oder Tetrachlormethan.

Die Belastung des Grundwassers mit BTEX-Aromaten ist insgesamt gering. Bei den rund 2000 im Zeitraum 2007-2009 untersuchten Messstellen wurden nur in wenigen Einzelfällen erhöhte positive Befunde gemessen.

Bei der Untersuchung auf die Benzinzusatzstoffe MTBE und ETBE im Grundwasser von 2007 bis 2009 wurden vergleichsweise nur wenige positive Befunde über der Bestimmungsgrenze von 0,05 µg/l festgestellt: Bei MTBE an 7,5 % der Messstellen, bei ETBE an 2,9 %. Nur zwei Proben (0,07 %) lagen mit ihrem MTBE-Gehalt über dem Geringfügigkeitsschwellenwert der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) von 15 µg/l. Im Zeitraum 2007-2009 nahm die Belastung sowohl nach Messstellenanteil als auch nach Höhe der Konzentrationen gegenüber der Untersuchungskampagne 2002 ab.

Fazit

Im Mittel bewegten sich die Grundwasserstände und Quellschüttungen im Jahr 2009 auf etwas niedrigerem Niveau als im Vorjahr und entsprechen nach wie vor langjährig mittleren Verhältnissen. Die starken Frühjahrs- und Juliniederschläge haben landesweit steile Anstiege der Grundwasservorräte auf ein überdurchschnittliches Niveau bewirkt. Der Jahresverlauf entspricht ansonsten den vieljährigen Werten.

Nitrat stellt die Hauptbelastung des Grundwassers in der Fläche dar. An jeder neunten Messstelle wird eine Überschreitung des Grenzwerts der Trinkwasserverordnung bzw. der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie festgestellt.

Der seit 1994 festgestellte fallende Trend setzt sich 2009 erfreulicherweise nach den Unterbrechungen in den Jahren 2005 bis 2007 aufgrund des Trockenjahres 2003 wei-

ter fort. Die Auswirkungen des Trockenjahres 2003 sind offenbar überwunden. Die Auswertungen der LUBW zur Grundwasserbeprobung 2009 zeigen gegenüber dem Vorjahr eine Abnahme der mittleren Nitratkonzentration um 0,5 mg/l auf 23,5 mg/l. Die Nitratbelastung 2009 liegt nun sogar unter der Belastung der Jahre 2003 / 2004, als die Belastung innerhalb dieses Beobachtungszeitraums am geringsten war. Ferner liegen die Werte auch unterhalb der Mittelwerte der 1990er Jahre. Seit 1994 hat die landesweite Belastung um etwa 17 % abgenommen.

Bei den hoch belasteten Sanierungsgebieten hat sich der seit 2001 mit Ausnahme des Jahres 2007 vorhandene abnehmende Trend weiter fortgesetzt. Gegenüber dem Vorjahr beträgt die Abnahme der mittleren Nitratkonzentration 0,7 mg/l und gegenüber 2001 nahezu 10 %. Auch in den Problemgebieten sind Verbesserungen erkennbar.

Das Monitoring der Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und deren Abbauprodukte ist im Landesmessnetz seit rund 20 Jahren etabliert. Dadurch konnten diejenigen Stoffe identifiziert werden, die für das Grundwasser und die Trinkwasserversorgung ein Problem darstellen können. Die Belastung mit Pflanzenschutzmitteln und deren Abbauprodukten hat sich insgesamt gesehen in Baden-Württemberg in den letzten Jahren ständig verringert. Derzeit stehen die in den letzten Jahren nachgewiesenen Metaboliten von bereits länger auf dem Markt befindlichen Wirkstoffen im Blickpunkt des Interesses. Diese Untersuchungen werden fortgesetzt und ausgeweitet.

Die insbesondere landwirtschaftlich, industriell und siedlungsbedingt verursachten Belastungen des Grundwassers geben trotz deutlicher Verbesserungen der Situation mit Nitrat, Pflanzenschutzmitteln und organischen Spurenstoffen weiterhin Anlass zur Besorgnis. Daher sind die bereits eingeleiteten Schutzmaßnahmen, die Sanierung der Abwasseranlagen bzw. die Einführung von umweltfreundlicheren Ersatzstoffen weiter zu verfolgen bzw. zu verbessern.

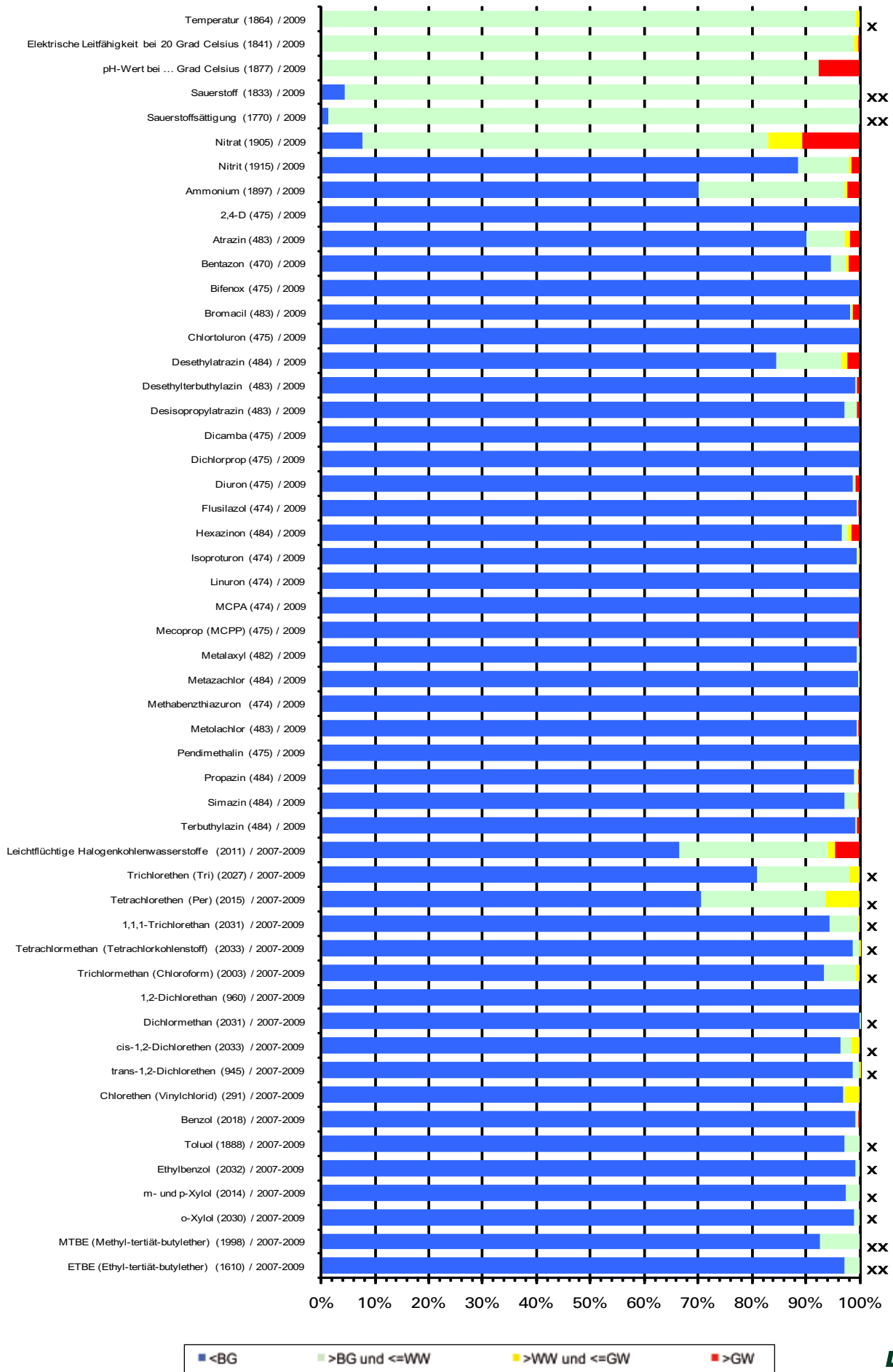


Abb. 0.1: Übersicht über die Ergebnisse der Beprobung 2009: prozentuale Verteilung der Messwerte (BG = Bestimmungsgrenze, WW = Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes, GW = Grenzwert der Trinkwasserverordnung / Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie, in Klammern: Anzahl der Messwerte, x = kein Warn- oder kein Grenzwert festgelegt, xx = kein Warn- und kein Grenzwert festgelegt).

1.1 Zielsetzung

Im Rahmen des Grundwasserüberwachungsprogramms Baden-Württemberg werden von der LUBW flächenhaft repräsentative Daten erhoben, erfasst, aufbereitet, ausgewertet und verfügbar gemacht.

Die Ergebnisse aus dem Grundwasserbeprobungen und -messungen sollen:

- die qualitative (Grundwasserbeschaffenheit) und quantitative (Grundwasserstand und Quellschüttung) Situation und Entwicklung dokumentieren,
- die Einflussfaktoren, d. h. Auswirkungen von Nutzungen auf das Grundwasser aufzeigen.

Aufgrund der gewonnenen Daten aus dem Messnetz können Verbesserungs-, Eingriffs- und Lenkungsmöglichkeiten abgeleitet werden.

Im Dezember 2006 wurden mit der Grundwasserrichtlinie¹ („Tochterraichtlinie Grundwasser“) der Wasserrahmenrichtlinie² (WRRL) der EU erstmals auch für das Grundwasser Qualitätsnormen für Nitrat und die Pflanzenschutzmittel festgelegt. Die Grundwasserrichtlinie sieht für mindestens weitere zehn Stoffe und Parameter Schwellenwerte vor, die von den Mitgliedstaaten festgelegt werden müssen. Derzeit wird die Grundwasserrichtlinie durch die Grundwasserverordnung (GrwV) in nationales Recht umgesetzt. Auch wenn die Grundwasserverordnung nicht noch in Kraft gesetzt ist, wird in diesem Bericht schon auf einige darin vorgeschlagenen Schwellenwerte Bezug genommen. Die letzte Entwurfsfassung vor Redaktionsschluss dieses Berichts stammt vom 14.06.2010.

Die EU-Trinkwasserrichtlinie von 1998 wurde mit der Novellierung der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) von 2001³ umgesetzt. Diese TrinkwV gilt ab 01.01.2003 und die dort genannten Grenzwerte wurden bei den Auswer-

tungen und Bewertungen zahlreicher Parameter in diesem Bericht herangezogen. Bei Nitrat und den Pflanzenschutzmitteln und deren relevanter Metaboliten sind die Qualitätsnormen der Grundwasserrichtlinie und der Grenzwert der Trinkwasserverordnung identisch.

Ein repräsentatives Grundwassermessnetz mit den zugehörigen Untersuchungsprogrammen, aktuellen Datendiensten und Bewertungen ist zugleich ein Frühwarnsystem für großräumige natürlich und anthropogen verursachte Veränderungen des Grundwassers, wie beispielsweise Versauerung, Klimafolgen, Veränderungen von Belastungen und Übernutzungen.

Die Bestandteile des Grundwasserüberwachungsprogramms sind in der unveränderten Neuauflage „Rahmenkonzept Grundwassermessnetz“ [LfU 2000] beschrieben.

1.2 Organisation des Landesmessnetzes

Das von der LUBW betriebene Landesmessnetz Grundwasser besteht aus:

- dem Grundwasserbeschaffenheitsmessnetz:
 - mit rund 2.150 Messstellen, davon ca. 530 Quellen, 650 Beobachtungsrohren und 970 Brunnen, gegliedert in Teilmessnetze nach Beeinflussungen im Eintragsgebiet und der Nutzung der Messstellen, wobei die Beauftragung zu Probenahme und Analytik zu den rund 2.150 Messstellen zentral durch die LUBW erfolgt,
 - mit mindestens einer Voll-Untersuchung aller Messstellen alle vier Jahre auf natürliche und anthropogene Parameter und Stoffe,
 - mit jährlicher Untersuchung im Herbst von derzeit etwa 1.450 Messstellen in und außerhalb von Wasserschutzgebieten zur langfristigen Kontrolle der landesweiten Entwicklung der Nitratbelastung,
 - bei etwa 70 Messstellen in Wasserschutzgebieten, in denen die besonderen Schutzbestimmungen nach § 5 SchALVO gelten (Problem- und Sanierungsgebiete) Untersuchung alle 3 Monate auf Stickstoffparameter, bei weiteren 230 Messstellen in Wasserschutzgebieten Untersuchung zweimal im Jahr,
 - mit Untersuchung von rund 200 repräsentativen Messstellen zweimal im Jahr für die Meldung an die EU für das europaweite qualitative Überblicksmessnetz WRRL,

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

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

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

- mit Untersuchung von rund 600 Messstellen in den gefährdeten Grundwasserkörpern zweimal im Jahr,
- mit Untersuchung von 50 Messstellen an Quellen alle 3 Monate auf versauerungs- und schüttungsabhängige Parameter.

(Anmerkung: die o. g. Messstellengruppen überschneiden sich teilweise.)

- dem Grundwasserstandsmessnetz: mit 223 Trend-Messstellen mit wöchentlicher Wasserstandsmessung, wobei der größere Teil der Grundwasserstands-Landesmessstellen, etwa rund 2.500 Messstellen, nicht Gegenstand dieses Berichts ist, da er von den Regierungspräsidien und Landratsämtern hinsichtlich regionaler Fragestellungen verwaltet und ausgewertet wird.
- dem Quellschüttungsmessnetz: mit rund 200 Messstellen, wobei zurzeit an rund 130

Messstellen wöchentlich die Quellschüttung gemessen wird und hydrochemische Untersuchungen mit mindestens einer Voll-Untersuchung alle vier Jahre auf natürliche und anthropogene Parameter und Stoffe und zum Teil mit jährlicher Untersuchung im Herbst zur langfristigen Kontrolle der landesweiten Entwicklung der Nitratbelastung,

- dem Lysimetermessnetz: mit 30 Messstellen und täglicher bis wöchentlicher Messung der Sickerwassermenge.

Die Teilmessnetze und die zugehörige Messstellenanzahl sind im Kapitel „Statistische Übersicht“ zusammengestellt. Die Organisation der Beprobung der Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen und der Messung von Grundwasserstands- bzw. Quellschüttungsmessstellen ist unterschiedlich (Tab. 1.2-1).

Tabella 1.2-1: Organisation der vom Land betriebenen Teilmessnetze.

Organisation	Grundwasserbeschaffenheit	Grundwasserstand/Quellschüttung
Messturnus	Alle drei bis vier Jahre einmal Vollanalyse, zusätzlich z. T. jährlich im Herbst (Herbstbeprobung). Für besondere Fragestellungen wie z. B. SchALVO oder Versauerung teilweise in dreimonatlichem Rhythmus. Für EU-Berichterstattung und Kontrolle der gefährdeten Grundwasserkörper z.T. zweimal im Jahr. Zusätzlich gezielte Nachuntersuchungen im Rahmen der Fundaufklärung bei hohen Pflanzenschutzmittelbefunden.	Grundwasserstand: an jedem Montag (Regelfall) Quellschüttung: wöchentlich Lysimeter: täglich bis mehrmals wöchentlich
Organisation	LUBW und Regieunternehmen (Vergabe)	LUBW, Regierungspräsidien
Datenbeschaffung Auftragsnehmer (Messung, Probennahme, Analytik) Auftragsvoraussetzungen Qualitätssicherung	Probennahme und Analytik: Vergabe an Probennahmebüros und chemische Labors. Nachweis der Qualifikation u. a. durch: ■ Akkreditierung nach DIN EN ISO 17025 ■ Regelmäßige erfolgreiche Teilnahme an der Analytischen Qualitätssicherung (AQS) mit Ringversuchen, Laborvergleichsuntersuchungen und Laborauditierungen ■ auftragsspezifische Qualitätssicherungsmaßnahmen ■ Teilnahme an Probennehmer-Lehrgängen I und II der LUBW ■ unangekündigte Probennahmekontrollen	Mengenmessung durch freiwillige oder vom Land verpflichtete Beobachter. Unterschiedlicher Datenfluss bei den „Trendmessstellen“ für die landesweite Zustandsbeschreibung und den „Regionalmessstellen“ für den übergebietlichen Grundwasserschutz.
Messtelleneigentümer	Größtenteils wird auf Messstellen zurückgegriffen, die nicht in Landesbesitz sind. Private, gewerbliche und kommunale Betreiber stellen sie für die Probennahme bzw. Beobachtung zur Verfügung.	
Kosten	Die Kosten für Probennahme und Analytik bzw. Beobachtung trägt das Land.	
Datenerfassung und Übermittlung	Die mittels LABDÜS (LABorDatenÜbertragungssystem) von den chemischen Labors erfassten Analysen werden dem Regieunternehmen per E-Mail übermittelt.	Die Beobachter übersenden Belege mit den eingetragenen Messdaten. Die Erfassung erfolgt durch die LUBW bzw. per Vergabe an Büros.
Datenhaltung	Grundwasserdatenbank (GWDB) der LUBW	
Datenplausibilisierung und Qualitätssicherung	Statistische und visuelle Plausibilisierungen beim Einlesen der Messwerte, ggf. Gegenmessung von Rückstellproben oder Nachbeprobungen. Weiterhin: Mehrfachbestimmungen, vergleichende Untersuchungen, Analyse von Rückstellproben und Probennahmekontrollen vor Ort.	Visuelle Belegprüfungen, Plausibilitätsprüfung beim Einlesen, Kontrolle der Ganglinien, Zeitreihenanalysen

1.3 Organisation des Kooperationsmessnetzes

Das Anfang der achtziger Jahre entwickelte Kooperationsmodell zur Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit in Baden-Württemberg konnte bisher vor allem mit den Wasserversorgungsunternehmen (WVU) realisiert werden.

Grundlage für den Betrieb des Kooperationsmessnetzes war damals eine Vereinbarung zwischen VGW, DVGW-Landesgruppe, VKU, Städtetag und Gemeindetag. Die genannten Trägerorganisationen gründeten damals eine eigene „Grundwasserdatenbank Wasserversorgung – GWD-WV“ in der die von den Wasserversorgungsunternehmen beauftragten Analysen gesammelt und ausgewertet werden. Die Ergebnisse der Wasserversorgungsunternehmen werden in jedem Jahr parallel in einem eigenständigen Bericht der GWD-WV dargestellt.

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

Über diesen Weg stellte die Wasserversorgungswirtschaft Baden-Württembergs zum Stichtag 01.03.2010 Nitrat-Daten von 3.749 Nitratanalysen zu 1.587 Messstellen in Trinkwasserschutzgebieten als Kooperationsbeitrag zur Verfügung. Davon sind 235 Messstellen „Überschneidermessstellen“, das heißt, für diese Messstellen liegen schon Daten aus dem Landesmessnetz vor. Teilweise beinhaltet diese Analysen mehr Parameter als Nitrat. Die Nitrat-Daten der 1.587 Messstellen gehen im vorliegenden Bericht ausschließlich in die Auswertungen des Teilkapitels Nitrat über die SchALVO ein.

Als weiteren Kooperationsbeitrag der WVU erhielt die LUBW 14.632 Analysen von einzelnen Pflanzenschutzmitteln und deren Metaboliten zu 1.523 Messstellen in Trinkwasserschutzgebieten mit 69 Überschneidermess-

stellen (Stichtag 01.03.2010). Diese „PSM“-Daten gehen im vorliegenden Bericht ausschließlich in einige Auswertungen über die PSM-Gesamtsituation im Land ein. Wie die Nitratdaten dienen sie vorrangig zur Beurteilung der Situation in den Wasserschutzgebieten. Für die Messstellen mit PSM-Analysen liegt nicht immer auch eine Nitratanalyse vor und umgekehrt. Mit Überschneidern erreichten die LUBW die Nitrat- und PSM-Daten zu insgesamt 2.027 Messstellen in Trinkwasserschutzgebieten.

Letztlich konnte die LUBW-Grundwasserdatenbank für das Jahr 2009 zusätzlich zu den von der LUBW betriebenen Landesmessstellen, d. h. ohne Überschneidermessstellen, die PSM- und Nitratanalysen von 1.791 verschiedenen WVU-Messstellen übernehmen. Zu weiteren 90 Messstellen gibt es einen weiteren Kooperationsbeitrag für andere Stoffe und Parameter.

1.4 Qualitätssicherungen im Rahmen des Messnetzbetriebes

1.4.1 QUALITÄTSSICHERUNG STAMMDATEN

Die Stammdaten der rund 2.150 von der LUBW betriebenen Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen werden im Rahmen des laufenden Messbetriebs fortgeschrieben. Gepflegt werden Angaben zu Bauformen, Ausbau, Koordinaten, Probennahmestellen, Betreiberadressen, Ansprechpartnern und den Nutzungen der Aufschlüsse. Insbesondere erfordert nach jeder Beprobungskampagne die Aufarbeitung der von den Probennehmern zu den einzelnen Messstellen zurückgesandten Beprobungsunterlagen die Überprüfung und Aktualisierung der Stammdaten. Diese Aktualisierung muss zeitnah erfolgen, damit bei der folgenden Kampagne verlässliche Angaben für die Probenahme in Form von automatisch auf der Grundwasserdatenbank erzeugten Messstellen-Informationen vorliegen.

1.4.2 QUALITÄTSSICHERUNG PROBENNAHME

Die sachgerechte Probenahme an der richtigen Messstelle wird sichergestellt, indem dem Probennehmer detaillierte Unterlagen und Informationen zu Probenahme und Messstelle als „Messstellen-Info“ bereitgestellt werden. Mittlerweile gibt es in der Grundwasserdatenbank der LUBW-Fotodokumentationen zu sämtlichen Landes-

messstellen. Messstellenverwechslungen bei der Probenahme werden durch den systematischen Vergleich der Messstellenfotos der aktuellen Probenahme mit älteren Fotos nahezu ausgeschlossen. Informationen von Probennehmern zur Messstelle oder zur Probenahme werden gesichtet und gegebenenfalls auftretende Unstimmigkeiten mit den Probennehmern, den Messstellenbetreibern oder über die zuständigen Vor-Ort-Behörden geklärt. Im Zweifelsfall erfolgen Vor-Ort-Überprüfungen.

Für einen Auftrag zur Probenahme ist als Mindest-Qualifikation die erfolgreiche Teilnahme an den Lehrgängen I und II für Probennehmer beim Grundwassermessnetz, durchgeführt bei VEGAS an der Universität Stuttgart erforderlich.

Die Qualität der Probenahme an Grundwassermessstellen wird durch folgende Maßnahmen sichergestellt:

- Der „Leitfaden für Probenahme und Analytik“ der LUBW [LfU 2001], der u. a. die „Anleitung zur Probenahme von Grund-, Roh- und Trinkwasser“ enthält, ist Vertragsbestandteil und bei jeder Probenahme einzuhalten.
- Zu jeder Probenahme werden detaillierte messstellenspezifische Vorgaben und Informationen zur Verfügung gestellt.
- Die Einhaltung der allgemeinen und messstellenspezifischen Vorgaben zur Probenahme wird stichprobenartig durch unangekündigte Probenahmekontrollen vor Ort überprüft.

1.4.3 QUALITÄTSSICHERUNG ANALYTIK

Für einen Auftrag zur Analytik muss das Untersuchungslaboratorium seit dem Jahr 2004 als Mindestqualifikation eine gültige, vollständige und für die Grundwasseruntersuchung anwendbare Akkreditierung nach DIN EN ISO 17025 einer evaluierten Akkreditierungsstelle vorliegen.

Die Qualität der Analysenwerte wurde durch folgende Maßnahmen im Rahmen der Beprobungen 2008 sichergestellt:

- eine verdeckte vergleichende Untersuchungen mit Original-Grundwasser,
- parallel beauftragte Analysen bei drei Beprobungskampagnen,
- Absicherung von Positiv-Befunden und Grenzwert-Überschreitungen bei PSM durch Nachbeprobungen.

1.5 Datenverarbeitung mit der Grundwasserdatenbank

Die Grundwasserdatenbank ist Teil des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg und wird als WIBAS-Fachinformationssystem (WIBAS = Informationssystem Wasser, Immissionsschutz, Boden, Abfall, Arbeitsschutz) routinemäßig bei den Landratsämtern und Stadtkreisen, den Regierungspräsidien und der LUBW in Baden-Württemberg eingesetzt. Die Anwendung umfasst alle Messstellendaten und alle Arten von Messwerten aus dem Grundwasserbereich. Gemeinsame verfahrensübergreifende Dienste wie zum Beispiel das integrierte geografische Informationssystem Gistem ermöglichen sowohl schnelle als auch vertiefte Darstellungen von Ergebnissen. Zahlreiche Verknüpfungen zu anderen Fachverfahren, wie dem „Wasserrechtsdienst“, den Anwendungen „Wasserentnahmeentgelt“, „Wasserwirtschaftliche Gebiete“ und „Boden- und Altlastenkataster“ ergänzen die Möglichkeiten integrierter Betrachtungen für den Umweltbereich Grundwasser.

Auch anderen Umweltbereichen dient die Grundwasserdatenbank als Entwicklungsbasis. Das neue Trinkwasserinformationssystem (TrIS) für die Chemischen und Veterinäruntersuchungsämter des Landes ist nur ein Beispiel hierfür. Im Jahr 2009 wurde die Einsatzmöglichkeit bei Deponiebetreibern und Abfallwirtschaftsbetrieben (GWDB+D) schwerpunktmäßig untersucht und pilotmäßig erfolgreich getestet.

Die Auslieferung des JAVA-Programms an die beteiligten Dienststellen erfolgt einmal jährlich.

Folgende Funktionalitäten wurden 2009 als Schwerpunktthemen umgesetzt:

- Anpassung und Ergänzung der Funktionalitäten und der Stoffgruppen im Rahmen des Projekts GWDB+D
- Erfassung von Messergebnissen mit dem Programm GWDB-Editor für externe Auftragnehmer; damit ist der unkomplizierte Import in die Grundwasserdatenbank gewährleistet.
- Festlegung maßgeblicher Dokumente zur Erstellung einer Messstellenstammakte
- Verbesserung der Erfassung und kartografischen Darstellung von geothermischen Anlagen.

Die Themen „Neue Funktionalitäten Deponien“ sowie die „Erfassung von Messwerten mit dem GWDB-Editor“

sowie „Stand der Verarbeitung von Daten geothermischer Anlagen“ werden nachfolgend näher erläutert.

1.5.1 NEUE FUNKTIONALITÄTEN DEPONIEEN

Die Grundwasserdatenbank wird in mehreren Schritten zu einem Informationssystem für Deponiebetreiber und Abfallwirtschaftsbetriebe ausgebaut. Neben Grundwasserdaten können auch Gasuntersuchungen, Setzungen und Sickerwasseranfall sowie ergänzende Objektdaten zum Deponiekörper selbst verarbeitet werden. Durch einen Pilotbetrieb bei vier Deponiebetreibern wurde die Anwendung auf ihre Eignung getestet und spezifische Anforderungen aus dem Bereich Abfall katalogisiert. Die Erfahrungen der Pilotanwender mit der Grundwasserdatenbank sind einhellig positiv.

Abschluss der Pilotphase soll mit der Hauptauslieferung der nächsten WIBAS-Version im August 2010 sein. Dazu werden

- Anforderungen an automatisierte Berichte und Listen umgesetzt,
- der Datenaustausch insbesondere für Grundwasserdaten zwischen den Dienststellen geregelt,
- der Regelbetrieb von den Pilotanwendern durch Erstellung des „Elektronischen Deponiejahresberichts“ an die Regierungspräsidien eingeleitet,
- die 21 beteiligten Deponiebetreiber, die den Kooperationsvertrag unterzeichnet haben, in der Anwendung geschult und dort die Voraussetzungen zur Installation der GWDB+D geschaffen.

Damit ist es gelungen, kostensparend die Nutzung eines bestehenden Informationssystems umweltmedienübergreifend um weitere Anwendungen zu erweitern.

1.5.2 ERFASSUNG VON MESSWERTEN MIT DEM GWDB-EDITOR

Zur Beauftragung von Datenerfassungs- und Qualitätsverbesserungsmaßnahmen wurde der GWDB-Editor entwickelt, der im Internetportal der LUBW unter <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/38495/> für alle externen Auftragnehmer der Verwaltungsdienststellen zum Download bereitsteht.

In der neuen Version können nicht nur Messstellen-daten überprüft, korrigiert oder neu erfasst werden, sondern auch Analysen, Grundwasserstände und Quellschüt-tungen erfasst werden. Damit werden die Nacherfassung historischer Analysen und die Abwicklung von Stichtags-messungen unkompliziert bearbeitet. Beim Einlesen der Messwerte werden alle in der Grundwasserdatenbank vor-handenen Plausibilitätsprüfungen durchgeführt. Damit ist auch der gewünschte Qualitätsstandard gewährleistet.

1.5.3 STAND DER VERARBEITUNG VON DATEN GEOTHERMISCHER ANLAGEN

Die Verarbeitung von Daten zu geothermischen Anlagen wird von den Landkreisen in hohem Maße in der Grundwasserdatenbank durchgeführt. Obwohl es sich um keine Pflichtobjekte handelt, wurden bisher bereits 14.070 Objekte erfasst (siehe Abb. 1.5-2).

Neben allgemeinen Lageinformationen können ganz spezifische Fachdaten, wie die Entzugsleistung, das Wärmeträger-mittel und seine Konzentration sowie Angaben zur Bohrung selbst eingetragen werden. Der Vollzug der Genehmigung wird insbesondere dadurch unterstützt, dass von der Bean-tragung bis zur Genehmigung oder Ablehnung alle geother-mischen Anlagen klassifiziert und kartiert werden können.

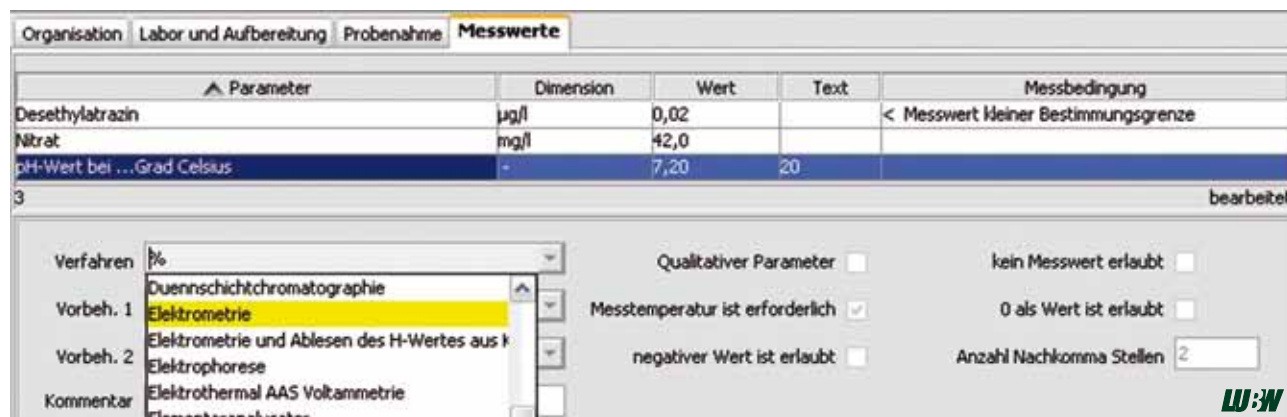
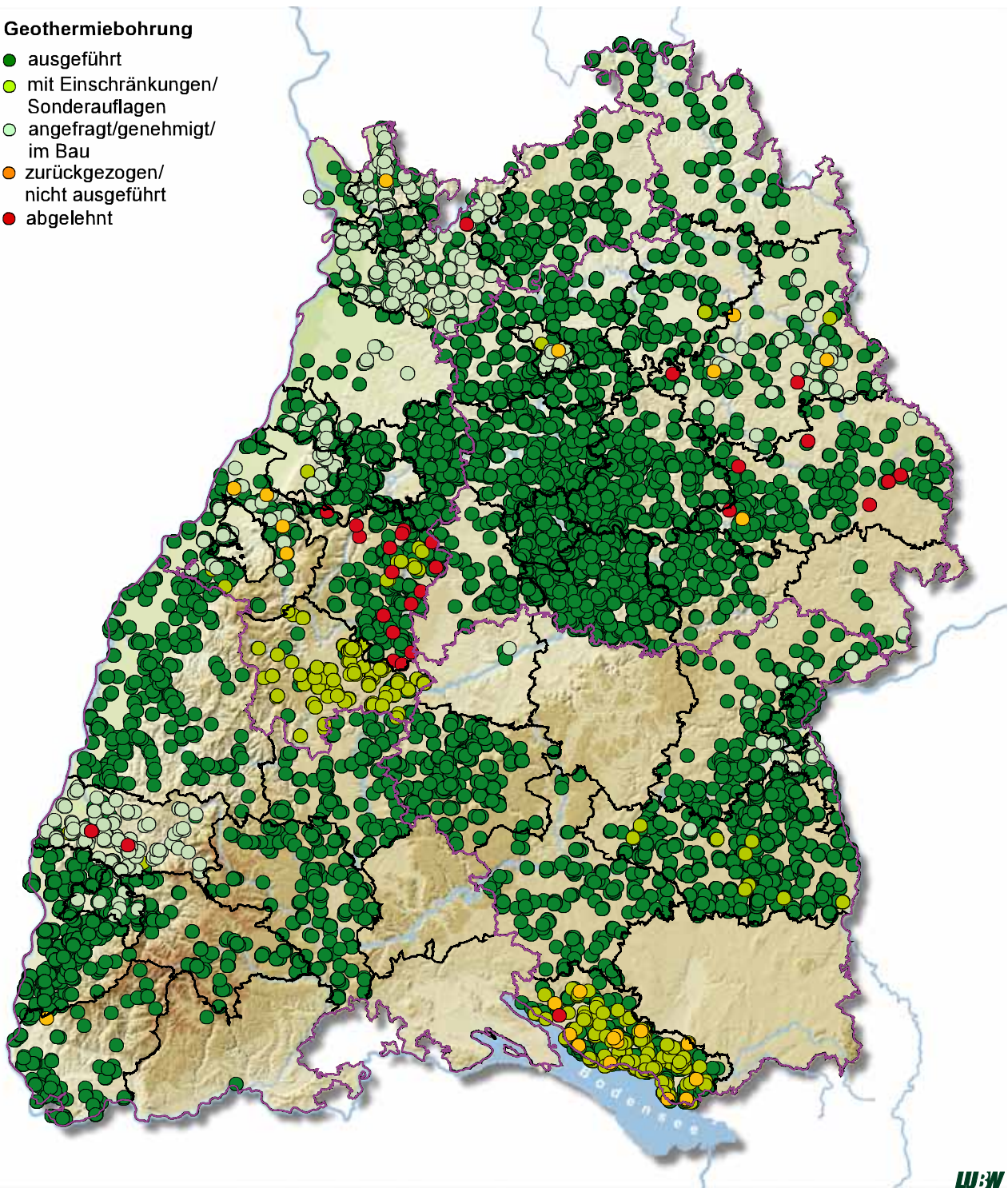


Abb. 1.5-1: Erfassung von Analysen mit dem GWDB-Editor.

Geothermiebohrung

- ausgeführt
- mit Einschränkungen/
Sonderauflagen
- angefragt/genehmigt/
im Bau
- zurückgezogen/
nicht ausgeführt
- abgelehnt



LUBW

Abb. 1.5-2: Geothermische Anlagen in Baden-Württemberg (Quelle: Referenzdatenbank Stand 04/2010).

1.5.4 WEITERENTWICKLUNG

Für die neue Versionsauslieferung im Jahr 2010 werden folgende Themen als Entwicklungsschwerpunkte umgesetzt:

- Austausch von Selektionsergebnissen und Auswertungsschablonen zur Erleichterung der Erstellung standardisierter gebietsübergreifender Berichte,
- Optimierung der Analysenerfassung mit dem GWDB-Editor durch Bereitstellung von Parameterlisten (Messprogramme),
- Einführung von Messgrößen zur umweltmedienübergreifenden Verarbeitung von chemischen Parametern,
- automatisierte Berechnung der Ionenbilanz,
- Zuordnungsmöglichkeit von Grundwassermessstellen zu Teilbearbeitungsgebieten von Wasserschutzgebieten im Rahmen der SchALVO,
- neue Fachdatenfelder für geothermische Anlagen.

2 Das Grundwasser 2009 in Baden-Württemberg

2.1. Hydrologische Situation

Das Jahr 2009 entsprach im langjährigen Vergleich etwa mittleren Verhältnissen. Das Flächenmittel der Niederschlagshöhe betrug 2009 in Baden-Württemberg 938 mm, das sind 97 % des Niederschlagsmittelwertes der Normalperiode 1961-1990 (Abb. 2.1-1).

Innerhalb des Jahres 2009 sind wenige nasse Monate aufgetreten (Abbildung 2.1-2). Die niederschlagsreichen Monate März, Mai, Juli und Dezember reichten aus, um die ansonsten unterdurchschnittlichen monatlichen Niederschlagsmengen auszugleichen. Das Jahr 2009 ist durch eine Aufeinanderfolge von Abschnitten mit unter- und überdurchschnittlichen Niederschlägen gekennzeichnet. Auf die zu Jahresbeginn niedrigen Verhältnisse folgte ein nasser Monat März. Der Frühjahrsbeginn war mit 32 mm – das sind 42 % des Landesmonatsmittelwerts – sehr trocken, danach stellten sich deutlich überdurchschnittliche Niederschläge ein, insbesondere in den Monaten Mai und Juli. Im August und September herrschte wiederum eine ausgeprägte Trockenheit. Das letzte Quartal zeichnet sich wieder durch überdurchschnittliche Niederschläge aus. Die Höhe des Jahresniederschlags 2009 wies insbesondere im südwestlichen und auch im südöstlichen Landesteil im Verhältnis zum Mittel

der Periode 1961-1990 ein Defizit auf. Im mittleren Neckarraum und im Bereich der Schwäbischen Alb war der Jahresniederschlag überdurchschnittlich (Abb. 2.1-2).

Niederschläge beeinflussen wegen ihrer Aufenthaltszeit in Boden, ungesättigter Zone und im Grundwasserleiter (Tage bis mehrere Jahre) meist nicht unmittelbar die gemessenen Stoffkonzentrationen im Grundwasser. Sie wirken sich in Form von Auswaschungs- bzw. Verdünnungseffekten mit zeitlichem Verzug aus.

2.2. Grundwasserneubildung aus Niederschlag

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlägen ist von entscheidender Bedeutung für die Wiederauffüllung der Grundwasservorräte nach Trockenzeiten. Im zeitlichen Verlauf der Grundwasserstände prägen sich die Abfolgen von Perioden über- und unterdurchschnittlicher Niederschläge und der von ihnen beeinflussten, jahreszeitlich unterschiedlichen Versickerungsraten aus. Niederschläge unterliegen sowohl jahreszeitlichen als auch längerfristigen und räumlichen Schwankungen. Die landesweit höchsten Niederschlagsmengen sind in den Höhenlagen des Schwarzwalds zu beobachten.

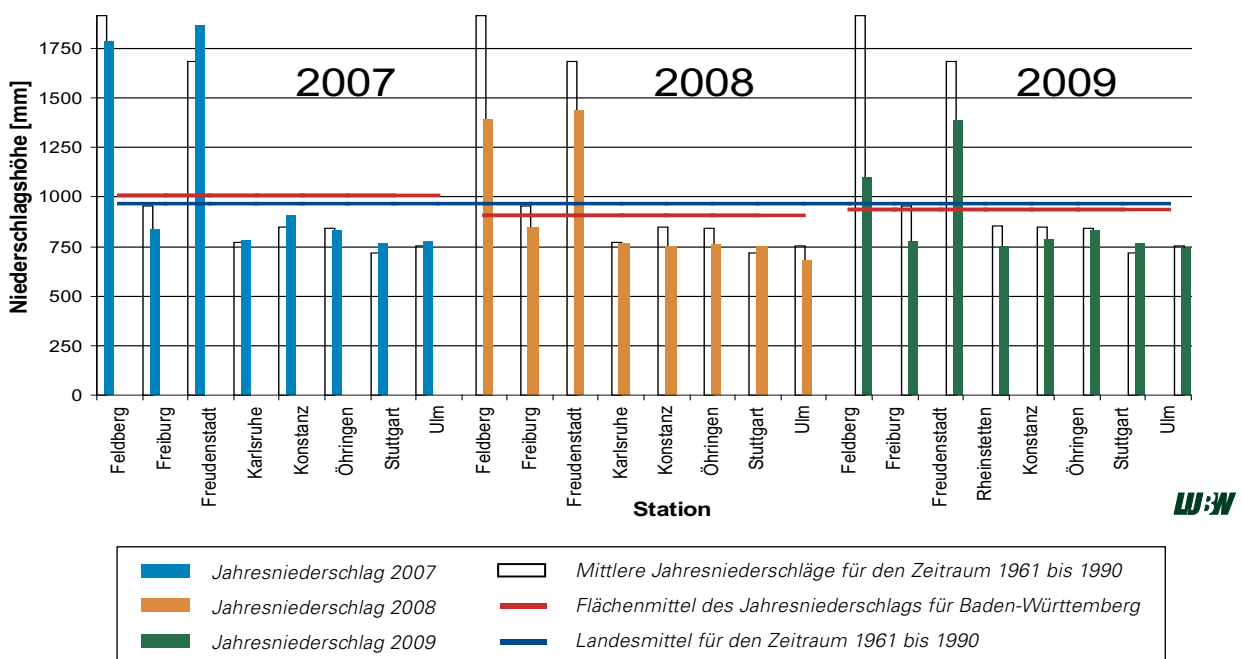
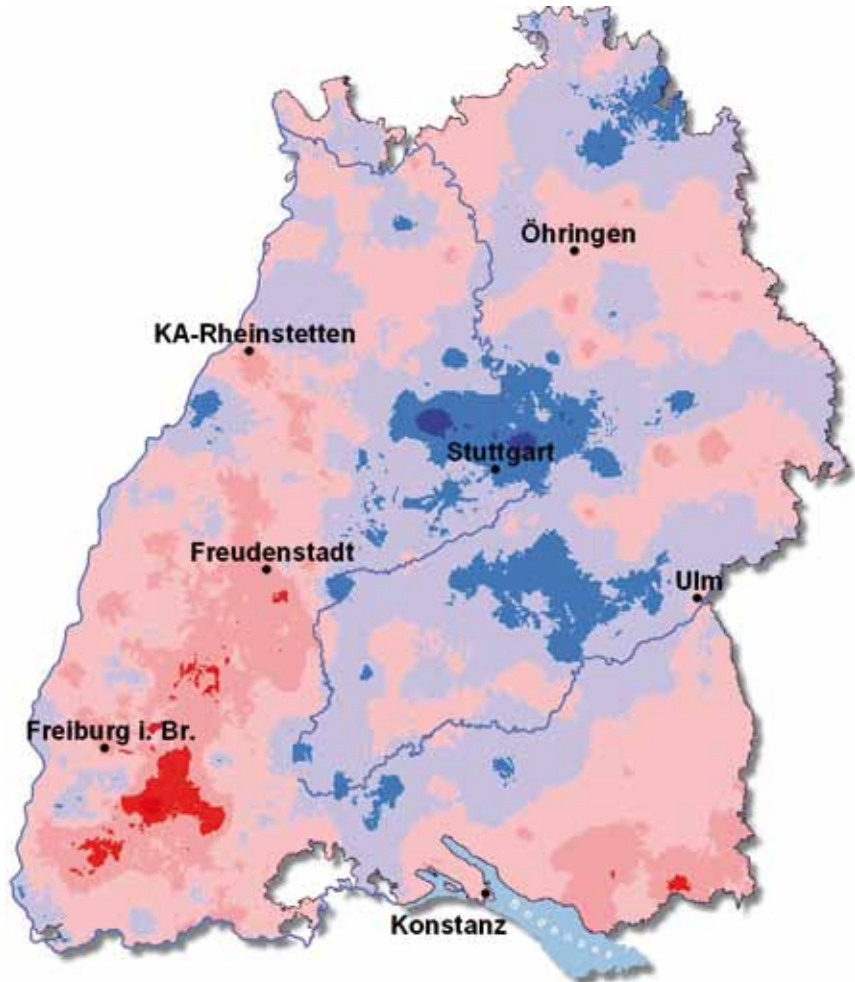
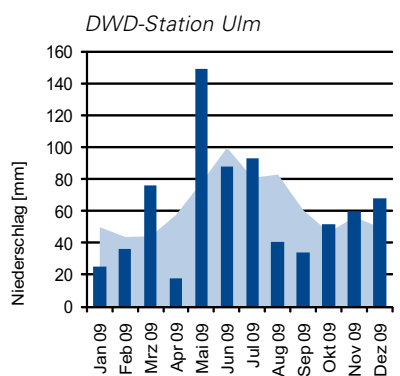
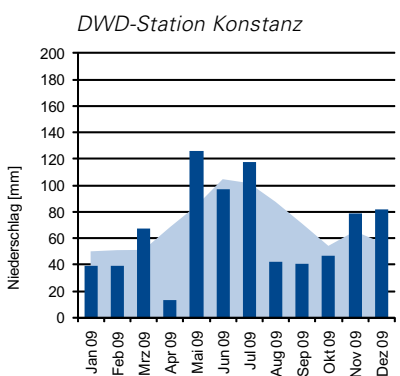
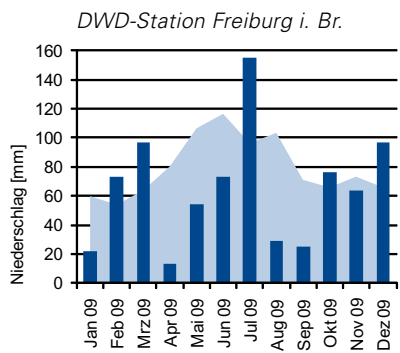
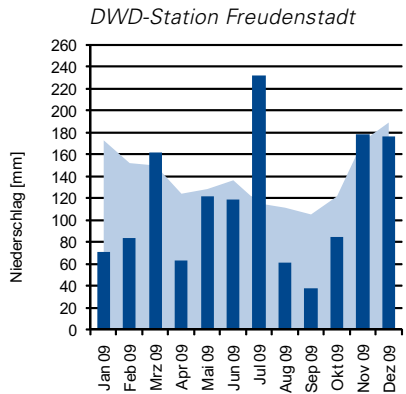
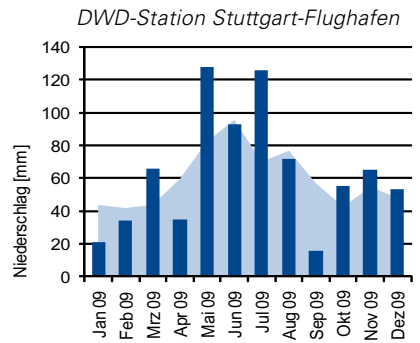
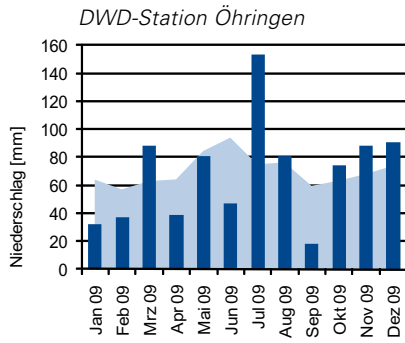
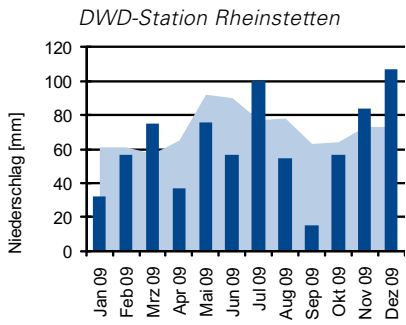


Abb. 2.1-1: Jahresniederschläge an ausgewählten DWD-Stationen in Baden-Württemberg in den Jahren 2007, 2008 und 2009 im Vergleich zu den langjährigen Mitteln (Quelle: DWD).



Flächenmittel des Niederschlags in Baden-Württemberg

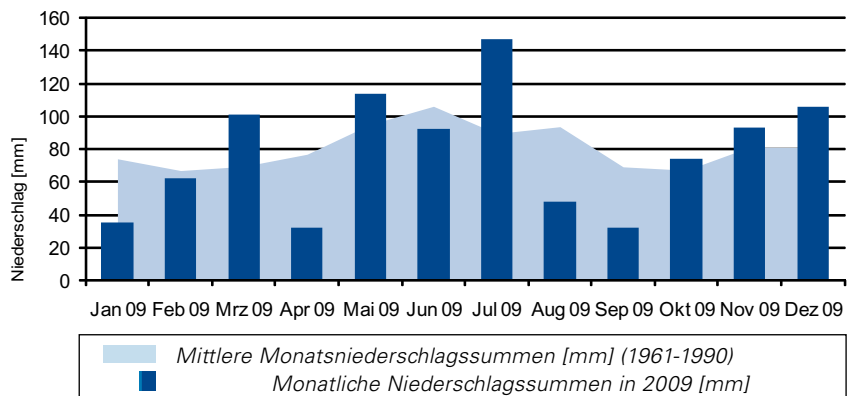
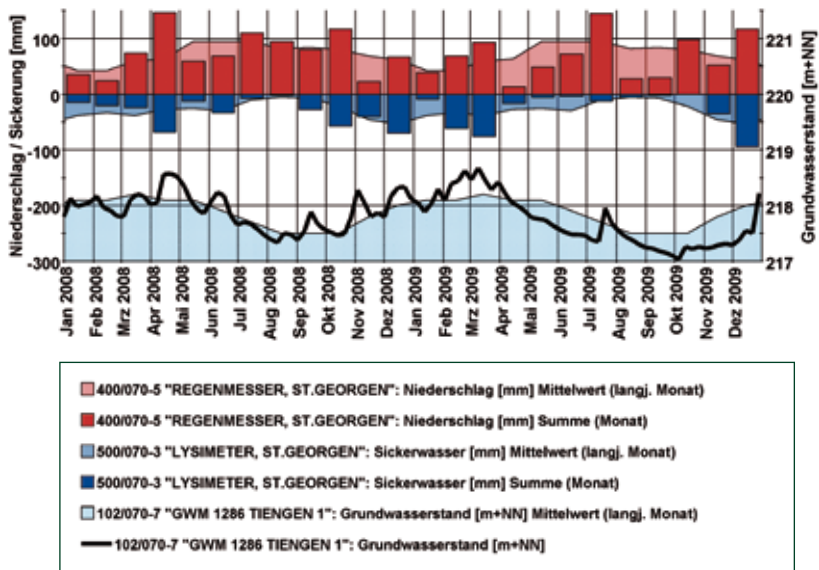
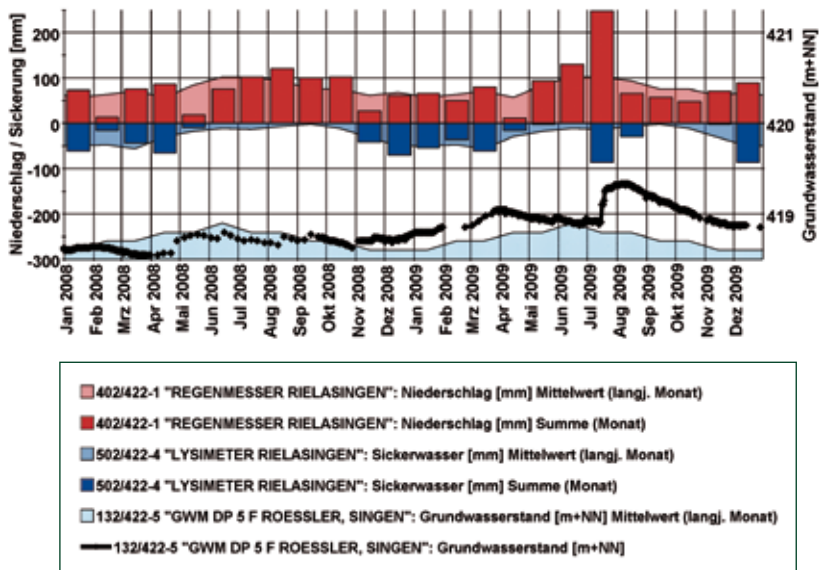


Abb. 2.1-2: Monatliche Niederschlagshöhe an ausgewählten DWD-Stationen im Jahr 2009 und Jahresniederschlagshöhe 2009 in Prozent vom Mittel der Periode 1961 bis 1990 (Quelle: DWD).

Lysimeter Sankt Georgen – Südlicher Oberrheingraben



Lysimeter Rielasingen – Singener Becken



Lysimeter Aitrach-Oberhausen – Illertal

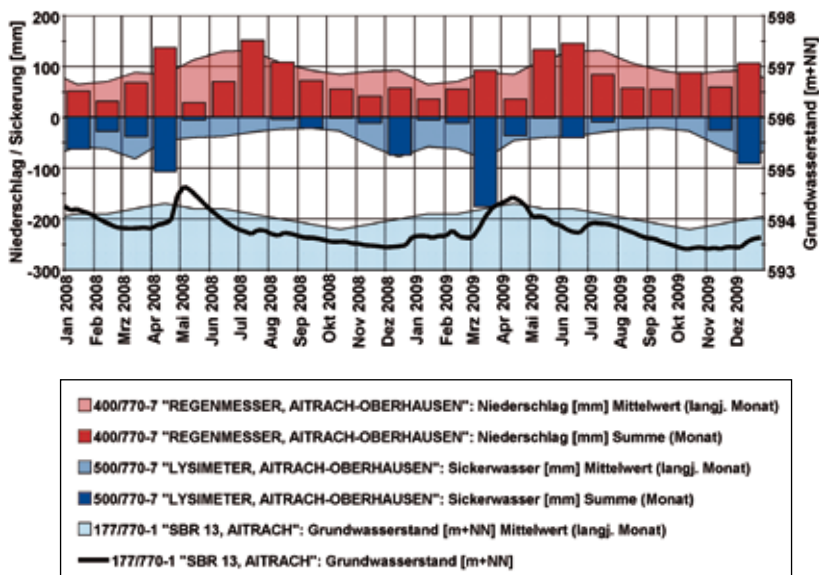


Abb. 2.2-1: Niederschlag, Sickerung und Grundwasserstand an ausgewählten Lysimeteranlagen in den Jahren 2008 und 2009.

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlag unterliegt einem ausgeprägten Jahresgang, wobei der versickernde Anteil der Winterniederschläge erheblich höher ist als der versickernde Anteil des Sommerniederschlags. Dies liegt unter anderem an der im Winter durch die niedrigere Lufttemperatur bedingten geringeren Verdunstung. Die Niederschlagsmenge im Sommerhalbjahr ist mengenmäßig mit der im Winter zwar vergleichbar, der Niederschlag im Sommer wird jedoch zum größten Teil durch Evapotranspiration verbraucht. Der Vergleich der Niederschlags- und Sickerwassermengen der Lysimeter Aitrach-Oberhausen, Sankt Georgen und Rielasingen mit dem Grundwasserstand an benachbarten Messstellen zeigt, dass ein Zufluss zum Grundwasser und ein Anstieg des Grundwasserstands in erster Linie von den Winterniederschlägen abhängen (Abbildung 2.2-1).

Daher erkennt man an zahlreichen Grundwasserstandsganglinien den synchronen Verlauf mit dem für das Grundwasser ausschlaggebenden Niederschlag im Winterhalbjahr. Der im Wesentlichen vom Niederschlag bestimmte oberflächennahe Grundwasserstand steigt i. Allg. von November bis Februar an und fällt dann bis zum Ende des hydrologischen Jahres in den Monaten September/Okttober wieder ab. Die Analyse langer Beobachtungsreihen von Niederschlag und Grundwasserstand deutet darauf hin, dass besonders die niederschlagsarmen Winterhalbjahre 1963, 1971, 1972, 1977, 1989 bis 1991 sowie 2004 einen deutlich spürbaren Einfluss auf die Grundwasserstände (Niedrigwasserperioden im Grundwasser) hatten.

Die Lysimeterbeobachtungen dokumentieren die erwartete Grundwasserneubildung aus Niederschlag im Winterhalbjahr 2008/2009 im Singener Becken und im Oberrheingraben. Im Illertal haben unterdurchschnittliche Niederschläge hingegen geringere Sickerungen bis Februar 2010 bewirkt, die starken Märznieerschläge sorgten in diesem Gebiet für eine noch bedeutendere Neubildung als in den anderen Landesteilen. Die geringe Niederschlagsmenge im April hat für einen Rückgang der Versickerungen im Sommer und für rückläufige Grundwasserstände gesorgt. Der sehr niederschlagsreiche Juli hat kurzzeitige Versickerungen ermöglicht und den Grundwasserstand stabilisiert. Durch niederschlagsarme Spätsommermonate war die Grundwasserneubildung teilweise bis November 2010 unterbrochen. Der Dezember zeichnete sich durch überdurchschnittlichen Niederschlag und

hohe Sickerwassermengen aus. Im Beprobungszeitraum 2009 sind Auswaschungseffekte bedingt möglich.

Zur Charakterisierung der Sickerungsverhältnisse sind Monatssummen der Niederschläge und Versickerungsmengen an ausgewählten amtlichen Lysimeterstationen und die zugehörigen Grundwasserstände an Referenzmessstellen im Vergleich zu 20-jährigen Monatsmittelwerten dargestellt (Abbildung 2.2-1).

Einen Überblick über die räumliche Verteilung der Grundwasserneubildung und des jahreszeitlichen Verlaufs der Sickerwasserbildung gibt Abb. 2.2-2. Um Aussagen zur

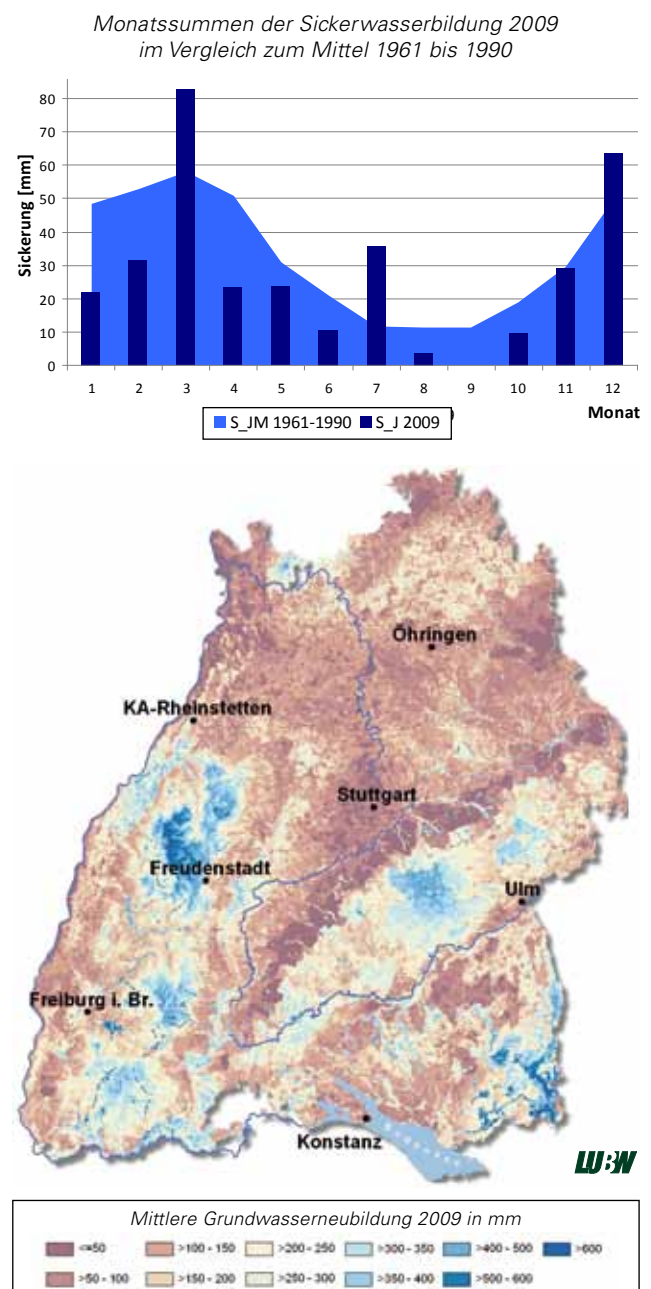


Abb. 2.2-2: Jahreszeitlicher Verlauf der Sickerwasserbildung im Jahr 2009 im Vergleich zum Mittel der Periode 1961 bis 1990 sowie Verteilung der Grundwasserneubildung im Jahr 2009.

gesamten Landesfläche machen zu können, wurden Berechnungen bis zum Jahresende 2009 mit dem Bodenwasserhaushaltsmodell GWN-BW durchgeführt [LUBW u. a., 2007] und mit den vieljährigen Mittelwerten verglichen. Die Monate März, Juli und Dezember wiesen im Landesmittel eine weit überdurchschnittliche Sickerwasserbildung auf.

Die übrigen Monate des Jahres 2009 waren überwiegend durch eine unterdurchschnittliche Sickerung gekennzeichnet. Das Landesmittel der Sickerwasserbildung lag im Jahr 2009 bei etwa 340 mm und die hieraus nach Abtrennung schneller Abflusskomponenten resultierende Grundwasserneubildung bei etwa 170 mm. Im Vergleich zum Mittelwert der Periode 1961-1990 mit 395 mm Sickerwasser- und etwa 200 mm Grundwasserneubildung sind dies unterdurchschnittliche (rund 85 %) Werte. Die wesentliche Antriebsgröße, die regionalisierte Niederschlagshöhe, betrug 2009 im Landesmittel rund 940 mm und erreichte 97% des vieljährigen (1961-1990) Landesmittels von 967 mm.

2.3 Die Grundwasservorräte 2009

2.3.1 DATENGRUNDLAGE UND ALLGEMEINE ZUSTANDSBESCHREIBUNG

In Baden-Württemberg werden rund drei Viertel des Trinkwassers aus Grund- und Quellwasser gewonnen. Wesentliche Aufgabe der Wasserwirtschaftsverwaltung ist es, eine nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung sicherzustellen und Grundwasserressourcen in qualitativer wie quantitativer Hinsicht für künftige Generationen zu erhalten. Hierzu wird ein Überblick über die aktuelle Zustandsentwicklung der landesweiten Grundwasservorräte gegeben und die im Jahr 2009 beobachteten Tendenzen dargestellt.

Das quantitative Grundwassermessnetz von Baden-Württemberg wird seit 1913 betrieben. Es ist für die regionale Beobachtung der Grundwasserverhältnisse ausgelegt. Die landesweite Charakterisierung sowie Aussagen über den aktuellen Zustand und kurzfristige Entwicklungstendenzen der quantitativen Grundwasserverhältnisse im Land werden anhand ausgewählter, für die Gesamtheit möglichst repräsentativer Messstellen, sogenannter Trendmessstellen, durchgeführt.

In Abbildung 2.3-1 sind Ganglinien ausgewählter Trendmessstellen dargestellt. Der Normalbereich repräsentiert

den statistisch zu erwartenden Schwankungsbereich von Grundwasserstand oder Quellschüttung in einem bestimmten Monat. Dieser Bereich wird durch das 90. Perzentil als Obergrenze und das 10. Perzentil als Untergrenze der Monatswerte aus 20 Beobachtungsjahren festgelegt. Der langjährige Monatsmedian (20 Jahre) der Einzelmesswerte ist als grüne gestrichelte Linie, die Monatsextrema (20 Jahre) sind als schwarz gestrichelte Linien dargestellt.

Zum Jahresende 2008 entsprechen die Grundwasserstände und Quellschüttungen den mehrjährigen Mittelwerten. Diese unauffälligen Verhältnisse halten bis zu den steilen Anstiegen im März 2009 an. Die Grundwasservorräte sind anschließend witterungsbedingt rückläufig und pendeln sich im weiteren Jahresverlauf erneut auf durchschnittlichem Niveau ein. Die hohe Niederschlagsmenge im Juli hat bereichsweise für kurzzeitige aber markante Anstiege gesorgt. Zum Jahresende 2009 entsprechen die Grundwasserstände und Quellschüttungen wieder den vieljährigen Mittelwerten und weisen eine steigende Tendenz auf.

2.3.2 ÜBERREGIONALE GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE

Die messstellenbezogene Beurteilung der aktuellen quantitativen Grundwasserverhältnisse wurde auf der Grundlage der Mittelwerte im Jahr 2009 im mehrjährigen Vergleich (20 Jahre) durchgeführt. Darüber hinaus wurden die jeweiligen Entwicklungstendenzen (lineare Trends aus 20 Beobachtungsjahren) ausgewertet. Die Ergebnisse sind in Abbildung 2.3-3 zusammenfassend dargestellt. Die aufgeführten Standorte sind für die zugehörigen Grundwasserlandschaften repräsentativ. Die verwendeten Farben veranschaulichen den standortspezifischen Zustand des Grundwasserdargebots im Vergleich zu den langjährigen Grundwasserverhältnissen. Die Symbole stehen für den zunehmenden, gleich bleibenden bzw. abnehmenden Trend.

Die Grundwasserstände in Hochrhein, Wiesental und Klettgau bewegen sich im Jahr 2009 im unteren Normalbereich, zeitweise auch unterhalb – abgesehen von kurzzeitigen Anstiegen im Frühjahr und zum Jahresende (Messstelle 0110/073-8 in Abb. 2.3-2). Die 20-jährigen Trends sind ausgeglichen.

Im Bereich des südlichen Oberrheins und der Freiburger Bucht hat sich der Grundwasserstand im Jahresverlauf 2009 rückläufig entwickelt. Nach dem hohen Niveau im

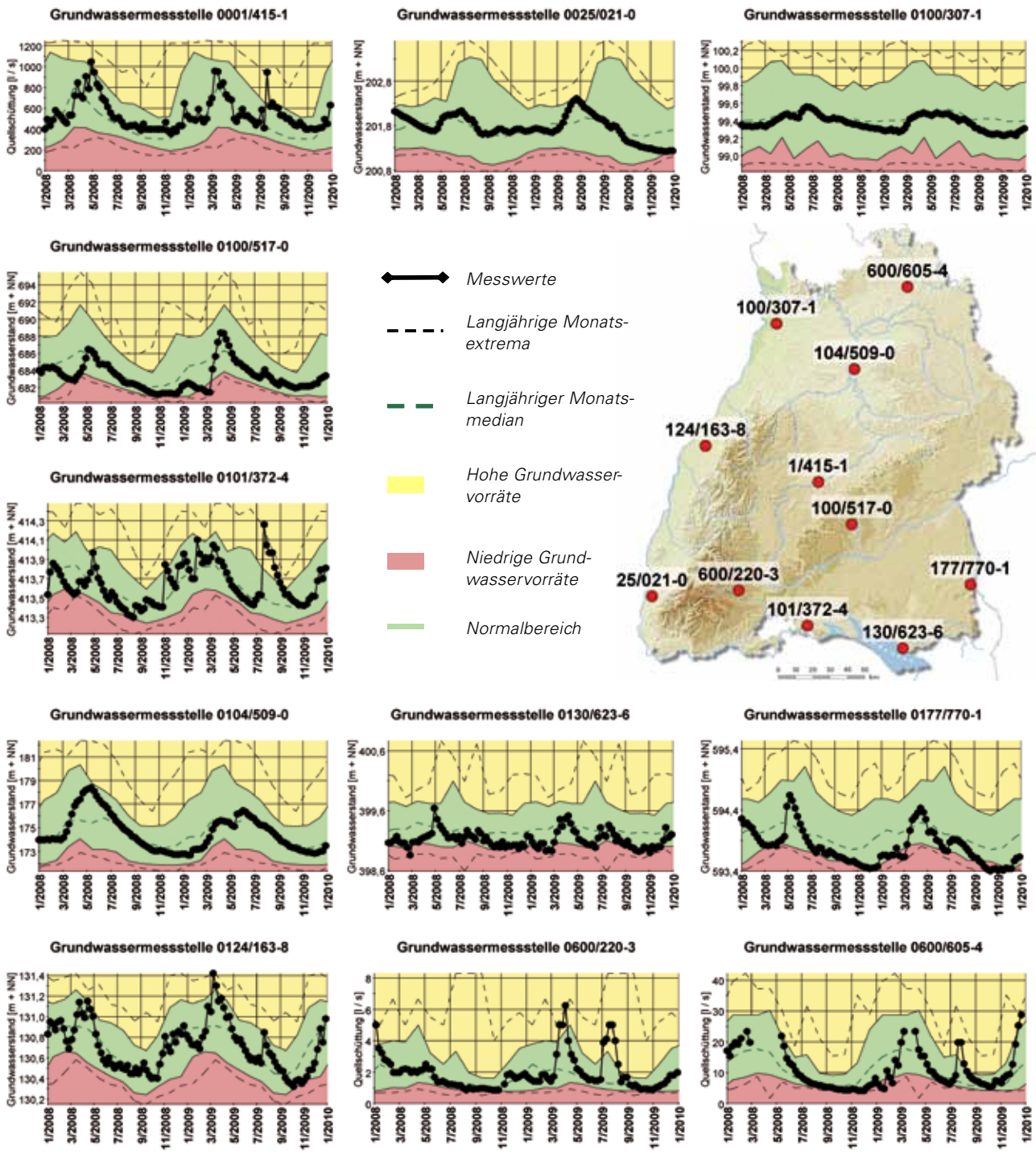


Abb. 2.3-1: Grundwasserstand/Quellschüttung und zugehöriger Normalbereich aus 20 Beobachtungsjahren an ausgewählten Grundwassermessstellen in den Jahren 2008 und 2009.



Frühjahr wurde zum Jahresende die Untergrenze des Normalbereichs erreicht. Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist nach wie vor überwiegend leicht steigend (Messstelle 0025/021-0 in Abb. 2.3-1).

Nach dem hohen Niveau im Frühjahr bewegte sich der Grundwasserstand im Bereich des mittleren Oberrheins innerhalb des Normalbereichs. Die Juliniederschläge haben kurzfristige Anstiege bewirkt. Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen (Messstelle 0124/163-8 in Abb. 2.3-1).

Der Grundwasserstand im nördlichen Oberrhein verlief im Jahr 2009 innerhalb des Normalbereichs mit geringen Schwankungen. Im 2. Halbjahr ist eine rückläufige Tendenz erkennbar (Messstelle 0100/307-1 in Abb. 2.3-1). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist insbesondere im Rhein-Neckar-Raum steigend.

Abgesehen von dem steilen Anstieg auf einen vieljährigen Höchstwert im Juli bewegte sich der Grundwasserstand im Singener Becken im Jahr 2009 im Normalbe-

reich. (Messstelle 0101/372-4 in Abb. 2.3-1). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgewogen.

Die Grundwasserstandsschwankungen in den quartären Talfüllungen des Donautals spiegeln die Entwicklung des Niederschlagsgeschehens wider. Die starken Juliniederschläge haben rasche Anstiege der Grundwasserstände bewirkt (Messstelle 0100/270-7 in Abb. 2.3-2). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Der Grundwasserstand bewegt sich seit Mitte 2008 im Illertal und im Bereich der Leutkircher Heide im unteren Normalbereich. Auch Frühjahrs- und Sommerniederschläge haben den Rückgang auf einen langjährigen Niedrigstand zum Jahresende nicht verhindert (Messstelle 0177/770-1 in Abb. 2.3-1). Der 20-jährige Trend ist rückläufig.

Im Rißtal sowie im Argendelta bewegt sich der Grundwasserstand mit kurzzeitigen Ausnahmen im unteren Normalbereich und darunter. Zum Jahresende war ein Grundwasseranstieg zu beobachten (Messstelle 0130/623-6 in Abb. 2.3-1). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Die starken Frühjahrsniederschläge haben den Anstieg der bis dahin niedrigen Grundwasserverhältnisse im Karstaquifer der Schwäbischen Alb kurzfristig auf ein überdurchschnittliches Niveau bewirkt. Grundwasserstand und Quellschüttung verliefen im weiteren Jahresverlauf unauffällig (Messstelle 0100/517-0 in Abb. 2.3-1). Die 20-jährigen Trends sind überwiegend schwach steigend.

Der Grundwasserstand im Festgestein des Mittleren Neckarraumes bewegte sich im Jahr 2009 dauerhaft auf langjährig durchschnittlichem Niveau (Messstelle 0104/509-0 in Abb. 2.3-1). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist unauffällig.

Die Quellschüttung im Bereich der Oberen Gäue verlief während des Jahres 2009 im oberen Normalbereich mit Ausnahme des kurzzeitigen niederschlagsbedingten

Anstiegs im Juli (Messstelle 0001/415-1 in Abb. 2.3-1). Die langjährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Die Quellschüttung in den Festgesteinen von Nord-Württemberg bewegte sich in der ersten Jahreshälfte 2009 entsprechend den langjährig mittleren Verhältnissen und überstieg aufgrund der starken Juliniederschläge die Normalbereichsgrenzen im Sommer. Zum Jahresende traten bereichsweise deutliche Schüttungszunahmen auf (Messstelle 0600/605-4 in Abb. 2.3-1). Die langjährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen bis leicht steigend.

Die Schwarzwaldquellen verfügen über kleinräumige Einzugsgebiete und weisen ausgeprägte, niederschlagsbedingte Schüttungsschwankungen auf. Die starken Niederschlagsmengen im Frühjahr sowie im Juli und August 2009 haben bereichsweise Schüttungsanstiege bewirkt, teilweise bis oberhalb des Normalbereichs. Die Schüttungsdynamik ist im Jahresverlauf 2009 ansonsten unauffällig. Im Jahresmittel liegen meist ausgewogene Verhältnisse vor (Messstelle 0600/220-3 in Abb. 2.3-1).

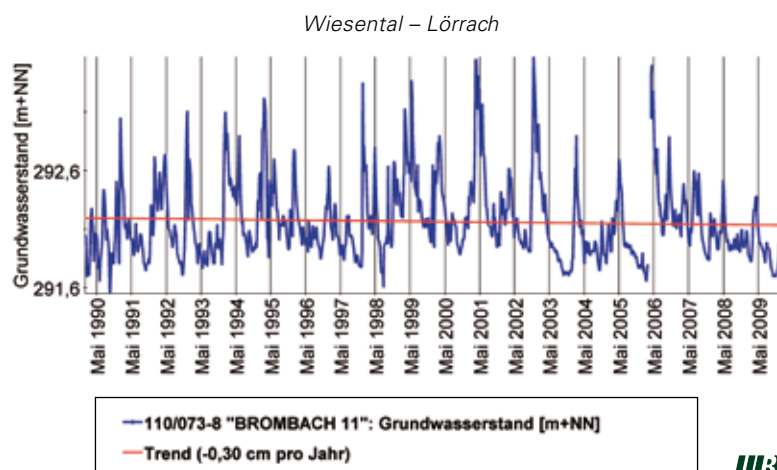
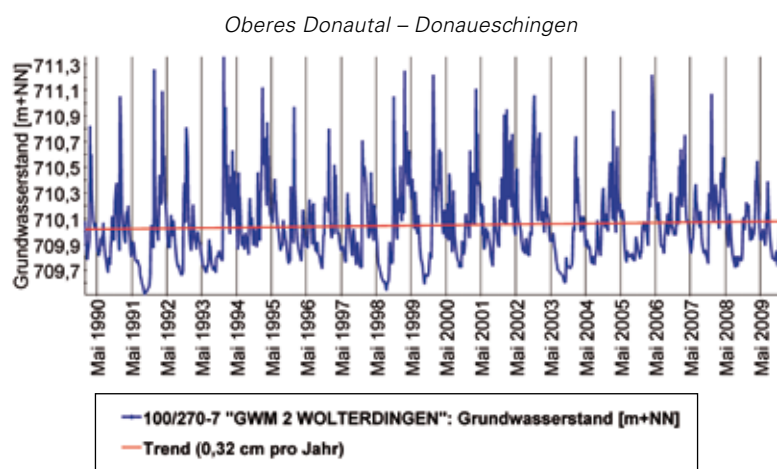
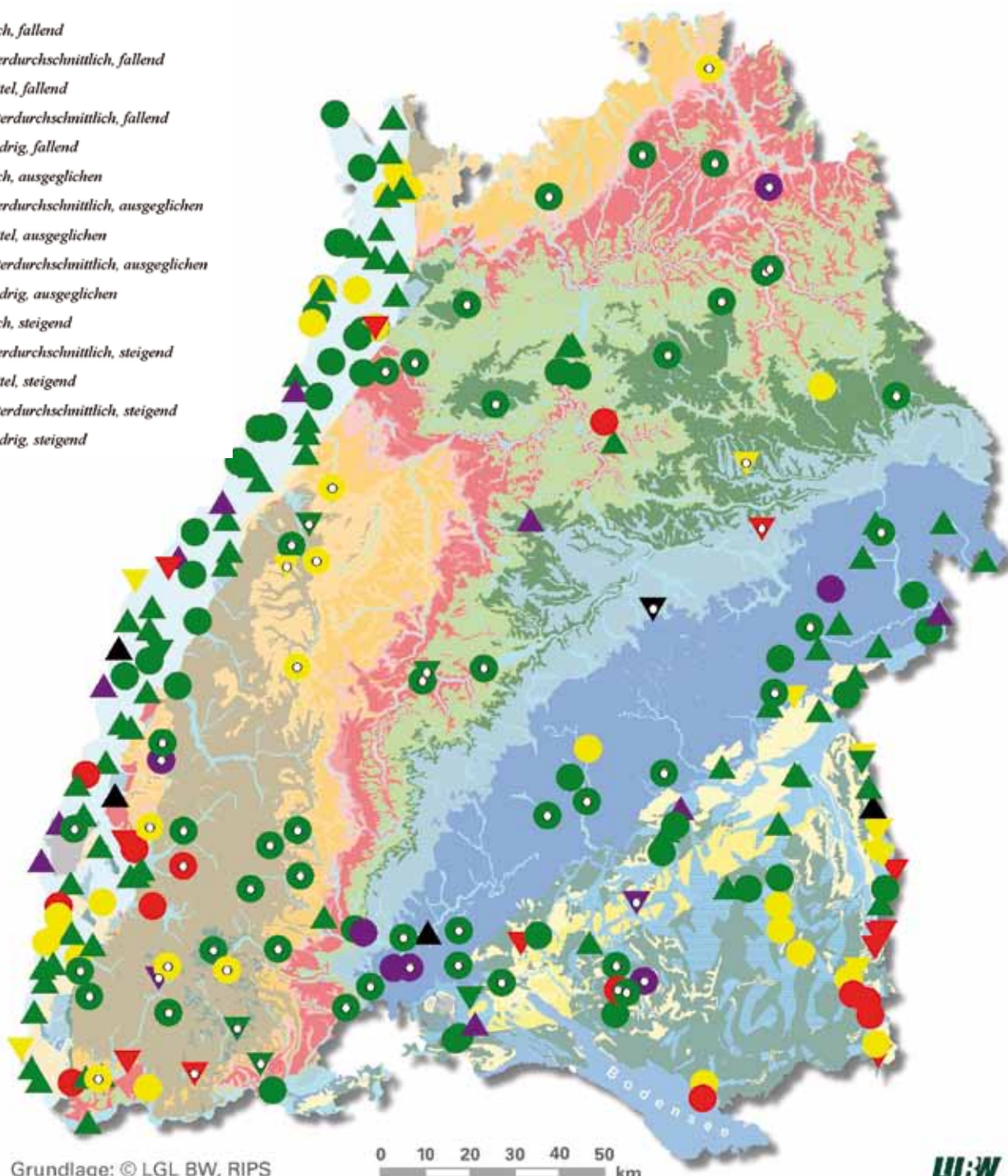


Abb. 2.3-2: Ganglinien ausgewählter Grundwasserstandsmessstellen mit Trendbetrachtung (1990-2009).

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



Grundlage: © LGL BW, RIPS

0 10 20 30 40 50 km

LUBW

Hydrogeologische Einheit

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

Abb. 2.3-3: Charakterisierung der mittleren Grundwasserverhältnisse im Jahr 2009 und des Trendverhaltens im Zeitraum 1990-2009 (Hintergrunddarstellung: Hydrogeologische Einheiten).

Insgesamt lagen bei den Grundwasserständen und Quellschüttungen im Jahr 2009 überwiegend durchschnittliche Verhältnisse vor. Die starken Frühjahrs- und Juliniederschläge haben einen steilen Anstieg des Grundwasservorrats auf ein deutlich überdurchschnittliches Niveau bewirkt. Zum Jahresende befinden sich die quantitativen Grundwasserhältnisse in den meisten Landesteilen im vieljährigen Normalbereich. Der 20-jährige Trend ist bei den Grundwasserstandsmessstellen und den Quellen ausgeglichen (siehe Abb. 2.3-3).

2.4 Nitrat

Im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung aus dem Jahre 2003 zwischen dem Land und den baden-württembergischen Wasserversorgungsunternehmen (WVU) erhält die LUBW die im Auftrag der Wasserversorgungsunternehmen untersuchten Nitrat- und Pflanzenschutzmittel-Daten über die „Grundwasserdatenbank Wasserversorgung“. Die Landratsämter verwenden die Daten zur Einstufung der Wasserschutzgebiete in Pflanzenschutzmittelanierungsgebiete und in die drei Nitratklassen gemäß SchALVO: Normal-, Problem- und Sanierungsgebiet.

Der LUBW wurden bis zum Stichtag 01.03.2010 insgesamt 3.749 Nitratwerte von 1.587 Messstellen in Wasserschutzgebieten übermittelt, davon befinden sich 235 Messstel-

len auch im Landesmessnetz (Überschneidermessstellen). Somit wird die Gesamtdatenbasis des Landesmessnetzes zu Nitrat durch den Kooperationsbeitrag durch zusätzlich 1.352 Messstellen ergänzt. Dies sind in etwa genau soviel wie 2008, jedoch 300 Messstellen weniger als 2007. Hintergrund dafür ist, dass im Gegensatz zu den Vorjahren von der Grundwasserdatenbank Wasserversorgung nicht nur Werte des Jahres 2009 bis einschließlich Dezember 2009 geliefert wurden, sondern bis Februar 2010. Die geringere Zahl der Messstellen erklärt sich daraus, dass bei gering nitratbelasteten Messstellen in Wasserschutzgebieten der Nitratklasse 1 nur alle drei Jahre die Nitratkonzentrationen zu ermitteln sind und dies im Jahr 2009 nicht der Fall war.

Der folgende Abschnitt 2.4.1 des Nitratkapitels bezieht sich ausschließlich auf die Daten des von der LUBW betriebenen Landesmessnetzes mit dem flächendeckenden Überblick über die Nitratbelastung im Lande ohne besondere Berücksichtigung der Trinkwassernutzung. Um einen flächendeckend repräsentativen Überblick zu ermöglichen, setzt sich das Landesmessnetz zusammen aus Grundwassermessstellen ohne jegliche Nutzung (Beobachtungsrohre, Quellen) und aus Messstellen mit Nutzungen (Beregnungsbrunnen, Brauchwasserbrunnen, Rohwasser für Trinkwassergewinnung von Wasserversorgungsunternehmen und privaten Nutzern).

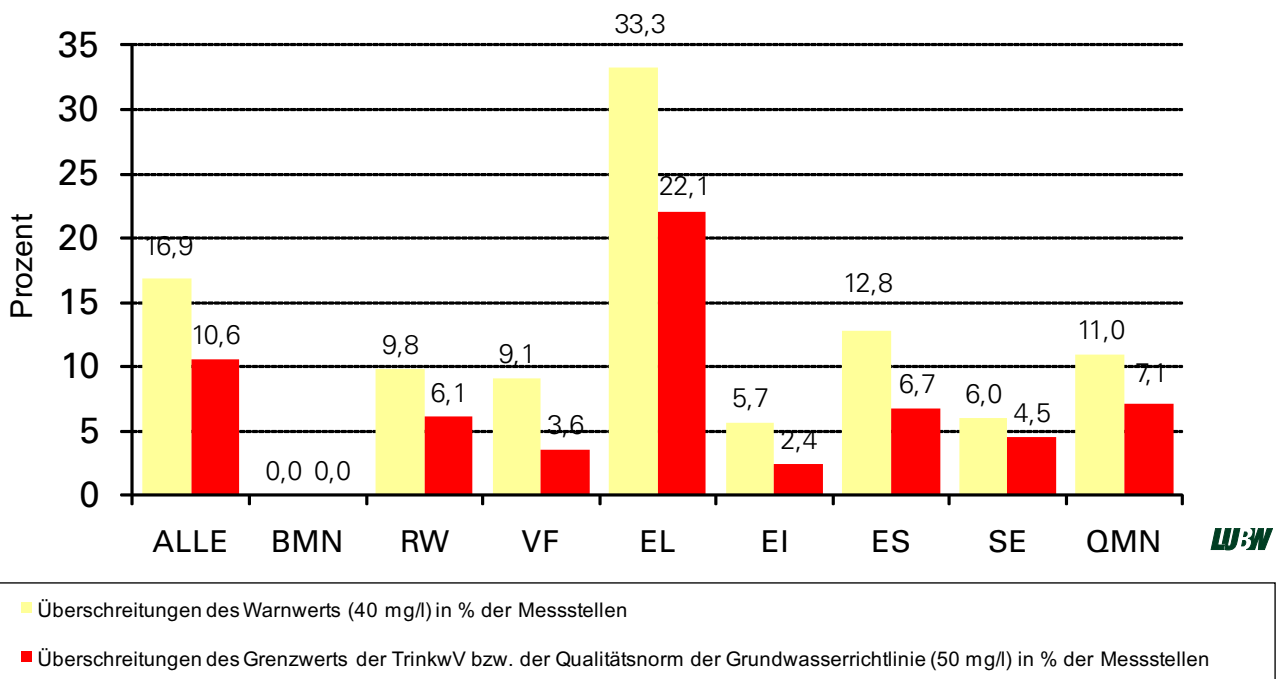


Abb. 2.4-1: Prozentualer Anteil der Messstellen mit Überschreitungen des Warnwerts des Grundwasserüberwachungsprogramms und des Grenzwerts der TrinkwV bzw. der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie im Gesamtmessnetz und in den Teilmessnetzen 2009 (Datenbasis: nur Landesmessstellen, Abk. siehe Anhang A1).

Tabelle 2.4-1: Statistische Kennzahlen Nitrat 2009 (Abkürzungen siehe Anhang A1).

	Landes- Messnetz	EL	ES	RW	BMN
Anzahl der Messstellen	1.905	637	360	163	108
Mittelwert in mg/l	23,5	33,1	22,4	20,6	8,0
Medianwert in mg/l	18,6	29,3	19,2	17,7	7,2
Überschreitungen des Warnwerts (40 mg/l) in % der Messstellen	16,9	33,3	12,8	9,8	0,0
Überschreitungen des Grenzwerts der TrinkwV bzw. der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie (50 mg/l) in % der Messstellen	10,6	22,1	6,7	6,1	0,0

Im Abschnitt 2.4.2 wird über die Nitratsituation in den nach SchALVO in drei Nitratklassen eingestuften Wasserschutzgebieten berichtet. In diesen Teil fließen – neben den Landesmessnetzdaten der LUBW – auch die Nitratdaten der Wasserschutzgebiete aus der Kooperation mit den WVU ein.

2.4.1 NITRAT IM GRUNDWASSERBESCHAFFENHEITSMESSNETZ DER LUBW (LANDESMESSNETZ)

Die LUBW unterhält ein landesweites Messnetz, das durch die flächendeckende Messstellenverteilung repräsentative Aussagen zur Gesamtsituation der Grundwasserbeschaffenheit des Landes erlaubt. Im Herbst 2009 wurde das Grundwasser von 1.905 Messstellen im Auftrag der LUBW auf Nitrat untersucht.

2.4.1.1 STATISTISCHE KENNZAHLEN FÜR DIE VERSCHIEDENEN EMITTENTENGRUPPEN

Die statistischen Auswertungen der Daten des gesamten Landesmessnetzes sowie der einzelnen Teilmessnetze (Abbildung 2.4-1 und Tabelle 2.4-1) zeigen nach wie vor ein relativ hohes Konzentrationsniveau der Nitrat-Belastung.

Im Jahr 2009 lag die Überschreitungshäufigkeit des Warnwertes des Grundwasserüberwachungsprogramms von 40 mg/l bei 16,9 % und des Grenzwerts der TrinkwV bzw. der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie von 50 mg/l bei 10,6 % der Messstellen des Landesmessnetzes (Abb. 2.4-1). Das Maximum betrug 176 mg/l.

Die Beiträge der verschiedenen Messstellengruppen zur Gesamtbelastung sind wie in den Vorjahren sehr unterschiedlich, wobei die Reihenfolge der Teilmessnetze nach ihrer Überschreitungshäufigkeit unverändert ist. So ergibt

sich beispielsweise für das Basismessnetz (BMN) ein unterdurchschnittliches Belastungsniveau, während die Emittentenmessstellen Landwirtschaft (EL) mit einem im Vergleich großen Anteil an Messstellen mit hohen Nitratbelastungen ein überdurchschnittliches Belastungsniveau (Abb. 2.4-1) aufweisen.

Die statistischen Kennzahlen des Gesamtmessnetzes sowie der Teilmessnetze Landwirtschaft (EL), Siedlungen (ES), Rohwasser (RW) und des Basismessnetzes (BMN) zeigt Tabelle 2.4-1.

Die Überschreitungshäufigkeit des Wertes von 50 mg/l hat gegenüber 2008 im gesamten Landesmessnetz um nahezu einen Prozentpunkt abgenommen und zwar von 11,5 % auf 10,6 %. Dies basiert auf Belastungsabnahmen in allen einzelnen Teilmessnetzen. Im Teilmessnetz „Landwirtschaft“ (EL), dem mit 637 untersuchten Messstellen größten Teilmessnetz, ergibt sich eine Abnahme der Messstellenzahl mit Nitratkonzentrationen über 50 mg/l um 2,5 Prozentpunkte von 24,6 % im Herbst 2008 auf 22,1 % im Jahr 2009.

2.4.1.2 RÄUMLICHE VERTEILUNG UND REGIONALISIERUNG

Die großräumige regionale Verteilung der Nitratbelastung stellt sich im Vergleich zum Vorjahr hinsichtlich der Belastungsschwerpunkte unverändert dar (Abb. 2.4-2 und 2.4-3). Erneut sind das Gebiet zwischen Mannheim, Heidelberg und Bruchsal, der Kraichgau, der Neckarraum zwischen Stuttgart und Heilbronn, der Main-Tauber-Kreis, das Markgräfler Land sowie die Region Oberschwaben besonders stark belastet. In diesen Gebieten liegen auch die nach der Wasserrahmenrichtlinie als „gefährdet“ eingestuften Grundwasserkörper.

Neben diesen Hauptbelastungsregionen gibt es noch einige kleinere Gebiete mit lokal teilweise deutlich erhöhten Nitratkonzentrationen wie das Singener Becken, das obere Wutachgebiet zwischen Blumberg und Stühlingen, die Region um Forchheim und Weisweil nördlich des Kaiserstuhls, das Gebiet um Neuried im Ortenaukreis, Teile des Landkreises Schwäbisch Hall und des Landkreises Esslingen und den östlichen Ostalbkreis (Abb. 2.4-2).

Die Beschaffenheit des Grundwassers kann kleinräumig sehr unterschiedlich sein. So können bei den Nitratbelastungen schon in wenigen 100 m Abstand deutliche Konzentrationsunterschiede beobachtet werden. Trotzdem ist es gerechtfertigt, für einen Überblick über das gesamte Land die punktuellen Messungen zu regionalisieren und eine flächendeckende Belastungskarte (Abb. 2.4-3) zu erstellen, um das großräumige Belastungsniveau zu beschreiben. Keinesfalls darf dies

Nitrat

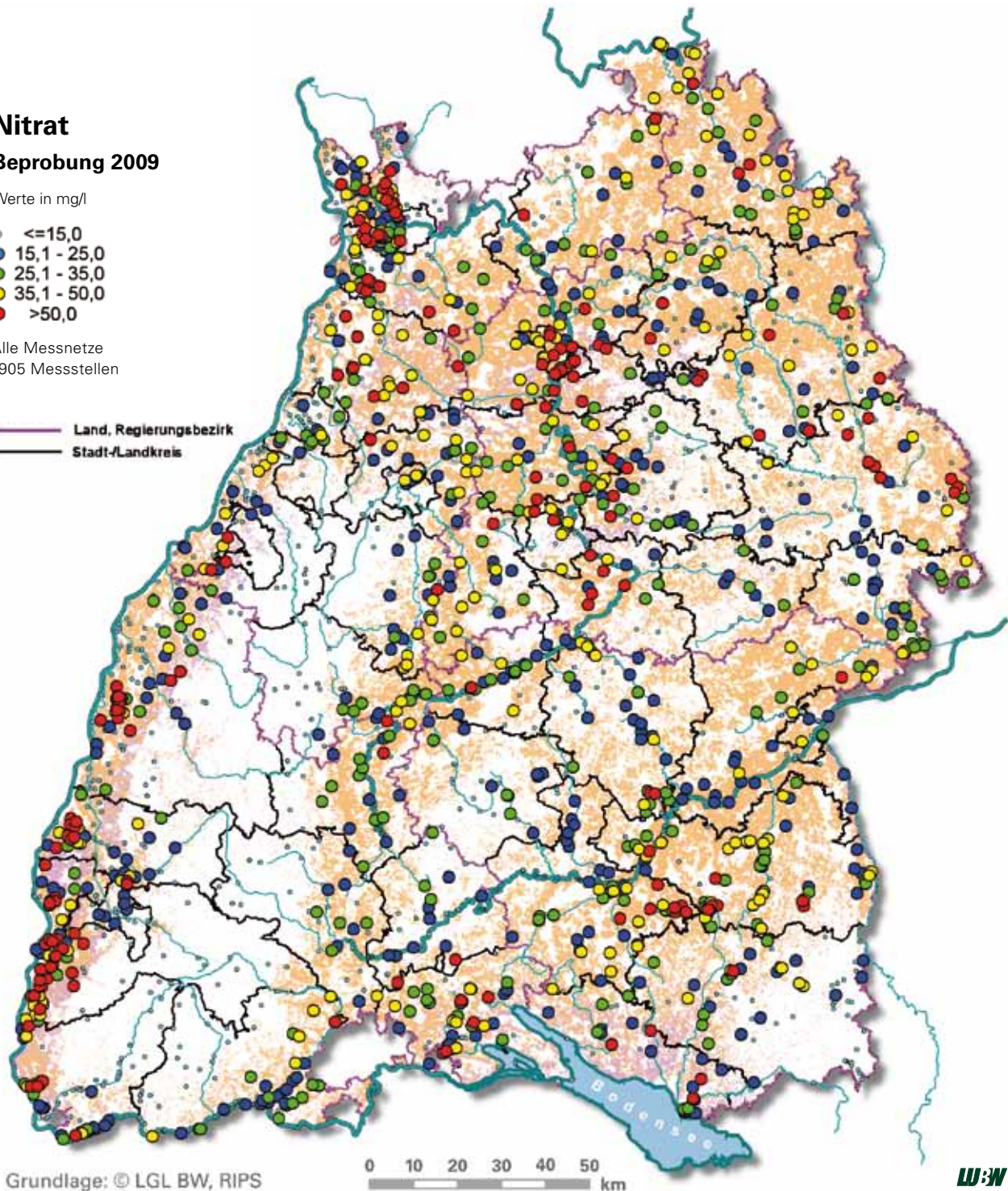
Beprobung 2009

Werte in mg/l

- ≤15,0
- 15,1 - 25,0
- 25,1 - 35,0
- 35,1 - 50,0
- >50,0

Alle Messnetze
1905 Messstellen

- Land, Regierungsbezirk
- Stadt-/Landkreis



Grundlage: © LGL BW, RIPS

LUBW

Abb. 2.4-2: Nitratgehalte 2009: Landesmessstellen mit Landnutzungsarten im Kartenhintergrund, braune Flächen: Ackerbau; violette Flächen: Weinbau.

jedoch dazu verleiten, aus dieser Darstellung lokale Einzelmesswerte ablesen zu wollen. Dies ist DV-technisch möglich, kann aber die tatsächlichen kleinräumigen Belastungszustände nicht richtig wiedergeben. Ein in der Regel noch akzeptabler Darstellungsmaßstab ist etwa 1:100.000.

ging-Verfahren SIMIK+ verwendet, in dem die beiden Haupteinflussfaktoren Landnutzung in 16 Klassen und Hydrogeologie („Oberflächennahe Aquifere“) in 21 Klassen berücksichtigt werden. Tiefe Messstellen wurden ausgeschlossen.

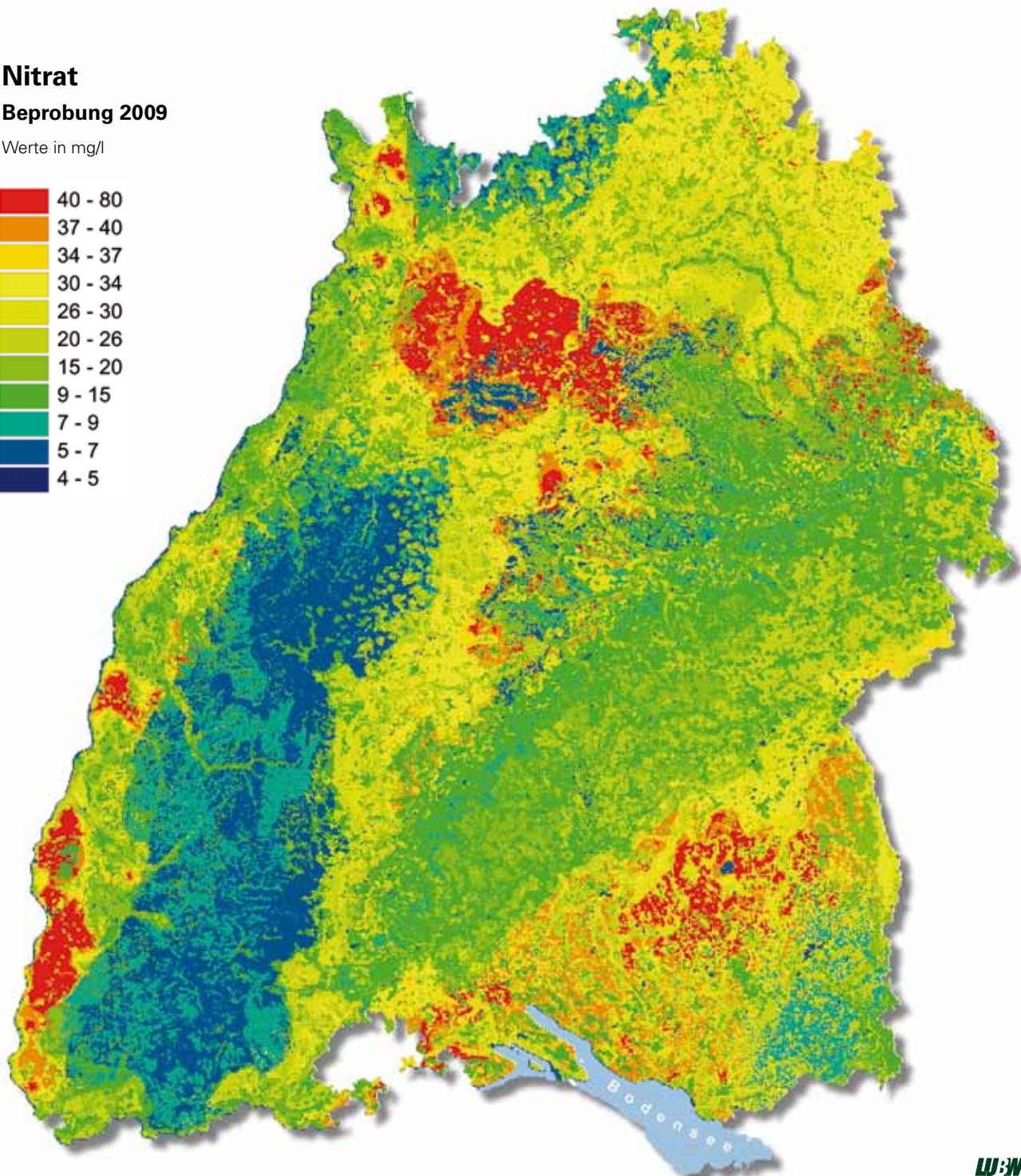
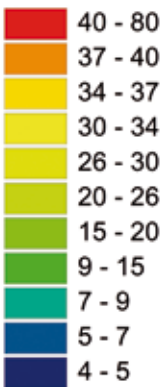
Für die Regionalisierung wurde das am Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart speziell entwickelte Kri-

Abbildung 2.4-3 zeigt die Hauptbelastungsgebiete. Angegeben sind die Konzentrationen der Rasterelemente (300

Nitrat

Beprobung 2009

Werte in mg/l



LUBW

Abb. 2.4-3: Verteilung der Nitratgehalte 2009 im oberflächennahen Grundwasser, regionalisierte Darstellung nur oberflächennaher Messstellen mit Messungen von September bis Oktober 2009 (Datengrundlage: 1.440 von insgesamt 1.905 Landesmessstellen, da ein Teil der Messstellen in tiefen Aquifern verfiltert ist oder für Messstellen keine Aquifer- oder Landnutzungsbezeichnung vorliegt).

Tabelle 2.4-2: Statistische Kennzahlen der Nitratdaten vom Herbst 2009 im Vergleich zu den Vorjahren (jeweilige Messstellenanzahl pro Jahr, nicht konsistente Messstellen, Nitratwert aus September/Oktober).

Landesmessnetz	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Anzahl der Messstellen	2.047	2.076	2.081	2.032	1.843	1.874	1.905
Mittelwert in mg/l	23,9	23,4	24,3	24,7	25,1	24,0	23,5
Medianwert in mg/l	18,0	18,2	19,5	19,6	19,7	19,0	18,6
„Überschreitungen des Warnwerts (40 mg/l) in % der Messstellen“	18,6	17,2	17,3	18,4	18,9	18,0	16,9
Überschreitungen des Grenzwerts der TrinkwV bzw. der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie (50 mg/l) in % der Messstellen	11,0	10,3	10,9	11,3	12,2	11,5	10,6
Maximalwert in mg/l	224	232,5	178,8	191	182	172,2	176

m x 300 m). Durch die räumliche Integrationswirkung werden dabei die punktuellen Extremwerte an den Messstellen nicht erreicht.

2.4.1.3 KURZFRISTIGE VERÄNDERUNGEN (VERGLEICH ZU DEN VORJAHREN)

Tabelle 2.4-2 zeigt die Entwicklung der statistischen Kennwerte von 2003 bis 2009 im gesamten Landesmessnetz mit der Anzahl der im jeweiligen Jahr beprobten Messstellen. Die Kennwerte des Jahres 2009 liegen auf ähnlichem Niveau wie im Trockenjahr 2003 und dem Folgejahr 2004, in dem die bisher niedrigste Belastung seit 1994 war.

Ab Herbst 2007 wurden in den Folgejahren etwa 200 Messstellen weniger als davor beprobt. Zur Erreichung einer einheitlichen Beurteilungsgrundlage wurden daher die konsistenten Messstellen (siehe 2.4.1.4) ermittelt und hierfür die statistischen Kennwerte der Vorjahre neu berechnet. Ausgangsbasis waren die im Herbst 2009 auf Nitrat untersuchten 1.905 Messstellen. Für den Zeitraum 2003 bis 2009 ergaben sich 1.604 konsistente Messstellen. Bei den wichtigsten summarischen Statistiken sind im gesamten Landesmessnetz im Vergleich zum Vorjahr starke Abnahmen festzustellen (Tabelle 2.4-3).

Vergleicht man die Ergebnisse der Beprobungskampagne Herbst 2009 mit den neu berechneten aus dem Herbst 2008, so hat sich im Mittel die Nitratbelastung des Grundwassers von durchschnittlich 23,6 mg/l um 0,6 mg/l auf 23,0 mg/l erniedrigt. Im Jahr 2007 lag die mittlere Konzentration noch bei 24,4 mg/l. Auch die Überschreitungsquote des Werts von 50 mg/l ist zurückgegangen. Während 2008 der Anteil an Landesmessstellen mit Nitratgehalten über 50 mg/l bei 11,2 % lag, zeigen die Auswertungen für 2009 9,7 %. Das Belastungsniveau 2009 liegt unter dem des Jahres 2004, dem Jahr mit der bis dahin niedrigsten Belastung aufgrund der Trockenheit 2003.

An 1.758 Messstellen des Landesmessnetzes liegen Nitrat-Messwerte sowohl für Herbst 2008 als auch für Herbst 2009 vor. Der direkte Vergleich der einzelnen Messstellen zeigt, dass 714 Zunahmen des Nitratwertes, 892 Messstellen mit Abnahmen gegenüberstehen. Damit überwiegen die Abnahmen mit 51 % gegenüber 41 % Zunahmen. Bei den restlichen 152 Messstellen sind die Nitratwerte im Vergleich zum Vorjahr unverändert.

Teilt man die 1.758 Messwerte aus dem Jahr 2009 in sieben Konzentrationsklassen ein und bildet für jede Klasse den

Tabelle 2.4-3: Statistische Kennzahlen der Nitratdaten vom Herbst 2009 im Vergleich zu den Vorjahren (1.604 konsistente Messstellen mit einem jährlichen Wert im September/Oktober).

Landesmessnetz	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Anzahl der Messstellen	1.604	1.604	1.604	1.604	1.604	1.604	1.604
Mittelwert in mg/l	23,9	23,3	24,0	24,2	24,4	23,6	23,0
Medianwert in mg/l	18,0	18,0	19,0	19,2	19,2	18,5	18,2
Überschreitungen des Warnwerts (40 mg/l) in % der Messstellen*	18,3	16,8	17,0	17,6	17,8	17,3	15,9
Überschreitungen des Grenzwerts der TrinkwV bzw. der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie (50 mg/l) in % der Messstellen	11,0	10,2	11,0	10,9	11,4	11,2	9,7
Maximalwert in mg/l	224,0	232,5	178,8	191,0	182,0	172,2	176,0

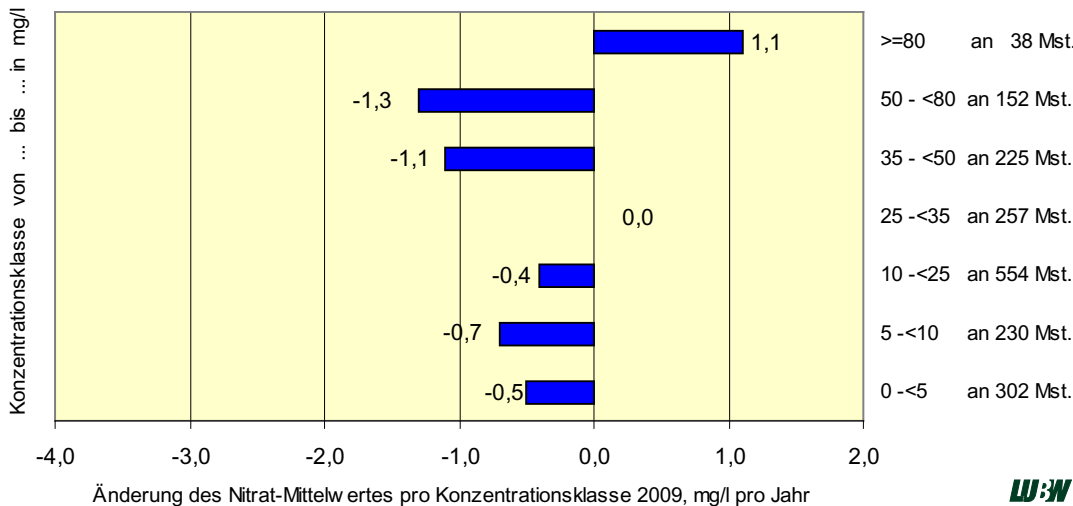


Abb. 2.4-4: Mittlere Änderung 2009 gegenüber 2008 in den verschiedenen Konzentrationsklassen.

Mittelwert der sich aus den Veränderungen von 2009 im Vergleich zu 2008 ergebenden Differenzen, so erhält man die in Abbildung 2.4-4 dargestellte Grafik. Nachdem von 2004 auf 2005/2006/2007 die Belastung in vielen Belastungsklassen aufgrund der Nachwirkungen des Trockenjahres 2003 gestiegen war und in 2008 in allen Belastungsklassen durchweg nur Abnahmen zu beobachten waren, nehmen auch in 2009 die Belastungen ab. Die Auswertung ergibt für die oberste Klasse mit Nitratkonzentrationen über 80 mg/l mit 38 sehr stark belasteten Messstellen eine mittlere Zunahme des Nitratgehaltes um 1,1 mg/l. In fünf der sechs anderen Klassen nehmen die Belastungen mit Werten von 0,4 mg/l bis 1,3 mg/l ab. In der Klasse mit Konzentrationen von 25 bis 35 mg/l sind keine Veränderungen bemerkbar. Diese kurzfristigen Veränderungen der Nitratgehalte dürfen generell jedoch nicht überbewertet werden, da sie in besonderem Maße von den Einflüssen der Landnutzungs- und Witterungsbedingungen in den jeweiligen Jahren beeinflusst sind.

Die regionale Verteilung der Messstellen mit zu- bzw. abnehmenden Nitratgehalten zwischen 2009 und 2008 zeigt Abbildung 2.4-5. Dabei sind die Messstellen mit größeren Zu- bzw. Abnahmen, d. h. mit Änderungen von mehr als + 8 bzw. - 8 mg/l farblich hervorgehoben. Gebiete mit einer Häufung starker Abnahmen liegen beispielsweise im Main-Tauber-Kreis, im Raum Heidelberg-Mannheim und in den Landkreisen Karlsruhe, Heilbronn, Emmendingen. Gebiete mit Häufung starker Zunahmen sind das Markgräfler Land, die Ortenau, Oberschwaben und der Landkreis Konstanz.

Jedoch findet sich auch oft ein relativ dichtes Nebeneinander von Zu- und Abnahmen (z. B. Heilbronn, Ortenau), was – im Vergleich zu großräumigen Einflussgrößen, wie geologische Einheiten oder klimatischen Faktoren – für das Überwiegen sehr lokaler Einflüsse spricht (Abb. 2.4-5).

2.4.1.4 MITTELFRISTIGE VERÄNDERUNGEN (ENTWICKLUNG SEIT 1994)

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

Unter Einhaltung dieser Bedingungen lassen sich im Landesmessnetz, das einen repräsentativen Überblick für das gesamte Land ermöglicht, fundierte Aussagen in Bezug auf längerfristige zeitliche Entwicklungen treffen. Durch unvermeidbare Ausfälle einzelner Messstellen und die Herausnahme von eng nebeneinanderliegenden und ähnlich belasteten Messstellen in verschiedenen Beprobungsjahren werden die „konsistenten“ Datenkollektive mit

zunehmendem Betrachtungszeitraum immer kleiner. Für Nitrat ist ein akzeptabler Kompromiss der Zeitraum ab 1994, für den bis 2009 insgesamt 1.459 konsistente Messreihen vorliegen. Das entspricht 75 % aller im Herbst 2009 auf Nitrat untersuchten Messstellen.

einander vergleichbar sind und insofern Aussagen über Entwicklungstendenzen ermöglichen, jedoch das Niveau der Werte durch die wechselnde Zusammensetzung der konsistenten Reihen in den verschiedenen Zeitspannen durchaus unterschiedlich sein kann.

Eine wichtige, bei der Dateninterpretation zu beachtende Konsequenz dieser Einschränkung ist, dass zwar die statistischen Kennwerte innerhalb dieser Zeitreihen unter-

In den Abbildungen 2.4-6 und 2.4-7 sind die Zeitreihen der konsistenten Messstellengruppen von 1994 bis 2009 jeweils mit den mittleren Nitratgehalten pro Jahr angegeben.

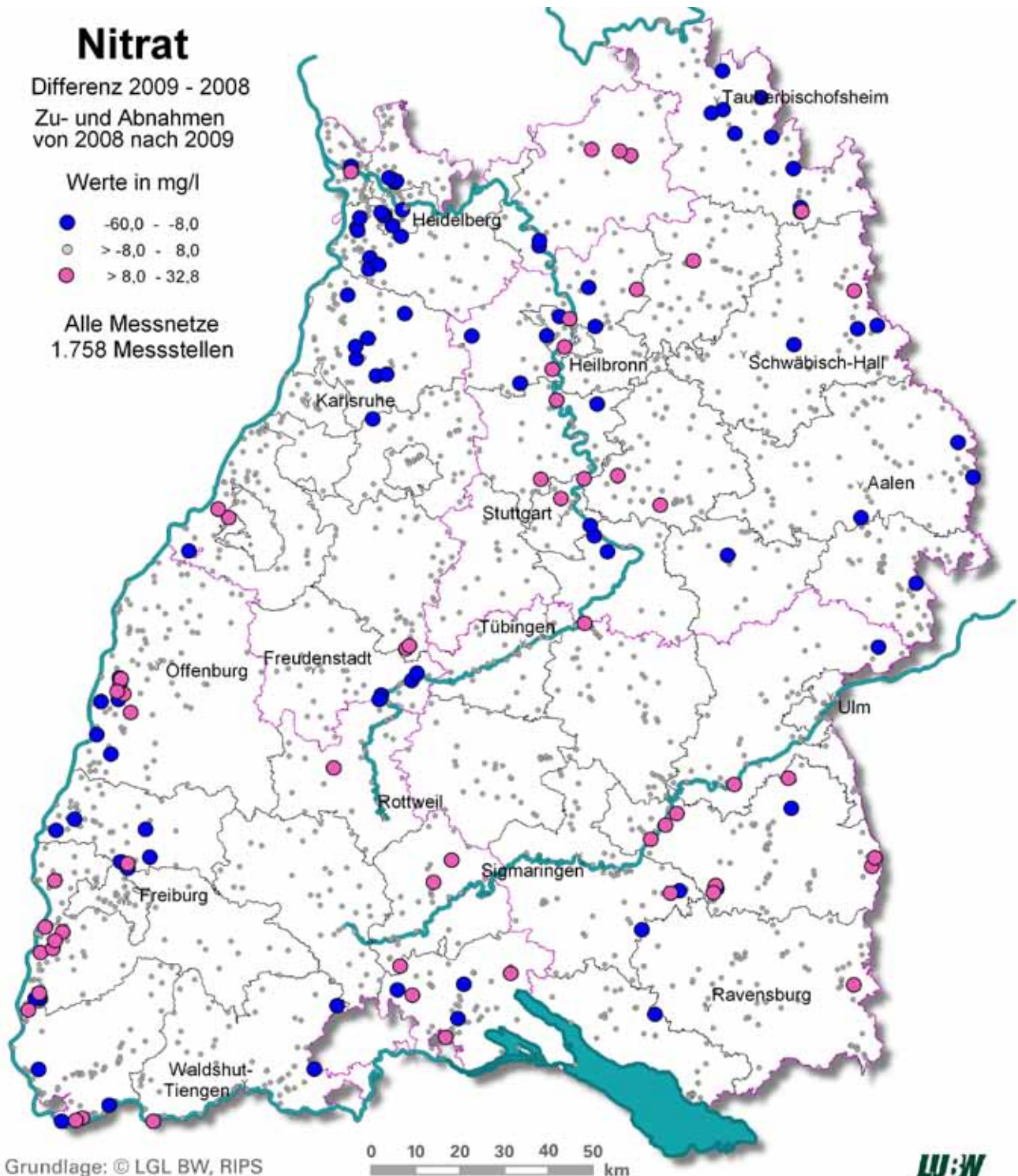


Abb. 2.4-5: Räumliche Verteilung der kurzfristigen Änderungen der Nitratgehalte 2009 – 2008.

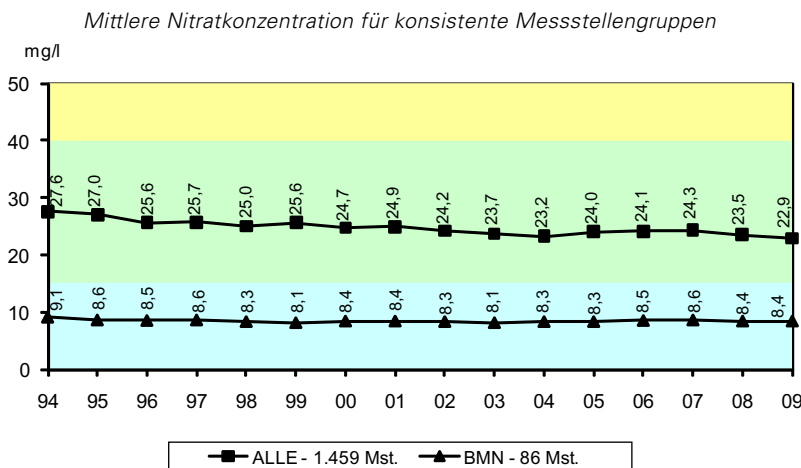


Abb. 2.4-6: Entwicklung der Mittelwerte für Nitrat zwischen 1994 bis 2009 bei konsistenten Messstellengruppen im Beprobungszeitraum jeweils zwischen Anfang September und Ende Oktober.

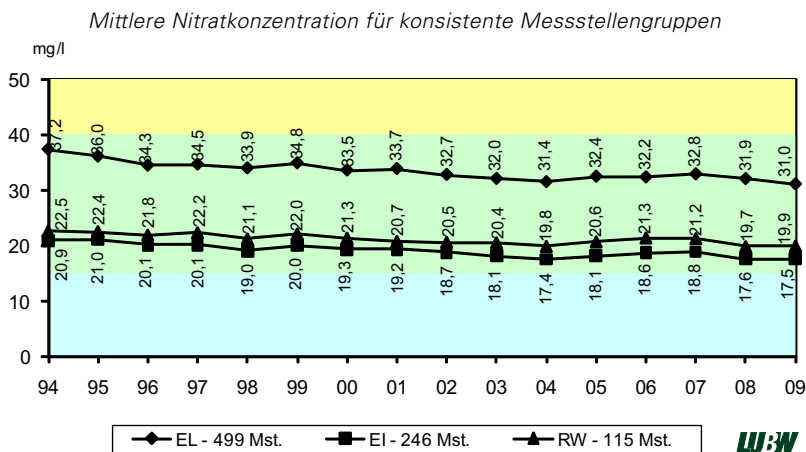


Abb. 2.4-7: Entwicklung der Mittelwerte für Nitrat zwischen 1994 bis 2009 bei konsistenten Messstellengruppen im Beprobungszeitraum jeweils zwischen Anfang September und Ende Oktober.

Dabei sind in Abbildung 2.4-6 die Zeitreihe für das gesamte Landesmessnetz (ALLE) und zusätzlich die Zeitreihe der konsistenten Messstellen des Basismessnetzes (BMN) dargestellt. Im Gegensatz zum Messnetz ALLE gibt das BMN als Teilmessnetz den Zustand des durch anthropogene Einflüsse möglichst wenig beeinflussten Grundwassers wieder.

Die unterschiedlichen Belastungsniveaus werden in beiden Abbildungen auch durch die Hintergrundfarben veranschaulicht. Hellblau ist die Konzentrationsklasse dargestellt, die vor allem durch die geogene Hintergrundbeschaffenheit bzw. geringfügige anthropogene Beeinflussungen gekennzeichnet ist. Der grüne bzw. der gelbe Farbbereich entsprechen Nitratkonzentrationen mit geringen bzw. starken Belastungen. Die Grenze zwischen dem grünen und gelben Farbbereich ist der Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms von 40 mg/l.

Betrachtet man in Abbildung 2.4-6 die Zeitreihe ALLE mit 1.459 konsistenten Messstellen, so lässt sich feststellen, dass der Mittelwert des Jahres 2008 von 23,5 mg/l um 0,6 mg/l auf 22,9 mg/l im Jahr 2009 gesunken ist. Die von 2004 auf 2005/2006/2007 aufgrund des Trockenjahres 2003 erfolgte beachtliche Niveauerhöhung von 1,1 mg/l hat sich 2008 mit der Reduzierung um 0,8 mg/l und 2009 mit einer nochmaligen Reduzierung um 0,6 mg/l mehr als ausgeglichen. Auch hier liegt das Belastungsniveau 2009 unter dem der Jahre 2003/2004. Es ist auch das niedrigste seit 1994 und sogar das niedrigste seit dem systematischen Beginn der landesweiten Grundwasserbeobachtung seit Anfang der 1990er Jahre. Wie zu erwarten, ergeben sich im Basismessnetz kaum oder nur geringfügige Schwankungen. Der mittlere Nitratgehalt der 86 landesweit verteilten Messstellen ist mit 8,4 mg/l im Jahr 2009 gegenüber dem Vorjahr gleich geblieben.

In Abbildung 2.4-7 sind die entsprechenden Zeitreihen der konsistenten Messstellengruppen von 1994 bis 2009 für die Teilmessnetze Landwirtschaft (EL), Industrie (EI) und Rohwasser (RW) dargestellt. Demnach waren die mittleren Nitratgehalte von 2004 auf 2005 bis 2007 in allen drei Teilmessnetzen um beachtliche 1,4 bis 1,5 mg/l als Folge des Trockenjahres 2003 gestiegen. Demgegenüber ist in 2008 und in 2009 im Teilmessnetz Landwirtschaft (EL) die mittlere Nitratkonzentration um jeweils 0,9 mg/l gesunken, sodass sich der Nitrat-Mittelwert der 499 konsistenten Messstellen in 2009 bei 31,0 mg/l wiederfindet. Hinsichtlich des Belastungsniveaus gelten die Aussagen des letzten Absatzes.

Im Rohwassermessnetz (RW) ist der mittlere Nitratgehalt der 115 konsistenten Messstellen gegenüber 2008 geringfügig um 0,2 mg/l gestiegen und liegt jetzt bei 19,9 mg/l, etwa entsprechend dem Niveau von 2004 mit 19,8 mg/l. Bei den Emittentenmessstellen Industrie (EI) hat sich im Vergleich zu 2008 der mittlere Nitratgehalt geringfügig erniedrigt, und zwar um 0,1 mg/l auf 17,5 mg/l, in etwa

ebenfalls entsprechend dem Niveau 2004 von 17,4 mg/l. Auch bei anderen Teilmessnetzen (QMN, ES, VF) sind gegenüber dem Vorjahr z.T. starke Erniedrigungen von 0,4 bis 0,8 mg/l und das Unterschreiten des Niveaus von 2003/2004 ersichtlich.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass sich der aufgrund des Hitzesommers 2003 in den Jahren 2005 bis 2007 unterbrochene Trend sinkender Nitratbelastungen seit 1994 in den Jahren 2008 und 2009 wieder fortsetzt, sowohl an den konsistenten Messstellen des gesamten Messnetzes als auch an den Messstellen der Teilmessnetze. Die Belastung ist sogar unter das Niveau von 2003/2004 gesunken.

Im Jahr 2009 liegen die Mittelwerte der Nitratkonzentrationen für alle Teilmessnetze mit konsistenten Datenreihen deutlich unter den entsprechenden mittleren Gehalten aus dem Jahr 1994 (Abb. 2.4-6 und Abb. 2.4-7). Im gesamten Landesmessnetz hat die mittlere Nitratkonzentration von 1994 bis 2009 um 4,7 mg/l (17 %) abgenommen. Im Landwirtschaftsmessnetz ist sie um 6,2 mg/l gesunken. Die prozentuale Abnahme im Teilmessnetz Landwirtschaft beträgt 16,6 %.

2.4.2 NITRAT IN WASSERSCHUTZGEBIETEN (SCHALVO-AUSWERTUNGEN)

In Baden-Württemberg teilen die unteren Verwaltungsbehörden gemäß der im Februar 2001 novellierten Schutzge-

biets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) die Wasserschutzgebiete (WSG) in drei Nitratklassen (NK 1 – 3) ein:

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

Die Ersteinstufung erfolgte im Jahr 2001 und wurde mit der so genannten „Deklaratorischen Liste“ im Gesetzblatt Baden-Württemberg am 28.02.2001 veröffentlicht. In der Folge wird jeweils zum 1. Januar eines Jahres die Einstufung der WSG durch die Unteren Wasserbehörden fortgeschrieben. Beurteilungskriterien sind das mittlere Nitratkonzentrationsniveau im jeweiligen Jahr und das Trendverhalten. Die neuen Einstufungen werden jedes Jahr im Gesetzblatt als Anlage 7 der SchALVO veröffentlicht. Nach den jeweiligen Umstufungen ergibt sich über die Jahre der in Tab. 2.4-4 dargestellte Sachstand. Durch Aufhebung, Zusammenlegung und Erweiterung von Wasserschutzgebieten ändern sich die Gesamtanzahlen von Jahr zu Jahr.

Landesweit hat die Wasserschutzgebietsgesamtfläche von 2001 bis Januar 2010 um etwa 120.000 ha zugenommen (Tab. 2.4-5). In dieser Tabelle sind auch die PSM-Sanierungsgebiete aufgenommen (siehe auch Kapitel 2.5.8). Die Lage der Wasserschutzgebiete zeigt Abb. 2.4-8.

Tab. 2.4-4: Anzahl und Verteilung der Wasserschutzgebiete nach der SchALVO - Ersteinstufung 2001 und in den Folgejahren bis 2010 (*einschließlich Teileinzugsgebiete) (**ohne Teileinzugsgebiete).

Jahr	2001	2002	2003	2004	2005	2007	2008	2009	2010
Normalgebiete *	2.156	2.091	2.055	2.051	2.049	2.027	2.018	1.981	1.983
Problemgebiete *	319	344	341	323	297	295	292	303	294
Sanierungsgebiete *	182	177	169	155	140	111	112	106	105
Gesamt **	2.657	2.612	2.565	2.529	2.498	2.433	2.422	2.362	2.356
PSM-Sanierungsgebiete	0	0	0	2	4	4	5	5	4

Tab. 2.4-5: Gesamtfläche der Wasserschutzgebiete zwischen 2001 und 2010 und Flächenanteile der PSM-Sanierungsgebiete und der Nitrat-Normal-, -Problem- und -Sanierungsgebiete nach SchALVO (*einschließlich Teileinzugsgebiete).

	Stichtag 15.02.01		Stichtag 31.01.04		Stichtag 31.01.07		Stichtag 31.01.10	
	Fläche [ha]	Anteil [%]	Fläche [ha]	Anteil [%]	Fläche [ha]	Anteil [%]	Fläche [ha]	Anteil [%]
Normalgebiete *	601.080	73,3	633.494	73,6	712.291	78,0	735.788	78,4
Problemgebiete *	163.555	19,9	170.419	19,8	164.976	18,1	170.222	18,1
Sanierungsgebiete *	55.505	6,8	57.304	6,7	36.256	4,0	32.137	3,4
Gesamtfläche *	820.140	100,0	861.217	100,0	913.523	100,0	938.147	100,0
PSM-Sanierungsgebiete	0	0	856	0,1	1.702	0,2	2.246	0,2

2.4.2.1 NITRATKLASSENGEBIETE: KURZFRISTIGE VERÄNDERUNGEN (VERGLEICH ZU DEN ACHT VORJAHREN)

Auf der Grundlage der Beurteilungsdauer von neun Jahreswerten werden die Tendenzen dargestellt. Die Auswertung über die konsistenten Nitratklassen – Messstellengruppen auf Grundlage der SchALVO-Ersteinstufung 2001 zeigt Abb. 2.4-9:

- **Wasserschutzgebiete (WSG) in Nitratklasse 1 (NK1) – Normalgebiete:** nahezu unveränderte mittlere Konzentrationen mit einer sehr leichten Abnahme von 0,2 mg/l von 2001 auf 2009 (- 1,4 %). Im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich keine Veränderung.

- **Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 2 (NK2) – Problemgebiete:** veränderte mittlere Konzentrationen mit einer Abnahme um 2,3 mg/l von 2001 auf 2009 (- 6,8 %). Im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich eine starke Veränderung von minus 0,6 mg/l.
- **Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 3 (NK3) – Sanierungsgebiete:** Veränderte mittlere Konzentrationen mit einer Abnahme um 5,1 mg/l von 2001 auf 2009 (- 9,7 %). Im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich eine starke Abnahme um 0,7 mg/l.

Der Rückgang der Belastung zeigt sich auch bei Betrachtung der Wasserschutzgebietseinstufungen von 2001 und 2010. So

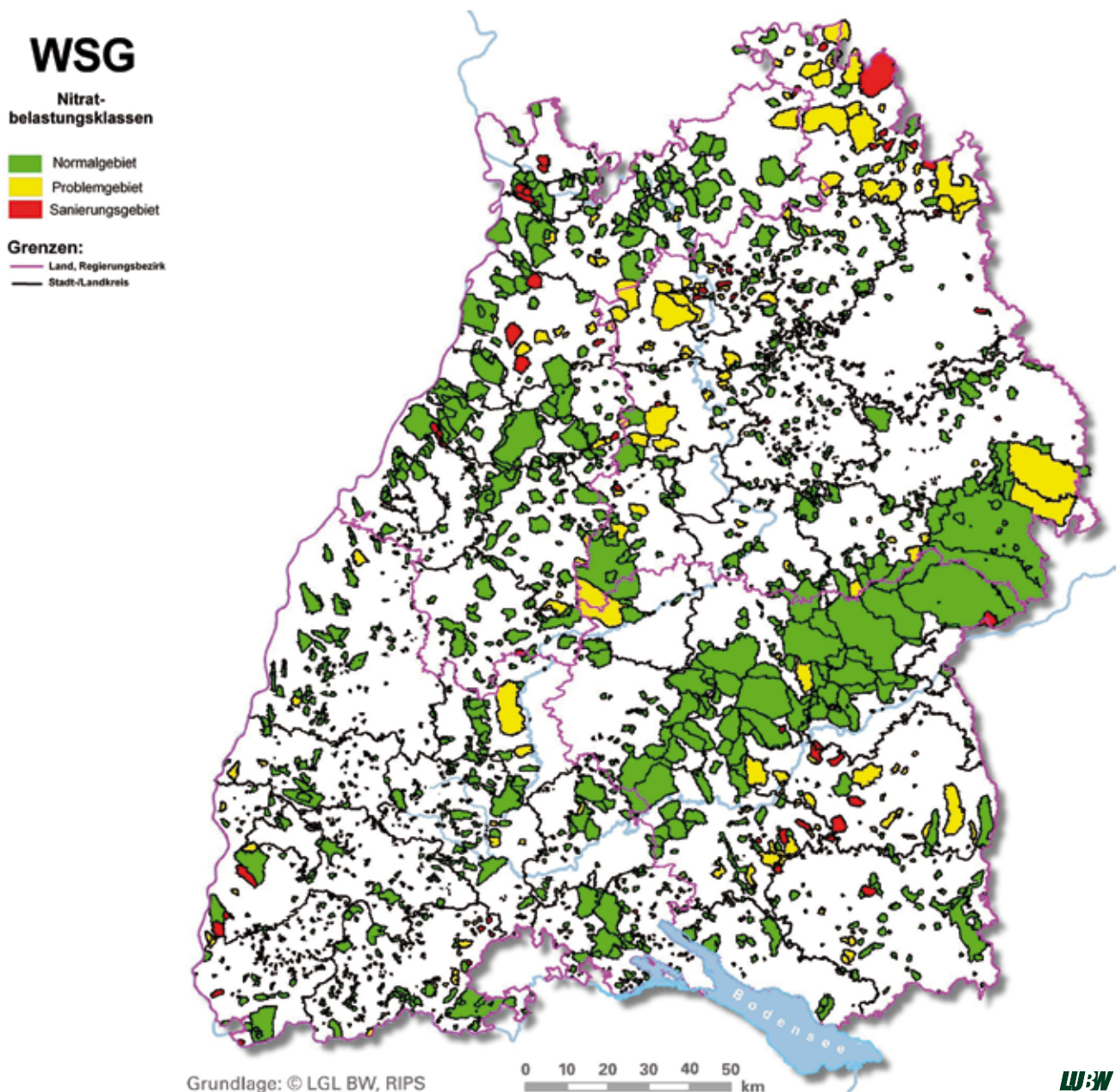


Abb. 2.4-8: Lage der in drei Nitratklassen nach SchALVO eingeteilten Wasserschutzgebiete in Baden-Württemberg - einschließlich Teileinzugsgebiete (Stand: Januar 2010).

Mittlere Nitratkonzentrationen für konsistente SchALVO-Nitratklassen-Messstellengruppen
(Einstufung 2001)

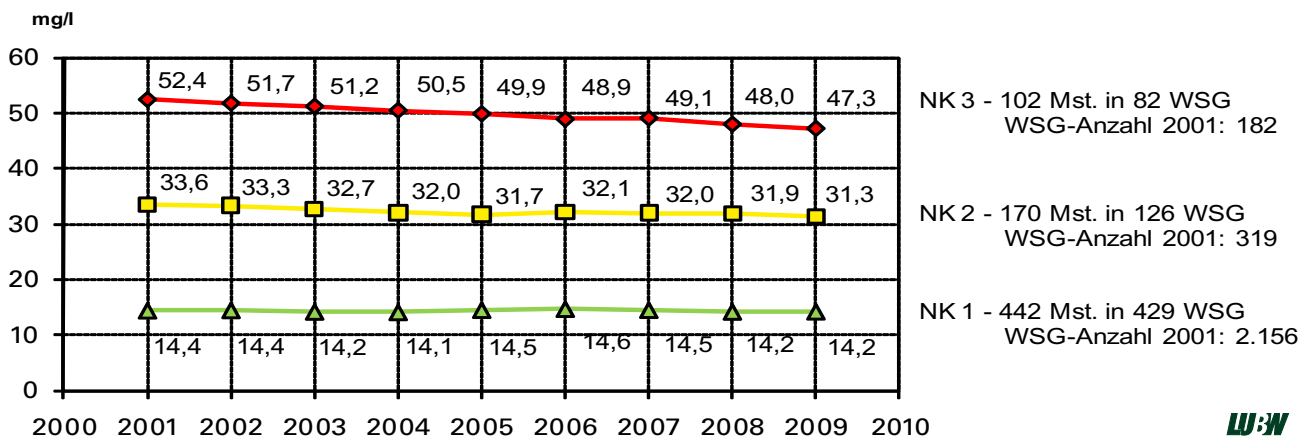


Abb. 2.4-9: Entwicklung der jährlichen Mittelwerte für Nitrat von 2001 bis 2009 für konsistente Messstellen nach SchALVO-Einstufung über alle pro Jahr und pro Messstelle zur Verfügung stehenden Nitratwerte (SchALVO-Einstufungsbasis: 2001), Abk. siehe Text. (Anm. zur Anzahl WSG in den Nitratklassen: Gegenüber Tab. 2.4-4 mit WSG-Stand 2001 ohne mittlerweile aufgehobene und nicht ersetzte WSG). Datenquelle: alle Landesmessstellen und alle Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen, aber nur Messstellen in WSG, die für die WSG-Einstufung maßgebend sind.

ging durch Herabstufungen der Flächenanteil der Sanierungs- und Problemgebiete um etwa 5 % zurück (Abb.2.4-10).

Die zweite Auswertung über die nicht konsistenten Nitratklassen – Messstellengruppen auf Grundlage der SchALVO-Einstufung in jedem Jahr zeigt in Abb. 2.4-11:

- Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 2 (NK2) – Problemgebiete: veränderte mittlere Konzentrationen mit einer Abnahme um 0,1 mg/l von 2001 auf 2009 (- 0,3 %). Im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich eine Abnahme: - 0,2 mg/l.
- Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 3 (NK3) – Sanierungsgebiete: Veränderte mittlere Konzentrationen mit einer Abnahme um 3,5 mg/l von 2001 auf 2009 (- 6,6 %). Auch im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich eine Abnahme: - 1,0 mg/l.

einer sehr leichten Zunahme – in den Jahren 2008 und 2009 wieder weiter fortgesetzt, wobei der mittlere Nitratwert 2009 mittlerweile sehr deutlich unter der Belastung aus 2001 liegt. Bei Betrachtung der konsistenten Messstellen mit mindestens einer Beprobung pro Jahr ergeben sich für 2009 gegenüber 2001 signifikante Abnahmen um 7 bis 10 % in den Problem- und Sanierungsgebieten. Auch in den Normalgebieten ist gegenüber 2001 eine sehr leichte Abnahme festzustellen, jedoch liegt diese im Bereich der zu erwartenden Schwankungsbreite. Gegenüber dem Vorjahr ist keine Veränderung eingetreten.

Bei der Auswertung mit nicht konsistenten Messwertreihen ist gegenüber 2001 in den Sanierungsgebieten ebenfalls eine deutliche Abnahme der Belastung festzustellen; diese fällt in den Problemgebieten nur gering aus. Jedoch können bei dieser Auswertung Veränderungen nicht nur

Fazit: In den Wasserschutzgebieten ist entsprechend der erst genannten Auswertung über konsistente Messstellen zu erkennen, dass der mittlere Nitratwert im Jahr 2009 in den Sanierungsgebieten gegenüber dem Vorjahr stark gesunken ist. Auch in den Problemgebieten ist eine starke Abnahme festzustellen, was bisher eher selten war. Der bisher über die Vorjahre in den Sanierungsgebieten festgestellte nahezu durchgehend abnehmende Trend seit 2001 hat sich – nach der Unterbrechung 2007 mit

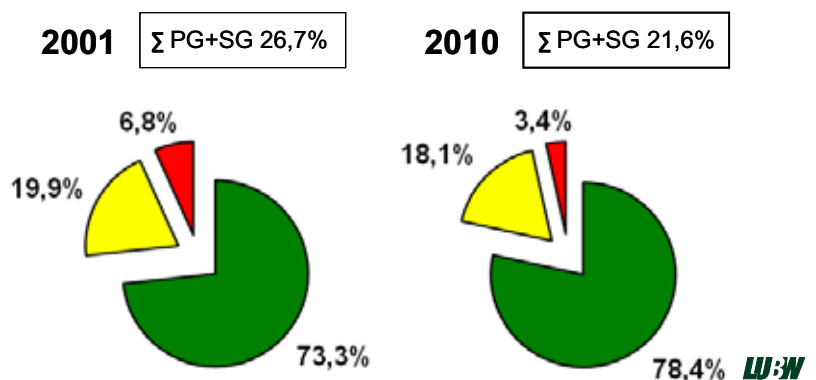


Abb. 2.4-10: Veränderung der Flächenanteile von Problem- und Sanierungsgebieten (PG + SG) an der gesamten Wasserschutzgebietsfläche von 2001 bis 2010, Einstufung gemäß SchALVO (Stand: 01/2010).

inhaltlicher Natur sein, sondern auch auf statistisch relevanten Messstellenumgruppierungen aufgrund von Klassen-Umstufungen und Schutzgebietsaufhebungen beruhen. So wurden z. B. von 2005 auf 2006 mehrheitlich mehr Rückstufungen von Klasse 3 auf 2 vorgenommen als Höherstufungen. Der Klassenwechsel von mittlerweile weniger belasteten Schutzgebieten aus Nitratklasse 3 in 2 kann zu einer Erhöhung der mittleren Belastung in Klasse 2 führen.

2.4.2.2 MITTELFRISTIGE VERÄNDERUNGEN INNERHALB UND AUSSERHALB VON WASSERSCHUTZGEBIETEN (ENTWICKLUNG SEIT 1994)

Abb. 2.4-12 zeigt die mittelfristige Entwicklung seit 1994, ebenfalls für konsistente Messstellengruppen, basierend auf der im Jahr 2009 aktuellen Lage der Landesmessstellen innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten.

Fazit: Auch diese Auswertung zeigt den in den letzten sechzehn Jahren allgemein abnehmenden Trend bei der Nitratbelastung und zwar sowohl innerhalb wie auch außerhalb von Wasserschutzgebieten. Der Trend wird von einzelnen Anstiegen unterbrochen, wobei dieser von 2004 auf 2005 aufgrund des Trockenjahres 2003 am größten ist. Erfreulich ist, dass 2005 der Anstieg der mittleren Nitratkonzentrationen innerhalb der Wasserschutzgebiete deutlich geringer

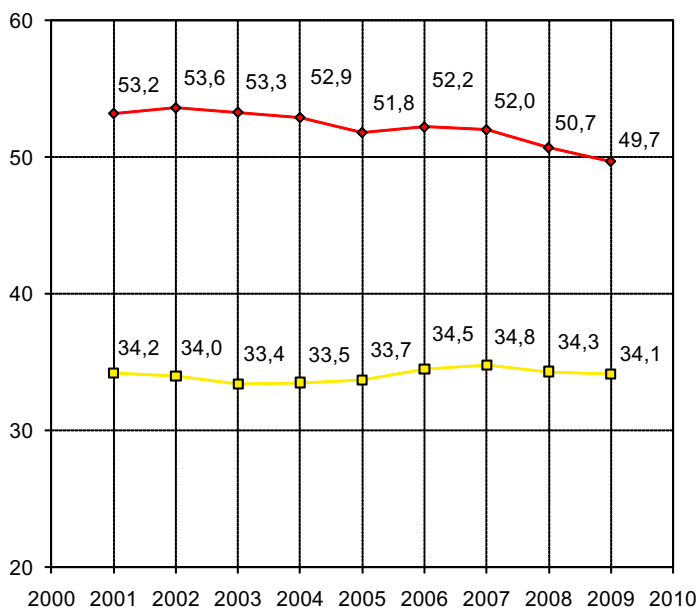
ausgefallen war als außerhalb. Während damals der Anstieg im Grundwasser außerhalb der Wasserschutzgebiete 0,7 mg/l betrug, war innerhalb der Wasserschutzgebiete eine geringere Zunahme von nur 0,3 mg/l festzustellen.

Seit 2007 fallen die Nitratwerte wieder und auch im Jahr 2009 setzt sich der abnehmende Trend weiter fort. Die mittleren Nitratgehalte pro Jahr liegen in 2009 so niedrig wie noch niemals zuvor.

Die Auswertung von allen in der Datenbank vorhandenen 1.719 alljährlich mindestens einmal beprobten – d. h. konsistenten – Landesmessstellen und Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen (Stichtag 01.03.2010) mit der Differenzierung auf die Messstellenebene innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten lässt – wie schon in den letzten Jahren – beim Gesamtrend seit 1994 keine großen Unterschiede zu erkennen. Bei beiden konsistenten Messstellengruppen beobachtet man seit 1994 einen allgemein sinkenden Trend von jeweils etwa minus 0,25 bis 0,30 mg/l • Jahr.

Die Abnahmen gegenüber 1994 betragen 2009 für Messstellen außerhalb von Wasserschutzgebieten derzeit minus 5,8 mg/l (- 19,9 %), für Messstellen innerhalb von Wasserschutzgebieten minus 4,6 mg/l (- 17,0 %).

Mittlere Nitratkonzentrationen für konsistente SchALVO-Nitratklassen-Messstellengruppen (Einstufung/Jahr)



- NK 3** 2001 - 121 Mst. in 90 WSG von 182 WSG (51%)
 2002 - 126 Mst. in 90 WSG von 177 WSG (53%)
 2003 - 164 Mst. in 109 WSG von 169 WSG (60%)
 2004 - 153 Mst. in 106 WSG von 155 WSG (78%)
 2005 - 183 Mst. in 117 WSG von 140 WSG (84%)
 2006 - 167 Mst. in 109 WSG von 122 WSG (89%)
 2007 - 162 Mst. in 100 WSG von 111 WSG (90%)
 2008 - 172 Mst. in 108 WSG von 112 WSG (96%)
 2009 - 162 Mst. in 97 WSG von 106 WSG (92%)
- NK 2** 2001 - 194 Mst. in 142 WSG von 319 WSG (49%)
 2002 - 218 Mst. in 160 WSG von 344 WSG (50%)
 2003 - 305 Mst. in 219 WSG von 341 WSG (55%)
 2004 - 316 Mst. in 225 WSG von 323 WSG (75%)
 2005 - 381 Mst. in 246 WSG von 297 WSG (83%)
 2006 - 378 Mst. in 238 WSG von 289 WSG (82%)
 2007 - 385 Mst. in 246 WSG von 294 WSG (84%)
 2008 - 418 Mst. in 260 WSG von 292 WSG (89%)
 2009 - 441 Mst. in 285 WSG von 303 WSG (94%)



Abb. 2.4-11: Entwicklung der jährlichen Mittelwerte für Nitrat von 2001 bis 2009 für die pro Jahr eingestuften SchALVO-Nitratklassen-Messstellengruppen über alle pro Jahr und pro Messstelle zur Verfügung stehenden Nitratwerte (SchALVO-Einstufungsbasis: 2001 bis 2009), Datenquelle: alle Landesmessstellen und alle Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen, aber nur Messstellen in WSG, die für die WSG-Einstufung maßgebend sind.

Mittlere Nitratkonzentrationen für jährlich beobachtete Messstellengruppen innerhalb und außerhalb von WSG

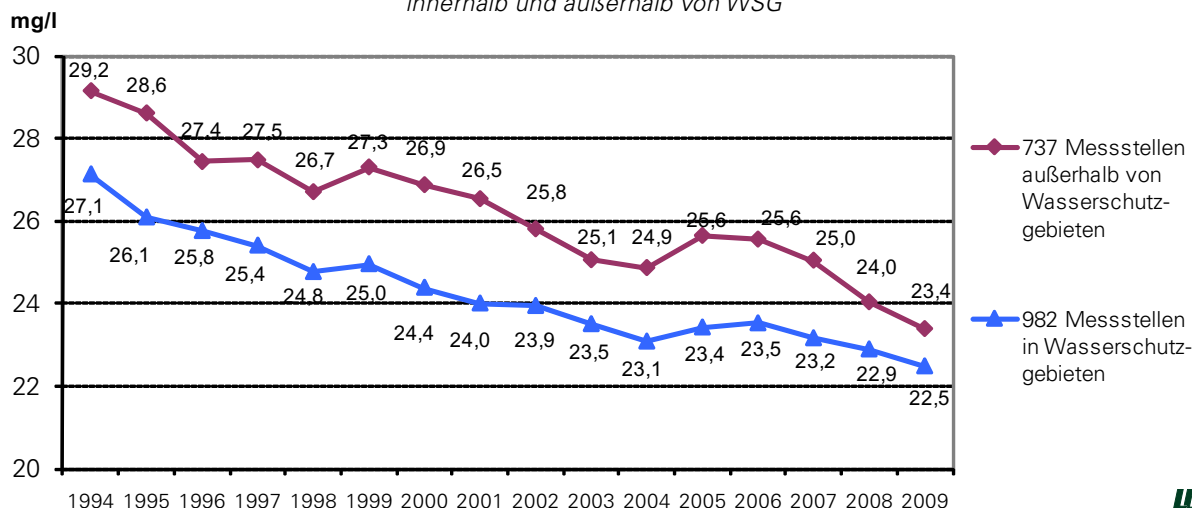


Abb. 2.4-12: Entwicklung der jährlichen Mittelwerte für Nitrat von 1994 bis 2009 für 982 konsistente Messstellen in Wasserschutzgebieten (WSG) und für 737 konsistente Messstellen außerhalb von Wasserschutzgebieten über alle pro Jahr und pro Messstelle zur Verfügung stehenden Nitratwerte, (Stichtag 01.03.2010), Datenquelle: alle Landesmessstellen und alle Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen.

2.5 Pflanzenschutzmittel (PSM)

2.5.1 ZULASSUNG, VERWENDUNG, KLASSIFIZIERUNG

Die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln erfolgt in Deutschland durch das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL). Einzelheiten zum Verfahren sind im Bericht „Ergebnisse der Beprobung 2008“ [LUBW 2009] zusammengefasst. Die Richtlinie 91/414/EWG, die das Prüfungs- und Zulassungsverfahren bisher EU-weit regelt, wird künftig durch die „Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln und zur Aufhebung der Richtlinien 79/117/EWG und 91/414/EWG des Rates“ abgelöst. Diese Verordnung gilt ab dem 14. Juni 2011. Sie hat unmittelbare Gesetzeskraft in den Mitgliedsstaaten und muss somit nicht in nationales Recht umgesetzt werden. Trotzdem

muss auch das deutsche Pflanzenschutzgesetz novelliert werden, um Konsistenz zwischen EU-Recht und nationalem Recht herzustellen.

Derzeit (Stand April 2010) sind in der Bundesrepublik Deutschland 255 Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe in 1.167 Handelsprodukten auf dem Markt. Im Jahr 2008 entfiel der mit 53,7 % mengenmäßig weitaus größte Anteil auf die Herbizide, gefolgt von den Fungiziden mit 33,2 % und den Insektiziden mit rund 3 % (Tabelle 2.5-1). Die meisten PSM werden in der Landwirtschaft eingesetzt, während nur etwa 1 % der abgesetzten Wirkstoffmenge auf den Bereich Haus und Garten entfällt. Pflanzenschutzmittel dürfen gemäß Pflanzenschutzmittelgesetz nur auf Freilandflächen angewendet werden, die landwirtschaftlich, gärtnerisch oder forstwirtschaftlich genutzt werden. Dennoch werden insbesondere Herbizide auf Nichtkulturland, wie

Tabelle 2.5-1: Inlandsabsatz an Wirkstoffen 2000 – 2008 in Tonnen.

Wirkstoffklasse	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2008 Anteil in %
Herbizide	16.610	14.942	14.328	15.350	15.923	14.698	17.015	17.147	18.626	53,7
Fungizide	9.641	8.246	10.129	10.033	8.176	10.184	10.251	10.942	11.505	33,2
Insektizide	845	740	742	779	1.082	827	813	1.092	909	2,6
Sonstige	3.232	3.957	4.332	4.002	3.704	3.803	3.740	3.502	3.624	10,5
Summe	30.328	27.885	29.531	30.164	28.885	29.512	31.819	32.683	34.664	100,0

Quelle: Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland 2008 – Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (www.bvl.bund.de)

auf und an Böschungen, gepflasterten oder nicht versiegelten Brach- und Betriebsflächen, Flugplätzen, Gleisanlagen, Straßen sowie auf Parkplätzen angewendet, um diese Flächen z. B. zur Wahrung der Verkehrs- und Betriebssicherheit oder aus optischen Gründen von Pflanzenbewuchs frei zu halten. Diese Anwendungen bedürfen nach Pflanzenschutzgesetz jeweils einer Ausnahmegenehmigung durch das zuständige Landratsamt oder das Regierungspräsidium.

Neben der Klassifizierung der PSM nach ihrer Wirkung ist es auch gebräuchlich, sie nach Stoffklassen einzuteilen, zu denen sie aufgrund ihrer chemischen Struktur gehören. Damit eng verbunden ist auch die analytische Bestimmungsmethode. Die Stoffklassen, zu denen die wichtigsten synthetisch-organischen Pflanzenschutzmittelwirkstoffe gehören, sind in [LUBW 2009] mit beispielhaften Vertretern angegeben.

2.5.2 UMWELTRELEVANZ, BERICHTSPFLICHTEN, FUND-AUFKLÄRUNG

Die Grundwasserrichtlinie (2006/118/EG vom 12. Dezember 2006) bzw. die TrinkwV vom 21.05.2001 legt für die jeweilige Einzelkonzentration der PSM-Wirkstoffe und deren relevante Metaboliten einen Grenzwert von 0,1 µg/l fest. Darüber hinaus wird in der TrinkwV für die vier Organochlorverbindungen Aldrin, Dieldrin, Heptachlor und Heptachlorepoxid ein niedrigerer Grenzwert von je 0,03 µg/l festgelegt. Für die Summe der PSM-Wirkstoffe und ihrer relevanten Metaboliten, für die ein Einzelgrenzwert definiert ist, gilt ein Grenzwert von 0,5 µg/l. Die genannten Grenzwerte sind nicht toxikologisch abgeleitet, sondern Vorsorgewerte aus Gründen des Gesundheitsschutzes, um anthropogene Stoffe vom Trinkwasser fernzuhalten. Die Werte der Grundwasserrichtlinie wurden in den Entwurf der deutschen Grundwasserverordnung (Stand 14. Juni 2010) als „Schwellenwerte“ übernommen.

Die Ergebnisse der PSM-Untersuchungen aus den Landesmessnetzen (Grundwassermessnetz der LUBW, Kooperationsmessnetz Grundwasser der WVU sowie die Rohwasserdaten der Trinkwasserdatenbank) werden regelmäßig an das Umweltbundesamt übermittelt, das diese Daten veröffentlicht. Werte über 0,1 µg/l werden zudem an das BVL weitergeleitet, das auf dieser Grundlage als Zulassungsbehörde den Zulassungsinhaber mit der Fundaufklärung beauftragt und ggf. die Zulassung modifizieren kann.

2.5.3 PROBENNAHME UND ANALYTIK

Die Konzentrationen der PSM-Wirkstoffe im Grundwasser liegen üblicherweise im sehr niedrigen Bereich von ng/l bis µg/l. Daher muss bereits die Probennahme mit entsprechender Sorgfalt durchgeführt werden. Die Vorgehensweise sowie die zu verwendenden Probennahmegeräte, Aufbewahrungsbedingungen und Analysemethoden sind im „Leitfaden für Probennahme und Analytik von Grundwasser“ [LfU, 2001] beschrieben. In den meisten Fällen werden die Wirkstoffe nach einem Anreicherungsschritt (Festphasen- oder Flüssig/Flüssig-Extraktion) mittels der Gaschromatographie (GC) oder der Hochleistungs-Flüssigkeits-Chromatographie (HPLC) getrennt und mit einem geeigneten Detektor quantitativ bestimmt. In den letzten Jahren ist noch die Methode der Flüssigchromatographie mit Tandem-Massenspektrometrie (LC/MS-MS) hinzugekommen. Bei diesem Verfahren ist auch eine Direktinjektion möglich, d. h., der Anreicherungsschritt kann entfallen.

Ergebnisse aus Ringversuchen zeigen, dass man bei diesen spurenanalytischen Verfahren je nach Substanz mit einer sogenannten „erweiterten Messunsicherheit“ von 30 – 60% rechnen muss [LUBW 2009]. Erweiterte Messunsicherheit bedeutet, man multipliziert die Vergleichsstandardabweichung des Ringversuchs mit einem Erweiterungsfaktor, der in der Regel 2 beträgt, und gelangt so zu einem Vertrauensniveau von ungefähr 95 %.

Die am häufigsten angegebene Bestimmungsgrenze bei den 27 im Jahr 2009 im LUBW-Landesmessnetz untersuchten Wirkstoffen und Metaboliten war 0,05 µg/l. Bei den bereits seit vielen Jahren in der Routineanalytik gemessenen Stoffen wie den Triazinen und deren Metaboliten wurden auch Bestimmungsgrenzen von 0,02 oder sogar 0,01 µg/l angegeben.

Alle PSM-Befunde mit Überschreitungen des Trinkwassergrenzwerts bzw. der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie an den Landesmessstellen wurden durch Paralleluntersuchungen, Analysen von Rückstellproben oder durch Nachbeprobungen mit mindestens dreifacher Parallelbestimmung in verschiedenen Laboratorien abgesichert. Dieser hohe finanzielle und logistische Aufwand für die Qualitätssicherung ist erforderlich, um für die Berichtspflichten gegenüber Bund und Land sowie für die Fund-

aufklärung durch die Zulassungsinhaber belastbare Daten vorlegen zu können.

2.5.4 BISHER UNTERSUCHTE WIRKSTOFFE

Tabelle 2.5-2 gibt einen Überblick über die Zahl der Messstellen, die seit 1995 im LUBW-Grundwassermessnetz auf die aufgelisteten 116 PSM-Wirkstoffe und Metaboliten untersucht wurden. Aus Kostengründen und aufgrund der sehr breiten Palette überwachungsrelevanter PSM-Parameter ist es nicht möglich, jeden Wirkstoff in jedem Jahr zu analysieren. Häufig wurden daher bestimmte Stoffe zunächst pilotmäßig an ausgewählten Messstellen und dann je nach Bedeutung auch im gesamten Messnetz untersucht. Die Aufstellung beinhaltet sowohl die vom Land beauftragten Analysen (in Fettdruck darge-

stellt) als auch die von den Wasserversorgungsunternehmen im Rahmen der Kooperationsvereinbarungen an die Grundwasserdatenbank übermittelten Analysen. Im Jahr 2005 steigt bei zahlreichen Wirkstoffen die Zahl der Messstellen gegenüber den Vorjahren beträchtlich auf weit über 3.000 Messstellen an. Dies ist insbesondere auf die Kooperationsvereinbarung aus dem Jahre 2003 zurückzuführen, die die Übermittlung von PSM-Analysen für die im Rahmen der SchALVO notwendigen Wasserschutzgebietseinstufungen vorsieht. Damit steht in Baden-Württemberg für sehr viele Wirkstoffe und Metaboliten eine große und statistisch verlässliche Datenbasis zur Verfügung. Der Wiederholungsturnus landesweiter Messungen macht dabei auch Aussagen zu Trendentwicklungen möglich.

Tabelle 2.5-2: Gesamtzahl der auf PSM untersuchten Messstellen im Grundwassermessnetz 1995 – 2009. Es sind nur Wirkstoffe und Metaboliten genannt, die an mindestens 100 Messstellen untersucht wurden; Fettdruck: Wirkstoffe und Metaboliten, die vorwiegend im Auftrag der LUBW untersucht wurden. Datengrundlage: Grundwasserdatenbank, Abfrage 04/2010, Landesmessstellen und Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen.

Wirkstoff/Metabolit	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D)		598				158		2156		2754	903	481	784	720	846
2,4-DB		121													
2,4,5-TP															
2,6-Dichlorbenzamid			2124	213	652	2315	2305	921	798	416	3650	615	958	907	951
Alachlor	122	157					314					1635			
Aldicarb	116						310								
Aldrin	124	135							2223	103					
Ametryn	128	148													
Aminomethylphosphonsäure (AMPA)			152					195							
Atrazin	2571	2695	784	1220	1185	2704	2690	1271	961	571	3692	701	1036	1014	997
Azinphos-Ethyl		100													
Azinphos-Methyl															
Bentazon		563				2148		2133		2757	942	492	800	730	841
Bifenox													554	583	566
Bromacil	2274	2381	329	919	842	2388	2371	941	800	407	3635	628	968	944	966
Carbofuran	282	305	149	127	142	130									
Chlorfenvinphos	122	160													
Chloridazon	105					159						1622		291	1632
Chlorpyrifos			348					2133							
Chlorthalonil														238	233
Chlortoluron	2092	103	273			2216		2194		102	242	3178	263	718	655
Cyanazin	312	537	211	250	290	481	677	261			206	1739	106		
Desethylatrazin	2573	2697	792	1218	1186	2702	2682	1274	961	572	3688	700	1036	1016	997
Desethylterbuthylazin	1200	2529	563	1096	1070	2638	2610	1196	923	536	3678	690	1027	1009	990
Desisopropylatrazin	1252	2559	546	1123	1077	2632	2610	1200	929	538	3680	684	1019	1008	990
Desmetryn	180	197	116	133	126	138									
Diazinon	170	173	2237	229	110		107	2220							
Dicamba								2131		2736	902	479	777	721	831
Dichlorbenil	244	273	2210	243	133	284	305	205		164	208	163			
Dichlordiphenyldichlor- ethen (p,p') DDE (p,p')		114							2183						

Wirkstoff/Metabolit	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Dichlordiphenyltrichlor-ethan (o,p') DDT (o,p')		114							2178						
Dichlordiphenyltrichlor-ethan (p,p') DDT (p,p')		114							2183						
Dichlorprop (2,4-DP)		595				158		2161		2756	901	486	784	721	847
Dichlorvos															
Diclofenthion															
Dieldrin									2220						
Diflufenican												1612			
Dimethachlor														238	233
Dimethenamid												1615		238	232
Dimefuron								197							
Dimethoat	206	146	2210	202		110	107	2220							
Dimoxystrobin														238	233
Disulfoton			308					2133							
Diuron	2100	112	614			2219		2195		103	241	3190	263	718	656
Endosulfan, -α		112							2183						
Endosulfan, -β		112							2189						
Endrin									2189						
Epoiconazol												1615			
Ethofumesat												1615			
Etrimfos	123	131													
Fenitrothion		114	2182	167				2185							
Fluazifop-Butyl		101													
Flufenacet												1615		238	233
Flufenoxuron			307				311								
Flurtamone														238	233
Flusilazol														575	559
Formothion			351												
Glyphosat			304					195							
Heptachlor									2223						
Heptachlorepoxyd, cis-									2184						
Heptachlorepoxyd, trans-									2183						
Hexachlorbenzol		112							2183						
Hexachlorcyclohexan, -α		114						313	2182						
Hexachlorcyclohexan, -β		114						312	2187						
Hexachlorcyclohexan, -γ								313	2186						
Hexachlorcyclohexan, -δ (Lindan)	133	174						316	2188						
Hexazinon	2262	2394	364	951	875	2422	2398	984	777	422	3637	651	1003	954	979
Isodrin									2182						
Isoproturon	2134	127	2213	143		2239		2199		105	243	3187	262	717	659
Linuron	2052		142			120		2165			236	3169	258	710	652
Lenacil						119									
Malathion	103		2190	169				2190							
MCPA		190				157		2165		2760	931	482	790	723	845
MCPB		121													
Mecoprop (MCPP)		595				164		2167		2762	928	488	786	724	847
Mercaptodimethur							311								
Metalaxyl	973	2296	275	894	73	2341	2313	888	731	335	3620	573	930	1063	1142
Metamitron		100				152						1616			
Metazachlor	1297	2610	600	1164	1133	2671	2637	1232	936	552	3681	690	1090	1169	1187
Methabenzthiazuron	2058		244			166		2165			239	3164	260	712	654
Methoxychlor	131														
Metobromuron	374		134												
Metoxuron	374		134												
Metolachlor	1249	2609	619	1163	1132	2648	2623	1206	936	553	3684	681	1075	1171	1187
Metribuzin	243	280	113	146	122	197	193					1636			

Wirkstoff/Metabolit	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Mevinphos	103														
Monuron			107												
Monolinuron	298														
Neburon			307												
Oxadixyl		100													
Parathion-Ethyl (E 605)	259	353	2222	273	142	222	185	2227							
Parathion-Methyl	291	306	147	163	141	126									
Penconazol												1615			
Pendimethalin	204	310	2248	247	179	293	276	2205					587	625	623
Pentachlornitrobenzol (Quintocen)									2183						
Pethoxamid														238	233
Phenmedipham		100													
Prometryn	143	151													
Propazin	1260	2505	543	1070	1019	2586	2558	1154	903	518	3673	680	1019	1003	984
Propoxur		114													
Propiconazol												1615			
Quinmerac														238	230
Sebutylazin	206	260	2244	266	203	262	251	2286	117	132	190	183		110	153
Simazin	2521	2630	677	1165	1153	2687	2659	1248	935	552	3681	693	1028	1010	992
Terbazil		291		109	139	237	227	114			136				
Terbutryn	143	156													
Terbutylazin	2510	2629	699	1162	1153	2688	2663	1246	939	558	3684	693	1028	1008	991
Tetrachlordiphenylethan (p,p') TDE,p,p'		114							2183						
Thiacloprid														238	233
Tolyfluanid														251	238
Topramezone														238	233
Triallat	310	496	206	188	250	361	304	185		112	181	1692			
Trifloxystrobin															
Triadimenol	122	141													
Trifluralin		129	2174	174		144	130	2177							
Tritosulfuron															
Vinclozolin	124	215		122		123	123								

2.5.5 PSM-UNTERSUCHUNGEN IM JAHR 2009

MESSUMFANG

Für die Untersuchungskampagne im Herbst 2009 wurden 23 PSM-Wirkstoffe und vier Metaboliten ausgewählt (Tab. 2.5-3). Als Kriterien wurden positive Befunde in der Vergangenheit, ein hoher Inlandsabsatz und das Vorliegen von Ringversuchsergebnissen herangezogen. Neben den persistenten Triazinen wie Atrazin, Simazin und deren Metaboliten wurden zahlreiche Phenoxyalkancarbonsäuren und Phenylharnstoffe untersucht. Überwiegend handelt es sich um Herbizide; Fungizide sind Flusilazol und Metalaxyl. Von den 23 Wirkstoffen haben derzeit 15 eine Zulassung. Die nicht mehr zugelassenen Wirkstoffe werden im Landesmessnetz weiterhin untersucht, da einige aufgrund ihrer Persistenz immer noch im Grundwasser nachzuweisen sind.

ERGEBNISSE

Seit 2007 werden die Pflanzenschutzmittel in einem vierjährigen Turnus untersucht, d. h., in jedem Jahr werden etwa 25 % der Messstellen beprobt, sodass nach vier Jahren von allen Messstellen, für die die LUBW zuständig ist, Ergebnisse vorliegen. Im Jahr 2009 wurde das dritte Viertel des Messnetzes untersucht. Befunde über dem Wert von 0,1 µg/l werden jeweils im Folgejahr weiter verfolgt. Im Jahr 2009 wurden die in Tabelle 2.5-4 aufgelisteten Substanzen gemessen. Der Metabolit 2,6-Dichlorbenzamid wurde inzwischen als „nichtrelevant“ eingestuft und wird daher im nächsten Abschnitt behandelt. Nachfolgend werden somit die Ergebnisse von 26 Substanzen ausgewertet. Einige Messwerte waren unplausibel und wurden nicht für die Auswertung herangezogen, daher schwankt die Zahl der Messstellen zwischen 470 und 484,

Tabelle 2.5-3: Im Jahr 2009 bei der Herbstbeprobung untersuchte 23 Wirkstoffe und 4 Metaboliten (fett = zugelassen, normal = nicht mehr zugelassen, kursiv = Metabolit).

Wirkstoff/Metabolit	Status	Inlandsabsatz in t 2008*	Hauptsächliches Einsatzgebiet*
2,4-D	zugelassen	25 – 100	Herbizid in Getreide
<i>2,6-Dichlorbenzamid</i>	-	-	nichtrelevanter Metabolit des nicht mehr zugelassenen Herbizids Dichlobenil
Atrazin	nicht mehr zugelassen seit 1991 (in BW in WSG seit 1988 verboten)	-	Herbizid in Mais
Bentazon	zugelassen	100 – 250	Herbizid im Ackerbau, Gemüsebau, in Kombination mit Terbutylazin in Mais, in Komb. mit Dichlorprop in Getreide
Bifenox	zugelassen	25 – 100	Herbizid in Wintergetreide, Winterraps
Bromacil	nicht mehr zugelassen seit 1990	-	Herbizid, häufig auf Gleisanlagen
Chlortoluron	zugelassen	100 – 250	Herbizid in Getreide
<i>Desethylatrazin</i>	-	-	Metabolit des nicht mehr zugelassenen Herbizids Atrazin
<i>Desethylterbutylazin</i>	-	-	Metabolit des Herbizids Terbutylazin
<i>Desisopropylatrazin (Desethylsimazin)</i>	-	-	Metabolit der nicht mehr zugelassenen Herbicide Atrazin bzw. Simazin
Dicamba	zugelassen	25 – 100	Herbizid, meist in Kombination mit MCPA und 2,4-D im Rasen
Dichlorprop	zugelassen	100 – 250	Herbizid in Getreide
Diuron	nicht mehr zugelassen seit Ende 2007	-	Herbizid, häufig auf Gleisanlagen eingesetzt
Flusilazol	zugelassen	25 – 100	Fungizid in Getreide und Rüben
Hexazinon	nicht mehr zugelassen seit 1990	-	Herbizid, häufig auf Gleisanlagen eingesetzt
Isoproturon	zugelassen	> 1000	Herbizid in Getreide
Linuron	nicht mehr zugelassen seit Mitte 1997	-	Herbizid
MCPA	zugelassen	250 – 1000	Herbizid in Getreide, in Komb. mit Dicamba im Rasen
Mecoprop (MCP)	zugelassen	100 – 250	Herbizid in Getreide
Metalaxyl	zugelassen	25 – 100	Fungizid in Hopfen, Zierpflanzen, Kräutern
Metazachlor	zugelassen	250 – 1000	Herbizid in Raps, Kohl
Methabenzthiazuron	nicht mehr zugelassen seit 1996	-	Herbizid
S-Metolachlor	zugelassen	250 – 1000	Herbizid in Mais
Pendimethalin	zugelassen	250 – 1000	Herbizid in Getreide, Mais
Propazin	nicht mehr zugelassen seit 1985	-	Herbizid
Simazin	nicht mehr zugelassen seit 1990	-	Herbizid
Terbutylazin	zugelassen	-	250 – 1000

* Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit: Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland 2008, www.bvl.bund.de

insgesamt lagen 12.441 Einzelbefunde vor. Die am häufigsten auftretende Bestimmungsgrenze war 0,05 µg/l. Dieser Wert wird daher als Schwellenwert für die Bewertung unbelastet/belastet bei den nachfolgenden Auswertungen herangezogen.

Von den 26 untersuchten Substanzen wurden folgende 9 Wirkstoffe an keiner einzigen Messstelle in Konzentrationen $\geq 0,05 \mu\text{g/l}$ gefunden:

- 2,4-D
- Bifenox
- Chlortoluron
- Dicamba
- Dichlorprop
- Linuron
- MCPA
- Methabenzthiazuron
- Pendimethalin

Insgesamt 396 Messstellen waren unbelastet, 96 Messstellen waren mit einem bis maximal sechs Wirkstoffen bzw. Metaboliten in Konzentrationen $\geq 0,05 \mu\text{g/l}$ belastet. An 23 Messstellen lag eine Substanz über der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie/Grenzwert der TrinkwV von $0,1 \mu\text{g/l}$, an 11 Messstellen zwei Substanzen und an je einer Messstelle lagen drei, fünf bzw. sechs Substanzen über $0,1 \mu\text{g/l}$. Die Überschreitungshäufigkeiten der PSM-Befunde $\geq 0,05 \mu\text{g/l}$ und $> 0,1 \mu\text{g/l}$ zeigt Abbildung 2.5-1. Die höchsten Belastungen an mehr als 1 % der Messstellen werden von Desethylatrazin, Bentazon, Atrazin, Hexazinon und Bromacil hervorgerufen. Davon ist nur noch Bentazon zugelassen, bei den anderen handelt es sich quasi um „Altlasten“ und das Abbauprodukt Desethylatrazin. Die Ergebnisse sind nicht vergleichbar mit den Ergebnissen der Beprobungen 2007 und 2008, da es sich um unterschiedliche Stichproben der Messstellen handelt. Das Gesamtbild ergibt sich erst nach der Herbstbeprobung 2010, wenn alle Messstellen des Gesamtmessnetzes untersucht worden sind.

2.5.6 METABOLITEN: SONDERUNTERSUCHUNG DER LUBW IM OKTOBER 2009 UND MESSUNGEN IM KOOPERATIONSMESSNETZ WASSERVERSORGUNG

Bereits im Oktober 2008 untersuchte die LUBW an 238 Messstellen eine Vielzahl von Metaboliten von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen, deren Metaboliten in Lysimeterstudien im Rahmen des PSM-Zulassungsverfahrens in Konzentrationen von mehr als $10 \mu\text{g/l}$ bzw. in Konzentrationen von 1 bis $10 \mu\text{g/l}$ im Sickerwasser aufgetreten waren. Im Oktober 2009 wurde diese Messkampagne an 233 der 238 Messstellen wiederholt, fünf Messstellen konnten aus verschiedenen Gründen nicht beprobt werden.

Das Messprogramm wurde um weitere Metaboliten, für die in der Zwischenzeit Referenzsubstanzen für die Analytik synthetisiert wurden, ergänzt (Tabelle 2.5-4). Damit konnten rund 87 % der vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) im Jahr 2008 genannten Metaboliten untersucht werden.

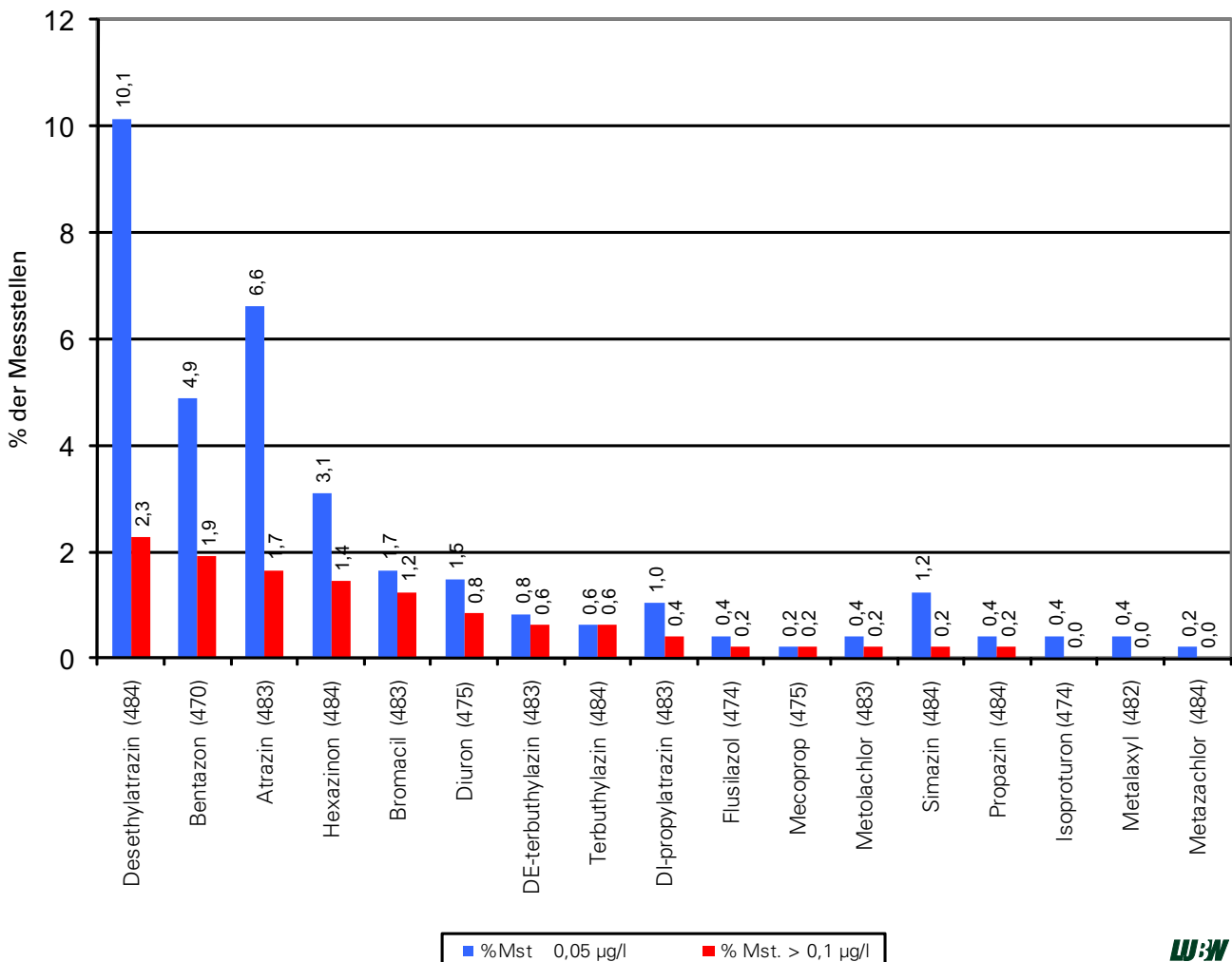


Abb. 2.5-1: Überschreitungshäufigkeiten bei den PSM-Untersuchungen 2009, in Klammern: Anzahl der jeweils untersuchten Messstellen.

Weiterhin wurden die Auswertungen um folgende Messergebnisse ergänzt:

- Ergebnisse von 2,6-Dichlorbenzamid, das bei der routinemäßigen Herbstbeprobung der LUBW mitgemessen wird,
- Daten aus dem Kooperationsmessnetz Wasserversorgung mit Messungen auf die Metaboliten B und B1 von Chloridazon (Desphenylchloridazon und Methyl-desphenylchloridazon) an 1643 bzw. 1625 Rohwassermessstellen sowie um DMS, den Metaboliten von Tolyfluamid, an 1626 Rohwassermessstellen.

Zur Konzentrationsbestimmung der meisten der in Tabelle 2.5-4 genannten Metaboliten kam die Flüssigchromatografie mit Tandemmassenspektrometrie zum Einsatz. Es handelt sich dabei um ein relativ neues Verfahren, das in der Routineanalytik noch nicht auf breiter Basis etabliert ist. Daher wurden als Qualitätssichernde Maßnahme etwa 100 Proben doppelt bestimmt. Dazu wurden Messstellen ausgewählt, die bereits 2008 höhere Metabolitenkonzentrationen aufwiesen. Die Übereinstimmung der Befunde dieser Parallelmessungen war überwiegend gut.

2.5.6.1 ERGEBNISÜBERSICHT

Von den 16 untersuchten Wirkstoffen waren 9 ohne Positivbefund an allen 233 Messstellen:

- Chlorthalonil
- Dimethachlor
- Dimoxystrobin
- Flufenacet
- Flurtamone
- Pethoxamid
- Thiacloprid
- Tolyfluamid
- Trifloxystrobin

Bei den anderen 7 Wirkstoffen schwankte die Zahl der Positivbefunde zwischen eins und sieben: Tritosulfuron (1 Positivbefund), Chloridazon, Metazachlor und Dimethenamid (je 2), Quinmerac (3), Metalaxyl (4) und Metolachlor (7).

Von den 40 untersuchten Metaboliten waren 15 ohne Positivbefund an allen 233 Messstellen (mit * gekennzeichnet: erstmals gemessen im Oktober 2009):

- R 611965 / M5 von Chlorthalonil
- SYN 528702 von Dimethachlor
- CGA 373464 von Dimethachlor*
- SYN 530561 von Dimethachlor*
- CGA 102935 von Dimethachlor*
- BH 479-11 von Metazachlor
- CGA 50720 von S-Metolachlor*
- CGA 50267 von S-Metolachlor*
- CGA 37735 von S-Metolachlor*
- 505M08 von Dimoxystrobin
- 505M09 von Dimoxystrobin
- MET-42 von Pethoxamid *
- NOA 413163 von Trifloxystrobin
- CGA 321113 von Trifloxystrobin
- BH 635-4/635M01 von Tritosulfuron

Weitere acht Metaboliten traten mit Positivbefunden, jedoch unterhalb von 0,1 µg/l, auf:

- CGA 50266 von Dimethachlor (an 5 Mst.)
- BH 479-9 von Metazachlor (an 4 Mst.)
- Metabolit M23 von Dimethenamid (an 2 Mst.)
- M2 von Flufenacet (an 1 Mst.)
- CGA 62826/NOA 409045 von Metalaxyl (an 4 Mst.)
- CGA 108906 von Metalaxyl (an 3 Mst.)
- Metabolit BH 518-2 von Quinmerac (an 1 Mst.)
- M30/YRC 2894 von Thiacloprid (an 1 Mst.) *

Die Messwertverteilung der anderen 17 Metaboliten ist in Abbildung 2.5-2 zusammengestellt. Im Falle der Chloridazonmetaboliten und von DMS wurden die Ergebnisse der LUBW-Sonderuntersuchung Metaboliten Oktober 2009 und die Ergebnisse aus dem Kooperationsmessnetz (Januar bis Dezember 2009) zusammengefasst. Ferner wurden noch die Ergebnisse von 2,6-Dichlorbenzamid aus der routinemäßigen Herbstbeprobung 2009 hinzugefügt. Zur einheitlichen und vereinfachten Darstellung wurde als niedrigste Konzentrationsklasse der Bereich unterhalb von 0,05 µg/l gewählt, ausgerichtet an der höchsten vorkommenden Bestimmungsgrenze aller Substanzen. Durch diese Einteilung fällt auch ein positiver Befund von 0,03 µg/l eines Stoffs, bei dem die Bestimmungsgrenze mit 0,01 µg/l angegeben war, in diese unterste Klasse.

Die Abstufung der Belastung ist ähnlich den Ergebnissen der bisherigen Beprobungen der letzten Jahre. Die mit Abstand höchste Belastung stammt von den Metabo-

Tabelle 2.5-4: Übersicht über die zugelassenen Wirkstoffe und deren Metaboliten, die im Lysimeterversuch in Konzentrationen über 10 µg/l und zwischen 1 und 10 µg/l aufgetreten sind (Zusammenstellung des BVL). In roter Schrift: Wirkstoffe und Metaboliten, von denen Referenzsubstanzen zur Verfügung standen.

Wirkstoff	Wirkbereich	(Haupt-) Kulturen	Metabolit Fettschrift: in Lysimeterstudien > 10 µg/l Normalschrift: in Lysimeterstudien 1...10 µg/l
Chloridazon	Herbizid	Rüben	■ Desphenylchloridazon „Metabolit B“ ■ Methyl-Desphenylchloridazon „Metabolit B1“
Chlorthalonil	Fungizid	Weizen, Kartoffeln, Gerste, Spargel	■ R 417888 / Vis-01 / M12 „Chlorthalonil-Sulfonsäure“ ■ R 471811 / M4 ■ R 419492 / M8 ■ R 418503 / M13 ■ R 611965 / M5 ■ M7
Dimethachlor	Herbizid	Raps	■ CGA 50266 „Dimethachlorsäure“ ■ CGA 354742 „Dimethachlor-Sulfonsäure“ ■ SYN 528702 * ■ CGA 373464 * ■ CGA 369873 ■ SYN 530561 * ■ CGA 102935
Metazachlor	Herbizid	Raps, Gemüse, Zierpflanzen	■ BH 479-4 „Metazachlorsäure“ ■ BH 479-8 „Metazachlor-Sulfonsäure“ ■ BH 479-9 ■ BH 479-11 ■ BH 479-12
S-Metolachlor	Herbizid	Mais	■ CGA 51202/CGA 351916 „S-Metolachlorsäure“ ■ CGA 380168/CGA 354743 „S-Metolachlor-Sulfonsäure“ ■ CGA 368208 * ■ CGA 357704 * ■ CGA 50720 * ■ CGA 50267 * ■ CGA 37735 * ■ NOA 413173 *
Dimethenamid-P	Herbizid	Mais, Rüben, Gemüse, Zierpflanzen	■ M27 ■ M23
Dimoxystrobin	Fungizid	Raps, Weizen	■ 505M08 ■ 505M09
Flufenacet	Herbizid	Getreide, Mais, Gemüse, Erdbeere, Ziergehölze	■ M2
Flurtamone	Herbizid	Getreide	■ TFA (Trifluoressigsäure)
Metalaxyl-M	Fungizid	Kartoffeln, Tabak, Mais, Raps, Gemüse, Hopfen, Weinbau	■ CGA 62826 / NOA 409045 ■ CGA 108906
Pethoxamid	Herbizid	Mais	■ MET-42 *
Quinmerac	Herbizid	Raps, Rübe	■ BH 518-2
Thiacloprid	Insektizid	Acker-, Gemüse-, Obstbau, Zierpflanzen	■ M30 / YRC 2894 *
Trifloxystrobin	Fungizid	Getreide, Rüben, Reben, Obst, Zierpflanzen	■ NOA 413161 ■ NOA 413163 ■ CGA 321113
Tritosulfuron	Herbizid	Mais, Getreide	■ BH 635-4 / 635M01

Widerruf oder Ruhen der Zulassung bei Mitteln mit folgenden Wirkstoffen:

Tolyfluamid	Fungizid	Reben, Obst, Hopfen	■ N,N-Dimethylsulfamid (DMS)
Dichlobenil	Herbizid	Reben, Obst, Zierpflanzen	■ 2,6-Dichlorbenzamid **

* wurden im Rahmen der Sonderuntersuchung Metaboliten Oktober 2009 erstmals gemessen

** wurde im Rahmen der routinemäßigen Herbstbeprobung (Kapitel 2.5.5), nicht im Rahmen der Sonderuntersuchung Metaboliten Oktober 2009 gemessen

liten des Wirkstoffs Chloridazon und von DMS. Danach folgen Metaboliten von Metolachlor, Metazachlor und Dimethachlor.

Von den neun neu als Referenzsubstanzen synthetisierten und daher erstmals untersuchten Substanzen treten die drei S-Metolachlor-Metaboliten NOA 413173, CGA 368208 und CGA 357704 mit Positivbefunden auf, jedoch überwiegend im Konzentrationsbereich unter 1 µg/l.

2.5.6.2 EINZELERGEBNISSE AUSGEWÄHLTER METABOLITEN

Nachfolgend werden die Ergebnisse einiger ausgewählter Wirkstoffe und ihrer Metaboliten, die bei der Beprobung Oktober 2009 in höherer Befundquote und Konzentration aufgetreten sind, vorgestellt.

Bei der Kartendarstellung der Chloridazonmetaboliten wurde als Hintergrund der Anteil des Rübenanbaus an der landwirtschaftlichen Fläche dargestellt. Das Jahr 1999 der Bodennutzungshaupterhebung des Statistischen Landesamts wurde gewählt, da eine MVZ (mittlere Verweilzeit) des Grundwassers von etwa 10 Jahren im Schnitt die

mittleren Verhältnisse in Baden-Württemberg recht gut trifft, auch wenn die MVZ je nach Hydrogeologischer Einheit zwischen einigen Monaten und mehreren Jahrzehnten liegt. Bei der Kartendarstellung von DMS, dem Metaboliten des Tolyfluanid, wurden die Kulturen Obstbau und Weinbau aus der Landnutzungskarte Landsat 2000 als Hintergrund dargestellt.

CHLORIDAZON

Für das Rübenherbizid Chloridazon und seine beiden Metaboliten Desphenylchloridazon (Metabolit B) und Methydesphenylchloridazon (Metabolit B1) lag durch die Untersuchungsergebnisse des Kooperationsmessnetzes Wasserversorgung im Jahr 2009 eine sehr gute Datenbasis vor. Landesweit stellten die Wasserversorgungsunternehmen die Daten von 1.643 bzw. 1.625 Messstellen zur Verfügung. Hinzu kamen die 233 Messstellen aus der Sonderuntersuchung der LUBW im Oktober 2009, sodass insgesamt 1.876 bzw. 1.858 Messstellen ausgewertet werden konnten.

Der Wirkstoff selbst wurde nur an einer einzigen Messstelle in einer Konzentration von 0,5 µg/l gefunden. Dort lagen bereits in den Vorjahren Konzentrationen von 0,18

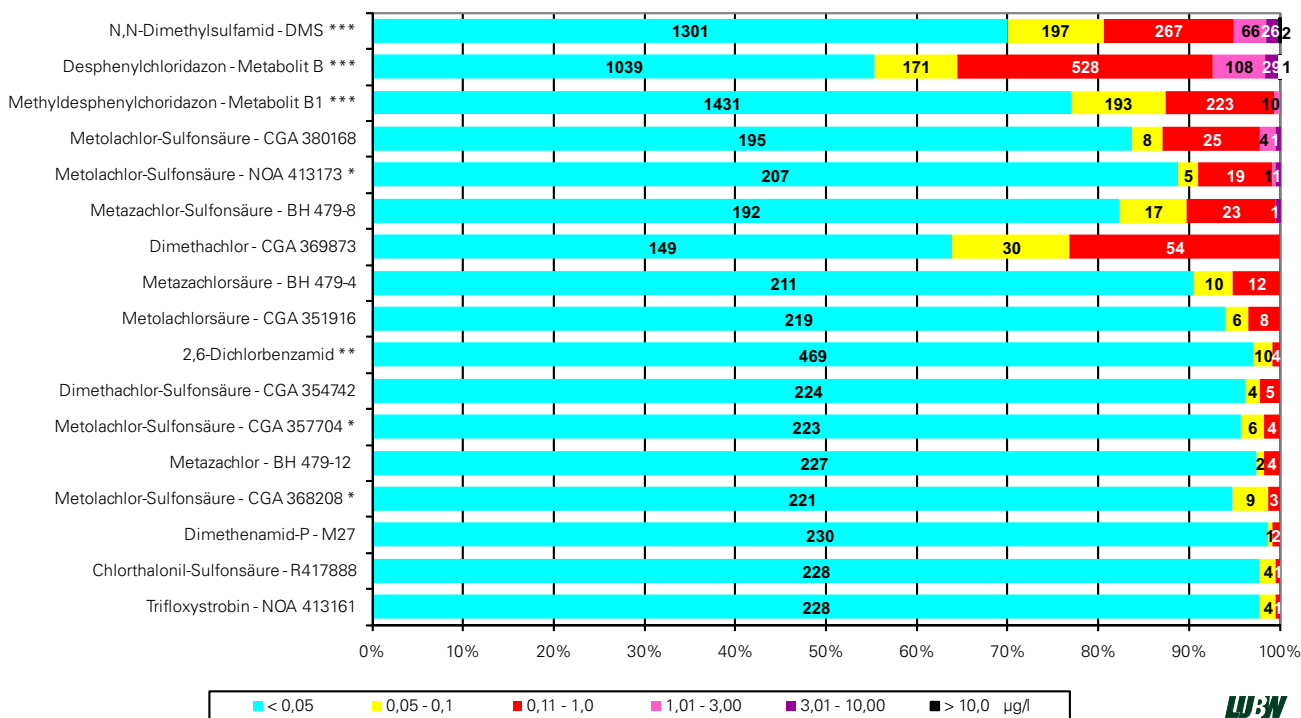


Abb. 2.5-2: Konzentrationsverteilung der Positivbefunde PSM-Metaboliten, jeweils 233 Messstellen bei der LUBW-Sonderuntersuchung Oktober 2009 und weiterer Daten

* erstmalige Messung bei der Sonderuntersuchung Oktober 2009

** Daten aus der routinemäßigen Herbstbeprobung 2009 der LUBW; 2,6-Dichlorbenzamid (483 Messstellen)

*** zuzüglich der Daten aus dem Kooperationsmessnetz: DMS (1.626 Mst.), Metabolit B (1.643 Mst.) und B1 (1.625 Mst.).

und 0,17 µg/l vor. Desphenylchloridazon ist an insgesamt 57,9 % der Messstellen in Konzentrationen von 0,03 bis 11,0 µg/l nachweisbar. Die Belastung mit Methyl-desphenylchloridazon ist geringer, dort liegen positive Befunde an 26,3 % der Messstellen im Bereich von 0,02 bis 3,1 µg/l vor. Der Wert von 3 µg/l wurde im Falle von Desphenylchloridazon an 1,6 % und im Falle von Methyl-desphenylchloridazon an 0,05 % der Messstellen überschritten.

Gegenüber den früheren Messkampagnen der LUBW sind die Befundquoten stark zurückgegangen, da bei die-

sen vorangegangenen Messungen die Auswahl der Messstellen in erster Linie risikobasiert erfolgte, d. h. hauptsächlich Messstellen im Einflussbereich von Rübenfeldern mit entsprechend hoher Belastung umfasste. Dies ist bei der Auswertung 2009 nicht der Fall, aber man erhält durch die hohe Datendichte eine repräsentative Aussage in der Fläche.

Die Ergebnisse der Chloridazon-Metaboliten in ihrer regionalen Verteilung zeigt Abbildung 2.5-3. Die Flächenanteile von Zuckerrüben und Futterrüben sind zusam-

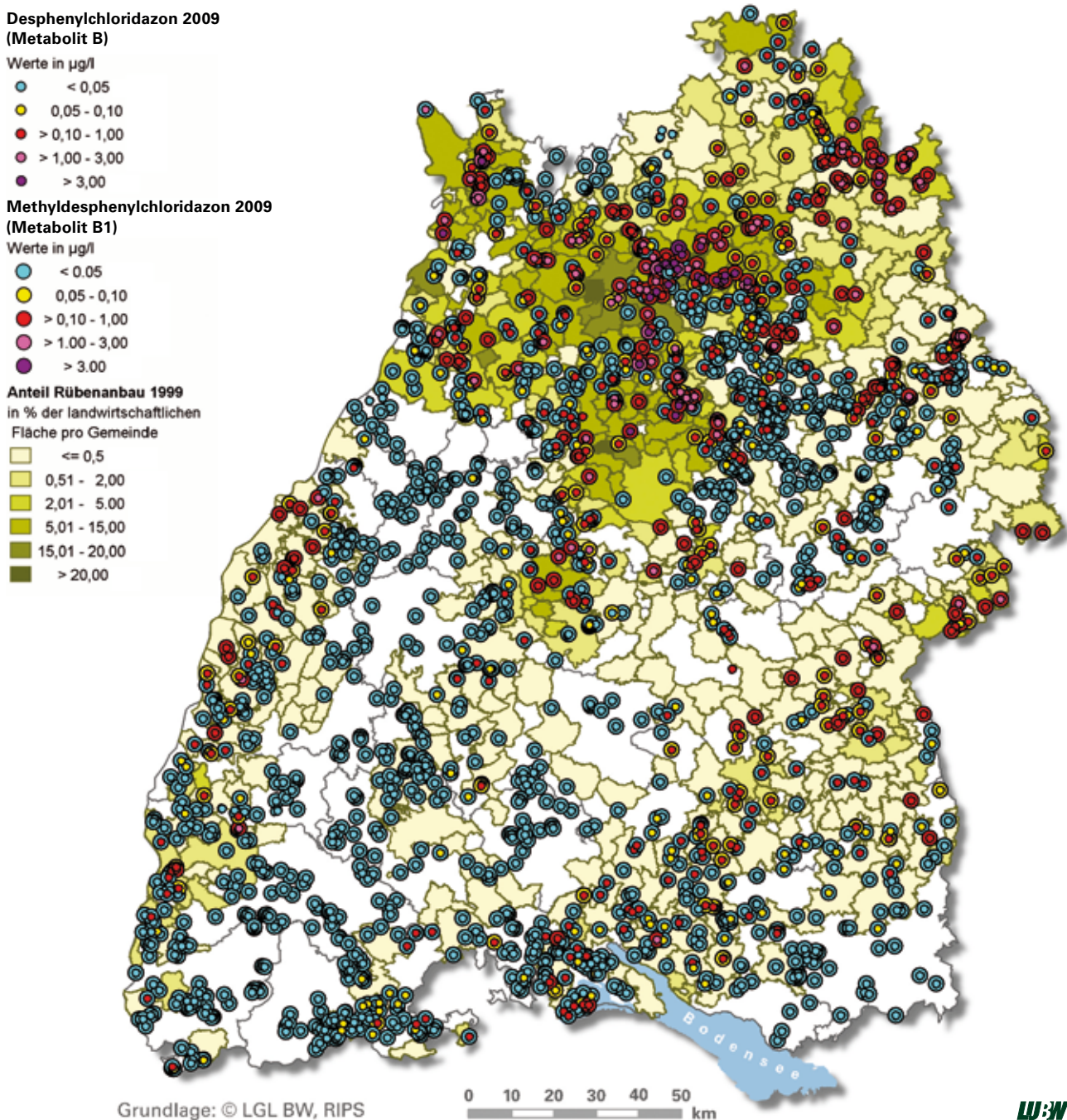


Abb. 2.5-3: Konzentrationsverteilung der Chloridazon-Metaboliten im Rübenanbau; Datengrundlage: 233 Messstellen aus der Sonderuntersuchung Oktober 2009 sowie zusätzlichen Daten aus dem Kooperationsmessnetz, Metabolit B (1.643 Mst.) und B1 (1.625 Mst.). (Der Gesundheitliche Orientierungswert (GOW) beträgt für beide Metaboliten 3 µg/l, siehe Abschnitt 2.5.6.4.)

mengefasst, wobei die Futterrüben eine eher untergeordnete Rolle spielen. Der Schwerpunkt der Belastung mit den Chloridazon-Metaboliten liegt im nördlichen Landesteil in den Hauptanbaugebieten für Zuckerrüben. Auch in der Oberrheinebene, in Oberschwaben und im Alb-Donau-Kreis treten zahlreich erhöhte Befunde auf. Durch die höhere Zahl von Messstellen treten die Gebiete mit hohen Belastungen umso deutlicher hervor.

Zur Verminderung des Eintrags von Chloridazon wurde Anfang 2007 zwischen den Umwelt- und Gesundheitsbehörden Baden-Württembergs und Bayern und dem Hersteller von Chloridazon eine freiwillige Vereinbarung abgeschlossen, „aus Vorsorgegründen keine chloridazonhaltigen Produkte mehr auf Rübenanbauflächen in sensiblen und für die Trinkwassergewinnung bedeutenden Gebiete zu verwenden sowie auf Produkte, die größere Wirkstoffmengen an Chloridazon enthalten, in Baden-Württemberg und Bayern generell zu verzichten.“ Diese Vereinbarung galt ab der Zuckerrübensaison 2007. Aufgrund der mittleren Verweilzeit von mehreren Jahren in den betreffenden Zuckerrübenanbaugebieten wird die Auswirkung dieser Maßnahme erst in einigen Jahren messbar sein.

DIMETHACHLOR – RAPS

Der Wirkstoff Dimethachlor wurde, wie schon in den Vorjahren, an keiner einzigen Messstelle gefunden. Es sind sieben Metaboliten bekannt, drei davon wurden erstmals im Oktober 2009 untersucht. Die vier Metaboliten SYN 528702, CGA 373464, SYN 530561 und CGA 102935 waren nicht nachweisbar. Bei der Dimethachlorsäure (CGA 50266) war ein Befund 0,05 µg/l, ferner gab es noch vier Positivbefunde unter 0,05 g/l. Die Dimethachlorsulfonsäure wurde an 9 Messstellen in Konzentrationen zwischen 0,05 und 0,25 µg/l gefunden. Auffällig häufig vertreten waren – wie schon 2008 – positive Befunde bei CGA 369873, hier lagen an 36 % der Messstellen die Konzentrationen zwischen 0,05 und dem Maximalwert von 0,9 µg/l.

Auf eine Darstellung der regionalen Belastung wurde verzichtet, sie entspricht im Wesentlichen den Verhältnissen der Sonderuntersuchung Oktober 2008 [LUBW 2009]. Von den 77 Messstellen, die bei beiden Beprobungen den Metaboliten CGA 369873 in Konzentrationen über 0,05 µg/l aufwiesen, gingen in 19 Fällen die Konzentrationen

zurück, in 9 Fällen stiegen sie an, und an 49 Messstellen war die Veränderung geringer als 0,05 µg/l.

Insgesamt ist die Belastung der untersuchten Grundwassermessstellen mit Dimethachlor-Metaboliten eher gering. Alle Werte liegen unter 1 µg/l.

METAZACHLOR – RAPS

Der Wirkstoff Metazachlor wurde an zwei Messstellen in einer Konzentration von jeweils 0,03 µg/l gefunden. Es sind fünf Metaboliten bekannt, die auch schon im letzten Jahr gemessen wurden. Wiederum tritt die Metazachlorsulfonsäure BH 479-8 mit 62 Positivbefunden von 0,01 bis 3,7 µg/l am häufigsten auf, davon liegen 21 Werte unterhalb von 0,05 µg/l. Es folgt die Metazachlorsäure BH 479-4 mit 45 Positivbefunden von 0,01 bis 1,0 µg/l, davon 23 Werte unter 0,05 µg/l. Mit deutlichem Abstand folgt der Metabolit BH 479-12 mit 11 Positivbefunden im Bereich von 0,01 bis 0,15 µg/l. Der Metabolit BH 479-9 wurde an vier Messstellen gefunden, der Maximalwert betrug 0,07 µg/l. Der Metabolit 479-11 konnte nirgends nachgewiesen werden. Die meisten höheren Befunde liegen zwischen Main-Tauber-Kreis und dem Ostalbkreis, vereinzelt auch in anderen Regionen. Die räumliche Verteilung der Befunde hat sich gegenüber der Sonderuntersuchung im Jahr 2008 nicht wesentlich geändert, daher sei auf die entsprechende Kartendarstellung in [LUBW 2009] verwiesen.

Von den 35 Messstellen, die bei beiden Beprobungen den Metaboliten CGA 369873 in Konzentrationen über 0,05 µg/l aufwiesen, gingen in 4 Fällen die Konzentrationen zurück, in 12 Fällen stiegen sie an und an 19 Messstellen war die Veränderung geringer als 0,05 µg/l.

Insgesamt liegt die Belastung der untersuchten Grundwassermessstellen mit Metazachlor-Metaboliten im mittleren Bereich der bisher untersuchten Metaboliten. Der Maximalwert beträgt 3,7 µg/l.

METOLACHLOR – MAIS

Metolachlor existiert in zwei Verbindungsformen als S-Metolachlor und R-Metolachlor, wobei nur die S-Form als Herbizid wirksam ist. Ab 2002 kam ein Gemisch mit einem gegenüber vorher wesentlich höheren Anteil an S-Metolachlor auf den Markt, sodass die empfohlene Anwendungsmenge deutlich reduziert werden kann-

te. Analytisch werden diese zwei isomeren Formen in der Routineanalytik nicht unterschieden, daher wird im vorliegenden Bericht oft auch nur die Bezeichnung „Metolachlor“ verwendet. Die Metaboliten Metolachlorsäure und Metolachlorsulfonsäure treten auch jeweils in zwei isomeren Verbindungen auf (CGA 51202/CGA 351916 bzw. CGA 380168/CGA 354743), die bei der analytischen Bestimmung ebenfalls nicht unterschieden werden.

Der Wirkstoff Metolachlor wurde an insgesamt sieben Messstellen nachgewiesen, davon an sechs Messstellen im Bereich von 0,02 – 0,07 µg/l, verteilt über die Oberrheinebene und einmal mit dem Höchstwert 0,11 µg/l in Oberschwaben.

Von Metolachlor sind acht Metaboliten bekannt, vier davon konnten erstmals gemessen werden, nachdem die Referenzsubstanzen für die Analytik zur Verfügung standen. Wie bereits bei der Beprobung im August 2008 tritt die Metolachlorsulfonsäure CGA 380168 am häufigsten auf: 50 Positivbefunde von 0,01 bis 3,3 µg/l, dann folgt die erstmals untersuchte Metolachlorsulfonsäure NOA 413173 mit 33 Positivbefunden zwischen 0,01 und 3,2 µg/l. Die Metolachlorsäure CGA 351916 ist mit 24 Positivbefunden zwischen 0,01 und 0,34 µg/l vertreten. Mit 22 Positivbefunden zwischen 0,02 und 0,27 µg/l ebenfalls recht häufig nachgewiesen wurde der erstmals gemessene Metabolit CGA 368208. Dies gilt ebenso für den Metaboliten CGA 357704 mit 14 Positivbefunden und einem Maximalwert von 0,13 µg/l. Die drei Metaboliten CGA 50720, CGA 50267 und CGA 37735 wurden nicht nachgewiesen.

Mais wird in Baden-Württemberg außer im Schwarzwald und auf der Schwäbischen Alb fast überall in unterschiedlichem Umfang angebaut. Die regionale Verteilung der Metabolitenbefunde hat sich gegenüber Oktober 2008 [LUBW 2009] kaum geändert. Mit ein bis zwei Ausnahmen werden die Metolachlorsulfonsäure und die Metolachlorsäure sowie die Metolachlormetaboliten CGA 368208, CGA 357704 und NOA 413173 ausschließlich in der Oberrheinebene gefunden. Dort wird einerseits viel Mais angebaut, und andererseits weist die Grundwasserüberdeckung nur eine relativ geringe Schutzfunktion auf. Aufgrund der dortigen mittleren Verweilzeiten von überwiegend 5 bis 15 Jahren sind erst in einigen Jahren Verbesserungen zu erwarten, wenn u.a. die Auswirkungen

des seit 2002 eingesetzten S-Metolachlor mit höherem Wirkstoffgehalt und damit verringerten Anwendungsmengen zum Tragen kommen.

Von den 35 Messstellen, die bei beiden Beprobungen 2008 und 2009 die am häufigsten gefundene Metolachlorsulfonsäure in Konzentrationen über 0,05 µg/l aufwiesen, gingen in 18 Fällen die Konzentrationen zurück, in 2 Fällen stiegen sie an und an 15 Messstellen war die Veränderung geringer als 0,05 µg/l.

Insgesamt liegt die Belastung der untersuchten Grundwassermessstellen mit Metolachlormetaboliten im mittleren Bereich der bisher untersuchten Metaboliten. Der Maximalwert beträgt 3,3 µg/l.

DICHOLOBENIL – OBST- UND WEINBAU

Der inzwischen als nichtrelevant eingestufte Metabolit 2,6-Dichlorbenzamid wurde im Rahmen der Herbstbeprobung an 483 Messstellen untersucht. An 469 Messstellen (97 %) wurden Werte unter 0,05 µg/l gemessen, an 10 Messstellen lag die Konzentration zwischen 0,05 und 0,1 µg/l, an vier Messstellen über 0,1 bis maximal 0,45 µg/l.

Die Belastung der untersuchten Messstellen mit 2,6-Dichlorbenzamid ist aus heutiger Sicht eher als gering einzustufen.

TOLYFLUANID – OBST UND WEINBAU

Das BVL hat im Jahr 2008 für drei Tolyfluanid-haltige Pflanzenschutzmittel die Zulassung widerrufen, für ein Handelsprodukt das Ruhen angeordnet. Das Ruhen gilt für alle Freilandanwendungen, der Vertrieb und die Anwendung sind nur noch für den Bereich „unter Glas“ zulässig. Die frühere Zulassung umfasste die Anwendung in Weinreben, Obst, Beeren, Gemüse, Salate, Hopfen und Zierpflanzen. Dementsprechend findet man den Metaboliten DMS auch in den klassischen Obst- und Weinbaugebieten entlang der Vorbergzone in der Oberrheinebene, an der Bergstraße, am mittleren Neckar und am Bodensee. In Abbildung 2.5-4 sind diese Gebiete mit den Kulturen Obst- und Weinbau aus der Landnutzungskarte LandSAT 2000 als Hintergrund dargestellt.

Der Wirkstoff Tolyfluanid wurde bei der LUBW-Beprobung im Oktober 2009 wie auch bei den vorangegangenen

Beprobungen an keiner der 233 Messstellen nachgewiesen. Im Kooperationsmessnetz wurde Tolyfluanid nicht gemessen. Der Metabolit DMS wurde an 233 Messstellen von der LUBW untersucht, die Daten weiterer 1.626 Messstellen wurden im Rahmen der Kooperationsvereinbarung mit der Wasserversorgungswirtschaft zur Verfügung gestellt, sodass insgesamt 1.859 Messstellen ausgewertet werden konnten. Von allen untersuchten Metaboliten tritt DMS am häufigsten und in den höchsten Konzentrationen auf. Die Maximalkonzentration 2009 betrug 15 µg/l an einer Messstelle unterhalb eines Weinbergs in der Vorbergzone des Schwarzwalds. Dort wurden bereits 2006 –

2008 Werte von 16 – 21 µg/l gemessen. Insgesamt 92 Messstellen weisen eine DMS-Belastung zwischen 1 und 10 µg/l auf, 267 Messstellen zwischen 0,11 und 1 µg/l.

Die Belastung mit DMS ist von allen untersuchten Metaboliten nach Fundhäufigkeit und gemessenen Konzentrationen am häufigsten. Die Höchstwerte gehen bis 15 µg/l.

2.5.6.3 BEWERTUNG DER PSM-METABOLITEN

Bei den untersuchten Metaboliten handelt es sich ausnahmslos um Substanzen, die im Sinne des Pflanzenschutzrechts als „nichtrelevante Metaboliten“ eingestuft

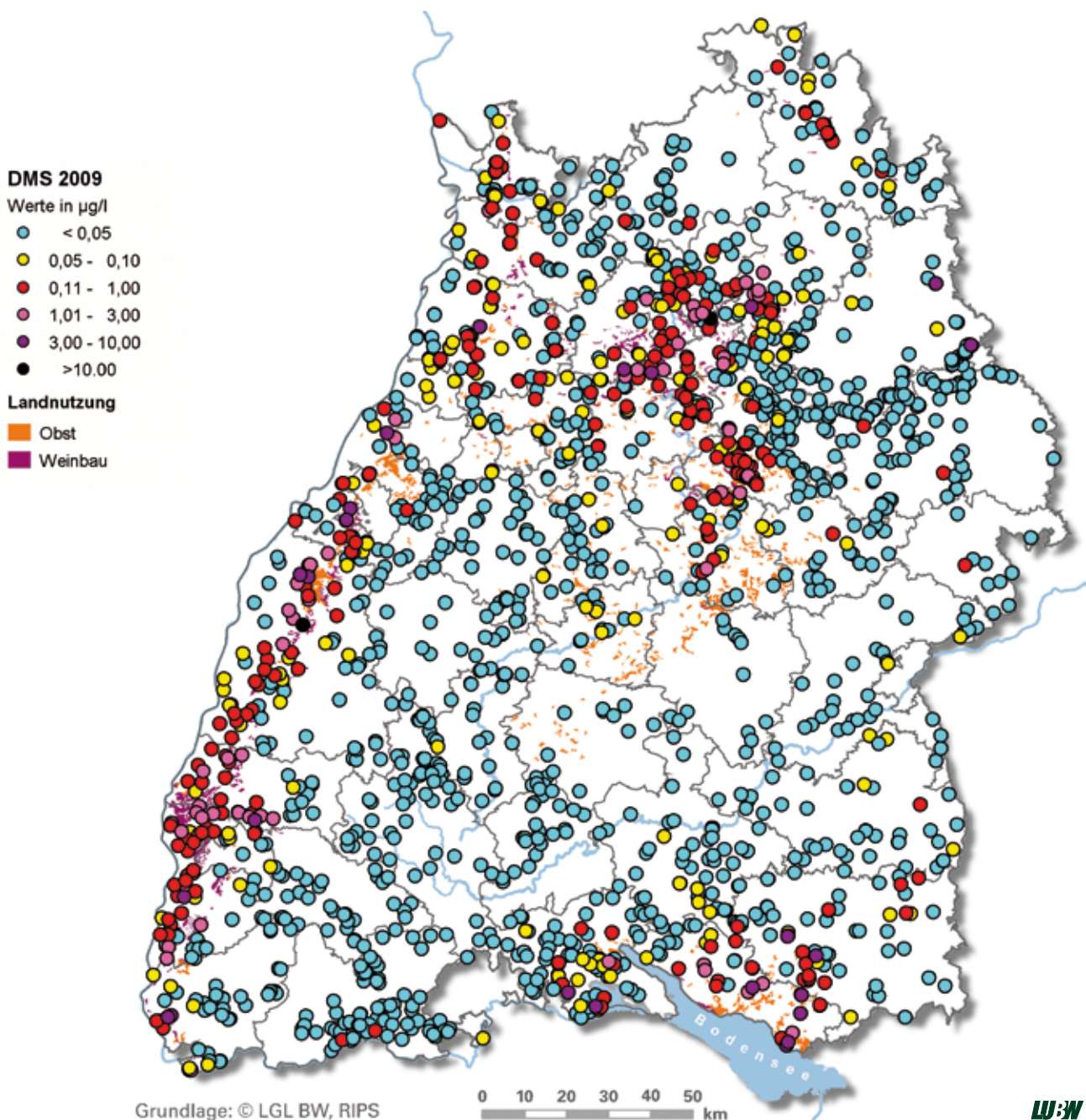


Abb. 2.5-4: Konzentrationsverteilung des Tolyfluanid-Metaboliten N,N-Dimethylsulfamid (DMS) im Obst- und Weinbau, 233 Messstellen, Sonderuntersuchung Oktober 2009, sowie weitere Daten von 1.626 Messstellen aus dem Kooperationsmessnetz 2009. (Der Gesundheitliche Orientierungswert (GOW) beträgt für DMS 1 µg/l, siehe Abschnitt 2.5.6.4).

Tabelle 2.5-5: Überschreitungen der Gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW) bei der Sonderuntersuchung Oktober 2009, (Bewertungsstand der GOW: 06.11.2009 unter www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwassertoikologie/tabelle_gow_nrm.pdf)

Metabolit	GOW in µg/l	Anz. Mst.	Anz. Mst. > GOW	% Mst. > GOW	Maximalwert in µg/l
DMS	1,0	1.859	94	5,1	15,0
Desphenylchloridazon (B)	3,0	1.876	30	1,6	11,0
Metolachlor-Metabolit NOA 413173	1,0	233	2	0,9	3,2
Metolachlor-Sulfonsäure CGA 380168	3,0	233	1	0,4	3,30
Metazachlor-Sulfonsäure BH 479-8	3,0	233	1	0,4	3,70
Methyl-desphenylchloridazon (B1)	3,0	1.858	1	0,05	3,10
Chlorthalonil-Sulfonsäure R 417888	3,0	233	0	0,0	0,12
Chlorthalonil-Metabolit R 611965	3,0	233	0	0,0	< 0,05
Metazachlorsäure BH 479-4	1,0	233	0	0,0	1,00
Metazachlor-Metabolit BH 479-9	3,0	233	0	0,0	0,07
Metazachlor-Metabolit BH 479-11	1,0	233	0	0,0	< 0,03
Metazachlor-Metabolit BH 479-12	1,0	233	0	0,0	0,15
Metolachlorsäure CGA 351916	3,0	233	0	0,0	0,34
Metolachlor-Metabolit CGA 368208	3,0	233	0	0,0	0,27
Metolachlor-Metabolit CGA 357704	3,0	233	0	0,0	0,13
Metolachlor-Metabolit CGA 50720	1,0	233	0	0,0	<0,03
Metolachlor-Metabolit CGA 50267	3,0	233	0	0,0	<0,03
Dimethenamid-Metabolit M27	1,0	233	0	0,0	0,14
Dimethenamid-Metabolit M23	1,0	233	0	0,0	0,04
Metalaxyl-Metabolit CGA 62826	1,0	233	0	0,0	0,05
Metalaxyl-Metabolit CGA 108906	1,0	233	0	0,0	0,06
Quinmerac-Metabolit BH 518-2	1,0	233	0	0,0	0,07
Thiacloprid-Metabolit M 30 /YRC 2894	1,0	233	0	0,0	0,09
Trifloxystrobin-Metabolit NOA 413161	1,0	233	0	0,0	0,14
Trifloxystrobin-Metabolit NOA 413163	1,0	233	0	0,0	<0,05
Trifloxystrobin-Metabolit CGA 321113	1,0	233	0	0,0	< 0,05
Tritisulfuron-Metabolit BH 635-4	1,0	233	0	0,0	< 0,03
2,6-Dichlorbenzamid	3,0	485	0	0,0	0,45

sind, d. h., sie haben keine pestizide Wirkung mehr und sind nicht bedenklich hinsichtlich ihrer Human- und Ökotoxizität. Inzwischen gibt es eine Übereinkunft zwischen dem Bund und den Ländern, dass nach Pflanzenschutzrecht als nichtrelevant eingestufte Metaboliten auch trinkwasserschutzrechtlich als nichtrelevant einzustufen sind und umgekehrt. Nichtrelevant bedeutet jedoch nicht, dass diese Stoffe für das Grundwasser ohne Bedeutung sind. Es handelt sich dabei um grundwasserfremde Stoffe, deren Eintrag ins Grundwasser aus Gründen eines nachhaltigen Ressourcenschutzes so weit wie möglich zu vermeiden ist.

Im Februar 2009 veröffentlichte das Umweltbundesamt (UBA) zusammen mit dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) erstmals die Liste „Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) für nicht relevante Metaboliten (nrM) von Wirkstoffen aus Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln“¹. Diese GOW gelten als Empfehlung für das Trinkwasser, die Liste wird ständig aktualisiert. Grundlage war die Veröffentlichung des UBA vom 4. April

2008 „Trinkwasserhygienische Empfehlung stoffrechtlich ‚nicht relevanter‘ Metaboliten von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln im Trinkwasser“². Darin wird bei Vorliegen aussagekräftiger toxikologischer Studien für „nicht relevante Metaboliten“ ein trinkwasserhygienisch bis auf Weiteres (vorerst dauerhaft) hinnehmbarer gesundheitlicher Orientierungswert GOW von 3,0 µg/l genannt, bei schlechterer Datenlage ein GOW von 1,0 µg/l. Damit wird dem Vorsorgeprinzip Rechnung getragen. Darüber hinaus legte das UBA noch einen trinkwasserhygienisch vorübergehend hinnehmbaren Vorsorge-Maßnahmenwert von 10 µg/l fest.

Tabelle 2.5-5 zeigt den Vergleich der bei der Sonderuntersuchung Oktober 2009 gemessenen Metaboliten mit den bisher veröffentlichten GOW (Bewertungsstand 06.11.2009). Derzeit sind GOW für 28 von den 40 im

1 http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwassertoikologie/tabelle_gow_nrm.pdf

2 http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwasserkommission/empfehlung_nrm.pdf

Oktober 2009 untersuchten Metaboliten festgelegt. Die GOW werden nur hilfsweise für die Bewertung herangezogen, denn bei den Proben handelt es sich um Grundwasser, nicht um Trinkwasser. Der Metabolit 2,6-Dichlorbenzamid, der im Rahmen des Routineuntersuchungsprogramms 2009 gemessen wurde, ist ebenfalls bei dieser Betrachtung berücksichtigt. Am häufigsten überschritten (5,1 % der Messstellen) wird der GOW demnach von DMS, das auch den höchsten Maximalwert von 15 µg/l aufweist. Danach folgt ein starker Abfall der Überschreitungsquote auf 1,6 %, 0,9 % und 0,4 % bei Desphenylchloridazon und den Sulfonsäuren von Metolachlor und Metazachlor. Gegenüber der Datenauswertung der Beprobung 2008 sind die prozentualen Überschreitungsquoten bei den Metaboliten von Chloridazon und bei DMS deutlich zurückgegangen, da die Auswertung 2009 nicht nur risikobasiert ausgewählte Messstellen umfasste. Trotzdem bleiben DMS und Desphenylchloridazon weiterhin Spitzenreiter der Belastung. Bei 21 der 28 betrachteten nichtrelevanten Metaboliten wurden die GOW bei Weitem nicht erreicht, d. h., die Maximalwerte lagen deutlich unter den GOW. Aus dem Vorsorgeprinzip heraus ist auch bei diesen Substanzen die weitere Verringerung der Konzentrationen im Grundwasser anzustreben.

Hinsichtlich des weiteren Vorgehens werden die vorhandenen Belastungen insbesondere bei DMS und den Metaboliten von Chloridazon in den nächsten Jahren weiter verfolgt. Tolyfluamid-haltige Mittel waren spätestens ab Dezember 2008 für Freilandanwendungen nicht mehr zugelassen und somit war die Eintragsquelle gestoppt. Bei Chloridazon wurde als Maßnahme zur Verringerung der Einträge bereits im Frühjahr 2007 eine freiwillige Vereinbarung mit den Herstellern abgeschlossen. In beiden Fällen wird aber der Rückgang der Konzentrationen wegen der teilweise langen Fließzeiten im Untergrund möglicherweise erst in einigen Jahren festzustellen sein.

Zu den Wirkstoffen Dimethachlor, Metazachlor und Metolachlor finden neben weiteren Messungen auch Fundaufklärungen und Gespräche mit den Herstellern mit dem Ziel statt, auf lokaler Ebene entsprechende Maßnahmen zur Verringerung der Eintragsmengen zu ergreifen. Der bereits im Jahr 2006 begonnene Dialog zwischen den betroffenen Behördenvertretern aus Baden-Württemberg und Bayern sowie mit den Herstellern wird weitergeführt.

2.5.7 BEWERTUNG DER GESAMTSITUATION DER PFLANZENSCHUTZMITTEL

Seit 1995 wurden im qualitativen Landesgrundwassermessnetz bei den Routinebeprobungen im Herbst auf insgesamt 82 PSM-Wirkstoffe und Metaboliten einmalig oder mehrfach untersucht (Tabelle 2.5-2). Darüber hinaus stehen in der Datenbank für diesen Zeitraum PSM-Messwerte von weiteren Wirkstoffen und Metaboliten zur Verfügung, die von den WVU im Rahmen der Kooperation zur Verfügung gestellt wurden.

Um einen Überblick über die Belastung mit Pflanzenschutzmitteln und deren Metaboliten zu erhalten, wurden die Daten der letzten 10 Jahre von 2000 bis 2009 ausgewertet. Die Zahl der untersuchten Messstellen schwankte dabei erheblich zwischen 1 und 4.678. Am seltensten gemessen wurden beispielsweise Chlormephos, Dinosebacetat, Fluazinam und Pirimicarb, am häufigsten Desethylatrazin. Damit die Liste nicht zu umfangreich wird, wurden Stoffe nicht berücksichtigt, wenn sie an weniger als 100 Messstellen untersucht wurden. Diese Einschränkung betrifft 46 Stoffe, wobei sämtliche Befunde unterhalb der Bestimmungsgrenze lagen. Bei Vorliegen mehrerer Messwerte an einer Messstelle wurde der Medianwert berechnet. Damit kamen insgesamt 96 Wirkstoffe und 5 Metaboliten in die Auswertung. 58 Wirkstoffe, d. h. 60 %, sind inzwischen verboten bzw. nicht mehr zugelassen, 38 Wirkstoffe haben derzeit eine Zulassung. Die Wirkstoffe und ihre Metaboliten wurden je nach Häufigkeit der Nachweise bzw. Überschreitungen des Werts von 0,1 µg/l klassifiziert (Tabelle 2.5.6). Für die Wirkstoffe und die relevanten Metaboliten handelt es sich hierbei um Überschreitungen der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie bzw. des Grenzwerts der Trinkwasserverordnung. Die nicht relevanten Metaboliten wurden inzwischen teilweise bewertet, sind jedoch nicht Gegenstand dieser Überblicksdarstellung. Der Metabolit 2,6-Dichlorbenzamid wurde in der Tabelle nicht mehr berücksichtigt, da er inzwischen als „nicht relevant“ Metabolit eingestuft wurde (siehe Internet-Zitat an Tabelle 2.5-5).

Die Ergebnisse zur Gesamtsituation zeigen:

- 43 Substanzen wurden an keiner einzigen Messstelle gefunden, darunter 13 zugelassene und 29 nicht mehr zugelassene Wirkstoffe sowie 1 Metabolit.

- Positive Befunde in Konzentrationen unter dem Wert 0,1 µg/l lagen von 35 Stoffen vor (14 zugelassene und 20 nicht mehr zugelassene Wirkstoffe sowie 1 Metabolit).
 - Überschreitungen des Werts 0,1 µg/l an bis zu 1 % der Messstellen werden durch 22 Stoffe verursacht (12 zugelassene und 8 nicht mehr zugelassene Wirkstoffe sowie 2 Metaboliten).
 - Die meisten Überschreitungen des Werts 0,1 µg/l werden immer noch durch den Metaboliten Desethylatrazin an 99 von 4.678 Messstellen, d. h. an 2,1 % der Messstellen hervorgerufen.
- Bei der Auswertung für den Zehnjahreszeitraum 2000 bis 2009 treten erfreulicherweise keine Wirkstoffe oder relevanten

Tabelle 2.5-6: Belastung der Messstellen mit PSM-Wirkstoffen und ihren Metaboliten in den letzten zehn Jahren. Es sind nur Wirkstoffe und Metaboliten aufgeführt, die im Zeitraum 2000 – 2009 an mindestens 100 Messstellen untersucht wurden. Bei Vorliegen mehrerer Messwerte an einer Messstelle wurde der Medianwert berechnet.

Negative Befunde an allen Messstellen	Positive Befunde			
	in Konzentrationen bis zu 0,1 µg/l	an bis zu 1 % der Mess- stellen mit Konzentrationen über 0,1 µg/l	an 1 bis 3 % der Mess- stellen mit Konzentrationen über 0,1 µg/l	an über 3 % der Mess- stellen mit Konzentrationen über 0,1 µg/l
Aldicarb	Alachlor	2,4-D	Desethylatrazin	
Aldrin	Azinphos	Atrazin		
Ametryn	Azinphos-ethyl	Bentazon		
Carbofuran	Bifenox	Bromacil		
Desmetryn	Chlorpyrifos	Chloridazon		
Dichlobenil	Chlorthalonil	Desethylterbutylazin		
Diflufenican	Chlortoluron	Desisopropylatrazin		
Dimethachlor	Cyanazin	Dimefuron		
Dimethoat	Diazinon	Diuron		
Dimoxystrobin	Dicamba	Epoxiconazol		
Endosulfan, α-	Dichlorprop (2,4-DP)	Ethofumesat		
Endosulfan, β-	Dieldrin	Glyphosat		
Endrin	Dimethenamid	Hexazinon		
Flufenacet	Disulfoton	Hexachlorbenzol (HCB)		
Flufenoxuron	Fenitrothion	Isoproturon		
Flurtamone	Heptachlor	Mecoprop (MCP)		
HCH, β-	HCH, α-	Metalaxyl		
Heptachlorepoxyd	HCH, δ-	Metolachlor		
Heptachlorepoxyd, cis-	HCH, γ- (Lindan)	Propazin		
Heptachlorepoxyd, trans-	Isodrin	Propiconazol		
Lenacil	Linuron	Simazin		
Mercaptodimethur	Malathion	Terbutylazin		
Metobromuron	MCPA			
Metoxuron	Metazachlor			
Monolinuron	Metamitron			
Monuron	Methabenzthiazuron			
o,p'-DDT	Metribuzin			
Oxadixyl	Parathion-ethyl			
Parathion-methyl	p,p'-DDT			
Penconacol	p,p'-TDE			
Pentachlornitrobenzol	Pendimethalin			
Pethoxamid	Quinmerac			
Phenmedipharm	Sebutylazin			
p,p'-DDE	Topramezone			
Prometryn	Triallat			
Terbazil	Trifluralin			
Terbutryn				
Thiacloprid				
Tolyfluanid				
Triadimenol				
Trifloxystrobin				
Tritisulfuron				
Vinclozolin				

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank, Abfrage 04/2010, Landesmessstellen und Kooperationsmessstellen der WVU. Fettdruck: Wirkstoff hat eine Zulassung (Stand: April 2010) – Normalschrift: Wirkstoff ist nicht mehr zugelassen – Kursivschrift: Metabolit (Abbauprodukt)

te Metaboliten mehr in der Klasse „Positivbefunde an über 3 % der Messstellen mit Konzentrationen über 0,1 µg/l“ auf. Ansonsten haben sich in der Tabelle gegenüber der Auswertung 2008 nur geringfügige Verschiebungen ergeben.

Die regionale Verteilung der Messstellen mit den Hauptbelastungsstoffen Desethylatrazin, Atrazin, Bentazon, Bro-

macil und Hexazinon zeigt Abbildung 2.5-5. Datengrundlage sind die Überschreitungen des Wertes von 0,1 µg/l in den letzten fünf Jahren an Messstellen des Landesmessnetzes und des Kooperationsmessnetzes Wasserversorgung. Für diese Darstellung wurden jeweils die aktuellsten Messwerte zugrunde gelegt und der Wert von 0,1 µg/l musste an mindestens 0,5 % der Messstellen überschritten sein.

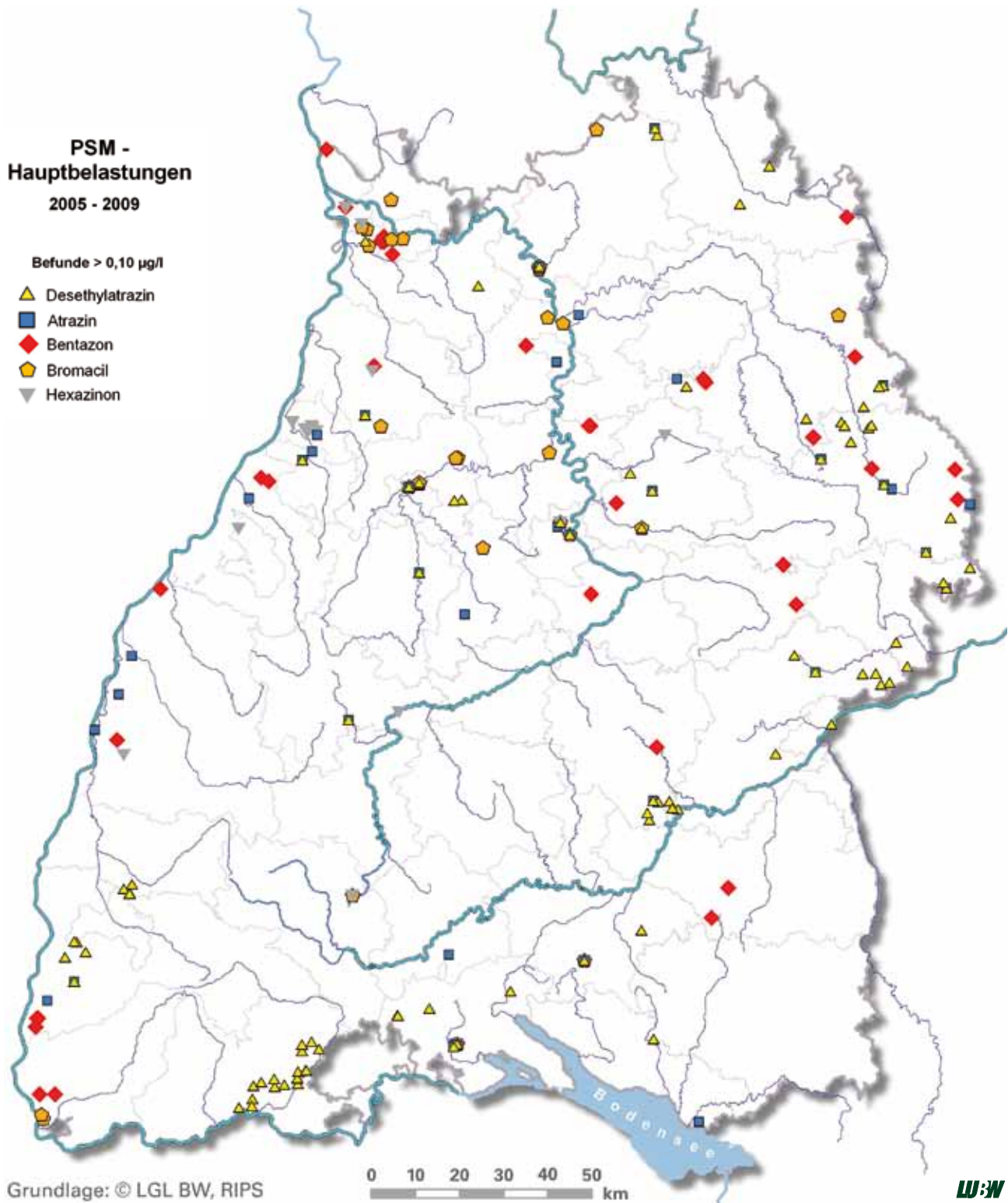


Abb. 2.5-5: PSM-Hauptbelastung: 1 Metabolit und 4 PSM-Wirkstoffe an 188 Messstellen mit Befunden über dem Grenzwert der TrinkwV bzw. der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie von 0,1 µg/l. Datengrundlage: Landesmessstellen und Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen; pro Messstelle jeweils der aktuellste Messwert aus dem Zeitraum 2005 bis 2009 (Datenabfrage 04/2010).

Desethylatrazin stellt noch immer die Hauptbelastung dar, obwohl der Ausgangsstoff Atrazin bereits seit 1991 in der Bundesrepublik verboten ist. In Baden-Württemberg war die Anwendung in Wasserschutzgebieten schon ab 1988 nicht mehr erlaubt. Die Nachweishäufigkeit ist in den letzten Jahren rückläufig. Atrazin wurde vor seinem Verbot hauptsächlich als Maisherbizid verwendet. Aufgrund seiner Persistenz ist der Wirkstoff immer noch häufig nachzuweisen, wenn auch mit rückläufiger Tendenz.

Bromacil und Hexazinon wurden in der Vergangenheit als Totalherbizide insbesondere auf Nichtkulturland eingesetzt. Beide Wirkstoffe sind seit Anfang der 1990er Jahre wegen ihrer Persistenz verboten. Betroffen ist in erster Linie das Umfeld von Gleisanlagen, die Belastung geht deutlich zurück.

Von den zugelassenen Wirkstoffen wird Bentazon am häufigsten gefunden. Allerdings haben die zahlreichen Positivbefunde in den letzten Jahren dazu geführt, dass zahlreiche Anwendungsbeschränkungen erlassen wurden. Aufgrund seiner hohen Mobilität im Untergrund wurde beispielsweise der Einsatz auf besonders durchlässigen Böden verboten. Die Belastung liegt in der gleichen Größenordnung wie bei der Vorjahresauswertung.

Das Monitoring auf Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und deren Metaboliten ist im Landesmessnetz seit mehr als 20 Jahren etabliert. Dabei konnten diejenigen Stoffe identifiziert werden, die für das Grundwasser und die Trinkwasserversorgung ein Problem darstellen können. Insbesondere die Triazine erwiesen sich als sehr schlecht im Untergrund abbaubar und damit langlebig. Nur durch ein Totalverbot, d. h. durch Beseitigen der Eintragsquelle, konnte die Belastung mit diesen Stoffen und deren Metaboliten im Laufe der Jahre reduziert werden. Insgesamt

gesehen ist die Belastung mit PSM in Baden-Württemberg in den letzten Jahren deutlich zurückgegangen. Jetzt ergriffene Maßnahmen zur Verringerung des PSM-Eintrags werden sich aufgrund der mittleren Verweilzeiten in Boden und Grundwasser sicherlich erst in einigen Jahren auswirken. Derzeit liegt der Schwerpunkt der PSM-Untersuchungen auf den nichtrelevanten Metaboliten von Wirkstoffen, die teilweise schon seit Jahrzehnten auf dem Markt sind.

2.5.8 PFLANZENSCHUTZMITTELANWENDUNG IN WASSERSCHUTZGEBIETEN

In der Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) vom 20.02.2001 sind neben Nitrat die Pflanzenschutzmittel genannt, um das Grundwasser vor Beeinträchtigungen durch Stoffeinträge aus der Landwirtschaft zu schützen. So ist in Wasserschutzgebieten die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, die Terbutylazin oder Tolyfluanid enthalten, verboten. Weiterhin können Wasserschutzgebiete als PSM-Sanierungsgebiete ausgewiesen werden, wenn das zu Zwecken der öffentlichen Wasserversorgung aus diesen Gebieten gewonnene Rohwasser eine Konzentration an Pflanzenschutzmittelwirkstoffen oder an deren Abbauprodukten von 0,1 µg/l überschreitet. Die Anwendung dieser Mittel, die den betreffenden Wirkstoff enthalten oder aus deren Wirkstoffen die den Schwellenwert überschreitenden Abbauprodukte entstehen, ist verboten. Die Pflanzenschutzmittel-Sanierungsgebiete werden jedes Jahr neu aufgrund der Analysergebnisse eingestuft und in der sogenannten Deklaratorischen Liste als Anlage 7 der SchALVO veröffentlicht. Derzeit sind die mit Stand Januar 2010 in Tabelle 2.5-7 zusammengestellten vier Wasserschutzgebiete als Sanierungsgebiete ausgewiesen. In drei Fällen ist Bentazon der Wirkstoff, der diese Einstufung verursachte und in einem Fall Metalaxyl.

Tabelle 2.5-7: Pflanzenschutzmittel-Sanierungsgebiete (Stand 01.01.2010 – GBl. 2010 S.433).

Landkreis	WSG-Nummer	WSG-Bezeichnung	Wirkstoff	Gemeinde	Fläche in ha
Esslingen	116012	Rohrbachquelle	Bentazon	Neuhausen auf den Fildern	225,1
Rastatt	216201	Stadt Gaggenau, WWK Bietigheim	Metalaxyl	Bietigheim	997,0
Rhein-Neckar-Kreis	226029	Stadt Eppelheim	Bentazon	Eppelheim	147,9
Breisgau-Hochschwarzwald	315106	ZV VW Weilertal TB 1-5	Bentazon	Auggen	876,4

2.6 LHKW – Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

2.6.1 VERWENDUNG, STOFFEIGENSCHAFTEN, EINTRAGSPFADE

Die wichtigsten Vertreter der Leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW) im Hinblick auf mögliche Grundwassergefährdungen sind Trichlorethen („Tri“), Tetrachlorethen („Per“), 1,1,1-Trichlorethan, Dichlormethan, cis-1,2-Dichlorethen, Trichlormethan (Chloroform) und Tetrachlormethan sowie Vinylchlorid (Chlorethen bzw. VC). Diese Stoffe finden z. T. seit den 1920er Jahren Verwendung in Industrie, Gewerbe, Medizin und Haushalt. Die Verbindungen cis-1,2-Dichlorethen und Vinylchlorid im Grundwasser sind meist nicht auf direkte Einträge zurückzuführen, sondern Produkte der Abbaureihe Tri/Per über cis-1,2-Dichlorethen bis zum Vinylchlorid. Dieser Abbauprozess läuft bei sauerstofffreien und methanogenen Redoxbedingungen im Grundwasser ab.

Einige Beispiele für die Verwendung von LHKW sind:

- Trichlorethen „Tri“:
Metall- und Oberflächenreinigung
- Tetrachlorethen „Per“:
Metallentfettung, Chemische Reinigung
- 1,1,1-Trichlorethan:
Metallentfettung, Lösemittel, Klebstoffe
- Dichlormethan:
Kaltreiniger, Abbeizmittel
- cis-1,2-Dichlorethen:
Lösemittel für Wachse und Harze, Abbauprodukt von „Tri“ und „Per“
- Tetrachlormethan:
Lösemittel für Fette, Öle, Harze
- Trichlormethan:
Desinfektionsmittel, mögliches Nebenprodukt bei der Desinfektion mit Chlor
- Vinylchlorid:
Synthese Polyvinylchlorid (PVC), Auskleidung Wasserfassung, Hochbehälter und Wasserleitungen, Abbauprodukt von „Tri“ und „Per“

Trichlormethan (Chloroform) gehört zu den Trihalogenmethanen. Dies sind Desinfektionsmittel, die über direkte Emissionen ins Grundwasser oder über Desinfektions-

maßnahmen in Grundwasserfassungsanlagen und Rohrleitungen ins Trinkwasser gelangen können. Auch bei der Wasseraufbereitung durch Chlorung können Trihalogenmethane entstehen.

In den 1970er Jahren wurden die LHKW der breiteren Öffentlichkeit bekannt, als häufig Meldungen über entsprechende Grundwasserschadensfälle durch die Presse gingen. Hauptsächlich treten LHKW-Schadensfälle im Bereich von Metall verarbeitenden Betrieben und bei Chemischen Reinigungen auf. Verursacht wurden und werden diese Kontaminationen in rund 80 % der Fälle durch unsachgemäßen Umgang mit diesen Stoffen. Sicherlich spielte hierbei in der Vergangenheit auch die Unkenntnis über Eigenschaften und Wirkungen der LHKW eine maßgebliche Rolle. Weitere Belastungen entstehen durch Emissionen aus Altablagerungen.

Die LHKW zählen zu den DNAPL (dense non aqueous phase liquid), das heißt zu Flüssigkeiten mit einer höheren Dichte als Wasser. Diese liegt zwischen 1,2 und 1,7 g/cm³, und zusammen mit ihrer geringen Wasserlöslichkeit sorgt diese Eigenschaft dafür, dass die LHKW als eigenständige Phase tief in den Aquifer eindringen und sich im Extremfall über mehrere Grundwasserstockwerke ausbreiten können. Die Phasenkörper sind stark strukturiert und weisen dadurch eine extrem große Oberfläche auf, was dem anströmenden Grundwasser gute Voraussetzungen zur Lösung dieser Stoffe bietet. Da die biologische Abbaubarkeit stark von den Eigenschaften der Umgebung abhängig ist und die meisten LHKW persistent sind, kommt es zur Ausbildung von Kontaminationsfahnen mit Längen von bis zu einigen Tausend Metern.

GRENZ- UND WARNWERTE

In der Trinkwasserverordnung von 2001 ist ein Grenzwert für die „Summe LHKW“ von 0,01 mg/l festgelegt. Unter „Summe LHKW“ wird die Summe der beiden Einzelkonzentrationen an Trichlorethen und Tetrachlorethen verstanden. Für 1,2-Dichlorethan gilt aufgrund des krebserregenden Potenzials ein Grenzwert von 0,003 mg/l und für Vinylchlorid ein Grenzwert von 0,0005 mg/l.

Im Entwurf der Grundwasserverordnung (Stand 14. Juni 2010) wird für die „Summe aus Tri- und Tetrachlorethen“ ein Schwellenwert von 10 µg/l = 0,01 mg/l genannt.

Die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) hat mehrere Geringfügigkeitsschwellenwerte für LHKW-Einzelstoffe und LHKW-Summen abgeleitet:

- Summe aus Tri- und Tetrachlorethen
10 µg/l = 0,01 mg/l
- Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW gesamt: Summe der halogenierten C1- und C2-Kohlenwasserstoffen, einschließlich Trihalogenmethane)
20 µg/l = 0,02 mg/l
- 1,2-Dichlorethan
2 µg/l = 0,002 mg/l
- Chlorethen (Vinylchlorid, VC)
0,5 µg/l = 0,0005 mg/l

2.6.2 PROBENNAHME UND ANALYTIK

Aufgrund der hohen Flüchtigkeit der LHKW ist bereits die Probennahme mit entsprechender Sorgfalt durchzuführen. Besonders das Befüllen der Probenflaschen ist ein kritischer Schritt, bei dem nur durch eine entsprechende Befülltechnik das Ausgasen der LHKW minimiert werden kann. Bei Messstellen aus PVC-Rohren und bei Verwendung von Probennahmegeräten, die PVC oder Polypropylen enthalten, muss damit gerechnet werden, dass diese Materialien LHKW adsorbieren und damit Minderbefunde verursachen. In diesen Fällen muss vor der Probennahme mindestens 30 min lang abgepumpt werden. Die Vorgehensweise ist im „Leitfaden für Probennahme und Analytik von Grundwasser“ [LfU, 2000] beschrieben. Die Proben sind bis zur Analyse gekühlt und in Braunglasflaschen mit Schliffkolbenverschluss oder in Head-Space-Röhrchen zu transportieren und aufzubewahren. Es dürfen keine Kunststoffflaschen verwendet werden. Für die Analytik liegen verschiedene DIN-Normen vor. Die Auftrennung

der einzelnen Stoffe erfolgt mit Hilfe der Gaschromatographie (GC), die Identifizierung und Quantifizierung werden mit einem geeigneten Detektor vorgenommen.

Wie bei jeder Bestimmung im Spurenbereich muss man auch bei der Analyse von LHKW mit Ergebnisunsicherheiten rechnen. Zur Abschätzung der Messunsicherheit werden Ringversuchskenndaten der AQS Baden-Württemberg herangezogen (Abbildung 2.6-1). Für Tri- und Tetrachlorethen, Trichlormethan und 1,2-Dichlorethan liegen Daten aus dem Trinkwasser-Ringversuch RV 03/08 vor, für Dichlormethan und 1,1,1-Trichlorethan wurden in Ermangelung von Trinkwasser-Ringversuchsergebnissen die Kenndaten des 13. Länderübergreifenden Abwasser-ringversuchs verwendet. Beim Abwasserringversuch wurden wesentlich höhere Sollkonzentrationen vorgelegt, die Vergleichsstandardabweichung ist daher geringer als bei niedrigeren Konzentrationen. In Abbildung 2.6-1 sind die Vergleichsstandardabweichung und die sogenannte „erweiterte Messunsicherheit“ dargestellt. Erweiterte Messunsicherheit bedeutet, man multipliziert die Vergleichsstandardabweichung des Ringversuchs mit einem Erweiterungsfaktor, der in der Regel 2 beträgt, und gelangt so zu einem Vertrauensniveau von ungefähr 95 %. Die Vergleichsstandardabweichungen für die LHKW bewegen sich im Bereich von 15 bis 21 %, die erweiterten Messunsicherheiten dementsprechend von 30 bis 42 %.

Die Bestimmungsgrenzen der LHKW variieren je nach Substanz zwischen 0,0001 und 0,005 mg/l und sind bei den jeweiligen Auswertungen mit angegeben. Die Daten einiger weniger Messstellen konnten wegen zu hoher Bestimmungsgrenzen nicht berücksichtigt werden.

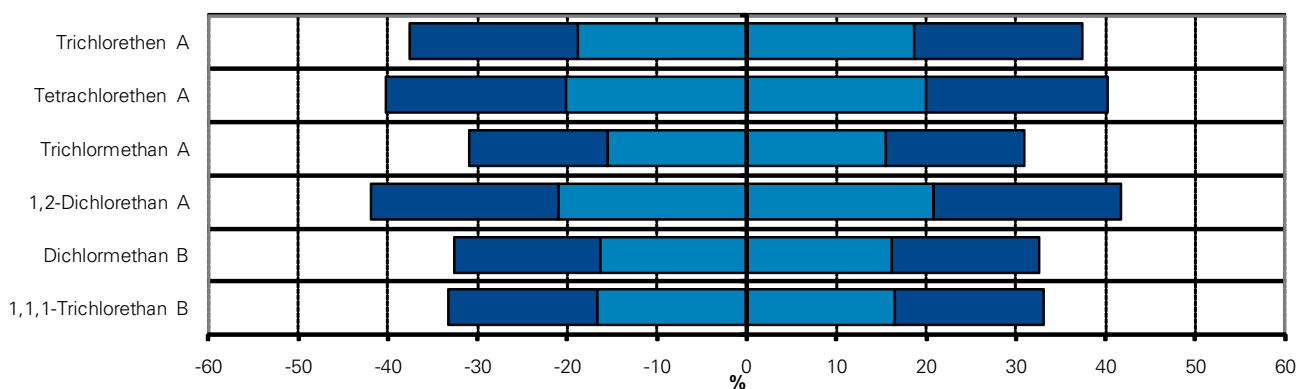


Abb. 2.6-1: Ringversuchsdaten LHKW der AQS Baden-Württemberg: Relative Standardabweichung (hellblau) und „erweiterte Messunsicherheit“ (dunkelblau)

A: Ringversuch 3/2008 – Trinkwasser

B: 23. Länderübergreifender Ringversuch 6/2009

Quelle: AQS-Baden-Württemberg; <http://www.iswa.uni-stuttgart.de/ch/aqs/>

2.6.3 BISHER UNTERSUCHTE LHKW

Tabelle 2.6-1 gibt einen Überblick über die bisher durchgeführten LHKW-Untersuchungen im Grundwassermessnetz Baden-Württemberg. Ab Anfang der 1990er Jahre wurde das Messnetz schrittweise aufgebaut. 1994 und 1995 wurde das gesamte Messnetz beprobt. Weitere Gesamtbeprobungen im Landesauftrag fanden aus Kostengründen im Dreijahresabstand 1998, 2001 und 2004 statt. Die neueste Gesamtbeprobung wurde aus organisatorischen Gründen über den Zeitraum 2007 bis 2009 verteilt. Die Daten der anderen Jahre entstammen somit vorwiegend dem Kooperationsbeitrag der WVU. Die Übersicht zeigt, dass in Baden-Württemberg für die Beurteilung der LHKW-Belastung eine große und statistisch verlässliche Datenbasis zur Verfügung steht, die auch Aussagen zu Trendentwicklungen dieser LHKW ermöglicht.

2.6.4 ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGEN 2007 –

2009

Die LHKW-Messungen im gesamten von der LUBW betriebenen Messnetz erstreckten sich über drei Jahre. Von einigen Messstellen lagen mehrere Messwerte aus diesem Zeitraum vor, in diesen Fällen wurden nur die neuesten Messungen für die Auswertungen herangezogen. Die meisten Substanzen wurden an etwas über

2000 Messstellen untersucht, 1,2-Dichlorethan und trans-1,2-Dichlorethen an rund 950 Messstellen, Chlorethen (Vinylchlorid) nur an rund 300 ausgewählten Stellen. Die Übersicht über die Messergebnisse zeigt Abbildung 2.6-2. Die regionale Verteilung der Messwerte ist in Abbildung 2.6-3 dargestellt.

Auf die Summe der LHKW nach TrinkwV 2001, d. h. die Summe aus Tri- und Tetrachlorethen (Tri + Per), wurde in diesem Dreijahreszeitraum an insgesamt 2011 Messstellen untersucht. An 33,6 % Messstellen lagen positive Befunde über der Bestimmungsgrenze von 0,0001 mg/l vor. Der Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms von 0,008 mg/l wurde an 5,7 % der Messstellen überschritten, der Grenzwert der Trinkwasserverordnung bzw. der Schwellenwert im Entwurf der Grundwasserverordnung von 0,01 mg/l an 4,5 %. Der Maximalwert beträgt 28,5 mg/l. Die höchsten Belastungen sind an den Messstellen im Einflussbereich von Siedlung und Industrie zu finden. So liegen beispielsweise im Emittentenmessnetz Industrie an 63,9 % der Messstellen die Befunde über 0,0001 mg/l für die Summe Tri + Per, der Grenzwert von 0,01 mg/l wird an 12,2 % der Messstellen überschritten. Im anthropogen wenig beeinflussten Basismessnetz hingegen sind keine LHKW nachweisbar. Im Teilmessnetz Rohwas-

Tabelle 2.6-1: Gesamtzahl der auf LHKW untersuchten Messstellen im Grundwassermessnetz; **Fettdruck:** Substanzen, die vorwiegend im Auftrag der LUBW untersucht wurden; „Summe Tri + Per“ entspricht der „Summe LHKW nach TrinkwV“ bzw. dem Schwellenwert im Entwurf der Grundwasserverordnung, Stand 14.06.2010. Datengrundlage: Grundwasserdatenbank, Abfrage 04/2010, Landesmessstellen und Kooperationsmessstellen der WVU.

Substanz	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Summe Tri + Per	2.249	2.247	212	514	2.275	267	268	2.281	316	409	2.401	262	262	717	797	1.283
Tetrachlorethen (Per)	2.641	2.616	604	874	2.580	627	636	2.631	626	413	2.411	265	265	716	799	1.293
Trichlorethen (Tri)	2.639	2.614	605	873	2.579	627	635	2.628	627	409	2.431	262	262	720	802	1.294
Trichlormethan (Chloroform)	2.525	2.509	450	758	2.482	473	426	2.437	437	367	2.329	213	213	685	717	1.216
1,1,1-Trichlorethan	2.633	2.611	600	870	2.578	627	632	2.591	624	293	2.294	141	141	655	663	1.206
Tetrachlormethan	2.634	2.597	584	853	2.562	610	615	2.580	623	289	2.288	136	136	653	663	1.206
Dichlormethan	2.630	2.612	596	869	2.578	624	628	2.622	617	223	2.273	137	137	652	662	1.206
cis-1,2-Dichlorethen	2.386	2.363	253	550	2.351	235	242	2.301	267	248	2.296	137	137	653	658	1.207
trans-1,2-Dichlorethen	420	199	148	172	170	151	192	209	220	149	2.282	129	129	649	467	23
1,2-Dichlorethan	59	66	23	16	46	62	75	133	91	195	2.362	216	216	659	578	92
Chlorethen (Vinylchlorid)	11	7	13	2		1		497	1	101	1.708	62	62	29	19	365

ser wird der Grenzwert an einer Messstelle überschritten, 70 % der Positivbefunde liegen dort im unteren Konzentrationsbereich zwischen 0,0001 und 0,001 mg/l.

Die am häufigsten gefundenen Einzelstoffe sind Tetrachlorethen (Per) und Trichlorethen (Tri) mit jeweils zweistelligen Nachweisquoten von 29,5 bzw. 19,1 % bei einer Bestimmungsgrenze von 0,0001 mg/l. Mehr als die Hälfte der Tetrachlorethen-Befunde und mehr als Dreiviertel der Trichlorethen-Befunde liegen im unteren Konzentrationsbereich von 0,0001 bis 0,001 mg/l, sie stellen also mehr oder weniger eine „diffuse“ Hintergrundbelastung dar. Im höheren Konzentrationsbereich, z. B. über dem Warnwert, ist die Belastung mit Tetrachlorethen dreimal höher als mit Trichlorethen. Die Maximalwerte sind 27 bzw. 1,5 mg/l.

Die positiven Befunde, vor allem die höheren Konzentrationen, lassen sich meist eindeutig ihren Verursachern zuordnen. Dabei handelt es sich fast immer um Scha-

densfälle aufgrund von Leckagen und unsachgemäßem Umgang mit LHKW oder um Altlasten (siehe Tabelle 2.6-2). Als Eintragsquelle kommen infrage: Produktionsstätten, an denen LHKW verwendet wurden oder werden, Abfüllanlagen, Lagertanks oder Altablagerungen. Im Emitentenmessnetz Industrie liegen im Falle von Tetrachlorethen an 54,6 % der Messstellen Positivbefunde über 0,0001 mg/l vor, der Warnwert von 0,005 mg/l wird an 16,4 % der Messstellen überschritten. Die entsprechenden Überschreitungsquoten des Trichlorethens liegen mit 41,7 % bzw. 5,2 % etwas niedriger.

Deutlich geringer als im Falle von Tri- und Tetrachlorethen ist die Belastung mit Trichlormethan (Chloroform) und 1,1,1-Trichlorethan, beide bei einer Bestimmungsgrenze von 0,0001 mg/l. Trichlormethan (Chloroform) wurde an 138 von 2003 beprobten Messstellen (6,9 %) nachgewiesen. Der Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms von 0,002 mg/l wird an 14 Messstellen (0,7 %) überschritten. Der Maximalwert beträgt 0,0222 mg/l. In

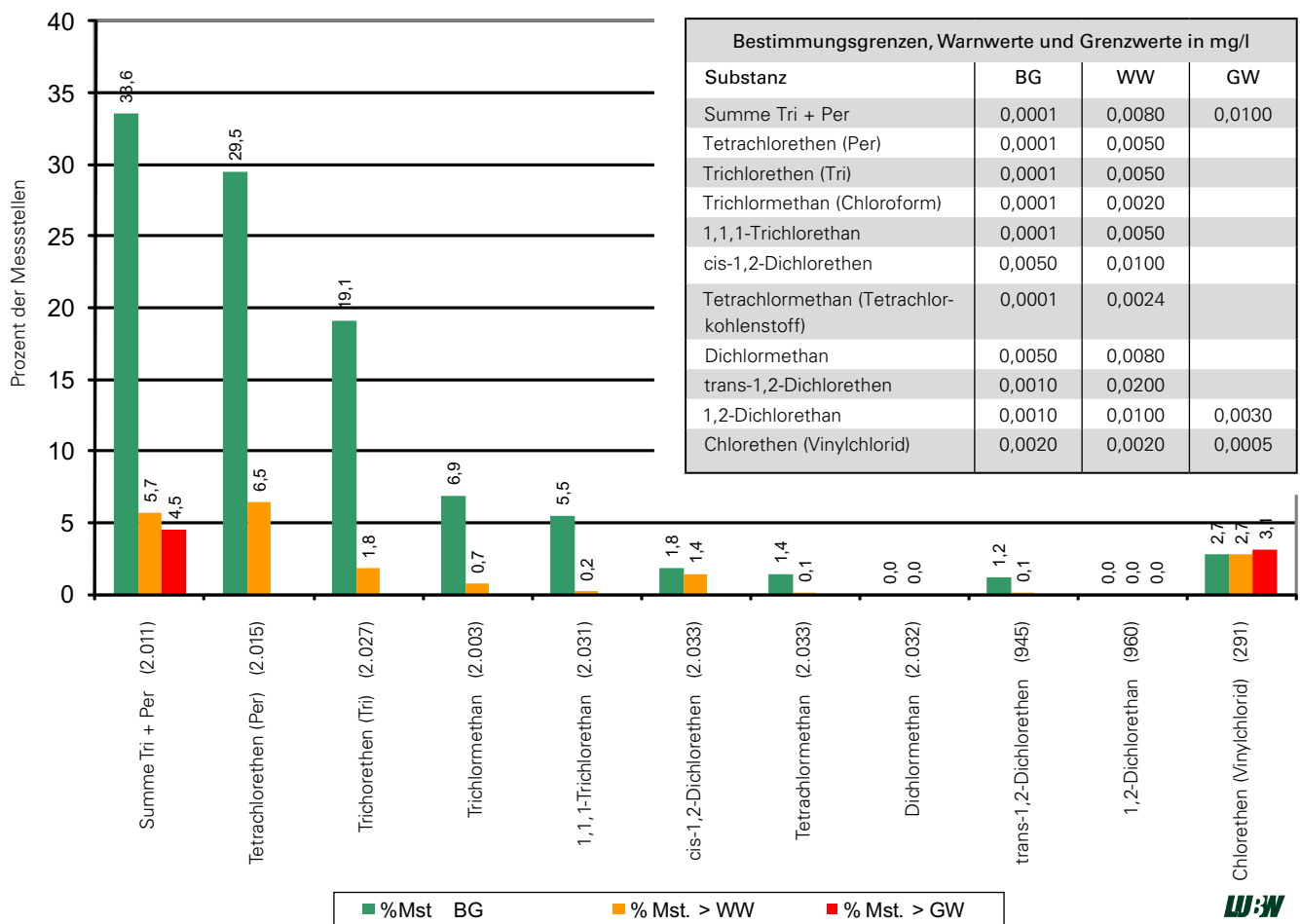


Abbildung 2.6-2: Überschreitungshäufigkeiten bei den LHKW-Untersuchungen 2007 – 2009, in Klammern jeweils die Zahl der untersuchten Messstellen; „Summe Tri + Per“ entspricht der „Summe LHKW nach TrinkwV“ bzw. dem Schwellenwert im Entwurf der Grundwasserverordnung (Stand Juni 2010). BG = Bestimmungsgrenze, WW = Warnwert, GW = Grenzwert.

der Trinkwasserverordnung wird es als einer von mehreren Einzelstoffen (Trichlormethan, Bromdichlormethan, Dibromchlormethan und Tribrommethan) im Summenparameter „Trihalogenmethane“ mit einem Grenzwert vom 0,05 mg/l berücksichtigt. Die bromierten LHKW werden im Rahmen der LUBW-Beprobungen im Grundwasser nicht untersucht, da sie erst bei Chlorung des

Wassers im Wasserwerk entstehen und daher im Grundwasser keine Rolle spielen. Ohne Berücksichtigung dieser Substanzen wird der genannte Grenzwert durch Trichlormethan bei Weitem nicht erreicht. Positive Befunde für 1,1,1-Trichlorethan gibt es an 112 von 2031 Messstellen (5,5 %). Dabei liegen an 88 % der Messstellen die Konzentrationen im unteren Bereich von 0,0001 und 0,001 mg/l.

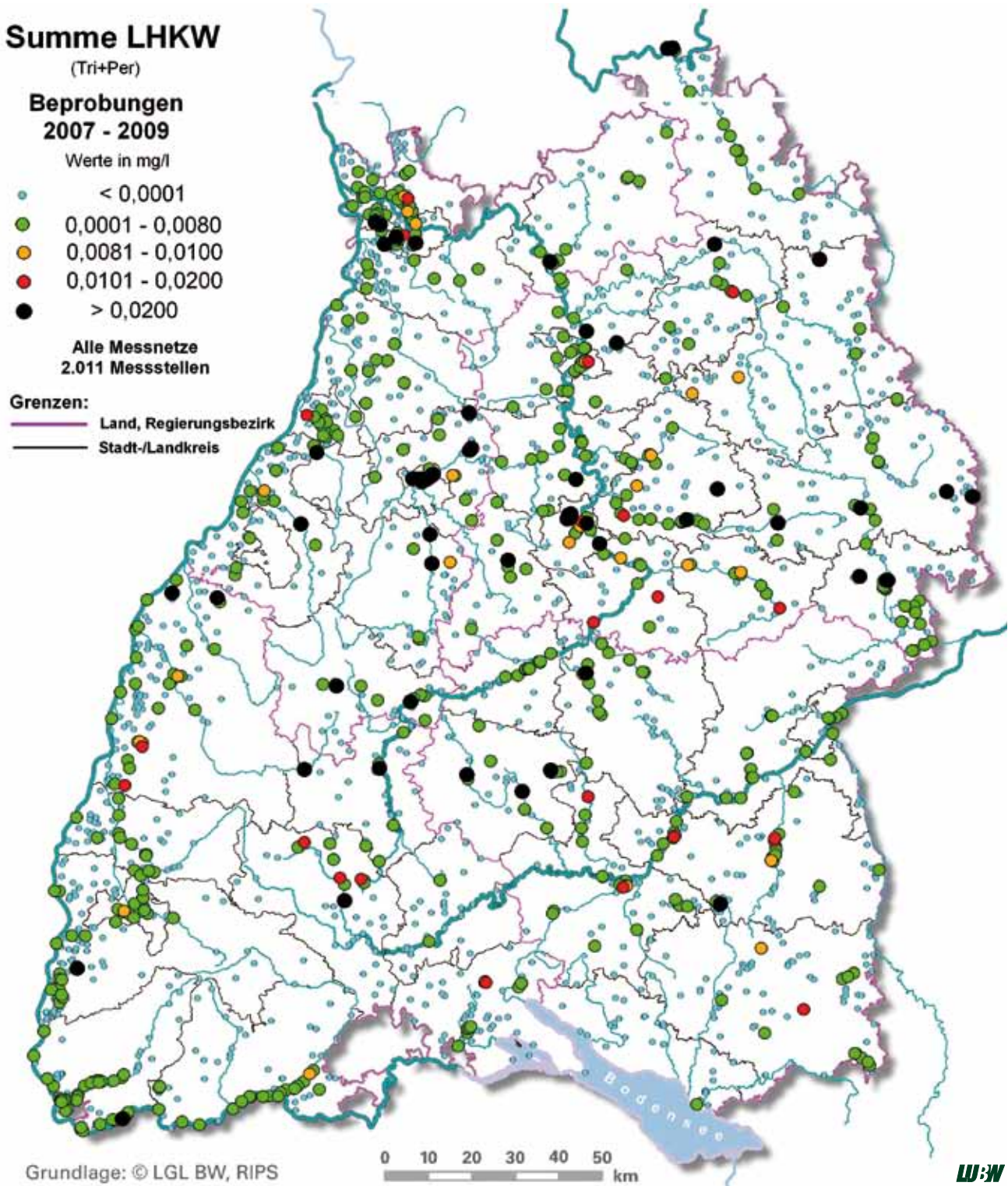


Abb. 2.6-3: Konzentrationsverteilung der Summe LHKW nach TrinkwV 2001 bzw. des Schwellenwertes für die Summe Tri- und Tetrachlorethen (Tri + Per) gemäß Entwurf zur Grundwasserverordnung vom Juni 2010; Untersuchungen 2007 – 2009.

Der Warnwert von 0,005 mg/l wird an 0,2 % der Messstellen überschritten, der Höchstwert beträgt 0,078 mg/l.

cis-1,2-Dichlorethen ist ein Zwischenprodukt in der Abbaukette Tetrachlorethen → Trichlorethen → cis-1,2-Dichlorethen → Chlorethen (Vinylchlorid). Über der Bestimmungsgrenze von 0,005 mg/l liegen die Grundwässer an 37 von 2033 Messstellen (1,8 %), über dem Warnwert von 0,01 mg/l an 29 Messstellen (1,4 %). Der Maximalwert beträgt 3,1 mg/l an der Messstelle, die auch die höchsten Tri- und Tetrachlorethen-Konzentrationen aufweist. Außer an einer Messstelle korrelieren alle positiven Nachweise von cis-1,2-Dichlorethen mit positiven Befunden der Ausgangsprodukte Tri- und Tetrachlorethen. Dort wurden außer cis-1,2-Dichlorethen keine anderen LHKW gefunden. Es handelt sich um einen älteren bekannten Grundwasserschadensfall, bei dem die Ausgangsstoffe Tri- und Tetrachlorethen bereits abgebaut sind. Tetrachlormethan (Tetrachlorkohlenstoff) wird an 28 von 2.033 Messstellen (1,4 %) in Konzentrationen

über der Bestimmungsgrenze von 0,0001 mg/l gefunden. Dabei liegen die Konzentrationen an 20 Messstellen unterhalb von 0,001 mg/l. Die höchste Konzentration beträgt 0,016 mg/l.

trans-1,2-Dichlorethen wird bei einer Bestimmungsgrenze von 0,001 mg/l an elf von 945 Messstellen (1,1 %) nachgewiesen. Die Messstelle mit dem Höchstwert von 0,042 mg/l ist gleichzeitig am höchsten mit LHKW belastet. Neun der elf Positivbefunde liegen unter 0,01 mg/l.

Dichlormethan mit einer Bestimmungsgrenze von 0,005 mg/l und 1,2-Dichlorethan mit einer Bestimmungsgrenze von BG 0,001 mg/l wurde an keiner einzigen der untersuchten Messstellen gefunden.

Chlorethen (Vinylchlorid – VC) wurde im Jahr 2009 an 291 ausgewählten Messstellen untersucht, beispielsweise im Rahmen der grenzüberschreitenden Bestandsaufnahme im Oberrheingraben 2009 sowie an Messstellen

Tabelle 2.6-2: Messstellen mit hoher LHKW-Belastung.

Grundwasser-nummer	Lage der Messstelle	Summe Tri + Per mg/l	Trichlorethen (Tri) mg/l	Tetrachlorethen (Per) mg/l	cis-1,2-Dichlorethen mg/l	Chlorethen (VC) mg/l
0184/515-0	Schadensfall, Altlasten im EZG (u.a. Tankstellen, Textilindustrie, Reinigung)	28,5000	1,5000	27,0000	3,100	-
0032/461-3	Sonderabfalldeponie außer Betrieb	5,6988	0,8775	4,8213	0,515	0,0047
0116/511-6	Schadensfall, Deponie außer Betrieb, Industrie, Bahnanlage	2,9697	0,1967	2,5000	0,083	< 0,0015
1131/511-0	Straßenrand, Parkplatz	1,7200	0,3200	1,4000	0,220	-
0027/365-0	Schadensfall, Deponie, Altlast	0,8656	0,0006	0,8650	< 0,001	-
0076/861-9	Metallindustrie (mit Galvanik), Schadensfall, Altlast	0,6600	0,5000	0,1600	0,450	-
0010/361-5	Parkhaus	0,6526	0,0026	0,6500	0,002	-
0025/763-2	Siedlungsgebiet	0,4600	0,3300	0,1300	0,430	-
2000/611-0	Schadensfall, Metallindustrie (mit Galvanik)	0,4012	0,0012	0,4000	< 0,005	-
0058/461-9	Schadensfall, Elektroindustrie	0,3866	0,2296	0,1570	0,041	< 0,0015
0043/861-3	Deponie, Altlast, chemische Industrie	0,3801	0,3800	0,0001	2,000	-
0767/211-3	Schadensfall, Metallindustrie (mit Galvanik)	0,2806	0,0006	0,2800	0,001	< 0,0015
0012/361-6	Straßenrand Wohngebiet, Bahnanlage	0,2528	0,0028	0,2500	0,001	-
0008/362-5	Schadensfall, Textilindustrie	0,2480	0,0600	0,1880	0,275	0,0027
0003/265-1	Metallindustrie (mit Galvanik)	0,2470	0,2361	0,0109	< 0,001	-
0096/512-2	Schadensfall, Kfz-Industrie, Tankstelle	0,2092	0,0092	0,2000	0,024	-
0078/308-4	Schadensfall, Elektroindustrie, Deponie	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,039	0,0860
0983/259-5	Wohngebiet, Abwasseranlage, Güterbahnhof	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,005	0,0147
0129/306-1	Spielwarenindustrie	0,0002	0,0008	0,0010	0,053	0,0140
0094/356-8	Papier-/Pappe-/Zellstoffindustrie, Kunststoffindustrie, Deponie außer Betrieb	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,002	0,0050

mit hoher LHKW-Vorbelastung insbesondere mit Tri, Per und VC. Die Bestimmungsgrenze von 0,002 mg/l war an 8 Messstellen überschritten (2,7 %). Da der Grenzwert der TrinkwV 2001 mit 0,0005 mg/l unterhalb der Bestimmungsgrenze liegt, stellen alle Positivbefunde gleichzeitig auch Grenzwertüberschreitungen dar. Das Maximum beträgt 0,086 mg/l. Alle Messstellen mit Vinylchlorid-Positivbefunden liegen im Bereich von großstädtischen Siedlungen oder Industrie und waren bereits 2004 auffällig. Bis auf eine Messstelle werden sie immer von positiven cis-1,2-Dichlorethen-Befunden und teilweise auch von positiven Tri- und Tetrachlorethen-Befunden begleitet. Niedrige Sauerstoffkonzentrationen an diesen Messstellen sprechen dafür, dass das Vinylchlorid aus dem Abbau

von Tetra- und Trichlorethen stammt (siehe unter cis-1,2-Dichlorethen) und nicht aus Direkteinträgen.

Die Schwerpunkte der LHKW-Belastung liegen in städtischen Ballungsräumen wie Stuttgart, Pforzheim, Raum Mannheim/Heidelberg sowie in Städten, in denen die Metall verarbeitende Industrie eine lange Tradition hat. Dies sind beispielsweise Reutlingen, Villingen-Schwenningen, Heidenheim, Schwäbisch Gmünd und Lahr. Dort liegen auch zahlreiche LHKW-Altlasten.

2.6.5 TENDENZEN

Der zeitliche Verlauf der LHKW-Belastungen ist anhand des Parameters „Summe LHKW nach TrinkwV“ bzw. des

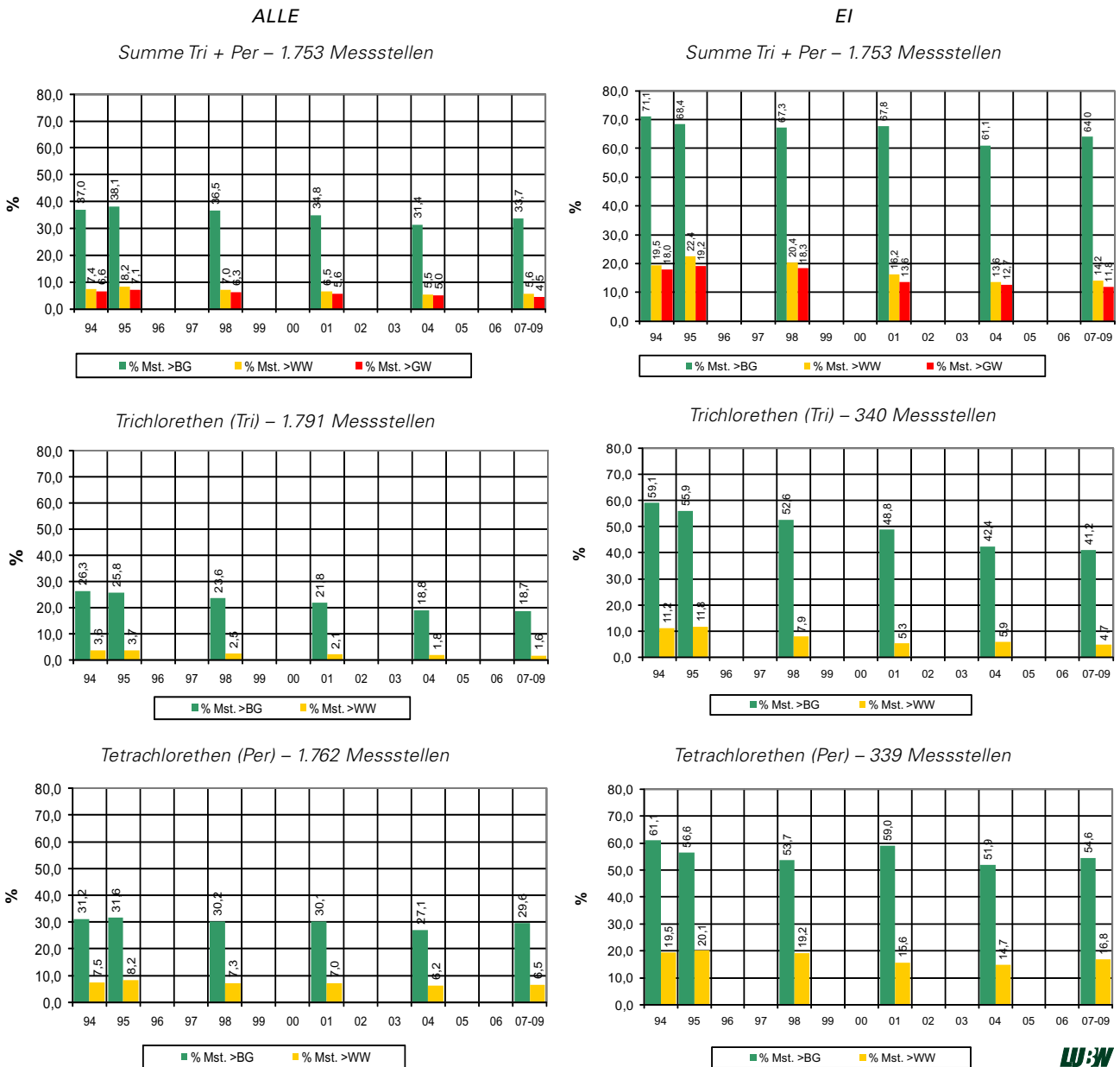


Abb. 2.6-4: Zeitlicher Verlauf der LHKW-Belastung anhand der „Summe Tri- und Tetrachlorethen“, Trichlorethen und Tetrachlorethen: Prozentuale Überschreitungshäufigkeiten von Bestimmungsgrenze = 0,0001 mg/l, Warnwert = 0,008 bzw. 0,005 mg/l und im Falle der „Summe Tri- und Tetrachlorethen“ Grenzwert = 0,01 mg/l.

Schwellenwert für die Summe „Tri- und Tetrachlorethen“ aus dem Entwurf der Grundwasserverordnung dargestellt. Ferner wurden diese beiden Stoffe einzeln ausgewertet. Verwendet wurden konsistente Datensätze von 1994 bis 2007/2009. Die Daten der Jahre 1994, 1995, 1998, 2001 und 2004 stammen immer aus den Herbstbeprobungen. Die neuesten Daten umfassen statt der Herbstwerte eines einzelnen Jahres den Zeitraum 2007 – 2009, da aus Kostengründen die Untersuchungen des von der LUBW betriebenen Messnetzes auf drei Jahre verteilt wurden. Bei Vorliegen mehrerer Messwerte im Zeitraum 2007 bis 2009 wurde immer der neueste Messwert für die Auswertung herangezogen. Betrachtet werden die Messstellen des gesamten LUBW-Messnetzes (ALLE) und der Messstellen im Einflussbereich der Industrie (EI).

Beim Parameter Summe Tri + Per nimmt der Anteil der Positivbefunde zwischen 1994 und 2004 zunächst von 37 % auf 31,4 % ab, steigt aber dann wieder im Zeitraum 2007-2009 um zwei Prozentpunkte an. Bei den EI tritt dieser Verlauf noch deutlicher in Erscheinung. Bezüglich der Überschreitungsquote des Grenzwerts/Schwellenwerts von 0,01 mg/l ist bei ALLE seit 1995 ein kontinuierlicher Rückgang von 7,1 auf 4,5 % zu beobachten. Bei den EI ist diese Abnahme noch viel deutlicher: von 19,2 auf 11,8 %.

Bei Betrachtung der Einzelsubstanzen über 0,0001 mg/l ist bei Trichlorethen eine Abnahme um 7,6 (ALLE) bzw. bei den EI sogar um 17,9 Prozentpunkte im betrachteten Zeitraum festzustellen, während sich im Falle von Tetrachlorethen keine eindeutige Abnahme erkennen lässt. Im höheren Konzentrationsbereich, d. h. bei der Überschreitungsquote des Warnwerts von 0,005 mg/l, sind bei Trichlorethen wesentlich größere Abnahmen festzustellen als bei Tetrachlorethen. So geht bei Trichlorethen sowohl bei ALLE als auch bei den EI die Belastung auf weniger als die Hälfte zurück, bei Tetrachlorethen hingegen nur um ein Fünftel. Dies ist wahrscheinlich auf die höhere Flüchtigkeit des Trichlorethens zurückzuführen.

2.6.6 BEWERTUNG

Die Konzentrationen an den höher mit LHKW belasteten Messstellen sind landesweit in den letzten 15 Jahren zurückgegangen. Dabei fällt die Abnahme bei Trichlorethen höher aus als bei Tetrachlorethen, das die Hauptbelastung mit LHKW ausmacht. Mehr als die Hälfte der

Tetrachlorethen-Befunde und mehr als Dreiviertel der Trichlorethen-Befunde liegen allerdings im unteren Konzentrationsbereich von 0,0001 bis 0,001 mg/l, sie stellen also mehr oder weniger die ubiquitäre Hintergrundbelastung dar, die über die Jahre nur wenig abgenommen hat. Bei den hohen Belastungen handelt es sich überwiegend um Grundwasserschadensfälle aus der Vergangenheit, denen ein Verursacher in den meisten Fällen zuzuordnen ist.

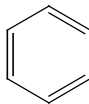
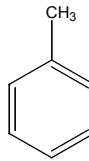
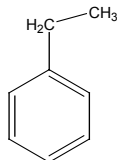
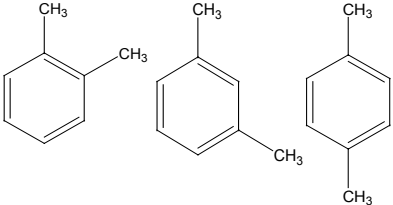
2.7 BTEX-Aromaten

2.7.1 VERWENDUNG, STOFFEIGENSCHAFTEN, EINTRAGSPFADE

Mit BTEX-Aromaten bezeichnet man die leichtflüchtigen, monoaromatischen Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol, Ethylbenzol sowie o-, m- und p-Xylol. In den 1980er Jahren wurde beispielsweise Benzol übergangsweise als Ersatz für bleiorganische Verbindungen als Antiklopfmittel im Kraftstoff eingesetzt. Heute werden BTEX-Aromaten hauptsächlich als Rohstoffe in der Petrochemie sowie in der Industrie als Löse-, Entfettungs- und Verdünnungsmittel eingesetzt.

BTEX sind relativ gut wasserlöslich und besitzen einen verhältnismäßig hohen Dampfdruck, was zu einer hohen Mobilität im Untergrund führt. Kontaminationen durch die Schadstoffgruppe BTEX stehen an zweiter Stelle der zu sanierenden Schadensfälle im Grundwasser. Ursachen sind hauptsächlich punktuelle Einträge bei Austritt von Mineralölverbindungen infolge Leckagen und Unfällen sowie aus Altablagerungen wie beispielsweise Gaswerken. Dabei lösen sich die BTEX aus der Mineralölphase und bilden Kontaminationsfahnen im Grundwasser. Benzol ist, gefolgt von Toluol, am besten wasserlöslich und somit am mobilsten. Die Mobilität von Ethylbenzol und der Xylole ist hingegen geringer. Diffuse Einträge sind bzw. waren vor allem Emissionen aus der Kraftstoffverbrennung, Lösemittelverwendung sowie Verdampfung bei Herstellung, Transport und Umfüllen von Kraftstoffen. Die Kontaminationsfahnen von BTEX sind die größten nach denen von CKW und MTBE. Je nach Beschaffenheit des Untergrundes können BTEX-Fahnen im Grundwasser eine Länge von mehreren hundert Metern erreichen. Die mikrobielle Abbaubarkeit hängt stark von den Randbedingungen ab. Unter günstigen Verhältnissen erfolgt der Abbau in der Regel gut und

Tabelle 2.7-1; Kurzinformationen zu BTEX.

Substanz	Struktur	Siedepunkt in °C	Löslichkeit in Wasser bei 20 °C in g/l	Verwendung
Benzol		78,3	1,77	Kraftstoffzusatz, Extraktions-, Lösungs- und Reinigungsmittel, Ausgangsprodukt für Harze, Kunststoffe, Farbstoffe, PSM, synthetischen Kautschuk
Toluol		109	0,62	Grundchemikalie für chemische Synthese, Löse- und Verdünnungsmittel für Lacke und Harze, Kraftstoffzusatz
Ethylbenzol		135	0,2	Synthese von Styrol, Kraftstoffzusatz, Lösemittel
Xylol (o-,m-,p-)		138 – 144	je 0,2	Löse- und Verdünnungsmittel für Lacke und Harze, Kunst- und Klebstoffe, Kraftstoffzusatz

LUBW

schnell. Günstig bedeutet entweder unter aeroben Bedingungen oder unter anaeroben Bedingungen in Gegenwart von Sauerstofflieferanten wie Nitrat oder Sulfat. Unter aeroben Bedingungen nimmt die Abbaubarkeit in der Reihenfolge Toluol – Ethylbenzol – Benzol, Xylole ab.

BTEX sind gesundheitsschädlich. Benzol ist kanzerogen und stark toxisch. Toluol wirkt neurotoxisch und kann zu Leber- und Nierenschädigungen führen. In den Untergrund eingetragene BTEX bergen somit großes Gefährdungspotenzial für Mensch und Umwelt. Das Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) legt einen Prüfwert für die Summe der BTEX von 20 µg/l und für Benzol als Einzelsubstanz von 1 µg/l fest. Diese beiden Werte wurden auch von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) als Geringfügigkeitsschwellenwerte abgeleitet. Die Trinkwasserverordnung nennt nur für Benzol einen Grenzwert und zwar in Höhe von 1 µg/l.

Benzol ist heute in nur geringen Mengen produktionsbedingt im Otto-Kraftstoff enthalten. Aufgrund der gesundheitsschädlichen Wirkung des Benzols ist der Gehalt in Benzin durch die EU-Richtlinie 98/70/EG seit dem Jahr

2000 auf maximal 1 % begrenzt. In den USA ist es als Treibstoffzusatz verboten. Die stichprobenartige Untersuchung von Kraftstoffen in den Jahren 2006 bis 2008 in Baden-Württemberg durch die LUBW ergab durchschnittliche Benzolkonzentrationen von 0,8 Vol.-% in Normal- und Superbenzin, 0,7 Vol.-% in Super-Plus-Kraftstoff und 0,4 Vol.-% in Super-Plus-V-Power. Alle Proben lagen somit unter dem Grenzwert von 1 Vol.-%.

2.7.2 PROBENNAHME UND ANALYTIK

BTEX treten im Grundwasser im Konzentrationsbereich von µg/l auf. Aufgrund ihrer Stoffeigenschaften sind bei der Probennahme die gleichen Maßstäbe anzulegen wie bei der Probennahme von LHKW. Sie werden auch analytisch zusammen mit den LHKW bestimmt, d. h., das Gemisch wird mit einem Helium-Strom aus der Probe gasförmig ausgetrieben (Headspace-Technik), direkt in den Gaschromatographen eingespritzt und mit einem Massenspektrometer identifiziert und quantifiziert. Für die Bewertung der Befunde sind Informationen zur Verlässlichkeit der Analysergebnisse nötig. Dazu zieht man in der Regel die relativen Vergleichsstandardabweichungen bzw. die „erweiterte

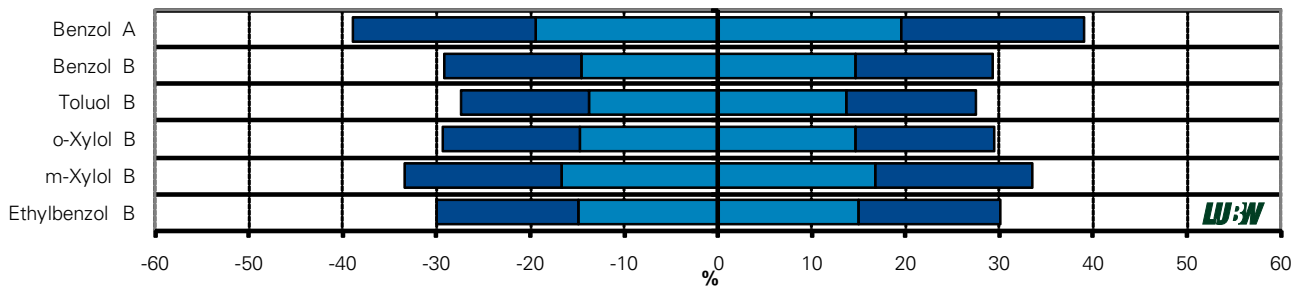


Abb. 2.7-1: Ringversuchskennndaten BTEX der AQS Baden-Württemberg: Relative Vergleichs-Standardabweichung (hellblau) und „erweiterte Messunsicherheit“ (dunkelblau)
 A: Ringversuch 3/2008 – Trinkwasser
 B: 23. Länderübergreifender Ringversuch 6/2009
 Quelle: AQS-Baden-Württemberg: <http://www.iswa.uni-stuttgart.de/ch/aqs/>

Messunsicherheit“ aus Ringversuchen heran (siehe Kapitel 2.5.3). Ringversuche für BTEX-Aromaten wurden bisher nur für die Matrix Abwasser durchgeführt, Trinkwasser-Ringversuchsergebnisse gibt es nur für Benzol. Die neuesten Ringversuchskennndaten entstammen daher dem länderübergreifenden Ringversuch 6/09 „LHKW/BTEX in Abwasser“, d. h. mit BTEX-Vorgabekonzentrationen im Bereich von 20 bis 1000 µg/l (Abbildung 2.7-1). Dort liegen die erweiterten Messunsicherheiten um 30 %. Zum Vergleich sind in Abbildung 2.7-1 Vergleichsstandardabweichung und erweiterte Messunsicherheit aus dem Trinkwasser-Ringversuch 3/08 mit deutlich niedrigeren Benzol-Vorgabekonzentrationen im Bereich von 1 bis 8 µg/l dargestellt. Diese sind aufgrund der niedrigeren Konzentrationen höher. So liegt die erweiterte Messunsicherheit beim Benzol bei trinkwassertypischen Konzentrationen bei ± 39 %. Für Toluol, Ethylbenzol und die Xylole stehen zwar keine Ringversuchsdaten in diesem Konzentrationsbereich zur Verfügung, die Kennzahlen dürften aber in der gleichen Größenordnung liegen.

2.7.3 UNTERSUCHUNGEN AUF BTEX

2.7.3.1 ERGEBNISSE FRÜHERER BEPROBUNGEN

BTEX-Aromaten wurden 1994 erstmals im Grundwassermessnetz in größerem Umfang an insgesamt 976 Messstel-

len untersucht. Damals waren in sechs Einzelfällen (= 0,6 %) positive Befunde festzustellen (aus: Bericht „Ergebnisse der Beprobung 1994“). 1998 hat sich diese niedrige Belastungsquote bestätigt, als 2.153 Messstellen auf BTEX untersucht wurden und dabei an 13 Messstellen (= 0,6 %) Positivbefunde auftraten. Fünf dieser Messstellen waren bereits 1994 auffällig (aus: Bericht „Ergebnisse der Beprobung 1998“). Insbesondere bei den positiven Befunden mit höheren BTEX-Konzentrationen handelte es sich um bekannte Schadensfälle eines Gaswerk-Altstandortes, auf einem Tankstellengelände, im Bereich eines Tanklagers und auf dem Gelände einer kunststoffverarbeitenden Firma.

2.7.3.2 ERGEBNISSE DER BEPROBUNGEN 2007 – 2009

In den Jahren 2007 bis 2009 wurden alle Messstellen des von der LUBW betriebenen Messnetzes auf ihre BTEX-Gehalte untersucht. Von einigen Messstellen lagen mehrere Messwerte aus diesem Zeitraum vor, in diesen Fällen wurden nur die neuesten Messungen für die Auswertungen herangezogen. Die Bestimmungsgrenzen variieren von 0,1 bis 1,0 µg/l. Für die Auswertungen wurden die von der LUBW geforderten Mindestbestimmungsgrenzen (MBG) von 0,5 µg/l für Benzol und 1,0 µg/l für die anderen Substanzen zugrunde gelegt. Die positiven Befunde unterhalb der MBG, d. h. in sehr niedrigen Konzentrationen, wurden

Tabelle 2.7-2: Gesamtzahl der auf BTEX untersuchten Messstellen im Grundwassermessnetz 1994-2009; Fettdruck: Stoffe, die vorwiegend im Auftrag der LUBW untersucht wurden (Abfrage der Grundwasserdatenbank 04/2010).

Substanz	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Benzol	935	11	5	6	2199	36	105	169	540	222	272	139	162	621	721	1183
Toluol	943	11	5	8	2199	36	89	151	521	83	79	12	46	456	577	1073
Ethylbenzol	935	10	5	5	2199	36	89	151	521	82	79	12	46	587	600	1103
o-Xylol	928	6	2	3	366	34	86	148	102	34	29	6	44	588	599	1101
m-/p-Xylol	927	6	2	3	366	34	85	147	101	33	9	5	44	576	594	1090

Tabelle 2.7-3: Ergebnisse der BTEX-Untersuchungen 2007-2009, Anzahl der Messstellen in den verschiedenen Konzentrationsklassen.

Wirkstoff	Anzahl Mst.	≤ 0,5 µg/l	> 0,5 bis 1 µg/l	> 1 bis 2 µg/l	> 2 µg/l	Max. in µg/l	Positiv-Befunde in %
Benzol	2.018	2.015	0	0	3	3,6	0,15
Wirkstoff	Anzahl Mst.		≤ 1 µg/l	> 1 bis 2 µg/l	> 2 µg/l	Max. in µg/l	Positiv-Befunde in %
Toluol	1.888		1.886	2	0	1,6	0,11
Ethylbenzol	2.032		2.031	1	0	1,7	0,05
o-Xylol	2.030		2.029	1	0	1,4	0,05
m-/p-Xylol	2.014		2.012	2	0	1,8	0,10

immer der untersten Konzentrationsklasse zugeordnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2.7-3 zusammengefasst. Wegen der unterschiedlichen Mindestbestimmungsgrenzen für Benzol und die anderen Substanzen ist die Tabelle zweigeteilt. Positive Benzolbefunde über 0,5 µg/l liegen an drei der 2.017 untersuchten Messstellen vor. Mit Konzentrationen von 2,3, 2,5 und 3,6 µg/l übersteigen diese Messstellen auch gleichzeitig den Trinkwassergrenzwert. Toluol, Ethylbenzol und die Xylole werden an ein bis zwei Messstellen in Konzentrationen über 1,0 µg/l gefunden, deren Maximalwerte liegen alle unter 2 µg/l. Insgesamt sind sechs Messstellen mit BTEX über der Mindestbestimmungsgrenze belastet, der maximale Summenwert beträgt 5,2 µg/l (Tabelle 2.7-4) und liegt damit weit unter dem Geringfügigkeitsschwellenwert der LAWA.

Die positiven Befunde sind den Verursachern recht gut zuzuordnen (Tabelle 2.7-4). Es handelt sich dabei um Grundwasserschadensfälle sowie um Messstellen mit Altlasten bzw. altlastenverdächtigen Standorten im Einzugsgebiet. Bei vier der sechs Messstellen mit positiven BTEX-Befunden wird auch MTBE nachgewiesen. Dabei korreliert der höchste BTEX-Wert mit der höchsten MTBE-Konzentration. Bei dieser Messstelle handelt es sich um einen bekannten Schadensfall auf dem Gelän-

de einer Tankstelle. Die anderen drei Messstellen weisen MTBE-Werte unter 1 µg/l auf.

2.7.3.3 VERGLEICH 1998 MIT 2007 – 2009

In beiden Zeiträumen waren über 99,7 % der Messstellen nicht mit BTEX-Aromaten belastet. Daher werden beim zeitlichen Vergleich nur diejenigen Messstellen betrachtet, die entweder bei einer der beiden oder bei beiden Beprobungskampagnen Positivbefunde aufwiesen. Dies sind insgesamt 12 Messstellen. Die Konzentrationsabnahmen überwiegen bei Weitem die Zunahmen. So nimmt die Benzolbelastung in fünf Fällen, die Toluolbelastung in sechs Fällen und die Ethylbenzolbelastung in einem Fall ab. Dem steht bei diesen drei Substanzen jeweils eine Zunahme gegenüber. Die Xylole wurden 1998 nur an einem Teil der Messstellen untersucht, es wurden eine Zunahme und eine Abnahme festgestellt. Das Konzentrationsniveau liegt hierbei zwischen 1 – 4 µg/l, nur bei einer Messstelle betrug der Benzolwert 16 µg/l im Jahr 1998, der Wert 2008 liegt unter 0,5 µg/l. An dieser Messstelle waren 800 µg/l im Jahr 1994 gemessen worden.

2.7.4 BEWERTUNG

Bei den rund 2.000 Messstellen des Grundwasserüberwachungsprogramms, die in den Jahren 2007 – 2009 auf

Tabelle 2.7-4: Positivbefunde der BTEX-Untersuchungen 2007-2009 in µg/l.

Mst.	Lage der Messstelle	Benzol	Toluol	Ethylbenzol	Xylole	BTEX Summe
0032/461-3	Sonderabfalldeponie außer Betrieb	3,6	1,6	< 1,0	< 1,0	5,2
0184/515-0	Parkanlage, CKW-Altlastenstandorte im Einzugsgebiet	< 0,5	1,5	< 1,0	3,3	4,8
0215/422-0	Betriebsgelände Gaswerk	2,5	-	< 1,0	< 1,0	2,5
0374/066-7	Betriebsgelände kunststoffverarbeitende Firma	2,3	-	< 1,0	< 1,0	2,3
0107/305-0	Schadensfall	< 0,5	< 1,0	1,7	< 1,0	1,7
9902/507-2	Betriebsgelände Autoindustrie	< 0,5	< 1,0	< 1,0	1,5	1,5

BTEX-Aromaten untersucht wurden, liegen nur in wenigen Einzelfällen erhöhte Konzentrationen im Bereich bis maximal 3,6 µg/l vor. Dabei handelt es sich meist um Schadensfälle, deren Verursacher bekannt sind. Im Vergleich zu den Messungen aus dem Jahr 1998 sind die Konzentrationen der wenigen belasteten Messstellen nochmals deutlich zurückgegangen. Insgesamt ist somit die Belastung des Grundwassers mit BTEX-Aromaten als gering einzustufen.

2.8 Benzinzusatzstoffe MTBE und ETBE

2.8.1 VERWENDUNG, STOFFEIGENSCHAFTEN, EINTRAGSPFADE

MTBE (Methyltertiärbutylether) wird in Deutschland seit den 1980er Jahren als Kraftstoffzusatz eingesetzt, in den USA bereits seit den 1970er Jahren. Seit einigen Jahren findet ETBE (Ethyltertiärbutylether) zunehmend als Ersatz für MTBE Verwendung. Durch ihre hohe Oktanzahl und die gute Löslichkeit in Benzin eignen sich diese Ether gut als Ersatz für die bleiorganischen Verbindungen und die Aromaten – wie Benzol oder Toluol, die bis dahin zur Verbesserung der Klopfestigkeit des Benzins dienten. Weiterhin tragen sie als Sauerstofflieferanten beim Verbrennungsprozess zur Minderung des Schadstoffausstoßes, u. a. von Kohlenmonoxid und Stickoxiden, bei. Diesem Aspekt wird insbesondere in den USA große Bedeutung beigemessen, in Deutschland spielt er keine Rolle. Zudem wird MTBE auch in der Industrie als Lösemittel für die Produktion von Isobutylenen eingesetzt.

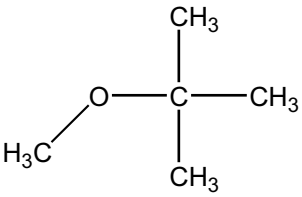
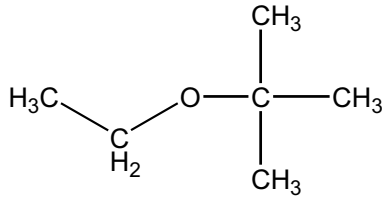
MTBE ist eine farblose, leicht flüchtige Flüssigkeit mit auffälligem Geruch und Geschmack. Der Siedepunkt liegt

mit 55 °C eher niedrig. Es löst sich mit 42 g/l relativ gut in Wasser und besser als die anderen Kohlenwasserstoffe des Benzins. MTBE wird aufgrund der geringen Adsorptionstendenz an Bodenteilchen schnell ins Grundwasser verlagert und ist dort sehr mobil. Bei Schadensfällen findet man es meist an der Spitze der Schadstofffahne, oft, ohne dass dort die anderen, weniger mobilen Kraftstoffbestandteile noch nachweisbar sind. Die Etherbindung ist relativ stabil und wird von Mikroorganismen nur schwer abgebaut. In Gegenwart von Sauerstoff wird es sehr langsam, im sauerstofffreien Milieu nahezu gar nicht abgebaut.

ETBE ist ein mit MTBE strukturverwandter Ether mit ähnlichen physikalisch-chemischen Eigenschaften. Er hat einen Siedepunkt von 71 °C, ist etwas weniger leichtflüchtig als MTBE und besitzt eine geringere Löslichkeit in Wasser. Es ist ebenfalls sehr mobil im Untergrund und wird nur schwer von Mikroorganismen abgebaut.

Nach bisherigem Kenntnisstand haben MTBE und ETBE eine geringe akute Toxizität, allerdings liegen zur toxischen Wirkung bisher nur wenige Studien vor. MTBE wird durch die Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe (VAwS) in die Wassergefährdungsklasse (WGK) 1 eingestuft. Bei der Trinkwasseraufbereitung können die Ether nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand aus dem Rohwasser entfernt werden. Bei mit MTBE oder ETBE belastetem Wasser ist bereits in geringen Konzentrationen ab etwa 5 µg/l ein unangenehmer Geruch und Geschmack feststellbar. Aufgrund der Kriterien Geruch und Geschmack hat die US-Umweltbehörde EPA Empfehlungen von 20 bis 40 µg/l als Höchstwerte für MTBE

Tabelle 2.8-1: Kurzinformationen zu MTBE und ETBE.

	MTBE Methyltertiärbutylether	ETBE Ethyltertiärbutylether
Struktur		
Siedepunkt	55,3 °C	71 °C
Löslichkeit in Wasser	42 g/l bei 20 °C	12 g/l bei 20 °C
Verwendung	Kraftstoffzusatz, Sauerstofflieferant für optimale Benzinverbrennung, Lösemittel	Kraftstoffzusatz als Ersatz für MTBE

LUBW

im Trinkwasser ausgesprochen. Die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) hat für MTBE einen Geringfügigkeitsschwellenwert von 15 µg/l abgeleitet.

Im Jahr 2001 wurde den Benzin in Deutschland eine Menge von 680.000 t MTBE zugemischt. Den höchsten Anteil an MTBE hatte dabei Super-Plus-Kraftstoff mit 10,2 Vol.-%, der aber nur einen Marktanteil von 3,8 % hat. Bei Normalbenzin lag der MTBE-Gehalt bei nur 0,4 Vol.-% bei einem Marktanteil von 32 %. Die Kraftstoffsorte Euro-Super hatte einen MTBE-Volumenanteil von 3,0 % und mit 64,1 % den höchsten Marktanteil in Deutschland. Gemäß EG-Kraftstoffqualitätsrichtlinie ist eine MTBE- bzw. ETBE-Zumischung bis 15 Vol.-% gestattet.

In die Umwelt geraten MTBE und ETBE punktuell durch Leckagen oder Tropfverluste in Raffinerien, im Kraftstoffgroßhandel und an Tankstellen. Auch über undichte Kanalisationen können diese Stoffe ins Grundwasser eindringen. Diffuse Einträge entstehen vor allem durch den Kfz-Verkehr. Aufgrund zahlreicher MTBE-Funde im Grundwasser wurde unter anderem in Kalifornien und Dänemark der Zusatz von MTBE zum Otto-Kraftstoff verboten. Seither wird weltweit über Ersatzstoffe für MTBE nachgedacht. Besonders in den USA und in Brasilien haben sich Kraftstoffe mit hohem Ethanolanteil etabliert. In Deutschland hat sich die Zugabe von Ethanol zu Kraftstoffen als Ersatz für MTBE nicht durchgesetzt. Hier ist der Ethanolgehalt auf 5 Vol.-% begrenzt, dadurch lässt sich die erforderliche Oktanzahl insbesondere bei Super-Plus-Kraftstoff nicht erreichen.

Seit Inkrafttreten die Richtlinie 2003/30/EG zur „Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor“ im Jahr 2003 wird MTBE als Kraftstoffzusatz in Deutschland zunehmend durch ETBE ersetzt. ETBE gilt als Biokraftstoff, wenn sein Ethanolanteil (44 Gew.-%) aus Biomasse gewonnen wurde. Auf diesen Bioethanolanteil gibt es erhebliche Steuervergünstigungen. Bis 2015 soll in

Deutschland laut Biokraftstoffquotengesetz eine Beimischung von Biokraftstoff zu konventionellem Kraftstoff mit einer Quote von 10 % erfolgen. In Deutschland wurden inzwischen alle Anlagen zur Herstellung von MTBE auf ETBE umgestellt. Seither gehen die Anteile an MTBE in Kraftstoffen zurück, während die ETBE-Gehalte steigen. Kraftstoffanalysen der LUBW zeigen, dass Super-Plus-Kraftstoff in den Jahren 2006 – 2008 durchschnittlich einen MTBE-Volumenanteil von nur 0,4 %, dafür einen ETBE-Anteil von 9,4 Vol.-% hatte. Bei Super-Kraftstoff lag der mittlere MTBE-Gehalt bei 0,8 Vol.-%, der mittlere ETBE-Gehalt bei 4,7 Vol.-%. Bei den Normalbenzin betragen diese Werte 0,4 bzw. 1,4 %.

2.8.2 UNTERSUCHUNGEN AUF MTBE UND ETBE

2.8.2.1 ERGEBNISSE FRÜHERER BEPROBUNGEN

Erste Untersuchungen auf MTBE erfolgten im Grundwassermessnetz in den Jahren 1999 und 2000 an 26 risikobasiert ausgewählten Messstellen. An acht Messstellen lagen positive Befunde vor, davon drei im Bereich einer Raffinerie, zwei an einem Güterbahnhof und je einer an einer Tankstelle, auf dem Gelände eines Autoherstellers sowie neben einer Bundesstraße im Bereich eines Tanklastwagenunfalls.

In den Jahren 2001 und 2002 wurden die Untersuchungen auf bis zu 420 Messstellen ausgeweitet, ungeachtet des Vorliegens einer besonderen Gefährdung. Die Messstellen lagen in einem Streifen 40 – 60 km östlich des Rheins. Bei einer gegenüber den Vorjahren niedrigeren Bestimmungsgrenze von 0,05 µg/l sollten neben punktuellen Einträgen mit teilweise hohen Konzentrationen auch diffuse Grundwasserbelastungen mit niedrigen Konzentrationen erfasst werden. Die Nachweisquote war mit 15,5 % überraschend hoch. Jedoch zeigten nur zwei Analysen MTBE-Gehalte über 5 µg/l. Der Maximalwert betrug 18 µg/l. Die überwiegende Anzahl der positiven Befunde stand nahezu immer im Zusammenhang mit Betrieben und Einrichtungen, die Kraftstoff herstellen, lagern oder

Tabelle 2.8-2 Gesamtzahl der auf MTBE/ETBE untersuchten Messstellen im Grundwassermessnetz, alle Messstellen wurden im Auftrag des Landes untersucht.

Substanz	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MTBE	26	26	67	420	59	25	-	-	575	577	1073
ETBE	-	-	-	-	-	-	-	-	170	584	1058

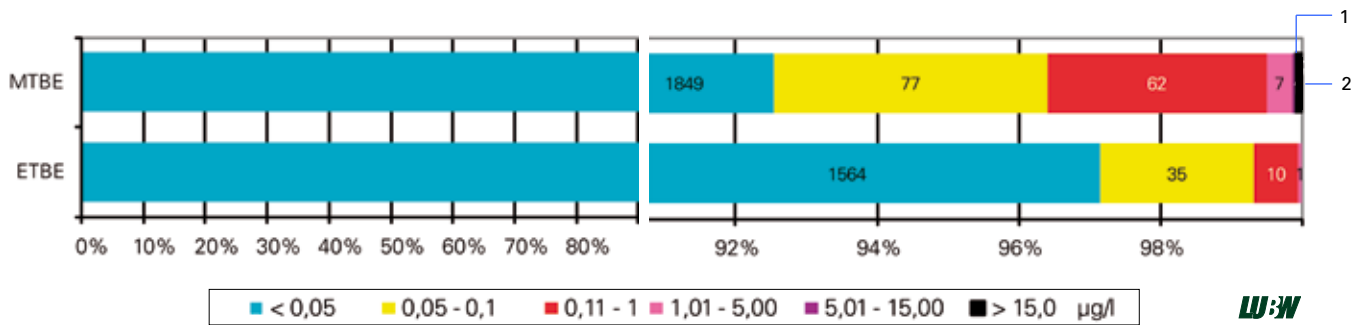


Abbildung 2.8-1: Konzentrationsverteilung der MTBE-/ETBE-Messungen 2007 – 2009.

mit Kraftstoff handeln. Für einen diffusen, luftgetragenen MTBE-Eintrag in das Grundwasser gab es keine Anzeichen. In den Jahren 2003 und 2004 wurden an einzelnen Messstellen die MTBE-Konzentrationen weiter verfolgt.

2.8.2.2 ERGEBNISSE DER BEPROBUNGEN 2007 – 2009

In den Jahren 2007 bis 2009 wurden erstmals alle Messstellen des LUBW-Messnetzes auf MTBE und auch auf ETBE untersucht, um insbesondere die Grundwassergefährdung durch ETBE, das in Deutschland zunehmend das MTBE ersetzt, abschätzen zu können. In einigen Fällen lagen an einer Messstelle mehrere Messungen aus diesem Zeitraum vor, dann wurde bei der Auswertung nur der neueste Messwert berücksichtigt. Insgesamt wurde somit an 1.998 Messstellen MTBE und an 1.610 Messstellen ETBE gemessen. Die Bestimmungsgrenze betrug 0,05 µg/l.

Abbildung 2.8-1 zeigt die Konzentrationsverteilung der MTBE-/ETBE-Messungen. Positive MTBE-Befunde liegen

an 149 Messstellen (7,5 %) vor. Die meisten Messstellen mit positiven Befunden sind durch Industrie (57 Mst.) und Siedlung (60 Mst.) beeinflusst. Die höchste vorgefundene MTBE-Konzentration beträgt 78 µg/l. Zehn Befunde sind höher als 1 µg/l, davon drei über 5 µg/l und zwei über dem Geringfügigkeitsschwellenwert der LAWA von 15 µg/l. Bei den ETBE-Untersuchungen wurden 46 Positivebefunde (2,9 %) festgestellt. Auch hier liegt überwiegend eine Beeinflussung durch Industrie und Siedlung vor. Der maximale ETBE-Wert beträgt 2,18 µg/l. Alle anderen positiven Befunde treten in Konzentrationen unter 1 µg/l auf, die meisten davon zwischen 0,05 und 0,1 µg/l.

Besonders bei den höher belasteten Messstellen sind die Verursacher meist eindeutig zuzuordnen (Tabelle 2.8-3). Teilweise existieren diese Betriebe heute nicht mehr, die Schadstoffquellen sind jedoch als Altlasten oder altlastenverdächtige Flächen bekannt.

Tabelle 2.8-3: Messstellen der MTBE- und ETBE-Untersuchungen 2007 – 2009 mit Konzentrationen über 0,5 µg/l.

Mst.	GW-Nummer	Lage der Messstelle	MTBE µg/l	ETBE µg/l
1	0032/461-3	Sonderabfalldeponie außer Betrieb	77,94	0,07
2	0296/508-0	Industriegelände, Umgebung Mineralöltanks	41,00	2,18
3	0708/259-7	Betriebsgelände Raffinerie	5,08	-
4	0700/561-9	Betriebsgelände ehemalige Gerberei	3,34	< 0,05
5	0765/211-2	Betriebsgelände Recyclingunternehmen	2,77	0,16
6	0174/306-4	Naturschutzgebiet abstromig Altlastenverdächtigter Fläche	2,76	-
7	0007/658-6	Betriebsgelände Metallindustrie	2,68	0,06
8	0009/607-6	Brunnen zur öffentlichen Nahversorgung, Umgebung Bahngelände	2,30	< 0,05
9	0306/511-4	Grünstreifen an einer Bundesstraße	2,07	0,09
10	0110/116-6	Siedlungsgebiet	1,26	< 0,05
11	0096/512-2	Schadensfall, Kfz-Industrie, Tankstelle	0,97	< 0,05
12	0082/259-9	Grünstreifen an Straße, Umgebung Industriegebiet und Bahnanlage	0,82	< 0,05
13	0049/508-0	Betriebsgelände Druckerei	0,80	< 0,05
14	0184/515-0	Parkanlage, CKW-Altlastenstandorte im Einzugsgebiet	0,69	-
15	0009/757-9	Parkplatz	0,63	< 0,05
16	0078/308-4	Schadensfall, Elektroindustrie, Deponie	0,54	< 0,05

2.8.2.3 VERGLEICH 2002 MIT 2007 – 2009

Insgesamt 360 Messstellen wurden sowohl 2002 als auch im Zeitraum 2007 – 2009 auf MTBE untersucht. Dabei sind an rund 89 % der Messstellen keine deutlichen Konzentrationsänderungen feststellbar, wenn man die Konzentrationsspanne $\pm 0,05 \mu\text{g/l}$ als „unverändert“ definiert. Zunahmen werden an 2 %, Abnahmen an 9 % der Messstellen beobachtet (Abb. 2.8-2). Die Messstelle mit der größten Konzentrationszunahme von 0,62 auf 5,08 $\mu\text{g/l}$ liegt auf dem Gelände einer Raffinerie. Die sechs anderen Konzentrationszunahmen liegen im Bereich von unter 1 $\mu\text{g/l}$. Die Messstelle mit der höchsten MTBE-Belastung im Jahr 2002 hat den stärksten Rückgang von 18 $\mu\text{g/l}$ auf 2,77 $\mu\text{g/l}$. Diese Messstelle befindet sich auf dem Gelände eines Recyclingunternehmens. Vergleicht man nur die 59 Positivbefunde der beiden Zeiträume (Abb. 2.8-3), so überwiegen die Abnahmen mit 58 % gegenüber den Zunahmen von nur 3 %.

2.8.3 BEWERTUNG

Bei der Untersuchung auf die Benzinzusatzstoffe MTBE und ETBE im Grundwasser von 2007 – 2009 wurden vergleichsweise nur wenige positive Befunde über der Bestimmungsgrenze von 0,05 $\mu\text{g/l}$ festgestellt: Bei MTBE an 7,5 % der Messstellen, bei ETBE an 2,9 %. Nur zwei Proben (0,07 %) lagen mit ihrem MTBE-Gehalt über dem LAWA-Geringfügigkeitsschwellenwert von 15 $\mu\text{g/l}$. Im Zeitraum 2007 – 2009 nahm die Belastung sowohl nach Messstellenanteil als auch nach Höhe der Konzentrationen gegenüber der Untersuchungskampagne 2002 ab. Erhöhte Belastungen lassen sich nahezu immer eindeutig Verursa-

chern zuordnen. Meist befinden sich im Einzugsgebiet dieser Messstellen Betriebe, die Kraftstoff herstellen, lagern oder verkaufen. Teilweise existieren diese Betriebe heute nicht mehr, sind jedoch als Altlastenstandorte bekannt. Die Einträge durch die Emittenten erfolgen meist punktuell, wobei MTBE und ETBE bis mehrere Hundert Meter lange Grundwasserfahnen ausbilden können. Für einen diffusen Eintrag von MTBE oder ETBE über die Luft in das Grundwasser gibt es weiterhin keine Anzeichen.

Gegenüber MTBE hat ETBE ein etwas geringeres Gefährdungspotenzial. Durch den unangenehmen Geruch und Geschmack sowie die schwere Abbaubarkeit stellt aber auch ETBE beim Eintrag in den Untergrund eine Gefährdung für Trinkwasservorräte dar. Die physikalisch-chemischen Eigenschaften unterscheiden sich aufgrund der ähnlichen Molekülstruktur nur wenig. Aus Sicht des Grundwasserschutzes ist der Einsatz von ETBE als Ersatzstoff von MTBE keine Verbesserung.

Derzeit überwiegen die nachgewiesenen MTBE-Befunde noch die ETBE-Befunde. Dies ist zurückzuführen auf die schwere Abbaubarkeit und die damit verbundenen langen Verweilzeiten im Untergrund, wodurch sich MTBE aus früheren Schadensfällen noch lange nachweisen lässt. Im Rahmen der EU-Verordnung zur Förderung von Biokraftstoffen haben alle Anlagen in Deutschland auf die Produktion von ETBE umgestellt, und MTBE wird in Kraftstoffen immer stärker durch ETBE ersetzt. Es bleibt abzuwarten, ob und in welchem Ausmaß die Konzentrationen im Grundwasser dadurch ansteigen werden.

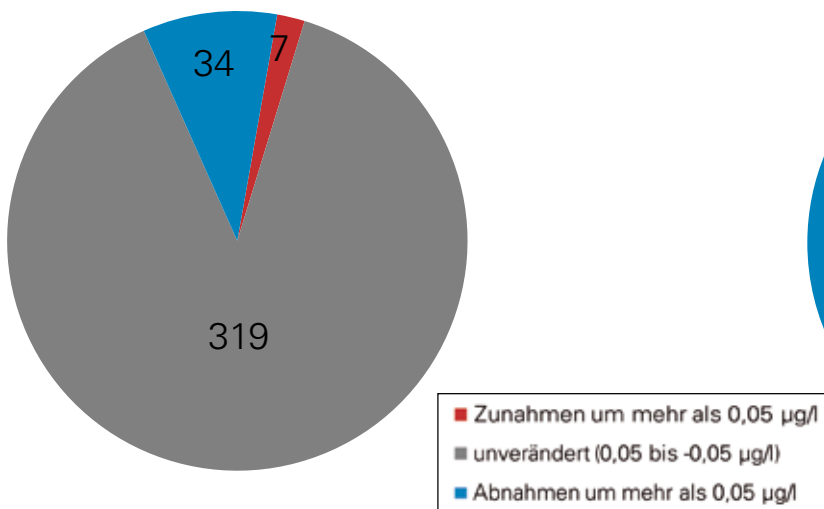


Abb. 2.8-2 Änderung der MTBE-Konzentrationen von 2002 auf 2007 – 2009 (alle 360 Messstellen).

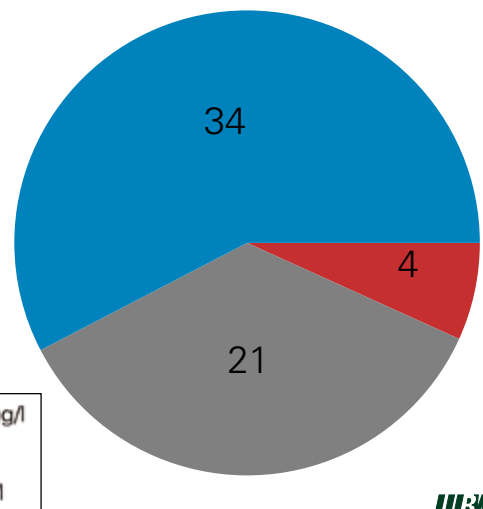
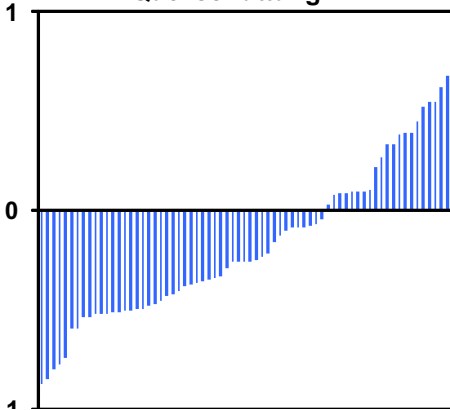
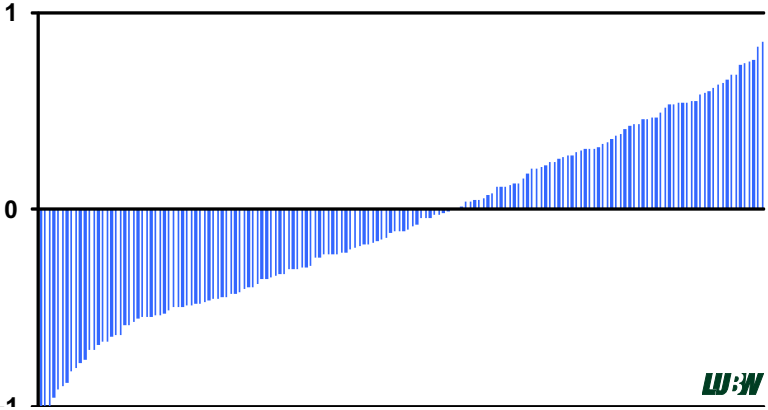


Abb. 2.8-3 Änderung der MTBE-Konzentrationen von 2002 auf 2007 – 2009 (nur die 59 Messstellen mit positiven Befunden).

3 Statistische Übersichten der Teilmessnetze

3.1 Trendmessnetz (TMN) – Menge – Grundwasser und Quellen (GuQ)

<p>MESSNETZZIEL</p> <p>Landesweiter Überblick über Zustand und Entwicklungstendenzen der Grundwasservorräte an repräsentativen Grundwasserstands-, Quellschüttungs- und Lysimetermessstellen.</p>
<p>DATENGRUNDLAGE</p> <p>Auswahl von 363 repräsentativen und funktionsfähigen Messstellen mit beschleunigter Datenübermittlung: 223 Grundwasserstandsmessstellen (wöchentlicher Beobachtungssturnus), 130 Quellen (wöchentliche bis monatliche Messung) und 30 Lysimeter (tägliche bis wöchentliche Beobachtung).</p>
<p>WICHTIGE ERGEBNISSE/AUFFÄLLIGKEITEN</p> <ul style="list-style-type: none">■ Insgesamt bewegen sich die Grundwasserstände und Quellschüttungen im Jahr 2009 auf etwas niedrigerem Niveau als im Vorjahr und entsprechen etwa durchschnittlichen Verhältnissen.■ Die Grundwasserstände bewegen sich in den meisten Landesteilen auf niedrigerem Niveau als im Jahr 2008 und entsprechen im langjährigen Vergleich insgesamt durchschnittlichen Verhältnissen. Starkniederschläge in Frühjahr und Juli haben steile Anstiege der Grundwasservorräte auf ein überdurchschnittliches Niveau bewirkt. Der Jahresverlauf entspricht im Übrigen den vieljährigen Verhältnissen. In den südöstlichen Landesteilen sind die Grundwasservorräte unterdurchschnittlich. Der kurzfristige Trend (10 Jahre) ist stark rückläufig, der mittelfristige Trend (20 Jahre) ist nach wie vor steigend. Die langfristige Tendenz (50 Jahre) ist ausgeglichen.■ Die Quellschüttungen weisen ausgeprägte, niederschlagsbedingte Schüttungsschwankungen auf und entsprechen im vieljährigen Vergleich überwiegend mittleren Verhältnissen. Starke Niederschläge im Frühjahr und im Juli/August 2009 haben Schüttungsanstiege bewirkt, teilweise bis oberhalb des Normalbereichs. Die Schüttungsdynamik ist im Jahresverlauf 2009 ansonsten insgesamt unauffällig. Der kurzfristige (10 Jahre) Trend ist überwiegend fallend, und die mittelfristige (20 Jahre) Tendenz ist meist steigend. Die langfristigen Entwicklungen (50 Jahre) sind unauffällig.
<p style="text-align: center;">Normierte Jahresmittelwerte 2009 im langjährigen Vergleich (seit 1960)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"><div style="text-align: center;"><p>Quellschüttung</p></div><div style="text-align: center;"><p>Grundwasserstand</p></div></div> <p style="text-align: right;">LUBW</p> <p><small>Erläuterung: Dargestellt wird pro Messstelle der – gegen den seit 1960 jeweils kleinsten (-1) bzw. größten (+1) Jahresmittelwert – normierte Jahresdurchschnitt im Jahr 2009.</small></p>

Ergebnisse 2009		Baden-Württemberg TMN Grundwasserstand (Auswahl)								
Messstelle	Naturraum	Grundwasser-Landschaft	Jahresminimum 2009		Jahresmaximum 2009		Mittelwert 2009	Trend [cm/Jahr]		
			[m+NN]	Datum	[m+NN]	Datum		[m+NN]	10 Jahre	20 Jahre
110/018-1	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	172,01	07.12.	172,48	23.03.	172,19	-1,1	1,8	0,1
104/019-6	Markgräfler Rheinebene	Quart. Talfüllungen	190,06	05.10.	190,95	09.03.	190,38	-1,6	1,0	1,1
115/019-6	Markgräfler Rheinebene	Quart. Talfüllungen	183,02	23.03.	183,34	20.07.	183,13	0,0	0,9	-0,1
124/023-8	Markgräfler Rheinebene	Quart. Talfüllungen	238,68	30.03.	240,73	20.04.	240,25	-8,8	3,3	-0,8
115/066-9	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	152,85	05.10.	154,84	09.03.	153,42	-3,0	1,7	0,8
133/068-0	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	171,11	09.11.	172,01	16.03.	171,44	-0,9	2,2	0,4
102/070-7	Freiburger Bucht	Quart. Talfüllungen	217,03	05.10.	218,67	09.03.	217,7	-2,8	0,8	0,2
104/071-8	Markgräfler Hügelland	Quart. Talfüllungen	252,92	21.12.	256,47	09.03.	254,51	-4,6	3,5	-
102/073-1	Hochschwarzwald	nicht bearbeitet	336,64	02.11.	337,92	30.03.	337,14	-3,5	2,1	-0,5
110/073-8	Dinkelberg	nicht bearbeitet	291,69	05.10.	292,38	06.04.	291,93	-3,5	-0,3	-1,4
103/115-2	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	144,59	05.10.	145,96	09.03.	145,01	1,5	-3,6	-0,9
100/119-1	Freiburger Bucht	Quart. Talfüllungen	205,97	05.10.	207,33	09.03.	206,4	-3,0	0,1	-1,3
124/123-1	Dinkelberg	Quart. Talfüllungen	329,28	05.10.	330,03	16.03.	329,51	-1,3	-0,2	-0,3
103/161-0	Nördliche Oberrhein-Niederung	Quart. Talfüllungen	109,65	26.10.	111,01	20.07.	110,33	-3,4	0,5	0,1
143/161-2	Nördliche Oberrhein-Niederung	Quart. Talfüllungen	115,01	19.01.	115,37	20.07.	115,19	0,9	0,6	0,7
120/162-0	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	120,94	12.10.	121,63	09.03.	121,28	-1,7	0,6	0,2
157/162-8	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	121,87	09.11.	123,08	16.03.	122,28	-3,8	0,2	0,2
105/164-3	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	156,07	28.09.	157,80	09.03.	157,26	-13,2	0,5	-0,4
115/211-5	Nördliche Oberrhein-Niederung	Quart. Talfüllungen	109,95	02.11.	110,67	13.04.	110,28	-1,6	0,4	0,1
124/211-6	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	115,82	24.08.	116,27	14.12.	116,03	-0,6	0,3	0,2
160/223-0	Hochrheintal	Quart. Talfüllungen	316,93	18.10.	318,33	20.07.	317,48	-4,0	0,2	-
227/259-1	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	108,66	14.12.	108,98	18.05.	108,82	-6,5	0,8	2,1
150/260-6	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	112,76	09.11.	113,32	23.03.	113,03	-7,8	1,5	2,9
133/304-6	Hessische Rheinebene	Quart. Talfüllungen	93,94	01.10.	94,20	27.07.	94,12	-9,8	4,7	-
733/304-4	Hessische Rheinebene	Quart. Talfüllungen	91,66	16.02.	91,91	20.07.	91,79	-7,0	5,5	-
104/305-6	Neckar-Rheinebene	Quart. Talfüllungen	87,54	05.10.	89,14	27.07.	88,33	-8,5	0,5	0,1
100/307-1	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	99,23	02.11.	99,49	13.04.	99,35	-6,5	2,2	-1,3
108/308-7	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	106,20	12.01.	106,59	18.05.	106,38	-4,4	-0,2	-1,1
101/320-1	Baar	Quart. Talfüllungen	674,60	05.10.	675,32	09.03.	674,84	-2,0	-0,2	-1,1
100/321-9	Hegau-Alb	Muschelkalk	683,79	02.11.	684,95	30.03.	684,18	0,3	0,4	-0,5
100/355-1	Bergstraße	Quart. Talfüllungen	96,34	23.02.	96,73	27.07.	96,52	-12,4	3,5	2,5
105/370-3	Hegau-Alb	Quart. Talfüllungen	652,12	23.02.	654,46	20.07.	652,84	3,6	3,5	3,2
132/422-5	Hegau	Quart. Talfüllungen	418,85	23.02.	419,32	03.08.	419	-5,2	2,2	-
167/508-9	Neckarbecken	Quart. Talfüllungen	154,00	26.10.	154,40	20.07.	154,18	-2,0	1,1	-
100/516-6	Mittlere Kuppenalb	Malm Weißjura	689,68	05.01.	693,51	27.04.	690,86	-18,6	3,3	-

100/517-0	Hohe Schwabenalb	Malm Weißjura	681,48	09.03.	688,38	06.04.	683,44	-32,5	-2,2	-
3/568-8	Donau-Ablach-Platten	nicht bearbeitet	524,51	19.01.	525,70	30.03.	524,86	-1,5	0,2	-
110/623-5	Oberschwäbisches Hügelland	nicht bearbeitet	411,71	02.03.	412,13	31.08.	411,93	-7,6	-0,2	-
130/623-6	Bodenseebecken	Quart. Talfüllungen	398,89	02.11.	399,51	06.04.	399,11	-6,0	0,0	-
107/666-2	Mittlere Flächenalb	nicht bearbeitet	517,42	23.02.	523,89	20.07.	520,89	-18,2	6,6	-
148/717-0	Flachland der unteren Riss	nicht bearbeitet	492,58	05.10.	493,29	16.03.	492,82	-1,6	0,6	-
125/721-3	Riss-Aitrach-Platten	Quart. Talfüllungen	651,68	07.12.	652,58	06.04.	652,02	-6,6	-0,8	-
102/762-4	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	500,54	05.10.	505,62	30.03.	502,73	-9,9	3,8	0,2
101/767-0	Albuch und Härtsfeld	Malm Weißjura	488,65	28.09.	489,96	29.06.	489,18	-6,9	-4,7	-2,2
109/768-9	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	530,17	23.02.	530,64	16.03.	530,36	-3,6	-1,1	0,1
132/768-3	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	516,91	09.02.	517,40	16.03.	517,14	0,5	0,9	-0,7
111/769-0	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	552,19	23.02.	552,54	13.04.	552,37	-2,6	-0,6	0,1
104/770-4	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	572,62	02.03.	573,51	05.10.	572,97	0,5	0,9	-0,3
177/770-1	Riss-Aitrach-Platten	Quart. Talfüllungen	593,40	12.10.	594,43	13.04.	593,75	-5,6	-1,7	-
110/773-2	Westallgäuer Hügelland	Quart. Talfüllungen	712,59	02.11.	715,59	06.04.	713,64	-7,2	-1,2	-
102/814-8	Donauried	Quart. Talfüllungen	443,98	21.12.	445,27	22.06.	444,56	-8,7	1,5	-1,0
100/863-0	Ries-Alb	Malm/tief	448,03	07.12.	450,56	13.04.	449,19	-14,5	3,5	0,4

Ergebnisse 2009		Baden-Württemberg TMN Quellschüttung (Auswahl)								
Messstelle	Naturraum	Grundwasser-Landschaft	Jahresminimum 2009		Jahresmaximum 2009		Mittelwert 2009	Trend [l/s/Jahr]		
			[l/s]	Datum	[l/s]	Datum		[l/s]	10 Jahre	20 Jahre
600/071-1	Markgräfler Hügelland	Quartär Hangschutt	0,15	14.11.	1,16	21.03.	0,57	0,0	0,0	0,0
600/171-5	Hochschwarzwald	Kristallin	0,02	02.10.	1,00	01.04.	0,27	0,0	0,0	0,0
601/212-5	Nördlicher Tal-schwarzwald	Buntsandstein	0,65	12.10.	7,19	16.03.	2,57	-0,1	0,0	0,0
600/263-6	Nördlicher Tal-schwarzwald	Buntsandstein	4,73	19.10.	19,36	13.04.	10,42	-0,3	-0,1	-0,1
602/320-8	Baar-Alb und Oberes Donautal	Malm Weißjura	0,97	26.10.	6,89	30.03.	2,73	-0,1	0,0	0,0
600/321-0	Hegau-Alb	Tertiär	0,64	02.11.	3,33	30.03.	1,54	0,0	0,0	0,0
600/407-7	Kraichgau	Höherer Keuper	1,92	26.10.	4,53	22.06.	2,92	-0,2	0,0	0,0
600/468-4	Baar-Alb und Oberes Donautal	Malm Weißjura	39,00	02.11.	560,00	06.04.	120,98	-9,3	0,7	-
600/521-4	Oberschwäbisches Hügelland	Quartär Kies+Sand	1,47	12.01.	2,72	30.03.	2,03	-0,1	0,1	0,0
600/554-9	Bauland	Muschelkalk	28,80	05.10.	96,00	28.12.	57,11	0,5	1,0	0,1
600/607-8	Hohenloher-Haller-Ebenen	Lettenkeuper	1,70	02.11.	4,51	02.03.	2,81	0,0	0,0	0,0
603/657-5	Kocher-Jagst-Ebenen	Muschelkalk	0,06	10.08.	5,00	02.03.	1,57	0,0	0,0	0,0
600/665-7	Mittlere Flächenalb	Malm Weißjura	720,00	05.10.	11654,00	16.03.	2346,75	-105,0	14,8	2,1
601/759-1	Schwäb.-Fränk. Waldberge	Höherer Keuper	1,97	23.11.	3,97	30.03.	2,76	-0,1	0,0	0,0

3.2 Gesamtmessnetz – Beschaffenheit

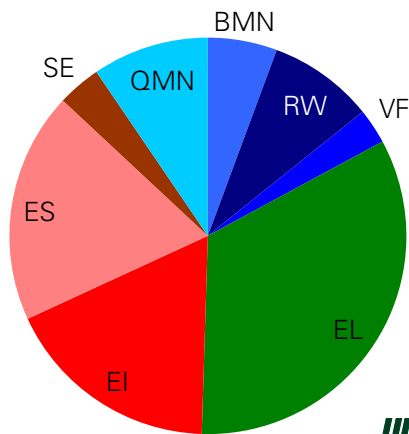
MESSNETZZIEL

Landesweiter Überblick über den Ist-Zustand und die Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit.

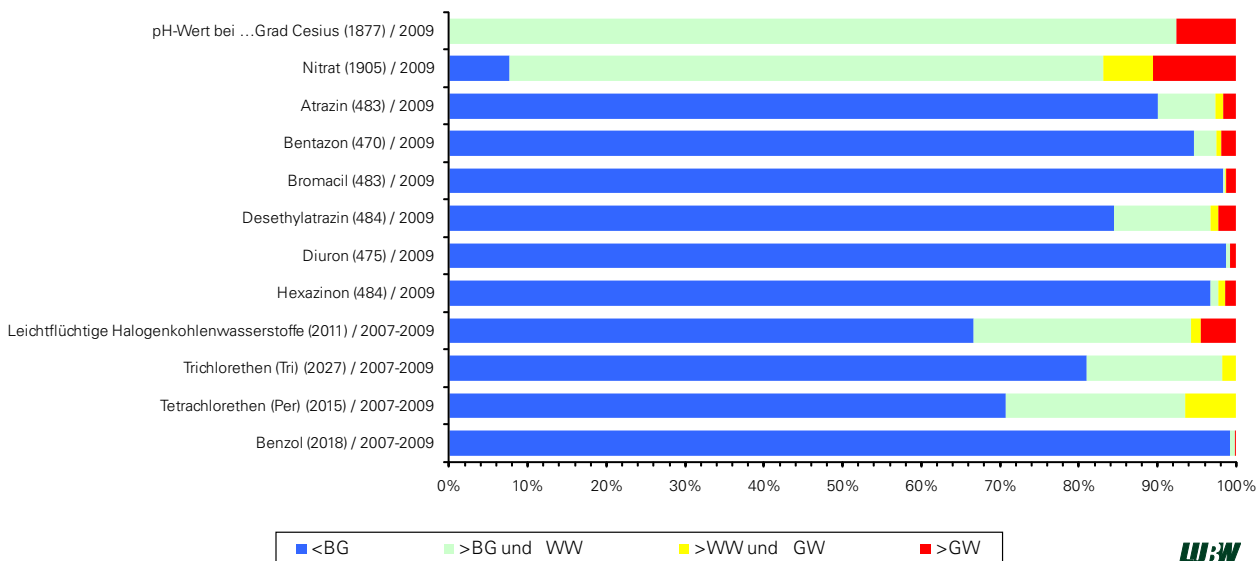
DATENGRUNDLAGE

Ausgewertet wurden für das Jahr 2009 die Daten von insgesamt 1.917 Landesmessstellen. Die vom Land betriebenen Messstellen wurden mit folgenden landesweiten Messprogrammen untersucht (Messprogramm-Parameter: siehe Anhang A2):

MESSPROGRAMM	BMN	RW/VF	EL	EI/ES/SE	QMN
Vor-Ort-Parameter	•	•	•	•	•
Messprog. Stickstoff aus LW	•	•	•	•	•
Messprogramm PSM – 4 – teilweise	•	•	•	•	•
Messprogramm PSM – 2 – teilweise	•	•	•	•	•



Messnetz	Messstellen Anzahl	Messstellen Anteil %
Basismessnetz (BMN)	108	5,6
Repräsentative Rohwassermst. (RW)	165	8,6
Repräsentative Vorfeldmst. (VF)	55	2,9
Emittentenmesstellen Landwirtschaft (EL)	640	33,4
Emittentenmesstellen Industrie (EI)	338	17,6
Emittentenmesstellen Siedlung (ES)	361	18,8
Sonstige Emittentenmesstellen (SE)	68	3,5
Quellmessnetz (QMN)	182	9,5
Summe	1.917	100



Erläuterungen: in Klammern: Anzahl der Messwerte/Beprobungsjahr bzw. -zeitraum
 BG = Bestimmungsgrenze, WW = Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes,
 GW = Grenzwert der TrinkwV 2001, bei Nitrat und den PSM auch Qualitätsnorm der EU-Grundwasserrichtlinie

Ergebnisse 2009 – Baden-Württemberg ALLE

Parameter	Dimen- sion	Anz. Mst.	>BG		>WW		>GW		Mittel- wert	Min	P10	P50	P90	Max
			Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%						
Temperatur	°C	1864	1864	100,0	15	0,8	-	-	12,3	-	9,5	12,1	15,1	46,60
Elektrische Leitfähigkeit bei 20 Grad Celsius	mS/m	1841	1841	100,0	19	1,0	7	0,4	68,4	2,1	26	65,3	98,7	2070,0
pH-Wert bei Grad Celsius	-	1877	1877	100,0	142	7,6	142	7,6	7,09	4,69	6,68	7,14	7,43	8,82
Sauerstoff	mg/l	1833	1754	95,7	-	-	-	-	5,5	-	0,7	5,9	9,7	12,50
Sauerstoffsätti- gungsindex	%	1770	1745	98,6	-	-	-	-	54,6	0,4	9,3	59	93	122,00
Nitrat	mg/l	1905	1759	92,3	322	16,9	201	10,6	23,5	-	1,6	18,6	51,6	176,00
Nitrit	mg/l	1915	217	11,3	41	2,1	27	1,4	0,02	-	<0,01	<0,01	0,01	0,71
Ammonium	mg/l	1897	568	29,9	54	2,8	45	2,4	0,059	-	<0,010	<0,010	0,04	12,90
2,4-D (2,4-Di- chlorphenoxy- essigsäure)	µg/l	475	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,04	-	<0,02	<0,05	<0,05	-
Atrazin	µg/l	483	48	9,9	13	2,7	8	1,7	0,04	0,02	<0,02	<0,05	<0,05	0,38
Bentazon	µg/l	470	25	5,3	12	2,6	9	1,9	0,05	0,02	<0,02	<0,05	<0,05	1,90
Bifenox	µg/l	475	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,05	-	<0,03	<0,05	<0,05	-
Bromacil	µg/l	483	8	1,7	7	1,4	6	1,2	0,0	0,06	<0,02	<0,05	<0,05	0,55
Chlortoluron	µg/l	475	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,05	-	<0,02	<0,05	<0,05	-
Desethylatrazin	µg/l	484	75	15,5	16	3,3	11	2,3	0,04	-	<0,02	<0,05	0,05	0,43
Desethylterbut- hylazin	µg/l	483	4	0,8	3	0,6	3	0,6	0,04	0,06	<0,02	<0,05	<0,05	0,30
Desisopropyl- atrazin	µg/l	483	13	2,7	2	0,4	2	0,4	0,04	-	<0,02	<0,05	<0,05	0,22
Dicamba	µg/l	475	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,04	-	<0,02	<0,05	<0,05	-
Dichlorprop (2,4-DP)	µg/l	475	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,04	-	<0,02	<0,05	<0,05	-
Diuron	µg/l	475	8	1,7	6	1,3	4	0,8	0,05	0,03	<0,02	<0,05	<0,05	0,17
Flusilazol	µg/l	474	2	0,4	1	0,2	1	0,2	0,05	0,07	<0,02	<0,05	<0,05	0,84
Hexazinon	µg/l	484	16	3,3	11	2,3	7	1,4	0,05	0,04	<0,02	<0,05	<0,05	0,48
Isoproturon	µg/l	474	2	0,4	1	0,2	0	0,0	0,05	0,05	<0,02	<0,05	<0,05	0,10
Linuron	µg/l	474	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,05	-	<0,02	<0,05	<0,05	-
MCPA (4-Chlor- 2-methylpheno- xyessigsäure)	µg/l	474	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,04	-	<0,02	<0,05	<0,05	-
Mecoprop (MCP)	µg/l	475	1	0,2	1	0,2	1	0,2	0,04	0,75	<0,02	<0,05	<0,05	0,75
Metalaxyl	µg/l	482	2	0,4	0	0,0	0	0,0	0,04	0,05	<0,02	<0,05	<0,05	0,06
Metazachlor	µg/l	484	1	0,2	0	0,0	0	0,0	0,04	0,08	<0,02	<0,05	<0,05	0,08
Methabenzthia- zuron	µg/l	474	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,05	-	<0,02	<0,05	<0,05	-
Metolachlor	µg/l	483	3	0,6	1	0,2	1	0,2	0,04	0,03	<0,02	<0,05	<0,05	0,11
Pendimethalin	µg/l	475	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,04	-	<0,02	<0,05	<0,05	-
Propazin	µg/l	484	5	1,0	2	0,4	1	0,2	0,04	0,02	<0,02	<0,05	<0,05	0,19
Simazin	µg/l	484	14	2,9	2	0,4	1	0,2	0,04	-	<0,02	<0,05	<0,05	0,14
Terbutylazin	µg/l	484	4	0,8	3	0,6	3	0,6	0,04	0,02	<0,02	<0,05	<0,05	0,44

Hinweise siehe Anhang A6

Ergebnisse 2007 bis 2009 – Baden-Württemberg ALLE

Parameter	Dimen- sion	Anz. Mst.	>BG		>WW		>GW		Mittel- wert	Min	P10	P50	P90	Max
			Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%						
Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (Summe Tri + Per)	mg/l	2011	671	33,5	115	5,7	91	4,5	0,0243	-	<0,0001	<0,0001	0,0029	28,5
Trichlorethen (Tri)	mg/l	2027	384	19,1	36	1,8	-	-	0,0028	-	<0,0001	<0,0001	0,0004	1,5
Tetrachlorethen (Per)	mg/l	2015	591	29,5	130	6,4	-	-	0,0215	-	<0,0001	<0,0001	0,0021	27
1,1,1-Trichlorethan	mg/l	2031	111	5,5	4	0,2	-	-	0,0002	-	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,078
Tetrachlormethan (Tetrachlorkohlenstoff)	mg/l	2033	27	1,4	2	0,1	-	-	0,0001	-	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,016
Trichlormethan (Chloroform)	mg/l	2003	130	6,9	14	0,7	-	-	0,0002	-	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0222
1,2-Dichlor-ethan	mg/l	960	0	0	0	0	0	0	0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	-
Dichlormethan	mg/l	2031	1	0	0	0	-	-	0,005	-	<0,005	<0,005	<0,005	0,001
cis-1,2-Dichlorethen	mg/l	2033	70	3,5	29	1,4	-	-	0,005	-	<0,001	<0,001	<0,005	3,1
trans-1,2-Dichlorethen	mg/l	945	11	1,1	1	0,1	-	-	0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	0,042
Chlorethen (Vinylchlorid)	mg/l	291	9	3,1	8	2,7	-	-	0,0019	0,0014	<0,0015	<0,0015	<0,0020	0,086
Benzol	µg/l	2018	17	0,8	3	0,1	3	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	3,6
Toluol	µg/l	1888	54	2,9	0	0	-	-	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	1,6
Ethylbenzol	µg/l	2032	17	0,8	0	0	-	-	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	1,7
m- und p-Xylol	µg/l	2014	50	2,5	0	0	-	-	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	1,9
o-Xylol	µg/l	2030	19	0,9	0	0	-	-	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	1,4
MTBE (Methyl-tertiär-butylether)	µg/l	1998	149	7,5	-	-	-	-	0,13	-	<0,05	<0,05	<0,05	77,94
ETBE (Ethyl-tertiär-butyl-ether)	µg/l	1610	46	2,9	-	-	-	-	0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	2,18

Hinweise siehe Anhang A6

4 Ausblick und Berichtswesen

MESSNETZBETRIEB

Im Jahr 2010 stehen bei der landesweiten Zustandserhebung des Grundwassers landwirtschaftstypische Stoffe und Parameter auf dem Programm. Daneben werden die bisher durchgeführten Controllingprogramme sowie die Untersuchungen im Rahmen verschiedener Berichtspflichten gegenüber dem Bund und der EU weitergeführt (u. a. Nitrit, Nitrat, Ammonium, PSM). An einigen Grundwassermessstellen werden die Langzeituntersuchungen im Hinblick auf die Versauerung weitergeführt.

QUALITÄTSVERBESSERUNG

Routinemäßige Qualitätsverbesserungen finden im Bereich der Messstellen-Dokumentation, der Vorgaben zur Probennahme und der Plausibilisierung der Messwerte statt. Dies ist Voraussetzung für eine sachgerechte Bewertung der Daten und damit eine Daueraufgabe.

DATENVERARBEITUNG

Neben den Optimierungen der bisherigen Funktionalitäten der Grundwasserdatenbank konnten 2009 insbesondere die Messwerterfassung mit dem GWDB-Editor, die Anpassung der Anwendung für Abfallwirtschaftsbetriebe und die Erweiterung der Verarbeitungsmöglichkeiten von Daten geothermischer Anlagen umgesetzt werden. Für die nächste Version, die voraussichtlich im August 2010 erscheint, werden diese Funktionalitäten konsequent weiterentwickelt. Dazu wird die Erstellung standardisierter gebietsübergreifender Berichte Schwerpunktthema sein.

BERICHTSWESEN – INTERNET – PROJEKTE

Auf den Internetseiten der LUBW <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de> sind u. a. unter „Service – Publikationen – Wasser – Grundwasser“ die jährlichen Berichte „Ergebnisse der Beprobungen“ von 1991 bis 2008 eingestellt. In Papierform sind die Berichte bei der LUBW erhältlich (Adresse siehe Impressum).

Im Internet wird seit Mai 2001 unter dem Stichwort GuQ – Grundwasserstände und Quellschüttungen über die aktuellen Grundwassermengenverhältnisse in Baden-Württemberg berichtet. Die Seite wird monatlich aktualisiert. Eine landesweite Übersichtskarte zeigt die regionalen Verhältnisse an ausgewählten Messstellen. Gangli-

nien belegen die kurzfristige Entwicklung, Trendlinien die langfristige Tendenz über die letzten 30 Jahre. Seit August 2006 werden mögliche Entwicklungen der Grundwasserstände und der Quellschüttungen im bevorstehenden Monat prognostiziert und als zusätzliche Ganglinie dargestellt. Texte bewerten die Situation, technische Stammdaten und Fotos liefern weitere Informationen: <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de>.

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

Das Projekt Dauermonitoring der Grundwasserfauna wird an 40 Messstellen weiter geführt.

HYDROGEOLOGISCHE KARTIERUNG (HGK)

Die Veröffentlichung der HGK Argen-Ach-Rinne und Isnyer Becken erfolgt im Jahr 2010. Die HGK wird Karten und Schnitte zum hydrogeologischen Bau sowie Karten zur Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung, zur Grundwasseroberfläche und zum Flurabstand des Grundwassers sowie eine Bodenkarte enthalten.

HYDROGEOLOGISCHE ERKUNDUNG (HGE)

■ HGE MITTLERE ALB 3

Hydrologischer Bau und Grundwasserhaushalt: Beiheft mit Karten zur Aquiferbasis Oberjura, Quartärmächtigkeit, hydrogeologische Schnitte und Grundwasserhaushalt. Die beigelegte CD enthält im pdf-Format das Beiheft und die o. g. Karten, ergänzt durch die Sachdaten für ArcView, ArcGIS und ArcExplorer. Herausgegeben vom Regierungspräsidium Tübingen in Zusammenarbeit mit dem Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 (LGRB), den beteiligten Landratsämtern und der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg.

■ WEITERE HGE

Die von den Regierungspräsidien, vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9), der LUBW und den unteren Was-

serbehörden bearbeiteten Hydrogeologischen Erkundungen (HGE) Böblingen (Würm-Schwippe), Südlicher Kraichgau sind in Bearbeitung.

**GRENZÜBERSCHREITENDE BESTANDSAUFNAHME 2009
DER GRUNDWASSERQUALITÄT IM OBERRHEINGRABEN**

Wie im Jahr 2003 fand 2009 wieder eine grenzüberschreitende Bestandsaufnahme im Oberrheingraben statt. Beteiligt waren neben Baden-Württemberg das Elsass, die Kantone Basel Stadt und Basel Landschaft, Hessen und Rheinland-Pfalz. Für das betroffene Gebiet wurden die zu untersuchenden Parameter mit dem Ziel einer möglichst großen gemeinsamen Parameterliste so weit wie möglich aufeinander abgestimmt. Da im Landesmessnetz nicht mehr jede Messstelle jährlich beprobt wird, werden für die grenzübergreifenden Auswertungen die Analyseergebnisse der Jahre 2007 bis 2009 zugrunde gelegt.

5 Literaturverzeichnis

Die in den letzten fünf Jahren erschienenen Veröffentlichungen unter Beteiligung der LUBW bzw. LfU sind nachfolgend zusammengestellt. Weitere Veröffentlichungen – LUBW/LfU-Reihe Grundwasserschutz sind im Internet unter <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de> unter den Rubriken „Service – Publikationen – Wasser – Grundwasser“ oder unter „Themen – Wasser – Grundwasser – Grundwasserüberwachungsprogramm“ zu finden. Dort ist auch der monatlich aktualisierte Zustandsbericht über den Entwicklungsstand der Grundwasservorräte in Baden-Württemberg (Grundwasserstände und Quellschüttungen-„GuQ“) in Karten, Ganglinien und Textform abrufbar.

5.1 Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg – Ergebnisse

LUBW (2010)

LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Bericht zur Versauerung der Umwelt“, Karlsruhe 2010.

Gudera u. a. (2010)

Gudera, T.: „Bodenwasserhaushalt und Sickerwasserbildung – Ergebnisse von Szenarienrechnungen“. – KLIWA-Berichte Heft 15 – 4. KLIWA-Symposium, S. 187 – 201.

LUBW (2009)

LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2008 – Fachbericht“ – Reihe Grundwasserschutz: Nr. 38, Karlsruhe, 2009.

LUBW (2009)

LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2008 – Kurzbericht und Jahresdatenkatalog 1999-2008“ – Reihe Grundwasserschutz: Nr. 39, Karlsruhe, 2009.

LUBW u. a. (2009)

LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und

Naturschutz Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Tübingen, Regierungspräsidium Freiburg, Abt. 9 – Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB): „Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg Mittlere Alb Mappe 3 – Hydrogeologischer Bau, Grundwasserhaushalt“ – Mappe mit Beiheft, Tabellen, 4 Karten, 1 CD-ROM; Bezug über LUBW; LUBW 2009.

LUBW u. a. (2008)

LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Karlsruhe, Regierungspräsidium Freiburg, Abt. 9 – Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), Landratsamt Enzkreis und Stadt Pforzheim: „Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg Enztal-Pforzheim Mappe 4 – Boden, Geogene Grundwasserbeschaffenheit, Grundwassermächtigkeit“ – Mappe mit Beiheft und Tabellen, 19 Karten (u.a. Bodenkarte, Feldkapazität, nutzbare Feldkapazität, Filter und Puffer für anorganische und organische Schadstoffe, Grundwassermächtigkeit und Grundwasser-gleichen), nur als CD-ROM (Hinweis: auf der CD sind auch die Mappen 2 und 3 enthalten); Bezug über LUBW oder RP Freiburg, Abt.9-LGRB, 2008.

LUBW u. a. (2008)

LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Karlsruhe, Regierungspräsidium Freiburg, Abt. 9 – Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), Landratsamt Enzkreis: „Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg Enzkreis Mappe 2 – Grundwasserdynamik, Grundwasserhaushalt, Grundwasserschutz, Boden“ – Mappe mit Beiheft, Tabellen, 7 Karten (u. a. aktualisierte Hydrologische Grundkarte, Grundwassergleichenpläne, Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung, Markierungsversuche, Niederschlag, Verdunstung, Basisabfluss/Gesamtabfluss, Grundwasserneubildung, Bodenkarte, Landnutzung), 1 CD-ROM; Bezug über LUBW oder RP Freiburg, Abt.9-LGRB, 2008.

LUBW u. a. (2008)

LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Regierungspräsidium

- Karlsruhe, Regierungspräsidium Freiburg, Abt. 9 – Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), Landratsämter Karlsruhe und Heilbronn sowie Stadt Karlsruhe: „Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg Südlicher Kraichgau Mappe 1 – Hydrogeologische Grundkarte“ – Mappe mit Beiheft, Tabellen, 1 Karte, 1 CD-ROM; Bezug über LUBW oder RP Freiburg, Abt.9-LGRB, 2008.
- LUBW (2008)
LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2007 – Fachbericht“ – Reihe Grundwasserschutz: Nr. 36, Karlsruhe, 2008.
- LUBW (2008)
LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2007 – Kurzbericht“ – Reihe Grundwasserschutz: Nr. 37, Karlsruhe, 2008.
- Gudera u. a. (2008)
Regierungspräsidium Freiburg (RPF): INTERREG III A-Projekt „Werkzeug zur grenzüberschreitenden Bewertung und Prognose der Grundwasserbelastung mit Chlorid zwischen Fessenheim und Burkheim“. – Endbericht, 138 S., 1 CD-ROM, Bezug über RP Freiburg, Abt.9-LGRB, 2008
- LUBW (2007)
LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2006 – Fachbericht“ – Reihe Grundwasserschutz: Nr. 34, Karlsruhe, 2007.
- LUBW (2007)
LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2006 – Kurzbericht“ – Reihe Grundwasserschutz: Nr. 35, Karlsruhe, 2007.
- LUBW u.a. (2007)
LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz und UM – Ministerium für Umwelt (Hrsg.), Universität Freiburg – Institut für Hydrologie: „Wasser- und Boden-Atlas Baden-Württemberg (WaBoA)“. – Thematische Karten zu Oberirdischen Gewässern, Boden und Bodenwasserhaushalt, Grundwasser, Gewässerökologie und Gewässerschutz (Dritte Kartenlieferung, weitere Themen folgen in Ergänzungslieferungen), Karlsruhe, 2007.
- Gudera u. a. (2007)
Neumann, J. & Gudera, T.: „Auswirkung der Klimaveränderung auf die Grundwasserneubildung in Süddeutschland“. – KLIWA-Berichte Heft 10 – 3. KLIWA-Symposium, S. 163 – 173.
- Gudera u.a. (2007)
Umweltministerium Baden-Württemberg (UM) und Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz (MUFV). „Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung im Raum Karlsruhe-Speyer – Fortschreibung 1986 – 2005: Beschreibung der geologischen, hydrogeologischen und hydrologischen Situation. Mappe mit Beiheft, 13 Karten, 1 CD-ROM; Bezug über LUBW, RP-LGRB-Freiburg oder MUFV; Stuttgart, Mainz, 2007.
- Wingering (2007)
Wingering, M.: „Ein empirisches Verfahren zur Vorhersage von Grundwasserständen und Quellschüttungen“. – HW – Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 51, H. 1: 8 -16.
- LUBW (2006)
LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasser-Überwachungsprogramm – Erhebung und Beschreibung der Grundwasserfauna in Baden-Württemberg – Fachbericht“. – Reihe Grundwasserschutz 32, Karlsruhe, 2006.
- LUBW (2006)
LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasser-Überwachungsprogramm – Erhebung und Beschreibung der Grundwasserfauna in Baden-Württemberg – Kurzbericht“. – Reihe Grundwasserschutz 33, Karlsruhe, 2006.
- LUBW (2006)
LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Hydrogeologischer Bau und hydraulische Eigenschaften“. -INTERREG III A-Projekt

- MoNit „Modellierung der Grundwasserbelastung durch Nitrat im Oberrheingraben“. – Abschlussbericht, Karlsruhe, 2006.
- LUBW (2006)
LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Fluss-Grundwasser-Interaktion“. – INTERREG III A-Projekt MoNit „Modellierung der Grundwasserbelastung durch Nitrat im Oberrheingraben“. – Abschlussbericht, Karlsruhe, 2006.
- LUBW (2006)
LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Nitratherkunft im Bodenwasser und Grundwasser“. – INTERREG III A-Projekt MoNit „Modellierung der Grundwasserbelastung durch Nitrat im Oberrheingraben“. – Abschlussbericht, Karlsruhe, 2006.
- LUBW (2006)
LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserströmung und Nitrattransport“. – INTERREG III A-Projekt MoNit „Modellierung der Grundwasserbelastung durch Nitrat im Oberrheingraben“. – Abschlussbericht, Karlsruhe, 2006.
- LUBW (2006)
LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Prognosen zur Entwicklung der Nitratbelastung“. – INTERREG III A-Projekt MoNit „Modellierung der Grundwasserbelastung durch Nitrat im Oberrheingraben“. – Abschlussbericht, Karlsruhe, 2006.
- LUBW (2006)
LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2005 – Fachbericht“. – Reihe Grundwasserschutz: Nr. 30, Karlsruhe, 2006.
- LUBW (2006)
LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2005 – Kurzbericht“. – Reihe Grundwasserschutz: Nr. 31, Karlsruhe, 2006.
- LfU (2005)
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU): „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2004“ – Fachbericht – Reihe Grundwasserschutz: Nr. 27, Karlsruhe, 2005.
- LfU (2005)
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU): „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2004“ – Kurzbericht. – Reihe Grundwasserschutz: Nr. 28, Karlsruhe, 2005.
- LfU u.a. (2005)
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU), Regierungspräsidium Freiburg, Abt. 9 – Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), Landratsamt Konstanz: „Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg Singen – Mappe 1 – Hydrogeologischer Bau.“ – Mappe mit Beiheft, Tabellen, 8 Karten (u.a. Geologische Aufschlusskarte, Hydrogeologische Schnitte und Lage der Basis und der Oberflächen der verschiedenen Grundwasserleiter), 1 CD-ROM; Bezug über LUBW oder LGRB-Freiburg, 2005.
- LfU u.a. (2005)
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU), Regierungspräsidium Freiburg, Abt. 9 – Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), Regierungspräsidium Stuttgart, Landratsamt Main-Tauber-Kreis, Gewässerdirektion Neckar – Bereich Künzelsau: „Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg Taubertal – Main-Tauberkreis-Mappe 3 – Grundwasserdynamik, Grundwasserhaushalt, Grundwasserschutz.“ – Mappe mit Beiheft, Tabellen, 7 Karten (u. a. aktualisierte Hydrologische Grundkarte, Grundwassergleichenplan, Markierungsversuche, Grundwasserneubildung, Niederschlag, Verdunstung, Basisabfluss/Gesamtabfluss, Niedrigwasserabflussspenden, Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung, Landnutzung), 1 CD-ROM; Bezug über LUBW oder RP-LGRB-Freiburg; Künzelsau, 2005.
- LfU (2005)
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU): „MONIT: Entwicklung von Prognosewerkzeugen – Zwischenpräsentation“ Tagung 15.04.2005 in Karlsruhe. Gefördert von INTERREG III. Trinationales Projekt zur flächenhaften Bilanzierung der Nitratstoffströme im Oberrheingraben.

- Auckenthaler u.a. (2005)
Auckenthaler, A., Seiberth, C., Affolter, A., Casper, M. (2005): „Untersuchung der Nitratherkunft im Bodenwasser und Grundwasser – Untersuchungskonzept und erste Resultate“. – In: LfU (Hrsg.): „MONIT – Entwicklung von Prognosewerkzeugen – Zwischenpräsentation – Tagung 15.04.2005 in Karlsruhe“. – Tagungsband: 83 – 96, Karlsruhe, 2005.
- Beha u.a. (2005)
Beha, A., Finck, M., Korte, S., van Dijk, P. (2005): „Acker-schlagsbezogene Modellierung des Nitrataustrags – das Modell STICS“. – In: LfU (Hrsg.): „MONIT – Entwicklung von Prognosewerkzeugen – Zwischenpräsentation – Tagung 15.04.2005 in Karlsruhe“. – Tagungsband: 75 – 82, Karlsruhe, 2005.
- Beha u.a. (2005)
Beha, A., Finck, M., Korte, S., van Dijk, P., Casper, M. (2005): „Beurteilung der Effizienz von Maßnahmen zur Verringerung des Nitrataustrags – prozessorientierte Modellierung mit STICS“. – In: VD-LUFA Kongress 2005 – Kurzfassung der Referate, Bonn, 2005.
- Casper u.a. (2005)
Casper, M., Grimm-Strele, J., Gudera, T., Korte, S., Lambrecht, H., Schneider, B., van Dijk, P., Rinaudo, J. D., Finck, M. (2005): „Das EU-Projekt MoNit: Entscheidungshilfesystem zur Bewertung der Wirkung von Maßnahmen und veränderten Rahmenbedingungen auf die Nitratbelastung des Grundwassers im Oberrheingraben: Modellkopplung und Szenarienabbildung“. – In: Tagungsunterlagen – <http://www.lfi.rwth-aachen.de/TDH2005> – Tag der Hydrologie 2005, Aachen, 2005.
- Casper u.a. (2005)
Casper, M., Grimm-Strele, J., Gudera, T., Korte, S., Lambrecht, H., Schneider, B., Rinaudo, J. D., van Dijk, P., Finck, M. (2005): EU-Project MoNit: "Decision support system to assess the impact of actions and changing frameworks on the nitrate load in the Upper Rhine Valley aquifer – Models and scenarios". – In: Sharing a common vision of our water resources, Conference Proceedings, Menton, 7-10 September, Menton, 2005.
- Finck u.a. (2005)
Finck, M., Steiner, M., Auckenthaler, A., Korte, S. (2005): „Datengrundlagen für die N-Modelle STOFFBILANZ und STICS: Deutschland und Schweiz“. – In: LfU (Hrsg.): „MONIT – Entwicklung von Prognosewerkzeugen – Zwischenpräsentation – Tagung 15.04.2005 in Karlsruhe“. – Tagungsband: 125 – 143, Karlsruhe, 2005.
- Finck u.a. (2005)
Finck, M., Steiner, M., Deller, B., Korte, S., Grimm-Strele, J., Lambrecht, H., van Dijk, P., Casper, M., Gebel, M. (2005): „Modellierung des Nitrataustrags aus der landwirtschaftlichen Nutzfläche im Oberrheingraben“. – In: VD-LUFA Kongress 2005 – Kurzfassung der Referate, Bonn, 2005.
- Gebel u.a. (2005)
Gebel, M., Kaiser, M., Korte, S., Lambrecht, H., Casper, M., Finck, M. (2005): Calculation of diffuse seepage loads of nitrogen in the Upper Rhine Valley using the STOFF-BILANZ model. In: Sharing a common vision of our water resources, Conference Proceedings, Menton, 7-10 September, Menton, 2005.
- Grimm-Strele u.a. (2005)
Grimm-Strele, J., Schrempp, S., Casper, M., Elsass, Ph. (2005): „Modellierungskonzept: Auswahl von Bausteinen“. – In: LfU (Hrsg.): „MONIT – Entwicklung von Prognosewerkzeugen – Zwischenpräsentation – Tagung 15.04.2005 in Karlsruhe“. – Tagungsband: 19 – 25, Karlsruhe, 2005.
- Grimm – Strele u.a. (2005)
Grimm – Strele, J., Casper, M., Korte, S., Lambrecht, H. (2005): „Modellkopplung und Szenarien“. – In: LfU (Hrsg.): „MONIT – Entwicklung von Prognosewerkzeugen – Zwischenpräsentation – Tagung 15.04.2005 in Karlsruhe“. – Tagungsband: 155 – 164, Karlsruhe, 2005.
- Gudera u.a. (2005)
Gudera, T., Koch, P., Wingerling, M., Toulet, F. (2005): „Länderübergreifende Modellierung der Grundwasserverhältnisse im Oberrheingraben zwischen Karlsruhe und Basel – 1995 bis 2005“. – In: LfU (Hrsg.): „MONIT – Entwicklung von Prognosewerkzeugen – Zwischenpräsentation – Tagung 15.04.2005 in Karlsruhe“. – Tagungsband: 41 – 60, Karlsruhe, 2005.
- Lambrecht u.a. (2005)
Lambrecht, H., Koller, R., Grimm-Strele, J. (2005):

„Modélisation de la pollution des eaux souterraines par les nitrates dans la vallée du Rhin Supérieur (MoNit): un projet transfrontalier d'INTERREG IIIa“. – In: Tagung – „RÉALISE Réseau Alsace de Laboratoires en Ingénierie et Sciences pour l'Environnement“. – Strasbourg, 31.01.05, Tagungsunterlagen, 2005.

Lambrecht u.a. (2005)

Lambrecht, H., Finck, M., Korte, S., Casper, M., Grimm-Strele, J. (2005): „Flächenhafte Abbildung von Stickstoff – Umsätzen im Projektgebiet – das Modell STOFFBILANZ“. – In: LfU (Hrsg.): „MONIT – Entwicklung von Prognosewerkzeugen – Zwischenpräsentation – Tagung 15.04.2005 in Karlsruhe“. – Tagungsband: 97 – 104, Karlsruhe, 2005.

Simon (2005)

Simon, M. (2005): „Das Untersuchungsgebiet Oberrheingraben“. – In: LfU (Hrsg.): „MONIT – Entwicklung von Prognosewerkzeugen – Zwischenpräsentation – Tagung 15.04.2005 in Karlsruhe“. – Tagungsband: 11 – 26, Karlsruhe, 2005.

LfU (2001)

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) (Hrsg.): „Grundwasserüberwachungsprogramm – Leitfaden für Probennahme und Analytik von Grundwasser“ – Reihe Grundwasserschutz: Nr. 15, 2. unveränderte Auflage, Karlsruhe, 2001.

LfU (2000)

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

5.2 Fachspezifische EDV-Anwendungen

LUBW (2010)

Schuhmann, D.: „Handbuch Grundwasserdatenbank Version 3.4.3“, Ergänzte Neuauflage, LUBW-Fachdokumentation, Karlsruhe, 2010.

IITB (2009)

Eisenla, M.; Schmid, H.; Schmieder, M.; Stumpp, J.; Usländer, T.: GWDB – Erweiterung der Fachanwen-

dung Grundwasser Baden-Württemberg für Umweltbehörden und Deponiebetreiber. In: Mayer-Föll, R., Keitel, A., Geiger, W., [Hrsg.]: UIS Baden-Württemberg. F+E Vorhaben KEWA. Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt, Verkehr und benachbarte Bereiche in neuen Verwaltungsstrukturen. Phase IV 2008/09. Wissenschaftliche Berichte, FZKA-7500 (Juli 2009)

IITB (2009)

Usländer, T. (ed.). „Specification of the Sensor Service Architecture, Version 3.0 (Rev. 3.1)“. OGC Discussion Paper 09-132r1. Deliverable D2.3.4 of the European Integrated Project SANY, FP6-IST-033564, 2009.

http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=35888

IITB (2009)

Usländer, T. „Service-oriented Design of Environmental Information Systems“. Dissertation, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Fakultät für Informatik, ISBN 978-3-86644-499-7, KIT Scientific Publishing, Karlsruhe, 2010.

LUBW (2009)

Schuhmann, D.: „WIBAS-Fachanwendung Grundwasserdatenbank – ein flexibles Werkzeug zur Auswertung von Grundwasserdaten, LUBW-Produktflyer, Karlsruhe, 2009

IITB (2009)

Usländer, T. „Architectural Viewpoints and Trends for the Implementation of the Environmental Information Space“. In: (Jirí Hřebíček, J. et al (eds.), 2009): Proceedings of the European conference TOWARDS eENVIRONMENT, ISBN 978-80-210-4824-9, pp. 130-137, 2009.

IITB (2008)

Usländer, T. „The Growing Importance of Open Service Platforms for the Design of Environmental Information Systems“. Proceedings of the International Congress on Environmental Modelling and Software (iEMSs 2008) Volume 3, (eds. Sánchez-Marrè et al). pp. 1628-1635, ISBN: 978-84-7653-074-0, <http://www.iemss.org/iemss2008/index.php?n=Main.Proceedings>, 2008

IITB (2008)

Ballin, W.; Saenger, R.; Schmid, H.; Schmieder, M.; Stumpp, J.; Rudolf, M.; Usländer, T. et al.: WaterFrame – Fort-

schrittliche Gewässerinformationssysteme durch Kooperation von Baden-Württemberg, Thüringen und Bayern auf fachlicher und technischer Ebene. In: Mayer-Föll, R et al. (Hrsg.); F+E-Vorhaben KEWA – Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt, Verkehr und benachbarte Bereiche in neuen Verwaltungsstrukturen. Phase II 2007/08 : UIS BW; Wissenschaftliche Berichte FZKA 7420, S. 113 – 122, 2008.

IITB (2007)

Usländer, T. et al. (Fraunhofer IITB): "WaterFrame® – Weiterentwicklung der Gewässerinformationssysteme durch fachliche und technische Kooperation von Baden-Württemberg, Thüringen und Bayern." In: Forschungszentrum Karlsruhe, Wissenschaftliche Berichte FZKA 7350, UIS Baden-Württemberg, F + E-Vorhaben KEWA Phase II 2006/2007, R. Mayer-Föll, A. Keitel, W. Geiger (Hrsg.), Juli 2007, S. 109 – 120

IITB (2007)

Stumpp, J. (Fraunhofer IITB): "Integration von Fachanwendungen und GIS über SOA." dbb Akademie Kongress „Erfolg durch Vernetzung“, Leipzig, 13. – 14.06.2007.

IPF & LUBW (2006)

D. Hilbring, G. Staub, J. Wiesel (IPF-Institut für Photogrammetrie, Universität Karlsruhe), B. Schneider (LUBW): „GISterm3D – Integration von 3D-Visualisierungen in das Umweltinformationssystem Baden-Württemberg“. – In: Mayer-Föll, R. (Hrsg.): F+E Vorhaben KEWA – Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt und Verkehr in neuen Verwaltungsstrukturen – Phase I 2005/06. – Wissenschaftliche Berichte des Forschungszentrums Karlsruhe (FZKA) Nr. 7250, 2006.

IITB, LUBW u. a. (2006)

Usländer, T. u. a. (Fraunhofer-Gesellschaft IITB): „WaterFrame – Kooperative Entwicklung von Gewässerinformationssystemen in Baden-Württemberg, Thüringen und Bayern“. – In: Mayer-Föll, R. (Hrsg.): F+E Vorhaben KEWA – Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt und Verkehr in neuen Verwaltungsstrukturen – Phase I 2005/06. – Wissenschaftliche Berichte des Forschungszentrums Karlsruhe (FZKA) Nr. 7250, 2006.

IITB (2006)

Usländer, T. (Fraunhofer-Gesellschaft IITB): „Reines Wasser mit GIS“. – In: Move: Moderne Verwaltung 2006, Nr.3, 2006

IITB (2006)

Schmid, H. und Usländer, T. (Fraunhofer-Gesellschaft IITB): „WaterFrame® – A software framework for the development of WFD-oriented water information systems“. – In: EnviroInfo 2006: Managing environmental knowledge. 20th International Conference on Informatics for Environmental Protection: September 6 – 8, 2006, Graz, Austria, 2006

Anhang

A 1 Messstellenarten

Für die Auswertung werden die Messstellen nach Nutzung bzw. potenziellen Emittenten im Einzugsgebiet zusammengefasst. Damit ergeben sich folgende Messstellenarten:

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

A 2 Messprogramme im Herbst 2009 (ohne Sonderprogramme)

MESSPROGRAMM „VOR-ORT-PARAMETER“ – LANDESWEIT AN ALLEN UNTERSUCHTEN MESSSTELLEN

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

AUS DEM MESSPROGRAMM „LANDWIRTSCHAFT“ – LANDESWEIT AN ALLEN 1.917 UNTERSUCHTEN MESSSTELLEN

Ammonium, Nitrat, Nitrit.

MESSPROGRAMM „PFLANZENSCHUTZMITTEL – PSM – 2009“ – AN 557 BIS 569 AUSGEWÄHLTEN MESSSTELLEN

2,4-D, 2,6-Dichlorbenzamid, Atrazin, Bentazon, Bifenox, Bromacil, Chlortoluron, Desethylatrazin, Desethylterbuthylazin, Desisopropylatrazin, Dicamba, Dichlorprop, Diuron, Flusilazol, Hexazinon, Isoproturon, MCPA, Mecoprop (MCP), Metalaxyl, Metazachlor, Methabenzthiazuron, Metolachlor, Linuron, Pendimethalin, Propazin, Simazin, Terbuthylazin

A 3 Statistische Verfahren

A 3.1 RANGSTATISTIK

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

- Bei Datenkollektiven mit einem hohen Anteil an Messwerten „<BG“ – wobei diese auch unterschiedlich sein können – sind die Perzentile im Gegensatz zum arithmetischen Mittelwert exakte Maßzahlen. Der Mittelwert ist z. T. willkürlich, da der Wert, mit dem die Angabe „<BG“ in die Mittelwertberechnung eingehen soll (mit vollem Wert, mit halbem Wert, etc.), nicht definiert ist.
- Bei kleineren Teilkollektiven wirkt sich die hohe Variabilität der Extremwerte besonders stark auf die Mittelwerte aus. Medianwerte sind unempfindlicher.
- Die Vergleichbarkeit mit Angaben „% der Messstellen > WW oder >GW“ ist besser gegeben.
- Bei linksschiefen Verteilungen mit der kleinsten vorkommenden Bestimmungsgrenze als feste Grenze gibt es nur rangstatistische Tests zur Ermittlung der Signifikanz von Trends.
- Die Rangstatistik ist auch auf Parameter mit logarithmierter Konzentrationsangabe wie den pH-Wert anwendbar, da der Messwert selbst nicht in die Berechnung eingeht, sondern nur seine Position innerhalb der sortierten Reihe interessiert.
- Zur einheitlichen Verarbeitung der Daten wird die Rangstatistik nicht nur auf die Spurenstoffe, sondern auf alle Parameter angewendet.

A 3.2 RANGSTATISTIK UND BOXPLOT

Für rangstatistische Auswertungen werden die Daten zunächst aufsteigend und ohne Berücksichtigung des „<“-Zeichens sortiert.

Das gesamte Datenkollektiv entspricht 100 %, der Messwert an der 50%-Marke ist der Medianwert (50. Perzentil, P50), d. h. 50 % der Messwerte liegen über, 50 % der Messwerte unter dem Medianwert. Analog liegen unter dem 10. Perzentil 10 % der Messwerte, 90 % darüber (siehe Abbildung A1).

A 3.3 ZEITREIHENSTATISTIK: TRENDS AN KONSISTEN- TEN UND PERIODISCH KONSISTENTEN MESS- STELLENGRUPPEN

Soll der Trend nicht für einzelne Messstellen, sondern für ganze Gruppen von Messstellen beschrieben werden, muss es sich aus Gründen der Vergleichbarkeit hierbei um immer die gleichen Messstellen handeln (konsistente Messstellengruppen) und im betrachteten Zeitraum muss aus jedem Jahr mindestens ein Messwert vorliegen. Hinsichtlich der Namensgebung „konsistent“ und „periodisch konsistent“ werden folgende Vereinbarungen getroffen: Liegt für jedes Jahr im betrachteten Zeitraum für jede Messstelle je mindestens ein Wert vor – d. h. ohne Unterbrechungen in der Datenreihe, so handelt es sich um eine „konsistente“ Messstellengruppe. Wenn im betrachteten Zeitraum aber nur Werte für mehrere einzelne Jahre vorhanden sind (Perioden) – d. h. mit einzelnen Unterbrechungen, so handelt es sich um eine „periodisch-konsistente“ Messstellengruppe. Sollen bei bestimmten Auswertungen mögliche jahreszeitliche Schwankungen weitgehend vermieden werden, werden nur die Messwerte der Herbstbeprobung oder der Monate September bis Oktober oder bis November herangezogen. Liegen innerhalb dieses Zeitfensters mehrere Analysen vor, wird der Medianwert für die betreffende Messstelle berechnet.

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

A 4 Bestimmungsgrenzen, Rechenvorschriften, Grenzwerte, Warnwerte, Qualitätsnormen

- Bei der Angabe „Anzahl Messstellen mit Messwerten größer Bestimmungsgrenze“ ist zu berücksichtigen, dass die Bestimmungsgrenzen eines Parameters von Labor zu Labor teilweise unterschiedlich sind (Tab. A2). Bei den Auswertungen führt dies dazu, dass z. B. ein kleinerer Konzentrationswert (z. B. „0,03 µg/l“) als positiver Befund bewertet wird, während der höhere Zahlenwert „< 0,05 µg/l“ als negativer Befund angesehen werden muss.
- Liegt von einer Messstelle mehr als eine Analyse im Berichtszeitraum vor, wird jeweils der Medianwert dieser Daten angesetzt. Bei der Ermittlung des Maximums wird auf die Einzelwerte zurückgegriffen.
- Rechenvorschrift zur Berechnung der Summenparameter: „Summe LHKW nach TrinkwV 2001“ als Beispiel: Für die Ermittlung der „Summe LHKW nach TrinkwV 2001“ gibt es keine allgemeingültige Rechenvorschrift. Der Parameter „Summe LHKW nach TrinkwV 2001“ wird definitionsgemäß aus der Summe der beiden Stoffe Trichlorethen und Tetrachlorethen gebildet. Entsprechend der Trinkwasserverordnung von 2001 beträgt der Grenzwert 0,010 mg/l. Die Bestimmungsgrenze für die beiden Stoffe beträgt 0,0001 bis 0,001 mg/l. Bei den vorliegenden und auch bei allen Auswertungen der vergangenen Jahre werden zunächst alle Summenwerte mit „<“-Zeichen ausgeschrieben und dann erst gegen den Grenzwert geprüft. Bei der Verarbeitung der Daten in der Grundwasserdatenbank wird daher folgende Vorgehensweise praktiziert:

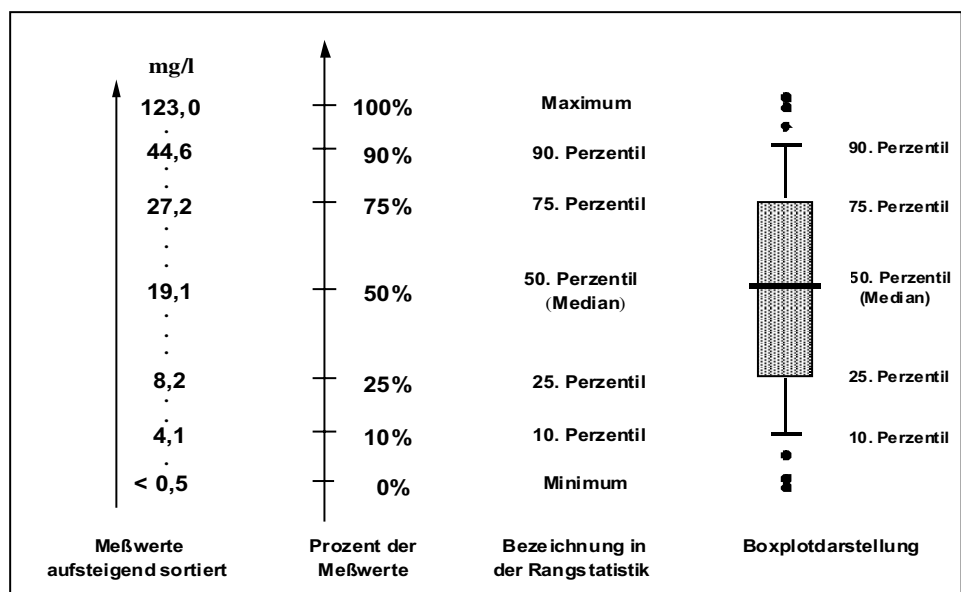


Abb. A1: Beispiel für die Rangstatistik und die Boxplotdarstellung.

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

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

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

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

GRENZWERTE UND WARNWERTE

- Die in Tabelle A2 zusammengestellten Grenzwerte (GW) für chemische Stoffe und einzelne Parameter sind der Trinkwasserverordnung vom 21.05.2001 entnommen. Darüber hinaus sind in der Grundwasserrichtlinie („Tochterrichtlinie Grundwasser“ der Wasserrahmenrichtlinie) Qualitätsnormen für Nitrat und die Pflanzenschutzmittel mit identischen Zahlenwerten genannt. Die Anwendung der Trinkwassergrenzwerte als Grenzwerte im rechtlichen Sinne auf nicht für Trinkwasserzwecke verwendetes Grundwasser ist nicht zulässig und geschieht hier nur hilfsweise für Vergleichszwecke.
- Warnwerte (WW) wurden im Rahmen des Grundwasserüberwachungsprogramms festgelegt und haben keinen rechtlichen Charakter. Sie orientieren sich i. A. an gesetzlichen Grenz- und Richtwerten sowie an sonstigen Empfehlungen (z. B. 80 % des Trinkwassergrenzwertes). Sie werden bei Bedarf neueren Erkenntnissen angepasst.

A 5 Darstellung von Konzentrationen anhand von Messstellenpunkten in Karten

Für die Kartendarstellungen werden in einigen Fällen unterschiedliche Messstellensymbole verwendet, zum Teil je nach Zugehörigkeit zu den verschiedenen Teilmessnetzen. Die gemessenen Konzentrationen werden in Klassen eingeteilt. Pro Karte werden in der Regel fünf bis sechs aus den nachfolgend genannten sechs Klassen verwendet. Für die verschiedenen Konzentrationsklassen, außer

wenn anders vermerkt, gilt folgende Farbcodierung:

- Hellblau, oder kleiner = geogene Hintergrundbeschaffenheit oder bei grundwasserfremden Stoffen
- Grauer oder weißer Punkt: Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze
- Dunkelblau = Konzentrationen bis etwas oberhalb der Hintergrundbeschaffenheit
- Grün = Konzentrationen merklich oberhalb der Hintergrundbeschaffenheit oder bei grundwasserfremden Stoffen geringfügig erhöhte Konzentrationen
- Gelb = Konzentrationen erheblich oberhalb der Hintergrundbeschaffenheit oder bei grundwasserfremden Stoffen merklich erhöhte Konzentrationen; beim pH-Wert: Überschreitung des oberen Grenzwertes von 9,5, bei Nitrat > 35 mg/l bis ≤ 50 mg/l,
- orange = Überschreitung des Warnwertes des Grundwasserüberwachungsprogramms
- (Ausnahme Nitrat: gelb) bzw. deutlich erhöhte Konzentrationen
- Rot = Überschreitung des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung 2001 bzw. der Qualitätsnorm der WRRL bzw. stark erhöhte Konzentrationen (beim pH-Wert: Unterschreitung des unteren Grenzwertes von 6,5)
- Hellviolett = variabel
- Dunkelviolett = variabel
- Schwarz = variabel

Diese Farbcodierung gilt nicht für Karten mit regionalisierten Konzentrationsdarstellungen. Aus der o.g. Klassenzuordnung ergibt sich keine automatische Bewertung der Grundwasserbeschaffenheit, sodass sich auch kein unmittelbarer Handlungsbedarf aus der Einstufung in diese Klassen ableitet.

A 6 Hinweise zu den Statistiktabelle

- Die regional unterschiedliche, geogen bedingte Hintergrundbeschaffenheit ist nicht berücksichtigt.
- Als Maximum wird der höchste positive Befund angegeben.
- Bei der Angabe „Anzahl Messstellen mit Messwerten größer Bestimmungsgrenze“ ist zu berücksichtigen, dass die Bestimmungsgrenzen von Labor zu Labor z. T. unterschiedlich sind. Dieses Problem führt dazu, dass z. B. ein Wert von „0,03 µg/l“ als positiver Befund, andererseits ein größerer Wert „< 0,05 µg/l“ als negativer Befund betrachtet wird.

Tabelle A2: Bei der Beprobung 2009 häufig auftretende Bestimmungsgrenzen, Warnwerte (WW) des Grundwasserüberwachungsprogramms und Grenzwerte (GW) nach Trinkwasserverordnung vom 21.05.2001 bzw. Qualitätsnorm (QN) der EU-Grundwasser-richtlinie, soweit nicht anders angegeben.

Parameter	Dimen- sion	Anz.Mst. MW <BG 1)	Bestimmungsgren- zen 2)	Mindestbe- stimmungs- grenze	WW	GW bzw. QN 3)
Temperatur	°C	0	entfällt	entfällt	20,0	
Elektrische Leitfähigkeit bei 20 Grad Celsius	mS/m	0	entfällt	entfällt	200,0	250,0
pH-Wert bei Grad Celsius	-	0	entfällt	entfällt	6,5/9,5	6,5/9,5
Sauerstoff	mg/l	79	0,2 / 0,5	0,5	-	-
Sauerstoffsättigungsindex	%	25	entfällt	entfällt	-	-
Nitrat	mg/l	146	0,2 / 0,4 / 0,5	0,5	40,0	50,0
Nitrit	mg/l	1698	0,01	0,01	0,08	0,10
Ammonium	mg/l	1329	0,010	0,010	0,400	0,500
2,4-D (2,4-Dichlorphenoxyessigsäure)	µg/l	475	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Atrazin	µg/l	435	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Bentazon	µg/l	445	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Bifenox	µg/l	475	0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Bromacil	µg/l	475	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Chlortoluron	µg/l	475	0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Desethylatrazin	µg/l	409	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Desethylterbuthylazin	µg/l	479	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Desisopropylatrazin	µg/l	470	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Dicamba	µg/l	475	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Dichlorprop (2,4-DP)	µg/l	475	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Diuron	µg/l	467	0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Flusilazol	µg/l	472	0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Hexazinon	µg/l	468	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Isoproturon	µg/l	472	0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Linuron	µg/l	474	0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
MCPA (4-Chlor-2-methylphenoxyessigsäure)	µg/l	474	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Mecoprop (MCP)	µg/l	474	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Metaxyl	µg/l	480	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Metazachlor	µg/l	483	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Methabenzthiazuron	µg/l	474	0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Metolachlor	µg/l	480	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Pendimethalin	µg/l	475	0,02 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Propazin	µg/l	479	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Simazin	µg/l	470	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Terbuthylazin	µg/l	480	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (Summe Tri + Per)	mg/l	1340	0,0001	entfällt	0,008	0,01
Trichlorethen (Tri)	mg/l	1643	0,0001	0,0001	0,005	
Tetrachlorethen (Per)	mg/l	1424	0,0001	0,0001	0,005	
1,1,1-Trichlorethan	mg/l	1920	0,0001	0,0001	0,005	
Tetrachlormethan (Tetrachlorkohlenstoff)	mg/l	2006	0,0001	0,0001	0,0024	
Trichlormethan (Chloroform)	mg/l	1873	0,0001	0,0001	0,002	
1,2-Dichlorethan	mg/l	960	0,001	0,001	0,002	0,003
Dichlormethan	mg/l	2030	0,001 / 0,005	0,005	0,008	
cis-1,2-Dichlorethen	mg/l	1963	0,001 / 0,005	0,005	0,01	
trans-1,2-Dichlorethen	mg/l	934	0,001	0,005	0,02	
Chlorethen (Vinylchlorid)	mg/l	282	0,002 / 0,0015	0,002	0,002	0,0005
Benzol	µg/l	2001	0,1 / 0,2 / 0,5	0,5	0,8	1,0
Toluol	µg/l	1834	0,1 / 0,2 / 0,5	1,0	2,0	
Ethylbenzol	µg/l	2015	0,1 / 0,2 / 0,5	1,0	2,0	
m- und p-Xylol	µg/l	1964	0,1 / 0,2 / 0,5	1,0	2,0	
o-Xylol	µg/l	2011	0,1 / 0,2 / 0,5	1,0	2,0	
MTBE (Methyl-tertiät-butylether)	µg/l	1849	0,05	0,05	-	-
ETBE (Ethyl-tertiät-butylether)	µg/l	1564	0,05	0,05	-	-

1 Die Anzahl der vorkommenden Werte „> BG“ ergibt sich aus der statistischen Übersicht des Gesamtmessnetzes (Kap. 3.2).

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

3 Nach TrinkwV gilt für Nitrit am Ausgang des Wasserwerks ein Grenzwert von 0,1 mg/l. Dieser Wert wurde bei den Auswertungen in diesem Bericht zugrunde gelegt.