



Grundwasserschutz 44

# Grundwasser- überwachungsprogramm

 Ergebnisse der Beprobung 2011



Baden-Württemberg



# Grundwasser- überwachungsprogramm

 Ergebnisse der Beprobung 2011



Baden-Württemberg

<b>HERAUSGEBER</b>	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe <a href="http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de">www.lubw.baden-wuerttemberg.de</a>
<b>BEARBEITUNG</b>	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Referat 42 - Grundwasser
<b>REDAKTION</b>	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Referat 42 - Grundwasser
<b>BEZUG</b>	Diese Broschüre ist gedruckt für 15,- Euro oder kostenlos als Download im pdf-Format erhältlich bei der LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe unter: <a href="http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/6638/">http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/6638/</a>
<b>ISSN</b>	1437-0131 (Reihe Grundwasserschutz Bd. 44, 2012)
<b>STAND</b>	Juli 2012, 1. Auflage
<b>DRUCK</b>	SchwaGeDruck, 76237 Rheinstetten Gedruckt auf Recyclingpapier



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

<b>DIE WICHTIGSTEN ERGEBNISSE IM ÜBERBLICK</b>		<b>7</b>
Die quantitative Grundwassersituation 2011		7
Die qualitative Grundwassersituation 2011		8
Fazit		10
<b>1</b>	<b>GRUNDWASSERMESSNETZ BADEN-WÜRTTEMBERG</b>	<b>13</b>
1.1	Zielsetzung	13
1.2	Organisation des Landesmessnetzes	13
1.3	Organisation des Kooperationsmessnetzes	14
1.4	Qualitätssicherungen im Rahmen des Messnetzbetriebes	15
1.4.1	Qualitätssicherung Stammdaten	15
1.4.2	Qualitätssicherung Probennahme	15
1.4.3	Qualitätssicherung Analytik	16
1.5	Datenverarbeitung mit der Grundwasserdatenbank	16
1.5.1	Automatisierte Ermittlung von Geländehöhen über das Digitale Geländemodell	17
1.5.2	Einbeziehung vorläufiger Messwerte im Rahmen der Nitratklassifikation von Wasserschutzgebieten	17
1.5.3	Neuerungen zum Produktionsstart der GWDB+D für die Deponiebetreiber	17
1.5.4	Datenquellen im Internet	18
<b>2</b>	<b>DAS GRUNDWASSER 2011 IN BADEN-WÜRTTEMBERG</b>	<b>19</b>
2.1.	Hydrologische Situation	19
2.2.	Grundwasserneubildung aus Niederschlag	21
2.3	Die Grundwasservorräte 2011	23
2.3.1	Datengrundlage und allgemeine Zustandsbeschreibung	23
2.3.2	Überregionale Grundwasserverhältnisse	25
2.4	Nitrat	28
2.4.1	Nitrat im Grundwasserbeschaffenheitsmessnetz der LUBW (Landesmessnetz)	28
2.4.1.1	Statistische Kennzahlen für die verschiedenen Emittentengruppen	28
2.4.1.2	Räumliche Verteilung und Regionalisierung	28
2.4.1.3	Kurzfristige Veränderungen (Vergleich zu den Vorjahren)	31
2.4.1.4	Mittelfristige Veränderungen (Entwicklung seit 1994)	32
2.4.2	Nitrat in Wasserschutzgebieten (SchALVO-Auswertungen)	35
2.4.2.1	Nitratklassengebiete: Kurzfristige Veränderungen (Vergleich zum Vorjahr und zu den neun Vorjahren)	36
2.4.2.2	Trendverhalten in Sanierungsgebieten	37
2.5	Pflanzenschutzmittel (PSM)	39
2.5.1	Zulassung, Verwendung, Klassifizierung	39
2.5.2	Umweltrelevanz, Berichtspflichten, Fundaufklärung	40
2.5.3	Probennahme und Analytik	40
2.5.4	Bisher untersuchte Wirkstoffe	41
2.5.5	Untersuchungen auf PSM-Wirkstoffe sowie auf relevante und nichtrelevante Metabolite 2011	41

2.5.6	PSM-Untersuchungen 2009 – 2011 an den „SchALVO-Messstellen“ in Wasserschutzgebieten	45
2.5.7	Ergebnisse der PSM-Untersuchungen 2009 – 2011 an den „SchALVO-Messstellen“ in Wasserschutzgebieten	46
2.5.8	Bewertung der Ergebnisse der PSM-Untersuchungen 2009 – 2011 an den „SchALVO-Messstellen“ in Wasserschutzgebieten	47
2.5.9	Bewertung der Gesamtsituation der Pflanzenschutzmittel	49
2.6	Sonderuntersuchung Arzneimittelwirkstoffe und Röntgenkontrastmittel	52
2.6.1	Verwendung, Eintragspfade, Stoffeigenschaften	52
2.6.2	Untersuchungen 1998 bis 2006	53
2.6.3	Untersuchungen 2011	53
2.6.4	Bewertung und weiteres Vorgehen	55
<b>3</b>	<b>STATISTISCHE ÜBERSICHTEN</b>	<b>59</b>
3.1	Trendmessnetz (TMN) – Menge - Grundwasser und Quellen (GuQ)	59
3.2	Gesamtmessnetz - Beschaffenheit	61
<b>4</b>	<b>AUSBLICK UND BERICHTSWESEN</b>	<b>64</b>
4.1	Messnetzbetrieb	64
4.2	Qualitätsverbesserung	64
4.3	Datenverarbeitung	64
4.4	Berichtswesen - Internet - weitere Projekte	64
4.5	Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg (HGE)	65
<b>5</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>66</b>
5.1	Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg	66
5.2	Fachspezifische EDV-Anwendungen	68
<b>6</b>	<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>70</b>
<b>ANHANG</b>		<b>71</b>
A 1	Messstellenarten	71
A 2	Messprogramme Beprobungskampagne Herbst 2011 (ohne Sonderprogramme)	71
A 3	Statistische Verfahren	71
A 3.1	Rangstatistik	71
A 3.2	Rangstatistik und Boxplot	72
A 3.3	Zeitreihenstatistik: Trends an konsistenten und periodisch konsistenten Messstellengruppen	72
A 4	Bestimmungsgrenzen, Rechenvorschriften, Grenzwerte, Warnwerte, Schwellenwerte	73
A 5	Hinweise zu den Statistiktabelle	75

# Die wichtigsten Ergebnisse im Überblick

Bei den Aussagen zur Grundwassermenge des Landes stützt sich dieser Bericht auf die Daten von 365 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 2011 an insgesamt 1.795 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. Die Untersuchungskosten der Landesmessstellen trägt das Land.

Die Wasserversorgungswirtschaft Baden-Württembergs stellte im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung aus dem Jahre 2003 die Nitrat-Daten von 3.543 Analysen zu 1.566 Kooperationsmessstellen in Wasserschutzgebieten bis zum Stichtag 21.03.2012 zur Verfügung. Zu 1.342 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 1.959 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 1.713 zusätzlichen Messstellen für die Auswertung der Nitrat- und PSM-Situation in den Wasserschutzgebieten. Zu weiteren 91 Messstellen gibt es einen weiteren Kooperationsbeitrag für andere Stoffe und Parameter. Der 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. Nitrat wird weiterhin an nahezu allen Messstellen jährlich untersucht, alle anderen Parameter werden pro Jahr nur an einem Drittel oder Viertel des von der LUBW betriebenen Messnetzes gemessen. Nach drei bzw. vier Jahren sind somit alle Messstellen auf eine Vielzahl von Parametern untersucht.

## **Die quantitative Grundwassersituation 2011**

Wegen der geringen Niederschläge in der 1. Jahreshälfte waren die Grundwasservorräte in allen Landesteilen rückläufig und im Sommer auf ein niedriges Niveau gesunken. Die starken Juliniederschläge konnten weitere Abnahmen verhindern und die Grundwasservorräte stabilisieren. Ein steiler Wiederanstieg setzte erst zu Beginn des hydrologischen Winterhalbjahres ab Dezember ein. Zum Jahresende befanden sich die quantitativen Grundwasserverhältnisse in den meisten Landesteilen im oberen Normalbereich. Die Jahressummen der Niederschläge sind mit 83 % deutlich unterdurchschnittlich.

Die Lysimeterbeobachtungen dokumentieren die Grundwasserneubildung aus Niederschlag um die Jahreswende 2010/2011 im Singener Becken, im Illertal sowie im Oberrheingraben. Bereits ab Februar 2011 wurden aufgrund defizitärer Niederschläge stark rückläufige Sickerwassermengen beobachtet. Der nasse Sommer im späteren Jahresverlauf konnte lediglich im Südosten eine nennenswerte Neubildung bewirken. In den übrigen Landes- teilen konnten die Sommerniederschläge immerhin die quantitative Grundwassersituati- on stabilisieren. Der wiederum sehr niederschlagsreiche Dezember 2011 zeichnete sich durch kurzzeitige Versickerungen aus, die für einen wirkungsvollen Aufbau der Grund- wasservorräte im gesamten Landesgebiet sorgten.

Insgesamt bewegen sich die Grundwasserstände und Quellschüttungen im Jahr 2011 auf niedrigerem Niveau als im Vorjahr und entsprechen – insbesondere im Schwarzwald – leicht unterdurchschnittlichen Verhältnissen:

- Die kurzfristige Entwicklung (10 Jahre) der Grundwasserstände ist rückläufig.
- Die mittelfristige Entwicklung (20 Jahre) ist räumlich differenziert und daher nicht eindeutig.
- Die langfristige Entwicklung (50 Jahre) ist ausgeglichen.

### **Die qualitative Grundwassersituation 2011**

Die Nitrat-Belastung in der Fläche ist nach wie vor hoch. Der Nitrat-Warnwert des Grund- wasserüberwachungsprogramms von 37,5 mg/l wird an jeder fünften Landesmessstelle über- schritten, der Schwellenwert der Grundwasserverordnung (GrwV) von 50 mg/l an jeder zehnten Landesmessstelle. Das im Herbst 2011 gemessene Maximum beträgt 171 mg/l.

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.

Nachdem von 2004 auf 2005/2007 die Nitratbelastung im Gesamtmessnetz und in allen Teilmessnetzen zwischenzeitlich gestiegen war, zeigt sich nach der Stagnation 2009/2010 im Jahr 2011 wieder eine erhebliche Abnahme. Bei der kurzfristigen Nitrat-Entwicklung (1 Jahr) ist das landesweite Mittel um 0,7 mg/l gesunken. Inwieweit dies 2011 auch auf die Trockenheit mit verringerter Grundwasserneubildung zurückzuführen ist, wird sich in den nächsten Jahren zeigen. An 39 % der Landesmessstellen sind Zunahmen, an 52 % Abnah- men zu beobachten, 9 % zeigen keine Veränderung.

Die mittelfristige Nitrat-Entwicklung seit 1994 zeigt an jährlich im Herbst beprobten, d.h. konsistenten Messstellen, dass sich der bisher seit 18 Jahren statistisch festgestellte fal- lende Trend - nach den Unterbrechungen in den Jahren 2005/2007 - deutlich weiter fort- gesetzt hat. Nach dem beachtlichen Anstieg der mittleren Konzentrationen von 2004 auf 2005/2007 - aufgrund der Nachwirkungen des Trockenjahres 2003 – ist das Belastungsn- veau seit 2009 das niedrigste seit dem Beginn der Datenreihe 1994.

Auch 2011 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 1,2 - 11,6 mg/l. Im Teilmessnetz Landwirtschaft wird mit 6,7 mg/l die zweitgrößte Konzentrationsabnahme festgestellt, hier wird aber noch immer an rund jeder fünften Messstelle der Schwellenwert der Grundwasserverordnung überschritten. Die prozentuale Abnahme seit 1994 beträgt im Teilmessnetz Landwirtschaft 18 %. Im gesamten Landesmessnetz hat die mittlere Nitratkonzentration von 1994 bis 2011 um 5,2 mg/l (18,7 %) abgenommen.

Die Auswertung von Messergebnissen der Jahre 2001 bis 2011 zur Entwicklung der Nitratbelastung in Wasserschutzgebieten anhand von durchgehend mindestens einmal jährlich beprobten Messstellen zeigt folgendes Ergebnis:

- Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 1 - Normalgebiete: Veränderte mittlere Konzentrationen von 14,3 mg/l im Jahr 2001 auf 14,0 mg/l im Jahr 2011, d.h. Abnahme um 2 %. Im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich eine leichte Abnahme von 0,3 mg/l.
- Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 2 - Problemgebiete: Die mittlere Konzentration nimmt von 2001 auf 2011 um 3,0 mg/l auf 31,0 mg/l, d.h. um 7 % ab. Im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich eine starke Abnahme um 0,8 mg/l.
- Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 3 - Sanierungsgebiete: Die mittlere Konzentration nimmt von 2001 auf 2011 deutlich um 5,4 mg/l auf 46,7 mg/l, d.h. um 10,4 % ab. Im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich eine Zunahme von 0,4 mg/l.

Die Maßnahmen zur Reduzierung der Nitratbelastung im Umweltbereich, in der Landwirtschaft und von Seiten der Wasserversorgungswirtschaft haben in den letzten 18 Jahren erfreulicherweise zu einer Abnahme der Nitratbelastung geführt. Dies trifft insbesondere auf die höherbelasteten Gebiete zu.

Im Bereich der **Pflanzenschutzmittel** wurden im Jahr 2011 die rund 550 „SchALVO-Messstellen“ im Zuständigkeitsbereich der LUBW auf eine Auswahl von 15 Wirkstoffen, drei relevanten und 11 nichtrelevanten Metaboliten untersucht. Diese Daten wurden zusammen mit den PSM-Daten des Kooperationsmessnetzes Wasserversorgung für den Zeitraum 2009-2011 ausgewertet.

Von den 18 untersuchten Substanzen wurden die fünf Wirkstoffe Bromacil, Diuron, Flusilazol, Isoproturon und Propazin und die beiden Abbauprodukte Desethylterbuthylazin und Desisopropylatrazin an keiner einzigen Messstelle in Konzentrationen über 0,05 µg/l gefunden. Die Wirkstoffe Atrazin, Mecoprop, Hexazinon, Terbuthylazin, Simazin und MCPA traten an bis zu 9 Messstellen in Konzentrationen zwischen 0,05 und 0,09 µg/l auf. Überschreitungen des Schwellenwerts der GrwV von 0,1 µg/l waren bei den Wirkstoffen Bentazon und Metalaxyl hauptsächlich an den Messstellen zu beobachten, die als SchALVO-Sanierungsgebiet eingestuft sind. Mit Überschreitungen des Schwellenwerts an 16 Messstellen und Positivbefunden über 0,05 µg/l an 71 Messstellen trug Desethylatrazin, das Abbauprodukt des seit 1991 verbotenen Herbizids Atrazin, am meisten zur Belastung bei.

Bei den untersuchten nichtrelevanten Metaboliten erhält man hinsichtlich der Abstufung der Belastung ein ähnliches Bild wie in den vergangenen Jahren, allerdings auf deutlich niedrigerem Niveau. Zieht man zur Bewertung die für Trinkwasser abgeleiteten GOW (Gesundheitlichen Orientierungswerte) von Umweltbundesamt / Bundesinstitut für Risikobewertung heran, stammte die mit Abstand höchste Belastung von den Metaboliten DMS (2,8 % > GOW) und Desphenylchloridazon (1,1 % > GOW). Dann folgten der Metolachlor-Metabolit NOA 413173 und der Dimethachlormetabolit CGA 369873, deren GOW nur an zwei bzw. einer Messstellen überschritten war. Bei sieben der 11 betrachteten nichtrelevanten Metaboliten wurden die GOW nicht erreicht, d. h. die Maximalwerte lagen unter den GOW. Dennoch ist auch bei diesen Substanzen aus dem Vorsorgeprinzip heraus eine weitere Verringerung der Konzentrationen im Grundwasser anzustreben. Die vorhandenen Belastungen, insbesondere durch DMS und Desphenylchloridazon, werden in den nächsten Jahren weiter verfolgt.

Zur Beschreibung der PSM-Gesamtsituation wurden die Daten von 52 häufig gemessenen Substanzen im Zeitraum 2007 bis 2011 an bis zu 3.819 Messstellen ausgewertet:

- 26 Substanzen werden an keiner einzigen Messstelle gefunden, darunter 12 zugelassene, 13 nicht mehr zugelassene Wirkstoffe und 1 Metabolit.
- Positive Befunde in Konzentrationen unter dem Wert 0,1 µg/l liegen von 8 Stoffen vor (7 zugelassene und 1 nicht mehr zugelassener Wirkstoff).
- Überschreitungen des Werts 0,1 µg/l an bis zu 1 % der Messstellen werden durch 17 Stoffe verursacht (9 zugelassene und 6 nicht mehr zugelassene Wirkstoffe sowie 2 Metaboliten). Fallzahlen bis 22 Überschreitungen treten bei Bentazon, Atrazin, Bromacil und Hexazinon auf, bei den anderen Substanzen wird der Schwellenwert nur in Einzelfällen überschritten.
- Die meisten Überschreitungen des Werts 0,1 µg/l werden immer noch durch den Metaboliten Desethylatrazin an 49 von 3.819 Messstellen, d.h. an 1,3 % der Messstellen hervorgerufen.

Mit den Untersuchungen im Herbst 2011 wurde das **Arzneimittel-Monitoring** an 20 risikobasiert ausgewählten Messstellen fortgesetzt. An acht Messstellen waren keine Arzneimittel nachweisbar. So wird selbst das verbrauchsstarke Schmerzmittel Ibuprofen aufgrund seiner guten Abbaubarkeit in diesen Messstellen nicht gefunden. Die anderen zwölf Messstellen waren mit bis zu fünf Wirkstoffen belastet. Die sowohl nach Anzahl als auch nach Konzentration am häufigsten vertretenen Substanzen waren Carbamazepin, Diclofenac und die iodierten Röntgenkontrastmittel Iopamidol und Amidotrizoesäure. Die an diesen „Indikatormessstellen“ nachgewiesenen Befunde sind allerdings nicht repräsentativ für die Belastungssituation des Landesmessnetzes.

## Fazit

Im Mittel bewegten sich die Grundwasserstände und Quellschüttungen im Jahr 2011 auf niedrigerem Niveau als im Vorjahr und entsprechen leicht unterdurchschnittlichen Verhältnissen. Die geringen Niederschlagssummen in der 1. Jahreshälfte haben rückläufige

Grundwasservorräte auf ein niedriges Niveau im Sommer verursacht. Ein steiler Wiederanstieg hat im weiteren Jahresverlauf erst im Dezember eingesetzt. Zum Jahresende befinden sich die quantitativen Grundwasserverhältnisse in den meisten Landesteilen im oberen Normalbereich.

Nitrat stellt die Hauptbelastung des Grundwassers in der Fläche dar. An jeder zehnten Messstelle wird eine Überschreitung des Schwellenwertes der Grundwasserverordnung (GrwV) festgestellt. Die mittelfristige Nitrat-Entwicklung seit 1994 zeigt, dass sich der seit 18 Jahren festgestellte fallende Trend nach den trockenheitsbedingten Unterbrechungen in den Jahren 2005 bis 2007 und nach der Stagnation 2010 weiter bis 2011 fortgesetzt hat. Seit 1994 hat die landesweite Belastung um etwa 19 % abgenommen.

Die verschiedenen Auswertungen der LUBW zur Grundwasserbeprobung 2011 zeigen gegenüber dem Vorjahr in allen Fällen eine Abnahme der mittleren Nitratkonzentration um 0,7 mg/l auf 23,2 mg/l bei Berücksichtigung aller Messstellen und um 0,5 mg/l auf 22,5 mg/l bei Berücksichtigung der Ergebnisse der konsistenten Messstellen. Inwieweit die kurzfristige Abnahme von 2010 auf 2011 auch auf die Trockenheit 2011 mit verringerter Grundwasserneubildung zurückzuführen ist, wird sich in den nächsten Jahren zeigen.

Die Nitratbelastung 2009 bis 2011 liegt unter dem Niveau der Jahre 2003/2004, als die Belastung aufgrund der Trockenheit 2003 am geringsten war. Sie ist die niedrigste der gesamten Datenreihe seit 1994.

Bei den hoch belasteten Sanierungsgebieten ist der seit 2001 abnehmende Trend im Jahr 2011 unterbrochen, wie es schon einmal 2007 aufgrund der Trockenheit 2003 der Fall war. Gegenüber 2001 hat die Belastung in den Sanierungsgebieten um 10 % abgenommen. Auch in den Problemgebieten und Normalgebieten sind seit 2001 mit Abnahmen von nahezu 9 % und 2 % Verbesserungen erkennbar. Hier sind die Konzentrationen auch gegenüber dem Vorjahr verringert.

Das Monitoring der Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und deren Abbauprodukte ist im Landesmessnetz seit über 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. Nach wie vor stehen die in den letzten Jahren nachgewiesenen Metaboliten von bereits länger auf dem Markt befindlichen Wirkstoffen im Blickpunkt des Interesses. Die Untersuchungen werden fortgesetzt und jeweils angepasst.

Die insbesondere landwirtschaftlich, industriell und siedlungsbedingt verursachten Belastungen des Grundwassers konnten in den letzten Jahren deutlich reduziert werden. Im Hinblick auf das Ziel einer nachhaltigen Grundwasserqualität erlaubt aber das erreichte Niveau noch nicht, die bisherigen Anstrengungen zu verringern. Daher sind die bereits eingeleiteten Schutzmaßnahmen, die Sanierung der Abwasseranlagen sowie die Einführung von umweltfreundlicheren Ersatzstoffen weiter zu verfolgen bzw. zu verbessern.

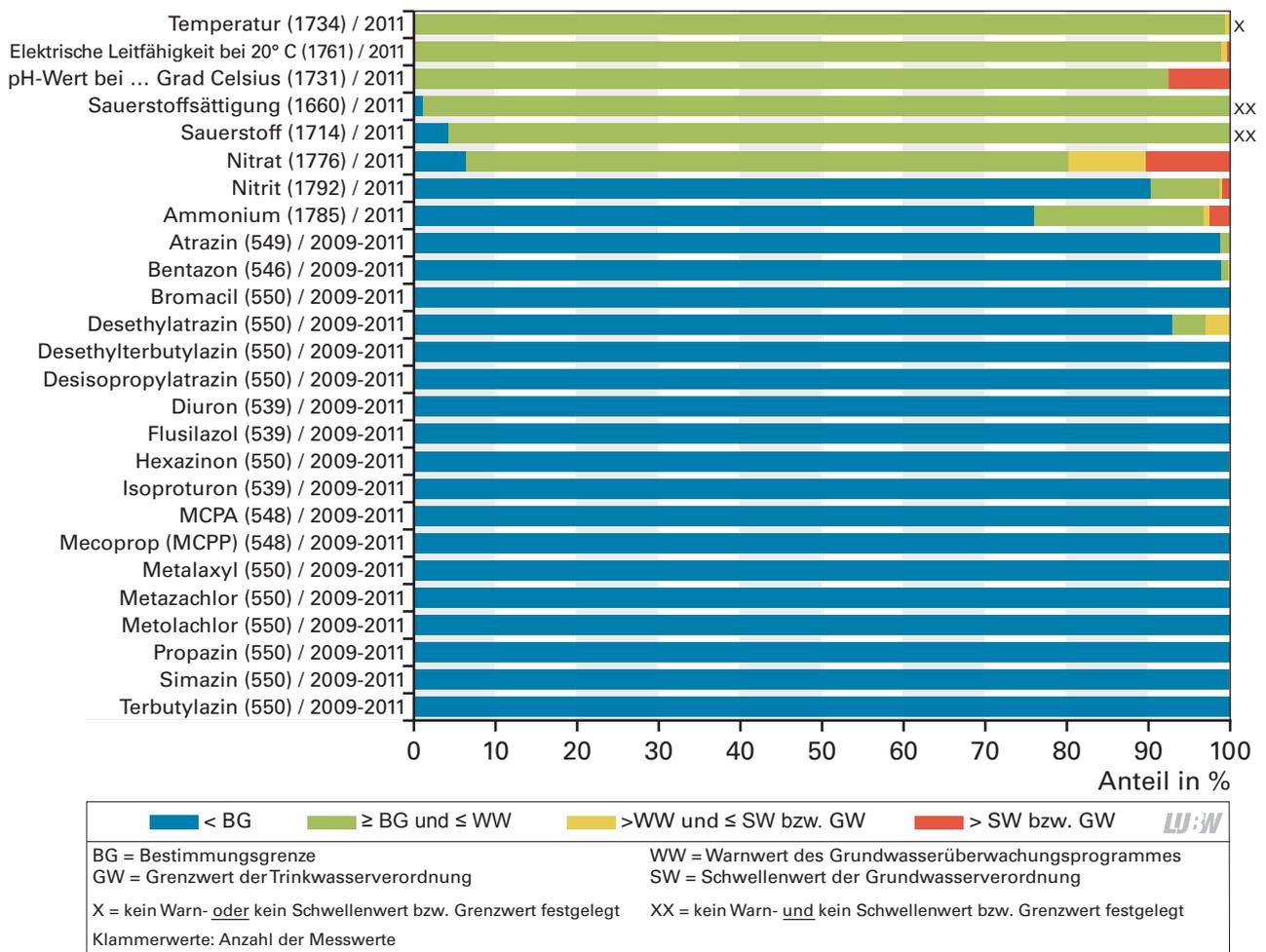


Abbildung 0-1: Übersicht über die Ergebnisse der Beprobung 2011 bzw. bei den „SchALVO-Messstellen“ in der Zuständigkeit der LUBW 2009-2011: Prozentuale Verteilung der Messwerte

# 1 Grundwassermessnetz Baden-Württemberg

## 1.1 Zielsetzung

Im Rahmen des Grundwasserüberwachungsprogramms Baden-Württemberg werden von der LUBW flächenhaft repräsentative Daten erhoben, erfasst, aufbereitet, ausgewertet und bereitgestellt. Die Ergebnisse aus dem Grundwasserbeprobungen und -messungen sollen:

- die qualitative (Grundwasserbeschaffenheit) und quantitative (Grundwasserstand und Quellschüttung) Situation und Entwicklung dokumentieren und
- 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 EU-Grundwasserrichtlinie<sup>1</sup> („Tochterrichtlinie Grundwasser“) der EU-Wasserrahmenrichtlinie<sup>2</sup> (WRRL) erstmals auch für das Grundwasser Qualitätsnormen für Nitrat und die Pflanzenschutzmittel festgelegt. Mit der Grundwasserverordnung (GrwV) vom 9. November 2010<sup>3</sup> wurde die EU-Grundwasserrichtlinie in nationales Recht umgesetzt und darüber hinaus für acht Stoffe und Parameter „Schwellenwerte“ festgelegt. Im vorliegenden Bericht werden zur Ergebnisbewertung zunächst die in der GrwV festgesetzten Schwellenwerte herangezogen. Gibt es keine Schwellenwerte, werden hilfsweise die in der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) von 2011<sup>4</sup> genannten Grenzwerte als Vergleichsmaßstab verwendet.

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 2.120 Messstellen, davon ca. 550 Quellen, 620 Beobachtungsrohren und 950 Brunnen, gegliedert in Teilmessnetze nach Beeinflussungen im Einzugsgebiet und der Nutzung der Messstellen. Die Beauftragung zu Probennahme und Analytik bei diesen Messstellen erfolgt zentral durch die LUBW,
  - mit mindestens einer Voll-Untersuchung aller Messstellen alle drei oder vier Jahre auf natürliche und anthropogene Parameter und Stoffe,
  - mit jährlicher Untersuchung im Herbst von derzeit etwa 1.350 Messstellen in und außerhalb von Wasserschutzgebieten zur langfristigen Kontrolle der landesweiten Entwicklung der Nitratbelastung,
  - mit Untersuchung von etwa 60 Messstellen in Wasserschutzgebieten, in denen die besonderen Schutzbestimmungen nach § 5 SchALVO gelten (Problem- und Sanierungsgebiete), alle drei Monate auf die Stickstoffparameter, bei weiteren 160 Messstellen in Wasserschutzgebieten Untersuchung zweimal im Jahr,
  - mit Untersuchung von rund 660 Messstellen in den gefährdeten Grundwasserkörpern zweimal im Jahr, darunter befinden sich die 298 Messstellen für das qualitative Überblicksmessnetz WRRL und das Operative Messnetz WRRL,
  - mit Untersuchung von 50 Messstellen an Quellen alle drei Monate auf versauerungs- und schüttungsabhängige Parameter.

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 zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung – GrwV) vom 9. November 2010, BGBl. I 2010 S.1513

4 Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV) vom 21.05.2001, BGBl. I 2001 S. 959, Neufassung vom 28.11.2011, BGBl. I 2011 S.2370

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

- dem Grundwasserstandsmessnetz mit 225 Trend-Messstellen mit wöchentlicher Wasserstandsmessung, wobei der größere Teil der rund 2.330 Grundwasserstands-Landesmessstellen nicht Gegenstand dieses Berichts ist, da diese von den Regierungspräsidien und Landratsämtern hinsichtlich regionaler Fragestellungen verwaltet und ausgewertet werden.
- dem Quellschüttungsmessnetz mit rund 190 Messstellen, wobei derzeit an rund 120 Messstellen wöchentlich die Quellschüttung gemessen wird. Ferner werden hydrochemische Untersuchungen mit mindestens einer Voll-Untersuchung alle vier Jahre auf natürliche und anthropogene Parameter und Stoffe und z.T. mit jährlicher Untersuchung im Herbst zur langfristigen Kontrolle der landesweiten Entwicklung der Nitratbelastung durchgeführt,

- dem Lysimetermessnetz mit 26 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 (Tabelle 1.2-1).

### 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 ist eine Vereinbarung zwischen VGW, DVGW-Landesgruppe,

Tabelle 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.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Grundwasserstand: an jedem Montag (Regelfall)</li> <li>■ Quellschüttung: wöchentlich</li> <li>■ Lysimeter: täglich bis mehrmals wöchentlich</li> </ul>
Organisation	LUBW und Regieunternehmen (Vergabe)	LUBW, Regierungspräsidien und Regieunternehmen
Datenbeschaffung durch Auftragnehmer (Messung, Probennahme, Analytik), Auftragsvoraussetzungen, Qualitätssicherung	Probennahme und Analytik: Vergabe an Probennahmebüros und chemische Labors. Nachweis der Qualifikation u. a. durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Akkreditierung nach DIN EN ISO 17025</li> <li>■ Regelmäßige erfolgreiche Teilnahme an der Analytischen Qualitätssicherung (AQS) mit Ringversuchen, Laborvergleichsuntersuchungen und Laborauditorierungen</li> <li>■ auftragsspezifische Qualitätssicherungsmaßnahmen</li> <li>■ Teilnahme an Probennahmer-Lehrgängen I und II von VEGAS/LUBW</li> <li>■ unangekündigte Probennahmekontrollen</li> </ul>	Mengenmessung durch freiwillige oder vom Land verpflichtete Beobachter. Unterschiedlicher Datenfluss bei den „Trendmessstellen“ für die landesweite Zustandsbeschreibung und den „Regionalmessstellen“ für den übergebietlichen Grundwasserschutz.
Messstelleneigentümer	Größtenteils wird auf Messstellen zurückgegriffen, die nicht in Landesbesitz sind. Private, gewerbliche und kommunale Betreiber stellen sie für die Probennahme bzw. Beobachtung zur Verfügung.	
Kosten	Die Kosten für Probennahme und Analytik bzw. Beobachtung trägt das Land.	
Datenerfassung 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/per Vergabe an Büros.
Datenhaltung	WIBAS - Grundwasserdatenbank (GWDB)	
Datenplausibilisierung und Qualitätssicherung	Statistische und visuelle Plausibilisierungen beim Einlesen der Messwerte, ggf. Gegenmessung von Rückstellproben oder Nachbeprobungen. Weiterhin: Mehrfachbestimmungen, vergleichende Untersuchungen, Analyse von Rückstellproben und Probennahmekontrollen vor Ort, Zeitreihentestverfahren der GWDB.	Visuelle Belegprüfungen, Plausibilitätsprüfung beim Einlesen, Kontrolle der Ganglinien, Zeitreihenanalysen

VKU, Städtetag und Gemeindetag. Die genannten Trägerorganisationen gründeten 1992 eine eigene „Grundwasserdatenbank Wasserversorgung (GWD-WV)“, in der die von den Wasserversorgungsunternehmen beauftragten Analysen gesammelt und ausgewertet werden. Die Ergebnisse der Wasserversorgungsunternehmen werden in jedem Jahr parallel in einem eigenständigen Bericht 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 21.03.2012 Nitrat-Daten von 3.543 Nitratanalysen zu 1.566 Messstellen in Trinkwasserschutzgebieten als Kooperationsbeitrag zur Verfügung. Davon sind 242 Messstellen „Überschneidermessstellen“, d.h. für diese Messstellen liegen schon Nitratdaten aus dem Landesmessnetz vor. Die Nitrat-Daten der 1.566 Messstellen gehen im vorliegenden Bericht ausschließlich in die Auswertungen des Teilkapitels Nitrat über die SchALVO ein.

Als weiteren Kooperationsbeitrag der WVU erhielt die LUBW Analysen von einzelnen Pflanzenschutzmitteln und deren Metaboliten zu 1.342 Messstellen in Trinkwasserschutzgebieten. Diese PSM-Daten gehen im vorliegenden Bericht in einige Auswertungen über die PSM-Gesamtsituation im Lande ein. Wie die Nitratdaten dienen sie vorrangig zur Beurteilung der Situation in den Wasserschutzgebieten. Für die Messstellen mit PSM-Analysen liegt nicht immer auch eine Nitratanalyse vor und umgekehrt. Mit Überschneidern erreichten die LUBW die Nitrat- und PSM-Daten zu insgesamt 1.959 Messstellen in Trinkwasserschutzgebieten.

Letztlich konnte die Grundwasserdatenbank der LUBW für das Jahr 2011 zusätzlich zu den von der LUBW betriebenen Landesmessstellen, d.h. ohne Überschneidermess-

stellen, die PSM- und Nitratanalysen von 1.713 WVU-Messstellen übernehmen. Zu weiteren 91 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 beprobten Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen werden im Rahmen des laufenden Messbetriebes fortgeschrieben. Gepflegt werden Angaben zu Bauformen, Ausbau, Koordinaten, Probenahmestellen, Betreiberadressen, Ansprechpartnern und den Nutzungen der Aufschlüsse. Nach jeder Beprobungskampagne werden die von den Probennehmern zu den einzelnen Messstellen zurückgesandten Beprobungsunterlagen zur Überprüfung und Aktualisierung der Stammdaten aufgearbeitet. Diese Aktualisierung muss zeitnah erfolgen, damit bei der folgenden Kampagne verlässliche Angaben für die Probennahme in Form von automatisch aus der Grundwasserdatenbank erzeugten Messstellen-Informationen vorliegen.

### **1.4.2 Qualitätssicherung Probennahme**

Die sachgerechte Probennahme an der richtigen Messstelle wird sichergestellt, indem den Probennehmern detaillierte Unterlagen und Informationen zu Probennahme und Messstelle als „Messstellen-Info“ bereitgestellt werden. Mittlerweile gibt es in der Grundwasserdatenbank der LUBW Fotodokumentationen zu sämtlichen Landesmessstellen. Messstellenverwechslungen bei der Probennahme werden durch den systematischen Vergleich der Messstellenfotos der aktuellen Probennahme mit älteren Fotos nahezu ausgeschlossen. Informationen von Probennehmern zur Messstelle oder zur Probennahme 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 Probennahme 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 Probennahme an Grundwassermessstellen wird zusätzlich durch folgende Maßnahmen sichergestellt:

- Der „Leitfaden für Probennahme und Analytik“ der LUBW [LfU 2001], der u. a. die „Anleitung zur Probennahme von Grund-, Roh- und Trinkwasser“ enthält, ist Vertragsbestandteil und bei jeder Probennahme einzuhalten.
- Die Einhaltung der allgemeinen und messstellenspezifischen Vorgaben zur Probennahme wird stichprobenartig durch unangekündigte Probennahmekontrollen vor Ort überprüft.

#### 1.4.3 Qualitätssicherung Analytik

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

Die Qualität der Analysenwerte wurde im Rahmen der Beprobungen 2011 durch folgende Maßnahmen sichergestellt:

- verdeckte vergleichende Untersuchungen ausgewählter Parameter mit Original-Grundwasser
- parallel beauftragte Analysen
- Absicherung von Positiv-Befunden und Grenzwert-Überschreitungen bei PSM durch Analyse von Rückstellproben.

## 1.5 Datenverarbeitung mit der Grundwasserdatenbank

Die Grundwasserdatenbank (GWDB) ist Teil des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg (UIS) und wird routinemäßig bei folgenden Dienststellen in Baden-Württemberg eingesetzt:

- den Stadt- und Landkreisen
- den Regierungspräsidien
- der LUBW
- im Abfallbereich bei 27 Deponiebetreibern und Abfallwirtschaftsbetrieben (GWDB+D).

Die Anwendung umfasst alle Messstellendaten und alle Arten von Messwerten aus dem Grundwasserbereich. Für den Abfallbereich werden alle relevanten Daten zum Deponiekörper selbst sowie Messwerte zu Deponiegas, Sickerwassermenge, Setzungen, etc. mindestens im Umfang der Deponieverordnung erfasst.

Der Schwerpunkt der Systementwicklung liegt jedoch auf der Seite der Auswertungen: Zahlreiche Diagrammart, Listen und Reports, Karten, automatisiert erzeugte Lagepläne und Ausbauprofile können problemlos erstellt werden. Verknüpfungen zu anderen Fachverfahren, wie dem „Wasserrechtsdienst“, den Anwendungen „Wasserentnahmeentgelt“, „Wasserwirtschaftliche Gebiete“ und „Boden- und Altlastenkataster“ ergänzen die Möglichkeiten integrierter Betrachtungen.

Die Auslieferung der in JAVA programmierten GWDB an die beteiligten Dienststellen erfolgt einmal jährlich. Folgende Funktionalitäten wurden 2011 als Schwerpunktthemen umgesetzt:

Übernehmen	...	Art	Name	gefundene Geländehöhe
<input checked="" type="checkbox"/>	...	AU	BR HALLENBAD FORCHHEIM	114,92
<input checked="" type="checkbox"/>	...	AU	OBERHAUSEN ALTE KIRCHE	101,92
<input checked="" type="checkbox"/>	...	AU	BR 1 WV.LEOPOLDSHAFEN	110,9
<input checked="" type="checkbox"/>	...	AU	Br SMG Wiesental	104,38
<input checked="" type="checkbox"/>	...	AU	NEUDORF MUEHLE	108,6
<input checked="" type="checkbox"/>	...	AU	TB 2 SOELLINGEN	135,56
<input type="checkbox"/>	...	AU	TB WV ODENHEIM	153,69
<input checked="" type="checkbox"/>	...	AU	TB GOETZENGRUND FLEHINGEN	166,05
<input type="checkbox"/>	...	AU	BR LFGAULHALLE	106,89
<input type="checkbox"/>	...	AU	BR SCHULSPORTZENTURM OBERHAUSEN	103,65

Abbildung 1.5-1: Maske zur Ermittlung von Geländehöhen an Messstellen (rot=Unterschiede zu bisherigen Einträgen, grün= Neuzeichnungen)

- Verknüpfung Wasserentnahmeentgelt (WEE-Pflichtigkeit),
- Erfassung und Umwandlung von GPS-Koordinaten,
- Automatisierte Ermittlung von Geländehöhen über das Digitale Geländemodell,
- Einbeziehung vorläufiger Messwerte im Rahmen der Nitratklassifikation von Wasserschutzgebieten,
- Automatisierte Lageplanerstellung in unterschiedlichen Maßstäben,
- Neuerungen zum Produktionsstart der GWDB+D für die Deponiebetreiber.

Die Themen „Automatisierte Ermittlung von Geländehöhen“, die „Einbeziehung vorläufiger Messwerte“ sowie die „Neuerungen zum Produktionsstart GWDB+D“ werden nachfolgend näher erläutert.

### 1.5.1 Automatisierte Ermittlung von Geländehöhen über das Digitale Geländemodell

Geländehöhen sind wichtige Angaben bei Messstellen, wenn in Diagrammen beispielsweise der Flurabstand zwischen Geländeoberkante und Grundwasserspiegel dargestellt werden soll. Über einen Intranetservice lassen sich mittels der gewohnten automatischen Sammelzuordnung der GWDB die Geländehöhen an den Messstellen aus dem Digitalen Geländemodell im 1-Meter-Raster ermitteln, durch Knopfdruck übernehmen und die dazugehörige Genauigkeit zuordnen (Abbildung 1.5-1).

### 1.5.2 Einbeziehung vorläufiger Messwerte im Rahmen der Nitratklassifikation von Wasserschutzgebieten

Wenn Ende Oktober die jährliche Einstufung der Nitratbelastung in Wasserschutzgebieten nach der Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) durch die Stadt- und Landkreise durchgeführt werden muss, stehen manche der zur Bewertung erforderlichen Nitratwerte noch nicht in der GWDB zur Verfügung. Mit Hilfe der neuen GWDB-Funktion können vorläufige Nitratwerte, die z.B. telefonisch erfragt wurden, in die Betrachtung einbezogen wer-

Sie können hier vorläufige Nitrat-Messwerte im 3. Quartal erfassen.  
Diese werden nicht in der Datenbank gespeichert. Sie dienen nur zur Berechnung des Einstufungsvorschlags und werden beim Schließen der SchALVO-Einstufung verworfen.

Datum	Wert [mg/l]	Messbedingung
15.09.2011 12:00	42,4	

Abbildung 1.5-2: Eingabe eines vorläufigen Nitratwertes zur Nitratklassifikation eines Wasserschutzgebiets

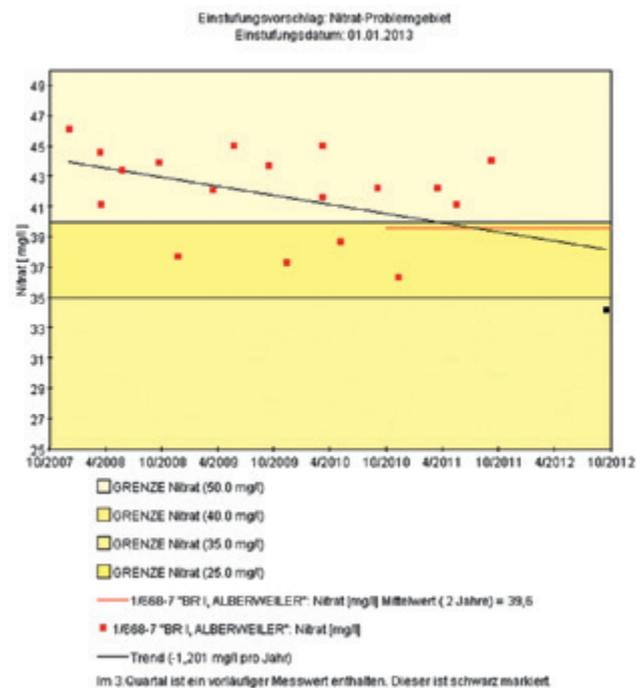


Abbildung 1.5-3: Einstufungsvorschlag eines Wasserschutzgebiets anhand eines vorläufigen Messwerts (schwarzes Symbol)

den. Somit können die rechtlich geforderten Trendanalysen und Bewertungsempfehlungen mit der Fachanwendung erfolgen. Der vorläufige Wert selbst dient nur temporären Berechnungen und findet keinen Eingang in den Datenbestand (Abbildungen 1.5-2 und 1.5-3).

### 1.5.3 Neuerungen zum Produktionsstart der GWDB+D für die Deponiebetreiber

Im Jahr 2011 wurde die GWDB+D für den Produktionsbetrieb der Deponiebetreiber erfolgreich eingeführt. Für die beteiligten Abfallwirtschaftsbetriebe wurden Schulungen durchgeführt und ein Benutzerhandbuch erstellt. Aus Datenschutzgründen wurde die Anwendung auf einem gemeinsamen Server „mandantenfähig“ installiert. Das heißt, trotz einer gemeinsamen Oracle-Datenbank können die Daten eines Abfallwirtschaftsbetriebs nur von diesem selbst eingesehen und bewertet werden. Nach einer Altdatenübernahme aus Excel und dem Anlegen der Messstellen durch die Deponiebetreiber können die zahlreichen Auswertungsmöglichkeiten in Form von Diagrammen, Berichten und Kartografie sofort genutzt werden.

Parallel dazu wurde der Funktionsumfang konsequent für den Bedarf der Deponiefragestellungen weiterentwickelt. Neben der Einbindung neuer Parameter wurden insbesondere Berichts- und Diagrammfunktionalitäten erweitert

und angepasst. Auch der Übertrag der Messergebnisse zu den Regierungspräsidien als Abfallrechtsbehörde kann mit einem Klick durchgeführt werden. Die elektronische Bereitstellung des Deponiejahresberichts erspart somit erheblich Zeit und damit Kosten.

#### 1.5.4 Datenquellen im Internet

Messwerte aus dem Landesmessnetz werden für die Öffentlichkeit im Internet auf folgenden Seiten bereitgestellt:

- Grundwasserstände und Quellschüttungen „GuQ“: Aktueller monatlicher Zustandsbericht für ausgewählte Grundwassermessstellen und Quellen der LUBW: Vergleich zu Vormonat und Vorjahr, Prognose und langfristige Tendenz.

<http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt4/guq/>

- Jahresdatenkatalog Grundwasser: Ausgewählte physikalisch-chemische Messwerte, Grundwasserstände und Quellschüttungen aus dem Grundwasserüberwachungsprogramm der LUBW.

<http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/68854/>

- Daten- und Kartendienst (UDO): Langjährige und aktuelle Messwerte aus dem Grundwasserstandsmessnetz und Quellschüttungsmessnetz der LUBW und der Regierungspräsidien.

[http://brsweb.lubw.baden-wuerttemberg.de/brs-web/index.xhtml?AUTO\\_ANONYMOUS\\_LOGIN](http://brsweb.lubw.baden-wuerttemberg.de/brs-web/index.xhtml?AUTO_ANONYMOUS_LOGIN)

Je nach Plattform lassen sich Messstellen direkt oder nach Gemeinden etc. selektieren und die Messwerte als Liste, Diagramm oder Karte ausgeben und exportieren.

The image shows two screenshots of the LUBW website. The top screenshot is for the 'GuQ' (GuQ) service, displaying a calendar for June 2012 and a photo of a water sampling point. The bottom screenshot is for the 'UDO' (UDO) service, showing a navigation menu with categories like 'Allfall', 'Boden und Geologie', 'Klima und regenerative Energie', etc., and a search bar. The 'UDO' page also features a welcome message and icons for different data types.

Abbildung 1.5-4: Datenquellen im Internet

# 2 Das Grundwasser 2011 in Baden-Württemberg

## 2.1. Hydrologische Situation

Das Jahr 2011 entsprach im langjährigen Vergleich deutlich unterdurchschnittlichen Verhältnissen. Das Flächenmittel der Niederschlagshöhe betrug 2011 in Baden-Württemberg 805 mm, das sind 83 % des Niederschlagsmittelwertes der Normalperiode 1961-1990 (Abbildung 2.1-1).

Innerhalb des Jahres 2011 waren lediglich die Monate Juli und Dezember überdurchschnittlich regenreich (Abbildung 2.1-2). Im Dezember wurden landesweit sogar 175 mm Niederschlag gemessen, das sind 216 % des Landesmonatsmittelwertes. Die beiden nassen Monate reichten jedoch nicht aus, um die ansonsten – zum Teil deutlich – unterdurchschnittlichen monatlichen Niederschlagsmengen auszugleichen.

Das Jahr 2011 ist durch unterdurchschnittlich regenreiche Abschnitte in der ersten Jahreshälfte und insbesondere im November gekennzeichnet. Zahlreiche Wetterstationen haben im November kaum Niederschlag registriert, wobei der Landesmittelwert 2 mm beträgt.

Der Zeitraum von Juni bis Oktober 2011 entsprach im Wesentlichen den vieljährigen Verhältnissen. Im Gegensatz dazu war das wechselhafte Jahresende besonders markant mit vernachlässigbaren 2 mm Niederschlag im November und extremen 175 mm im Dezember.

Die Höhe des Jahresniederschlags 2011 fällt in den südöstlichen Landesteilen im Verhältnis zum Mittel der Periode 1961-1990 weniger defizitär als in den anderen Landesteilen aus (Abbildung 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.

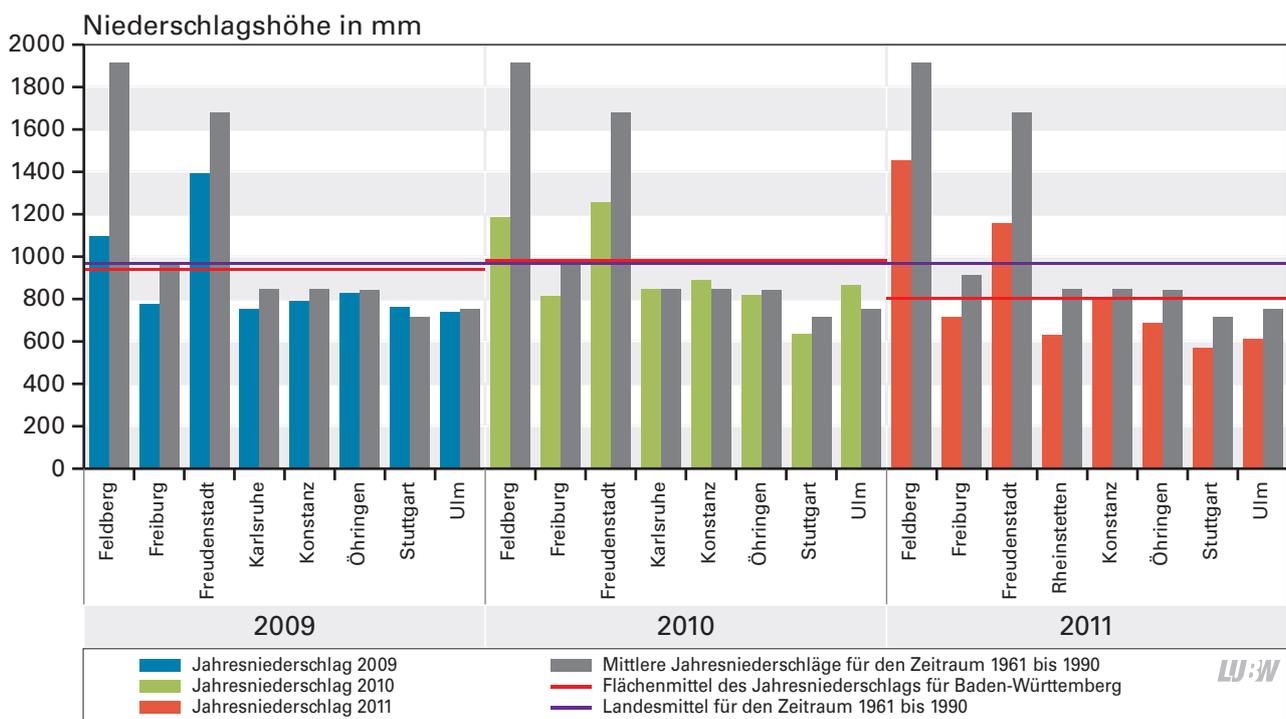


Abbildung 2.1-1: Jahresniederschläge an ausgewählten DWD-Stationen in Baden-Württemberg in den Jahren 2009, 2010 und 2011 im Vergleich zu den langjährigen Mitteln (Quelle: DWD)

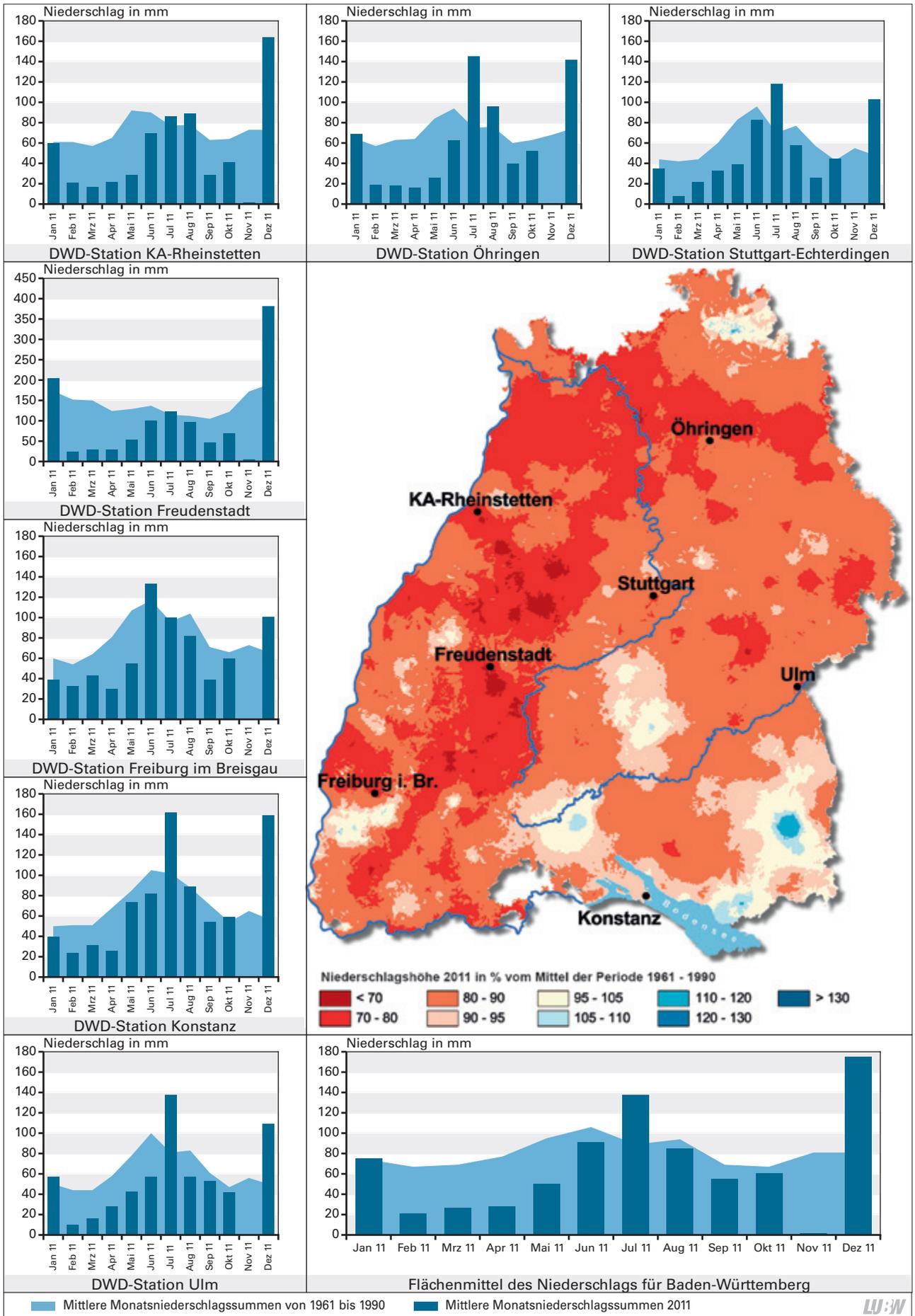


Abbildung 2.1-2: Monatliche Niederschlagshöhe an ausgewählten DWD-Stationen im Jahr 2011 (Quelle: DWD) und Jahresniederschlagshöhe 2011 in % vom Mittel der Periode 1961-1990

## 2.2. Grundwasserneubildung aus Niederschlag

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlag 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.

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlag unterliegt einem ausgeprägten Jahresgang, wobei der versickernde Anteil des Winterniederschlags erheblich höher ist als der des Sommerniederschlags. Dies liegt unter anderem an der im Winter geringeren Verdunstung infolge der niedrigeren Lufttemperatur. Die Niederschlagsmenge im Sommerhalbjahr ist mengenmäßig mit der im Winter zwar vergleichbar, der Niederschlag im Sommer verdunstet jedoch zum größten Teil. Der Vergleich der Niederschlags- und Sickerwassermengen der Lysimeter Rauental, Steisslingen und Unterzell mit dem Grundwasserstand an benachbarten Messstellen zeigt, dass ein Zufluss zum Grundwasser und ein Anstieg des Grundwasserstands in erster Linie vom Winterniederschlag abhängen (Abbildung 2.2-2).

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. A. 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 2003/04 einen deutlich spürbaren Einfluss auf die Grundwasserstände (Niedrigwasserperioden im Grundwasser) hatten.

Die vorliegenden Lysimeterbeobachtungen dokumentieren die Grundwasserneubildung aus Niederschlag um die Jahreswende

2010/2011 im Singener Becken, im Iller-Riß-Gebiet sowie im Oberrheingraben. Bereits ab Februar 2011 wurden allerdings aufgrund der geringen Niederschläge unterdurchschnittliche Sickerwassermengen beobachtet. Der nasse Sommer im späteren Jahresverlauf konnte lediglich im Iller-Riß-Gebiet eine außergewöhnliche Neubildung bewirken und war letztendlich ausschlaggebend für die im Jahr 2011 insgesamt mittleren Grundwasserstände im Südosten. In den übrigen Landesteilen hatten die Sommerniederschläge keine nennenswerten Auswirkungen auf die quantitative Grundwassersituation. Der wiederum sehr niederschlagsreiche Dezember 2011 zeichnete sich durch kurzzeitige Versickerungen aus, die für einen wirkungsvollen Aufbau der Grundwasservorräte im gesamten Landesgebiet sorgten. Im Beprobungszeitraum 2011 sind Auswaschungseffekte bedingt möglich.

Zur Charakterisierung der Grundwasserneubildungsverhältnisse sind die Monatssummen der Niederschläge und die Versickerungsmengen der Jahre 2010 und 2011 an ausgewählten amtlichen Lysimeterstationen mit den zugehörigen Grundwasserständen an Referenzmessstellen im Vergleich zu 20-jährigen Monatsmittelwerten dargestellt (Abbildung 2.2-2).

Der jahreszeitliche Verlauf der Sickerwasserbildung im Jahr 2011 im Vergleich zum mittleren Jahresgang der Periode 1961-1990 ist in Abbildung 2.2-1 dargestellt. Die Monate

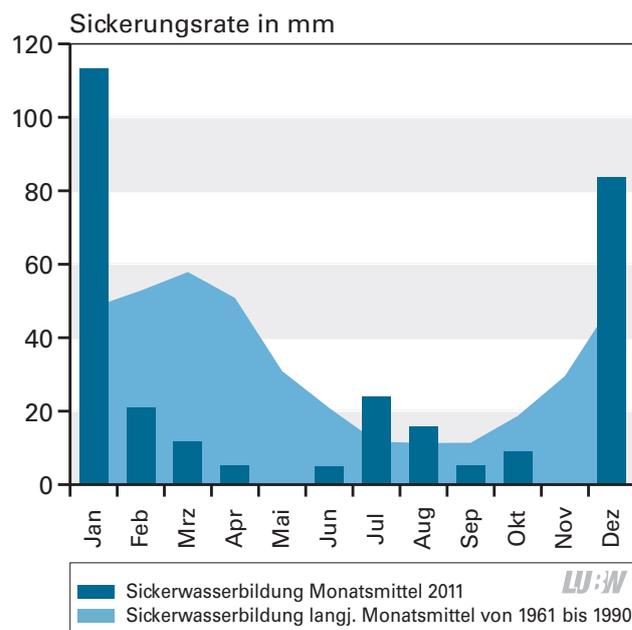
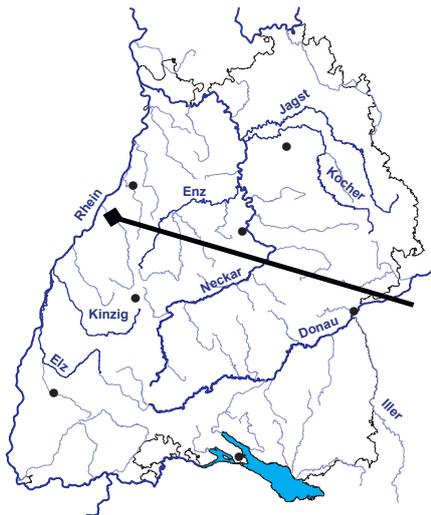
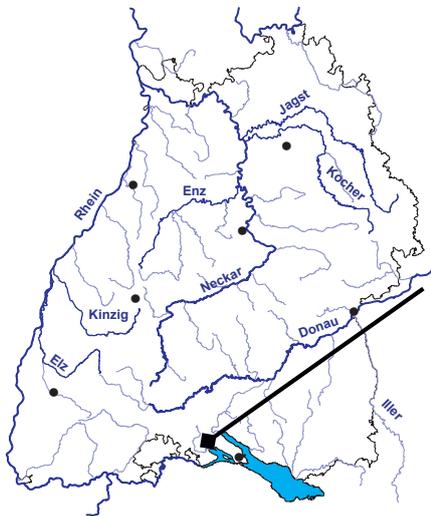
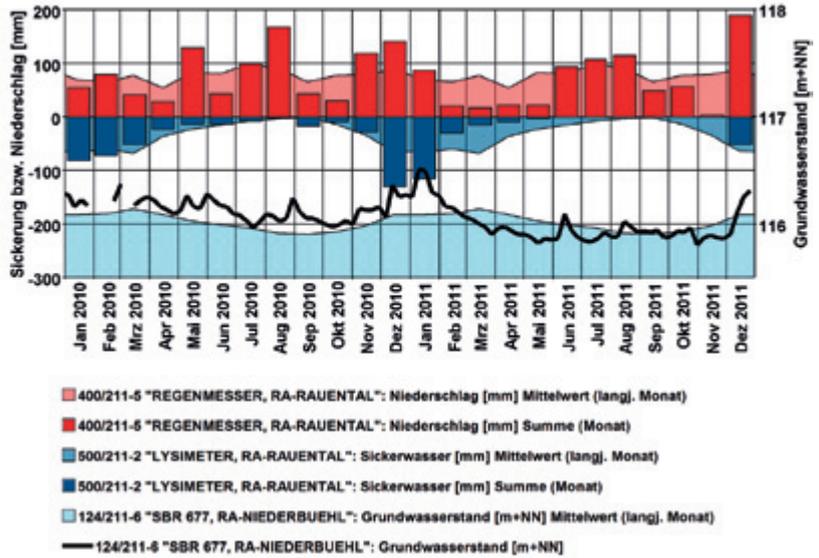


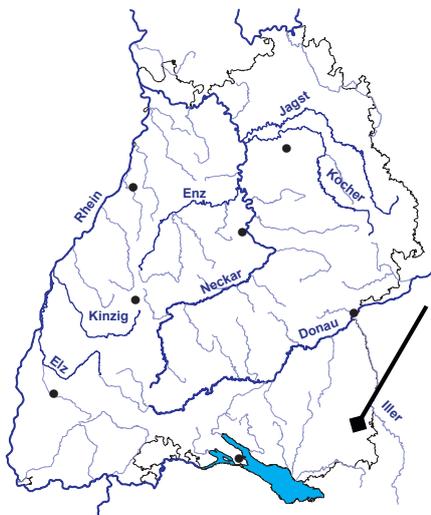
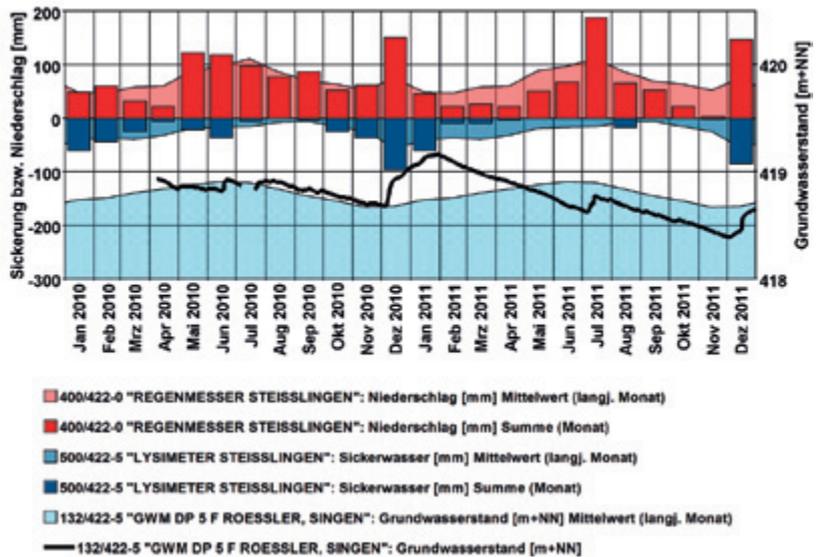
Abbildung 2.2-1: Jahresgang 2011 der Sickerwasserrate im Landesmittel (Säulen) im Vergleich zum mittleren Jahresgang der Periode 1961-1990



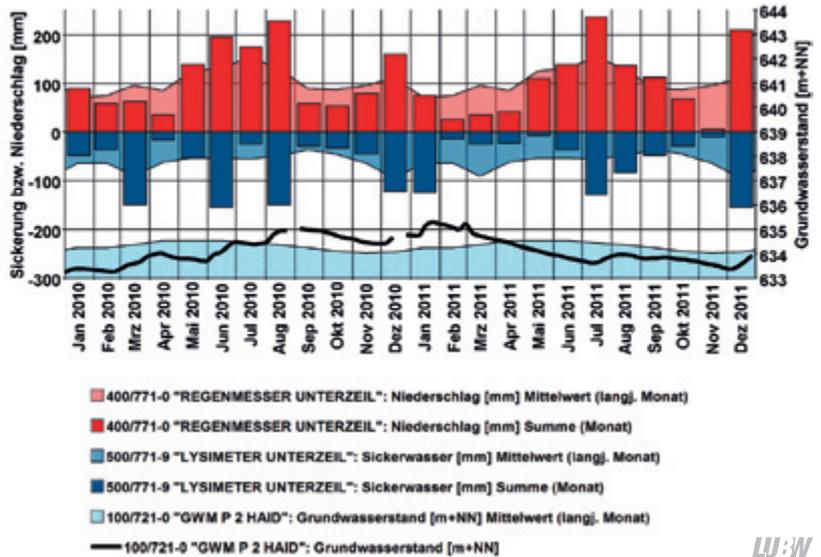
Lysimeter Raental - mittlerer Oberrheingraben



Lysimeter Steissligen - Singener Becken



Lysimeter Unterzeil - Leutkircher Heide



LUBW

Abbildung 2.2-2: Niederschlag, Sickerung und Grundwasserstand an ausgewählten Lysimeteranlagen in den Jahren 2010 und 2011

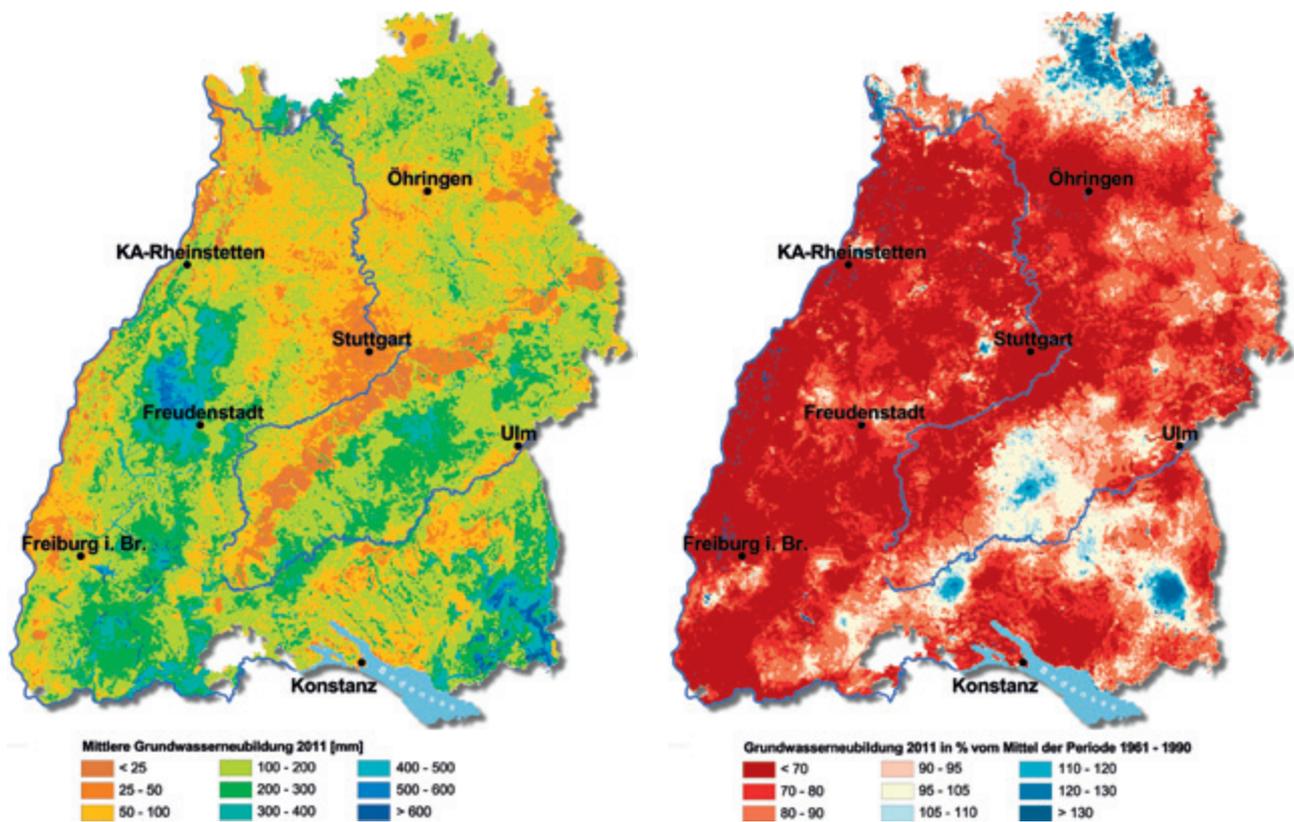


Abbildung 2.2-3: Verteilung der Grundwasserneubildung im Jahr 2011 in mm/Jahr (linke Seite) und 1961-1990 in % vom Mittel der Periode (rechte Seite)

Januar und Dezember wiesen im Landesmittel eine weit überdurchschnittliche, die Monate Juli und August eine leicht überdurchschnittliche Sickerwasserrate auf. Im Mai sowie im praktisch niederschlagslosen November fand keine Versickerung statt und auch die übrigen Monate des Jahres 2011 waren durch eine weit unterdurchschnittliche Sickerwasserrate gekennzeichnet.

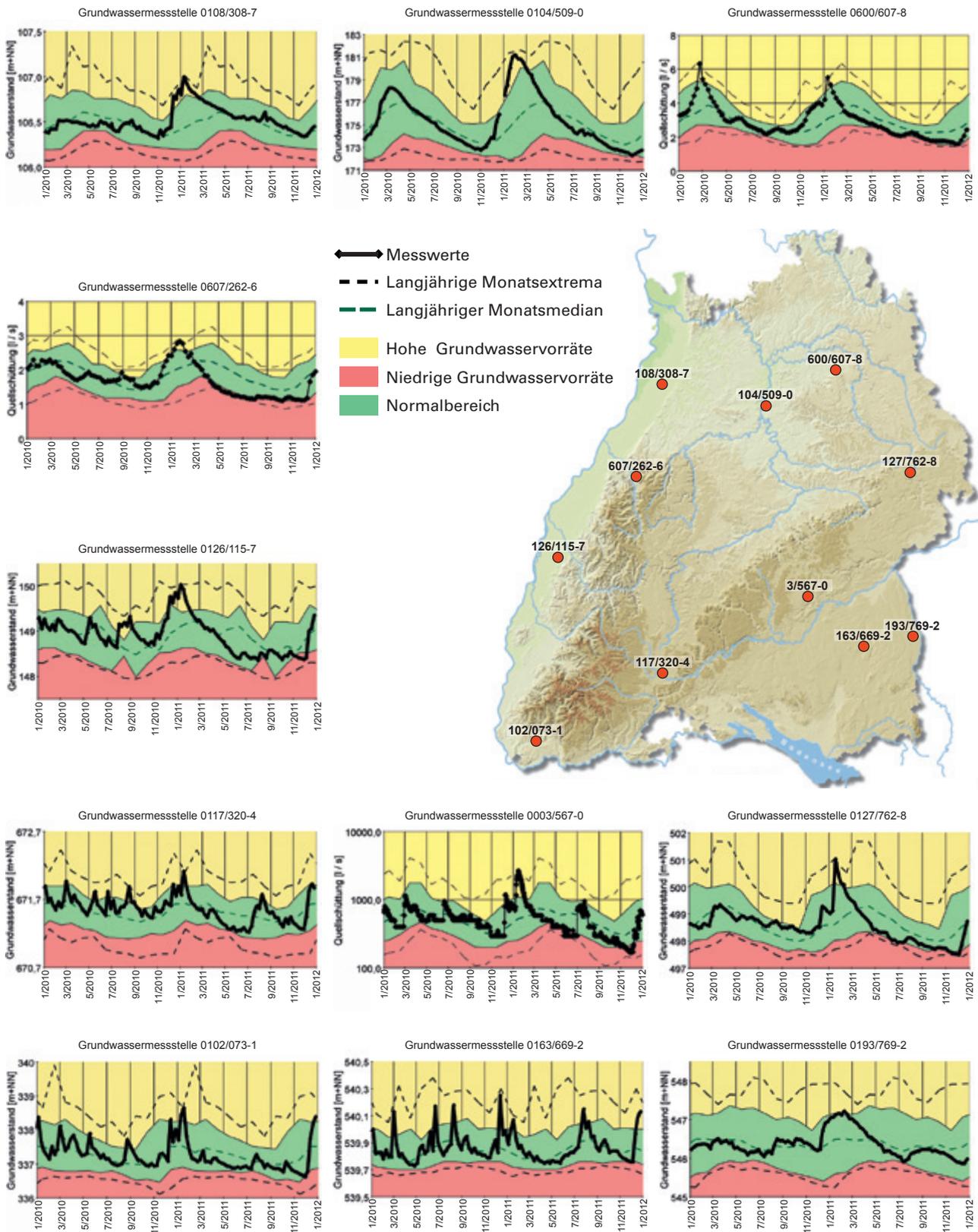
Die räumliche Verteilung der jährlichen Grundwasserneubildung aus Niederschlag in Baden-Württemberg (LUBW u. a., 2007) zeigt Abbildung 2.2-3. Das Landesmittel des Jahresniederschlags lag im Jahr 2011 bei 810 mm, die Sickerwasserrate unter 300 mm und die hieraus resultierende Grundwasserneubildung bei etwa 150 mm. Sickerwasserrate und Grundwasserneubildung aus Niederschlag im Jahr 2011 erreichten damit lediglich 75 % der Mittelwerte der Periode 1961-1990.

## 2.3 Die Grundwasservorräte 2011

### 2.3.1 Datengrundlage und allgemeine Zustandsbeschreibung

In Baden-Württemberg werden über 70 % des Trinkwassers aus Grund- und Quellwasser gewonnen. Wesentliche Aufgabe der Wasserwirtschaftsverwaltung ist es, eine nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung sicherzustellen und Grundwasserressourcen in qualitativer wie quantitativer Hinsicht für künftige Generationen zu erhalten. Hierzu werden ein Überblick über die aktuelle Zustandsentwicklung der landesweiten Grundwasservorräte gegeben und die im Jahr 2011 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 Baden-Württemberg werden anhand ausgewählter, für die Gesamtheit möglichst repräsentativer „Trend“-Messstellen durchgeführt.



LUBW

Abbildung 2.3-1: Grundwasserstand / Quellschüttung und zugehöriger Normalbereich aus 20 Beobachtungsjahren an ausgewählten Grundwassermessstellen im Zeitraum Januar 2010 bis Januar 2012

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 Monatsextrima (20 Jahre) sind als schwarz gestrichelte Linien dargestellt.

Zu Jahresbeginn 2011 entsprachen die Grundwasserstände und Quellschüttungen landesweit hohen Verhältnissen. Die Grundwasservorräte waren anschließend witterungsbedingt rückläufig und pendelten sich im weiteren Jahresverlauf von 2011 auf ein unterdurchschnittliches Niveau ein. Die hohe Niederschlagsmenge im Dezember hat für kurzzeitige und markante Anstiege gesorgt. Zum Jahresende entsprachen die Grundwasserstände und Quellschüttungen dadurch überdurchschnittlichen Verhältnissen und bewegten sich bereichsweise sogar auf sehr hohem Niveau.

### 2.3.2 Überregionale Grundwasserverhältnisse

Die messstellenbezogene Beurteilung der aktuellen quantitativen Grundwasserverhältnisse wurde auf der Grundlage der Mittelwerte im Jahr 2011 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 2011 überwiegend im unteren Normalbereich (Messstelle 0102/073-1 in Abbildung 2.3-1). Zum Jahresende sind steil ansteigende Verhältnisse zu verzeichnen. Die Quellschüttungen sind im vieljährigen Vergleich unterdurchschnittlich. Die 20-jährigen Trends sind ausgeglichen.

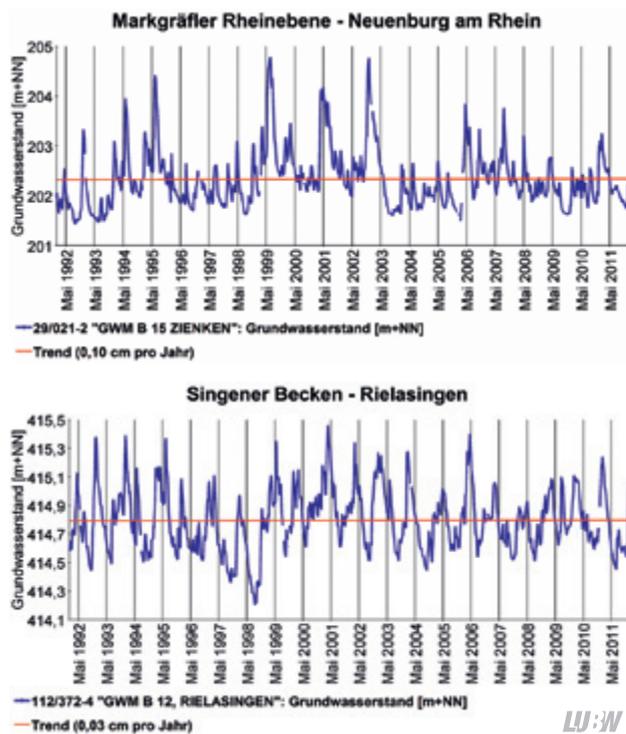


Abbildung 2.3-2: Ganglinien ausgewählter Grundwasserstandsmessstellen mit Trendbetrachtung 1992-2011

Dank der überdurchschnittlichen Verhältnisse zu Jahresbeginn hat sich der Grundwasserstand im **südlichen Oberrhein** und in der **Freiburger Bucht** auch trotz des kontinuierlichen Rückgangs im weiteren Jahresverlauf 2011 im Normalbereich bewegt. Starke Niederschläge haben zum Jahresende steigende Grundwasserstände bewirkt. Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen (Messstelle 0029/021-2 in Abbildung 2.3-2).

Der Grundwasserstand im Bereich des **mittleren Oberrheins** verlief im Jahr 2011 stark rückläufig. Nach sehr hohen Verhältnissen zu Jahresbeginn wurde ein deutlich unterdurchschnittliches Niveau im Juni erreicht. Die Sommerniederschläge haben eine kurzzeitige Erholung bewirkt, wobei im November erneut sehr niedrige Verhältnisse zu verzeichnen waren. Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen (Messstelle 0126/115-7 in Abbildung 2.3-1).

Nach sehr hohen Verhältnissen zum Jahresbeginn 2011 verlief der Grundwasserstand im **nördlichen Oberrhein** im weiteren Jahresverlauf unauffällig entlang der langjährigen Mediankurve mit mäßigen Schwankungen. Im Dezember sind Anstiege erkennbar (Messstelle 0108/308-7 in Abbildung 2.3-1). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen, bereichsweise auch leicht ansteigend.

Die Grundwasservorräte waren im **Singener- und Bodenseebecken** im Jahr 2011 rückläufig und bewegten sich zeitweise unterhalb des langjährigen Normalbereichs. Zum Jahresende wurden kurzfristige Anstiege auf ein sehr hohes Niveau beobachtet (Messstelle 0112/372-4 in Abbildung 2.3-2). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Die Grundwasserstandsentwicklung in den quartären Talfüllungen des **Donautals** spiegelt das Niederschlagsgeschehen wider. Die Grundwasserstände verliefen im 1. Halbjahr stark rückläufig von 20-jährigen Höchstwerten bis unterhalb der Untergrenze des Normalbereichs im Sommer. Starke Niederschläge haben zu wiederholten Anstiegen im August und insbesondere im Dezember 2011 geführt (Messstelle 0117/320-4 in Abbildung 2.3-1). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Nach anfänglich hohem Grundwasserstand im **Illertal** und im Bereich der **Leutkircher Heide** verlief der weitere Jahresverlauf unauffällig innerhalb des Normalbereichs (Messstelle 0193/769-2 in Abbildung 2.3-1). Der 20-jährige Trend ist ausgeglichen.

Zum Jahresbeginn von 2011 bewegten sich die Grundwasserstände im **Rißtal** und in **Oberschwaben** oberhalb des Normalbereichs. Die weitere Entwicklung ist gebietsweise differenziert, wobei das Niederschlagsgeschehen markante Anstiege im Sommer und zum Jahresende bewirkte (Messstelle 0163/669-2 in Abbildung 2.3-1). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist unauffällig.

Die Grundwasserstände und Quellschüttungen im Karstaquifer der **Schwäbischen Alb** verliefen im gesamten Jahresverlauf von 2011 rückläufig. Der Kurvenverlauf entspricht weitgehend dem Niederschlagsgeschehen, wobei die starken Niederschlagsereignisse ausgeprägte aber kurzzeitige Auswirkungen hatten (Messstelle 0003/567-0 in Abbildung 2.3-1). Im Bereich der **Ostalb** werden vergleichbare Verhältnisse beobachtet (Messstelle 0127/762-8 in Abbildung 2.3-1). Die 20-jährigen Trends sind ausgeglichen.

Nachdem das Hochwasser vom Jahresbeginn 2011 abgeklungen war, bewegte sich der Grundwasserstand im Festgestein des **mittleren Neckarraumes** – wie es 2009 und 2010 bereits der Fall gewesen war – im Jahr 2011 dauerhaft

innerhalb des Normalbereichs (Messstelle 0104/509-0 in Abbildung 2.3-1). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist unauffällig.

Die Quellschüttungen in den Festgesteinen von **Nord-Württemberg** waren zu Jahresbeginn 2011 sehr hoch. Ab März 2011 verliefen die Ganglinien niederschlagsbedingt im unteren Normalbereich und zeitweise darunter (Messstelle 0600/607-8 in Abbildung 2.3-1). Die langjährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Die **Schwarzwaldquellen** verfügen über kleinräumige Einzugsgebiete und weisen ausgeprägte, niederschlagsbedingte Schüttungsschwankungen auf. Die Niederschlagsdefizite in 2011 haben daher für einen Jahresverlauf auf langjährig niedrigem Niveau gesorgt. Abgesehen von den Zunahmen zum Jahresende war im Jahresverlauf 2011 keine Schüttungsdynamik vorhanden. Die 20 Jahres-Trends sind dennoch ausgewogen (Messstelle 0607/262-6 in Abbildung 2.3-1).

Insgesamt ist die quantitative Grundwassersituation im Jahr 2011 uneinheitlich, wobei im langjährigen Vergleich mittlere bis leicht unterdurchschnittliche Verhältnissen vorhanden sind. In den mächtigen Lockergesteinsaquiferen sind meist mittlere Verhältnisse zu verzeichnen. Festgesteinsbereiche weisen demgegenüber unterdurchschnittliche Grundwasservorräte auf – insbesondere im Schwarzwald. Die geringen Niederschlagssummen im 1. Halbjahr haben rückläufige Grundwasservorräte auf ein unterdurchschnittliches Niveau im Sommer verursacht.

Die Juliniederschläge haben für eine Stabilisierung der Situation gesorgt und den weiteren Rückgang auf extreme Niedrigwasserstände verhindert. Ein markanter Wiederanstieg hat zu Beginn des hydrologischen Winterhalbjahres ab Dezember eingesetzt. Zum Jahresende befanden sich die quantitativen Grundwasserverhältnisse in den meisten Landesteilen im oberen Normalbereich. Der 20-jährige Trend ist bei den Grundwasserstandsmessstellen und den Quellen nach wie vor ausgeglichen (siehe Abbildung 2.3-3).

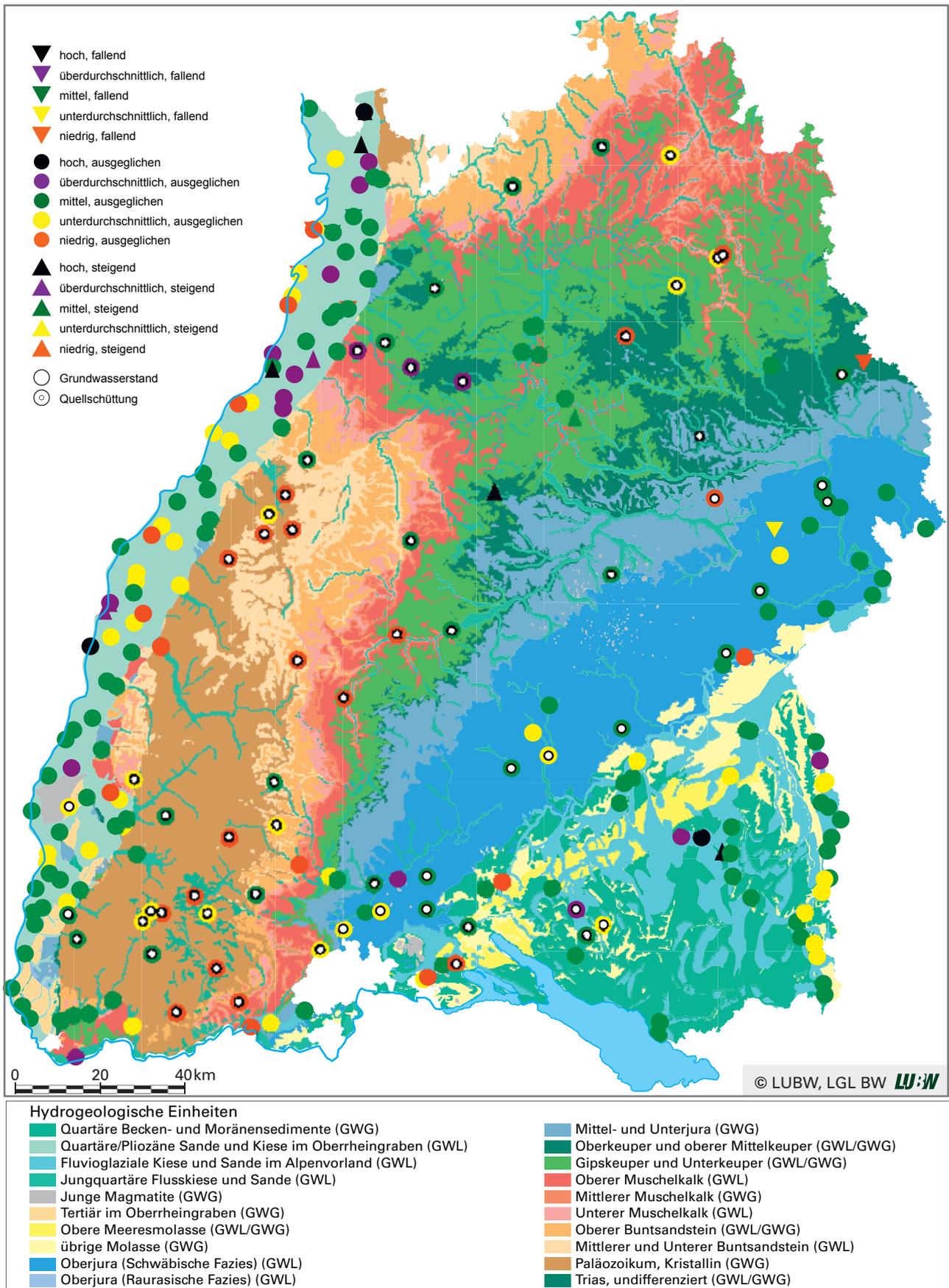


Abbildung 2.3-3: Charakterisierung der mittleren Grundwasserverhältnisse im Jahr 2011 und des Trendverhaltens im Zeitraum 1992-2011

## 2.4 Nitrat

### 2.4.1 Nitrat im Grundwasserbeschaffenheitsmessnetz der LUBW (Landesmessnetz)

Das von der LUBW betriebene landesweite Messnetz setzt sich zusammen aus Grundwassermessstellen für reine Beobachtungszwecke wie Beobachtungsrohre oder Quellen sowie aus Messstellen mit unterschiedlichen Nutzungen (Beregnungsbrunnen, Brauchwasserbrunnen, Rohwasser für Trinkwassergewinnung von Wasserversorgungsunternehmen und privaten Nutzern). Im Herbst 2011 wurde das Grundwasser von 1.776 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 zeigen Abbildung 2.4-1 und Tabelle 2.4-1. Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass der Warnwert des Grundwasserprogramms zur Anpassung an die GrwV von 40,0 mg/l auf 37,5 mg/l abgesenkt wurde, was in der Folge zu einer höheren Überschreitungsquote führt. Der Wert von 37,5 mg/l entspricht 75 % des Schwellenwertes der GrwV. Im Jahr 2011 lag die Überschreitungshäufigkeit des neuen Warnwertes bei 19,9 % und des Schwellenwertes der Grundwasserverordnung / des Grenzwertes der TrinkwV von 50 mg/l bei 10,4 % der Messstellen des Landesmessnetzes (Abbildung 2.4-1). Das Maximum betrug 171 mg/l.

Die Anteile der verschiedenen Messstellengruppen an der Gesamtbelastung sind wie in den Vorjahren sehr unterschiedlich (Abbildung 2.4-1), wobei die Rangfolge der Teilmessnetze nach ihrer Überschreitungshäufigkeit unverändert ist. So ergibt sich beispielsweise für das Basismessnetz (BMN) ein unterdurchschnittliches Belastungsniveau, während die Emittentenmessstellen Landwirtschaft (EL)

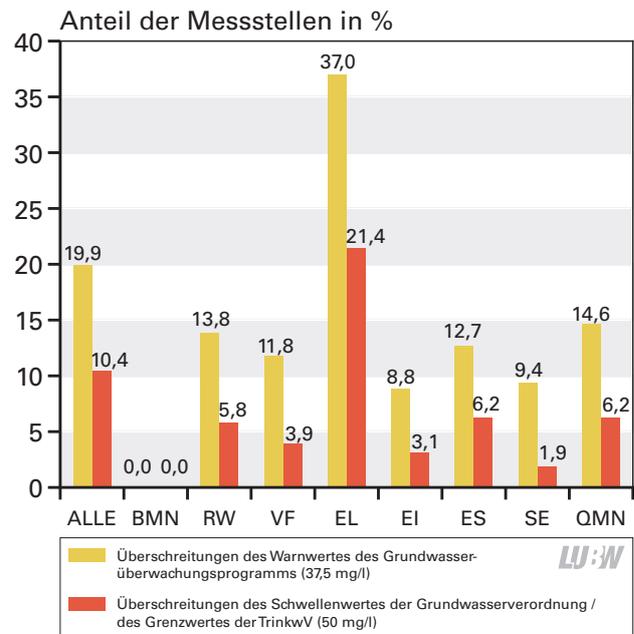


Abbildung 2.4-1: Prozentualer Anteil der Messstellen mit Überschreitungen des Warnwertes des Grundwasserüberwachungsprogramms und des Schwellenwertes der Grundwasserverordnung bzw. des Grenzwertes der TrinkwV im Gesamtmessnetz und in den Teilmessnetzen 2011 (Datenbasis: nur Landesmessstellen, Abkürzungen siehe Anhang A1)

mit einem im Vergleich großen Anteil an Messstellen mit hohen Nitratbelastungen ein überdurchschnittliches Belastungsniveau aufweisen. Die statistischen Kennzahlen des Gesamtmessnetzes sowie der Teilmessnetze Landwirtschaft (EL), Siedlungen (ES), Rohwasser (RW) und des Basismessnetzes (BMN) zeigt Tabelle 2.4-1.

#### 2.4.1.2 Räumliche Verteilung und Regionalisierung

Die großräumige regionale Verteilung der Nitratbelastung stellt sich im Vergleich zum Vorjahr hinsichtlich der Belastungsschwerpunkte nahezu unverändert dar (Abbildungen 2.4-2 und 2.4-3). Wiederum sind die Gebiete zwischen Mannheim, Heidelberg und Bruchsal, der Kraichgau, der Neckarraum zwischen Stuttgart und Heilbronn, der Main-Tauber-Kreis, das Markgräfler Land sowie die Region Oberschwaben besonders stark belastet. In diesen Gebieten lie-

Tabelle 2.4-1: Statistische Kennzahlen Nitrat 2011

	Landes-Messnetz	EL	ES	RW	BMN
Anzahl der Messstellen	1.776	617	338	138	106
Mittelwert in mg/l	23,2	32,7	20,7	20,9	7,6
Medianwert in mg/l	18,4	28,4	17,8	18,0	7,0
Überschreitungen des Warnwertes (37,5 mg/l) in % der Messstellen	19,9	37,0	12,7	13,8	0,0
Überschreitungen des Schwellenwertes der Grundwasserverordnung bzw. des Grenzwertes der TrinkwV (50 mg/l) in % der Messstellen	10,4	21,4	6,2	5,8	0,0

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

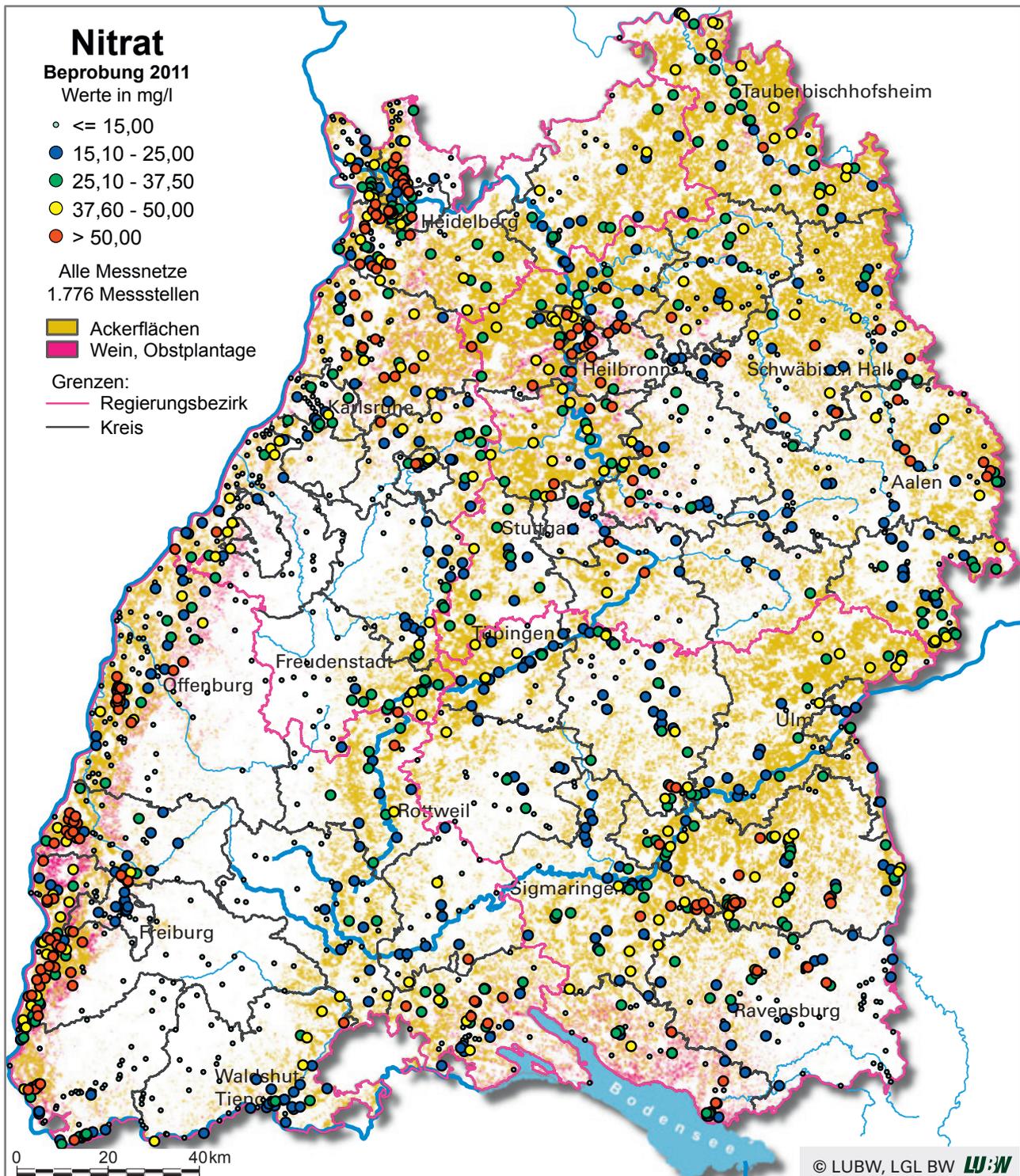


Abbildung 2.4-2: Nitratgehalte 2011 an den Landesmessstellen

gen auch die nach der Wasserrahmenrichtlinie hinsichtlich Nitrat als „gefährdet“ eingestuft Grundwasserkörper.

Neben diesen Hauptbelastungsregionen gibt es noch einige kleinere Gebiete mit teilweise deutlich erhöhten Nitratkonzentrationen wie das Singener Becken, das obere Wutachgebiet zwischen den Orten Blumberg und Stühlingen, die Re-

gion um Forchheim und Weisweil nördlich des Kaiserstuhls, das Gebiet um Neuried im Ortenaukreis sowie Teile des östlichen Ostalbkreises und des Landkreises Schwäbisch Hall (Abbildung 2.4-2).

Die Beschaffenheit des Grundwassers kann kleinräumig sehr unterschiedlich sein. So können bei den Nitratbelastungen

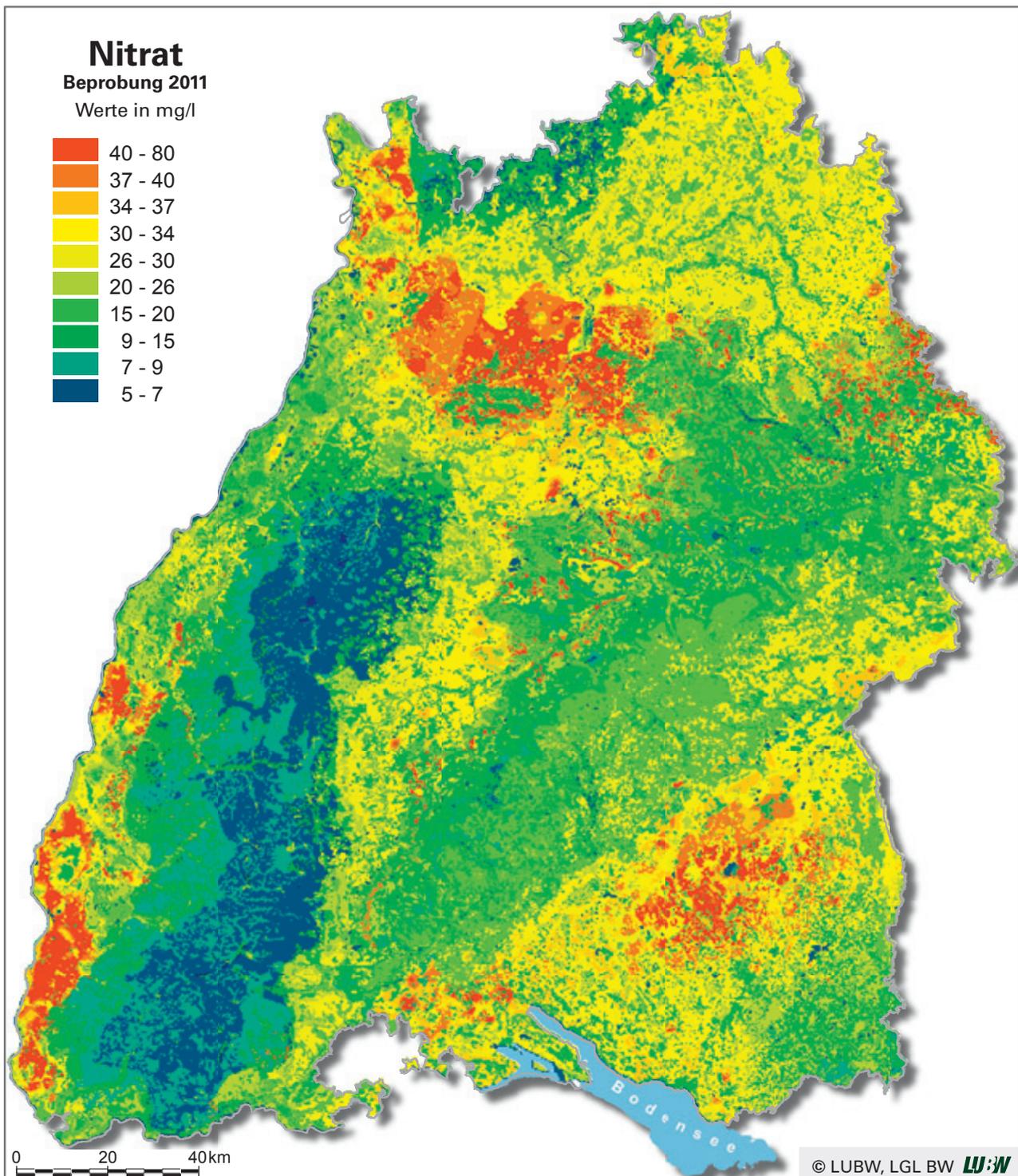


Abbildung 2.4-3: Verteilung der Nitratgehalte 2011 im oberflächennahen Grundwasser, regionalisierte Darstellung nur oberflächennaher Messstellen mit Messungen von September bis Oktober 2011 (Datengrundlage: 1.355 von insgesamt 1.776 Landesmessstellen, da ein Teil der Messstellen in tiefen Aquiferen verfiltert ist oder für Messstellen keine Aquifer- oder Landnutzungszuordnung vorliegt)

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 zu erstellen (Abbildung 2.4-3), um das großräumige Belastungsniveau zu beschreiben. Keinesfalls darf

dies 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.

Für die Regionalisierung wurde das vom Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart und der LUBW speziell entwickelte Kriging-Verfahren SIMIK+ verwendet, bei dem die beiden Haupteinflussfaktoren Landnutzung in 16 Klassen und Hydrogeologie („Oberflächennahe Aquifere“) in 21 Klassen berücksichtigt werden. Tiefe Messstellen wurden ausgeschlossen. Abbildung 2.4-3 zeigt die Hauptbelastungsgebiete. Angegeben sind die Konzentrationen der Rasterelemente (300 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 2011 im gesamten Landesmessnetz mit der Anzahl der im jeweiligen Jahr beprobten Messstellen. Die Kennwerte des Jahres 2011 liegen – mit Ausnahme der Überschreitungen des Warnwerts aus den o.g. Gründen – unter bzw. auf ähnlichem Niveau wie in den Trockenjahren 2003/2004, dies sind die Jahre mit den bisher geringsten Werten. Inwieweit dies auf die Trockenheit 2011 zurückzuführen ist, wird sich erst in den nächsten Jahren zeigen.

Die Überschreitungshäufigkeit des Wertes von 50 mg/l im gesamten Landesmessnetz ist gegenüber dem Vorjahr um 0,4 Prozentpunkte von 10,8 % auf 10,4 % gesunken. Im Teilmessnetz „Landwirtschaft“ (EL), dem mit 619 untersuchten Messstellen größten Teilmessnetz, ergibt sich ein von 2010 auf 2011 etwas abnehmender Anteil der Schwellenwertüberschreitungen von 22,1 % im Jahr 2010 auf 21,4 % im Jahr 2011.

#### Konsistente Messstellen 2003 bis 2011

Ab Herbst 2007 wurden aus verschiedenen Gründen etwa 200 Messstellen weniger als in den Jahren davor beprobt. Zur Erreichung einer einheitlichen Beurteilungsgrundlage wurden daher die konsistenten Messstellen (siehe Kap. 2.4.1.4) - vom Trockenjahr 2003 bis 2011 - ermittelt und hierfür die statistischen Kennwerte der Vorjahre neu berechnet. Für den Zeitraum 2003 bis 2011 ergeben sich 1.487 konsistente Messstellen (Tabelle 2.4-3).

Bei den wichtigsten summarischen Kennwerten sind im gesamten Landesmessnetz 2011 im Vergleich zu 2010 und zu den Vorjahren Veränderungen festzustellen. So hat sich im Mittel die Nitratbelastung des Grundwassers von durch-

Tabelle 2.4-2: Statistische Kennzahlen der Nitratdaten vom Herbst 2011 im Vergleich zu den Vorjahren (Originalwerte aus den Jahresberichten, jeweilige Messstellenanzahl pro Jahr, nicht konsistente Messstellen, Nitratwert aus September/Oktober)

Landesmessnetz	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Anzahl der Messstellen	2.047	2.076	2.081	2.032	1.843	1.874	1.905	1.848	1.776
Mittelwert in mg/l	23,9	23,4	24,3	24,7	25,1	24,0	23,5	23,9	23,2
Medianwert in mg/l	18,0	18,2	19,5	19,6	19,7	19,0	18,6	19,0	18,4
Überschreitungen des Warnwertes (40 mg/l) in % der Messstellen (bis 2010: 40 mg/l, ab 2011: 37,5 mg/l)	18,6	17,2	17,3	18,4	18,9	18,0	16,9	18,5	19,9*
Überschreitungen des Schwellenwertes der Grundwasserverordnung bzw. des Grenzwertes der TrinkwV (50 mg/l) in % der Messstellen	11,0	10,3	10,9	11,3	12,2	11,5	10,6	10,8	10,4

\* Bei einem Warnwert von 40 mg/l wäre die Überschreitungsquote 17,6 %.

LUBW

Tabelle 2.4-3: Statistische Kennzahlen der Nitratdaten vom Herbst 2011 im Vergleich zu den Vorjahren (1.487 konsistente Messstellen mit einem jährlichen Wert im September/Oktober)

Landesmessnetz	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Anzahl der Messstellen	1.487	1.487	1.487	1.487	1.487	1.487	1.487	1.487	1.487
Mittelwert in mg/l	23,9	23,3	24,0	24,1	24,4	23,6	23,1	23,1	22,6
Medianwert in mg/l	18,1	18,1	19,0	19,3	19,2	18,7	18,4	18,2	18,0
Überschreitungen des Warnwertes (37,5 mg/l) in % der Messstellen	20,7	18,5	19,4	20,7	20,2	19,8	19,2	19,3	18,4
Überschreitungen des Schwellenwertes der Grundwasserverordnung bzw. des Grenzwertes der TrinkwV (50 mg/l) in % der Messstellen	10,8	10,2	10,7	10,5	11,2	11,0	9,8	9,6	9,3

LUBW

schnittlich 23,1 mg/l im Jahr 2010 um 0,5 mg/l auf 22,6 mg/l im Jahr 2011 vermindert. Im Jahr 2007 lag die mittlere Konzentration noch bei 24,4 mg/l. Der Medianwert wie auch die Überschreitungsquote des Werts von 50 mg/l sind um 0,2 mg/l bzw. um 0,3 Prozentpunkte gesunken. 2011 zeigen alle statistischen Kennwerte das niedrigste Belastungsniveau dieser Datenreihe, sogar beim geänderten niedrigeren Warnwert.

#### Konsistente Messstellen 2010 bis 2011

An 1.688 Messstellen des Landesmessnetzes liegen Nitrat-Messwerte sowohl für Herbst 2010 als auch für Herbst 2011 vor. Der direkte Vergleich der einzelnen Messstellen zeigt, dass 663 Messstellen mit Zunahmen des Nitratwertes 879 Messstellen mit Abnahmen gegenüberstehen. Damit überwiegen die Abnahmen mit 52 % erheblich gegenüber nur 39 % Zunahmen. Bei den restlichen 146 Messstellen sind die Nitratwerte im Vergleich zum Vorjahr unverändert.

Teilt man die 1.688 Messwerte aus dem Jahr 2011 in sieben Konzentrationsklassen ein und bildet für jede Klasse den Mittelwert der sich aus den Veränderungen von 2011 im Vergleich zu 2010 ergebenden Differenzen, so erhält man die in Abbildung 2.4-4 dargestellte Grafik. Nachdem von 2004 auf 2005-2007 die Belastung in vielen Belastungsklassen aufgrund der Nachwirkungen des Trockenjahres 2003 gestiegen war, und 2008 und 2009 in allen Belastungsklassen durchweg nur Abnahmen zu beobachten waren, nehmen 2010 und 2011 die Belastungen wieder teilweise zu und zwar nahezu ausschließlich in den oberen Klassen. Die Auswertung ergibt für die zwei oberen Klassen mit

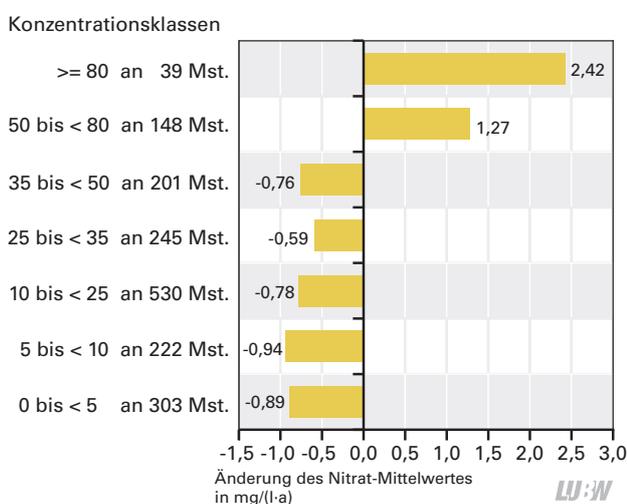


Abbildung 2.4-4: Mittlere Änderung des Nitratmittelwertes 2011 gegenüber 2010 in verschiedenen Konzentrationsklassen

Nitratkonzentrationen über 50 und über 80 mg/l mit insgesamt 187 belasteten Messstellen eine mittlere Zunahme des Nitratgehaltes um 1,27 bzw. 2,42 mg/l. In den fünf anderen Klassen ist das Bild in 2011 einheitlich abnehmend. Hier nehmen die Belastungen um 0,59 mg/l bis 0,89 mg/l in der Klasse von 35 bis < 50 mg/l ab, welche 2010 eine ansteigende Tendenz zeigte. Diese kurzfristigen Veränderungen der Nitratgehalte dürfen jedoch nicht überbewertet werden, da sie von den Landnutzungs- und Witterungsbedingungen in den jeweiligen Jahren beeinflusst sind.

Die regionale Verteilung der Messstellen mit zu- bzw. abnehmenden Nitratgehalten zwischen 2010 und 2011 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 gesamten nord-östlichen Landesgebiet. Gebiete mit Häufung starker Zunahmen sind das Gebiet um Heidelberg-Mannheim und südlich davon bis Hockenheim, das Gebiet im und am Kaiserstuhl und südlich davon im Markgräfler Land.

An einigen Stellen findet sich auch ein relativ dichtes Nebeneinander von Zu- und Abnahmen (z. B. im Gebiet um Heidelberg-Mannheim sowie südlich davon bis Hockenheim), was - im Vergleich zu großräumigen Einflussgrößen wie geologische Einheiten oder klimatischen Faktoren - durch lokale Einflüsse hervorgerufen wird.

#### 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 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 nebeneinander liegenden und ähnlich belasteten Messstellen aus dem Messnetz werden die „kon-

sistenten“ Datenkollektive mit zunehmendem Betrachtungszeitraum immer kleiner. Für den Zeitraum 1994 bis 2011 liegen für insgesamt 1.335 Messstellen konsistente Nitratdatenreihen vor. Das entspricht 75 % aller im Herbst 2011 auf Nitrat untersuchten Messstellen.

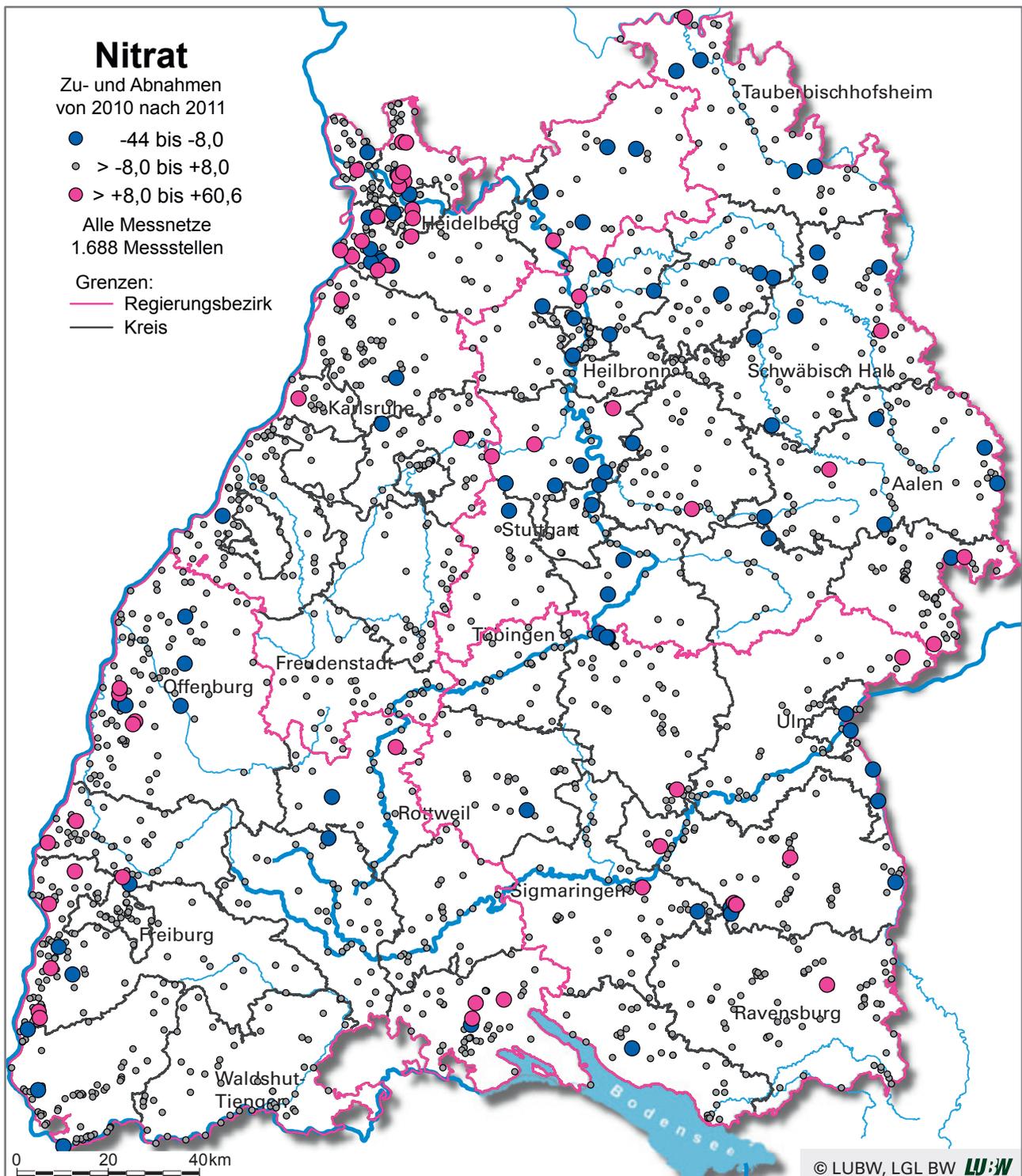


Abbildung 2.4-5: Räumliche Verteilung der kurzfristigen Änderungen der Nitratgehalte 2010-2011

In Abbildung 2.4-6 sind die Zeitreihen für das gesamte Landesmessnetz (ALLE) und für das Basismessnetz (BMN) dargestellt. Im Gegensatz zum Messnetz ALLE gibt das BMN als Teilmessnetz den Zustand des durch anthropogene Einflüsse möglichst wenig beeinflussten Grundwassers wieder.

Die unterschiedlichen Belastungsniveaus werden auch durch die Hintergrundfarben veranschaulicht. Hellblau ist die Konzentrationsklasse dargestellt, die vor allem durch die geogene Hintergrundbeschaffenheit bzw. geringfügige anthropogene Beeinflussungen gekennzeichnet ist. Der grüne bzw. der gelbe Bereich entsprechen Nitratkonzentrationen mit geringen bzw. starken Belastungen. Die Grenze zwischen dem grünen und gelben Bereich ist der neue Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms von 37,5 mg/l.

Betrachtet man in Abbildung 2.4-6 die Zeitreihe ALLE mit 1.335 konsistenten Messstellen, so lässt sich feststellen, dass der Mittelwert des Jahres 2011 um 0,5 mg/l niedriger als in den beiden Vorjahren ist. Er ist auch der niedrigste in der gesamten Datenreihe. Die von 2004 auf 2007 - aufgrund des Trockenjahres 2003 - erfolgte beachtliche Niveauerhöhung um 1,1 mg/l hat sich bis 2011 mit der Reduzierung um 1,8 mg/l mehr als ausgeglichen.

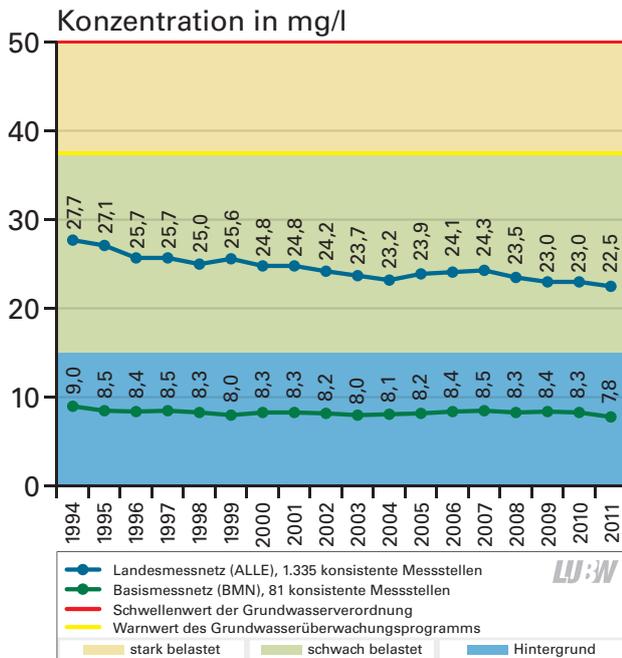


Abbildung 2.4-6: Entwicklung der Nitratmittelwerte von 1994 bis 2011 bei konsistenten Messstellengruppen des Landes- und des Basismessnetzes im Beprobungszeitraum jeweils zwischen Anfang September und Ende Oktober

Auch im Basismessnetz ist das Niveau das niedrigste seit Beginn der Datenreihe 1994. Der mittlere Nitratgehalt der 81 landesweit verteilten Messstellen ist mit 7,8 mg/l im Jahr 2011 gegenüber dem Vorjahr um 0,5 mg/l gesunken. Diese erhebliche Konzentrationsabnahme im Basismessnetz deutet eher auf die Trockenheit als Ursache hin, da die meisten Basismessstellen waldbedeckte Einzugsgebiete haben und somit dort nicht mit einem Einfluss der Düngung zu rechnen ist.

In Abbildung 2.4-7 sind die entsprechenden Zeitreihen der konsistenten Messstellengruppen für die Teilmessnetze Landwirtschaft (EL), Industrie (EI) und Rohwasser (RW) dargestellt. Demnach waren - als Folge des Trockenjahres 2003 - von 2004 bis 2007 die mittleren Nitratgehalte in allen drei Teilmessnetzen um jeweils 1,1 – 1,8 mg/l gestiegen. Danach sind von 2008 bis 2011 - mit Stagnation in 2009 und 2010 - die mittleren Nitratkonzentrationen auf die jeweiligen Zeitreihenminima 2011 zurückgegangen.

Im Teilmessnetz Landwirtschaft (EL) ist die mittlere Nitratkonzentration von 2010 auf 2011 um 0,8 mg/l gesunken. 2011 liegt der Nitrat-Mittelwert der 471 konsistenten Messstellen bei 30,5 mg/l. Die Belastung 2011 ist ebenfalls die geringste in der ganzen Datenreihe.

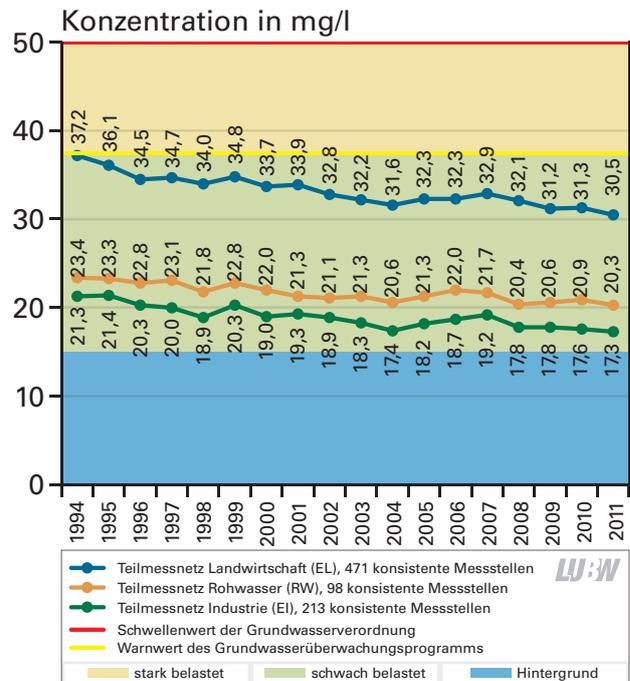


Abbildung 2.4-7: Entwicklung der Nitratmittelwerte von 1994 bis 2011 bei konsistenten Messstellengruppen der Teilmessnetze Landwirtschaft, Rohwasser und Industrie im Beprobungszeitraum jeweils zwischen Anfang September und Ende Oktober

Im Rohwassermessnetz (RW) ist der mittlere Nitratgehalt der 98 konsistenten Messstellen gegenüber 2010 um 0,6 mg/l gesunken und liegt jetzt bei 20,3 mg/l, d.h. unter dem Niveau von 2004 mit 20,6 mg/l. Auch bei den Emittentennetzstellen Industrie (EI) ist im Vergleich zu 2011 der mittlere Nitratgehalt um 0,3 mg/l auf 17,3 mg/l gesunken und liegt ebenfalls knapp unter dem Niveau von 2004 von 17,4 mg/l. Auch bei allen anderen - hier nicht dargestellten - Teilmessnetzen kommt von 2010 auf 2011 zu Belastungsabnahmen.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass sich der aufgrund des Hitzesommers 2003 in den Jahren 2005 bis 2007 unterbrochene Trend sinkender Nitratbelastungen seit 1994 auch 2011 fortgesetzt hat, so dass 2011 in allen drei o.g. Teilmessnetzen die bisherigen Belastungsminima seit Beginn der Untersuchungen erreicht wurden. In allen Teilmessnetzen mit konsistenten Datenreihen bis zum Jahr 2011 liegen die Mittelwerte der Nitratkonzentrationen weiterhin deutlich unter den entsprechenden mittleren Gehalten aus dem Jahr 1994. Außer im Quellmessnetz ist die Belastung 2011 in allen Teilmessnetzen sogar die niedrigste seit 1994.

Im gesamten Landesmessnetz hat die mittlere Nitratkonzentration von 1994 bis 2011 um 5,2 mg/l (18,7 %) abgenommen. Im Landwirtschaftsmessnetz ist sie um 6,7 mg/l gesunken, was einer Abnahme um 18 % entspricht.

#### **2.4.2 Nitrat in Wasserschutzgebieten (SchALVO-Auswertungen)**

Im Abschnitt 2.4.2 wird über die Nitratsituation in den nach SchALVO in drei Nitratklassen eingestufteten Wasserschutzgebieten berichtet. In diesen Teil fließen - neben den Landesmessnetzdaten der LUBW - auch die Nitratdaten der Messstellen in Wasserschutzgebieten (WSG) aus der Kooperation mit den Wasserversorgungsunternehmen (WVU) ein.

Im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung aus dem Jahre 2003 zwischen dem Land und den baden-württembergischen WVU erhält die LUBW die im Auftrag der WVU untersuchten Nitrat- und Pflanzenschutzmittel-Daten über die „Grundwasserdatenbank Wasserversorgung“. Die Landratsämter verwenden die Daten zur Einstufung von Wasserschutzgebieten in Pflanzenschutzmittelsanierungsge-

biets und in die drei Nitratklassen gemäß SchALVO: Normal-, Problem- und Sanierungsgebiet.

Der LUBW wurden durch die WVU bis zum Stichtag 21.03.2012 insgesamt 3.543 Nitratwerte von 1.566 Messstellen in Wasserschutzgebieten übermittelt, davon befinden sich 242 Messstellen auch im Landesmessnetz (Überschneidungsmessstellen). Somit wird die Gesamtdatenbasis des Landesmessnetzes zu Nitrat durch den Kooperationsbeitrag durch zusätzlich 1.324 Messstellen ergänzt. Dies sind etwa 300 Messstellen weniger als 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 zuletzt in den Jahren 2007 und 2010 der Fall war.

In Baden-Württemberg teilen die unteren Verwaltungsbehörden gemäß der im Februar 2001 novellierten Schutzgebiets- 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. Seitdem wird jeweils zum 1. Januar eines Jahres die Einstufung der WSG durch die Unteren Wasserbehörden fortgeschrieben. Beurteilungskriterien sind das mittlere Nitratkonzentrationsniveau im jeweiligen Jahr und das Trendverhalten. Durch Aufhebung, Zusammenlegung und Erweiterung von Wasserschutzgebieten ändern sich die Gesamtanzahlen von Jahr zu Jahr (Tabelle 2.4-4). Seit 2012 wird die Deklaratorische Liste jährlich auf der Internetseite der LUBW veröffentlicht.

Landesweit hat die Wasserschutzgebietsgesamtläche von 2001 bis Januar 2012 um etwa 125.000 ha zugenommen (Tabelle 2.4-5). Zum Stichtag 31.01.2012 sind mehr als drei Viertel der WSG-Flächen als Normalgebiet eingestuft, 18,1 % als Problemgebiet und 3 % als Sanierungsgebiet. In der Ta-

Tabelle 2.4-4: Anzahl und Verteilung der Wasserschutzgebiete nach der SchALVO - Ersteinstufung 2001 und in den Folgejahren bis 2012

Jahr	2001	2002	2004	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Normalgebiete *	2.156	2.091	2.051	2.049	2.027	2.018	1.981	1.983	1.971	1.990
Problemgebiete *	319	344	323	297	295	292	303	294	291	282
Sanierungsgebiete *	182	177	155	140	111	112	106	105	98	93
<b>Gesamt **</b>	<b>2.657</b>	<b>2.612</b>	<b>2.529</b>	<b>2.498</b>	<b>2.433</b>	<b>2.422</b>	<b>2.362</b>	<b>2.356</b>	<b>2.338</b>	<b>2.341</b>
PSM-Sanierungsgebiete	0	0	2	4	4	5	5	4	5	2

\* = einschließlich Teileinzugsgebiete      \*\* = ohne Teileinzugsgebiete

LU:W

Tabelle 2.4-5: Gesamtfläche der baden-württembergischen Wasserschutzgebiete zwischen 2001 und 2012 und Flächenanteile der Nitrat-Normal-, -Problem- und -Sanierungsgebiete sowie der PSM-Sanierungsgebiete nach SchALVO

	Stichtag 15.02.01		Stichtag 31.01.04		Stichtag 31.01.07		Stichtag 31.01.12	
	Fläche [ha]	Anteil [%]						
Normalgebiete *	601.080	73,3	633.494	73,6	712.291	78,0	743.981	78,6
Problemgebiete *	163.555	19,9	170.419	19,8	164.976	18,1	171.669	18,1
Sanierungsgebiete *	55.505	6,8	57.304	6,7	36.256	4,0	30.814	3,3
<b>Gesamtfläche *</b>	<b>820.140</b>	<b>100,0</b>	<b>861.217</b>	<b>100,0</b>	<b>913.523</b>	<b>100,0</b>	<b>946.464</b>	<b>100,0</b>
PSM-Sanierungsgebiete	0	0	856	0,1	1.702	0,2	1.130	0,1

\* = einschließlich Teileinzugsgebiete

LU:W

belle sind auch die PSM-Sanierungsgebiete aufgenommen. Die Lage der Wasserschutzgebiete zeigt Abbildung 2.4-9.

#### 2.4.2.1 Nitratklassengebiete: Kurzfristige Veränderungen (Vergleich zum Vorjahr und zu den neun Vorjahren)

Gegenüber dem Vorjahr ist 2011 in Sanierungsgebieten eine

leichte Zunahme um 0,4 mg/l und in den Problemgebieten eine starke Abnahme um 0,8 mg/l festzustellen. Auch in Normalgebieten nimmt der mittlere Nitratgehalt ab und zwar um 0,3 mg/l. Inwieweit dies auch auf die Trockenheit in 2011 mit mangelnder Grundwasserneubildung und nicht stattgefundener Nitratauswaschung zurückzuführen ist, wird sich in den nächsten Jahren zeigen.

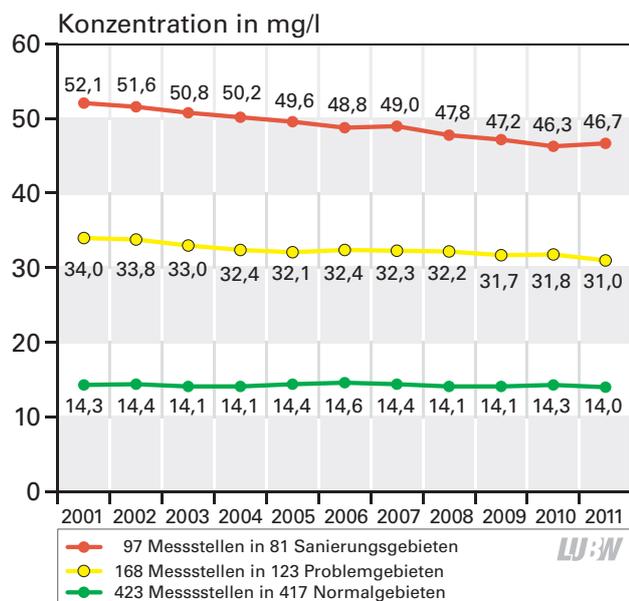


Abbildung 2.4-8: Entwicklung der jährlichen Mittelwerte für Nitrat von 2001 bis 2011 für konsistente Messstellen und konsistente Wasserschutzgebiete nach SchALVO-Einstufung über alle zur Verfügung stehenden Nitratwerte (SchALVO-Einstufungsbasis: 2001), Abkürzungen siehe Text; Datenquelle: alle Landesmessstellen und alle für die WSG-Einstufung maßgeblichen Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen

Die Auswertung über die konsistenten Messstellen in den verschiedenen Nitratklassen auf Grundlage der SchALVO-Ersteinstufung 2001 zeigt für die Problem- und Sanierungsgebiete für 2011 gegenüber 2001 signifikante Abnahmen von 9 - 10 %. In den Normalgebieten bleibt die Situation seit 2001 weitgehend konstant (Abbildung 2.4-8). Im Vergleich zum Jahr 2001 ändert sich in Normalgebieten die Konzentration von 14,3 mg/l auf 14,0 mg/l nur wenig, in den Problemgebieten beobachtet man eine Abnahme um 3,0 mg/l (- 8,8 %), in den Sanierungsgebieten um 5,4 mg/l (- 10,4 %).

Der Rückgang der Belastung zeigt sich auch bei Betrachtung identischer Flächen der Wasserschutzgebietseinstufungen, die sowohl 2001 als auch 2012 als Wasserschutzgebiete ausgewiesen waren (konsistente WSG-Flächen). So ging durch Herabstufungen die Fläche der Sanierungsgebiete um 62 % zurück, die Fläche der Problemgebiete um etwa 3 % (Abbildung 2.4-10). Die Fläche der Normalgebiete nahm um 6 % zu.

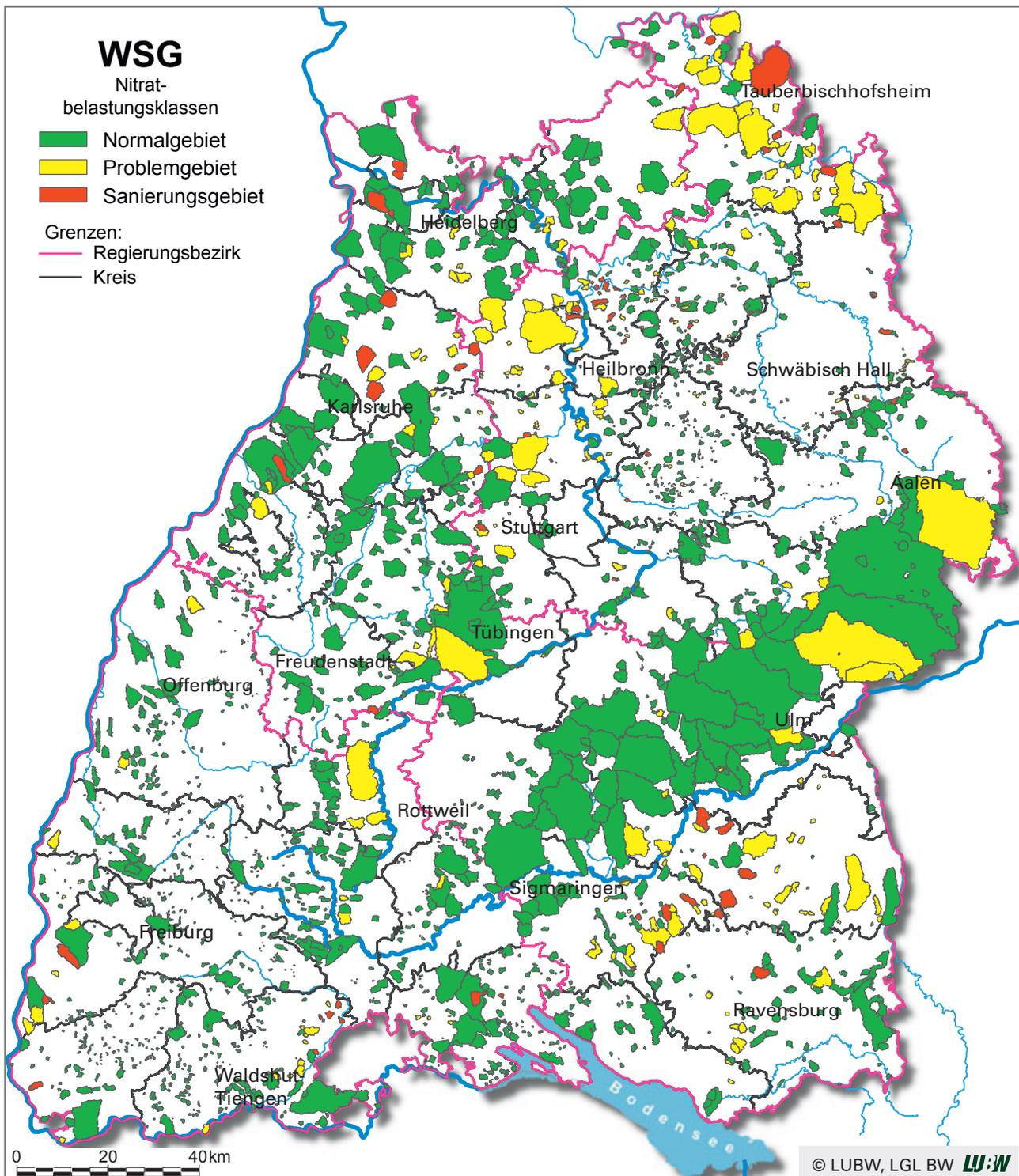
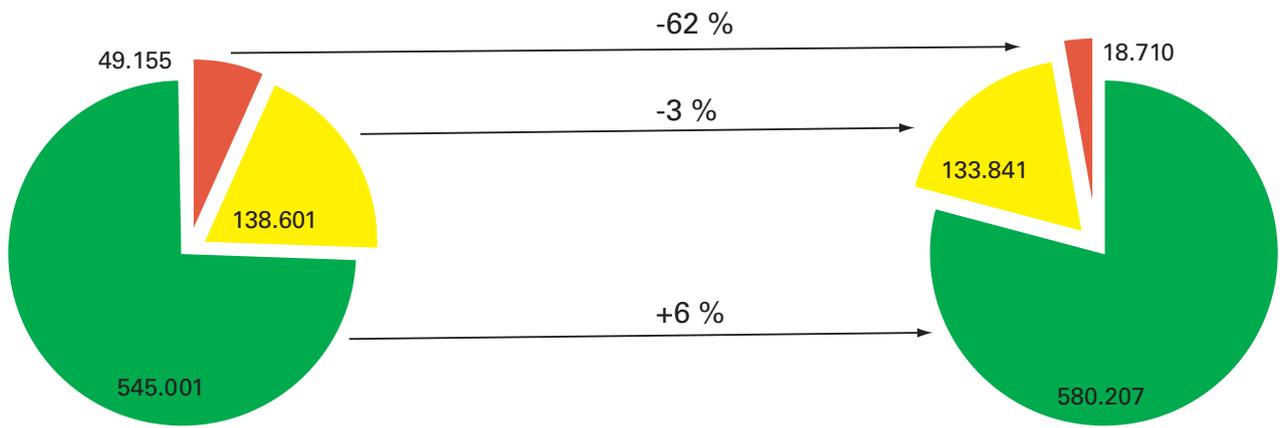


Abbildung 2.4-9: Lage der nach SchALVO in drei Nitratklassen eingeteilten Wasserschutzgebiete in Baden-Württemberg - einschließlich Teileinzugsgebiete (Stand: Januar 2012)

#### 2.4.2.2 Trendverhalten in Sanierungsgebieten

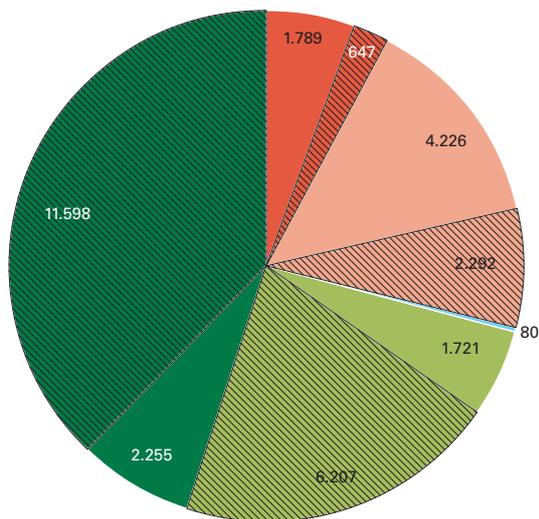
Von 2001 auf 2012 hat die Zahl der Sanierungsgebiete von 182 auf 93 abgenommen. Davon sind 55 WSG (59,1% nach Anzahl WSG und 46,3 % nach WSG-Fläche) bereits seit 2001 Sanierungsgebiet, weitere 16 WSG kamen in den Jahren 2002 bis 2007 hinzu, nochmal 22 von 2008 bis 2012. Für die nachfolgende Betrachtung wurde für jedes Sanierungsgebiet die Trendgerade der Nitratgehalte im Zeitraum 2001

bis 2006 ermittelt und je nach Steigung in fünf Trendklassen eingeteilt. In vielen Fällen schwanken die Messwerte stark, d.h. die Methode der linearen Regression kann nur eine erste Näherung sein. Lagen mehrere Messstellen in einem Sanierungsgebiet, wurde der vorherrschende Trend berücksichtigt.



2001	Flächen der Wasserschutzgebiete		2012
Gesamtfläche der Wasserschutzgebiete $\Sigma$ 732.757 ha			
■ Normalgebiete	■ Problemgebiete	■ Sanierungsgebiete	LU:W

Abbildung 2.4-10: Veränderung der Flächen von konsistenten Normal-, Problem- und Sanierungsgebieten an der gesamten Wasserschutzgebietsfläche von 2001 bis 2012, Einstufung gemäß SchALVO (Stand: 01/2012)



Sanierungsgebiete in ha mit Trends in mg/(l-a)				LU:W
stark fallend	■ unter - 1,0	■ seit 2001 Sanierungsgebiet		
schwach fallend	■ -0,05 bis -1,0			
unverändert	■ -0,05 bis +0,05			
schwach steigend	■ +0,05 bis +1,0			
stark steigend	■ über +1,0			

Abbildung 2.4-11: Flächenbezogene Verteilung der Nitrattrends in den Sanierungsgebieten im Zeitraum 2001 bis 2012; Datenquelle: Landesmessstellen und alle Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen in Sanierungsgebieten

Insgesamt sind auf rund 70 % der Sanierungsgebietsflächen rückläufige Nitratkonzentrationen zu beobachten, auf rund 30 % Zunahmen (Abbildung 2.4-11). Praktisch keine Veränderung gab es in einem WSG mit einer Fläche von 80 ha. Die meisten Sanierungsgebiete (67 % der Fläche) sind bereits seit 2001 als solche eingestuft. Von den 13 WSG mit stark steigenden Trends wurden 10 erst nach 2008 zum Sanierungsgebiet, diese machen 73 % der Fläche in dieser Gruppe aus. Bei den schwach steigenden Trends wurden 65 % der Fläche erst nach 2004 als

Sanierungsgebiet ausgewiesen. Im Falle schwach fallender Trends sind 78 % der Flächen bereits seit 2001 Sanierungsgebiet, bei den stark fallenden 83 %. Insgesamt zeigt es sich, dass die Maßnahmen zur Verminderung des Nitrats eintrags aufgrund der teilweise langen Aufenthaltszeiten im Grundwasser erst nach einigen Jahren wirksam werden. In Sanierungsgebieten, in denen nach wie vor ein steigender Trend zu beobachten ist, ist die Durchführung weiterer Maßnahmen zu prüfen.

Ein wirksames Instrument zur Verminderung der Nitrats einträge in Sanierungsgebieten ist der Abschluss von Verträgen mit verbindlichen Sanierungsplänen (Abbildung 2.4-12), wobei Sanierungspläne in der Regel nicht für das

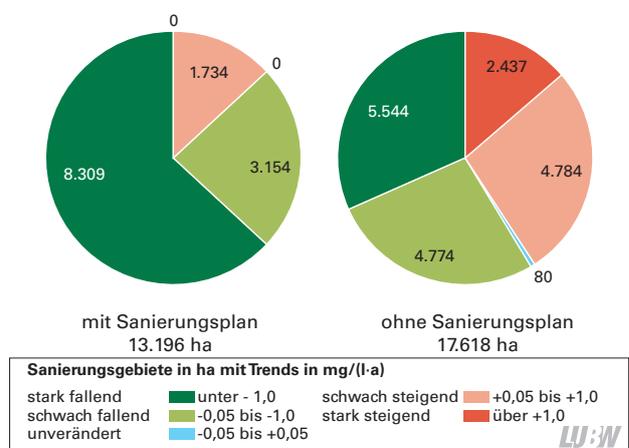


Abbildung 2.4-12: Flächenbezogene Verteilung der Nitrattrends in den Sanierungsgebieten im Zeitraum 2001 bis 2012 mit und ohne Sanierungspläne; Datenquelle: Landesmessstellen und alle Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen in Sanierungsgebieten

gesamte Sanierungsgebiet vereinbart sind. So beobachtet man in WSG mit Sanierungsplänen auf rund 87 % der Fläche Verbesserungen, ohne Sanierungspläne sind es 59 %.

Ein Beispiel für ein Sanierungsgebiet, in dem die Nitratbelastung einerseits durch Erweiterung der WSG-Fläche in Verbindung mit der konsequenten Umsetzung eines Sanierungsplans erfolgreich vermindert werden konnte, ist das WSG „Grünbachgruppe“ im Main-Tauber-Kreis. Dort wurden 2006 zwei bereits seit 2001 und davor existierende Sanierungsgebiete mit Flächen von 206 ha und 1.472 ha zusammengefasst und auf 6.471 ha erweitert (Abbildungen 2.4-13 und 2.4-14).

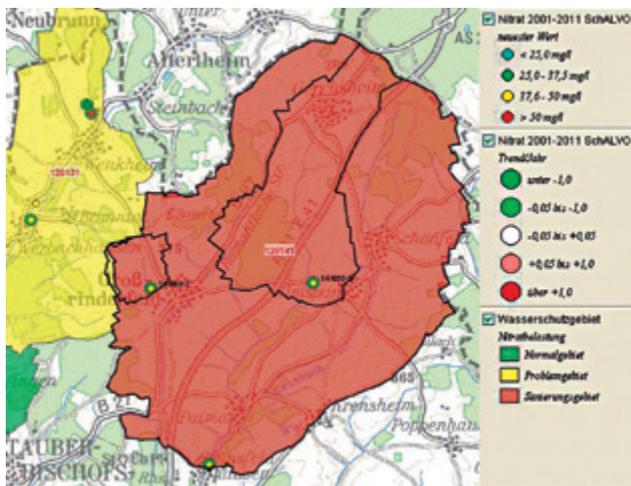


Abbildung 2.4-13: Lage von WSG-Sanierungsgebiet 128141 „Grünbachgruppe“

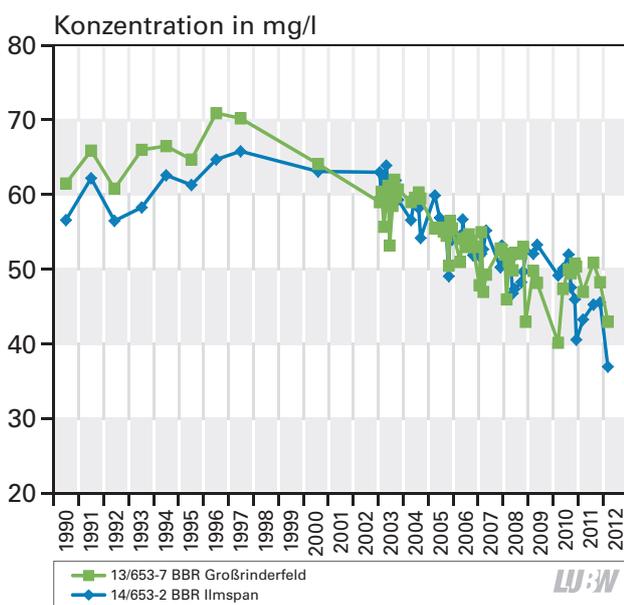


Abbildung 2.4-14: Zeitlicher Verlauf der Nitratkonzentration der für die Einstufung maßgeblichen Messstellen im WSG-Sanierungsgebiet 128141 „Grünbachgruppe“

## 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 regelte, wurde ab dem 14. Juni 2011 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 hat unmittelbare Gesetzeskraft in den Mitgliedsstaaten und muss somit nicht in nationales Recht umgesetzt werden.

Derzeit (Stand April 2012) sind in der Bundesrepublik Deutschland 261 Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe in 1.287 Handelsprodukten auf dem Markt. Im Jahr 2010 entfiel mit 53,1 % der mengenmäßig größte Anteil auf die Herbizide, gefolgt von den Fungiziden mit 33,2 % und den Insektiziden mit 3 % (Tabelle 2.5-1). Gegenüber 2009 stieg der Gesamtinlandsabsatz an Wirkstoffen um rund 4 %. Die meisten PSM werden überwiegend in der Landwirtschaft eingesetzt, während nur etwa 1 % der abgesetzten Wirkstoffmenge auf den Bereich Haus und Garten entfällt. Pflanzenschutzmittel dürfen gemäß Pflanzenschutzgesetz nur auf Freilandflächen angewendet werden, die landwirtschaftlich, gärtnerisch oder forstwirtschaftlich genutzt werden. Dennoch werden insbesondere Herbizide auf Nichtkulturland, wie auf und an Böschungen, gepflasterten oder nicht versiegelten Brach- und Betriebsflächen, Flugplätzen, Gleisanlagen, Straßen sowie auf Parkplätzen angewendet, um diese Flächen z. B. zur Wahrung der Verkehrs- und Betriebssicherheit oder aus optischen Gründen von Pflanzenbewuchs freizuhalten. Diese Anwendungen bedürfen nach Pflanzenschutzgesetz jeweils einer Ausnahmegenehmigung durch 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-

Tabelle 2.5-1: Inlandsabsatz an Wirkstoffen 2001-2010 in Tonnen; Quelle: „Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland 2009“ – Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, [www.bvl.bund.de](http://www.bvl.bund.de)

Wirkstoffklasse	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2010 Anteil in %
Herbizide	14.942	14.328	15.350	15.923	14.698	17.015	17.147	18.626	14.619	16.675	53,1
Fungizide	8.246	10.129	10.033	8.176	10.184	10.251	10.942	11.505	10.922	10.431	33,2
Insektizide	740	742	779	1.082	827	813	1.092	909	1.030	941	3,0
Sonstige	3.957	4.332	4.002	3.704	3.803	3.740	3.502	3.624	3.591	3.378	10,7
Summe	27.885	29.531	30.164	28.885	29.512	31.819	32.683	34.664	30.162	31.425	100,0

LUBW

organischen Pflanzenschutzmittelwirkstoffe gehören, sind in [LUBW 2009] mit beispielhaften Vertretern angeben.

### 2.5.2 Umweltrelevanz, Berichtspflichten, Fundaufklärung

In der EU-Grundwasserrichtlinie, in deren Umsetzung in nationales Recht durch die Grundwasserverordnung (GrwV) sowie in der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) sind einheitliche Höchstkonzentrationen für PSM-Wirkstoffe und deren relevante Metaboliten sowohl für die Einzelstoffe als auch deren Summe festgelegt (Tabelle 2.5-2). Darüber hinaus wird in der TrinkwV für die vier Organochlorverbindungen Aldrin, Dieldrin, Heptachlor und Heptachlorepoxid ein niedrigerer Grenzwert von je 0,03 µg/l genannt. Die genannten Höchstwerte sind nicht toxikologisch abgeleitet, sondern sind Vorsorgewerte aus Gründen des Gesundheitsschutzes, um anthropogene Stoffe vom Trinkwasser fernzuhalten. In der Grundwasserverordnung wird ferner 75 % des Schwellenwertes als Ausgangskonzentration für Maßnahmen zur Trendumkehr genannt. Dies entspräche 0,075 µg/l. Da PSM-Daten in der Grundwasserdatenbank in der Regel mit zwei Nachkommastellen abgespeichert werden, wird gerundet und ein Wert von 0,08 µg/l zugrunde gelegt. Dies wiederum entspricht dem Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms, der ebenfalls zur Bewertung herangezogen wird.

Die Ergebnisse der PSM-Untersuchungen aus den Landesmessnetzen (Grundwassermessnetz der LUBW, Kooperationsmessnetz der WVU sowie die Daten 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 anpassen 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 Analysenmethoden 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

Tabelle 2.5-2: PSM und deren Metaboliten in den verschiedenen Rechtsvorschriften

Rechtsvorschrift	Parameterbezeichnung	Begriff	Einzelwert insgesamt
EU-Grundwasserrichtlinie 2006/118/EG vom 12. Dezember 2006	Wirkstoffe in Pestiziden, einschließlich relevanter Stoffwechselprodukte, Abbau- und Reaktionsprodukte	Qualitätsnorm	0,1 µg/l 0,5 µg/l
Grundwasserverordnung vom 9. November 2010	Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln und Biozidprodukten einschließlich relevanter Stoffwechsel- Abbau- und Reaktionsprodukte	Schwellenwert	0,1 µg/l 0,5 µg/l
Neufassung der Trinkwasserverordnung vom 28. November 2011	Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte und die relevanten Metaboliten, Abbau- und Reaktionsprodukte Für Aldrin, Dieldrin, Heptachlor und Heptachlorepoxid gilt ein Grenzwert von 0,03 µg/l	Grenzwert	0,1 µg/l 0,5 µg/l

LUBW

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. 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 % [LUBW 2009].

Die am häufigsten angegebene Bestimmungsgrenze bei den 29 im Jahr 2009 im LUBW-Grundwassermessnetz untersuchten Wirkstoffen und Metaboliten war  $0,05 \mu\text{g/l}$ . Bei den bereits seit vielen Jahren in der Routineanalytik gemessenen Stoffen wurden auch Bestimmungsgrenzen von  $0,02$  oder auch  $0,01 \mu\text{g/l}$  erreicht.

Alle PSM-Befunde mit Überschreitungen des Schwellenwertes der Grundwasserverordnung 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 Fundaufklärung durch die Zulassungsinhaber über belastbare Daten zu verfügen.

#### 2.5.4 Bisher untersuchte Wirkstoffe

Tabelle 2.5-3 gibt einen Überblick über die Zahl der Messstellen, die seit 1996 im LUBW-Grundwassermessnetz auf die aufgelisteten 88 PSM-Wirkstoffe und Metaboliten untersucht wurden. Aus Kostengründen und aufgrund der sehr breiten Palette überwachungsrelevanter PSM-Parameter war 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 dargestellt) 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 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 Wasserschutzgebiets-Einstufungen 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.

#### 2.5.5 Untersuchungen auf PSM-Wirkstoffe sowie auf relevante und Nichtrelevante Metabolite 2011

Die letzte Komplettuntersuchung des von der LUBW betriebenen Grundwassermessnetzes fand über vier Jahre verteilt in den Jahren 2007 bis 2010 statt. Die entsprechenden Auswertungen insbesondere die zeitliche Entwicklung der PSM-Belastung sind im Ergebnisbericht 2010 [LUBW 2011] umfassend dargestellt. Die nächste Komplettuntersuchung ist für den Dreijahreszeitraum 2013 bis 2015 vorgesehen. Im Jahr 2011 wurden folgende PSM-Sonderuntersuchungen durchgeführt:

- Weiterverfolgen der Konzentrationen an etwa 100 „auffälligen“ Messstellen, d.h. dort lagen die Vorjahreswerte bei zugelassenen Wirkstoffen über der Bestimmungsgrenze ( $0,05 \mu\text{g/l}$ ), bei nicht mehr zugelassenen Wirkstoffen über dem Schwellenwert der GrwV ( $0,1 \mu\text{g/l}$ ) und bei den nrM über dem halben GOW. Es konnte festgestellt werden, dass sich die Vorjahresbelastung überwiegend bestätigte, in den meisten Fällen mit abnehmenden Konzentrationen.
- Untersuchung von Messstellen im Zuständigkeitsbereich der LUBW, die im Rahmen der SchALVO-Überwachung auf PSM und Nichtrelevante Metaboliten (nrM) zu untersuchen waren. Nach Abzug der nicht beprobaren Messstellen oder Messstellen mit unplausiblen Messwerten handelt es sich um 555 Messstellen. Diese Untersuchungsergebnisse werden im Folgenden näher betrachtet.

Tabelle 2.5-3 : Gesamtzahl der auf PSM untersuchten Messstellen im Grundwassermessnetz 1995-2011. 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 04/2011, Landesmessstellen und Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen.

Wirkstoff / Metabolit	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>2,4-Dichlorphenoxy-essigsäure (2,4-D)</b>	598				158		<b>2156</b>		<b>2741</b>	909	488	<b>790</b>	<b>729</b>	<b>891</b>	<b>2011</b>	190
<b>Alachlor</b>	157					314					<b>1636</b>					
Aldicarb						310										
<b>Aldrin</b>	135							<b>2223</b>	105							
Aminomethylphosphonsäure (AMPA)		152					195									
<b>Atrazin</b>	<b>2666</b>	770	1203	1180	<b>2702</b>	<b>2688</b>	1266	963	576	<b>3703</b>	708	<b>1040</b>	<b>1023</b>	<b>1055</b>	<b>1091</b>	<b>1967</b>
<b>Bentazon</b>	562				<b>2148</b>		<b>2134</b>		<b>2736</b>	950	499	<b>806</b>	<b>739</b>	<b>895</b>	<b>2022</b>	<b>911</b>
<b>Bifenox</b>												<b>554</b>	<b>583</b>	<b>566</b>	<b>721</b>	
<b>Bromacil</b>	<b>2374</b>	328	917	843	<b>2387</b>	<b>2370</b>	938	801	412	<b>3647</b>	636	<b>973</b>	<b>954</b>	<b>1023</b>	<b>1065</b>	<b>1945</b>
Carbofuran	306	148	126	144	130											
<b>Chloridazon</b>					159						<b>1622</b>		<b>298</b>	<b>1767</b>	<b>641</b>	<b>255</b>
<b>Chlorpyrifos</b>		348					<b>2133</b>									
<b>Chlorthalonil</b>													<b>238</b>	<b>233</b>		
<b>Chlortoluron</b>	103	272			<b>2216</b>		<b>2193</b>		107	246	<b>3190</b>	<b>269</b>	<b>722</b>	<b>684</b>	<b>776</b>	
<b>Cyanazin</b>	536	212	250	292	480	675	260			206	<b>1740</b>	105		100		161
<b>Desethylatrazin</b>	<b>2668</b>	778	1202	1181	<b>2700</b>	<b>2680</b>	1269	962	577	<b>3698</b>	707	<b>1040</b>	<b>1025</b>	<b>1059</b>	<b>1091</b>	<b>1969</b>
<b>Desethylterbuthylazin</b>	<b>2522</b>	563	1094	1071	<b>2637</b>	<b>2609</b>	1193	925	542	<b>3689</b>	699	<b>1032</b>	<b>1019</b>	<b>1050</b>	<b>1088</b>	<b>1971</b>
<b>Desisopropylatrazin</b>	<b>2552</b>	545	1121	1078	<b>2631</b>	<b>2609</b>	1197	931	544	<b>3691</b>	693	<b>1024</b>	<b>1018</b>	<b>1049</b>	<b>1086</b>	<b>1971</b>
Desmetryn	197	116	133	126	138											
<b>Diazinon</b>	173	<b>2235</b>	229	112		106	<b>2219</b>									
<b>Dicamba</b>							<b>2131</b>		<b>2716</b>	909	481	<b>783</b>	<b>730</b>	<b>867</b>	<b>1996</b>	172
<b>Dichlobenil</b>	273	<b>2207</b>	243	133	284	306	204		169	219	170		101	112		132
<b>Dichlordiphenyldichlo- ethen (p,p') / p,p'-DDE</b>	114							<b>2181</b>								
<b>Dichlordiphenyltrichlor- ethan (o,p') / o,p'-DDT</b>	114							<b>2176</b>								
<b>Dichlordiphenyltrichlor- ethan (p,p') / p,p'-DDT</b>	114							<b>2181</b>								
<b>Dichlorprop (2,4-DP)</b>	<b>595</b>				158		2161		2743	907	493	790	<b>725</b>	<b>887</b>	<b>1975</b>	184
<b>Dieldrin</b>								<b>2220</b>								
<b>Diflufenican</b>											<b>1612</b>					
<b>Dimethachlor</b>													<b>238</b>	<b>233</b>		
<b>Dimethenamid</b>											<b>1615</b>		<b>238</b>	<b>233</b>		
<b>Dimethoat</b>	146	<b>2208</b>	202		110	106	<b>2219</b>									
<b>Dimoxystrobin</b>													<b>238</b>	<b>233</b>		
<b>Disulfoton</b>		308					<b>2133</b>									
<b>Diuron</b>	112	613			<b>2219</b>		<b>2195</b>		108	245	<b>3202</b>	269	<b>722</b>	<b>687</b>	<b>778</b>	<b>765</b>
<b>Endosulfan, α-</b>	112							<b>2187</b>								
<b>Endosulfan, β-</b>	112							<b>2187</b>								
<b>Endrin</b>								<b>2181</b>								
<b>Epoxiconazol</b>											<b>1615</b>					
<b>Ethofumesat</b>											<b>1615</b>					
<b>Fenitrothion</b>	114	<b>2180</b>	167				<b>2185</b>									
<b>Flufenacet</b>											<b>1615</b>		<b>238</b>	<b>233</b>		
Flufenoxuron		307				311										
<b>Flurtamone</b>													<b>238</b>	<b>233</b>		
<b>Flusilazol</b>													<b>575</b>	<b>560</b>	<b>724</b>	<b>769</b>

LUBW

Tabelle 2.5-3 : Fortsetzung

Wirkstoff / Metabolit	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Glyphosat		304					195									
<b>Heptachlor</b>								<b>2223</b>								
<b>Heptachlorepoxyd, cis-</b>								<b>2182</b>								
<b>Heptachlorepoxyd, trans-</b>								<b>2180</b>								
<b>Hexachlorbenzol</b>	112							<b>2181</b>								
<b>Hexachlorcyclohexan, α-</b>	114					313		<b>2182</b>								
<b>Hexachlorcyclohexan, β-</b>	114					312		<b>2185</b>								
<b>Hexachlorcyclohexan, δ-</b>						313		<b>2184</b>								
<b>Hexachlorcyclohexan, γ- (Lindan)</b>	174					316		<b>2186</b>								
<b>Hexazinon</b>	<b>2387</b>	364	949	876	<b>2421</b>	<b>2397</b>	981	779	427	<b>3649</b>	660	<b>1008</b>	<b>964</b>	<b>1036</b>	<b>1074</b>	<b>1958</b>
<b>Isodrin</b>								<b>2180</b>								
<b>Isoproturon</b>	127	<b>2210</b>	142		<b>2239</b>		<b>2198</b>		110	247	<b>3199</b>	268	<b>722</b>	<b>691</b>	<b>775</b>	<b>766</b>
<b>Linuron</b>		142			120		<b>2164</b>			235	<b>3181</b>	264	<b>714</b>	<b>678</b>	<b>763</b>	
<b>Malathion</b>		<b>2188</b>	169				<b>2190</b>									
<b>MCPA</b>	190				157		<b>2159</b>		<b>2747</b>	937	495	<b>796</b>	<b>732</b>	<b>893</b>	<b>2018</b>	<b>903</b>
<b>Mecoprop (MCP)</b>	<b>595</b>				164		<b>2165</b>		<b>2749</b>	934	495	<b>792</b>	<b>728</b>	<b>890</b>	<b>2017</b>	<b>901</b>
<b>Metalaxyl</b>	<b>2288</b>	275	893	774	<b>2340</b>	<b>2312</b>	885	731	336	<b>3627</b>	580	<b>935</b>	<b>1070</b>	<b>1199</b>	<b>1068</b>	<b>1951</b>
<b>Metamitron</b>	100				152						<b>1616</b>					
<b>Metazachlor</b>	<b>2603</b>	600	1162	1134	<b>2670</b>	<b>2636</b>	1229	938	558	<b>3693</b>	699	<b>1095</b>	<b>1178</b>	<b>1244</b>	<b>1085</b>	<b>1883</b>
<b>Methabenzthiazuron</b>		244			166		<b>2164</b>			238	<b>3176</b>	266	<b>716</b>	<b>680</b>	<b>766</b>	
<b>Metolachlor</b>	<b>2602</b>	618	1161	1133	<b>2646</b>	<b>2620</b>	1203	938	559	<b>3696</b>	690	<b>1080</b>	<b>1180</b>	<b>1246</b>	<b>1084</b>	<b>1965</b>
<b>Metribuzin</b>	280	113	146	122	197	192					<b>1636</b>					
<b>Parathion-ethyl (E 605)</b>	352	<b>2220</b>	273	142	222	184	<b>2226</b>									
Parathion-methyl	306	147	163	143	126											
<b>Penconazol</b>											<b>1615</b>					
<b>Pendimethalin</b>	310	<b>2246</b>	246	181	293	275	<b>2204</b>					<b>592</b>	<b>630</b>	<b>639</b>	<b>756</b>	
<b>Pentachlornitrobenzol (Quintocen)</b>								<b>2181</b>								
<b>Pethoxamid</b>													<b>238</b>	<b>233</b>		
<b>Propazin</b>	<b>2498</b>	543	1068	1020	<b>2585</b>	<b>2557</b>	1151	905	524	<b>3685</b>	689	<b>1024</b>	<b>1013</b>	<b>1044</b>	<b>1085</b>	<b>1971</b>
<b>Propiconazol</b>											<b>1615</b>					
<b>Quinmerac</b>													<b>238</b>	<b>233</b>		
<b>Sebutylazin</b>	259	<b>2242</b>	266	205	262	250	<b>2285</b>	119	131	190	185		111	159		142
<b>Simazin</b>	<b>2622</b>	677	1163	1154	<b>2687</b>	<b>2659</b>	1245	938	558	<b>3692</b>	702	<b>1033</b>	<b>1020</b>	<b>1050</b>	<b>1089</b>	<b>1971</b>
Terbazil	291		109	141	236	226	114			136						
<b>Terbutylazin</b>	<b>2622</b>	698	1160	1154	<b>2687</b>	<b>2662</b>	1243	941	564	<b>3696</b>	702	<b>1033</b>	<b>1013</b>	<b>1045</b>	<b>1085</b>	<b>1965</b>
<b>Tetrachlordiphenylethan (p,p') / p,p'-TDE</b>	114							<b>2181</b>								
<b>Thiacloprid</b>													<b>238</b>	<b>233</b>		
<b>Tolyfluanid</b>													<b>253</b>	<b>238</b>		
<b>Topramezone</b>													<b>238</b>	<b>233</b>		
<b>Triallat</b>	497	205	187	252	360	302	184		117	186	<b>1698</b>					
<b>Trifloxystrobin</b>													<b>238</b>	<b>233</b>		
<b>Trifluralin</b>	128	<b>2172</b>	174		144	129	<b>2176</b>									
<b>Tritosulfuron</b>													<b>238</b>	<b>233</b>		
Vinclozolin	214		122		123	123										

LUBW

Bei der Auswahl der zu untersuchenden PSM-Wirkstoffe und deren relevanter Metaboliten erfolgte eine Anpassung des Messumfangs, da zahlreiche Substanzen schon seit Jahren nicht mehr gefunden werden. Die Zahl der Wirkstoffe wurde von 23 auf 15 reduziert, die Zahl der relevanten Metaboliten blieb mit drei konstant (Tabelle

2.5-4). Der Metabolit 2,6-Dichlorbenzamid wird seit einigen Jahren als „nichtrelevant“ eingestuft und daher im dortigen Abschnitt behandelt.

Die Messungen umfassten neben den persistenten Triazininen wie Atrazin, Simazin und deren Metaboliten zahl-

Tabelle 2.5-4: Übersicht über die im Jahr 2011 bei der Herbstbeprobung untersuchten 15 Wirkstoffe und 3 relevanten Metaboliten

Wirkstoff/Metabolit	Zulassung*	Inlandsabsatz in t 2010**	hauptsächlichliches Einsatzgebiet
Atrazin	1971-1990 Verbot seit 1991, in BW in WSG seit 1988	-	Herbizid in Mais
<b>Bentazon</b>	seit 1972	25 - 100	Herbizid im Ackerbau, Gemüsebau, in Kombination mit Terbutylazin in Mais, in Kombination mit Dichlorprop in Getreide
Bromacil	1971-1990, Verbot seit 1993	-	Herbizid, häufig auf Gleisanlagen
<i>Desethylatrazin</i>	-	-	Metabolit des nicht mehr zugelassenen Herbizids Atrazin
<i>Desethylterbutylazin</i>	-	-	Metabolit des Herbizids Terbutylazin
<i>Desisopropylatrazin</i> ( <i>Desethylsimazin</i> )	-	-	Metabolit der nicht mehr zugelassenen Herbizide Atrazin bzw. Simazin
Diuron	1971-2007	-	Herbizid, häufig auf Gleisanlagen eingesetzt
<b>Flusilazol</b>	seit 1988	25 - 100	Fungizid in Getreide und Rüben
Hexazinon	1976-1991	-	Herbizid, häufig auf Gleisanlagen eingesetzt
<b>Isoproturon</b>	seit 1975	> 1000	Herbizid in Getreide
<b>MCPA</b>	seit 1971	250 - 1000	Herbizid in Getreide, in Kombination mit Dicamba im Rasen
Mecoprop (MCPP)	1971-1992	-	Herbizid in Getreide
<b>Mecoprop-P (MCPP)</b>	seit 1978	100 - 250	
Metalaxyl	1979-2005	-	Fungizid in Hopfen, Zierpflanzen, Kräutern
<b>Metalaxyl-M</b>	seit 1998	10 - 25	
<b>Metazachlor</b>	seit 1981	250 - 1000	Herbizid in Raps, Kohl
Metolachlor	1976-2003	-	Herbizid in Mais
<b>S-Metolachlor</b>	seit 2001	250 - 1000	
Propazin	1971-1985		Herbizid
Simazin	1971-1990 1997-1998		Herbizid
<b>Terbutylazin</b>	seit 1971	250 - 1000	Herbizid in Mais

fett = zugelassen, normal = nicht mehr zugelassen, kursiv = Metabolit

LUBW

Quellen: Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, www.bvl.bund.de:

\* „Berichte zu Pflanzenschutzmitteln 2009-Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln, Zulassungshistorie und Regelungen der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung“

\*\* „Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland 2010“

reiche Phenoxyalkancarbonsäuren und Phenylharnstoffe. Überwiegend handelt es sich um Herbizide, nur Flusilazol und Metalaxyl sind Fungizide. Von den 15 Wirkstoffen haben derzeit neun eine Zulassung. Die nicht mehr zugelassenen Wirkstoffe werden aufgrund ihrer Persistenz weiterhin im Landesgrundwassermessnetz untersucht. Einige Wirkstoffe sind in der Tabelle zweifach genannt, einmal mit abgelaufener Zulassung, einmal mit gültiger Zulassung. Dies liegt daran, dass diese Wirkstoffe in verschiedenen Verbindungsformen (Stereoisomere) existieren, wobei nur eine Form die pestiziden Eigenschaften hat. So gibt es beispielsweise von Metolachlor eine S-Form und eine R-Form, wobei nur die S-Form als Herbizid wirksam ist. Ab der ersten Zulassung 1976 gab es herstellungsbedingt nur eine 1:1-Mischung (in Tabelle 2.5-4 „Metolachlor“). Ab 2001

wurde ein Gemisch mit einem gegenüber vorher wesentlich höheren Anteil an S-Metolachlor auf den Markt gebracht (in Tabelle 2.5-4 „S-Metolachlor“). Dadurch konnte die empfohlene Aufwandsmenge bei gleicher Wirkung deutlich reduziert werden. Analytisch werden diese zwei isomeren Formen in der Routineanalytik nicht unterschieden, daher wird im vorliegenden Bericht oft auch nur die Bezeichnung „Metolachlor“ verwendet.

Auch bei der Auswahl der zu untersuchenden Nichtrelevanten Metaboliten (nrM) erfolgte eine Anpassung des Messumfangs von ehemals 40 nrM auf die 11 am häufigsten auftretenden Substanzen (Tabelle 2.5-5). Unter nrM versteht man Abbauprodukte von PSM-Wirkstoffen, die keine pestizide Wirkung und kein human- und ökotoxikolo-

Tabelle 2.5-5: Übersicht über die im Jahr 2011 bei der Herbstbeprobung untersuchten Nichtrelevanten Metaboliten

Wirkstoff	Wirkbereich	(Haupt-) Kulturen	Metabolit Fettschrift: Normalschrift: :	in Lysimeterstudien > 10 µg/l in Lysimeterstudien 1...10 µg/l
<b>Chloridazon</b>	Herbizid	Rüben	<b>Desphenylchloridazon</b> <b>Methyl-Desphenylchloridazon</b>	„Metabolit B“ „Metabolit B1“
<b>Dimethachlor</b>	Herbizid	Raps	<b>CGA 354742</b> CGA 369873	„Dimethachlorsulfonsäure“
<b>Metazachlor</b>	Herbizid	Raps, Gemüse, Zierpflanzen	<b>BH 479-4</b> <b>BH 479-8</b>	„Metazachlorsäure“ „Metazachlorsulfonsäure“
<b>S-Metolachlor</b>	Herbizid	Mais	<b>CGA 51202 /CGA 351916</b> <b>CGA 380168/CGA 354743</b> NOA 413173	„S-Metolachlorsäure“ „S-Metolachlorsulfonsäure“
Tolyfluanid	Fungizid	Reben, Obst, Hopfen	<b>N,N-Dimethylsulfamid (DMS)</b>	
Dichlobenil	Herbizid	Reben, Obst, Zierpflanzen	<b>2,6-Dichlorbenzamid</b>	

fett = zugelassen, normal = nicht mehr zugelassen

LUBW

gisches Potential mehr haben. 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.

Insgesamt gab das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) bisher über 40 Metaboliten bekannt, die in Lysimeterstudien im Rahmen des Zulassungsverfahrens in Konzentrationen von mehr als 10 µg/l bzw. in Konzentrationen von 1 bis 10 µg/l im Sickerwasser aufgetreten waren. Das Umweltbundesamt hat ferner zusammen mit dem Bundesinstitut für Risikobewertung zahlreiche Metaboliten hinsichtlich der Toxizität bewertet und für Trinkwasser sogenannte GOW (Gesundheitliche Orientierungswerte) abgeleitet. Diese GOW werden in den nachfolgenden Auswertungen hilfsweise als Vergleichsmaßstab für das Grundwasser herangezogen.

## 2.5.6 PSM-Untersuchungen 2009 – 2011 an den

### „SchALVO-Messstellen“ in Wasserschutzgebieten

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der Untersuchungen auf PSM und nrM an den Messstellen des Kontrollmessnetzes für die SchALVO vorgestellt. Dieses umfasst diejenigen Messstellen, die zur Überwachung der SchALVO-Auflagen in den Wasserschutzgebieten und deren Untersuchungsbefunde zur Einstufung in PSM-Normalgebiet oder PSM-Sanierungsgebiet herangezogen werden. Wird ein Wasserschutzgebiet als Sanierungsgebiet eingestuft, ist die Anwendung dieser Mittel, die den betreffenden Wirkstoff enthalten oder aus deren Wirkstoffen Abbauprodukte entstehen, die den Schwellenwert überschreiten, verboten. Die Pflanzenschutzmittel-Sanierungsgebiete werden jedes Jahr aufgrund der aktuellen Analyseergebnisse neu eingestuft. Bisher wurden diese in der sogenannten Deklaratorischen Liste als Anlage 7 der SchALVO veröffentlicht. Ab 2012 wird die Deklaratorische Liste im Internet der LUBW veröffentlicht. Derzeit sind die mit Stand Januar 2012 in Tabelle 2.5-6 zusammengestellten zwei Wasserschutzgebiete als PSM-Sanierungsgebiete ausgewiesen.

Tabelle 2.5-6: Pflanzenschutzmittel-Sanierungsgebiete (Stand 01.01.2012)

Landkreis	WSG-Nummer	WSG-Bezeichnung	Wirkstoff	Gemeinde	Fläche in ha
Ostalbkreis	136042	Egental- und Hornbergquellen	Bentazon	Schwäbisch Gmünd	133,3
Rastatt	216201	Stadt Gaggenau, WWK Bietigheim	Metalaxyl	Bietigheim	997,0

LUBW

Ein Großteil der Daten übermittelt - wie in Kapitel 1.3 beschrieben - die Wasserversorgungswirtschaft auf Grundlage einer Kooperationsvereinbarung aus dem Jahre 2003, weitere etwa 550 Messstellen werden im Auftrag der LUBW untersucht. Alle Daten fließen in den Datenverbund WIBAS-Grundwasserdatenbank. Bei den nachfolgenden Auswertungen wurden somit folgende Messergebnisse herangezogen:

- Daten der „SchALVO-Kooperationsmessstellen“ der Wasserversorgungswirtschaft aus den Jahren 2009-2011. Innerhalb dieses Dreijahreszeitraums wurden alle drei PSM-Messprogramme der Kooperationsvereinbarung durchgeführt. Hinsichtlich der nrM wurden die drei Substanzen Desphenylchloridazon, Methyldesphenylchloridazon und DMS untersucht. Bei Vorliegen mehrerer Messwerte wurde der jeweils neueste für die Auswertungen verwendet.
- Daten der „SchALVO-Messstellen“ der LUBW aus dem Zeitraum 2009-2011, jeweils neuester Messwert. Bei den nrM stammen die meisten Daten aus dem Jahr 2011.

Überwiegend handelt es sich bei den „SchALVO-Messstellen“ um Rohwasserfassungen, aber auch Beobachtungsrohre mit Lage im Wasserschutzgebiet können darunter sein. Insgesamt lagen die Messergebnisse von 2.430 Mess-

stellen vor. Die am häufigsten auftretende Bestimmungsgrenze war 0,05 µg/l. Dieser Wert wird daher als Schwelle für die Bewertung unbelastet/belastet bei den nachfolgenden Auswertungen zugrunde gelegt.

### 2.5.7 Ergebnisse der PSM-Untersuchungen 2009 – 2011 an den „SchALVO-Messstellen“ in Wasserschutzgebieten

PSM-Wirkstoffe und relevante Metaboliten: Es wurde jeweils der neueste Messwert im Zeitraum zugrundegelegt. Von den 18 untersuchten Substanzen wurden die fünf Wirkstoffe Bromacil, Diuron, Flusilazol, Isoproturon und Propazin und die beiden Abbauprodukte Desethylterbutylazin und Desisopropylatrazin an keiner einzigen Messstelle in Konzentrationen  $\geq 0,05 \mu\text{g/l}$  gefunden. Die sechs Wirkstoffe Atrazin, Hexazinon, MCPA, Mecoprop, Simazin und Terbutylazin traten an bis zu 9 Messstellen in Konzentrationen zwischen 0,05 und 0,09 µg/l auf. Überschreitungen des Schwellenwerts der GrwV von 0,1 µg/l waren bei den Wirkstoffen Bentazon an sieben Messstellen zu beobachten, davon liegen vier im o.g. Sanierungsgebiet Egental- und Hornbergquellen. Die beiden Schwellenwertüberschreitungen im Falle des Metalaxyl betreffen das andere in Tabelle 2.5-6 genannte Sanierungsgebiet „Stadt Gaggenau, WWK Bietigheim“.

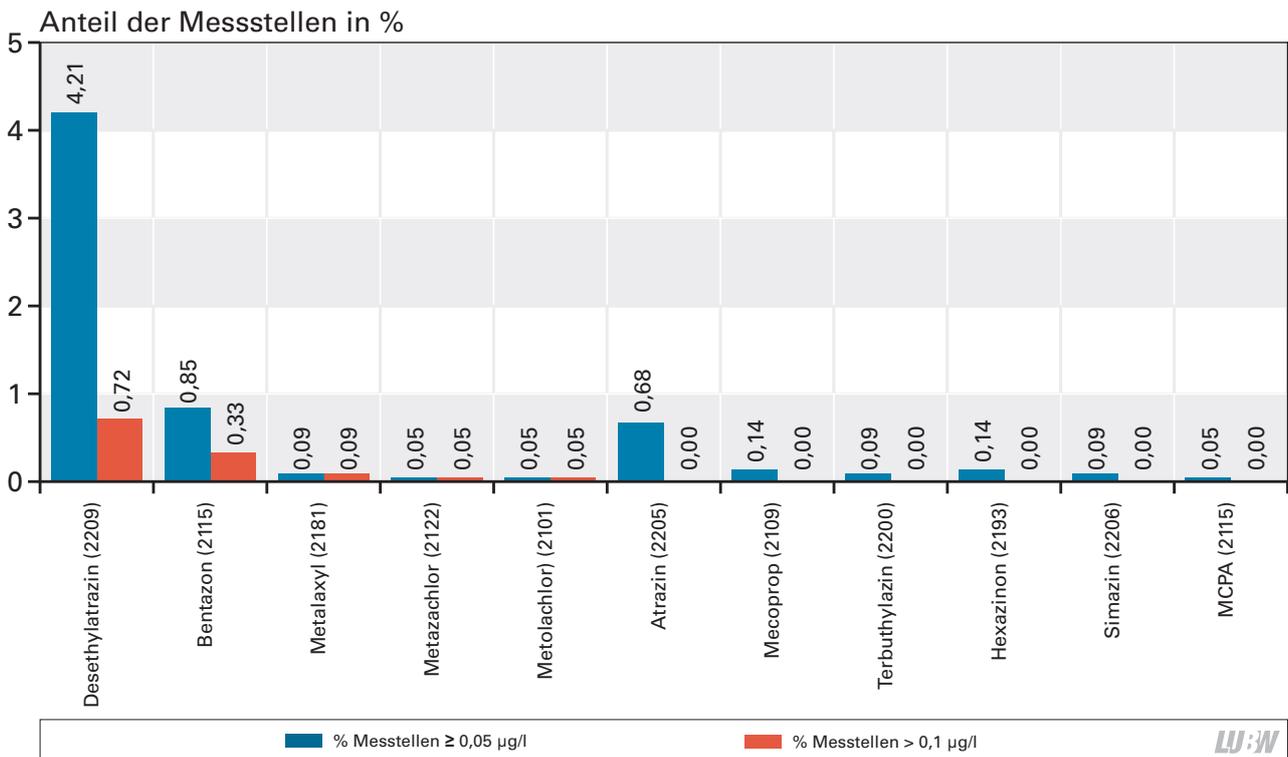


Abbildung 2.5-1: Überschreitungshäufigkeiten bei den PSM-Untersuchungen an den „SchALVO“-Messstellen von LUBW und den Kooperationspartnern 2009 – 2011, jeweils neuester Wert, in Klammern: Anzahl der jeweils untersuchten Messstellen

Tabelle 2.5-7: Überschreitungen der Gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW) an den „SchALVO“-Messstellen von LUBW und den Kooperationspartnern 2009 – 2011, jeweils neuester Wert (Bewertungsstand der GOW: 31.01.2012 unter [www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwassertoxikologie/tabelle\\_gow\\_nrm.pdf](http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwassertoxikologie/tabelle_gow_nrm.pdf))

Metabolit	GOW in µg/l	Anzahl Mst.	Anzahl Mst. > GOW	% Mst. > GOW	Maximalwert in µg/l
DMS	1,0	2291	64	2,8	18,0
Desphenylchloridazon (Metabolit B)	3,0	2295	25	1,1	8,41
Metolachlor-Metabolit NOA 413173	1,0	541	2	0,4	1,19
Dimethachlormetabolit CGA 369873	1,0	538	1	0,2	1,2
Dimethachlorsulfonsäure CGA 354742	3,0	542	0	0,0	0,47
Methyl-desphenylchloridazon (Metabolit B1)	3,0	2287	0	0,0	2,5
Metolachlorsulfonsäure CGA 380168	3,0	542	0	0,0	1,6
Metolachlorsäure CGA 51202	3,0	541	0	0,0	0,49
Metazachlorsulfonsäure BH 479-8	3,0	542	0	0,0	1,2
Metazachlorsäure BH 479-4	1,0	542	0	0,0	0,48
2,6-Dichlorbenzamid	3,0	2182	0	0,0	0,3

LUBW

Ferner sind jeweils eine Überschreitung der Wirkstoffe Metazachlor und Metolachlor festzustellen. Mit Überschreitungen des Schwellenwerts an 16 Messstellen und Befunden  $\geq 0,05 \mu\text{g/l}$  an 93 Messstellen trug Desethylatrazin, das Abbauprodukt des seit 1991 verbotenen Herbizids Atrazin, am meisten zur Belastung bei (Abbildung 2.5-1).

**Nichtrelevante Metaboliten:** Bei den untersuchten Nichtrelevanten Metaboliten erhält man hinsichtlich der Abstufung der Belastung ein ähnliches Bild wie in den vergangenen Jahren, allerdings auf deutlich niedrigerem Niveau (Tabelle 2.5-7). Die mit Abstand höchste Belastung stammte von den Metaboliten DMS und Desphenylchloridazon. Dann folgen der Metolachlor-Metabolit NOA 413173 und der Dimethachlormetabolit CGA 369873, deren GOW nur an zwei bzw. einer Messstellen überschritten war. Bei sieben der 11 betrachteten Nichtrelevanten Metaboliten wurden die GOW nicht erreicht, d. h. die Maximalwerte lagen unter den GOW. Dennoch ist auch bei diesen Substanzen aus dem Vorsorgeprinzip heraus eine weitere Verringerung der Konzentrationen im Grundwasser anzustreben.

Die regionale Verteilung der GOW-Überschreitungen zeigt Abbildung 2.5-2. Die auffälligen DMS-Werte sind in der Vorbergzone der Oberrheinebene, dem mittleren Neckarraum und im Bodenseegebiet zu finden, überall dort, wo Weinbau und Obstbau in größerem Umfang betrieben werden. Erhöhte Befunde an Desphenylchloridazon (Me-

tabolit B) sind insbesondere im Raum Heilbronn konzentriert, wo das Zentrum des baden-württembergischen Rübenaubaus liegt. Die GOW-Überschreitungen im Falle des Metolachlor-Metaboliten NOA 413173 sind in Maisanbaugebieten zu beobachten. Die Messstelle mit der GOW-Überschreitung des Dimethachlor-Metaboliten CGA 369873 liegt in einem Rapsanbaugebiet.

### 2.5.8 Bewertung der Ergebnisse der PSM-Untersuchungen 2009 – 2011 an den „SchALVO-Messstellen“ in Wasserschutzgebieten

Wirkstoffe und relevante Metaboliten: Insgesamt ist die Belastung in den Wasserschutzgebieten niedrig. Überschreitungen des Schwellenwerts der Grundwasserverordnung werden hauptsächlich durch Desethylatrazin verursacht. Geografisch gesehen liegen hierbei die meisten belasteten Messstellen entlang des Südrands der Schwäbischen Alb [LUBW 2011], wo sich diese persistente Verbindung hartnäckig in den feinklüftigen Karstbereichen aufhält, die nur langsam entwässern, so dass es noch einige Jahre dauern wird, bis die Belastung unter die Bestimmungsgrenze gesunken ist.

Messstellen, die Überschreitungen des Schwellenwerts hinsichtlich zugelassener Wirkstoffe aufweisen, liegen fast alle in den entsprechend ausgewiesenen zwei PSM-Sanieungsgebieten. Dort ist der Einsatz dieser Substanzen gemäß SchALVO verboten. Im Falle des Metalaxyl-Sanie-

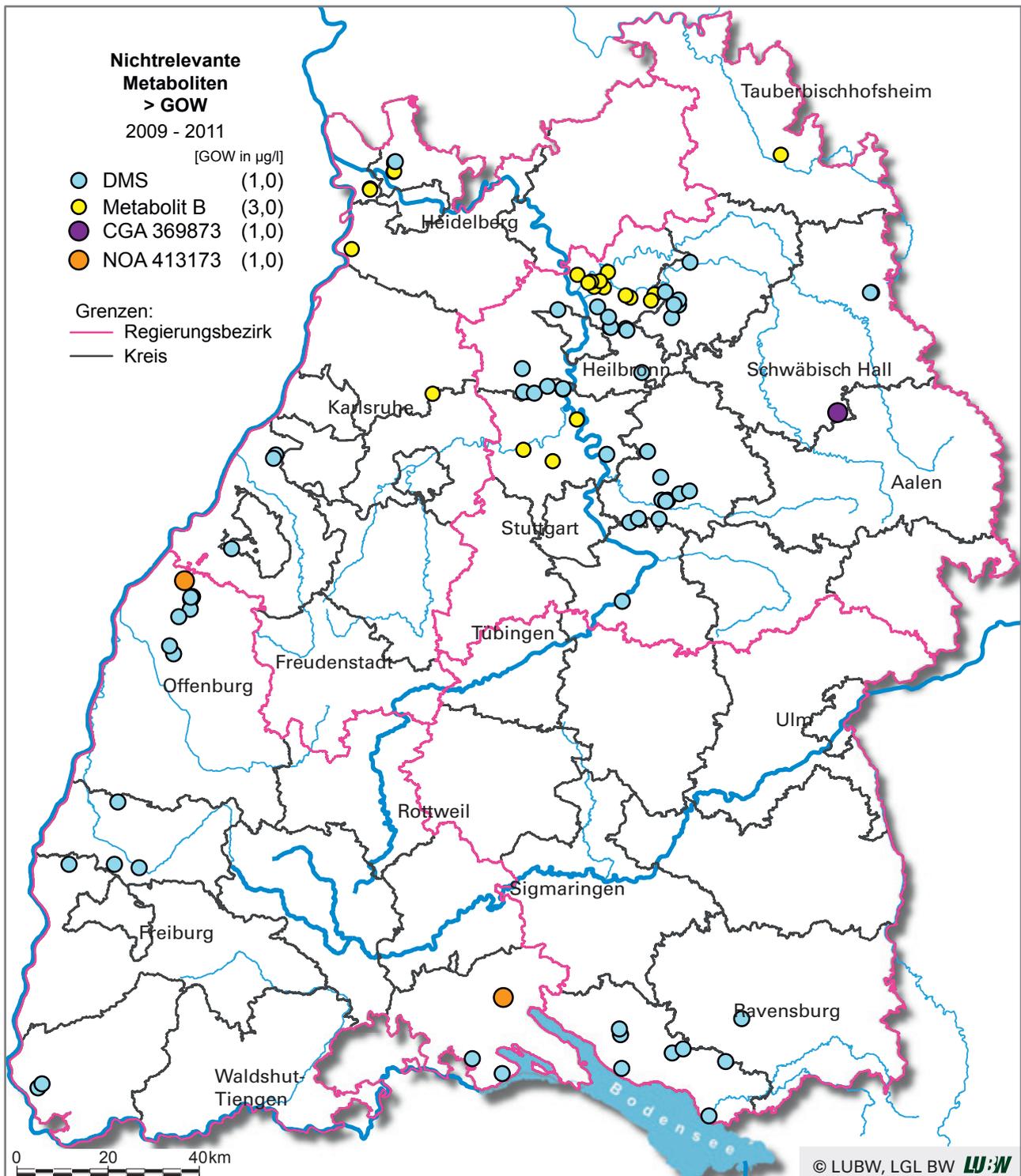


Abbildung 2.5-2: Konzentrationsverteilung der nichtrelevanten Metaboliten mit Überschreitungen des Gesundheitlichen Orientierungswertes (GOW) an den „SchALVO“-Messstellen von LUBW und KOOP 2009 – 2011, jeweils neuester Wert

rungsgebiets Bietigheim sind die Konzentrationen in den letzten Jahren rückläufig. Hingegen ist im Falle des Bentazon-Sanierungsgebiets Egental-/Hornbergquellen derzeit kein Rückgang erkennbar.

**Nichtrelevante Metaboliten:** Die Eintragsquelle für DMS ist seit spätestens Ende 2008 gestoppt, als die Zulassung

von Tolyfluanid-haltigen Mitteln widerrufen wurde. In diesem Falle bleibt als Maßnahme nur, weiterhin die Konzentrationen im Grundwasser zu beobachten. Bei Chlorthalon wurde als Maßnahme zur Verringerung der Einträge bereits im Frühjahr 2007 eine freiwillige Vereinbarung mit der Herstellern abgeschlossen, die im Rahmen der Beratung durch die Hersteller, die Verbände und die Verwal-

tung umgesetzt wird. Laut Broschüre der Landwirtschaftsverwaltung „Pflanzenproduktion 2012 – Sorten und Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland“ beispielsweise „gelten für die Anwendung von Chloridazon-haltigen Mitteln aus Gründen des Grundwasserschutzes folgenden Einschränkungen: Pyramin WG, Terlin WG, Botoxon WTG und Rebell werden nicht mehr empfohlen. Innerhalb von Wasserschutzgebieten ist auf deren Einsatz völlig zu verzichten.“

Die Konzentrationen der Chloridazon-Metaboliten im Grundwasser werden daher auch weiterhin beobachtet. Die Landwirtschaftsverwaltung entnimmt ferner in Verdachtsfällen Bodenproben, um die Einhaltung dieser freiwilligen Vereinbarung zu überprüfen. 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. Es ist jedoch davon auszugehen, dass der Rückgang der Konzentrationen wegen der teilweise langen Fließzeiten im Untergrund erst in einigen Jahren festzustellen sein wird.

#### **2.5.9 Bewertung der Gesamtsituation der Pflanzenschutzmittel**

Seit 1996 wurde in dem von der LUBW betriebenen Grundwassermessnetz bei den Routinebeprobungen im Herbst auf insgesamt 88 PSM-Wirkstoffe und relevante Metaboliten einmalig oder mehrfach untersucht (Tabelle 2.5-3). 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 Gesamtbelastung mit Pflanzenschutzmitteln und deren Metaboliten zu erhalten, werden die Daten der letzten Jahre herangezogen. Es werden nur die Wirkstoffe und Metaboliten betrachtet, für die der Schwellenwert der Grundwasserverordnung von 0,1 µg/l gilt. Im Gegensatz zu den Auswertungen der vorangegangenen Berichte wird erstmals ein Fünfjahreszeitraum statt eines Zehnjahreszeitraums zugrunde gelegt. Die Zahl der im Zeitraum 2007 – 2011 untersuchten Messstellen schwankt dabei zwischen 1 und 3.819. Am seltensten wer-

den beispielsweise Carbetamid, Chloroxuron, Dinosebacetat, Ethofumesat, Fenpropimorph und Fluazinam, am häufigsten Desethylatrazin gemessen.

Damit die Liste nicht zu umfangreich wird, werden nur Stoffe berücksichtigt, die in diesem Zeitraum an mehr als 100 Messstellen untersucht wurden. Diese Einschränkung betrifft 69 Stoffe, wobei mit zwei Ausnahmen sämtliche Befunde unterhalb der Bestimmungsgrenze liegen. Bei Vorliegen mehrerer Messwerte an einer Messstelle wird der Medianwert zugrunde gelegt. Damit kommen zusammen mit den Untersuchungen des Kooperationsmessnetzes Wasserversorgung insgesamt 48 Wirkstoffe und 4 Metaboliten in die Auswertung. 20 Wirkstoffe, d.h. rund 42 %, sind inzwischen verboten bzw. nicht mehr zugelassen, 28 Wirkstoffe haben derzeit eine Zulassung. Die Wirkstoffe und ihre Metaboliten werden je nach Häufigkeit der Nachweise bzw. Überschreitungen des Werts von 0,1 µg/l klassifiziert. Von den Nichtrelevanten Metaboliten wurden inzwischen zwar die meisten bewertet, sind jedoch nicht Gegenstand dieser Überblicksdarstellung. Der Metabolit 2,6-Dichlorbenzamid wurde in der Tabelle nicht mehr berücksichtigt, da er inzwischen als „nichtrelevanter“ Metabolit eingestuft wurde.

Die Ergebnisse zur Gesamtsituation anhand von 52 untersuchten Substanzen im Zeitraum 2007 - 2011 zeigen (Tabelle 2.5-8):

- 26 Substanzen werden an keiner einzigen Messstelle gefunden, darunter 12 zugelassene, 13 nicht mehr zugelassene Wirkstoffe und 1 Metabolit.
- Positive Befunde in Konzentrationen unter dem Wert 0,1 µg/l liegen von 8 Stoffen vor (7 zugelassene und 1 nicht mehr zugelassener Wirkstoff).
- Überschreitungen des Werts 0,1 µg/l an bis zu 1 % der Messstellen werden durch 17 Stoffe verursacht (9 zugelassene und 6 nicht mehr zugelassene Wirkstoffe sowie 2 Metaboliten). Fallzahlen bis 22 Überschreitungen treten bei Bentazon, Atrazin, Bromacil und Hexazinon auf, bei den anderen Substanzen wird der Schwellenwert nur in Einzelfällen überschritten.
- Die meisten Überschreitungen des Werts 0,1 µg/l werden immer noch durch den Metaboliten Desethylatrazin an 49 von 3.819 Messstellen, d.h. an 1,3 % der Messstellen hervorgerufen.

Tabelle 2.5-8: Belastung der Messstellen mit PSM-Wirkstoffen und ihren Metaboliten in den letzten fünf Jahren. Es sind nur Wirkstoffe und Metaboliten aufgeführt, die im Zeitraum 2007-2011 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 ≤ 0,1 µg/l	an bis zu 1 % der Messstellen mit Konzentrationen über 0,1 µg/l	an 1 bis 3 % der Messstellen mit Konzentrationen über 0,1 µg/l	an über 3 % er Messstellen mit Konzentrationen über 0,1 µg/l
Aldrin	<b>2,4-D</b>	Atrazin	<i>Desethylatrazin</i>	
<b>Chlorthalonil</b>	<b>Bifenox</b>	<b>Bentazon</b>		
<b>Chlortoluron</b>	<b>Dimethenamid</b>	Bromacil		
Cyanazin	<b>Isoproturon</b>	<b>Chloridazon</b>		
<b>Dicamba</b>	<b>MCPA</b>	<i>Desethylterbuthylazin</i>		
Dichlobenil	Methabenzthiazuron	<i>Desisopropylatrazin</i>		
<b>Dichlorprop (2,4-DP)</b>	<b>Topramezone</b>	Diuron		
Dieldrin	<b>Tritosulfuron</b>	<b>Flusilasol</b>		
<b>Dimethachlor</b>		Hexazinon		
<b>Dimoxystrobin</b>		<b>Mecoprop (MCP)</b>		
<b>Flufenacet</b>		<b>Metalaxyl</b>		
<b>Flurtamone</b>		<b>Metazachlor</b>		
Heptachlor		<b>Metolachlor</b>		
<i>Heptachlorepoxyd</i>		Propazin		
Linuron		<b>Quinmerac</b>		
MCPB		Simazin		
Parathion-ethyl		<b>Terbuthylazin</b>		
<b>Pendimethalin</b>				
<b>Pethoxamid</b>				
Sebutylazin				
Terbazil				
<b>Thiacloprid</b>				
Tolyfluanid				
Triallat				
<b>Trifloxystrobin</b>				
Trifluralin				

Datengrundlage: Grundwasserdatenbank, Abfrage 04/2012, Landesmessstellen und Kooperationsmessstellen der WVU.

Fettdruck: Wirkstoff hat eine Zulassung (Stand: April 2012)

Normalschrift: Wirkstoff ist nicht mehr zugelassen

Kursivschrift: Metabolit (Abbauprodukt)



Erfreulicherweise treten keine Wirkstoffe oder relevanten Metaboliten mehr in der Klasse „Positivbefunde an über 3 % der Messstellen mit Konzentrationen über 0,1 µg/l“ auf. Die regionale Verteilung der Messstellen mit den Hauptbelastungsstoffen Desethylatrazin, Atrazin, Bentazon, Bromacil und Hexazinon zeigt Abbildung 2.5-3. Datengrundlage sind die Überschreitungen des Wertes von 0,1 µg/l in den letzten fünf Jahren an Messstellen des Landesmessnetzes und des Kooperationsmessnetzes Wasserversorgung.

Desethylatrazin stellt somit noch immer die Hauptbelastung dar, obwohl der Ausgangsstoff Atrazin bereits seit 1991 in der Bundesrepublik verboten ist. In Baden-Würt-

temberg war die Anwendung in Wasserschutzgebieten schon ab 1988 nicht mehr erlaubt. Die Nachweishäufigkeit ist in den letzten Jahren deutlich rückläufig. Atrazin wurde vor seinem Verbot hauptsächlich als Maisherbizid verwendet, aber auch auf Nichtkulturland und auf Bahngleisen eingesetzt. Aufgrund seiner Persistenz ist der Wirkstoff immer noch nachzuweisen, jedoch mit deutlich rückläufiger Tendenz. Ausführliche Auswertungen zur zeitlichen Entwicklung von Desethylatrazin und Atrazin sind im Bericht „Ergebnisse der Beprobung 2010“ [LUBW2011] zu finden.

Bromacil und Hexazinon wurden in der Vergangenheit als Totalherbizide insbesondere auf Nichtkulturland eingesetzt.

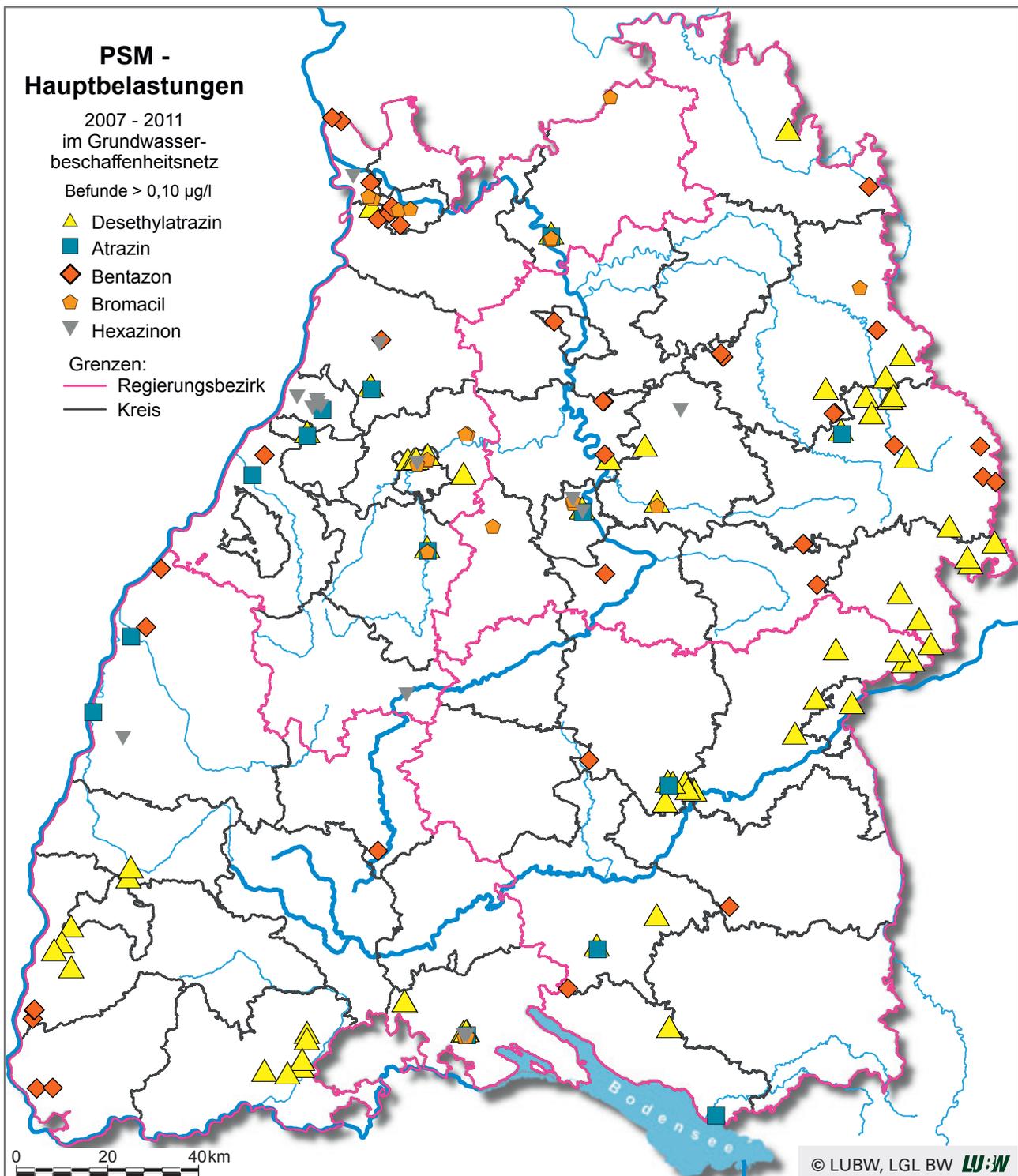


Abbildung 2.5-3: PSM-Hauptbelastungen: 1 Metabolit und 4 PSM-Wirkstoffe an 136 Messstellen mit Befunden über dem Schwellenwert der Grundwasserverordnung von 0,1 µg/l. Datengrundlage: Landesmessstellen und Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen; pro Messstelle jeweils der neuste Überschreitungswert aus dem Zeitraum 2007 bis 2011 (Datenabfrage 04/2012)

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, wenngleich auf einem deutlich niedrigeren

Belastungsniveau als z.B. Atrazin oder Desethylatrazin. Die zahlreichen Positivbefunde in den letzten Jahren führten zu verschiedenen Anwendungsbeschränkungen. Aufgrund seiner hohen Mobilität im Untergrund wurde beispielsweise der Einsatz auf besonders durchlässigen Böden verboten.

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 Anfang der 1990er Jahre, d.h. durch Beseitigen der Eintragsquelle, konnte die Belastung mit diesen Stoffen und deren Metaboliten im Laufe der Jahre reduziert werden.

Insgesamt gesehen ist die Belastung mit PSM in Baden-Württemberg in den letzten Jahren deutlich zurückgegangen, was jedoch in erster Linie auf den Rückgang der nicht mehr zugelassenen Wirkstoffe zurückzuführen ist. Dennoch stellen diese noch immer den Hauptanteil der Belastung. Bei den zugelassenen Wirkstoffen ist hauptsächlich Bentazon auffällig. Jetzt ergriffene Maßnahmen zur Verringerung des PSM-Eintrags werden sich aufgrund der mittleren Verweilzeiten in Boden und Grundwasser sicherlich erst in einigen Jahren auswirken.

## 2.6 Sonderuntersuchung Arzneimittelwirkstoffe und Röntgenkontrastmittel

### 2.6.1 Verwendung, Eintragspfade, Stoffeigenschaften

In Deutschland sind etwa 3.000 Arzneimittelwirkstoffe in rund 9.700 Fertigpräparaten auf dem Markt. Einige Medikamente werden in der Größenordnung von einigen Tausend bis einigen hunderttausend Kilogramm pro Jahr hergestellt und verabreicht (Tabelle 2.6-1). Die Zulassung für Humanarzneimittel erfolgt durch das Bundesamt für Arzneimittel und Medizinprodukte, die Umweltprüfung im Rahmen des Zulassungsverfahrens nimmt das Umweltbundesamt

vor. Bei der Zulassung eines neuen Humanarzneimittels ist seit 1993 zwingend eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) vorgeschrieben (Richtlinie 93/39/EG). Für bereits vor dieser Regelung zugelassene Mittel ist die UVP nicht erforderlich.

In der Umweltdiskussion sind Arzneimittelwirkstoffe seit Mitte der 1990er Jahre, nachdem diese Stoffe in Abwasser, Fließgewässern, Grundwasser und vereinzelt im Trinkwasser nachgewiesen wurden. Inzwischen sind über 100 Wirkstoffe gefunden worden. Der Eintragspfad verläuft in erster Linie über das Abwasser, sofern es sich nicht um produktionsbedingte Einleitungen in Fließgewässer handelt. Humanarzneimittel werden nach der Einnahme zum großen Teil unverändert wieder ausgeschieden. So findet man beispielsweise im Urin nach Verabreichung des Lipidsenkers Bezafibrat noch 95 % der Ausgangssubstanz, beim Antiepileptikum Carbamazepin noch 30 % (Abbildung 2.6-1). Über die menschlichen Ausscheidungen gelangen die pharmazeutischen Wirkstoffe in die Kanalisation und weiter in die Kläranlage. Darüber hinaus werden nach wie vor unbenutzte Medikamente und Restmengen über die Toilette unsachgemäß entsorgt. Auf dem Weg zur Kläranlage können Leckagen in den Abwasserkanälen zum Eindringen der Arzneimittel in das Grundwasser führen. Die Abbaubarkeit von Arzneimitteln in der Belebtschlammstufe einer Kläranlage ist recht unterschiedlich. Der Lipidsenker Bezafibrat und das Schmerzmittel Ibuprofen werden z.B. zu 90 bis 99 % abgebaut. Carbamazepin verlässt die Kläranlage praktisch unverändert. Die iodierten Röntgenkontrastmittel werden weder biologisch abgebaut noch am Klärschlamm sorbiert. Im weiteren Verlauf des Eintragspfads gelangen die nicht eliminierten Wirkstoffe über den Kläranlagenablauf in den Vorfluter, wo sie bei entsprechenden

Tabelle 2.6-1 Verbrauchsmengen einiger Arzneimittel-Wirkstoffgruppen

Wirkstoffgruppe	2002	2006	2009	Einheit
Analgetika (schmerzstillende Mittel)	2.101.787	2.393.087	2.646.851	kg/a
Antiphlogistika (entzündungshemmende Mittel)	76.624	89.139	102.065	kg/a
Lipidsenker (Blutfettspiegel senkende Mittel)	51.598	56.349	68.089	kg/a
Antiepileptika (Mittel gegen Krampfanfälle)	173.011	207.097	247.361	kg/a
Antidepressiva (Mittel gegen Depressionen)	27.703	37.073	46.498	kg/a
Röntgenkontrastmittel	335.202	376.925	364.677	kg/a

Quelle: IMS Health AG in: „Zusammenstellung von Monitoringdaten zu Umweltkonzentrationen von Arzneimitteln“, Gutachten zum FKZ 360 14 013 im Auftrag des Umweltbundesamtes, UBA-Texte 66/2011

LUBW

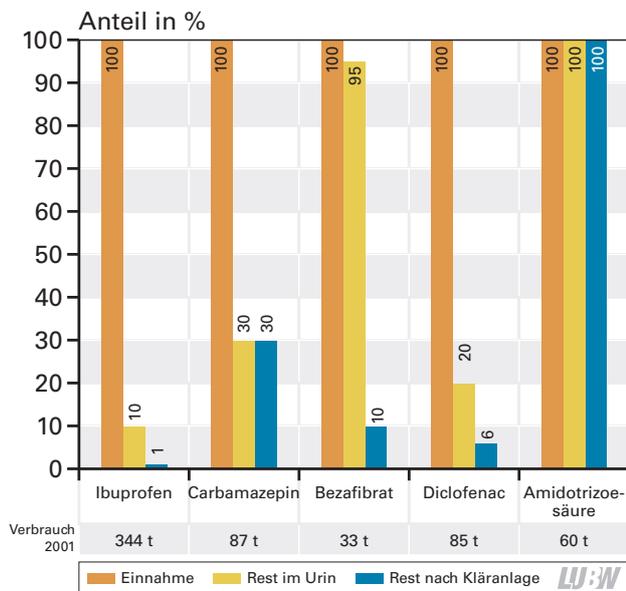


Abbildung 2.6-1: Elimination von Arznei- und Röntgenkontrastmitteln nach Ausscheiden im Urin und nach der Kläranlage (schematisch); Quelle: „Arzneimittel – Spurenstoffe im Wasserkreislauf und Boden“, Kongress am 17.05. 2006 in Stuttgart<sup>2</sup>

hydrologischen Verhältnissen in den Grundwasserleiter eingetragen werden können. Andere Wirkstoffe findet man im Klärschlamm, sodass diese über die ackerbauliche Verwertung auf die Felder gelangen können.

Hauptquelle für das Vorkommen von Arzneimitteln im Abwasser sind in erster Linie die häuslichen Abwässer. Aus Krankenhäusern stammen Schätzungen zufolge maximal 10 bis 20 % der jährlich in die Umwelt entlassenen Gesamtmenge an Arzneimittelwirkstoffen.<sup>1</sup> Die zeitlichen und räumlichen Schwankungen können sehr unterschiedlich sein. Untersuchungen in Kläranlagenzuläufen zeigen beispielweise im Falle großer Einzugsgebiete kaum Schwankungen bei Carbamazepin, da sich der Verbrauch über Fläche und Zeit vergleichmäßig. Hingegen gehen die Konzentrationen von Röntgenkontrastmitteln an Wochenenden häufig zurück, wenn die Arztpraxen geschlossen sind und in Kliniken weniger geröntgt wird. In strukturschwachen ländlichen Gegenden in Mecklenburg-Vorpommern wurden in kleineren Kläranlagen auffällig hohe Arzneimittelbefunde gemessen, da der Wegzug der jüngeren Generation eine Über-

1 Humanarzneimittelwirkstoffe: Handlungsmöglichkeiten zur Verringerung von Gewässerbelastungen, Herausgeber: Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE) GmbH, Frankfurt, 2008  
 2 [http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/24882/Dokumentation\\_Arzneimittelkongress.pdf?command=downloadContent&file name=Dokumentation\\_Arzneimittelkongress.pdf](http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/24882/Dokumentation_Arzneimittelkongress.pdf?command=downloadContent&file name=Dokumentation_Arzneimittelkongress.pdf)

alterung der Gesellschaft mit entsprechend höherem Medikamentenverbrauch zur Folge hatte.

Für Grundwasser und Trinkwasser gibt es derzeit noch keine rechtlich geregelten Schwellenwerte bzw. Grenzwerte für Arzneimittelwirkstoffe. Es gilt lediglich ein von der Trinkwasserkommission des Bundesgesundheitsministeriums empfohlener, nicht toxikologisch abgeleiteter Vorsorgewert von 0,1 µg/l.

## 2.6.2 Untersuchungen 1998 bis 2006

Die erste pilothafte Untersuchung der LUBW bzw. der damaligen LfU Baden-Württemberg auf Arzneimittelwirkstoffe im Grundwasser fand im Jahr 1998 statt. Dazu wurden 24 Messstellen ausgesucht, die bekanntermaßen durch Abwasser beeinflusst waren, sei es direkt über undichte Abwassersammler bzw. undichte Klärbecken oder indirekt durch das Uferfiltrat. Als Indikator für die Abwasserbeeinflussung wurde der Borgehalt herangezogen, da Bor wesentlicher Bestandteil kommunaler und industrieller Abwässer ist und in der Kläranlage nicht eliminiert wird. In den Jahren 1999 bis 2001 wurde diese Messstellengruppe erneut mit jeweils ähnlichem Untersuchungsumfang beprobt, zwei Messstellen fielen aus, so dass sich die Zahl auf 22 reduzierte. Die damaligen Untersuchungen waren auch Bestandteil des Forschungsprojekts „Pharmaka und Hormone in der aquatischen Umwelt“ des damaligen Ministeriums für Umwelt und Verkehr. Im Jahr 2006 folgte eine weitere Wiederholungsbeprobung dieser 22 Messstellen, um die zeitliche Entwicklung zu verfolgen.

## 2.6.3 Untersuchungen 2011

Mit den Untersuchungen im Herbst 2011 wurde das Monitoring an den 1998 risikobasiert ausgewählten Messstellen fortgesetzt. Allerdings hat sich aus verschiedenen Gründen die Zahl der Messstellen von ehemals 24 auf nunmehr 20 Messstellen verringert. Der Untersuchungsumfang 2011 ist in Tabelle 2.6.2 zusammengestellt, dieser wurde gegenüber den vorangegangenen Beprobungen um Paracetamol und weitere Röntgenkontrastmittel erweitert.

## Ergebnisse

Von den im Jahr 2011 untersuchten 20 Verdachtsmessstellen waren an acht Messstellen keine Arzneimittel nachweisbar. So wird selbst das verbrauchstarke Schmerzmittel

Tabelle 2.6-2: Untersuchte Arzneimittelwirkstoffe 2011

Wirkstoff	Arzneimittelgruppe
Diclofenac	Analgetika/Antiphlogistika (schmerzstillende/entzündungshemmende Mittel)
Fenoprofen	
Ibuprofen	
Indometacin	
Ketoprofen	
Naproxen	
Paracetamol	
Bezafibrat	Lipidsenker (Blutfettspiegel senkende Mittel) und Metabolite von Lipidsenkern
Clofibrinsäure (Metabolit)	
Etofibrat	
Fenofibrinsäure (Metabolit)	
Fenofibrat	
Gemfibrozil	
Carbamazepin	Antiepileptikum, wird auch als Antidepressivum eingesetzt
Pentoxifyllin	Durchblutungsfördernde Mittel
Diazepam	Psychopharmaka
Iopamidol	Iodierte Röntgenkontrastmittel
Iopromid	
Iomeprol	
Amidotrizoesäure	
Iodipamid	
Iohexol	
Ioxithalaminsäure	
Ioxaglinsäure	
Iotalaminsäure	



Ibuprofen aufgrund seiner guten Abbaubarkeit in diesen Messstellen nicht gefunden. Die anderen 12 Messstellen waren mit bis zu fünf Wirkstoffen belastet. Die sowohl nach Anzahl als auch nach Konzentration am häufigsten vertretenen Substanzen waren Carbamazepin, Diclofenac und die iodierten Röntgenkontrastmittel Iopamidol und Amido-trizoesäure (Tabelle 2.6-3). Bei der Beprobung 2000 waren acht Messstellen unbelastet, maximal vier Substanzen wurden an den am stärksten belasteten Messstellen gefunden. Im Jahr 2006 waren sechs Messstellen unbelastet, maximal sieben Substanzen wurden an den am stärksten belasteten Messstellen gefunden. Damit ähnelt die Situation von 2011 der von 2000.

Die meisten Wirkstoffe und die höchsten Konzentrationen waren 2006 wie auch schon bei den früheren Beprobungen

in einer Messstelle auf dem Betriebsgelände einer Kläranlage zu finden. In einem anderen Fall einer Kläranlage konnten nach Rückbau des Klärbeckens wegen Undichtigkeit im Jahr 2009 in der unterstromigen Grundwassermessstelle keine Arzneimittel mehr gefunden werden. Dies korrespondiert mit der mittleren Verweilzeit dieses Grundwassers von 0 bis 4 Jahre und dem Rückgang der Borkonzentration als Abwasserindikator von 100 bis 250 µg/l in den Jahren 2000 bis 2008 auf 30 µg/l im Herbst 2010.

Der zeitliche Verlauf der Belastung einer Auswahl von 10 der 20 Messstellen ist in den Abbildungen 2.6.2 und 2.6.3 für ein niedrigeres und für ein höheres Belastungsniveau dargestellt. Es lassen sich dabei in beiden Niveaus zwei Gruppen von Messstellen unterscheiden:

- Messstellen, die unmittelbar durch Rohabwasser beeinflusst sind oder waren, d.h. durch undichte Abwasserleitungen oder Klärbecken: Dies sind die Messstellen auf dem Gelände einer Kläranlage (82/861-3) bzw. einer ehemaligen Kläranlage (72/507-8), einem Abwasserhebwerk (7/308-4) sowie Messstellen im Bereich von Abwassersammlern (30/306-0, 129/306-1 und 1141/306-7). Borwerte von bis zu mehreren 100 ng/l sind dort typisch, Carbamazepin, Diclofenac und Bezafibrat findet man in Konzentrationen von einigen ng/l. Röntgenkontrastmittel sind in Konzentrationen von 150 bis zu 6000 ng/l zu finden.
- Messstellen, die durch Kläranlagenabläufe bzw. Uferfiltrat beeinflusst sind: Typische Borkonzentrationen sind dort wegen der Verdünnung etwas niedriger. An diesen Stellen findet man die in der Kläranlage gut bis mittelmäßig eliminierbaren Substanzen wie Bezafibrat und Diclofenac nicht mehr, wohl aber die schlechter bis gar nicht eliminierbaren Verbindungen wie Carbamazepin und die Röntgenkontrastmittel Iopamidol und Amido-trizoesäure in vergleichsweise hohen Konzentrationen. Dies ist der Fall bei den durch den Neckar beeinflussten Messstellen (15/459-3, 126/459-5, 169/510-1, 1150/512-0). Der starke Einfluss der Uferfiltration ist durch die Stauhaltung am Neckar besonders ausgeprägt.

Wie die Daten zeigen, ist bei den untersuchten Arzneimittelwirkstoffen in den letzten Jahren kein Rückgang festzustellen, das Belastungsniveau ist in mehreren Fällen insbe-

Tabelle 2.6-3: Arzneimittelwirkstoffe und Röntgenkontrastmittel: Vergleich der Untersuchungsbefunde an 20 risikobasiert ausgewählten Verdachtsmessstellen in den Jahren 2000, 2006 und 2011.

Substanz	2000		2006		2011	
	Anzahl Messstellen mit Positivbefund	Konzentrationen in ng/l	Anzahl Messstellen mit Positivbefund	Konzentrationen in ng/l	Anzahl Messstellen mit Positivbefund	Konzentrationen in ng/l
Diclofenac	<b>3</b>	<b>38-590</b>	<b>5</b>	<b>65-800</b>	<b>2</b>	<b>110-300</b>
Fenoprofen	0	-	0	-	0	-
Ibuprofen	0	-	1	72	0	-
Indometacin	<b>1</b>	<b>22</b>	<b>3</b>	<b>14-31</b>	0	-
Ketoprofen	0	-	0	-	0	-
Naproxen	0	-	0	-	<b>1</b>	<b>19</b>
Paracetamol	-	-	-	-	0	-
Bezafibrat	0	-	<b>1</b>	<b>28</b>	<b>1</b>	<b>25</b>
Clofibrinsäure	0	-	0	-	0	-
Etofibrat	0	-	0	-	0	-
Fenofibrinsäure	0	-	<b>4</b>	<b>26-73</b>	0	-
Fenofibrat	0	-	<b>2</b>	<b>13-22</b>	0	-
Gemfibrozil	<b>1</b>	<b>14</b>	0	-	0	-
Carbamazepin	<b>8</b>	<b>11-900</b>	<b>8</b>	<b>10-860</b>	<b>9</b>	<b>12-620</b>
Pentoxifyllin	0	-	0	-	0	-
Diazepam	0	-	0	-	0	-
Iopamidol	<b>5</b>	<b>16-300</b>	<b>5</b>	<b>20-120</b>	<b>8</b>	<b>18-6000</b>
Iopromid	0	-	0	-	0	-
Iomeprol	0	-	0	-	<b>2</b>	<b>12-18</b>
Amidotrizoesäure	<b>11</b>	<b>16-1100</b>	<b>10</b>	<b>11-570</b>	<b>9</b>	<b>12-400</b>
Iodipamid	-	-	-	-	0	-
Iohexol	-	-	-	-	0	-
Ioxithalaminsäure	-	-	-	-	<b>3</b>	<b>12-18</b>
Ioxaglinsäure	-	-	-	-	0	-
Iotalaminsäure	-	-	<b>1</b>	<b>13</b>	0	-

LUBW

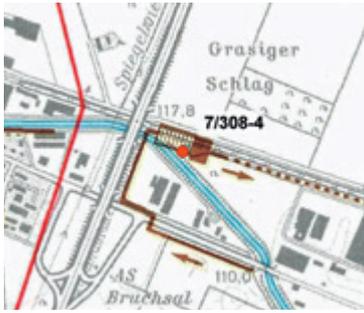
sondere bei den Röntgenkontrastmitteln angestiegen. Mit zurückgehenden Konzentrationen ist erst zu rechnen, wenn die Einträge an der Quelle beseitigt oder vermindert sind.

#### 2.6.4 Bewertung und weiteres Vorgehen

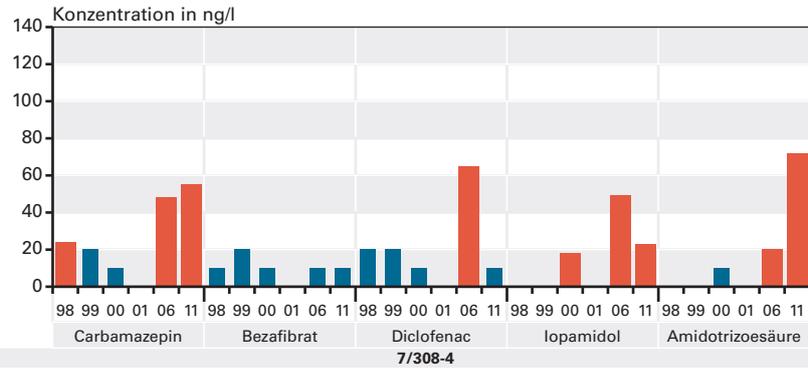
Bei den 20 ausgesuchten Messstellen handelt es sich um „Verdachtsfälle“, d.h. diese Messstellen sind bekanntermaßen direkt oder indirekt durch Abwasser beeinflusst und stellen daher den „worst case“ dar. Somit erklärt sich die Zahl von 12 belasteten Messstellen (60 %) im Jahr 2011. Jedoch dürfen die an diesen „Indikatormessstellen“ vorlie-

genden Befunde keinesfalls auf das gesamte Landesmessnetz hochgerechnet werden. Eine Untersuchung auf 74 Arzneimittelwirkstoffe im September 2000 im Repräsentativmessnetz „EUA“ mit 80 Messstellen für die Berichtspflichten gegenüber der EU zeigte, dass 76 % der Proben frei von Wirkstoffen waren, in 20 % der Proben fand man einen und in nur 4 % der Proben fand man mehr als einen Wirkstoff.

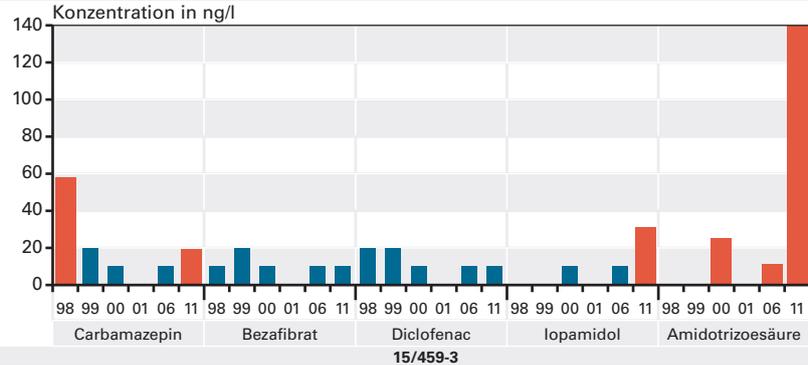
Dennoch bleibt die Frage, wie künftig Arzneimittelrückstände in Gewässern zu bewerten sind. Von Seiten des Ge-



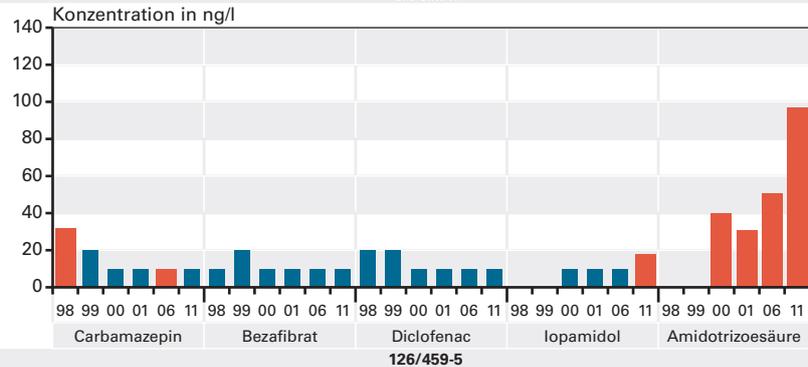
Am Abwasserhebewerk zwischen Abwassersammler und Vorfluter



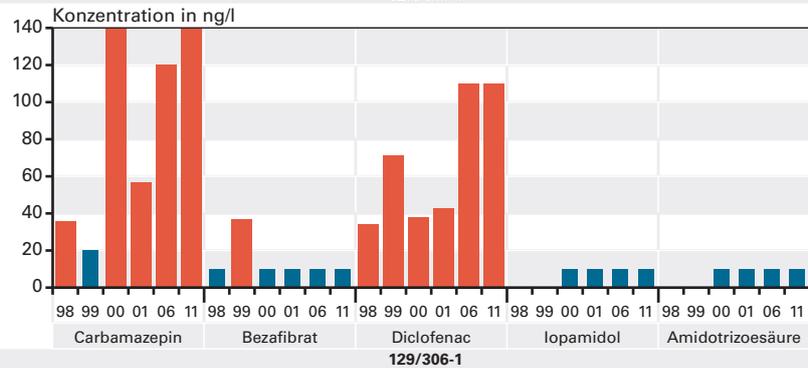
Talaue am Neckar, Kläranlage für 10.000 EWG 4 km oberstromig



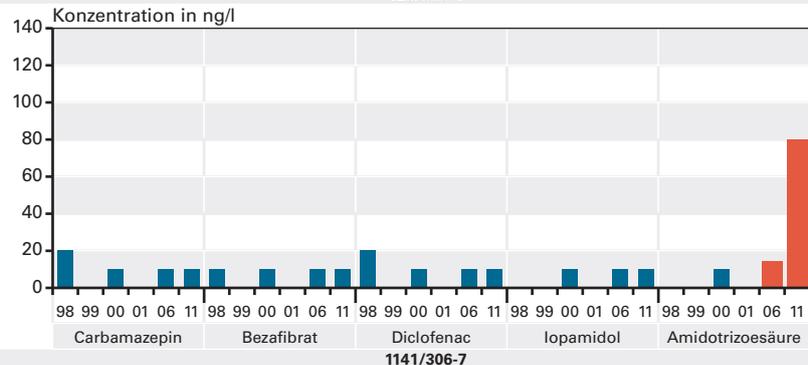
Talaue am Neckar, Kläranlage für 4.800 EWG 350 m oberstromig



Zwischen Abwassersammler und Kraichbach, 30 bzw. 40 m entfernt



Direkt am Abwassersammler

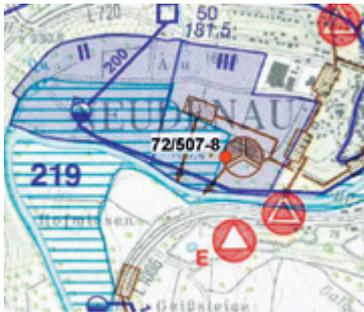
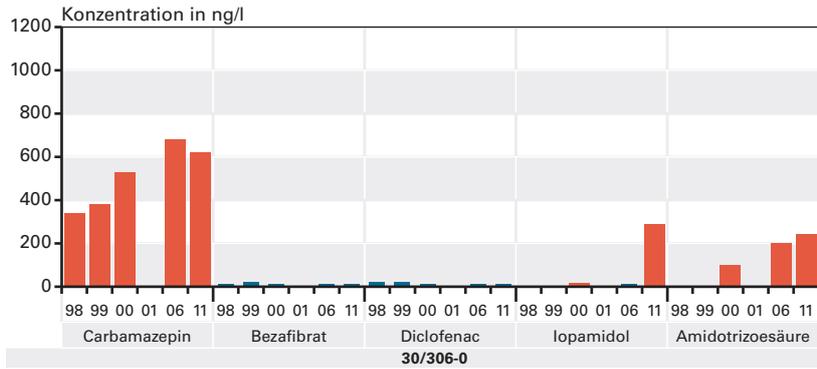


Niedrigeres Konzentrationsniveau      ■ unter Bestimmungsgrenze      ■ Positivbefund      LUBW

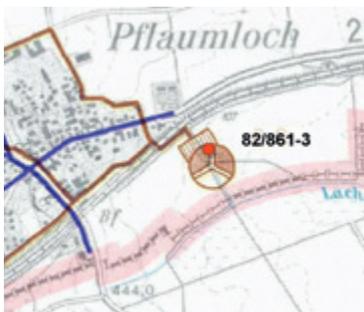
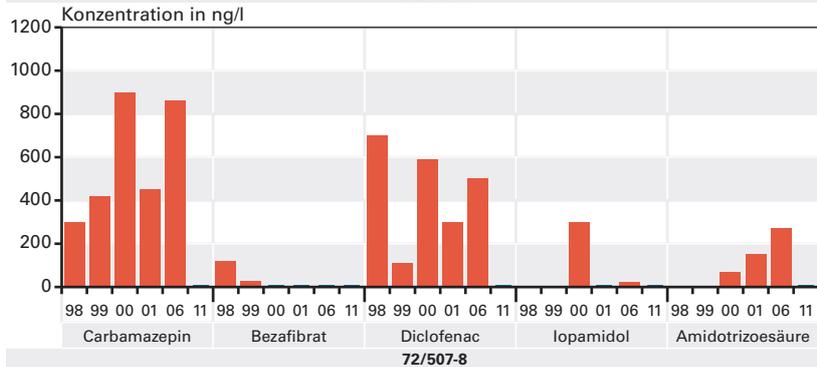
Abbildung 2.6-2: Niedrigeres Konzentrationsniveau, zeitlicher Verlauf der Konzentration einiger Arzneimittelwirkstoffe und Röntgenkontrastmittel von 1998 bis 2011



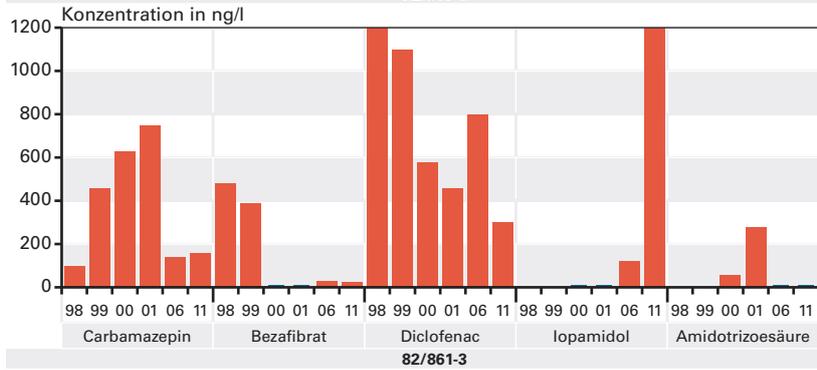
Zwischen Abwassersammler und Leimbach, 40 bzw. 10 m entfernt



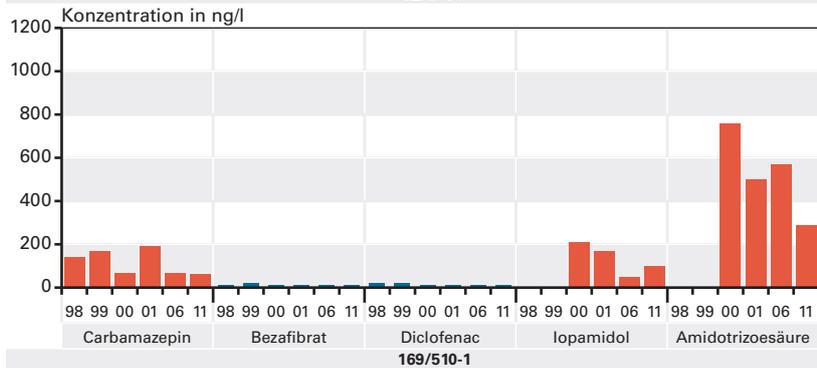
Neben Betriebsgelände einer ehemaligen Kläranlage für 4000 EWG, Rückbau 2009



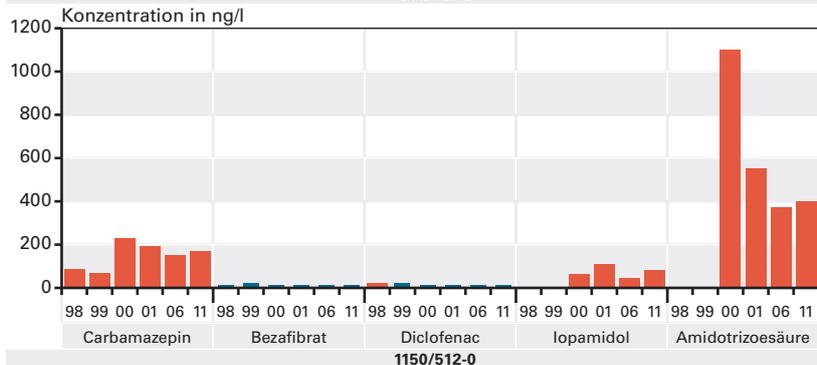
Betriebsgelände Kläranlage für 6.600 EWG



Talau am Neckar, Kläranlage für 7.500 EWG 1 km oberstromig



Direkt am Abwassersammler in der Talau am Neckar, Kläranlage für 7.900 EWG 5,5 km oberstromig



Höheres Konzentrationsniveau

unter Bestimmungsgrenze

Positivbefund



Abbildung 2.6-3: Höheres Konzentrationsniveau, zeitlicher Verlauf der Konzentration einiger Arzneimittelwirkstoffe und Röntgenkontrastmittel von 1998 bis 2011

sundheitsschutzes besteht Übereinstimmung, dass bei den derzeit gefundenen Konzentrationen für den Menschen über das Trinkwasser weder bei kurzzeitiger noch bei lebenslanger Aufnahme eine Gefährdung ausgeht, da die humantherapeutische Dosis in der Regel sehr viel höher ist. Aus trinkwasserhygienischer Sicht sind diese Stoffe jedoch im Grundwasser unerwünscht. Die Auswirkungen auf die Gewässerökologie sind allerdings derzeit noch nicht abschätzbar, insbesondere beim Auftreten mehrerer Substanzen gleichzeitig. Die weitere Beobachtung der Entwicklung ist daher erforderlich.

Aus Gründen der Vorsorge sollten jedoch alle Maßnahmen in Betracht gezogen werden, die den Eintrag von Arzneimittelwirkstoffen in die Umwelt vermeiden oder zumindest verringern. Eine Maßnahme wäre beispielsweise die Entwicklung von Medikamenten, die in der Umwelt besser abbaubar sind. Aber auch der Verbraucher, d.h. der Anwender von Arzneimitteln, kann seinen Beitrag leisten, indem er nicht mehr benötigte Medikamente keinesfalls über die Toilette, sondern über den Hausmüll entsorgt, denn Siedlungsabfälle dürfen seit dem 1. Juni 2005 nur noch nach thermischer oder mechanisch-biologischer Vorbehandlung abgelagert werden. Auch die Abgabe bei den Schadstoffsammelstellen der Kommunen ist eine wirksame Maßnahme.

Ferner ist die Weiterführung von Kanalsanierungsprogrammen erforderlich, um den Eintrag über Leckagen ins Grundwasser zu verringern. Ein weiteres Ziel ist der Ausstieg aus der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung hin zur energetischen Nutzung. Derzeit gehen bereits über 90 % des Klärschlammes in die Verbrennung. Das Umweltministerium unterstützt diesen Weg durch entsprechende Fördermittel.

Da Arzneimittelwirkstoffe bei der konventionellen Abwasserreinigung nur unzureichend eliminiert werden, wird in Baden-Württemberg derzeit der effektivste Ansatz zur Verringerung der Einträge in die Gewässer darin gesehen, in der Kläranlage als Nachreinigung Pulveraktivkohle mit nachgeschalteter Filtration einzusetzen. Pilotuntersuchungen haben gezeigt, dass damit je nach Wirkstoff eine Elimination von 40 bis 95 % möglich ist. Dabei ist mit Mehrkosten in der Größenordnung von 10 Cent je m<sup>3</sup> auf-

bereitetem Abwasser zu rechnen. Ziel ist dabei, in Baden-Württemberg in einigen Jahren mehr als 10 % des gesamten behandelten Abwassers einer solchen weitergehenden Reinigung zu unterziehen, um nicht nur Medikamente, sondern auch zahlreiche weitere unerwünschte organische Spurenstoffe zu eliminieren.

# 3 Statistische Übersichten

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

### Messnetzziel

Landesweiter Überblick über Zustand und Entwicklungstendenzen der Grundwasservorräte an repräsentativen Grundwasserstands-, Quellschüttungs- und Lysimetermessstellen.

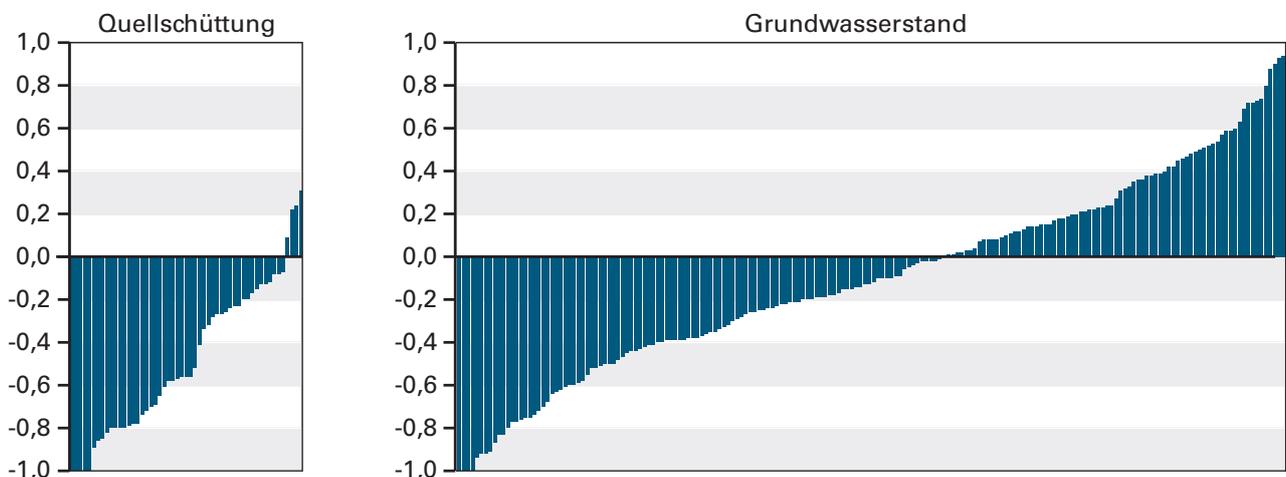
### Datengrundlage

Auswahl von 363 repräsentativen und funktionsfähigen Messstellen mit beschleunigter Datenübermittlung: 225 Grundwasserstandsmessstellen (wöchentliche Beobachtung), 130 Quellen (wöchentliche bis monatliche Messung) und 10 Lysimeter (täglich bis wöchentlicher Turnus).

### Normierte Jahresmittelwerte 2011 im langjährigen Vergleich (Zeitraum 1962-2011)

- Die Darstellungen geben einen optischen Eindruck des mittleren Niveaus der Grundwasserstände und Quellschüttungen des Jahres 2011 im 50-jährigen Vergleich (Zeitspanne 1962-2011). Dazu werden pro Messstelle die 50 Jahresmittelwerte 1962 bis 2011 aufsteigend sortiert. Dem größten Wert wird die Zahl +1, dem kleinsten Wert die Zahl -1 zugeordnet. Der auf dieser Skala „normierte“ Mittelwert von 2011 wird als Säule im Diagramm aufgetragen. Dieses Verfahren wird auf alle Messstellen angewandt. Die Ergebnisse werden im Diagramm aufsteigend sortiert dargestellt.
- Die Verteilung oberhalb und unterhalb der x-Achse zeigt, wie ausgeprägt die Abweichungen vom langjährigen mittleren Verhalten sind. So zeigt die Abbildung der Quellschüttung beispielsweise, dass im Jahr 2011 an fünf Quellen die niedrigste Schüttung der letzten 50 Jahre zu beobachten war.

### Normierte Jahresmittelwerte 2011 im langjährigen Vergleich (seit 1961)



LU:W

Erläuterung: Dargestellt wird pro Messstelle der  
- gegen den seit 1961 jeweils kleinsten (-1) bzw. größten (+1) Jahresmittelwert - normierte Jahresdurchschnitt im Jahr 2011.

Ergebnisse 2011		Baden-Württemberg Trendmessnetz - Grundwasserstand (Auswahl)								
Messstelle	Naturraum	Grundwasser-Landschaft	Jahresminimum 2011		Jahresmaximum 2011		Mittelwert 2011	Trend [cm/Jahr]		
			[m+NN]	Datum	[m+NN]	Datum		[m+NN]	10 Jahre	20 Jahre
110/018-1	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	172,06	30.05.	172,51	24.01.	172,2	1,8	1,4	-0,1
104/019-6	Markgräfler Rheinebene	Quart. Talfüllungen	190,11	12.09.	190,80	10.01.	190,34	-0,9	0,1	0,8
115/019-6	Markgräfler Rheinebene	Quart. Talfüllungen	183,03	07.03.	183,36	25.07.	183,18	1,2	0,9	-0,5
115/066-9	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	153,05	28.11.	154,71	10.01.	153,45	0,2	0,5	0,8
133/068-0	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	171,23	05.12.	172,07	24.01.	171,48	2,2	1,3	0,4
102/070-7	Freiburger Bucht	Quart. Talfüllungen	217,08	28.11.	218,64	10.01.	217,68	-2,4	-0,3	0,1
104/071-8	Markgräfler Hügelland	Quart. Talfüllungen	252,75	19.12.	256,57	10.01.	254,45	-8,5	-0,6	-
102/073-1	Hochschwarzwald	nicht bearbeitet	336,62	28.11.	338,65	17.01.	337,13	-2,4	1,2	-0,1
110/073-8	Dinkelberg	nicht bearbeitet	291,72	05.12.	293,32	17.01.	292,11	-0,7	-0,7	-1,0
103/115-2	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	144,56	28.11.	146,26	10.01.	144,91	3,7	-2,5	-1,0
100/119-1	Freiburger Bucht	Quart. Talfüllungen	206,01	05.12.	207,32	17.01.	206,44	-2,0	-0,9	-1,1
124/123-1	Dinkelberg	Quart. Talfüllungen	329,25	28.11.	330,59	17.01.	329,48	-0,8	-0,4	-0,3
103/161-0	Nördliche Oberrhein-Niederung	Quart. Talfüllungen	109,65	28.03.	111,32	17.01.	110,19	-0,6	-0,4	0,0
143/161-2	Nördliche Oberrhein-Niederung	Quart. Talfüllungen	114,97	28.11.	115,64	17.01.	115,16	2,3	0,6	0,7
120/162-0	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	120,92	11.07.	121,74	10.01.	121,15	0,2	0,1	0,2
157/162-8	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	121,79	05.12.	123,60	17.01.	122,17	-0,1	-0,5	0,2
105/164-3	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	156,06	14.11.	157,95	17.01.	157,14	-3,1	-2,6	-0,8
115/211-5	Nördliche Oberrhein-Niederung	Quart. Talfüllungen	109,84	13.06.	111,26	17.01.	110,1	0,2	-0,1	0,1
124/211-6	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	115,80	31.10.	116,51	10.01.	115,99	0,7	0,3	0,2
160/223-0	Hochrheintal	Quart. Talfüllungen	316,93	06.03.	318,53	06.02.	317,37	-1,4	-0,7	-
227/259-1	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	108,94	05.12.	109,56	14.02.	109,24	-0,4	1,1	2,0
150/260-6	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	112,86	05.12.	113,82	17.01.	113,27	-3,4	0,4	2,7
133/304-6	Hessische Rheinebene	Quart. Talfüllungen	94,30	26.12.	95,59	14.02.	94,98	-3,4	5,1	-
733/304-4	Hessische Rheinebene	Quart. Talfüllungen	92,08	03.10.	92,79	04.04.	92,36	-4,0	5,4	-
104/305-6	Neckar-Rheinebene	Quart. Talfüllungen	87,24	28.11.	90,97	17.01.	88,23	-3,8	-1,3	0,0
104/307-0	Hardtebenen	Quart. Hangschutt	100,27	26.12.	100,81	28.03.	100,55	-6,1	1,8	-1,4
108/308-7	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	106,34	28.11.	107,00	10.01.	106,58	-0,6	-0,7	-1,0
101/320-1	Baar	Quart. Talfüllungen	674,53	04.07.	675,55	10.01.	674,76	-0,6	-0,5	-1,0
100/321-9	Hegau-Alb	Muschelkalk	683,51	04.07.	685,07	10.01.	684,11	2,9	0,3	-0,4
100/355-1	Bergstraße	Quart. Talfüllungen	96,53	12.12.	97,94	31.01.	96,94	-9,1	0,7	2,3
105/370-3	Hegau-Alb	Quart. Talfüllungen	651,90	07.11.	655,17	20.06.	652,68	4,7	2,5	3,5
132/422-5	Hegau	Quart. Talfüllungen	418,39	05.12.	419,15	24.01.	418,74	-0,8	1,0	-
105/470-3	Donau-Ablach-Platten	nicht bearbeitet	614,70	14.06.	615,25	12.01.	614,92	-0,6	0,0	-
167/508-9	Neckarbecken	Quart. Talfüllungen	153,82	21.11.	154,65	10.01.	154,05	-1,7	-0,1	-
100/516-6	Mittlere Kuppenalb	Malm Weißjura	689,82	12.12.	695,09	31.01.	691,43	-18,5	-2,8	-
100/517-0	Hohe Schwabenalb	Malm Weißjura	680,73	05.12.	689,17	24.01.	683,08	-22,4	-9,1	-
20/520-3	Oberschwäbisches Hügelland	nicht bearbeitet	619,03	05.12.	620,23	07.02.	619,66	-6,1	0,1	-
3/568-8	Donau-Ablach-Platten	nicht bearbeitet	524,64	21.11.	525,87	10.01.	524,84	-0,3	0,0	-
110/623-5	Oberschwäbisches Hügelland	nicht bearbeitet	412,14	26.12.	412,83	07.02.	412,42	-1,7	-0,5	-
130/623-6	Bodenseebecken	Quart. Talfüllungen	398,94	05.12.	400,10	17.01.	399,33	-2,5	-0,8	-
107/666-2	Mittlere Flächenalb	nicht bearbeitet	517,62	19.12.	525,61	31.01.	521,19	-4,5	4,8	-
148/717-0	Flachland der unteren Riss	nicht bearbeitet	492,58	28.11.	493,52	17.01.	492,81	0,5	0,7	-
125/721-3	Riss-Aitrach-Platten	Quart. Talfüllungen	651,91	11.07.	653,15	24.01.	652,35	-1,8	-1,0	-
102/762-4	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	500,12	05.12.	506,82	17.01.	501,99	-12,3	-0,7	0,0
154/767-1	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	507,07	05.12.	508,22	17.01.	507,36	-0,2	1,0	-
109/768-9	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	530,15	28.11.	530,85	17.01.	530,38	-1,5	-1,1	0,0
132/768-3	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	517,01	14.11.	517,42	17.01.	517,15	3,6	1,6	-0,4
111/769-0	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	552,21	05.12.	552,85	17.01.	552,43	-1,4	-0,7	-0,1
104/770-4	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	572,78	19.12.	573,29	24.01.	572,98	1,9	0,9	-0,3
177/770-1	Riss-Aitrach-Platten	Quart. Talfüllungen	593,49	05.12.	594,66	24.01.	593,85	-2,9	-2,1	-
110/773-2	Westallgäuer Hügelland	Quart. Talfüllungen	713,22	28.11.	715,22	17.01.	714,01	-3,2	-1,4	-
102/814-8	Donauried	Quart. Talfüllungen	443,45	05.12.	445,69	14.02.	444,34	-4,8	-1,7	-1,1
100/863-0	Ries-Alb	Malm / tief	447,78	28.11.	451,61	14.02.	449,34	-11,5	1,3	0,4

Ergebnisse 2011		Baden-Württemberg Trendmessnetz - Quellschüttung (Auswahl)								
Messstelle	Naturraum	Grundwasser-Landschaft	Jahresminimum 2011		Jahresmaximum 2011		Mittelwert 2011	Trend [l/s/Jahr]		
			[l/s]	Datum	[l/s]	Datum		[l/s]	10 Jahre	20 Jahre
600/071-1	Markgräfler Hügelland	Quartär Hangschutt	0,20	10.12.	1,22	29.01.	0,55	0,0	0,0	0,0
600/171-5	Hochschwarzwald	Kristallin	0,01	01.12.	1,05	15.01.	0,17	0,0	0,0	0,0
601/212-5	Nördlicher Talschwarzwald	Buntsandstein	0,69	11.07.	6,77	10.01.	2,02	0,0	0,0	0,0
600/263-6	Nördlicher Talschwarzwald	Buntsandstein	3,61	28.11.	35,50	17.01.	7,59	-0,4	-0,3	-0,2
600/268-0	Südöstlicher Schwarzwald	Buntsandstein	2,21	28.11.	28,44	24.01.	6,21	-0,3	-0,1	0,0
602/320-8	Baar-Alb und Oberes Donautal	Malm Weißjura	0,74	28.11.	9,52	03.01.	2,55	0,0	0,0	0,0
600/407-7	Kraichgau	Höherer Keuper	1,91	28.11.	6,99	28.03.	3,91	-0,1	0,0	0,0
600/468-4	Baar-Alb und Oberes Donautal	Malm Weißjura	26,00	28.11.	538,00	17.01.	103,94	-7,0	-1,3	-
602/521-3	Oberschwäbisches Hügelland	Quartär Moränen	0,46	01.12.	5,36	15.02.	2,39	0,0	0,0	0,0
600/554-9	Bauland	Muschelkalk	17,39	28.11.	121,56	10.01.	52,51	0,6	0,7	0,1
600/607-8	Hohenloher-Haller-Ebenen	Lettenkeuper	1,60	05.12.	5,53	10.01.	2,62	0,0	0,0	0,0
604/657-0	Kocher-Jagst-Ebenen	Lettenkeuper	0,05	11.07.	0,83	26.12.	0,15	0,0	0,0	0,0
600/665-7	Mittlere Flächenalb	Malm Weißjura	589,00	04.07.	15049,00	17.01.	1996,90	-64,3	3,8	0,4
601/759-1	Schwäb.-Fränk. Waldberge	Höherer Keuper	1,51	05.12.	5,23	17.01.	2,69	-0,2	0,0	0,0

### 3.2 Gesamtmessnetz - Beschaffenheit

#### Messnetzziel

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

#### Datengrundlage

Für das Jahr 2011 wurden folgende Daten ausgewertet (Messprogramme siehe Anhang A2):

- Vor-Ort-Parameter und Messprogramm N an 1.795 Landesmessstellen
- Ausgewählte PSM und Nichtrelevante Metaboliten an 550 Messstellen im Zuständigkeitsbereich der LUBW im Rahmen der SchALVO-Überwachung
- Sonderuntersuchung: Arzneimittel und Röntgenkontrastmittel

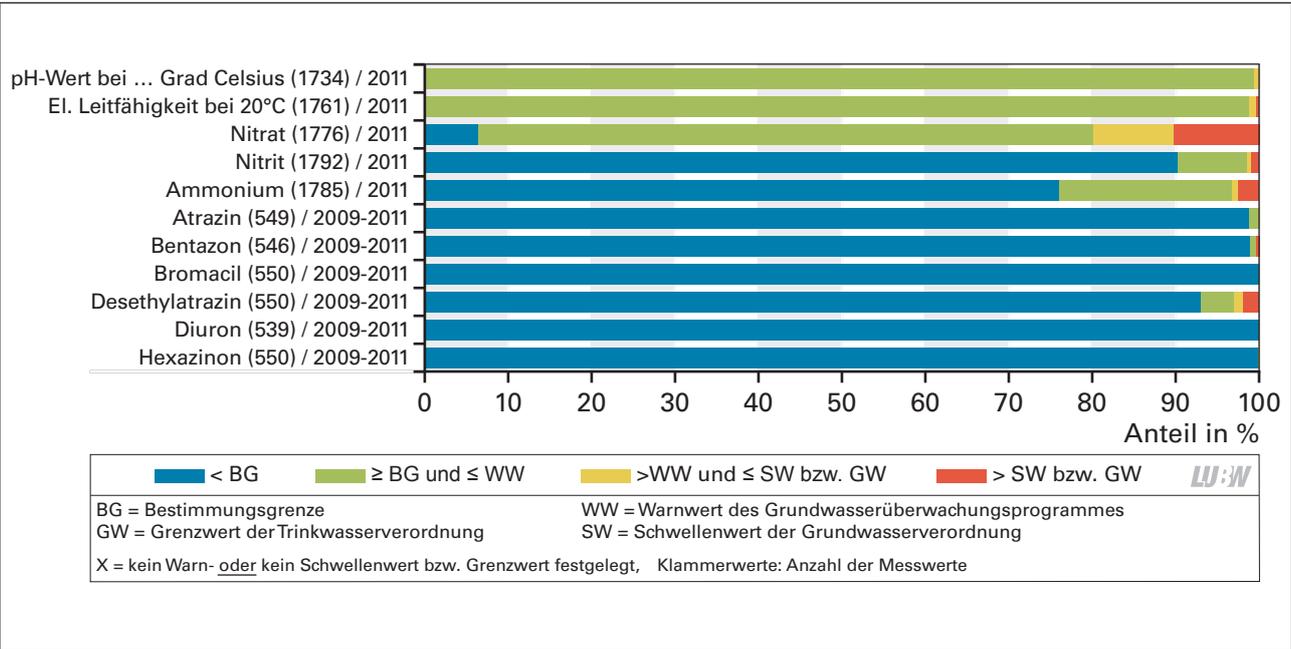
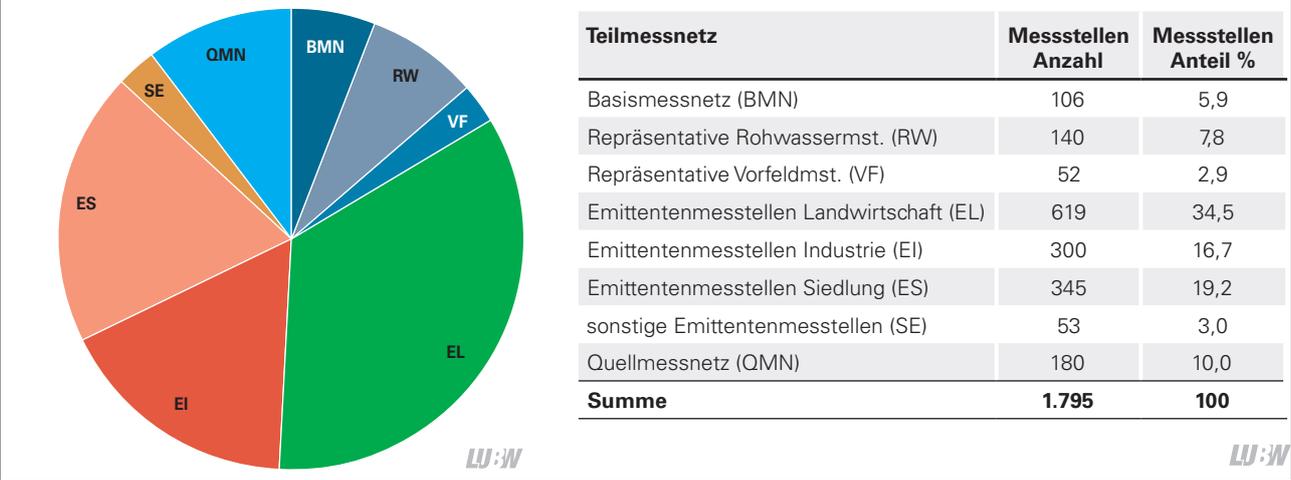


Tabelle 3.2-1: Ergebnisse 2011 – Baden-Württemberg ALLE: Vor-Ort-Parameter und Messprogramm N

Parameter	Dimen- sion	Anzahl Mess- stellen	> BG		> WW		> GW		Mit- tel- wert	Min	P10	P50	P90	Max
			Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%						
Temperatur	°C	1734	1734	100	12	0,7	-	-	12,3	6,3	9,6	12,1	15	46,7
El. Leitfähigkeit bei 20 °C	mS/m	1761	1761	100	21	1,2	7	0,4	67,8	2,4	28,1	65,5	98,0	846
pH-Wert bei ...°C	-	1731	1731	100	131	7,6	131	7,6	7,08	4,80	6,68	7,13	7,40	8,92
Sauerstoff	mg/l	1714	1642	95,8	-	-	-	-	5,5	0,1	<0,5	5,9	9,6	11,4
Sauerstoffsättigungsindex	%	1660	1643	99,0	-	-	-	-	54,0	1,0	6,0	58,5	92,0	111,0
Nitrat	mg/l	1776	1663	93,6	353	19,9	184	10,4	23,2	0,4	1,8	18,4	50,9	171,0
Nitrit	mg/l	1792	176	9,8	25	1,4	18	1,0	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,32
Ammonium	mg/l	1785	429	24,0	58	3,2	47	2,6	0,065	0,010	<0,010	<0,010	0,053	6,2

LUBW

Tabelle 3.2-2: Ergebnisse 2009- 2011 – Baden-Württemberg ALLE, PSM im Rahmen der SchALVO-Überwachung – Messstellen im Zuständigkeitsbereich der LUBW

Parameter	Dimen- sion	Anzahl Mess- stellen	> BG		> WW		> GW		Mit- tel- wert	Min	P10	P50	P90	Max
			Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%						
Atrazin	µg/l	549	7	1,3	0	0	0	0	0,05	0,03	<0,05	<0,05	<0,05	0,07
Bentazon	µg/l	546	6	1,1	2	0,4	2	0,4	0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,29
Bromacil	µg/l	550	0	0	0	0	0	0	0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	-
Desethylatrazin	µg/l	550	39	7,1	17	3,1	11	2	0,05	0,03	<0,05	<0,05	<0,05	0,22
Desethylterbuthylazin	µg/l	550	0	0	0	0	0	0	0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	-
Desisopropylatrazin	µg/l	550	0	0	0	0	0	0	0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	-
Diuron	µg/l	539	0	0	0	0	0	0	0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	-
Flusilazol	µg/l	539	0	0	0	0	0	0	0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	-
Hexazinon	µg/l	550	1	0,2	0	0	0	0	0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05
Isoproturon	µg/l	539	0	0	0	0	0	0	0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	-
MCPA (4-Chlor-2-methyl- phenoxyessigsäure)	µg/l	548	1	0,2	0	0	0	0	0,05	0,08	<0,05	<0,05	<0,05	0,08
Mecoprop (MCCPP)	µg/l	548	0	0	0	0	0	0	0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	0,08
Metalaxyl	µg/l	550	1	0,2	1	0,2	1	0,2	0,05	0,15	<0,05	<0,05	<0,05	0,15
Metazachlor	µg/l	550	0	0	0	0	0	0	0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	-
Metolachlor	µg/l	550	0	0	0	0	0	0	0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	-
Propazin	µg/l	550	0	0	0	0	0	0	0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	-
Simazin	µg/l	550	1	0,2	0	0	0	0	0,05	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	0,06
Terbuthylazin	µg/l	550	0	0	0	0	0	0	0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	-

LUBW

Tabelle 3.2-3: Ergebnisse 2009 bis 2011 – Baden-Württemberg: Nichtrelevante Metaboliten im Rahmen der SchALVO-Überwachung - Messstellen im Zuständigkeitsbereich der LUBW

Wirkstoff/Metabolit	Dimension	Anzahl Messstellen	<0,05	≥0,05 bis 0,1	>0,1 bis 1,0	>1,0 bis 3,0	>3,0 bis 10	>10	Max
DMS (N,N-Dimethylsulfamid)	µg/l	552	444	37	56	9	5	1	10,65
Desphenylchloridazon (Metabolit B)	µg/l	553	315	34	156	37	11	0	5,5
Methyl-desphenylchloridazon (Metabolit B1)	µg/l	552	426	51	69	6	0	0	2,2
Metabolit CGA 380168/CGA 354743 von S-Metolachlor (Metolachlorsulfonsäure)	µg/l	541	528	4	8	1	0	0	1,6
Metabolit CGA 51202/CGA 351916 von S-Metolachlor (Metolachlorsäure)	µg/l	540	521	4	15	0	0	0	0,49
Metabolit NOA 413173 von S-Metolachlor	µg/l	540	523	7	8	2	0	0	1,19
Metabolit BH 479-8 von Metazachlor (Metazachlorsulfonsäure)	µg/l	541	490	24	26	1	0	0	1,2
Metabolit BH 479-4 von Metazachlor (Metazachlorsäure)	µg/l	541	532	7	2	0	0	0	0,48
Metabolit CGA 354742 von Dimethachlor (Dimethachlorsulfonsäure)	µg/l	541	529	1	11	0	0	0	0,47
Metabolit CGA 369873 von Dimethachlor	µg/l	537	434	28	74	1	0	0	1,2
2,6-Dichlorbenzamid	µg/l	550	541	6	3	0	0	0	0,18

LUBW

Tabelle 3.2-4: Ergebnisse 2011 – Baden-Württemberg: Arzneimittel und Röntgenkontrastmittel an risikobasiert ausgewählten Messstellen

Parameter	Dimension	Anzahl Messstellen	> BG Anzahl	%	> WW Anzahl	%	> GW Anzahl	%	Mittelwert	Min	P10	P50	P90	Max
Diclofenac	ng/l	20	2	10	-	-	-	-	30	110	<10	<10	60	300
Fenoprofen	ng/l	20	0	0	-	-	-	-	10	-	<10	<10	<10	-
Ibuprofen	ng/l	20	0	0	-	-	-	-	10	-	<10	<10	<10	-
Indometacin	ng/l	20	0	0	-	-	-	-	10	-	<10	<10	<10	-
Ketoprofen	ng/l	20	0	0	-	-	-	-	10	-	<10	<10	<10	-
Naproxen	ng/l	20	1	5	-	-	-	-	10,4	19	<10	<10	<10	19
Acetaminophen (Paracetamol)	ng/l	20	0	0	-	-	-	-	0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	-
Bezafibrat	ng/l	20	1	5	-	-	-	-	11	25	<10	<10	<10	25
Clofibrinsäure	ng/l	20	0	0	-	-	-	-	10	-	<10	<10	<10	-
Etofibrat	ng/l	20	0	0	-	-	-	-	10	-	<10	<10	<10	-
Fenofibrinsäure	ng/l	20	0	0	-	-	-	-	10	-	<10	<10	<10	-
Fenofibrat	ng/l	20	0	0	-	-	-	-	10	-	<10	<10	<10	-
Gemfibrozil	ng/l	20	0	0	-	-	-	-	10	-	<10	<10	<10	-
Carbamazepin	ng/l	20	9	45	-	-	-	-	71	12	<10	<10	185	620
Pentoxifyllin	ng/l	20	0	0	-	-	-	-	10	-	<10	<10	<10	-
Diazepam	ng/l	20	0	0	-	-	-	-	10	-	<10	<10	<10	-
Iopamidol	ng/l	20	8	40	-	-	-	-	337,4	18	<10	<10	195	6000
Iopromid	ng/l	20	0	0	-	-	-	-	10	-	<10	<10	<10	-
Iomeprol	ng/l	20	2	10	-	-	-	-	10,5	12	<10	<10	11	18
Amidotrizoesäure	ng/l	20	9	45	-	-	-	-	76,6	12	<10	<10	265	400
Iodipamid	ng/l	20	0	0	-	-	-	-	10	-	<10	<10	<10	-
Iohexol	ng/l	20	0	0	-	-	-	-	10	-	<10	<10	<10	-
Ioxithalaminsäure	ng/l	20	3	15	-	-	-	-	11	12	<10	<10	13	18
Ioxaglinsäure	ng/l	20	0	0	-	-	-	-	10	-	<10	<10	<10	-
Iotalaminsäure	ng/l	20	0	0	-	-	-	-	10	-	<10	<10	<10	-

LUBW

weitere Hinweise siehe Anhang A5

## 4 Ausblick und Berichtswesen

### 4.1 Messnetzbetrieb

Im Jahr 2012 stehen bei der landesweiten Zustandserhebung des Grundwassers wieder landwirtschaftstypische Stoffe und Parameter auf dem Programm. Daneben werden die bisher durchgeführten Controllingprogramme wie für die SchALVO 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 fortgesetzt.

### 4.2 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.

### 4.3 Datenverarbeitung

Neue Funktionalitäten für den Bereich Grundwasser wurden besonders für die Vollzugsunterstützung (u.a. SchALVO-Nitrateinstufung) und für Berichtspflichten entwickelt. Außerdem konnte 2010 die Grundwasserdatenbank als Produktionsanwendung bei den Abfallwirtschaftsbetrieben unter dem Namen GWDB+D erfolgreich eingeführt werden.

In der nächsten Version 2012 sind zahlreiche Neuerungen für die Erfassung und Auswertung von Daten geothermischer Anlagen vorgesehen (Temperaturfelder, Daten Leitlinien Qualitätssicherung, etc.). Außerdem werden neue Trendberechnungsverfahren und Trendtests nach den Vorgaben des § 10 der Grundwasserverordnung eingeführt.

### 4.4 Berichtswesen - Internet - weitere Projekte

Auf den Internetseiten der LUBW <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de> sind u. a. unter „Service - Publikati-

onen - Wasser - Grundwasser“ die jährlichen Berichte „Ergebnisse der Beprobungen“ von 1991 bis 2010 eingestellt. In Papierform sind die Berichte bei der LUBW erhältlich (Adresse siehe Impressum).

Daten zu Grundwasserqualität und -menge der LUBW werden nicht mehr wie bisher auf CD, sondern unter dem eingeführten Titel „Jahresdatenkatalog Grundwasser“ im Internet bereitgestellt (<http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/68854/>). Die Daten lassen sich als Tabelle und/oder Diagramm darstellen und exportieren.

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. Ganglinien belegen die kurzfristige Entwicklung, Trendlinien die langfristige Tendenz über die letzten 30 Jahre. Seit August 2006 werden mögliche Entwicklungen der Grundwasserstände und der Quellschüttungen im bevorstehenden Monat prognostiziert und als zusätzliche Ganglinie dargestellt. 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 Ly-simeters **Büchig-Blankenloch** 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.

Die grenzüberschreitende Bestandsaufnahme 2009 der Grundwasserqualität im Oberrheingraben wurde abgeschlossen, der Abschlussbericht unter Federführung der Région Alsace erscheint im Herbst 2012.

Seit 2009 wird das grenzüberschreitende Projekt „Länderübergreifende Organisation für Grundwasserschutz am Oberrhein“ (LOGAR) bearbeitet, das im Jahr 2012 abgeschlossen wird. Wesentliche Teile der aus dem MoNit-Projekt hervorgegangenen Modellkette werden in LOGAR eingesetzt, um weitere Betrachtungen zum Nitratreintrag in das Grundwasser sowie zu dessen Transport im Grundwasser für Vergangenheit und Zukunft anzustellen. Neu hinzugekommen ist die Betrachtung des Eintrags und Transports von PSM. Ein wesentliches Ergebnis von LOGAR wird die Erarbeitung und Unterzeichnung einer Vereinbarung sein, welche den Projektpartnern den Rahmen für eine über die Projektlaufzeit hinausgehenden Zusammenarbeit im Bereich des Grundwasserschutzes der grenzüberschreitenden Ressource Grundwasser vorgibt.

Im Rahmen des Kooperationsvorhabens KLIWA („Klima-  
veränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft“) wurde mittels komplexer statistischer Untersuchungen aufgezeigt, inwieweit in den Messdaten (Grundwasserstand und Quellschüttung) bereits signifikante Veränderungen im Langzeitverhalten als mögliche Folge des Klimawandels feststellbar sind. Der Bericht „Langzeitverhalten von Grundwasserständen, Quellschüttungen und grundwasserbürtigen Abflüssen in Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz“ wurde 2011 fertiggestellt und in der Reihe KLIWA-Berichte als Heft 16 veröffentlicht.

<http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/214684/?shop=true>

<http://www.kliwa.de/index.php?pos=ergebnisse/hefte/>

## 4.5 Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg (HGE)

### - HGE Südlicher Kraichgau 2

Ministerialdirektor Helmfried Meinel stellte die HGE „Südlicher Kraichgau“ am 24. November 2011 im Rathaus Bretten der Öffentlichkeit vor. Im Jahr 2008 erschien Mappe 1 mit der Grundkarte, im Jahr 2011 Mappe 2 mit Informationen zum Hydrogeologischen Aufbau, zur Grundwasserndynamik und zum Grundwasserhaushalt. Insgesamt unterstützte das Umweltministerium diese HGE mit über 250.000 Euro. An der Bearbeitung beteiligt waren das Regierungspräsidium Karlsruhe, das Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau im Regierungspräsidium Freiburg,

die Stadt Karlsruhe und die Landkreise Karlsruhe, Heilbronn und Enzkreis sowie die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg.

### - HGE Böblingen (Würm-Schwippe) 1

Die Grundkarte ist in Bearbeitung. Beteiligt sind das Regierungspräsidium Stuttgart, das Landratsamt Böblingen und die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg.

### - HGE Schussen-Riß

Unter Federführung des Regierungspräsidiums Tübingen wird 2012 die HGE Schussen-Riß begonnen. Beteiligt sind die Landratsämter Alb-Donau-Kreis, Biberach, Ravensburg und Bodenseekreis sowie die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg und das Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau im Regierungspräsidium Freiburg.

### - HGE Odenwald-Kraichgau

Unter Federführung des Regierungspräsidiums Karlsruhe wird 2012 die HGE Odenwald-Kraichgau weiter bearbeitet. Beteiligt sind die Landratsämter Rhein-Neckar-Kreis und Neckar-Odenwald-Kreis, die Stadt Heidelberg, die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg und das Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau im Regierungspräsidium Freiburg sowie der hessische Kreis Bergstraße und das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie.

# 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 [www.lubw.baden-wuerttemberg.de](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de) unter den Rubriken „Service - Publikationen - Wasser - Grundwasser“ oder unter „Themen - Wasser - Grundwasser - Grundwasserüberwachungsprogramm“ zu finden.

## 5.1 Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg

KLIWA (2011)

LUBW - Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Karlsruhe, Bayerisches Landesamt für Umwelt (BLfU), Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (LUWG): „Langzeitverhalten von Grundwasserständen, Quellschüttungen und grundwasserbürtigen Abflüssen in Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz“ - KLIWA-Berichte, Heft 16, 148 Seiten, 129 Abbildungen, 9 Tabellen, 1 CD-ROM, Karlsruhe, Hof, Mainz, 2011

LUBW u.a. (2011)

LUBW - Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Karlsruhe, Regierungspräsidium Freiburg, Abt. 9 - Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB): „Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg, Südlicher Kraichgau Mappe 2 - „Hydrogeologischer Bau, Grundwasserdynamik, Grundwasserhaushalt“ - Mappe mit Beiheft, Tabellen, 9 Karten, 1 CD-ROM, LUBW, 2010

LUBW (2011)

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2010 - Fachbericht“ - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 42, Karlsruhe, 2010

LUBW (2011)

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-

Ergebnisse der Beprobung 2010 - Kurzbericht“ - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 43, Karlsruhe, 2010

LUBW u.a. (2010)

LUBW - Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Freiburg, Abt. 9 - Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB): „Hydrogeologische Karte Baden-Württemberg, Argen-Ach-Rinne und Isnyer Becken“ - Mappe mit Beiheft (142 S.), 17 Karten, 1 CD-ROM, Bezug über LUBW und LGRB, LUBW, 2010

LUBW (2010)

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2009 - Fachbericht“ - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 40, Karlsruhe, 2010

LUBW (2010)

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2009 - Kurzbericht“ - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 41, Karlsruhe, 2010

LUBW (2010)

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

LUBW u.a. (2010)

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 4 - Markierungsversuche, Abwassereinleitungen“ - Mappe mit Beiheft, Tabellen, 4 Karten, 1 CD-ROM, Bezug über LUBW, LUBW, 2010

Feuerstein, W. (2010)

Feuerstein, W.: „Metaboliten im Grundwasser“, BWagrar, Nr.4/2010, S.16-17

Gudera u. a. (2010)

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

LUBW (2009)

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

LUBW (2009)

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, 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 Grundwassergleichen), 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)

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2007 – Fachbericht“ - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 36, Karlsruhe, 2008

LUBW (2008)

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)

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2006 – Fachbericht“ - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 34, Karlsruhe, 2007

#### LUBW (2007)

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, RPLGRB-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

#### LfU (2001)

Landesanstalt für Umweltschutz Baden - Württemberg (Hrsg.): „Grundwasserüberwachungsprogramm – Leitfaden

für Probennahme und Analytik von Grundwasser“ - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 15, 2. unveränderte Auflage, Karlsruhe, 2001

#### LfU (2001)

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

#### LfU (2000)

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

## 5.2 Fachspezifische EDV-Anwendungen

#### IOSB (2011)

Usländer, T.; Batz, T. : Exploiting the Potential of Environmental Information Systems for Risk, Crisis and Environmental Management Applications In: Pillmann, W.: Enviro-Info 2011. Innovations in sharing environmental observations and information. Part 1 : Proceedings of the 25th International Conference EnviroInfo October 5 - 7, 2011, Ispra. Aachen: Shaker, 2011 (Umweltinformatik). ISBN: 978-3-8440-0451-9. S.200-209

#### KIT (2011)

Schmieder, M.; Eisenla, M.; Schmid, H.; Stumpp, J.; Usländer, T.; Hildenbrand, E.; Schneider, B.; Schuhmann, D.; Spandl, H.; Westrich, J.; Brucherseifer, A.; Tschackert, A.; Nagel, K.: GWDB - Einsatz der Fachanwendung Grundwasser Baden-Württemberg für Umweltbehörden und Deponiebetreiber In: Mayer-Föll, R.: Umweltinformationssystem Baden-Württemberg: F+E-Vorhaben KEWA; kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt, Verkehr und benachbarte Bereiche in neuen Verwaltungsstrukturen; Phase VI, 2010/11; Karlsruhe: KIT Scientific Publishing, 2011 (KIT Scientific Reports 7586) ISBN: 978-3-86644-674-8, pp.99-106

#### LUBW (2010)

Schuhmann, D.: „Handbuch Grundwasserdatenbank Version 3.5.0“, Ergänzte Neuauflage November 2010, LUBW-Fachdokumentation, Karlsruhe, 2010

#### IOSB (2010)

Schmieder, M. (ed.): GWDB - Erweiterung der Fachanwendung Grundwasser Baden-Württemberg für Umweltbehörden und Deponiebetreiber. In: Abschlussbericht R. Mayer-Föll, R. Ebel, W. Geiger (Hrsg.): UIS Baden-Württemberg, F+E Vorhaben KEWA, Phase V 2009/10, KIT Scientific Publishing, ISBN 978-3-86644-540-6, Seiten 59-66, 2010

#### Usländer (2010)

Usländer, T.: Service-oriented Design of Environmental Information Systems. Dissertation am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Fakultät für Informatik, KIT Scientific Publishing. ISBN 978-3-86644-499-7, 2010 <http://digbib.ubka.uni-karlsruhe.de/volltexte/1000016721>

#### IITB (2009)

Eisenla, M., Schmid, H., Schmieder, M., Stumpp, J., Usländer, T.: GWDB - Erweiterung der Fachanwendung 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](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=35888)

#### 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: (Jiří 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 - Fortschrittliche 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

## 6 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bezeichnung
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
GFS	Geringfügigkeitsschwellenwert der LAWA
GIS	Geografisches Informationssystem
GOW	Gesundheitlicher Orientierungswert für Trinkwasser
GrwV	Grundwasserverordnung
GÜP	Grundwasser-Überwachungs-Programm
GW	Grenzwert
GWDB	Grundwasserdatenbank der Wasserwirtschaftsverwaltung
GWD-WV	Grundwasserdatenbank Wasserversorgung
LABDÜS	Labordatenübertragungssystem
LAWA	Bund-/ Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LfU	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (1975-2005)
LUBW	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (ab 2006)
LGRB	Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 - Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau
MBG	Mindestbestimmungsgrenze
Mst.	Messstelle
Mw	Messwert
nrM	nichtrelevanter Metabolit
QMN	Quellmessnetz
QN	Qualitätsnorm der EU-Grundwasserrichtlinie 2006
RW	Rohwassermessnetz
RW-öVV	Rohwasser für öffentliche Wasserversorgung
SchALVO	Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung
SE	sonstige Emittentenmessstellen
StaLa	Statistisches Landesamt
SW	Schwellenwert der GrwV 2010
TMN	Trendmessnetz Grundwassermenge, Grundwasserstand, Quellschüttung, Lysimeter
TrinkwV	Trinkwasserverordnung
UVB	Untere Verwaltungsbehörden
VF	Vorfeldmessstellen
VGW	Verband der Gas- und Wasserwerke Baden-Württemberg e.V.
VKU	Verband kommunaler Unternehmen
WIBAS	Informationssystem Wasser, Immissionsschutz, Boden, Abfall, Arbeitsschutz
WRRL	EU-Wasserrahmenrichtlinie
WVU	Wasserversorgungsunternehmen
WW	Warnwert des Grundwasserbeschaffenheitsmessnetzes
<b>Chemische Parameter:</b>	
DEA	Desethylatrazin (Metabolit des Pflanzenschutzmittelwirkstoffs Atrazin)
DMS	N,N-Dimethylsulfamid (Metabolit des Pflanzenschutzmittelwirkstoffs Tolyfluanid)
Met B	Desphenylchloridazon (Metabolit des Pflanzenschutzmittelwirkstoffs Chloridazon)
PSM	Pflanzenschutzmittel

# Anhang

## A 1 Messstellenarten

Für die Auswertung werden die Messstellen nach Nutzung bzw. potentiellen Emittenten im Einzugsgebiet zusammengefasst. Damit ergeben sich folgende Messstellenarten (Tabelle A1):

Tabelle A1: Messstellenarten

Abkürzung	Bezeichnung
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 Beprobungskampagne Herbst 2011 (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.

Messprogramm „N“ - landesweit an 1.776 bis 1.792 Messstellen:

Nitrat, Nitrit, Ammonium

Messprogramm „Ausgewählte Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe und Nichtrelevante Metaboliten“:

- Zugelassene Wirkstoffe: Nachmessung an allen Messstellen mit Positivbefunden im Vorjahr
- Nicht mehr zugelassene Wirkstoffe: Nachmessung an allen Messstellen mit Überschreitung des Schwellenwerts im Vorjahr

- Untersuchung an den rund 550 „SchALVO“-Messstellen im Zuständigkeitsbereich der LUBW

**PSM-Wirkstoffe:** Atrazin, Bentazon, Bromacil, Desethylatrazin, Desethylterbuthylazin, Desisopropylatrazin, Diuron, Flusilazol, Hexazinon, Isoproturon, MCPA, Mecoprop (MCP), Metalaxyl, Metazachlor, Metolachlor, Propazin, Simazin, Terbuthylazin

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

## 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

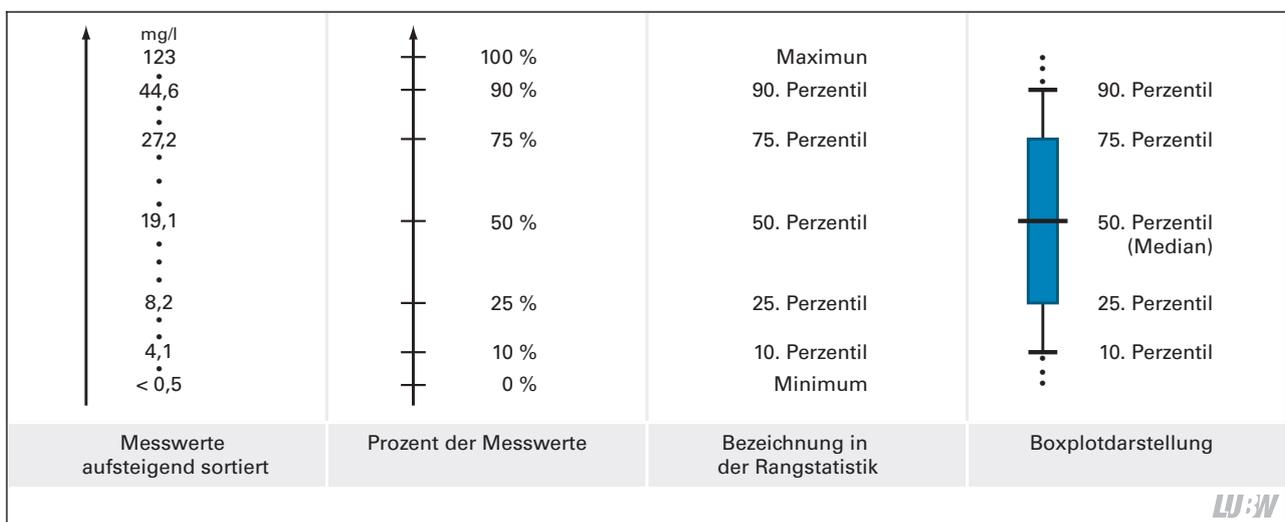
Für rangstatistische Auswertungen werden die Daten zunächst aufsteigend und ohne Berücksichtigung des „<“-Zeichens sortiert. Das gesamte Datenkollektiv entspricht 100 %, der Messwert an der 50 %-Marke ist der Medianwert (50. Perzentil, P50), d.h. 50 % der Messwerte liegen über, 50 % der Messwerte unter dem Medianwert. Analog liegen unter dem 10. Perzentil 10 % der Messwerte, 90 % darüber (siehe Abbildung A1).

### A 3.3 Zeitreihenstatistik: Trends an konsistenten und periodisch konsistenten Messstellengruppen

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. Hinsicht-

lich der Namensgebung „konsistent“ und „periodisch konsistent“ werden folgende Vereinbarungen getroffen: Liegt für jedes Jahr im betrachteten Zeitraum für jede Messstelle mindestens ein Wert vor - d.h. ohne Unterbrechungen in der Datenreihe -, 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 (SW, GW, WW, BG) darzustellen.



LUBW

Abbildung A1: Beispiel für die Rangstatistik und die Boxplotdarstellung

#### A 4 Bestimmungsgrenzen, Rechenvorschriften, Grenzwerte, Warnwerte, Schwellenwerte

- Bei der Angabe „Anzahl Messstellen mit Messwerten größer Bestimmungsgrenze“ ist zu berücksichtigen, dass die Bestimmungsgrenzen eines Parameters von Labor zu Labor teilweise unterschiedlich sind (Tabelle 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 von Werten von Summenparametern: 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 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 ausgedrückt und dann erst gegen den Grenzwert geprüft. Bei der Verarbeitung der Daten in der Grundwasserdatenbank wird daher folgende Vorgehensweise praktiziert:

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

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

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

In Tabelle A2 sind einige Kenngrößen für alle untersuchten Parameter zusammengestellt:

- Parameter mit Dimension und Anzahl der Messwerte < Bestimmungsgrenze,
- bei den Messungen der Laboratorien häufig auftretende Bestimmungsgrenzen und die geforderte Mindestbestimmungsgrenze (MBG),
- Warnwerte (WW), die im Rahmen des Grundwasserüberwachungsprogramms festgelegt wurden und keinen rechtlichen Charakter haben. Sie orientieren sich i.a. an gesetzlichen Grenz- und Richtwerten sowie an sonstigen Empfehlungen. Bei Parametern, für die in der Grundwasserverordnung Schwellenwerte angegeben sind, beträgt der Warnwert 75 % dieses Schwellenwerts. Bei weiteren Parametern, für die in der Trinkwasserverordnung Grenzwerte angegeben sind, beträgt der Warnwert 80 % dieses Grenzwerts. Die Warnwerte werden bei Bedarf neueren Erkenntnissen angepasst.
- Grenzwerte (GW) für chemische Stoffe und einzelne Parameter der Trinkwasserverordnung vom 21.05.2001 bzw. der Neufassung der TrinkwV vom 28.11.2011. Die Anwendung der Trinkwassergrenzwerte als Grenzwerte im rechtlichen Sinne auf nicht für Trinkwasserzwecke verwendetes Grundwasser ist nicht zulässig und geschieht im vorliegenden Bericht nur hilfsweise für Vergleichszwecke.
- Schwellenwerte (SW) der Grundwasserverordnung vom 09.11.2010.
- Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) für Trinkwasser. Die Anwendung der GOW auf Grundwasser erfolgt im vorliegenden Bericht nur hilfsweise für Vergleichszwecke.

Tabelle A2: Bei den Beprobungen 2011 bzw. 2009-2011 häufig auftretende Bestimmungsgrenzen, Mindestbestimmungsgrenze (MBG), Warnwerte (WW) des Grundwasserüberwachungsprogramms, Grenzwerte (GW) der Neufassung der Trinkwasserverordnung vom 28.11.2011 und Schwellenwerte (SW) der Grundwasserverordnung vom 09.11.2010

Parameter	Dim	Anzahl Messwerte < BG <sup>1)</sup>	Bestimmungsgrenzen <sup>2)</sup>	MBG	WW	GW	SW
<b>Beprobung Herbst 2011</b>							
Temperatur	° C	0	entfällt	entfällt	20	-	-
Elektrische Leitfähigkeit bei 20 °C	mS/m	0	entfällt	entfällt	200	250	-
pH-Wert bei ...°C	-	0	entfällt	entfällt	6,5/9,5	6,5/9,5	-
Sauerstoff	mg/l	72	<b>0,2 / 0,5</b>	0,5	-	-	-
Sauerstoffsättigungsindex	%	entfällt	entfällt	entfällt	-	-	-
Nitrat	mg/l	113	<b>0,5</b>	0,5	37,5	50	50
Nitrit	mg/l	1616	<b>0,01</b>	0,01	0,08	0,1 <sup>3)</sup>	-
Ammonium	mg/l	1356	<b>0,01</b>	0,01	0,375	0,5	0,5
<b>Beprobung 2009-2011 „SchALVO“-Messstellen im Zuständigkeitsbereich der LUBW</b>							
Atrazin	µg/l	542	<b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1	0,1
Bentazon	µg/l	540	<b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1	0,1
Bromacil	µg/l	550	<b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1	0,1
Desethylatrazin	µg/l	511	<b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1	0,1
Desethylterbutylazin	µg/l	550	<b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1	0,1
Desisopropylatrazin	µg/l	550	<b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1	0,1
Diuron	µg/l	539	<b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1	0,1
Flusilazol	µg/l	539	<b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1	0,1
Hexazinon	µg/l	549	<b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1	0,1
Isoproturon	µg/l	539	<b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1	0,1
MCPA	µg/l	547	<b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1	0,1
Mecoprop (MCP)	µg/l	548	<b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1	0,1
Metalaxyl	µg/l	549	<b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1	0,1
Metazachlor	µg/l	550	<b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1	0,1
Metolachlor	µg/l	550	<b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1	0,1
Propazin	µg/l	550	<b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1	0,1
Simazin	µg/l	549	<b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1	0,1
Terbutylazin	µg/l	550	<b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1	0,1

<sup>1)</sup> Die Anzahl der vorkommenden Werte „> BG“ ergibt sich aus der statistischen Übersicht des Gesamtmessnetzes (Kapitel 3.2)

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

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

Tabelle A3: Bei den Beprobungen 2009-2011 der „SchALVO“-Messstellen im Zuständigkeitsbereich der LUBW häufig auftretende Bestimmungsgrenzen, Mindestbestimmungsgrenze (MBG), Gesundheitlicher Orientierungswert (GOW)

Parameter	Dim	Anzahl Messwerte < BG <sup>1)</sup>	Bestimmungsgrenzen <sup>2)</sup>	MBG	GOW <sup>3)</sup>
DMS (N,N-Dimethylsulfamid)	µg/l	435	<b>0,05</b>	0,05	1,0
Desphenylchloridazon (Metabolit B)	µg/l	307	<b>0,05</b>	0,05	3,0
Methyl-desphenylchloridazon (Metabolit B1)	µg/l	405	0,03 / <b>0,05</b>	0,05	3,0
Metabolit CGA 380168/CGA 354743 von S-Metolachlor (Metolachlorsulfonsäure)	µg/l	526	0,03 / <b>0,05</b>	0,05	3,0
Metabolit CGA 51202/CGA 351916 von S-Metolachlor (Metolachlorsäure)	µg/l	518	0,03 / <b>0,05</b>	0,05	3,0
Metabolit NOA 413173 von S-Metolachlor	µg/l	523	<b>0,05</b>	0,05	1,0
Metabolit BH 479-8 von Metazachlor (Metazachlorsulfonsäure)	µg/l	484	0,03 / <b>0,05</b>	0,05	3,0
Metabolit BH 479-4 von Metazachlor (Metazachlorsäure)	µg/l	529	0,03 / <b>0,05</b>	0,05	1,0
Metabolit CGA 354742 von Dimethachlor (Dimethachlorsulfonsäure)	µg/l	528	0,03 / <b>0,05</b>	0,05	3,0
Metabolit CGA 369873 von Dimethachlor	µg/l	422	0,03 / <b>0,05</b>	0,05	1,0
2,6-Dichlorbenzamid	µg/l	538	<b>0,05</b>	0,05	3,0

<sup>1)</sup> Die Anzahl der vorkommenden Werte „> BG“ ergibt sich aus der statistischen Übersicht des Gesamtmessnetzes (Kapitel 3.2)

<sup>2)</sup> Bestimmungsgrenzen, die in weniger als 3 % der Fälle auftreten, sind nicht berücksichtigt. Bestimmungsgrenzen, die in mehr als 30% der Fälle auftreten, sind **fett** gedruckt

<sup>3)</sup> GOW = Gesundheitliche Orientierungswerte, Bewertungsstand 31.01.2012 unter: [www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwassertoxikologie/tabelle\\_gow\\_nrm.pdf](http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwassertoxikologie/tabelle_gow_nrm.pdf)



## A 5 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 numerischer Wert „< 0,05“ µg/l als negativer Befund betrachtet wird.





