



Grundwasserschutz 36

Grundwasser-Überwachungsprogramm

 Ergebnisse der Beprobung 2007



Baden-Württemberg

Grundwasser-Überwachungsprogramm

 Ergebnisse der Beprobung 2007

The text 'Ergebnisse der Beprobung 2007' is preceded by a small black silhouette of a lion, which is the logo of the Baden-Württemberg state government.

| | |
|--------------------|--|
| HERAUSGEBER | LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe www.lubw.baden-wuerttemberg.de |
| BEARBEITUNG | LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Referat 42 - Grundwasser, Baggerseen |
| REDAKTION | LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Referat 42 - Grundwasser, Baggerseen |
| BEZUG | Diese Broschüre ist für 15,- Euro erhältlich bei der Verlagsauslieferung der LUBW, JVA Mannheim - Druckerei, Herzogenriedstraße 111, 68169 Mannheim, Telefax 0621/398-370 bibliothek@lubw.bwl.de sowie als Download unter: www.lubw.baden-wuerttemberg.de |
| ISSN | 1437-0131 (Reihe Grundwasserschutz Bd. 36, 2008) |
| STAND | Juli 2008, 1. Auflage |
| DRUCK | SchwaGeDruck, 76287 Rheinstetten Gedruckt auf Recyclingpapier |

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

| | |
|---|-----------|
| Abkürzungsverzeichnis | 5 |
| DIE WICHTIGSTEN ERGEBNISSE IM ÜBERBLICK | 6 |
| 1 GRUNDWASSERMESSNETZ BADEN-WÜRTTEMBERG | 12 |
| 1.1 Zielsetzung | 12 |
| 1.2 Organisation des Landesmessnetzes | 12 |
| 1.3 Organisation des Kooperationsmessnetzes | 13 |
| 1.4 Qualitätssicherung im Rahmen des Messnetzbetriebes | 14 |
| 1.4.1 Qualitätssicherung Stammdaten | 14 |
| 1.4.2 Qualitätssicherung Probennahme | 14 |
| 1.4.3 Qualitätssicherung Analytik | 15 |
| 1.5 Datenverarbeitung in der Grundwasserdatenbank | 15 |
| 1.5.1 Geothermie/Erdwärmesonden | 16 |
| 1.5.2 Prognoseverfahren für Grundwasserstände und Quellschüttungen | 17 |
| 1.5.3 Weiterentwicklung | 17 |
| 2 DAS GRUNDWASSER 2007 IN BADEN-WÜRTTEMBERG | 18 |
| 2.1 Hydrologische Situation | 18 |
| 2.2 Grundwasserneubildung aus Niederschlägen | 20 |
| 2.3 Die Grundwasservorräte 2007 in Baden-Württemberg | 20 |
| 2.3.1 Datengrundlage und allgemeine Zustandsbeschreibung | 20 |
| 2.3.2 Überregionale Grundwasserverhältnisse | 22 |
| 2.4 Nitrat | 26 |
| 2.4.1 Nitrat im Grundwasserbeschaffenheitsmessnetz der LUBW (Landesmessnetz) | 27 |
| 2.4.1.1 Statistische Kennzahlen für die verschiedenen Emittentengruppen | 27 |
| 2.4.1.2 Räumliche Verteilung und Regionalisierung | 28 |
| 2.4.1.3 Kurzfristige Veränderungen (Vergleich zu den beiden Vorjahren) | 28 |
| 2.4.1.4 Mittelfristige Veränderungen (Entwicklung seit 1994) | 33 |
| 2.4.2 Nitrat in Wasserschutzgebieten (SchALVO-Auswertungen) | 35 |
| 2.4.2.1 Nitratklassengebiete: Kurzfristige Veränderungen (Vergleich zu den sechs Vorjahren) | 37 |
| 2.4.2.2 Mittelfristige Veränderungen innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten (Entwicklung seit 1994) | 39 |
| 2.4.3 Nitrat in der Wasserrahmenrichtlinie | 40 |
| 2.4.3.1 Abgrenzung der gefährdeten Grundwasserkörper (gGWK) | 40 |
| 2.4.3.2 Ergebnisse des Monitorings 2005 und 2006 (Immission) | 43 |
| 2.4.3.3 Berechnung der Nitratkonzentrationen im Sickerwasser (Emission) | 44 |
| 2.4.3.4 Plausibilitätsbetrachtung | 44 |
| 2.4.3.5 Erfordernis weitergehender Maßnahmen | 46 |
| 2.4.3.6 Maßnahmenprogramme | 48 |
| 2.5 Pflanzenschutzmittel (PSM) | 50 |
| 2.5.1 Zulassung, Verwendung, Klassifizierung | 50 |
| 2.5.2 Umweltrelevanz, Berichtspflichten, Fundaufklärung | 50 |
| 2.5.3 Probennahme und Analytik | 51 |
| 2.5.4 Bisher untersuchte Wirkstoffe | 52 |

| | | |
|---------------|---|-----------|
| 2.5.5 | PSM-Untersuchungen 2007 | 54 |
| 2.5.6 | Sonderuntersuchung 2007: Metabolite von Chlorthalonil, Dimethachlor und Metolachlor | 56 |
| 2.5.6.1 | Auswahl der Messstellen | 57 |
| 2.5.6.2 | Ergebnisse im Einzelnen | 57 |
| 2.5.6.3 | Ergebnisübersicht | 64 |
| 2.5.6.4 | Bewertung und weiteres Vorgehen bei den PSM-Metaboliten | 66 |
| 2.5.7 | Bewertung der Gesamtsituation der Pflanzenschutzmittel | 67 |
| 2.6 | Organische Spurenstoffe | 69 |
| 3 | STATISTISCHE ÜBERSICHTEN DER TEILMESSNETZE | 72 |
| 3.1 | Trendmessnetz (TMN) – Menge - Grundwasser und Quellen (GuQ) | 72 |
| 3.2 | Gesamtmessnetz - Beschaffenheit | 74 |
| 4 | AUSBLICK UND BERICHTSWESEN | 76 |
| 5 | LITERATURVERZEICHNIS | 78 |
| 5.1 | Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg - Ergebnisse | 78 |
| 5.2 | Fachspezifische EDV-Anwendungen | 83 |
| ANHANG | | 86 |
| A 1 | Messstellenarten | 86 |
| A 2 | Messprogramme im Herbst 2007 (ohne Sonderprogramme) | 86 |
| A 3 | Statistische Verfahren | 86 |
| A 3.1 | Rangstatistik | 86 |
| A 3.2 | Rangstatistik und Boxplot | 87 |
| A 3.3 | Zeitreihenstatistik: Trends an konsistenten und periodisch konsistenten Messstellengruppen | 87 |
| A 4 | Bestimmungsgrenze, Rechenvorschriften, Grenzwert, Warnwert | 88 |
| A 5 | Darstellung von Konzentrationen anhand von Messstellenpunkten in Karten | 89 |
| A 6 | Hinweise zu den Statistiktabelle | 90 |
| A 7 | Kopiervorlage mit Land- und Stadtkreisen zur Erstellung einer Orientierungsfolie für die Konzentrationskarten | 91 |

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

| | |
|----------|---|
| AQS | = Analytische Qualitätssicherung |
| BG | = Bestimmungsgrenze |
| BMN | = Basismessnetz |
| DVGW | = Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. |
| DWD | = Deutscher Wetterdienst |
| EI | = Emittentenmessstellen Industrie |
| EL | = Emittentenmessstellen Landwirtschaft |
| ES | = Emittentenmessstellen Siedlung |
| GIS | = Geografisches Informationssystem |
| GÜP | = Grundwasser-Überwachungs-Programm |
| GW | = Grenzwert |
| GWDB | = Grundwasserdatenbank der Wasserwirtschaftsverwaltung |
| GWD-WV | = Grundwasserdatenbank Wasserversorgung |
| LABDÜS | = Labordatenübertragungssystem |
| LAWA | = Länderarbeitsgemeinschaft Wasser |
| LAWA-GFS | = Geringfügigkeitsschwellenwerte der LAWA |
| LfU | = Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg |
| LUBW | = Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg |
| MEKA | = Marktentlastungs- und Kulturlandschaftsausgleichsprogramm |
| Mst | = Messstelle |
| Mw | = Messwert |
| QMN | = Quellmessnetz |
| RW | = Rohwassermessnetz |
| RW-öWV | = Rohwasser für öffentliche Wasserversorgung |
| SchALVO | = Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung |
| SE | = sonstige Emittentenmessstellen |
| StaLa | = Statistisches Landesamt |
| TMN | = Trendmessnetz Grundwassermenge, Grundwasserstand, Quellschüttung, Lysimeter |
| TrinkwV | = Trinkwasserverordnung |
| UVB | = Untere Verwaltungsbehörden |
| VF | = Vorfeldmessstellen |
| VGW | = Verband der Gas- und Wasserwerke Baden-Württemberg e.V. |
| VKU | = Verband kommunaler Unternehmen |
| VML | = Verdichtungsmessnetz Landwirtschaft |
| VMI | = Verdichtungsmessnetz Industrie |
| VMS | = Verdichtungsmessnetz Siedlungen |
| VMW | = Verdichtungsmessnetz Wasserversorgung |
| WIBAS | = Informationssystem Wasser, Immissionsschutz, Boden, Abfall, Arbeitsschutz |
| WRRL | = EU-Wasserrahmenrichtlinie |
| WVU | = Wasserversorgungsunternehmen |
| WW | = Warnwert des Grundwasserbeschaffenheitsmessnetzes |

Chemische Parameter:

| | |
|------|--|
| DEA | = Desethylatrazin (Abbauprodukt des Pflanzenschutzmittelwirkstoffs Atrazin) |
| DMS | = N,N-Dimethylsulfamid (Abbauprodukt des Pflanzenschutzmittelwirkstoffs Tolyfluanid) |
| DTPA | = Diethylentriaminpentaessigsäure (organischer Komplexbildner) |
| EDTA | = Ethylendiamintetraessigsäure (organischer Komplexbildner) |
| LHKW | = Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (organische Lösemittel) |
| NDMA | = N-Nitrosodimethylamin |
| NTA | = Nitrioltriessigsäure (organischer Komplexbildner) |
| PER | = Tetrachlorethen (organisches Lösemittel) |
| PFT | = Perfluorierte Tenside |
| PSM | = Pflanzenschutzmittel |
| TRI | = Trichlorethen (organisches Lösemittel) |
| SAK | = Spektraler Absorptionskoeffizient |

Die wichtigsten Ergebnisse im Überblick

Dieser Bericht stützt sich bei der **Grundwassermenge** des Landes auf die Daten von rund 220 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 2007 an insgesamt 1.866 Messstellen des von der LUBW betriebenen **Landesmessnetzes** untersucht. Diese Landesmessstellen, aufgegliedert in verschiedene Teilmessnetze, dienen der Überwachung und Dokumentation der landesweiten Grundwasserbeschaffenheit und dem flächendeckenden Grundwasser- und Umweltschutz auch außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten. Die Untersuchungskosten der Landesmessstellen trägt das Land.

Die **Wasserversorgungswirtschaft** Baden-Württembergs stellte im Rahmen der Kooperationsvereinbarung aus dem Jahre 2003 die Nitrat-Daten von 3.361 Analysen zu 1.872 **Kooperationsmessstellen in Wasserschutzgebieten** bis zum Stichtag 02.04.2008 zur Verfügung. Zu 373 Messstellen wurden auch Analysen für Pflanzenschutzmittelwirkstoffe (PSM) und deren Metaboliten (Abbauprodukte), insbesondere für Phenylharnstoffe, übermittelt, welche - wie die Nitratwerte - für die jährliche Beurteilung der Situation in den Wasserschutzgebieten benötigt werden.

Die Kooperations-Messstellen 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 1.645 zusätzlichen Messstellen für die Auswertung der Nitrat- und PSM-Situation in den Wasserschutzgebieten.

Dieser Kooperationsbeitrag wird seit 2003 gesondert ausgewertet, um eine getrennte Beurteilung zwischen dem für Trinkwasserzwecke genutzten Grundwasser in Wasserschutzgebieten und dem gesamten, nicht nur Nutzungsaspekten unterliegendem Grundwasser zu ermöglichen.

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

DIE QUANTITATIVE GRUNDWASSERSITUATION 2007

Der im Jahr 2006 eingeleitete Rückgang der **Grundwasservorräte** wurde durch das Niederschlagsgeschehen im 1. Quartal 2007 auf leicht unterdurchschnittlichem Niveau stabilisiert. Nach erneuten niederschlagsbedingten Rückgängen im April bewirkten starke Niederschläge in den Folgemonaten eine rasche Erholung der Grundwasservorräte auf langjährig mittlere Verhältnisse. Die im weiteren Jahresverlauf anhaltend rückläufigen Grundwasservorräte konnten sich zum Jahresende erneut erholen. Zum Jahresende 2007 bewegten sich die Grundwasserstände und Quellschüttungen in vielen Bereichen auf überdurchschnittlichem Niveau. Die Jahressummen der **Niederschläge** waren mit 104 % leicht überdurchschnittlich.

Die Lysimeterbeobachtungen verdeutlichen eine intensive **Grundwasserneubildung** aus Niederschlägen im 1. Quartal 2007. Die niedrigen Niederschläge im Monat April haben kurzfristige Abnahmen der Sickerrate bewirkt. Die hohen Sommerniederschläge haben hingegen landesweit außergewöhnlich hohe Versickerungen von Juni bis August ausgelöst, ein Leerlaufen des Bodenwasserspeichers verhindert und für eine vergleichsweise frühe Wiederkehr der Grundwasserneubildung im Spätsommer gesorgt. Die Jahresgänge der Sickerwassermengen entsprechen 2007 nicht der langjährigen Dynamik.

Im Mittel sind die **Grundwasserstände und Quellschüttungen** im Jahr 2007 insgesamt höher als im Vorjahr und entsprechen langjährig mittleren Verhältnissen.

- Die **kurzfristige Entwicklung** (10 Jahre) ist insgesamt rückläufig, insbesondere im Bereich des Rheineinzugsgebiets.
- Die **mittelfristige Entwicklung** (20 Jahre) ist unauffällig.
- Die **langfristige Entwicklung** (50 Jahre) ist ausgeglichen.

DIE QUALITATIVE GRUNDWASSERSITUATION 2007:

Die **Nitrat-Belastung** ist nach wie vor flächenhaft hoch. Der Nitrat-Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms von 40 mg/l wird an jeder fünften Landesmessstelle überschritten, der Grenzwert der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) und die Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie von 50 mg/l an jeder achten Landesmessstelle.

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 kleinräumige Belastungsschwerpunkte vor.

Bei der **kurzfristigen Nitrat-Entwicklung** (1 Jahr) ist das landesweite Mittel geringfügig um 0,2 mg/l gestiegen. An 48 % der Landesmessstellen sind Zunahmen, an 46 % Abnahmen zu beobachten, 6 % zeigen keine Veränderung.

Nachdem von 2004 auf 2005 Zunahmen in allen Belastungsklassen mit Gehalten größer/gleich 10 mg/l zu erkennen waren, sind 2006 und 2007 Zunahmen nur in den Belastungsklassen über 25 mg/l aufgetreten.

Dies unterstreicht die Wichtigkeit der ergriffenen landesumweltpolitischen Lenkungsmaßnahmen wie der SchALVO - besonders in den Problem- und Sanierungsgebieten. Allerdings wird daran auch erkennbar, dass diese Maßnahmen intensiviert und ergänzt werden müssen, um einen langfristig abnehmenden Trend zu sichern.

Die **mittelfristige Nitrat-Entwicklung** seit 1994 zeigt an jährlich im Herbst beprobten - d.h. konsistenten - Messstellen, dass der seit 1994 statistisch festgestellte fallende Trend sich in den Jahren 2005, 2006 und 2007 nicht fortgesetzt hat. Nach dem beachtlichen Anstieg der mittleren Konzentrationen von 2004 auf 2005 als Folge der Trockenheit im Jahr 2003 konsolidiert sich die landesweite Belastung 2006 und 2007 mit sehr leichten Zunahmen etwas über dem 2005 erreichten Niveau. Ausnahme sind die landwirtschaftlich genutzten Bereiche im Landesmessnetz, in denen 2007 die mittlere Nitratbelastung mit 0,5 mg/l wesentlich mehr gestiegen ist als im Landesmittel. Jedoch entspricht auch diese Belastung wie das Landesmittel dem Niveau vor der Trockenheit - also des Jahres 2002- und liegt weiterhin unterhalb der Belastung der 1990er

Jahre. In der mittelfristigen Datenreihe gab es schon in den Jahren 1997, 1999 und 2001 kurzfristige Konzentrationsanstiege.

Auch 2007 liegen die Mittelwerte der Nitratkonzentrationen im Herbst für alle Teilmessnetze deutlich unter den entsprechenden mittleren Gehalten aus dem Jahr 1994 und zwar mit mittleren Abnahmen von etwa 0,5 - 7,5 mg/l. Im Teilmessnetz Landwirtschaft wird mit etwa 4 mg/l (11 %) die drittgrößte Abnahme festgestellt, jedoch wird hier noch immer an jeder vierten Messstelle der Grenzwert der TrinkwV bzw. der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie überschritten. Das Maximum 2007 beträgt 182 mg/l Nitrat. Auch im gesamten Landesmessnetz hat die mittlere Nitratkonzentration von 1994 bis 2007 um etwa 11 - 12 % abgenommen.

Bei Differenzierung zwischen der Lage der von der LUBW beprobten Landesmessstellen innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten ergeben sich gegenüber 1994 Abnahmen von etwa 11 - 12 %, sowohl für Messstellen in Wasserschutzgebieten als auch für außerhalb gelegene Messstellen. Jedoch nahmen auch hier die mittleren Konzentrationen aufgrund der Trockenheit im Jahre 2003 von 2004 auf 2005 zu: Innerhalb der Wasserschutzgebiete um 0,7 mg/l, außerhalb sogar um etwa 1,3 mg/l. Innerhalb der Wasserschutzgebiete steigt die Belastung in den Jahren 2006 und 2007 jeweils weiterhin sehr leicht an. Außerhalb der Wasserschutzgebiete verharrte die Belastung 2006 auf dem 2005 erreichten Niveau, um 2007 wieder etwas anzusteigen. Von 2006 auf 2007 steigen die Belastungen gegenüber 2006 außerhalb wie innerhalb der Wasserschutzgebiete um je 0,2 mg/l und haben damit wieder das Niveau des Jahres 2002 erreicht.

Die Auswertung von Messergebnissen der Jahre 2001 bis 2007 zur **Entwicklung der Nitratbelastung in Wasserschutzgebieten** anhand von durchgehend mindestens einmal jährlich beprobten Messstellen zeigt folgendes Ergebnis:

Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 1 - **Normalgebiete**: nahezu unveränderte mittlere Konzentrationen mit einer sehr leichten Zunahme um 0,1 mg/l von 14,4 mg/l (2001) auf 14,5 mg/l (2007), d.h. plus 0,7 %. Im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich keine Veränderung.

Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 2 - **Problemgebiete**: veränderte mittlere Konzentrationen mit einer Abnahme von 2001 auf 2007 um 1,7 mg/l auf 32,2 mg/l, d.h. minus 5,0 %. Im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich keine Veränderung.

Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 3 - **Sanierungsgebiete**: veränderte mittlere Konzentrationen mit einer deutlichen Abnahme von 2001 auf 2007 um 3,6 mg/l auf 49,2 mg/l, d.h. minus etwa 6,8 %. Im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich eine sehr leichte Zunahme von 0,1 mg/l.

Die Maßnahmen zur Reduzierung der Nitratbelastung im Umweltbereich, in der Landwirtschaft und von Seiten der Wasserversorgungswirtschaft haben in den letzten vierzehn Jahren erfreulicherweise zu einer Abnahme der Nitratbelastung geführt. Jedoch ist die Belastung in weiten Teilen des Landes nach wie vor hoch - auch in Wasserschutzgebieten - und die Entwicklung ist noch nicht so stabil, dass dadurch negative Einflüsse von hydrologischen Extremjahren gänzlich aufgefangen werden können.

Das Messprogramm Pflanzenschutzmittel (PSM) wurde ab 2007 auf einen Vierjahresturnus umgestellt, so dass künftig pro Jahr nur noch 25 % des Messnetzes beprobt wird. Bei der Herbstbeprobung 2007 wurden an etwa 520 Messstellen hauptsächlich die persistenten Triazine und deren Metaboliten sowie die Phenoxyalkancarbonsäuren untersucht. Von den 21 untersuchten Wirkstoffen und Metaboliten waren 10 ohne Befund. An rund 87 % der Messstellen lagen die Konzentrationen unter 0,05 µg/l. Die restlichen 13 % der Messstellen waren mit einem bis maximal drei Wirkstoffen bzw. Metaboliten in Konzentrationen über 0,05 µg/l belastet. Davon war an knapp der Hälfte, d.h. an 29 Messstellen die Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie bzw. der Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 0,1 µg/l überschritten. Die meisten Überschreitungen betrafen die Metaboliten Desethylatrazin und 2,6-Dichlorbenzamid.

Bereits zum Jahresende 2006 wurden Pilotuntersuchungen zur Belastung der damals auffälligen Metaboliten von Chloridazon und Tolyfluanid durchgeführt.

Im Mai 2007 gab das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit weitere Metaboliten von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen bekannt, die im Rahmen des Zu-

lassungsverfahrens beim Lysimeterversuch in hohen Konzentrationen aufgetreten waren. Im Sommer 2007 wurden daraufhin 110 Verdachtsmessstellen des Grundwassermessnetzes auf die vier Pflanzenschutzmittelwirkstoffe Chlorthalonil, Dimethachlor, Metazachlor und Metolachlor sowie deren insgesamt sieben Metaboliten untersucht.

Die Wirkstoffe selbst wurden nur in Ausnahmefällen nachgewiesen. Bei den Metaboliten von Chlorthalonil und Dimethachlor traten nur wenige Positivbefunde auf, dabei jeweils nur die Sulfonsäuren und immer unterhalb der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie von 0,1 µg/l. Bei der Metazachlorsäure und der Metazachlorsulfonsäure, den beiden Metaboliten des Raps-Herbizids Metazachlor, lagen die Konzentrationen an 14 bzw. 28 % der untersuchten Messstellen über dem Wert von 0,1 µg/l. Die meisten Überschreitungen lagen im Bereich bis rund 0,7 µg/l. Der Spitzenwert der Metazachlorsulfonsäure beträgt 7,3 µg/l. Bei der Metolachlorsäure und der Metolachlorsulfonsäure, den beiden Metaboliten des Mais-Herbizids S-Metolachlor, wurde der Wert von 0,1 µg/l an 12 % bzw. 33 % der Messstellen überschritten. Die Maximalwerte waren 0,51 bzw. 5,1 µg/l. Vier Messwerte lagen über 1 µg/l.

Das Belastungsniveau der Metaboliten von Tolyfluanid und Chloridazon wurde bei den sieben erstmals im Sommer 2007 untersuchten Metaboliten nicht erreicht.

Die Auswertung der PSM-Daten von 83 häufig gemessenen Wirkstoffen und 6 Metaboliten im Zeitraum 1998 – 2007 zur Beschreibung der Gesamtsituation PSM zeigt:

- 36 Substanzen wurden an keiner einzigen Messstelle gefunden, darunter 1 Metabolit, 28 nicht mehr zugelassene und 7 zugelassene Wirkstoffe.
- Positive Befunde in Konzentrationen unter dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung bzw. der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie von 0,1 µg/l lagen von 27 Stoffen vor (1 Metabolit, 17 nicht mehr zugelassene und 9 zugelassene Wirkstoffe).
- Überschreitungen des Wertes von 0,1 µg/l an bis zu 1 % der Messstellen wurden durch 24 Stoffe verursacht (2 Metaboliten, 10 nicht mehr zugelassene und 12 zugelassene Wirkstoffe).
- Überschreitungen des Wertes von 0,1 µg/l an 1–3 % der Messstellen wurden durch die Metaboliten Desethylatrazin und 2,6-Dichlorbenzamid hervorgerufen.

Demgegenüber waren im Jahr 2000 noch vier Substanzen mit Überschreitungen des Werts von 0,1 µg/l an 1–3 % der Messstellen vertreten. Atrazin sowie sein Metabolit Desethylatrazin wurden sogar noch an mehr als 3 % der Messstellen über 0,1 µg/l gefunden.

Im November 2006 wurde an 46 Verdachtsmessstellen auf Perfluorierte Tenside (PFT) untersucht. An acht Messstellen, die bei der Sonderuntersuchung November 2006 mehr als 100 ng/l PFT (als Summenwert) aufwiesen, wurde im Herbst 2007 eine Nachbeprobung durchgeführt. Vier PFT, darunter die Leitsubstanzen PFOA (Perfluoroktanoat) und PFOS (Perfluoroktansulfonat) wurden an allen acht Messstellen gefunden. Drei weitere PFT traten an zwei bis fünf Messstellen in Konzentrationen unter 20 ng/l auf, PFNA (Perfluornonanoat) und PFOSA (Perfluoroktansulfonsäureamid) wurden im Bereich der Bestimmungsgrenze detektiert, neun weitere PFT waren in keiner Probe nachweisbar. Nur an einer Messstelle hat sich das Belastungsniveau kaum geändert, bei den anderen sieben Messstellen haben die Konzentrationen zum Teil erheblich abgenommen. Bei einem Teil der Messstellen war die Belastung 2006 auf eine Schadstoffwelle mit PFBS im Rheinwasser zurückzuführen, die inzwischen im Grundwasser nicht mehr festzustellen ist.

FAZIT:

Im Mittel bewegten sich die Grundwasserstände und Quellschüttungen im Jahr 2007 auf etwas höherem Niveau als im Vorjahr und entsprechen langjährig mittleren Verhältnissen. Die starken Niederschläge im Mai und zum Jahresende konnten die Auswirkungen der extrem trockenen Monate April und Oktober ausgleichen.

Nitrat stellt nach wie vor die Hauptbelastung des Grundwassers in der Fläche dar.

Die mittelfristige Nitrat-Entwicklung seit 1994 zeigt an jährlich im Herbst beprobten Messstellen, dass der seit 1994 statistisch festgestellte fallende Trend sich in den Jahren 2005, 2006 und 2007 nicht fortgesetzt hat.

Die Auswertungen der LUBW zur Grundwasserbeprobung 2007 zeigen gegenüber dem Vorjahr einen leichten Anstieg der mittleren Nitratkonzentration um 0,2 mg/l auf 25,1 mg/l. Zum Vergleich: Von 2004 auf 2005

betrug der Anstieg 0,7 mg/l. Damit konsolidiert sich das Belastungsniveau 2006/2007 wieder auf das des Jahres 2002.

Der Anstieg von 2004 an bis 2007 ist auf das Trockenjahr 2003 zurückzuführen. Durch die damalige Trockenheit lagen die landwirtschaftlichen Erträge weit unter dem Durchschnitt und damit auch die von den Pflanzen aufgenommenen Nährstoffe. Die Landwirte konnten bei der Düngung im Frühjahr 2003 den trockenheitsbedingten Minderbedarf nicht abschätzen. Die Beprobung der Bodenwerte im Herbst 2003 brachte daher auch einen Anstieg der N_{\min} - Werte gegenüber dem Jahr 2002. Diese hohen Nitratstickstoffgehalte im Boden, die in den Folgejahren nicht erneut auftraten, wurden bis 2005/2007 in das Grundwasser ausgetragen und führten dort zum Anstieg der Nitratgehalte. Dies zeigen insbesondere die Ergebnisse aus dem Teilmessnetz Landwirtschaft, bei dem 2007 die Nitratbelastung wesentlich mehr gestiegen ist als im Landesmittel. Jedoch hat seit 1994 die landesweite Belastung um etwa 12 % abgenommen.

Erfreulich ist, dass der beachtliche Belastungsanstieg im Jahr 2005 innerhalb der Wasserschutzgebiete deutlich geringer ausgefallen war als außerhalb der Wasserschutzgebiete. 2006 und 2007 ist es in beiden Bereichen zu nur geringen Belastungszunahmen - also zu keiner weiteren gravierenden Verschlechterung - gekommen, so dass von einer Konsolidierung der Verhältnisse auszugehen ist.

Bei den hoch belasteten Sanierungsgebieten hat sich der bisher - entgegen dem zunehmenden Landestrend - bis 2006 durchweg vorhandene abnehmende Trend nicht weiter fortgesetzt. Jedoch ist 2007 nur ein sehr leichter Belastungsanstieg wie auch in den Normalgebieten festzustellen. In den Problemgebieten beharrt der Nitratgehalt auf demselben Wert wie 2006.

Es bleibt abzuwarten, ob die erst 2005 einsetzende Nitratauswaschung des in den Trockenjahren 2003/2004 in den oberen Bodenschichten angereicherten Stickstoffs in das Grundwasser bereits abgeschlossen ist oder ob es zu einem weiteren Konzentrationsanstieg kommen wird. Auch die Jahre 2004 und 2005 waren unterdurch-

schnittlich niederschlagsreich. Die nach 2003 gemessenen weitaus niedrigeren Stickstoffwerte in landwirtschaftlich genutzten Böden und die 2006 und 2007 weiter nur gering gestiegene Grundwasserbelastung lassen eher wieder eine Fortsetzung des fallenden Trends erwarten.

Das Monitoring der Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und deren Abbauprodukte ist im Landesmessnetz seit rund 20 Jahren etabliert. Dadurch konnten diejenigen Stoffe identifiziert werden, die für das Grundwasser und die Trinkwasserversorgung ein Problem darstellen. Insgesamt gesehen hat sich die Belastungssituation in Baden-Württemberg in den letzten Jahren merklich verbessert. Derzeit stehen die in den letzten beiden Jahre aufgetretenen Metaboliten von bereits länger auf dem Markt befindlichen Wirkstoffen im Blickpunkt des Interesses.

Diese Untersuchungen werden fortgesetzt und ausgeweitet.

Perfluorierte Tenside stellen derzeit in Baden-Württemberg kein flächendeckendes Problem für das Grundwasser dar. Punktuelle Belastungen sind jedoch weiter zu verfolgen und die Ursachen zu klären.

Die insbesondere industriell und landwirtschaftlich verursachten Belastungen des Grundwassers geben trotz deutlicher Verbesserungen der Situation mit Nitrat, organischen Spurenstoffen und Pflanzenschutzmitteln weiterhin Anlass zur Besorgnis. Bereits eingeleitete Schutzmaßnahmen, die Sanierung der Abwasseranlagen bzw. die Einführung von nicht umweltgefährdenden Ersatzstoffen in der Industrie sind weiter zu verfolgen bzw. zu verbessern.



Abbildung 0-1: Übersicht über die Ergebnisse der Beprobung 2007: Prozentuale Verteilung der Messwerte (BG = Bestimmungsgrenze, WW = Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes, GW = Grenzwert der Trinkwasserverordnung / Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie, < kleiner als, > größer als, ≤ kleiner gleich, ≥ größer gleich, in Klammern: Anzahl der Messwerte, x = kein Warn- oder kein Grenzwert festgelegt, xx = kein Warn- und kein Grenzwert festgelegt).

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 verfügbar gemacht.

Die Ergebnisse aus dem Grundwasserbeprobungen und -messungen sollen:

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

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

Im Dezember 2006 wurden mit der Grundwasserrichtlinie¹ („Tochterraichtlinie Grundwasser“) der Wasserrahmenrichtlinie² (WRRL) der EU erstmals auch für das Grundwasser Qualitätsnormen für Nitrat und die Pflanzenschutzmittel festgelegt. Die Grundwasserrichtlinie sieht für mindestens weitere zehn Stoffe und Parameter Schwellenwerte vor, die bis Ende 2008 von den Mitgliedstaaten noch festgelegt werden müssen. Die EU-Trinkwasserrichtlinie von 1998 wurde mit der Novellierung der Trinkwasserverordnung³ (TrinkwV) von 2001 umgesetzt. Diese TrinkwV gilt ab 01.01.2003 und die dort genannten Grenzwerte wurden bei den Auswertungen und Bewertungen zahlreicher Parameter in diesem Bericht herangezogen. Bei Nitrat, den Pflanzenschutzmitteln und deren relevanter Metaboliten

sind die Qualitätsnormen der Grundwasserrichtlinie und die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung identisch.

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

Die Bestandteile des Grundwasserüberwachungsprogramms sind in der unveränderten Neuauflage „Rahmenkonzept Grundwassermessnetz“ beschrieben.

1.2 ORGANISATION DES LANDESMESSNETZES

Das von der LUBW betriebene Landesmessnetz Grundwasser besteht aus:

dem Grundwasserbeschaffenheitsmessnetz:

- mit rund 2.200 Messstellen, davon ca. 600 Quellen, 600 Beobachtungsrohre und 1.000 Brunnen, gegliedert in Teilmessnetze nach Beeinflussungen im Eintragsgebiet und der Nutzung der Messstellen, wobei die Beauftragung der Analytik zu den rund 2.200 Messstellen zentral durch die LUBW erfolgt,
- mit mindestens einer Voll-Untersuchung aller Messstellen alle vier Jahre auf natürliche und anthropogene Parameter und Stoffe,
- mit jährlicher Untersuchung im Herbst von derzeit etwa 1.600 Messstellen in und außerhalb von Wasserschutzgebieten zur langfristigen Kontrolle der landesweiten Entwicklung der Nitratbelastung,
- mit Untersuchung alle 3 Monate auf Stickstoffparameter, bei etwa 70 Messstellen in Wasserschutzgebieten, in denen die besonderen Schutzbestimmungen nach § 5 SchALVO gelten (Problem- und Sanierungsgebiete) sowie bei weiteren 230 Messstellen in Wasserschutzgebieten Untersuchung 2 mal im Jahr,
- mit Untersuchung von 80 repräsentativen Messstellen zweimal im Jahr für die Meldung an die EU sowie 200 Messstellen für das europaweite qualitative Überblicksmessnetz WRRL,

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

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

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

- mit Untersuchung von rund 600 Messstellen in den gefährdeten Grundwasserkörpern nach WRRL zweimal im Jahr,
- mit Untersuchung von 55 Messstellen an Quellen alle 3 Monate auf versauerungs- und schüttungsabhängige Parameter.

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

dem Grundwasserstandsmessnetz:

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

dem Quellschüttungsmessnetz:

- mit rund 200 Messstellen, wobei z. Z. an rund 90 Messstellen wöchentlich die Quellschüttung gemessen wird und hydrochemische Untersuchungen mit jährlich wechselndem Messprogramm an allen Messstellen einmal im Herbst stattfinden.

dem Lysimetermessnetz:

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

Die Messnetze und die zugehörige Messstellenanzahl sind im Kapitel „Statistische Übersichten“ zusammengestellt. Die Organisation der Beprobung der Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen und der Messung von Grundwasserstands- bzw. Quellschüttungsmessstellen ist unterschiedlich (Tab. 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 war damals eine Vereinbarung zwischen VGW, DVGW-Landesgruppe, VKU, Städtetag und Gemeindetag. Die genannten Trägerorganisationen gründeten damals eine eigene „Grundwasserdatenbank Wasserversorgung

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

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



- GWD-WV“ in der die von den Wasserversorgungsunternehmen beauftragten Analysen gesammelt und ausgewertet werden. Die Ergebnisse der Wasserversorgungsunternehmen werden in jedem Jahr parallel in einem eigenständigen Bericht der GWD-WV dargestellt.

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 analysieren 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 02.04.2008 Nitrat-Daten von 3.361 Nitratanalysen zu 1.872 Messstellen in Trinkwasserschutzgebieten als Kooperationsbeitrag zur Verfügung. Davon sind 253 Messstellen „Überschneidermessstellen“, d.h. für diese Messstellen liegen schon Daten aus dem Landesmessnetz vor. Teilweise beinhalten diese Analysen mehr Parameter als Nitrat. Die Nitrat-Daten der 1.872 Messstellen gehen im vorliegenden Bericht ausschließlich in die Auswertungen des Teilkapitels Nitrat über die SchALVO ein.

Als weiteren WVU-Kooperationsbeitrag erhielt die LUBW 6.684 Analysen von einzelnen Pflanzenschutzmitteln zu 373 Messstellen in Trinkwasserschutzgebieten mit 44 Überschneidermessstellen (Stichtag 02.04.2008). Davon betrafen das in diesem Jahr von der LUBW im Landesmessnetz untersuchte Programm „PSM-A+B“ insgesamt 297 Messstellen mit 43 Überschneidermessstellen. Diese „PSM-A+B“-Daten gehen im vorliegenden Bericht ausschließlich 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-A+B-Daten zu insgesamt 1.904 Messstellen in Trinkwasserschutzgebieten.

Letztlich konnte die LUBW-Grundwasserdatenbank für das Jahr 2007 zusätzlich zu den von der LUBW betriebenen Landesmessstellen, d.h. ohne Überschneidermessstellen, die PSM- und Nitratanalysen von 1.645 verschiedenen WVU-Messstellen übernehmen.

1.4 QUALITÄTSSICHERUNG IM RAHMEN DES MESSNETZBETRIEBES

1.4.1 QUALITÄTSSICHERUNG STAMMDATEN

Nach den systematischen Überprüfungen der rund 2.200 von der LUBW betriebenen Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen in den 1990er Jahren werden die Daten zu Bauformen, Ausbau, Koordinaten, Probennahmestellen, Betreiberadressen, Ansprechpartnern und den Nutzungen der Aufschlüsse im Rahmen des laufenden Messbetriebes fortgeschrieben. Diese Aktualisierung der Stammdaten zu den einzelnen Messstellen findet nach jeder Beprobungskampagne durch Aufarbeitung der von den Probennehmern zurückgesandten Beprobungsunterlagen statt.

Die sachgerechte Probennahme an der richtigen Messstelle wird sichergestellt, indem dem Probennehmer detaillierte Unterlagen und Informationen zu Probennahme und Messstelle bereitgestellt werden. Messstellenverwechslungen bei der Probennahme werden durch den systematischen Vergleich der Messstellenfotos der aktuellen Probennahme mit älteren Fotos 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.

In der Grundwasserdatenbank der LUBW stehen mittlerweile zu fast sämtlichen Landesmessstellen Fotodokumentationen und Hydrogeologische Schnitte digital zu Verfügung.

1.4.2 QUALITÄTSSICHERUNG PROBENNAHME

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, Universität Stuttgart erforderlich.

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

- Der „Leitfaden für Probennahme und Analytik“ der LUBW, der u. a. die „Anleitung zur Probennahme von Grund-, Roh- und Trinkwasser“ enthält, ist Vertragsbestandteil (LfU, 2000) und bei jeder Probennahme einzuhalten.
- Zu jeder Probennahme werden detaillierte messstellen-spezifische Vorgaben und Informationen zur Verfügung gestellt.
- 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 Mindestqualifikation eine gültige, vollständige und für die Grundwasseruntersuchung anwendbare Akkreditierung nach DIN EN ISO 17025 einer evaluierten Akkreditierungsstelle vorlegen.

Die Qualität der Analysenwerte wurde durch folgende Maßnahmen im Rahmen der Beprobungsrunden 2007 sichergestellt:

- zwei verdeckte vergleichende Untersuchungen mit Original-Grundwasser,
- parallel beauftragte Analysen,
- Absicherung von Positiv-Befunden und Grenzwert-Überschreitungen bei PSM durch:
 - zweifache Gegenmessung aus der Rückstellprobe,
 - teilweise Nachbeprobung mit dreifacher Parallelanalyse.

1.5 DATENVERARBEITUNG MIT DER GRUNDWASSERDATENBANK

Zur Durchführung landesweiter und lokaler Aufgaben im Rahmen des Grundwasserschutzes und der Grundwasserbewirtschaftung wird routinemäßig die von der LUBW entwickelte Grundwasserdatenbank (GWDB) eingesetzt.

Die GWDB ist als Fachanwendung Grundwasser Teil des Umweltinformationssystems des Landes im WIBAS-Ver-

bund (WIBAS = Informationssystem Wasser, Immissionschutz, Boden, Abfall, Arbeitsschutz). Die Anwendung bietet flexible Möglichkeiten, Messwerte zu selektieren und als Karte, Diagramm oder Tabelle auszugeben. Die Erstellung des vorliegenden Berichts erfolgt damit in weiten Teilen. Nutzer sind die Umwelt- und Wasserrechtsämter in den Landratsämtern und Stadtkreisen, die vier Regierungspräsidien und die LUBW selbst.

Für die Chemischen und Veterinäruntersuchungsämter steht ein Prototyp des neuen Trinkwasserinformationssystems (TrIS) bereit, das auf der Basis der Grundwasserdatenbank entwickelt wird. Deponiebetreiber und Abfallwirtschaftsbetriebe haben der Verwendbarkeit dieses Systems zur Erstellung des digitalen Deponiejahresberichts grundsätzlich zugestimmt, entsprechende Erweiterungen zum Beispiel zur Erfassung von Deponiegasmessungen werden derzeit geplant.

Die Auslieferung des JAVA Programms an die beteiligten Dienststellen erfolgt jährlich einmal, die aktuelle Version 3.3.0 ist vom März 2008.

Folgende Entwicklungsschwerpunkte wurden im Jahr 2007 umgesetzt:

- **Auftragsverwaltung:** Planung und Verwaltung der an Probennehmer und chemische Laboratorien vergebenen Leistungen zur Organisation des Messnetzbetriebs.
- **Veröffentlichungen:** Automatisierte Erstellung der CD-Veröffentlichung „Elektronischer Jahresdatenkatalog Grundwasser“, Unterstützung der Datenbereitstellung für den Web-Auftritt „GuQ – Grundwasserstände und Quellschüttungen“ <http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt4/guq/>.
- **Geothermie/Erdwärmesonden:** Generelle Erweiterung der Verarbeitbarkeit von Geothermieobjekten in der Grundwasserdatenbank.
- **GWDB-Editor:** Weiterentwicklung des externen Erfassungsprogramms für Stammdaten für Ingenieurbüros und andere Auftragnehmer mit dem Schwerpunkt Geothermie und Dateneingangskontrolle.

- **Prognose:** Diagrammdarstellung der Prognose der Entwicklung von Grundwasserstandsdaten und Quellschüttungen auf der Basis eines empirischen Verfahrens.
- **SchALVO-Sammeleinstufung:** Darstellung der Änderung der Nitrateinstufung von Wasserschutzgebieten über die Voreinstufungszeiträume mit aktuellem Einstufungsvorschlag.

Die Themen Geothermie sowie das Prognoseverfahren für Grundwasserstände und Quellschüttungen werden nachfolgend näher erläutert.

1.5.1 GEOTHERMIE/ERDWÄRMESONDEN

Die Genehmigung von Erdwärmesonden wird durch ein vereinfachtes Erlaubnisverfahren aufgrund des Wassergesetzes bis zu einer Tiefe von 100 Metern durch die Landratsämter/Stadtkreise durchgeführt, bei einer Tiefe größer 100 Meter erfolgt die Genehmigung durch das LGRB (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Abt. 9 Regierungspräsidium Freiburg).

Die Daten zu Erdwärmesonden und anderen Geothermieobjekten können in der WIBAS-Fachanwendung GWDB erfasst werden. Damit erhalten die betroffenen Behörden auch ein geeignetes flexibles Hilfsmittel, um diese Daten auszuwerten und kartografisch darzustellen.

Folgende Funktionalitäten stehen zur Verfügung:

- Erfassung von Stammdaten zu Erdwärmesonden, Direktverdampfern, thermoaktiv erdberührten Bauteilen, Flächenkollektoren und Energiepfählen

- Direktzugriff auf das LGRB-Bohrarchiv zur Übernahme der hydrogeologischen Schichtenprofile in die Grundwasserdatenbank
- Vorgangsunterstützung durch Erfassung des Genehmigungszustands der Geothermieobjekte und Darstellung im geografischen Informationssystem GIS-terM
- Ausgabe von Stammdatenkennblättern mit automatisiert erzeugten Lageplänen
- Möglichkeit der Selektion auf alle Stammdatenfelder mit dem in die Grundwasserdatenbank integrierten Cadenza-Sachdatensystem
- Zuordnung von Wasserrechtsdaten über den WIBAS-Wasserrechtsdienst.

Besonders wird auf die lückenlose Datenübernahme durch geeignete Schnittstellen Wert gelegt.

Bohrfirmen können über das separate Erfassungsprogramm (GWDB-Editor) sofort die gewünschten Daten eintragen und die daraus exportierbare Datei der zuständigen Dienststelle zum Einlesen übersenden. Durch Verwendung des XML-Formats wird die Sicherheit und Korrektheit des Datenübertrags gewährleistet.

Beim LGRB werden die Anträge zur Genehmigung von Erdwärmesonden über ein Internetformular gestellt. Auch hier findet ein Austausch mit den Landratsämtern/Stadtkreisen statt, indem das LGRB zukünftig die Antragsdaten im gleichen XML-Format des GWDB-Editors in regelmäßigem Turnus zum Einlesen übermittelt.

| Geothermie | |
|--|--------|
| Zweck | Heizen |
| Wärmeträgermedium/Kühlmittel | Glykol |
| Gesamtfüllmenge im Sondenkreislauf [l] | |
| Konzentration der Wärmeträgerflüssigkeit [%] | |
| Entzugsleistung der Sonde [kW] | |
| Anzahl der Bohrungen | 3 |

Abb. 1.5-1: Neue Stammdatenfelder für Geothermie.

Für landesweite Auswertungen steht der neue ein Selektor „Geothermie-Messstellen“ auch im UIS-Berichtssystem zur Verfügung. Damit können die UIS-Nutzer ohne direkten Zugriff auf die Grundwasserdatenbank Auswertungen durchführen.

Derzeit liegen bereits die Daten zu ca. 2.500 Erdwärmesonden in der Grundwasserdatenbank vor.

1.5.2 PROGNOSEVERFAHREN FÜR GRUNDWASSERSTÄNDE UND QUELSCHÜTTUNGEN

Das von der LUBW entwickelte Prognoseverfahren ermöglicht die Vorhersage von Grundwasserständen und Quellschüttungen für den Folgemonat der letzten Beobachtung.

Die Berechnung der Vorhersagebereiche verwendet in erster Linie rangstatistische Grundlagen, wodurch eine einfache Programmierung gewährleistet war. Sie basiert auf der Identifikation von historischen Situationen, die mit der momentanen Ausgangssituation verglichen werden können. Daraus resultiert ein wahrscheinlicher Er-

wartungsbereich des bevorstehenden Ganglinienverlaufs (in der Abb. 1.5-2 zwischen der roten und der grünen Linie).

Voraussetzung zum Einsatz des Verfahrens sind ausreichend lange Zeitreihen von mindestens 20 Jahren.

1.5.3 WEITERENTWICKLUNG

Im Jahr 2008 werden folgende Themen als Entwicklungsschwerpunkt umgesetzt:

- GWDB-Editor: Erweiterung des Erfassungswerkzeugs für externe Auftragnehmer: Erfassung von Güte- und Mengemesswerten
- Neuentwicklung der Erfassung und Auswertung von Wasserschutzgebietsdaten
- Optimierungen bei der Dokumentenablage auf einem WebGenesis-Server zur Zuordnung und Ausgabe von Plänen und Digitalfotos im Rahmen der Erstellung von Messstellenberichten.

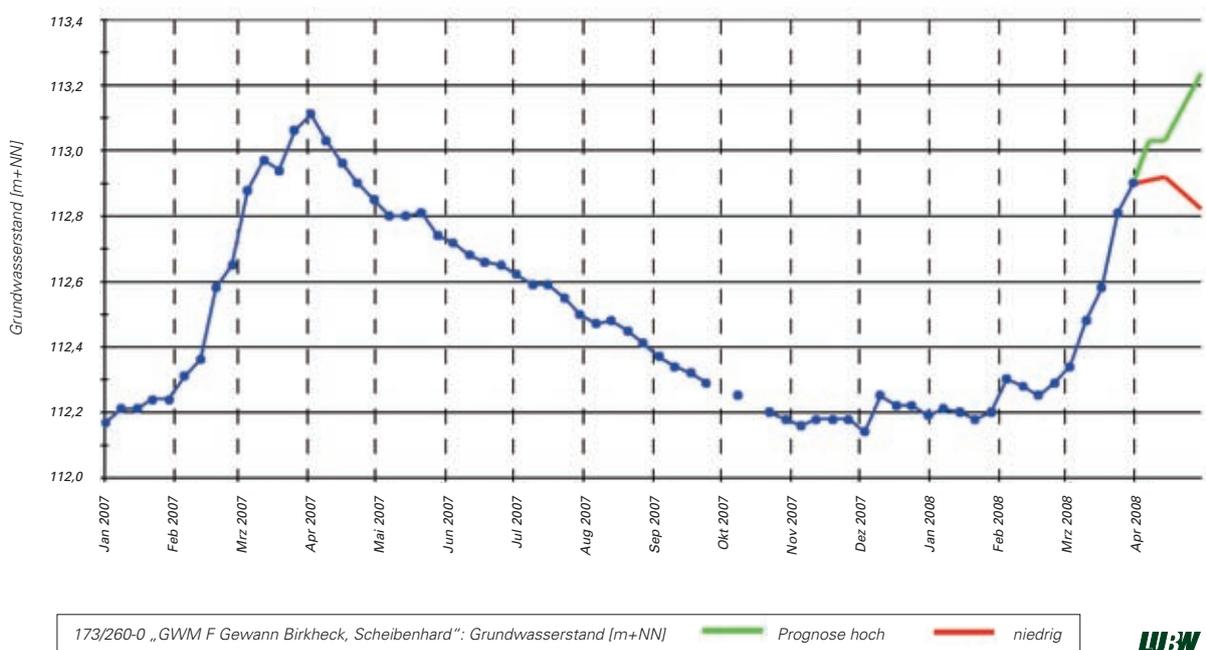


Abb. 1.5-2: Darstellung der Prognose des Grundwasserstands einer Messstelle.

2 Das Grundwasser 2007 in Baden-Württemberg

2.1 HYDROLOGISCHE SITUATION

Das Jahr 2007 war im Vergleich zu den mittleren Niederschlagsverhältnissen leicht überdurchschnittlich. Das Flächenmittel der Niederschlagshöhen betrug 2007 in Baden-Württemberg 1.009 mm, das sind 104 % des Niederschlagsmittelwertes von 1961-1990 (Abbildung 2.1-1).

Die sehr kontrastreichen Niederschlagsverteilungen innerhalb des Jahres 2007 weichen von dem mittleren Gang – insbesondere von April bis Oktober – teilweise stark ab. Zu Jahresbeginn sind die Niederschlagsmengen landesweit differenziert, erscheinen im baden-württembergischen Flächenmittel allerdings insgesamt ausgeglichen. Im April ist der Niederschlag im gesamten Land nahezu vollständig ausgeblieben. Für den April 2007 werden für Baden-Württemberg im Flächenmittel 4 mm Niederschlag berechnet, das sind 5 % des Monatsmittelwerts. Die darauf

folgenden Monate Mai bis August sind als regenreich zu bezeichnen. Im Mai 2007 werden in Baden-Württemberg beispielsweise 159 mm ermittelt, entsprechend 168 % der vieljährigen Werte.

Nach den nassen Sommermonaten ist der Oktober mit 13 mm für Baden-Württemberg – das sind 19 % des Monatsmittelwerts – extrem trocken. Die Niederschlagsverhältnisse entsprechen zum Jahresende den langjährigen Mittelwerten (Abbildung 2.1-2).

Niederschläge beeinflussen wegen ihrer Aufenthaltszeit in Deckschicht, ungesättigter Bodenzone 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.

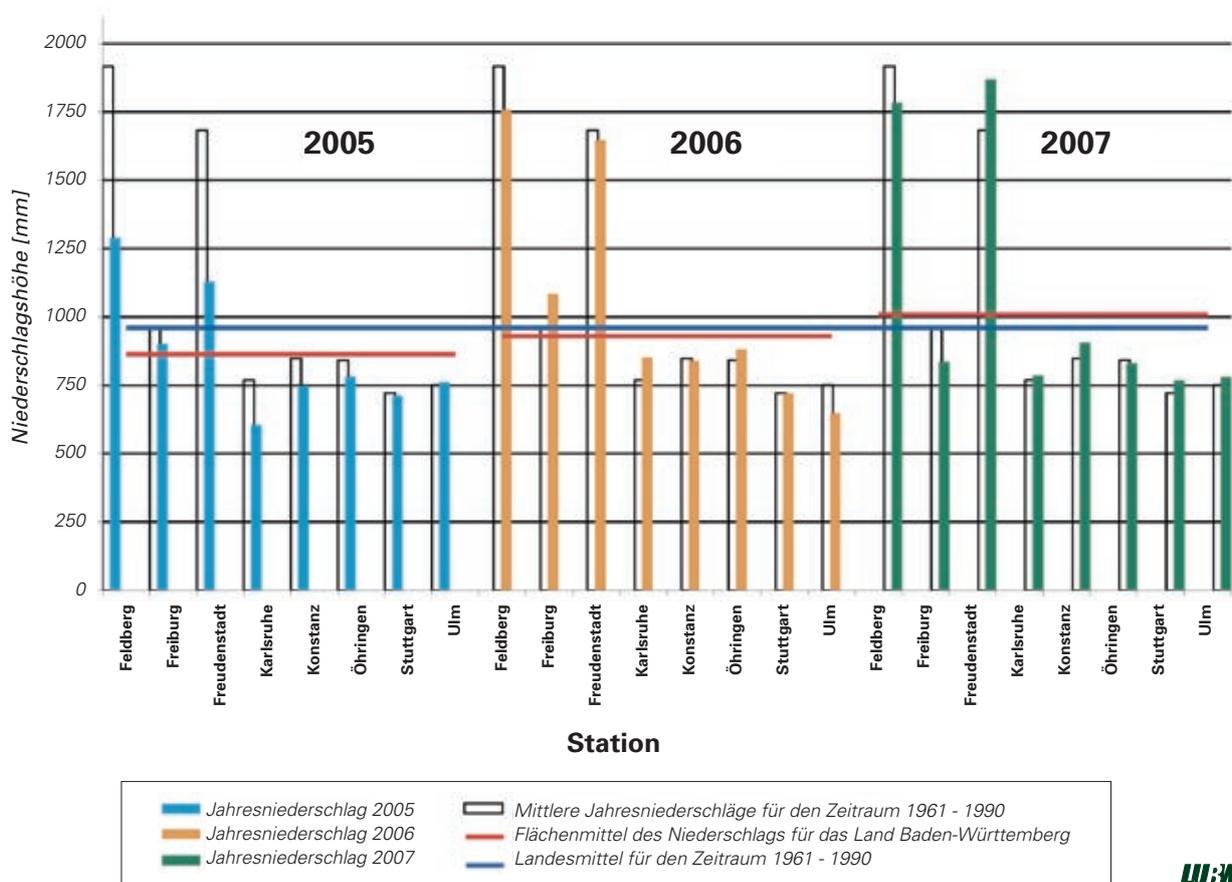


Abbildung 2.1-1: Jahresniederschläge an ausgewählten DWD-Stationen in Baden-Württemberg in den Jahren 2005, 2006 und 2007 im Vergleich zu den langjährigen Mitteln (Quelle: DWD).

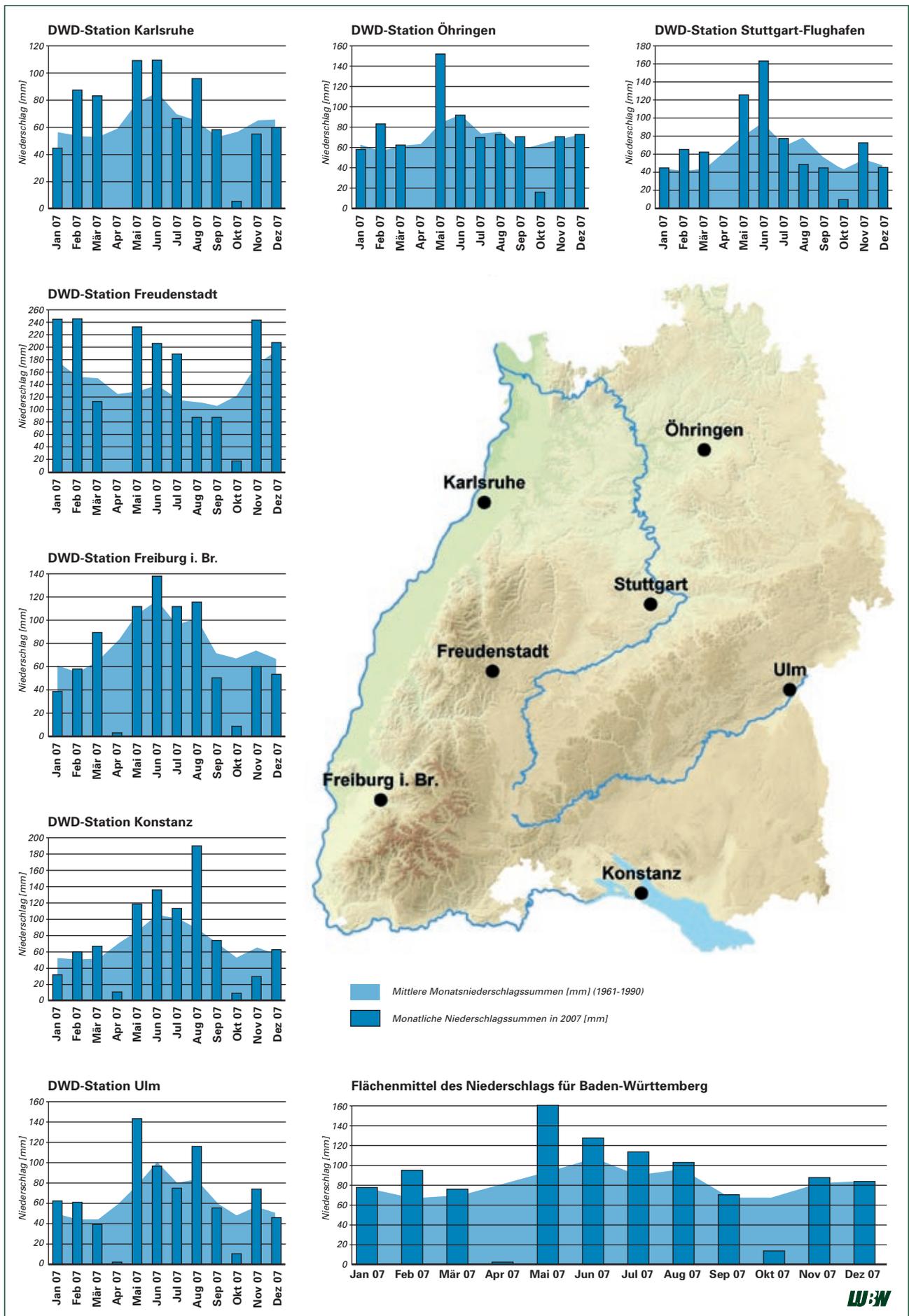


Abbildung 2.1-2: Monatliche Niederschlagshöhen an ausgewählten DWD-Stationen in Baden-Württemberg im Jahr 2007 im Vergleich zu den langjährigen Monatsmitteln (Quelle: DWD).

2.2 GRUNDWASSERNEUBILDUNG AUS NIEDERSCHLÄGEN

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

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlägen unterliegt einem ausgeprägten Jahresgang, wobei der versickernde Anteil der Winterniederschläge i.d.R. erheblich höher ist als der versickernde Anteil der Sommerniederschläge. Dies liegt unter anderem an der im Winter durch niedrige Lufttemperatur bedingten geringeren Verdunstung und dem nicht mehr vorhandenen Pflanzenwachstum. Die sommerlichen Niederschläge sind mengenmäßig mit den Winterniederschlägen zwar vergleichbar, werden jedoch zum größten Teil durch Evapotranspiration verbraucht. Bei der Betrachtung der Niederschlags- und Sickerwassermengen der Lysimeter Unterzeil, Lahr und Steisslingen sowie dem Grundwasserstand an benachbarten Messstellen wird deutlich, dass ein Zufluss zum Grundwasser und ein Anstieg des Grundwasserstands in erster Linie von den Winterniederschlägen abhängt (Abbildung 2.2-1).

Aufgrund dieser Zusammenhänge 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 / Oktober ab. Die Analyse langer Beobachtungsreihen von Niederschlag und Grundwasserstand deutet darauf hin, dass besonders die niederschlagsarmen Winterhalbjahre 1963, 1971, 1972, 1977, 1989 bis 1991 sowie 2004 einen deutlich spürbaren Einfluss auf die Grundwasserstände (Niedrigwasserperioden im Grundwasser) hatten.

Die Lysimeterbeobachtungen dokumentieren die erwartungsgemäße Grundwasserneubildung aus Niederschlägen

im 1. Quartal 2007. Die niedrigen Niederschläge im Monat April haben kurzfristige Abnahmen der Sickerate und der Grundwasserstände bewirkt. Im Sommer kam es zum naturgemäßen Rückgang der Sickerung. Die überdurchschnittlichen Niederschläge von Mai bis etwa August/September haben für eine vergleichsweise frühe Wiederkehr der Versickerungen im Spätsommer und dadurch für eine Stabilisierung der Grundwasserstände gesorgt. Im Jahr 2007 waren dadurch außergewöhnlich kurze Ausfallzeiten der Sickerung zu beobachten. Einige Lysimeter aus dem Illertal fielen im Jahr 2007 überhaupt nicht trocken. Die Neubildung hat im nahezu niederschlagsfreien Oktober einen erneuten Rückschritt erfahren, der jedoch zu Jahresende einigermaßen ausgeglichen werden konnte. Die Jahresgänge der Sickerwassermengen entsprechen 2007 somit nicht der erwartungsgemäßen Dynamik.

Die hohen Sommerniederschläge haben landesweit außergewöhnlich hohe Versickerungen von Juni bis August ausgelöst und ein Leerlaufen des Bodenwasserspeichers verhindert. In den meisten Landesteilen war in Sommer und Herbst 2007 Grundwasserneubildung zu beobachten. Im Beprobungszeitraum 2007 dürften keine witterungsbedingten kurzfristigen Auswaschungs- bzw. Verdünnungseffekten vorgekommen sein.

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

2.3 DIE GRUNDWASSERVORRÄTE 2007 IN BADEN-WÜRTTEMBERG

2.3.1 DATENGRUNDLAGE UND ALLGEMEINE ZUSTANDSBESCHREIBUNG

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

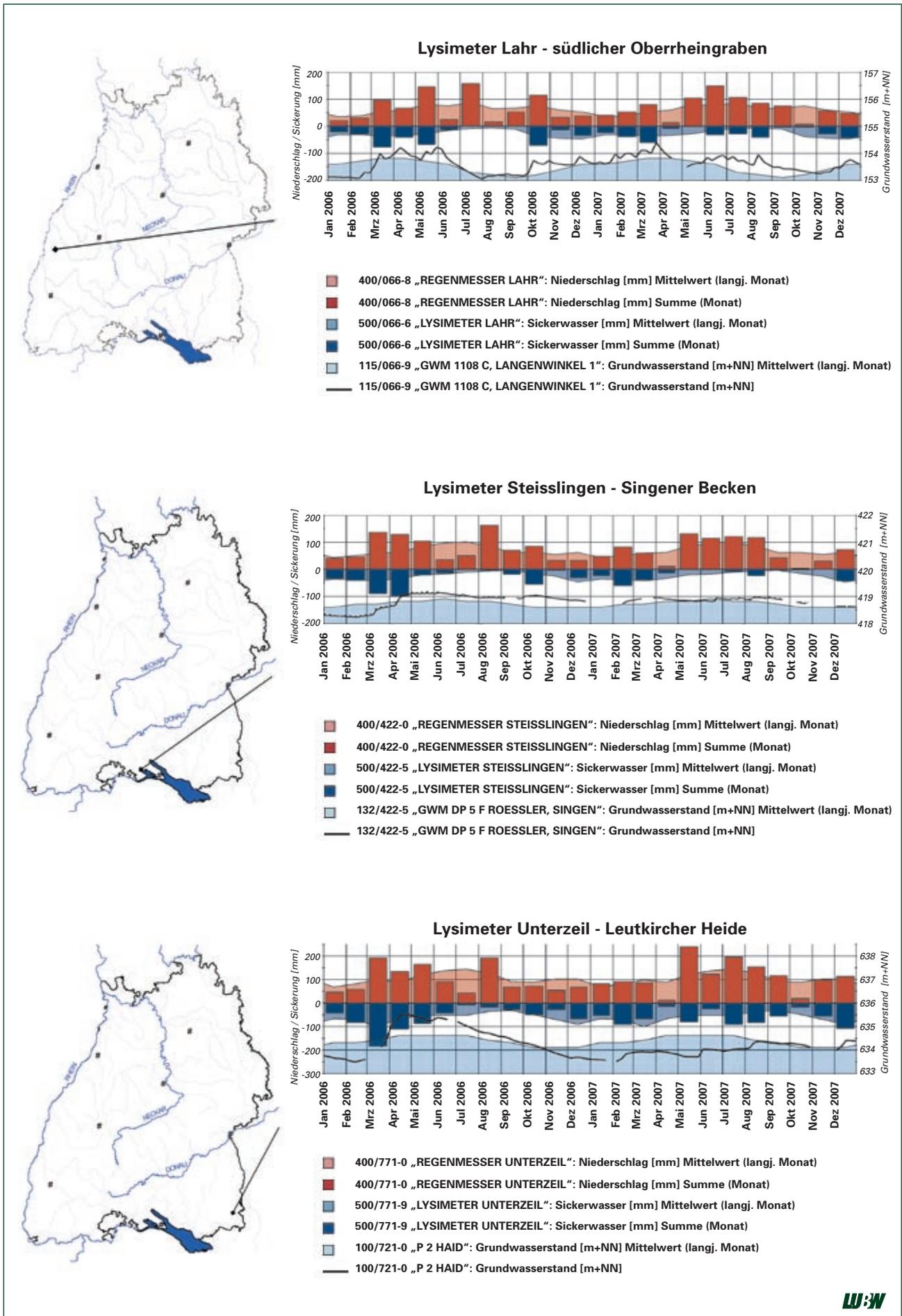


Abbildung 2.2-1: Niederschlag, Sickerung und Grundwasserstand an ausgewählten Lysimeteranlagen in den Jahren 2006 und 2007.

der landesweiten Grundwasservorräte gegeben und die im Jahr 2007 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 zeitnahe Aussagen über den momentanen Zustand und kurzfristige Entwicklungstendenzen der quantitativen Grundwasserverhältnisse im Land Baden-Württemberg werden anhand ausgewählter, für die Gesamtheit möglichst repräsentativer Messstellen, sogenannter Trendmessstellen, durchgeführt.

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

Zum Jahresende 2006 waren in einigen Bereichen aufgrund unterdurchschnittlicher Niederschläge rückläufige Entwicklungen bis in den unteren Normalbereich zu beobachten. Dieser im Jahr 2006 eingeleitete Rückgang wurde durch das Niederschlagsgeschehen im 1. Quartal 2007 auf leicht unterdurchschnittlichem Niveau stabilisiert. Der nahezu niederschlagsfreie Monat April hatte erneute Rückgänge zur Folge. Anschließend konnten die überdurchschnittlichen Frühjahrsniederschläge eine rasche Erholung der Grundwasservorräte auf langjährig mittlere Verhältnisse bewirken. Die im weiteren Jahresverlauf anhaltend rückläufigen Grundwasservorräte konnten sich zum Jahresende erneut erholen. Zum Jahresende 2007 bewegten sich die Grundwasserstände und Quellschüttungen in vielen Bereichen im oberen Normalbereich. Die Jahresmittelwerte der Quellschüttungen entsprechen weitgehend mittleren Verhältnissen.

2.3.2 ÜBERREGIONALE GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE

Die messstellenbezogene Beurteilung der aktuellen quantitativen Grundwasserstandsverhältnisse wurde auf der

Grundlage der Mittelwerte im Jahr 2006 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** bewegten sich zum Jahresbeginn 2007 auf mittlerem Niveau. Die starken Frühjahrsniederschläge bewirkten einen steilen Anstieg der Grundwasservorräte bis oberhalb des Normalbereichs und waren anschließend bis November rückläufig. Zum Jahresende wurden kurzzeitige Anstiege beobachtet (Messstelle 0102/073-1 in Abb. 2.3-2). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen bis leicht steigend.

Im Bereich des **südlichen und mittleren Oberrheins** überstiegen die anfänglich mittleren Grundwasserstände aufgrund der starken Frühjahrsniederschläge im Sommer 2007 die Obergrenze des Normalbereichs. Der im weiteren Jahresverlauf rückläufige Grundwasserstand konnte im November ausgeglichen werden und bewegte sich Ende des Jahres unauffällig auf mittlerem Niveau. Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen bis leicht steigend (Messstelle 0102/070-7 in Abb. 2.3-1).

Die Grundwasserstände im **nördlichen Oberrhein** unterlagen im Jahr 2007 starken Schwankungen innerhalb des Normalbereichs. Im Zeitraum von August bis November wurden vielerorts drastische Rückgänge von extrem hohen Verhältnissen bis an die Untergrenze des Normalbereichs beobachtet (Messstelle 0113/210-4 in Abb. 2.3-1). Im **Rhein-Neckar-Raum** entwickelten sich die Grundwasserstände unauffällig auf leicht überdurchschnittlichem Niveau. Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist insgesamt ausgeglichen, wobei im östlichen Rhein-Neckar-Raum steigende Trends beobachtet werden.

Nach dem markanten Anstieg der Grundwasservorräte im **Singener Becken** zu Jahresbeginn, wurde ein stetiger

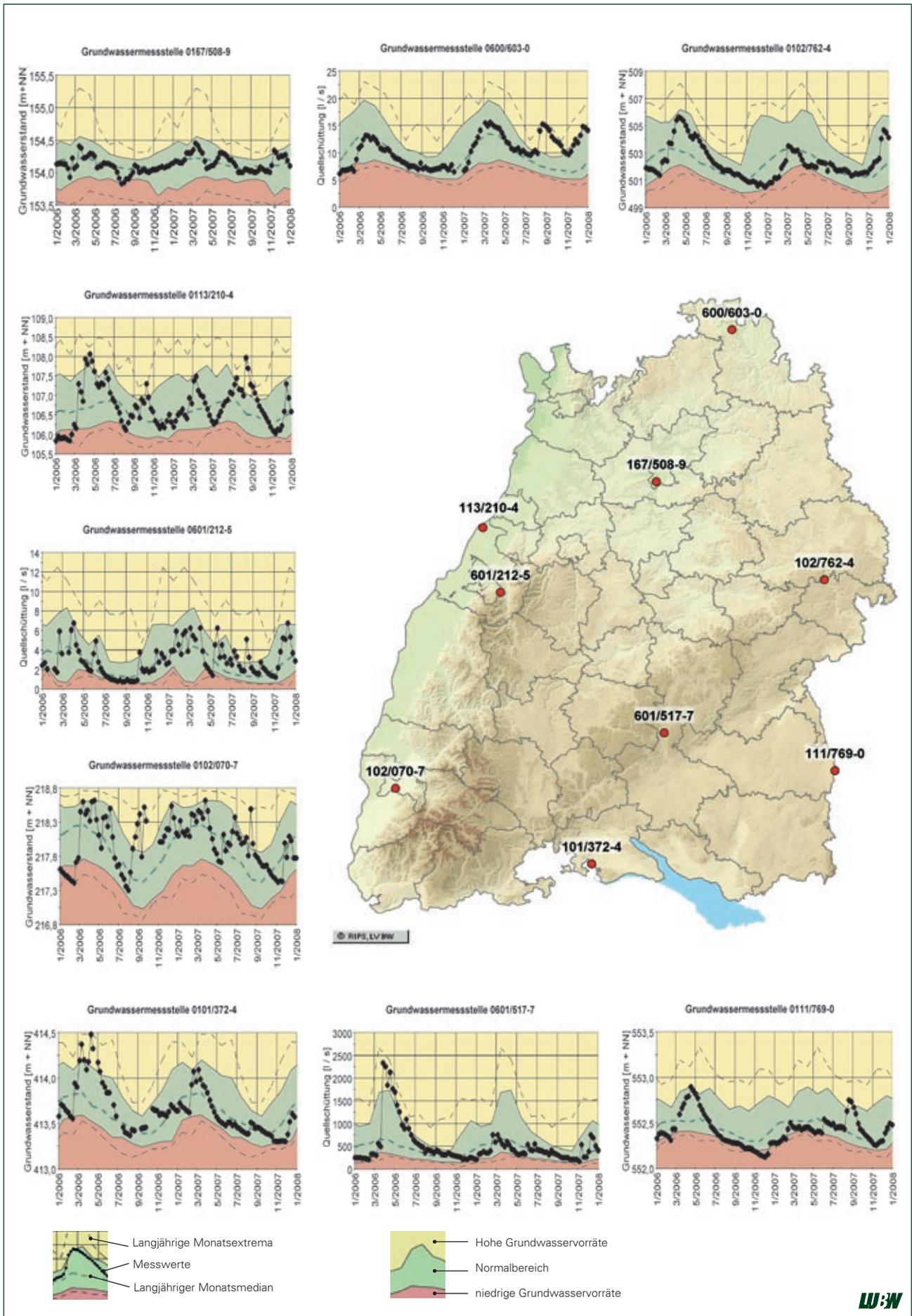


Abbildung 2.3-1: Grundwasserstand / Quellschüttung und zugehöriger Normalbereich aus 20 Beobachtungsjahren an ausgewählten Grundwassermessstellen in den Jahren 2006 und 2007.

Rückgang bis an die Untergrenze des Normalbereichs im November beobachtet. (Messstelle 101/372-4 in Abb. 2.3-1). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgewogen.

Die starken Frühjahrsniederschläge konnten die bis dahin unauffälligen Grundwasserstände in den quartären Talfüllungen des Donautals kurzfristig bis auf ein deutlich überdurchschnittliches Niveau anheben. Auch die zweite Jahreshälfte zeichnete sich durch starke Anstiege z.B. im November aus (Messstelle 0100/270-7 in Abb. 2.3-2). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Die beträchtlichen Frühjahrs- und Herbstniederschläge konnten die unterdurchschnittlichen Grundwasserstände

im Illertal und im Bereich der Leutkircher Heide auf ein mittleres Niveau anheben (Messstelle 0111/769-0 in Abb. 2.3-1). Im Rißtal sowie im Argendelta entwickelten sich die Grundwasservorräte unauffällig. Insgesamt konnten sich die zunächst niedrigen Grundwasserverhältnisse im Laufe des Jahres erholen und bewegten sich zum Jahresende überwiegend auf mittlerem Niveau. Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Die starken Frühjahrsniederschläge, bewirkten im Karstaquifer der Schwäbischen Alb ansteigende Grundwasserverhältnisse auf mittleres Niveau. Grundwasserstände und Quellschüttungen bewegten sich im weiteren Jahresverlauf 2007 unauffällig (Messstellen 0601/517-7 und 0102/762-4 in

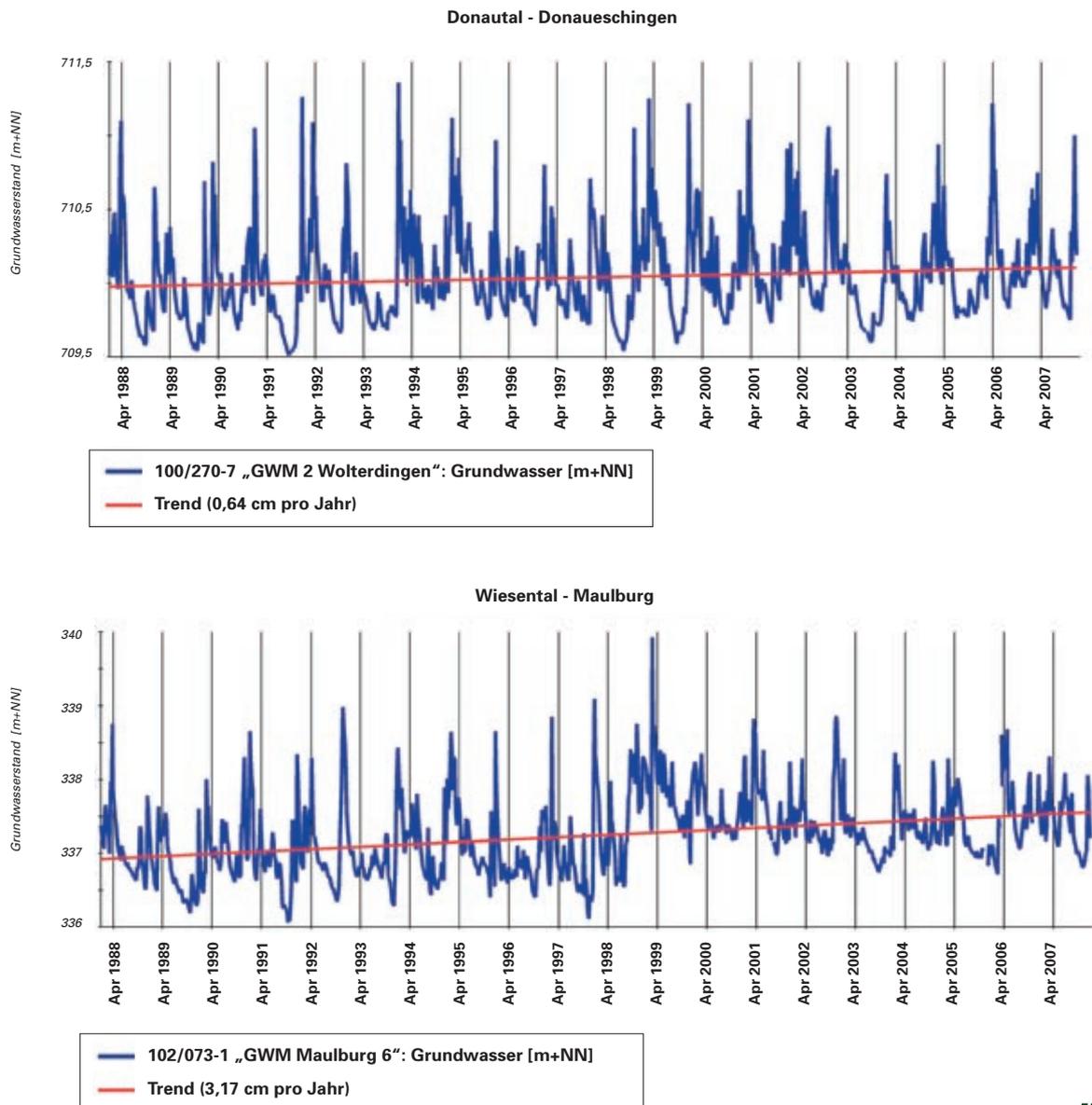
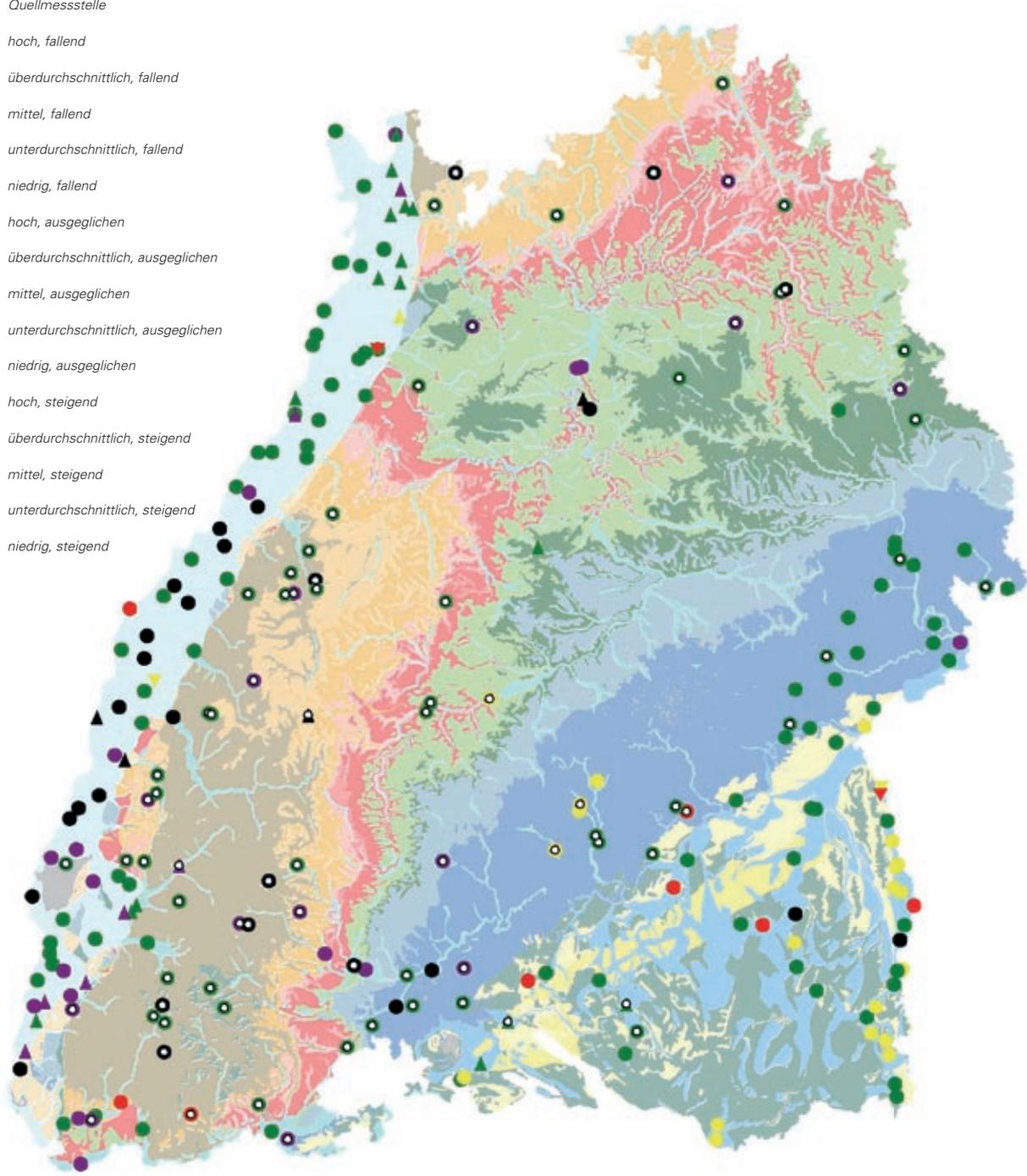


Abbildung 2.3-2: Ganglinien ausgewählter Grundwasserstandsmessstellen mit Trendbetrachtung (1988-2007).

Zeichenerklärung der Grundwasserverhältnisse

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



Grundwassereinheiten

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Junge Magmatite (GWG) (1) ■ Mittelkeuper und Oberkeuper (GWL) (1) ■ Obere Meeresmolasse (GWL) (1) ■ Oberer Buntsandstein bis Mittlerer Muschelkalk (GWG) (1) ■ Oberer Muschelkalk (GWL) (1) ■ Oberjura (Raurasische Fazies) (GWL) (1) ■ Oberjura (Schwäbische Fazies) (GWL) (1) ■ Paläozoikum Kristallin (GWG) (1) ■ Quartäre Becken- und Moränensedimente (GWG) (1) | <ul style="list-style-type: none"> ■ Quartäre Kiese und Sande (GWL) (1) ■ Quartäre Kiese und Sande unter Moränensedimenten (GWL) (1) ■ Tertiär im Oberrheingraben (GWG) (1) ■ Trias, undifferenziert (GWG) (1) ■ Unterer und Mittlerer Buntsandstein (GWL) (1) ■ Unterjura und Mitteljura (GWL) (1) ■ Unterkeuper und Gipskeuper (GWG) (1) ■ übrige Molasse (GWG) (1) |
|--|---|

LUBW

Abbildung 2.3-3: Charakterisierung der mittleren Grundwasserverhältnisse im Jahr 2007 und des Trendverhaltens im Zeitraum 1988-2007 (Hintergrund: Grundwassereinheiten).

Abb. 2.3-1). Die Auswirkungen der Novemberriederschläge waren zwar bereichsweise weniger ausgeprägt als erwartet, führten jedoch zu einem generellen Anstieg der Grundwasservorräte auf deutlich überdurchschnittliches Niveau. Die 20-jährigen Trends sind ausgeglichen.

Die Grundwasserstände im Lockergestein des **mittleren Neckarraumes** bewegten sich im Jahr 2007 dauerhaft im Bereich der langjährigen Erfahrungswerte auf Durchschnittsniveau mit Ausnahme einer niederschlagsbedingten, kurzzeitigen Hochwassersituation im November (Messstelle 0167/508-8 in Abb. 2.3-1).

Die Jahresgänge der Quellschüttungen in den Festgesteinen von **Nord-Württemberg** verliefen in der ersten Jahreshälfte 2007 unauffällig im oberen Normalbereich. Aufgrund der Niederschläge im Mai und November wurden kurzfristige Zunahmen – teilweise bis auf vieljährige Höchstwerte – beobachtet. Zum Jahresende waren überdurchschnittliche Verhältnisse zu verzeichnen (Messstelle 0600/603-0 in Abb. 2.3-1). Die langjährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen bis leicht steigend.

Die **Schwarzwaldquellen** verfügen über kleinräumige Einzugsgebiete und weisen daher im Jahr 2007 besonders ausgeprägte, niederschlagsbedingte Schüttungsschwankungen auf. Die geringen Niederschlagsmengen im April und Oktober 2007 haben stark rückläufige Schüttungen bewirkt, teilweise bis unterhalb des Normalbereichs. Demgegenüber wurden in den Monaten Mai / Juni und zum Jahresende starke Anstiege beobachtet. Im Jahresmittel liegen überwiegend mittlere Verhältnisse vor (Messstelle 0601/212-5 in Abb. 2.3-1).

Insgesamt beobachtet man bei den Grundwasserständen und Quellschüttungen im Jahr 2007 überwiegend durchschnittliche Verhältnisse. Das Niederschlagsgeschehen hat die Grundwasserverhältnisse im Jahr 2007 geprägt; die starken Niederschläge im Frühjahr und zum Jahresende konnten die Auswirkungen der extrem trockenen Monate April und Oktober ausgleichen. Die Grundwasserdynamik 2007 wird durch die Abfolgen von rückläufiger Entwicklung und kurzfristigen Anstiegen gekennzeichnet. Zum Jahresende entsprachen die quantitativen Grundwasserverhältnisse den vieljährigen Erfahrungswerten. Der 20-jährige Trend ist bei den Grundwasserstandsmessstellen und den Quellen ausgeglichen (siehe Abb. 2.3-3).

2.4 NITRAT

Im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung aus dem Jahre 2003 zwischen dem Land und den baden-württembergischen Wasserversorgungsunternehmen (WVU) erhält die LUBW auch die Daten von der „Grundwasserdatenbank Wasserversorgung“, in der die im Auftrag der Wasserversorgungsunternehmen ermittelten Nitrat- und Pflanzenschutzmittel-Messwerte zusammengestellt sind.

Die Landratsämter verwenden die Daten zur Einstufung der Wasserschutzgebiete in Pflanzenschutzmittelsanierungsgebiete bzw. in die drei Nitratklassen: Normal-, Problem- und Sanierungsgebiet.

Der LUBW wurden bis zum Stichtag 02.04.2008 insgesamt 3.361 Nitratwerte von 1.872 Messstellen in Wasserschutzgebieten übermittelt, davon befinden sich 253 Messstellen im Landesmessnetz (Überschneidermessstellen). Somit wird die Gesamtdatenbasis des Landesmessnetzes zu Nitrat durch den Kooperationsbeitrag durch zusätzlich 1.619 Messstellen ergänzt. Dies sind etwa 600 Messstellen mehr als 2006. Hintergrund dafür ist, dass für gering nitratbelastete Messstellen in Wasserschutzgebieten der Nitratklasse 1 nur alle drei Jahre die Nitratkonzentrationen zu ermitteln ist und dies im Jahr 2007 wieder der Fall war.

Diese Daten gehen im vorliegenden Bericht in die Auswertungen zur Nitratsituation in den Wasserschutzgebieten ein (Kapitel 2.4.2).

Abschnitt 2.4.1 des Nitratkapitels bezieht sich ausschließlich auf die Daten des von der LUBW betriebenen Landesmessnetzes mit dem flächendeckenden Überblick über die Nitratbelastung im Lande ohne besondere Berücksichtigung der Trinkwassernutzung.

Um einen flächendeckend repräsentativen Überblick zu ermöglichen, setzt sich das Landesmessnetz sowohl aus Grundwassermessstellen ohne jegliche Nutzung (Beobachtungsrohre, Quellen) als auch aus Messstellen mit Nutzungen zusammen. Zu letzteren gehören auch Beregnungsbrunnen, Brauchwasserbrunnen und Rohwasserförderbrunnen für die Trinkwasserversorgung von privaten Nutzern (Eigenwasserversorgung) und von Wasserversorgungsunternehmen.

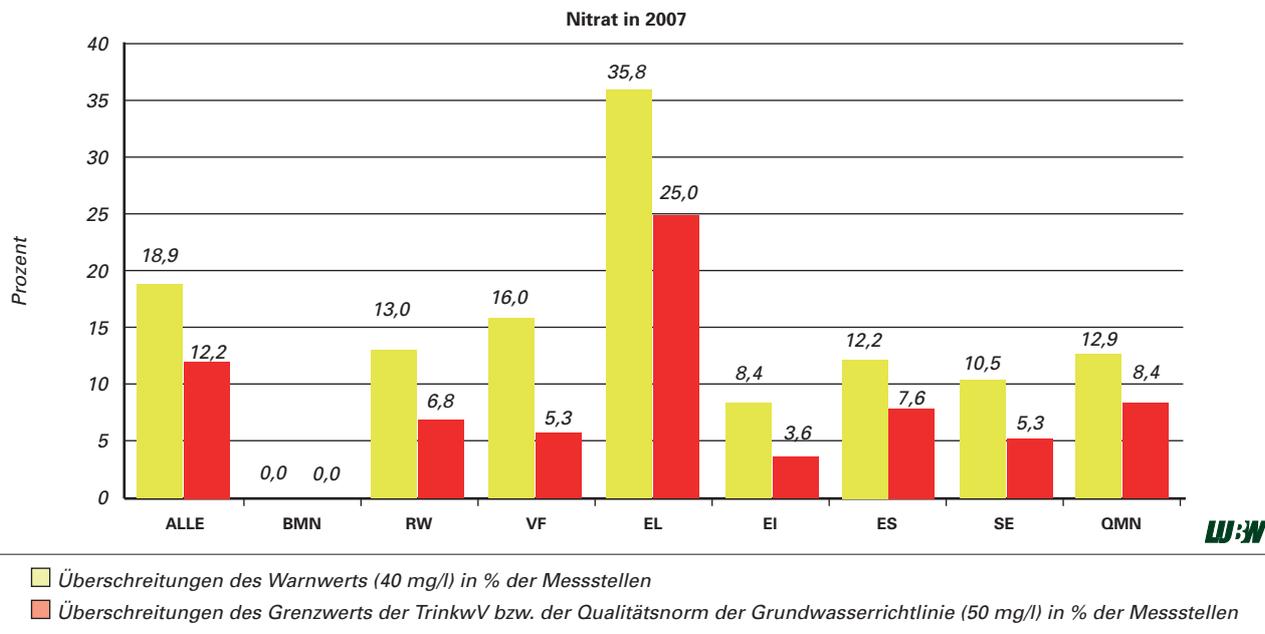


Abbildung 2.4-1: Prozentualer Anteil der Messstellen mit Überschreitungen des Warnwerts des Grundwasserüberwachungsprogramms und des Grenzwerts der TrinkwV bzw. der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie im Gesamtmessnetz und in den Teilmessnetzen 2007 (Datenbasis: nur Landesmessstellen, Abkürzungen siehe Anhang A1).

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

2.4.1 NITRAT IM GRUNDWASSERBESCHAFFENHEITSMESSNETZ DER LUBW (LANDESMESSNETZ)

Die LUBW unterhält ein landesweites Messnetz, das durch die flächendeckende Messstellenverteilung repräsentative Aussagen zur Gesamtsituation der Grundwasserbeschaffenheit des Landes erlaubt. Im Herbst 2007 wurde das Grundwasser von 1.843 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, die

in Abbildung 2.4-1 grafisch aufbereitet und in Tabelle 2.4-1 aufgelistet sind, zeigen, dass das allgemeine Konzentrationsniveau der Nitrat-Belastung nach wie vor relativ hoch ist.

Im Jahr 2007 lag die Überschreitungshäufigkeit des Warnwertes des Grundwasserüberwachungsprogramms von 40 mg/l bei 18,9 % und des Grenzwerts der TrinkwV bzw. Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie von 50 mg/l bei 12,2 % der Messstellen des Landesmessnetzes (Abb. 2.4-1).

Die Beiträge der verschiedenen Messstellengruppen zur Gesamtbelastung sind wie in den Vorjahren sehr unterschiedlich, wobei die Reihenfolge der Teilmessnetze nach ihrer Überschreitungshäufigkeit unverändert ist. So ergibt sich beispielsweise für das Basismessnetz (BMN) ein unterdurchschnittliches Belastungsniveau, während die Emittentenmessstellen Landwirtschaft (EL) mit einem im Vergleich großen Anteil an Messstellen mit hohen Nitratbelastungen ein überdurchschnittliches Belastungsniveau (Abb. 2.4-1) aufweisen.

Tabelle 2.4-1: Statistische Kennzahlen Nitrat 2007 (Abkürzungen siehe Anhang A1).

| | Landes-Messnetz | EL | ES | RW | BMN |
|--|-----------------|------|------|------|-----|
| Anzahl der Messstellen | 1.843 | 615 | 343 | 161 | 107 |
| Mittelwert in mg/l | 25,1 | 35,4 | 23,0 | 22,6 | 8,1 |
| Medianwert in mg/l | 19,7 | 30,1 | 20,0 | 20,3 | 7,5 |
| Überschreitungen des Warnwerts (40 mg/l) in % der Messstellen | 18,9 | 35,8 | 12,2 | 13,0 | 0,0 |
| Überschreitungen des Grenzwerts der TrinkwV bzw. der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie (50 mg/l) in % der Messstellen | 12,2 | 25,0 | 7,6 | 6,8 | 0,0 |

LUBW

Die Zunahmen der Überschreitungshäufigkeiten von 40,0 bzw. 50,0 mg/l im gesamten Landesmessnetz gegenüber 2006 basieren - mit Ausnahme des Basismessnetzes - auf Zunahmen in nahezu allen einzelnen Teilmessnetzen. Die Zunahme bei den Emittentenmessstellen Landwirtschaft (EL) ist mit etwa 1 % am höchsten.

Im Teilmessnetz „Landwirtschaft“ (EL), dem mit 615 untersuchten Messstellen größten Teilmessnetz, ergibt sich eine Zunahme der Messstellen mit Nitratkonzentrationen über 50 mg/l von 24,1 % im Herbst 2006 auf 25,0 % im Jahr 2007.

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 unverändert dar (Abb. 2.4-2 und 2.4-3). Erneut sind das Gebiet zwischen Mannheim, Heidelberg und Bruchsal, der Kraichgau, der Neckarraum zwischen Stuttgart und Heilbronn, der Main-Tauber-Kreis, das Markgräfler Land sowie die Region Oberschwaben besonders stark belastet.

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

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

tungen schon in wenigen 100 m Abstand deutliche Konzentrationsunterschiede beobachtet werden. Trotzdem ist es gerechtfertigt, für einen Überblick über das gesamte Land die punktuellen Messungen zu regionalisieren und eine flächendeckende Belastungskarte (Abb. 2.4-3) zu erstellen, um das großräumige Belastungsniveau zu beschreiben.

Keinesfalls darf dies 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 am Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart speziell entwickelte Kriging-Verfahren SIMIK+ verwendet, in dem die beiden Haupteinflussfaktoren Landnutzung in 16 Klassen und Hydrogeologie („Oberflächennahe Aquifere“) in 21 Klassen berücksichtigt werden. Tiefe Messstellen wurden ausgeschlossen. 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 BEIDEN VORJAHREN)

Da im Herbst 2007 etwa 200 Messstellen weniger als in den Vorjahren beprobt wurden, wurde die statistischen Kennwerte der Vorjahre neu berechnet. Datenbasis waren die im Herbst 2007 zur Beprobung und Analyse beauftragten 1.866 Messstellen.

Bei den wichtigsten summarischen Statistiken sind im gesamten Landesmessnetz im Vergleich zum Vorjahr sehr

Tabelle 2.4-2: Statistische Kennzahlen der Nitratdaten von 2007 im Vergleich zu den Vorjahren (Vorjahre neu berechnet s. Text.).

| Landesmessnetz | 2007 | 2006 | 2005 | 2004 | 2003 | 2002 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Anzahl der Messstellen | 1.843 | 1.823 | 1.846 | 1.840 | 1.823 | 1.832 |
| Mittelwert in mg/l | 25,1 | 24,9 | 24,7 | 24,0 | 24,4 | 25,4 |
| Medianwert in mg/l | 19,7 | 20,0 | 19,8 | 18,6 | 18,5 | 20,0 |
| Überschreitungen des Warnwerts (40 mg/l) in % der Messstellen | 18,9 | 18,8 | 18,0 | 18,1 | 19,2 | 20,0 |
| Überschreitungen des Grenzwerts der TrinkwV bzw. der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie (50 mg/l) in % der Messstellen | 12,2 | 11,6 | 11,6 | 11,0 | 11,5 | 12,0 |



Nitrat

Beprobung 2007

Werte in mg/l

- <= 15,0
- 15,1 - 25,0
- 25,1 - 35,0
- 35,1 - 50,0
- > 50,0

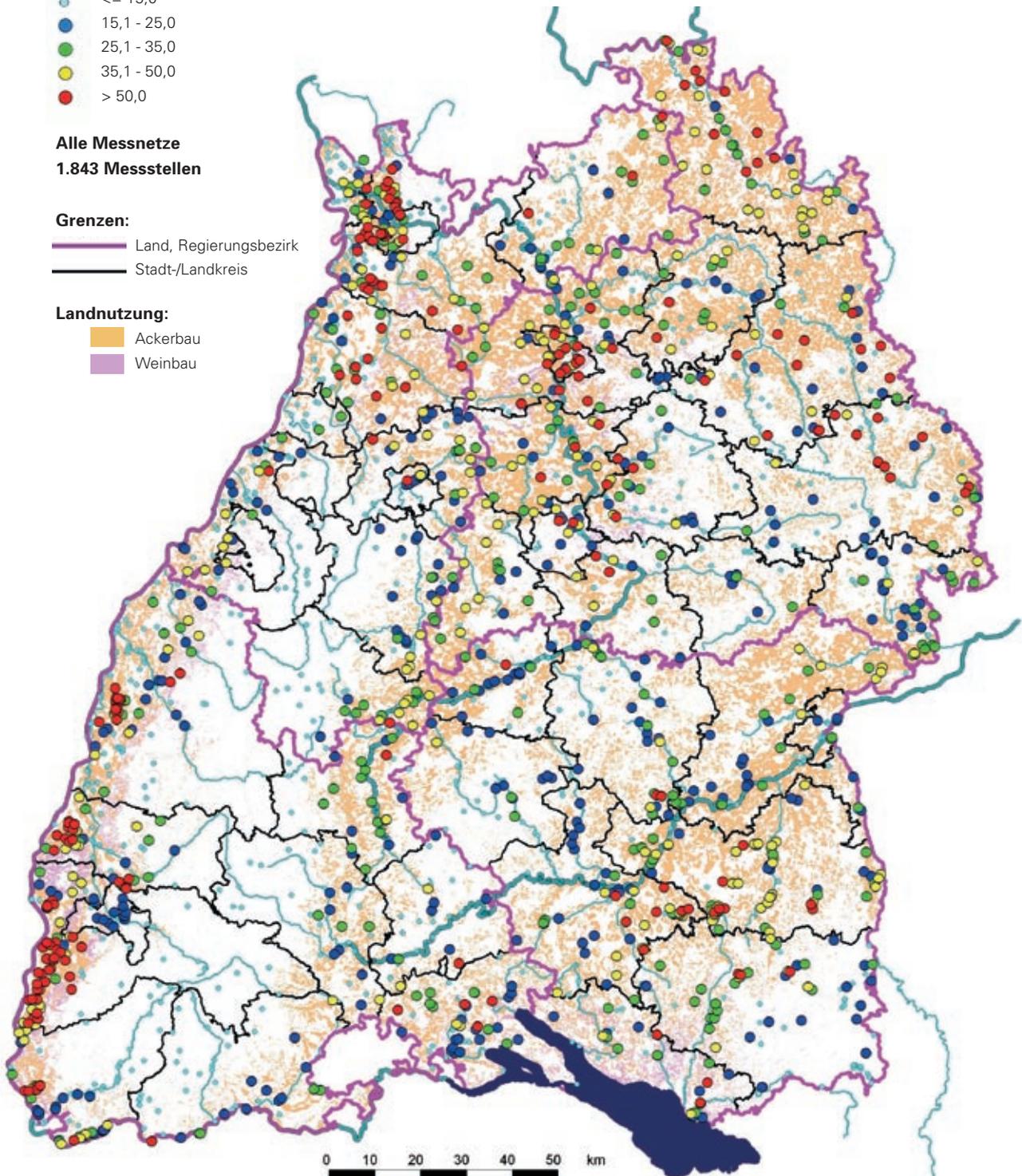
Alle Messnetze
1.843 Messstellen

Grenzen:

- Land, Regierungsbezirk
- Stadt-/Landkreis

Landnutzung:

- Ackerbau
- Weinbau



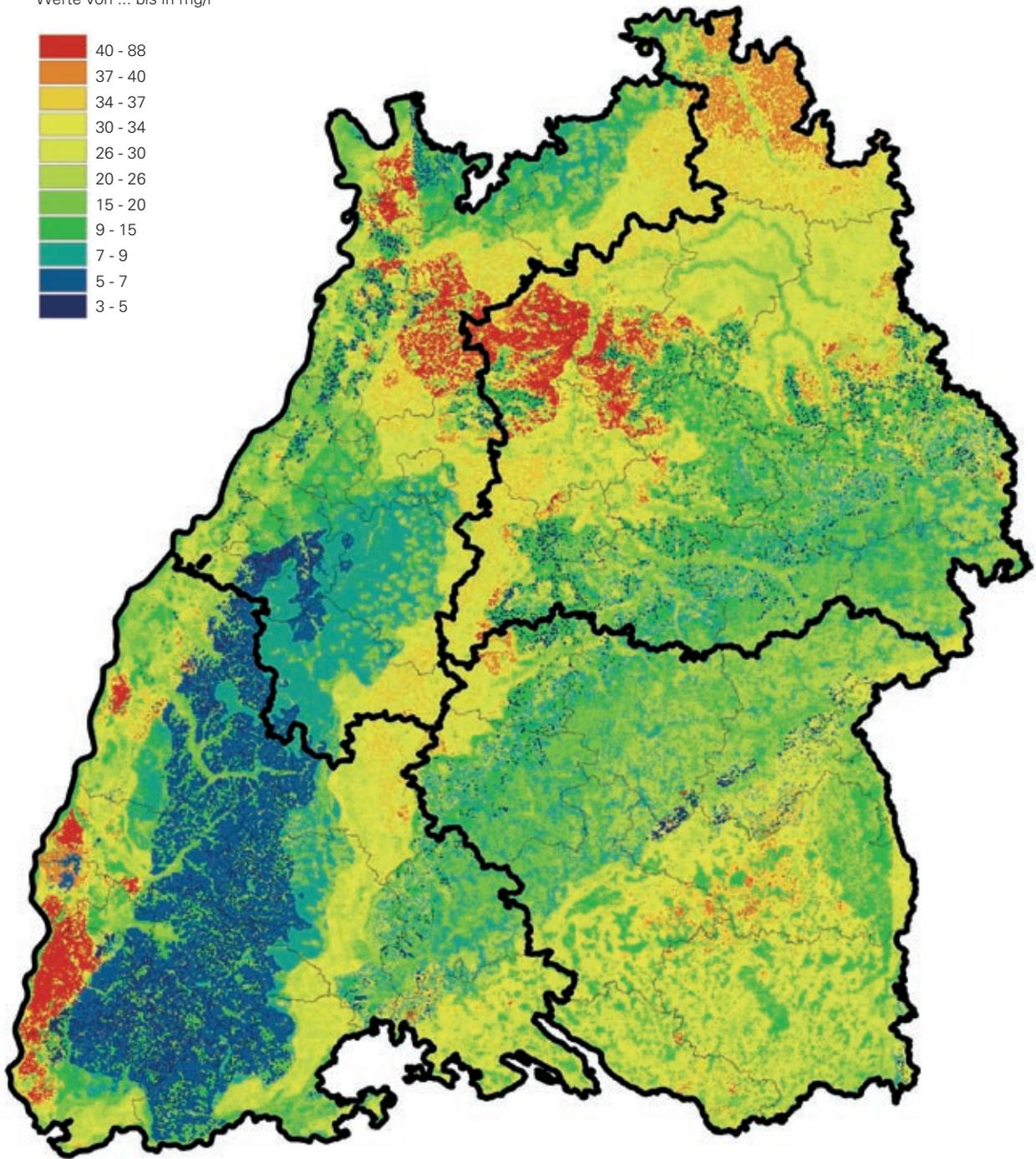
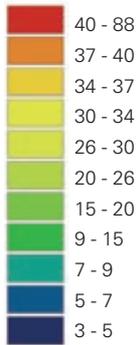
LUBW

Abbildung 2.4-2: Nitratgehalte 2007: Landesmessstellen mit Landnutzung.

Nitrat

Beprobung 2007

Werte von ... bis in mg/l



0 10 20 30 40 50 Kilometer

LUBW

Abb. 2.4-3: Verteilung der Nitratgehalte 2007 im oberflächennahen Grundwasser, regionalisierte Darstellung nur oberflächennaher Messstellen (Anmerkung: dargestellt sind 1.663 von insgesamt 1.843 Landesmessstellen, da ein Teil der Messstellen in tiefen Aquiferen verfiltert ist oder für Messstellen keine Aquifer- oder Landnutzungsbezeichnung vorliegt).

leichte bis leichte Steigerungen zu beobachten (Tab. 2.4-2). Die als Folge des Trockenjahres 2003 stattgefundenen Steigerungen von 2004 auf 2005 bleiben die höchsten.

Vergleicht man die Ergebnisse der Beprobungskampagne Herbst 2007 mit den neu berechneten aus dem Herbst 2006, so hat sich im Mittel die Nitratbelastung des Grundwassers von durchschnittlich 24,9 mg/l um 0,2 mg/l auf 25,1 mg/l nur sehr leicht erhöht. 2005 lag sie bei 24,7 mg/l.

Gegenüber diesen geringfügigen Anstiegen ist die Überschreitungquote des Werts von 50 mg/l etwas stärker gestiegen. Während 2006 der Anteil an Landesmessstellen mit Nitratgehalten über 50 mg/l bei 11,6 % lag, zeigen die Auswertungen für 2007 mit 12,2 % eine leicht gestiegene Überschreitungquote (2002: 12,0 %).

Das Belastungsniveau entspricht in etwa dem des Jahres 2002, also der Situation vor dem Trockenjahr 2003.

An 1.802 Messstellen des Landesmessnetzes liegen Nitrat-Messwerte sowohl für Herbst 2007 als auch für den Herbst 2006 vor. Beim direkten Vergleich der einzelnen Messstellen zeigt sich, dass 858 Zunahmen des Nitratwertes (maximal um + 70 mg/l) 824 Messstellen mit Abnahmen (bis zu - 80 mg/l) gegenüberstehen. Dies entspricht bei 48 % Zunahmen im Vergleich zu 46 % Abnahmen einem sehr leichten Überwiegen der Zunahmen.

Bei den restlichen 120 Messstellen sind die Nitratwerte im Vergleich zum Vorjahr unverändert.

Teilt man die 1.802 Messwerte aus dem Jahr 2007 in sechs Konzentrationsklassen ein und bildet für jede Klasse den Mittelwert der sich aus den Veränderungen von 2007 im Vergleich zu 2006 ergebenden Differenzen, so erhält man die in Abbildung 2.4-4 dargestellte Grafik.

Nachdem von 2003 auf 2004 Zunahmen nur an Messstellen mit sehr hohen Belastungen von größer 80 mg/l und von 2004 auf 2005 Zunahmen in allen Belastungsklassen mit Gehalten größer/gleich 10 mg/l zu erkennen waren, sind 2007 Zunahmen in den Belastungsklassen von größer/gleich 25 mg/l und Abnahmen in den Belastungsklassen von kleiner 25 mg/l festzustellen, vergleichbar dem Muster von 2006/2005.

Die Auswertung ergibt für die oberste Klasse mit Nitratkonzentrationen über 80 mg/l mit 50 sehr stark belasteten Messstellen eine mittlere Zunahme des Nitratgehaltes um 4,1 mg/l. Dies ist 2007 die stärkste Zunahme aller Klassen. Jedoch war in diesem Konzentrationsbereich von 2004 auf 2005 die Zunahme mit 8,2 mg/l - als Folge der Auswirkungen des Trockenjahres 2003 - noch größer gewesen. In der Klasse 50 - 80 mg/l ist die im Jahr 2007 feststellbare Erhöhung um 2,8 mg/l in ihrer Höhe neu für den Zeitraum 2003 bis 2007. Die größte Erhöhung in dieser Klasse lag bisher bei 1,6 mg/l von 2004 auf 2005.

Veränderung zum Vorjahr (2007-2006) in Abhängigkeit vom Konzentrationsniveau

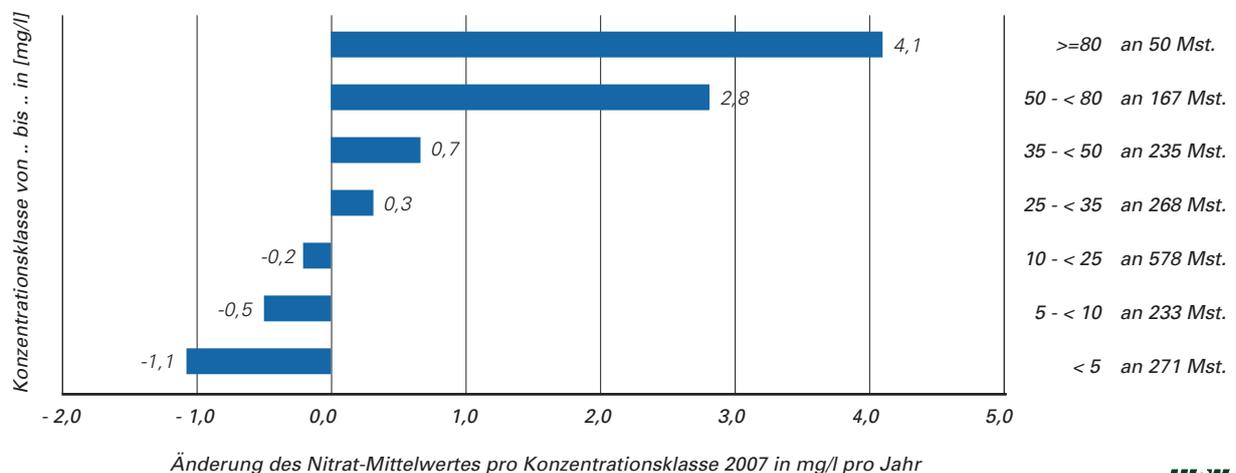


Abbildung 2.4-4: Mittlere Änderung 2007 gegen 2006 in den verschiedenen Konzentrationsklassen.

Nitrat

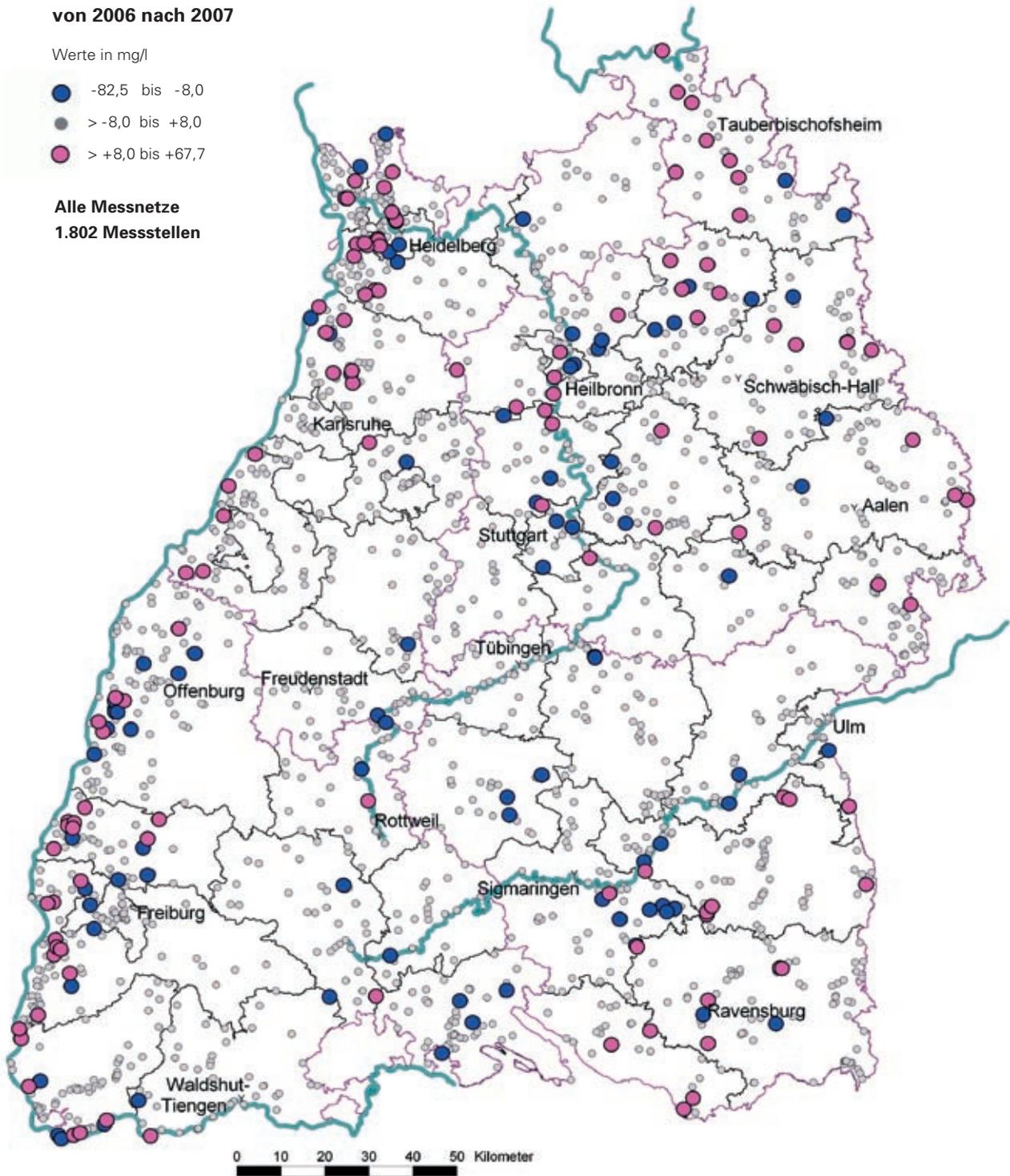
Differenz 2007 - 2006

Zu- und Abnahmen
von 2006 nach 2007

Werte in mg/l

- -82,5 bis -8,0
- > -8,0 bis +8,0
- > +8,0 bis +67,7

Alle Messnetze
1.802 Messstellen



LUBW

Abbildung 2.4-5: Räumliche Verteilung der kurzfristigen Änderungen der Nitratgehalte (2007 - 2006).

In den anderen beiden Belastungsklassen mit zunehmenden Nitratgehalten liegen die mittleren Zunahmen im Bereich von 0,3 bis 0,7 mg/l.

Zu den vier Konzentrationsklassen mit zunehmenden Nitratgehalten gehören mit 720 Messstellen mehr als ein Drittel (40 %) der insgesamt 1.802 in den Jahren 2007 und 2006 gemeinsam untersuchten Grundwassermessstellen (Abb. 2.4-4).

Diese kurzfristigen Veränderungen der Nitratgehalte dürfen generell jedoch nicht überbewertet werden, da sie in besonderem Maße von den Einflüssen der Landnutzungs- und Witterungsbedingungen in den jeweiligen Jahren beeinflusst sind. Auch das Trockenjahr 2003 dürfte unter Berücksichtigung der Verweilzeiten noch eine Rolle spielen.

Stellt man die Messstellen mit zu- bzw. abnehmenden Nitratgehalten zwischen 2005 und 2006 graphisch dar, so ergibt sich die in Abbildung 2.4-5 wiedergegebene Karte. Dabei sind die Messstellen mit größeren Zu- bzw. Abnahmen - mit Änderungen von mehr als + bzw. - 8 mg/l - farblich hervorgehoben.

Die Karte zeigt Gebiete mit einer Häufung starker Zunahmen (violette Punkte), wie beispielsweise im Markgräfler Land, im Gebiet am nördlichen Kaiserstuhlrand, im Landkreis Rastatt, im Gebiet zwischen Karlsruhe und Heidelberg, im Main-Tauber-Kreis, im Landkreis Hohenlohe, am Neckartal bei Heilbronn und auch im Alpenvorland im Dreieck zwischen Sigmaringen, Ulm und Ravensburg.

Gebiete mit Häufung starker Abnahmen (blaue Punkte) sind die Räume Ortenaukreis, Singener Becken, Landkreis Sigmaringen. Jedoch findet sich auch oft ein relativ dichtes Nebeneinander von Zu- und Abnahmen, was - im Vergleich zu großräumigen Einflussgrößen, wie geologische Einheiten oder klimatischen Faktoren - für das Überwiegen sehr lokaler Einflüsse spricht (Abb. 2.4-5).

2.4.1.4 MITTELFRISTIGE VERÄNDERUNGEN (ENTWICKLUNG SEIT 1994)

Eine Mindestanforderung für eine zeitliche Vergleichbarkeit der Ergebnisse ist die Konsistenz der Messreihen. Messstellenkonsistenz bedeutet, dass für jede Messstelle

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

Unter Einhaltung dieser Bedingungen lassen sich im Landesmessnetz, das einen repräsentativen Überblick für das gesamte Land ermöglicht, fundierte Aussagen in Bezug auf längerfristige zeitliche Entwicklungen treffen. Durch unvermeidbare Ausfälle einzelner Messstellen in verschiedenen Beprobungsjahren werden die „konsistenten“ Datenkollektive immer kleiner je länger die betrachteten Zeiträume sind. Für Nitrat ist ein akzeptabler Kompromiss der Zeitraum ab 1994, für den bis 2007 insgesamt 1.561 konsistente Messreihen vorliegen. Das entspricht 85 % aller im Herbst 2007 auf Nitrat untersuchten Messstellen.

Eine wichtige, bei der Dateninterpretation zu beachtende Konsequenz dieser Einschränkung ist, dass zwar die statistischen Kennwerte innerhalb dieser Zeitreihen untereinander vergleichbar sind und insofern Aussagen über Entwicklungstendenzen ermöglichen, jedoch das Niveau der Werte durch die wechselnde Zusammensetzung der konsistenten Reihen in den verschiedenen Zeitspannen durchaus unterschiedlich sein kann.

In den Abbildungen 2.4-6 und 2.4-7 sind die Zeitreihen der konsistenten Messstellengruppen von 1994 bis 2007 jeweils mit den mittleren Nitratgehalten pro Jahr angegeben.

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

Dies wird in den beiden Abbildungen durch die Hintergrundfarben veranschaulicht. Während die hellblaue Farbe

Mittlere Nitratkonzentration für konsistente Messstellengruppen

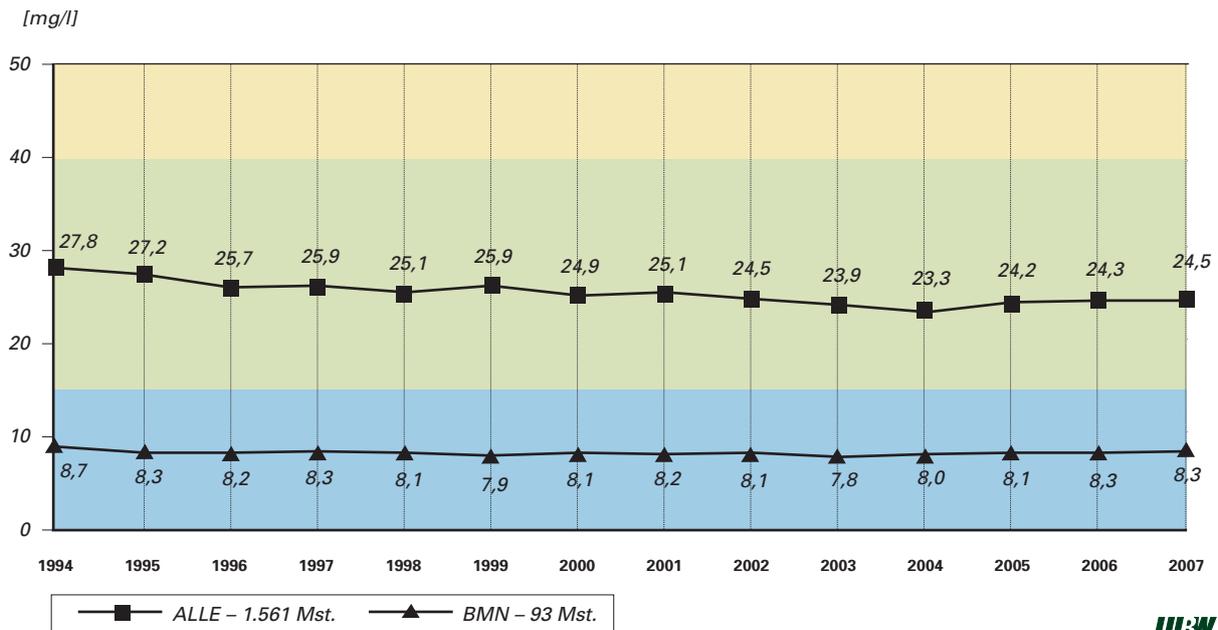


Abbildung 2.4-6: Entwicklung der Mittelwerte für Nitrat zwischen 1994 bis 2007 für jährlich im Beprobungszeitraum jeweils zwischen Anfang September und Ende Oktober beprobte (konsistente) Messstellengruppen.

für eine Konzentrationsklasse steht, die vor allem durch die geogene Hintergrundbeschaffenheit bzw. geringfügige anthropogene Beeinflussungen gekennzeichnet ist, entsprechen der grüne und der gelbe Farbbereich Nitratkonzentrationen mit geringen bis starken Belastungen. Die Grenze zwischen dem grünen und gelben Farbbereich stellt dabei die Konzentration von 40 mg/l, dem Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms, dar.

Betrachtet man in Abbildung 2.4-6 die Zeitreihe ALLE mit 1.561 konsistenten Messstellen, so lässt sich feststellen, dass der Mittelwert des Jahres 2006 von 24,3 mg/l um 0,2 mg/l auf 24,5 mg/l 2007 gestiegen ist. Die von 2004 auf 2005 aufgrund des Trockenjahres 2003 erfolgte beachtliche Niveauerhöhung von im Mittel 0,9 mg/l hat sich nach einer Konsolidierung 2006 mit einem sehr leichten Anstieg um 0,1 mg/l im Jahr 2007 nochmals leicht erhöht. Dieses Niveau entspricht dem des Jahres 2002.

Wie zu erwarten, ergeben sich im Basismessnetz nur geringfügige Schwankungen. Der mittlere Nitratgehalt der 93 landesweit verteilten Messstellen ist mit 8,3 mg/l im Jahr 2007 gegenüber dem Vorjahr gleich geblieben.

In Abbildung 2.4-7 sind die Zeitreihen der konsistenten Messstellengruppen von 1994 bis 2007 für die Teilmessnet-

ze Landwirtschaft (EL), Siedlungen (ES) und Rohwasser (RW) graphisch dargestellt. Demnach waren die mittleren Nitratgehalte pro Jahr von 2004 auf 2005 in allen drei Teilmessnetzen um beachtliche 0,9 bis 1,2 mg/l als Folge des Trockenjahres 2003 gestiegen. Im Teilmessnetz Landwirtschaft (EL) ist 2006 eine Konsolidierung des 2005 erreichten Niveaus zu erkennen. Jedoch findet 2007 ein weiterer Anstieg statt. Insgesamt hat sich der Nitrat-Mittelwert der 528 konsistenten Messstellen dieses Teilmessnetzes um 0,5 mg/l von je 32,8 mg/l in den Jahren 2005 und 2006 auf 33,3 mg/l im Jahr 2007 erhöht. Hier sind weitere Anstrengungen bei der landwirtschaftlichen Nutzung im Sinne des flächendeckenden Grundwasserschutzes nötig, damit die Stagnation überwunden werden kann und eine weitere Verbesserung möglich ist.

Im Rohwassermessnetz (RW) hat der mittlere Nitratgehalt der 122 konsistenten Messstellen nur um 0,1 mg/l zugenommen und liegt jetzt bei 21,7 mg/l. Auch bei den Emitentenmessstellen Siedlung (ES) hat sich im Vergleich zu 2006 der mittlere Nitratgehalt nur um 0,1 mg/l auf 22,7 mg/l im Jahr 2007 erhöht. Auch bei anderen Teilmessnetzen (SE, EI) sind weitere Erhöhungen von 1,2 bzw. 0,1 mg/l ersichtlich. Erniedrigungen gibt es in den Teilmessnetzen VF und QMN von 0,3 bzw. 0,2 mg/l.

Mittlere Nitratkonzentration für konsistente Messstellengruppen

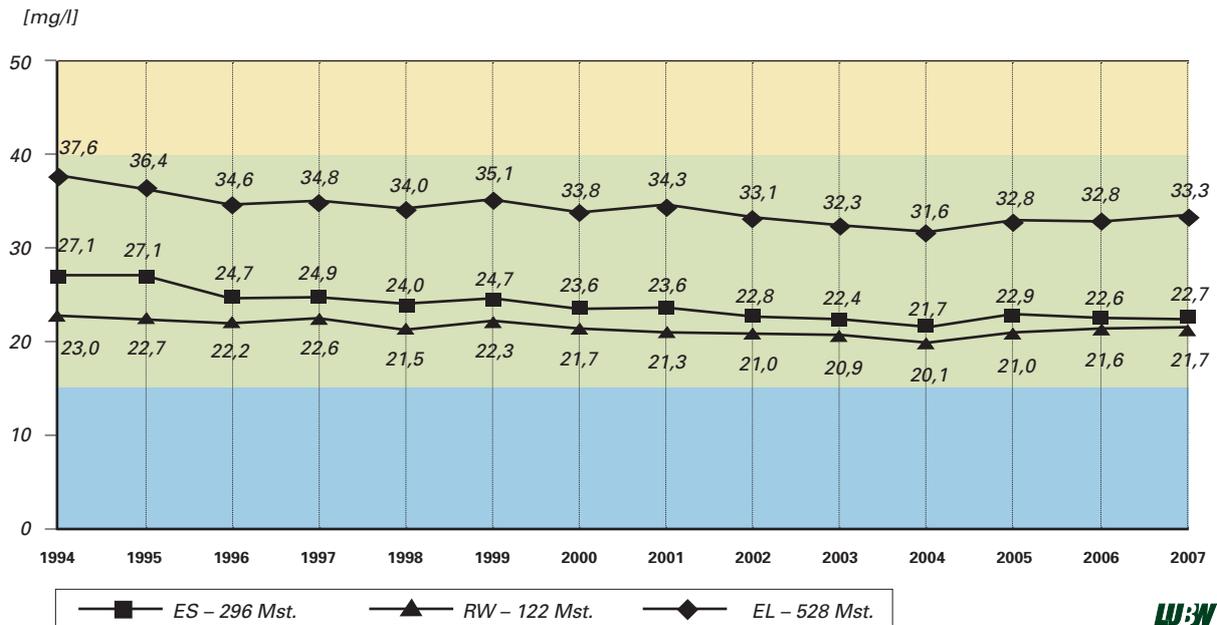


Abbildung 2.4-7: Entwicklung der Mittelwerte für Nitrat zwischen 1994 bis 2007 bei konsistenten Messstellengruppen im Beprobungszeitraum jeweils zwischen Anfang September und Ende Oktober.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass sich 2005, 2006 und 2007 der Trend der seit 1994 sinkenden Nitratbelastungen nicht weiter fortgesetzt hat, sowohl an den konsistenten Messstellen des gesamten Messnetzes als auch an den Messstellen der Teilmessnetze. Jedoch hat 2006 und 2007 eine Konsolidierung der im Jahr 2005 aufgrund des Trockenjahres 2003 in nahezu allen Teilmessnetzen gestiegenen Belastungen stattgefunden.

Ähnliche Konzentrationsanstiege gab es schon in den Jahren 1997, 1999 und 2001. So betrug die aus Abb. 2.4-6 ersichtliche Zunahme von 1998 auf 1999 in der Messstellengruppe ALLE 0,8 mg/l. Die Gruppe EL zeigte damals auch eine Zunahme von 1,1 mg/l (Abb. 2.4-7). In den anderen beiden Jahren 1997 und 2001 waren die Zunahmen jedoch geringer.

Im Jahr 2007 liegen die Mittelwerte der Nitratkonzentrationen für alle Teilmessnetze mit konsistenten Datenreihen deutlich unter den entsprechenden mittleren Gehalten aus dem Jahr 1994 (Abb. 2.4-6 und Abb. 2.4-7). Im gesamten Landesmessnetz hat die mittlere Nitratkonzentration von 1994 bis 2007 um 3,3 mg/l (11,8 %) abgenommen. Im Landwirtschaftsmessnetz ist sie um 4,3 mg/l (11,4 %) gesunken.

2.4.2 NITRAT IN WASSERSCHUTZGEBIETEN (SCHALVO-AUSWERTUNGEN)

In Baden-Württemberg teilen die unteren Verwaltungsbehörden gemäß der im Februar 2001 novellierten Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) alle 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. Diese Einstufungen wurden mit der sogenannten „Deklaratorischen Liste“ im Gesetzblatt Baden-Württemberg am 28.02.2001 veröffentlicht. Jeweils zum 1. Januar des Jahres wird die Einstufung der WSG durch die Unteren Wasserbehörden fortgeschrieben und anschließend im Gesetzblatt als Anlage 7 der SchALVO veröffentlicht.

Die in den folgenden Jahren z. T. vollzogenen Umstufungen erfolgten aufgrund der weiteren Nitratkonzentrations-

WSG

Nitratbelastungs- klassen

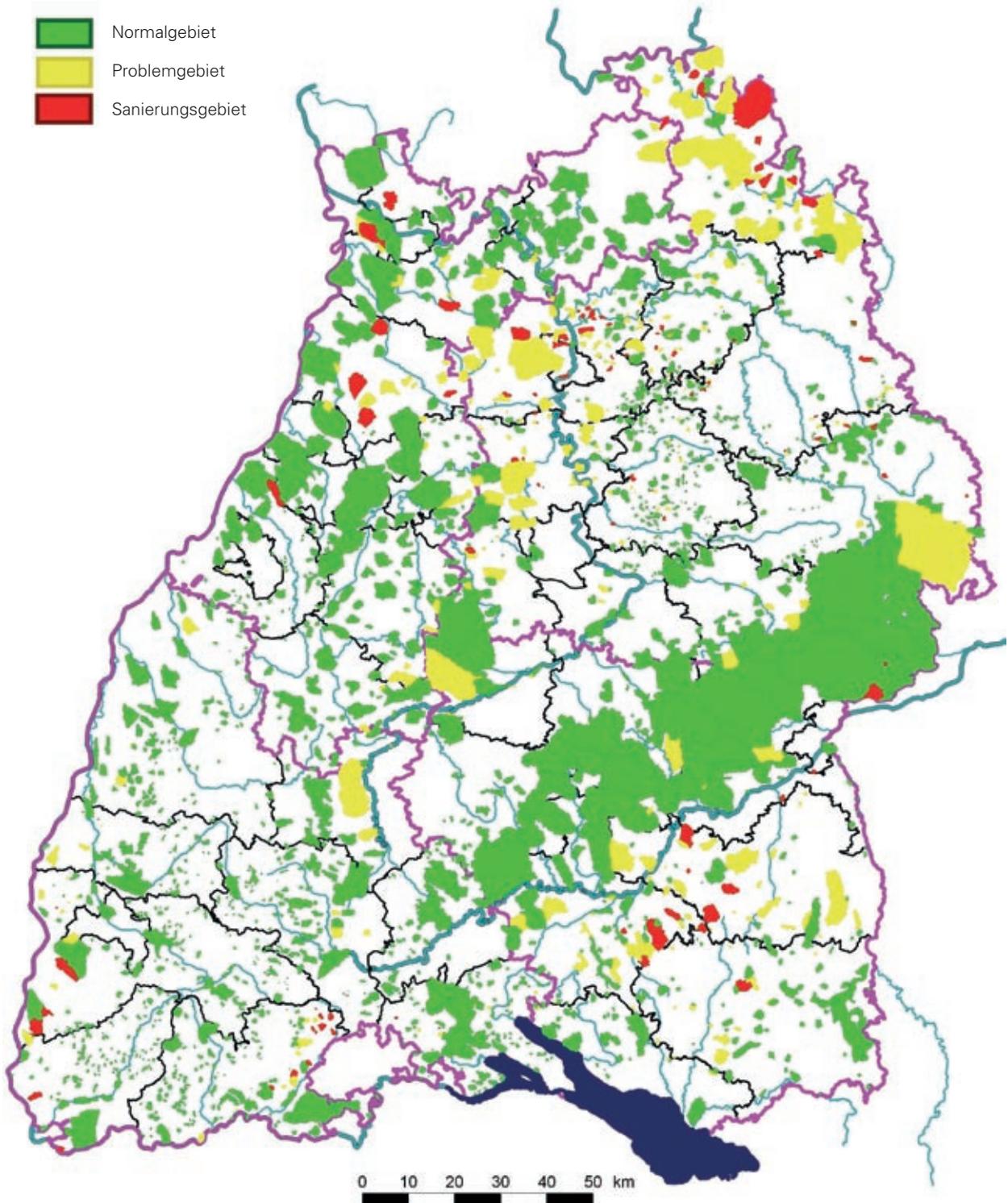


Abb. 2.4-8: Lage der in drei Nitratklassen nach SchALVO eingeteilten Wasserschutzgebiete in Baden-Württemberg - einschließlich Teileinzugsgebieten (Stand: Februar 2008).

Tab. 2.4-3: Anzahl und Verteilung der Wasserschutzgebiete nach der SchALVO - Ersteinstufung 2001 und in den folgenden Jahren bis 2008 (einschließlich Teileinzugsgebiete).

| Jahr | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Normalgebiete | 2.156 | 2.091 | 2.055 | 2.051 | 2.049 | 2.047 | 2.028 | 2.018 |
| Problemgebiete | 319 | 344 | 341 | 323 | 297 | 289 | 294 | 292 |
| Sanierungsgebiete | 182 | 177 | 169 | 155 | 140 | 122 | 111 | 112 |
| Gesamt | 2.657 | 2.612 | 2.565 | 2.529 | 2.486 | 2.458 | 2.433 | 2.422 |

Tab. 2.4-4: Gesamtfläche der baden-württembergischen Wasserschutzgebiete zwischen 2001 und 2008 und Flächenanteile der PSM-Sanierungsgebiete und der SchALVO-Wasserschutzgebiets-Nitratklassen (einschließlich Teileinzugsgebiete).

| Jahr | Stichtag 31.01.08 | | Stichtag 31.01.07 | | Stichtag 31.01.04 | | Stichtag 15.02.01 | |
|------------------------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|
| | Fläche [ha] | Anteil [%] | Fläche [ha] | Anteil [%] | Fläche [ha] | Anteil [%] | Fläche [ha] | Anteil [%] |
| Normalgebiete | 712.149 | 77,5 | 712.291 | 78,0 | 633.494 | 73,6 | 601.080 | 73,3 |
| Problemgebiete | 172.047 | 18,7 | 164.976 | 18,1 | 170.419 | 19,8 | 163.555 | 19,9 |
| Sanierungsgebiete | 34.526 | 3,8 | 36.256 | 4,0 | 57.304 | 6,7 | 55.505 | 6,8 |
| Gesamtfläche | 918.722 | 100 | 913.523 | 100 | 861.218 | 100 | 820.139 | 100 |
| PSM-Sanierungsgebiete | 2.775 | 0,3 | 1.702 | 0,2 | 856 | 0,1 | 0 | 0 |



entwicklung nach 2001 unter Berücksichtigung des mittleren Nitratkonzentrationsniveaus und des Trendverhaltens.

Nach den Umstufungen ergibt sich über die Jahre der in Tab. 2.4-3 dargestellte Sachstand. Durch die Aufhebung, Zusammenlegung und Erweiterung von Wasserschutzgebieten ergeben sich pro Jahr unterschiedliche Gesamtanzahlen.

Landesweit ist die Wasserschutzgebietsgesamtfläche von 2001 bis Januar 2008 um etwa 99.000 ha erweitert worden (Tab 2.4-4). In dieser Tabelle sind auch die PSM-Sanierungsgebiete aufgenommen. Die Lage der Wasserschutzgebiete zeigt Abb. 2.4-8.

2.4.2.1 NITRATKLASSEN-GEBIETE: KURZFRISTIGE VERÄNDERUNGEN (VERGLEICH ZU DEN FÜNF VORJAHREN)

Auf der Grundlage der Beurteilungsdauer von sieben Jahren werden die Tendenzen dargestellt.

Die Auswertung über die konsistenten Nitratklassen - Messstellengruppen aufgrund der erstmaligen SchALVO-Einstufungsbasis 2001 zeigt in Abb. 2.4-9:

■ Wasserschutzgebiete (WSG) in Nitratklasse 1 (NK1) - Normalgebiete:

Nahezu unveränderte mittlere Konzentrationen mit einer sehr leichten Zunahme um 0,1 mg/l von 2001 auf 2007 (+ 0,7 %). Im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich keine Veränderung.

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

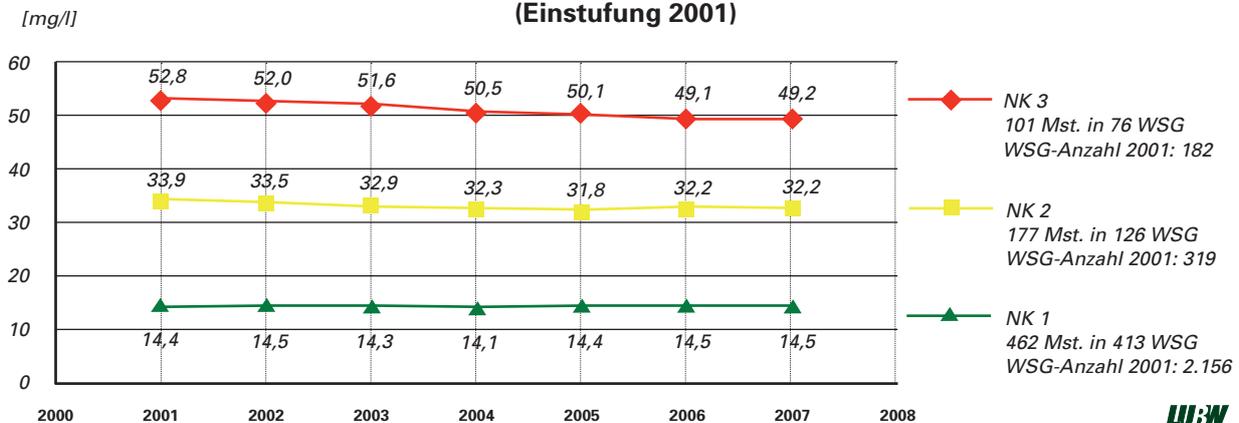


Abb. 2.4-9: Entwicklung der jährlichen Mittelwerte für Nitrat von 2001 bis 2007 für konsistente Messstellen nach SchALVO-Nitratklasseneinstufung über alle pro Jahr und pro Messstelle zur Verfügung stehenden Nitratwerte (SchALVO-Einstufungsbasis: 2001), Abk. siehe Text. (Anm. zur Anzahl WSG in den Nitratklassen: Gegenüber Tab. 2.4-3 mit WSG-Stand 2001 ohne mittlerweile aufgehobene und nicht ersetzte WSG). Datenquelle: alle Landesmessstellen und alle Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen, aber nur Messstellen in WSG, welche für die WSG-Einstufung maßgebend sind.

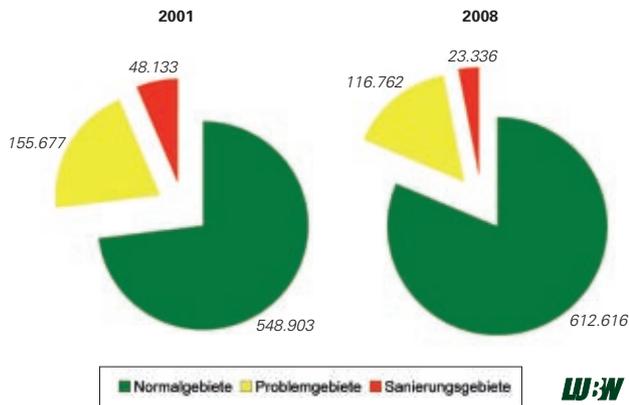


Abb. 2.4-10: Veränderung der konsistenten Wasserschutzgebietsflächen in ha von 2001 auf 2008, Einstufung gemäß SchALVO, Gesamtfläche jeweils 752.713 ha.

■ **Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 2 (NK2) - Problemgebiete:**

Veränderte mittlere Konzentrationen mit einer **Abnahme um 1,7 mg/l** von 2001 auf 2007 (- 5,0 %). Im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich keine Veränderung.

■ **Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 3 (NK3) - Sanierungsgebiete:**

Veränderte mittlere Konzentrationen mit einer Abnahme um 3,6 mg/l von 2001 auf 2007 (- 6,8 %). Im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich eine sehr leichte Zunahme: + 0,1 mg/l.

Der Rückgang der Belastung zeigt sich auch bei Betrachtung identischer Flächen, die sowohl 2001 als auch 2008 als Wasserschutzgebiete ausgewiesen waren (konsistente WSG-Flächen). So ging durch Herabstufungen die Fläche der Sanierungsgebiete um 51,5 % und die Fläche der Problemgebiete um 25 % zurück (Abb.2.4-10).

Die zweite Auswertung über die nicht konsistenten Nitratklassen - Messstellengruppen aufgrund der Basis der jeweiligen SchALVO-Einstufungsbasis in jedem Jahr zeigt in Abb. 2.4-11:

■ **Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 2 (NK2) - Problemgebiete:**

Veränderte mittlere Konzentrationen mit einer **Zunahme um 0,6 mg/l** von 2001 auf 2007 (+ 1,8 %). Auch im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich eine Zunahme: +0,3 mg/l.

■ **Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 3 (NK3) - Sanierungsgebiete:**

Veränderte mittlere Konzentrationen mit einer **Abnahme um 1,2 mg/l** von 2001 auf 2007 (- 2,3 %). Im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich auch eine Abnahme: - 0,2 mg/l.

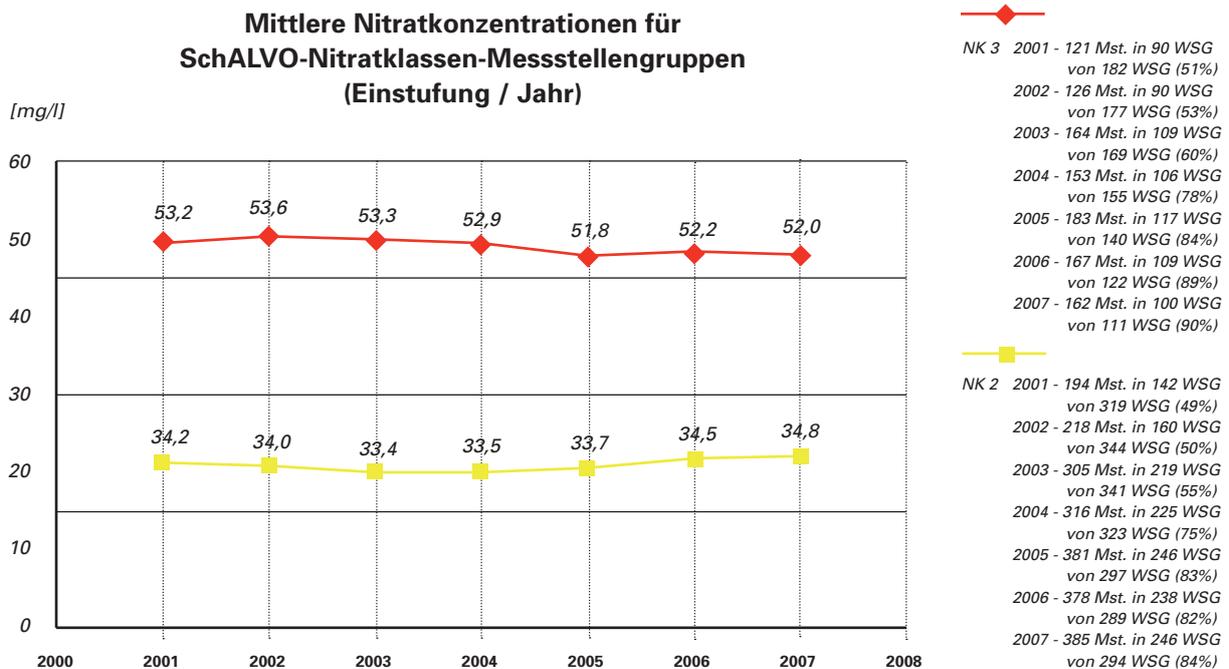


Abb. 2.4-11: Entwicklung der jährlichen Mittelwerte für Nitrat von 2001 bis 2007 für die pro Jahr eingestufte SchALVO-Nitratklassen-Messstellengruppen über alle pro Jahr und pro Messstelle zur Verfügung stehenden Nitratwerte (SchALVO-Einstufungsbasis: 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007), Datenquelle: alle Landesmessstellen und alle Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen, aber nur Messstellen in WSG, die für die WSG-Einstufung maßgebend sind.

Fazit: In den Wasserschutzgebieten ist anhand der hier erst genannten Auswertung über konsistente Messstellen festzustellen, dass im Jahr 2007 der mittlere Nitratwert in den Problem- und Sanierungsgebieten gegenüber dem Vorjahr nahezu unverändert geblieben ist.

Der bisher über die Vorjahre festgestellte nahezu durchgehend abnehmende Trend seit 1994 hat sich nicht weiter fortgesetzt, wobei aber der mittlere Nitratwert 2007 nach wie vor wesentlich unter der Belastung aus 2001 liegt. Bei Betrachtung der konsistenten Messstellen mit mindestens einer Beprobung pro Jahr ergeben sich für 2007 gegenüber 2001 signifikante Abnahmen um 5-7 % in den Problem- und Sanierungsgebieten.

In den Normalgebieten ist gegenüber 2001 eine sehr leichte Mittelwerterhöhung festzustellen, jedoch liegt diese im Bereich der zu erwartenden Schwankungsbreite. Gegenüber dem Vorjahr ist hier keine Veränderung eingetreten.

Die bei der zweiten Auswertung mit nicht konsistenten Messwertreihen festgestellten z. T. deutlichen Erhöhungen zum Vorjahr - bei den Problemgebieten sogar über das 2001 vorhandene Belastungsniveau - sind inhaltlicher und statistischer Natur und beruhen offenbar auf

den von den Unteren Wasserbehörden vorgenommenen Klassen-Umstufungen und Schutzgebietsaufhebungen. So z.B. wurden von 2005 auf 2006 mehrheitlich mehr Rückstufungen von Klasse 3 auf 2 vorgenommen als Höherstufungen.

Der Klassenwechsel von mittlerweile weniger belasteten Schutzgebieten aus Nitratklasse 3 in 2 führt zu einer Erhöhung der mittleren Belastung in Klasse 2.

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

Abb. 2.4-12 zeigt die mittelfristige Entwicklung seit 1994, ebenfalls für konsistente Messstellengruppen, basierend auf der im Jahr 2007 aktuellen Lage der Landesmessstellen innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten.

Fazit: Auch diese Auswertung zeigt den in den letzten vierzehn Jahren allgemein abnehmenden Trend bei der Nitratbelastung, und zwar sowohl innerhalb wie auch außerhalb von Wasserschutzgebieten. Der Trend wird jedoch von einzelnen Anstiegen unterbrochen. Durch den letzten Anstieg von 2006 auf 2007 wird jedoch nur das Niveau des

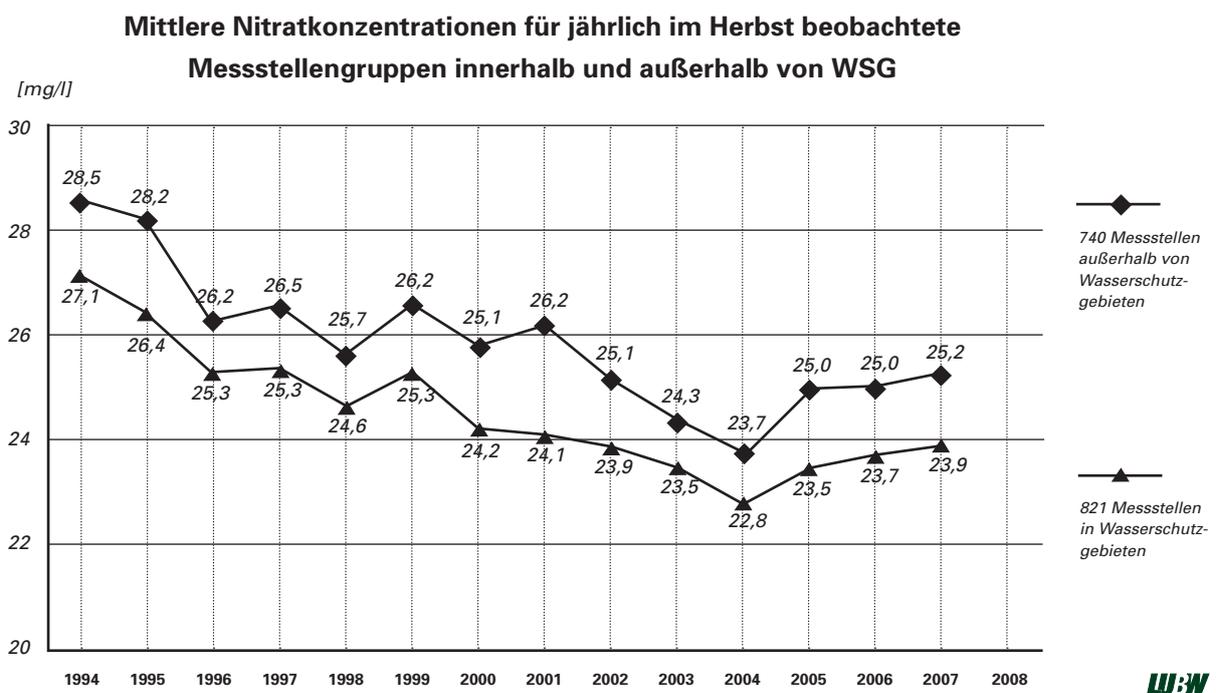


Abb. 2.4-12: Entwicklung der jährlichen Mittelwerte für Nitrat von 1994 bis 2007 für 821 konsistente Messstellen in Wasserschutzgebieten (WSG) und für 740 konsistente Messstellen außerhalb von Wasserschutzgebieten über alle pro Jahr im Herbst pro Messstelle zur Verfügung stehenden Nitratwerte, Stichtag 02.04.2008, Datenquelle: nur Landesmessstellen).

Jahres 2002 erreicht. Nach dem beachtlichen Anstieg von 2004 auf 2005 hat die Belastung 2007 nur geringfügig zugenommen und zwar sowohl innerhalb wie auch außerhalb der Wasserschutzgebiete.

Die in beiden Fällen festgestellte Konzentrationszunahme von 2004 auf 2005 ist auf die ausgebliebene Versickerung in den beiden Trockenjahren 2003/2004 - d.h. Anreicherung des Stickstoffs in den oberen Bodenschichten der ungesättigten Zone - und die dann erst zur Jahreswende 2004/2005 beginnende Versickerung - d.h. Lösung und Transport des Stickstoffs - zurückzuführen. Erst ab 2005 führen die 2003 im Boden gemessenen hohen Nitratstickstoffgehalte auch zu Nitratkonzentrationsanstiegen im Grundwasser. Dies erfolgt in Abhängigkeit von der Mächtigkeit und dem Aufbau der ungesättigten Zone. Dieser Transportvorgang hat sich 2006 fortgesetzt und ist im Jahr 2007 offenbar noch nicht abgeschlossen.

Erfreulich war, dass 2005 der Anstieg der mittleren Nitratkonzentrationen innerhalb der Wasserschutzgebiete deutlich geringer ausgefallen war als außerhalb. Während damals der Anstieg im Grundwasser außerhalb der Wasserschutzgebiete 1,3 mg/l betrug, war innerhalb der Wasserschutzgebiete eine geringere Zunahme von nur 0,7 mg/l festzustellen.

Die Auswertung von allen in der Datenbank vorhandenen 1.561 alljährlich im Herbst beprobten - d.h. konsistenten - Landesmessstellen (Stichtag 02.04.2008) mit der Differenzierung auf die Messstellenlage innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten lässt - wie schon in den letzten Jahren - beim Gesamttrend seit 1994 keine Unterschiede zu erkennen. Bei beiden konsistenten Messstellengruppen existiert ein seit 1994 allgemein sinkender Trend von jeweils etwa minus 0,25 mg/l · Jahr.

Die Abnahmen gegenüber 1994 betragen 2007 für Messstellen außerhalb von Wasserschutzgebieten derzeit minus 3,3 mg/l (- 11,6 %), für Messstellen innerhalb von Wasserschutzgebieten minus 3,2 mg/l (- 11,8 %).

Die in den Jahren 2006 und 2007 erkennbar nur weiter leicht gestiegene Grundwasserbelastung auf das 2002 erreichte Niveau und die nach 2003 gemessenen weitaus niedrigeren Bodenstickstoffwerte in landwirtschaftlich ge-

nutzten Böden im Herbst lassen in der Zukunft wieder eine Fortsetzung des fallenden Trends erwarten.

2.4.3 NITRAT IN DER WASSERRAHMENRICHTLINIE

Nach der am 22.12.2000 in Kraft getretenen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) sind Grundwasserkörper (GWK) abzugrenzen und deren Zustand zu bewerten. Hinsichtlich der Quantität ist die Einhaltung einer ausgeglichenen Grundwassermengenbilanz zu gewährleisten. Hinsichtlich der Qualität sind Schadstoffeinleitungen zu verhindern oder begrenzen, bei bereits vorliegender Belastung und steigendem Trend ist eine Trendumkehr zu erreichen. In der Grundwasserrichtlinie vom 12.12.2006 werden verbindliche Qualitätsnormen für die Bewertung von Nitrat und Pflanzenschutzmitteln genannt. Demnach ist ein Grundwasserkörper dann in einem „guten“ Zustand, wenn die Qualitätsnorm für Nitrat von 50 mg/l nicht überschritten wird. Ferner dürfen im Bereich von 37,5 bis 50,0 mg/l keine steigenden Nitratkonzentrationen auftreten. Bei Pflanzenschutzmitteln, einschließlich relevanter Stoffwechselprodukte, Abbau und Reaktionsprodukte gilt die Qualitätsnorm 0,1 µg/ für den Einzelstoff und 0,5 µg/l für den Summenwert. Schwellenwerte für weitere Parameter sind von den Mitgliedsstaaten bis Ende 2008 festzulegen.

Nach der Bestandsaufnahme 2004 folgten in den Jahren 2005 und 2006 umfangreiche Monitoringprogramme in den als „gefährdet“ eingestuften Grundwasserkörpern (gGWK) mit dem Ziel einer Bewertung, um auf dieser Basis bis 2009 Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme für die gGWK zu erarbeiten. Ziel ist das Erreichen des „guten Zustands“ des Grundwassers bis zum Jahr 2015.

2.4.3.1 ABGRENZUNG DER GEFÄHRDETEN GRUNDWASSERKÖRPER (gGWK)

Die Überwachung des Grundwassers erfolgt in Baden-Württemberg mit dem Grundwasserüberwachungsprogramm des Landes. An etwa 3.000 Messstellen wird der mengenmäßige und an etwa 2.200 Messstellen der qualitative Zustand des Grundwassers untersucht.

Aufgrund des großen Grundwasserdargebots insbesondere in den Porengrundwasserleitern gibt es in Baden-Württemberg keine Grundwasserkörper, die den „guten Zustand“ bei der Menge nicht erreichen.

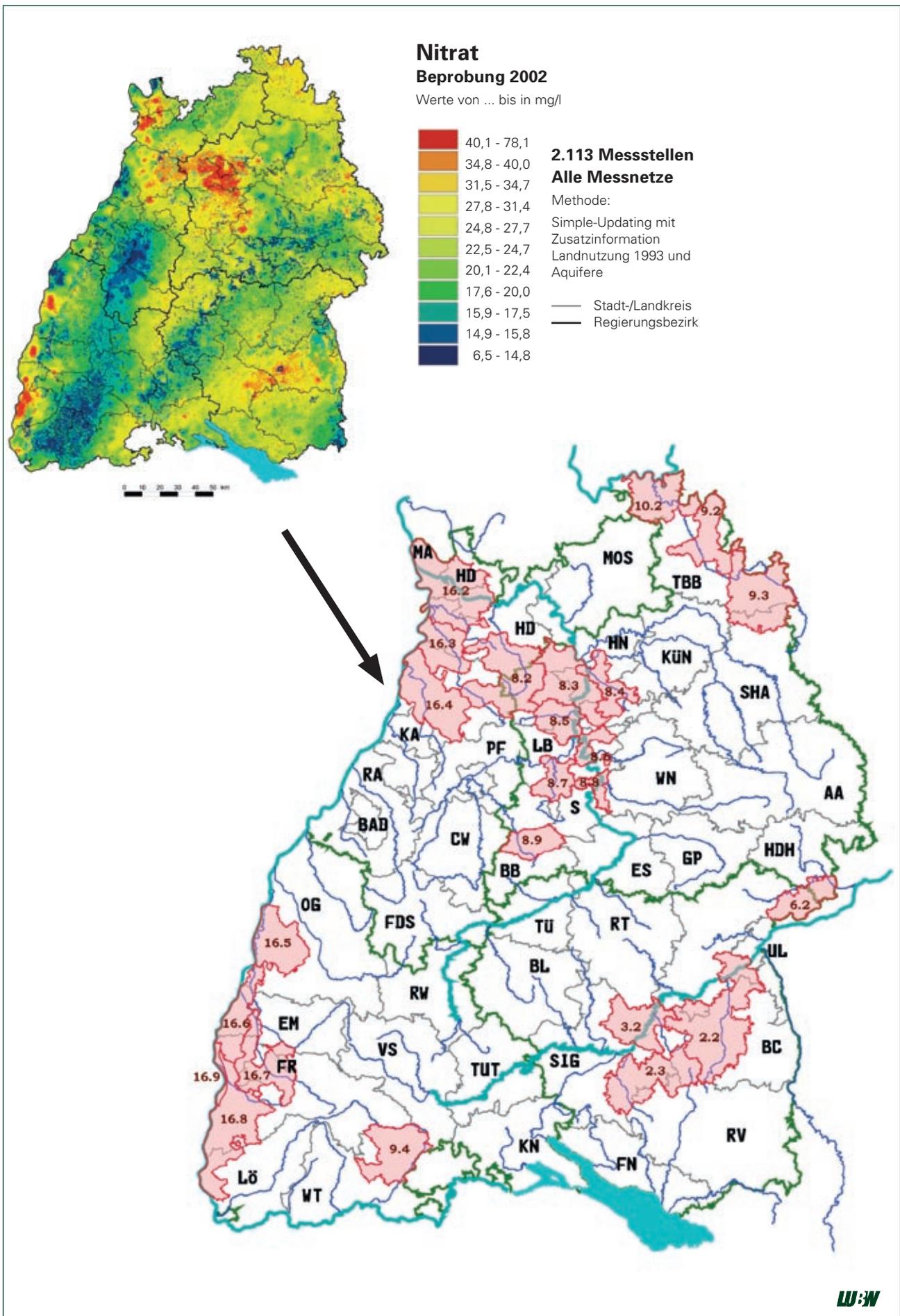


Abb. 2.4-13: Gefährdete Grundwasserkörper.

Für den Bereich Qualität ergab die erstmalige Beschreibung der Grundwasserkörper, dass gGWK nur hinsichtlich Nitrat und in einem Fall hinsichtlich Chlorid auszuweisen waren. Aufgrund von Pflanzenschutzmittelbelastungen waren keine gGWK auszuweisen. Bei der Festlegung der Gefährdung hinsichtlich Nitrat wurden zwei Kriterien herangezogen:

- Die Immissionssituation auf Grundlage der im Grundwassermessnetz gemessenen Konzentrationen über 50 mg/l, ein steigender Trend über 1 mg/l pro Jahr zwischen 25 und 50 mg/l im Zeitraum 1996 bis 2001 sowie die Sanierungs- und Problemgebiete gemäß Einstufung der Wasserschutzgebiete nach SchALVO (Stand 12/2002).
- Die Standorteigenschaften auf Grundlage der Nitrat auswaschungsfährdung, d.h. es wird der maximal zulässige N-Bilanzüberschuss für die Ackerflächen einer Gemeinde berechnet, so dass eine Nitratkonzentration im Sickerwasser von 50 mg/l nicht überschritten wird.

Dieser Zusammenhang wird durch folgende Gleichung beschrieben:

$$N_{\text{Bil},A} = \frac{50 \text{ mg/l} - \text{NO}_{3,\text{WGS}}(F_{\text{WGS}})}{F_A} \cdot \frac{\text{SiW}}{443} + D$$

- $N_{\text{Bil},A}$ maximal zulässiger N-Bilanz-Überschuss unter den Ackerflächen [kg N / ha-a]
- $\text{NO}_{3,\text{WGS}}$ Nitratkonzentration im Sickerwasser unter Wald-, Grünland- und Siedlungsgebieten [mg/l]
- F_{WGS} Flächenanteil der Wald-, Grünland- und Siedlungsgebiete [%]
- F_A Flächenanteil der Ackerflächen [%]
- SiW jährliche Sickerwassermenge [mm/a]
- D Denitrifikationsrate im Wurzelraum der Ackerflächen [kg N/ha-a]

Im Ergebnis wurden 23 gGWK mit einer Gesamtfläche von 6.450 km² hinsichtlich Nitrat ausgewiesen, dies entspricht rund 18 % der Landesfläche (Abbildung 2.4-13). Im gGWK 16.9 Fessenheim-Breisach ist die hohe Chloridbelastung Ursache für die Einstufung „gefährdet“.

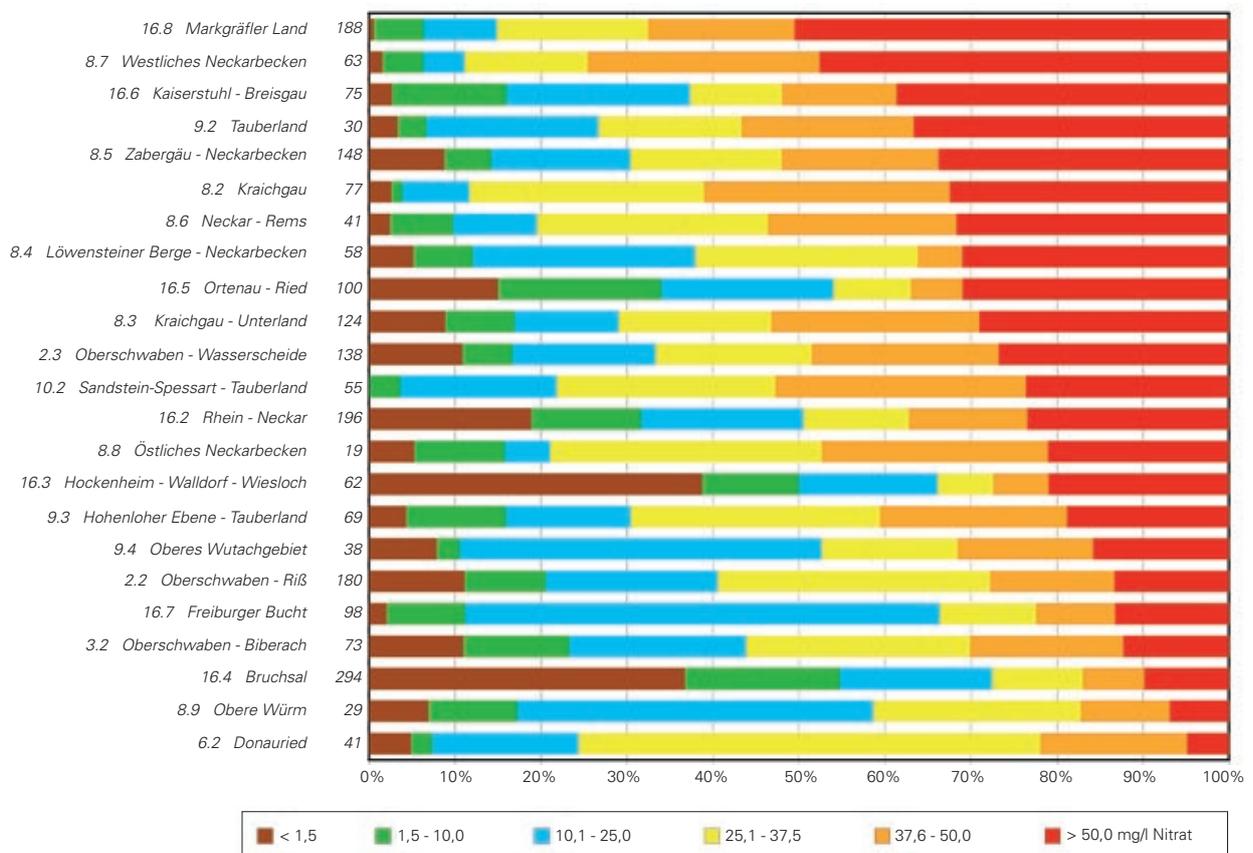


Abb. 2.4-14 Übersicht über die Ergebnisse des Monitorings 2005 und 2006 in den gGWK: Prozentuale Verteilung der Nitratkonzentrationen, Anzahl der Messstellen vor dem jeweiligen Balken.

2.4.3.2 ERGEBNISSE DES MONITORINGS 2005 UND 2006

(IMMISSION)

Im Jahr 2005 wurden zwei Pilotgebiete mit dem Ziel ausgewählt, die weitere Vorgehensweise zur Umsetzung der WRRL im Grundwasser zu entwickeln. Ein Pilotgebiet lag im Festgesteinsbereich (gGWK 8.5 – Zabergäu/Neckarbecken) und eines im Lockergestein (gGWK 16.4 – Bruchsal). In den begleitenden Arbeitskreisen waren Vertreter von Wasserwirtschaft und Landwirtschaft der zuständigen Ministerien, der Regierungspräsidien und der Landratsämter vertreten, ferner LTZ (Landwirtschaftliches Technologiezentrum), LUBW, Bauernverbände und Wasserversorger.

Für die Monitoringphase wurde das bereits bestehende Grundwassermessnetz verdichtet: Zusätzlich zu den Messstellen des von der LUBW betriebenen Landesmessnetzes und den Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen wählten die Landratsämter weitere geeignete Messstellen aus. Diese wurden 2005 im Mai, Juli und Sep-

tember beprobt und auf die Vor-Ort-Parameter Temperatur, pH-Wert, El. Leitfähigkeit, Sauerstoff sowie auf Nitrat, Nitrit und Ammonium untersucht. Im Jahr 2006 folgten die anderen 21 gGWK mit ebenfalls drei Beprobungsrounden. Die mittlere Messstellendichte in den gGWK betrug 2,9 km² je Messstelle, im Landesmessnetz liegt sie bei 17,5 km² je Messstelle.

Die Überschreitungshäufigkeit der Nitrat-Qualitätsnorm von 50 mg/l schwankt zwischen 5 % im gGWK 6.2 – Donauried und 51 % im gGWK 16.8 – Markgräflerland. Sehr niedrige Nitratkonzentrationen in Gebieten mit reduzierenden Verhältnissen treten insbesondere in den gGWK 16.3 – Hockenheim/Walldorf/Wiesloch und 16.4 – Bruchsal auf (Abbildung 2.4-14). Die regionale Verteilung der Nitratkonzentrationen anhand eines Beispiels zeigt Abbildung 2.4-15. Dort liegt die Nitratkonzentration an 23,5 % der Messstellen über der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie, häufig findet man sogar Konzentrationen über 100 mg/l. In diesem gGWK liegen zahlreiche Flächen mit

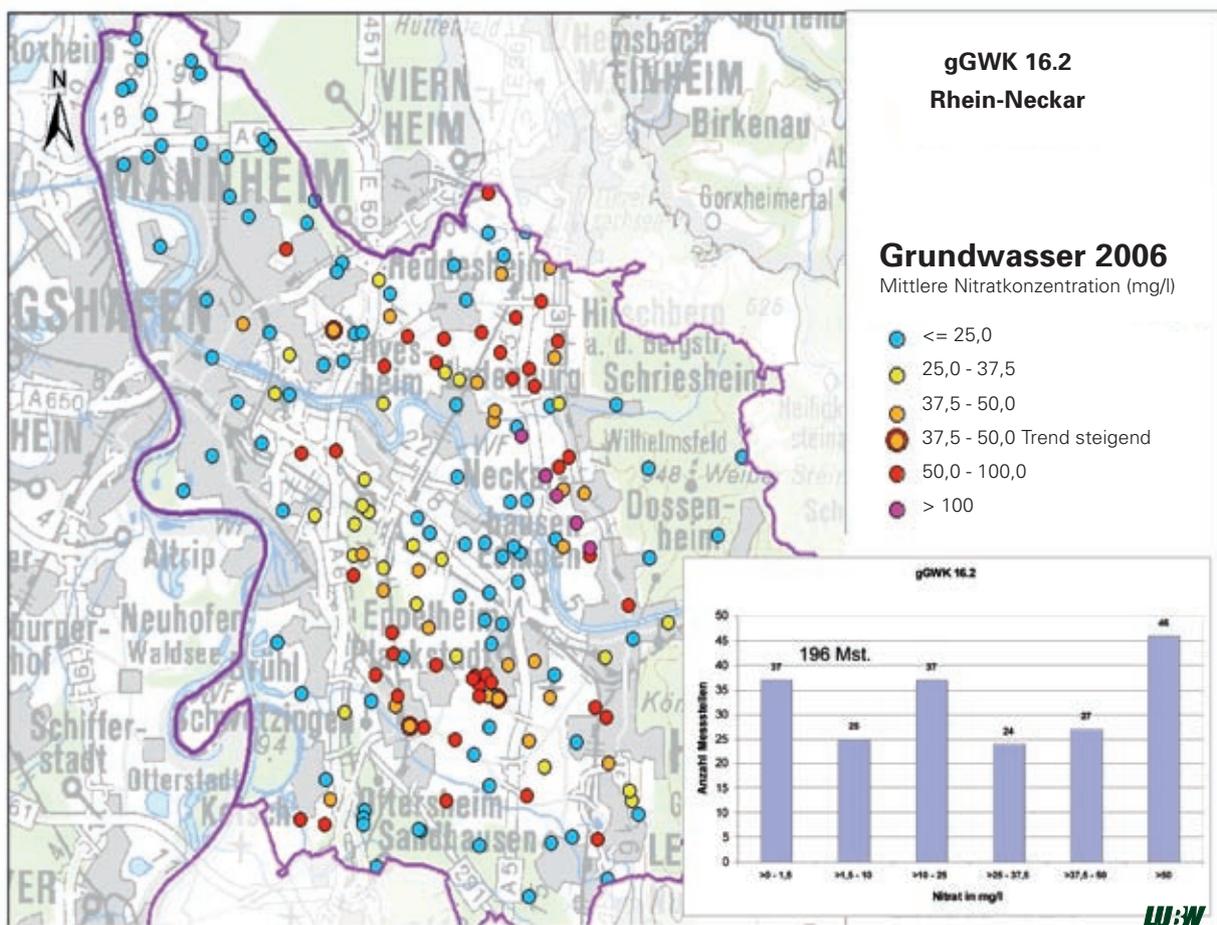


Abb. 2.4-15 Regionale Verteilung der Nitratkonzentration im gGWK 16.2 – Rhein-Neckar, Monitoring 2006.

Kulturen, die eine hohe Nitratauswaschungsgefährdung aufweisen wie Gemüse, Spargel und einige Tabaksorten.

2.4.3.3 BERECHNUNG DER NITRATKONZENTRATIONEN IM SICKERWASSER (EMISSION)

Der Stickstoffaustrag aus der Bodenzone wurde am LTZ (Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg) mit dem Modell STOFFBILANZ_BW in einem Raster 250 x 250 m für verschiedene Hauptnutzungsformen ermittelt. STOFFBILANZ_BW ist eine an die kleinräumigen Verhältnisse der gGWK in Baden-Württemberg angepasste Version des von der TU Dresden entwickelten Programms STOFFBILANZ. Unter Heranziehung aller verfügbaren Informationen werden dabei insbesondere berücksichtigt:

- die Standorteigenschaften wie Klima und Boden,
- die Stickstoffzufuhr über Mineraldüngung und Organische Düngung sowie durch atmosphärische Deposition
- die Stickstoffabfuhr über das Erntegut sowie durch Denitrifikation.

Aus dem Stickstoffaustrag und den mit dem Grundwasserneubildungsmodell GWN_BW der LUBW ermittelten Sickerwassermengen wurden rasterbezogen die Nitratkonzentrationen im Sickerwasser berechnet. Diese Datensätze wurden der LUBW vom LTZ für die Bewirtschaftungsjahre 1980, 1995 und 2005 zur Verfügung gestellt.

Tabelle 2.4-4: Datengerüst für die Plausibilitätsbetrachtung Emission – Immission im gGWK 16.2.

| | Anzahl |
|---|-----------|
| beprobte Messstellen 2006 | 196 |
| - davon mit bekanntem Einzugsgebiet | 143 |
| - davon mit Zuordnung zur hydrogeologischen Einheit | 143 |
| - davon $O_2 > 2 \text{ mg/l}$ und $NO_3 > 8 \text{ mg/l}$ | 91 |
| - abzgl. der Mst., deren Einzugsgebiet außerhalb des gGWK liegt | 1 |
| für Emissions- / Immissionsbetrachtung herangezogen | 90 |

LUBW

2.4.3.4 PLAUSIBILITÄTSBETRACHTUNG

Die Rechenergebnisse aus der Emissionsbetrachtung und die gemessenen Nitratkonzentrationen im Grundwasser (Immission) wurden einer Plausibilitätsbetrachtung unterzogen. Dazu mussten die Einzugsgebiete der Messstellen bekannt sein und Angaben zur mittleren Verweilzeit vorliegen. Für Messstellen in Gebieten mit reduzierenden Verhältnissen kann dieser Abgleich nicht durchgeführt werden, da dort für die mikrobiellen Vorgänge im Grundwasser zunächst der gelöste Sauerstoff und dann das Nitrat (NO_3) als Sauerstoffquelle herangezogen und abgebaut werden und somit Nitrat nur in geringer Konzentration vorliegt. Das Rechenmodell berücksichtigt jedoch nur die Denitrifikation in der Bodenzone, nicht im Grundwasser. Messstellen mit einem Sauerstoffgehalt unter 2 mg/l und einer Nitratkonzentration unter 8 mg/l wurden daher bei der Plausibilitätsbetrachtung ausgeschieden. Tabelle 2.4-1 zeigt das Datengerüst für die Plausibilisierung im gGWK 16.2.

Ein Beispiel für eine gute Übereinstimmung ist Abbildung 2.4-16. Das hellblau umrandete Einzugsgebiet der Messstelle 7066/305-6 wird vollständig ackerbaulich genutzt. Die mittlere Verweilzeit (MVZ) in dieser hydrogeologischen

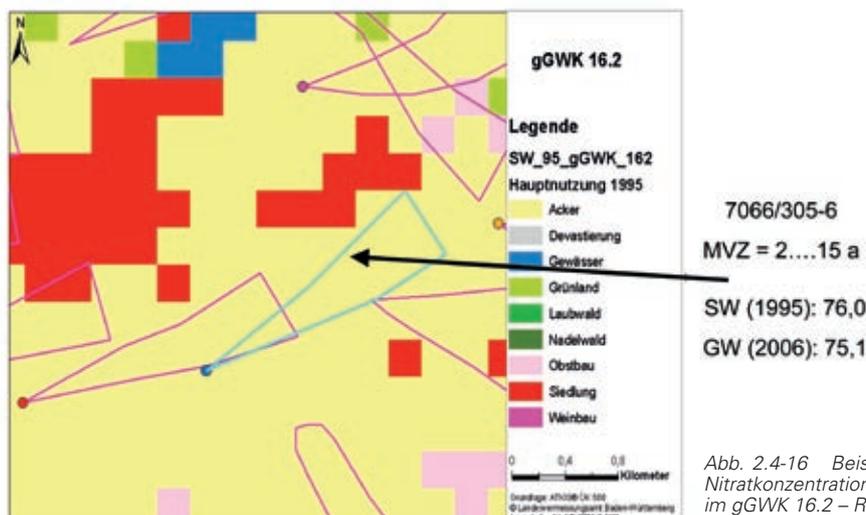


Abb. 2.4-16 Beispiel für gute Übereinstimmung von berechneter Nitratkonzentration im Sickerwasser und Messung im Grundwasser im gGWK 16.2 – Rhein-Neckar, Monitoring 2006.

LUBW

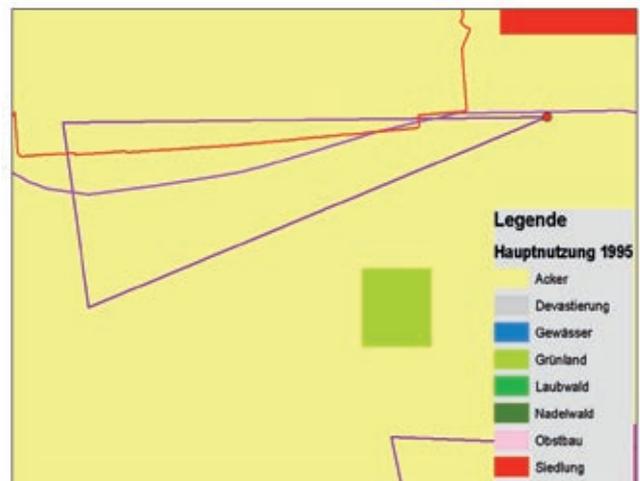
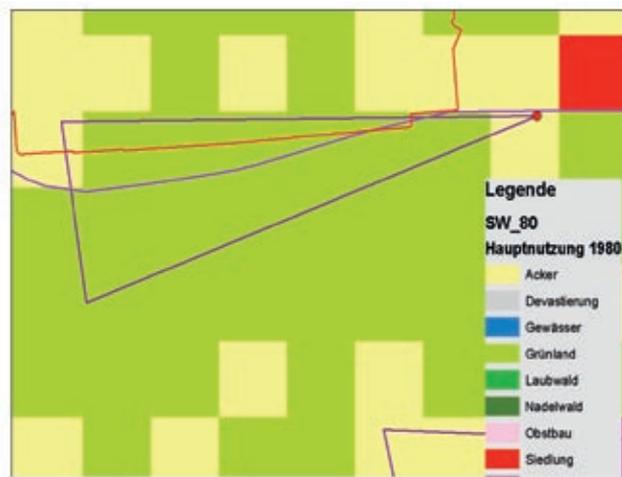


Abb. 2.4-17 Flächennutzung im Einzugsgebiet einer Messstelle in den Jahren 1980 und 1995.

LUBW

Einheit liegt zwischen 2 und 15 Jahren. Die Nitratkonzentration im Grundwasser 2006 beträgt 75,1 mg/l, die Nitratkonzentration im Sickerwasser des Jahres 1995 wurde zu 76,0 mg/l berechnet.

Weniger gute Übereinstimmungen zwischen Messung und Rechnung lassen sich in den meisten Fällen plausibel erklären. So wurde in den 1980er Jahren häufig Grünland zu Ackerland umgebrochen. Damit verbunden war in der Regel eine erhebliche Stickstofffreisetzung, die im Grundwasser zu einer Erhöhung der Nitratkonzentration führte. Nach Abbildung 2.4-17 liegt das Einzugsgebiet der dort dargestellten Messstelle nach der LANDSAT-Aufnahme von 1980 fast vollständig im Grünland, 1995 hingegen zu 100 % im Acker. Die berechneten Nitratsickerwasserwerte

betragen 1980: 10,9 mg/l und 1995: 27,0 mg/l. Im Grundwasser findet man 103,7 mg/l Nitrat.

In einigen Fällen liegen die Nitratkonzentrationen im Grundwasser deutlich niedriger als die berechneten Sickerwasserwerte. Eine solche Differenz kann auftreten, wenn die Messstellen in der Nähe von Oberflächengewässern liegen und eine Verdünnung des Grundwassers durch infiltrierendes Oberflächenwasser stattfindet (Abbildung 2.4-18).

Weitere Ursachen für größere Konzentrationsunterschiede zwischen Sickerwasser und Grundwasser können sein:

- Liegen die im Grundwasser gemessenen Sauerstoffkonzentrationen nur wenig über 2 mg/l, kann eine Teildenitrifikation nicht ausgeschlossen werden und die Ni-

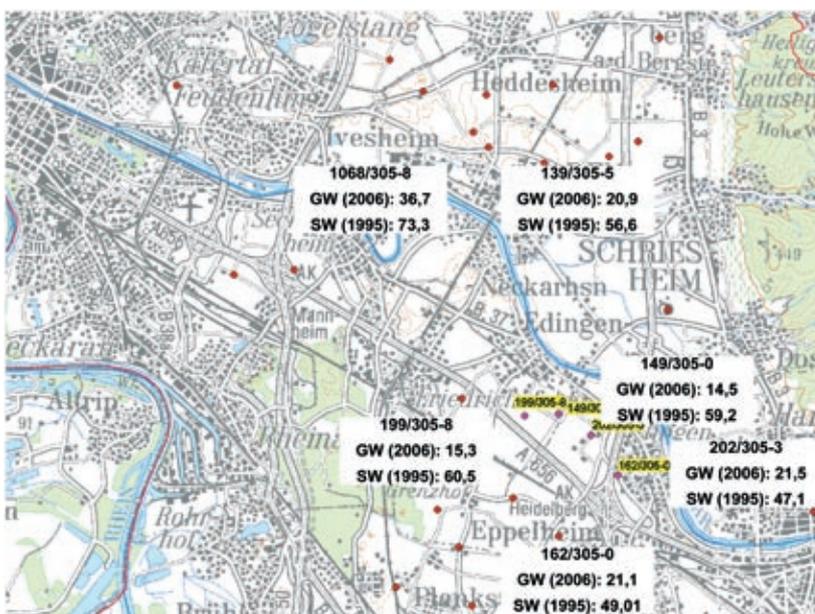


Abb. 2.4-18: Einfluss von Oberflächengewässern auf die Nitratkonzentration im Grundwasser (GW), (SW=Sickerwasser).

LUBW

tratkonzentrationen im Grundwasser liegen erheblich unter den berechneten Sickerwasserkonzentrationen.

- Angefallener Wirtschaftsdünger wird in STOFFBI-LANZ-BW rechnerisch nur innerhalb der Gemeindefläche verteilt, da sonst die Datenerhebung einen unverhältnismäßig hohen Aufwand erfordern würde. Eine Verfrachtung in andere Gemeinden wird daher nicht abgebildet.
- Möglicherweise zu weit abgeschätzte Einzugsgebiete mit hohem Waldanteil und damit niedrigerem Stickstoffeintrag führen dazu, dass das Sickerwasser rechnerisch „verdünnt“ wird.

Generell zeigt die Plausibilitätsbetrachtung eine gute Übereinstimmung zwischen berechneten Sickerwasserwerten und Grundwasserwerten unter Berücksichtigung von Verweilzeit, Denitrifikation und Einzugsgebietsabgrenzung. Einzelne größere Abweichungen sind in den meisten Fällen erklärbar. Abbildung 2.4-19 zeigt den Vergleich der Mittelwerte der Nitrat- und Sauerstoffkonzentration im Grundwasser 2006 mit der Nitratkonzentration im Sickerwasser der Einzugsgebiete im gGWK 16.2 – Rhein-Neckar. Die MVZ in diesem Gebiet liegt zwischen 2 und 15 Jahren. Die Nitratkonzentration im Grundwasser 2006 von 49,6 mg/l liegt zwischen den berechneten Nitratkonzentration im Sickerwasser der Jahre 1995 und 2005.

2.4.3.5 ERFORDERNIS WEITERGEHENDER MASSNAHMEN

Die Bewertung der Defizite im Grundwasser bzw. die Identifizierung derjenigen Flächen, die für den schlechten Zustand

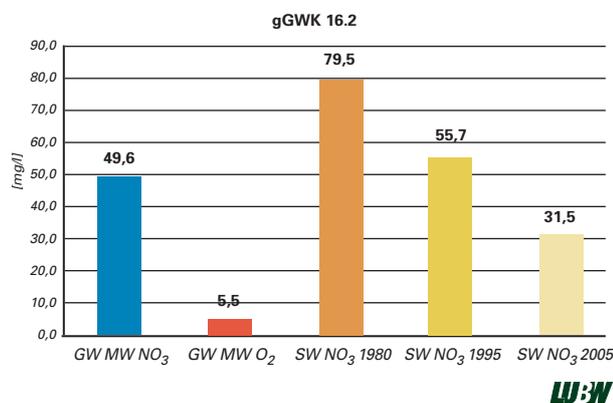


Abb. 2.4-19: Vergleich der Mittelwerte der Nitrat- und Sauerstoffkonzentration im Grundwasser 2006 mit der Nitratkonzentration im Sickerwasser der Einzugsgebiete in verschiedenen Jahren.

des Grundwassers verantwortlich und für die grundwasser-schonende Maßnahmen erforderlich sind, erfolgt in Baden-Württemberg nach folgendem Verfahren, das auch mit Länderearbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) abgestimmt wurde:

1. Für jede Messstelle werden die Gesamtfläche des Einzugsgebiets sowie die Flächengrößen und die Flächenanteile der einzelnen Nutzungen ermittelt. Daraus wird die Hauptnutzung des Einzugsgebiets, d.h. diejenige mit dem größten Flächenanteil, abgeleitet.
2. In weiteren Spalten einer EXCEL-Tabelle sind die Jahresmittelwerte der gemessenen Nitrat- und Sauerstoffkonzentrationen zusammengestellt.
3. Die Tabelle wird nach den Nitratwerten aufsteigend sortiert.
4. Für jede Hauptnutzung (beispielsweise Ackerbau) wird die Fläche im Einzugsgebietes der als gefährdet eingestuften Messstellen aufsummiert und ins Verhältnis gesetzt zur Summe der Einzugsgebietsflächen mit Hauptnutzung „Ackerbau“ aller Messstellen.

Auf diese Weise werden die Flächenverhältnisse für alle Hauptnutzungsformen berechnet. Bei Quotienten unter 0,3 wird davon ausgegangen, dass es sich um kleinräumige Überschreitungen handelt. Bei Quotienten größer 0,3 wird angenommen, dass die Nutzung relevant für die Überschreitung ist und die Erfordernis weitergehender Maßnahmen gegeben ist. Als weiteres Kriterium soll nach Regelung der LAWA die Gesamtfläche der auffälligen Nutzung mindestens 25 km² oder ein Drittel des gefährdeten Grundwasserkörpers betragen, wenn der gGWK eine Gesamtgröße von weniger als 75 km² umfasst.

Abbildung 2.4-20 zeigt als Beispiel das EXCEL-Tabellenblatt mit der Hauptnutzungsform „Acker“. In gleicher Weise wird für alle Hauptnutzungsformen dieser Quotient gebildet. Das Ergebnis zeigt Tabelle 2.4-5.

Mit einem Quotienten von 0,617 ist eindeutig der Acker als diejenige Hauptnutzung identifiziert, in der weitere Maßnahmen der Landwirtschaft zu ergreifen sind, um den Nitrateintrag zu verringern. Bei den beiden anderen Hauptnutzungsformen Siedlung und Laubwald wurden ebenfalls Quotienten über 0,3 gefunden, jedoch zeigte die Einzelfallbetrachtung, dass die hohe Nitratbelastung nicht diesen

Tabelle 2.4-5: Übersicht über die Erfordernis weitergehender Maßnahmen im gGWK 16.2.

| Nutzung (Landsat 2000, klass. nach HN) | Verhältnis als Hauptnutzung | Anzahl Messstellen gesamt | Fläche [km] | Fläche [%] |
|--|-----------------------------|---------------------------|-------------|------------|
| Siedlung (HN 1) | 0,356 | 30 | 155,86 | 32,89 |
| Laubwald (HN 2) | 0,394 | 10 | 103,32 | 21,80 |
| Nadelwald (HN 3) | | | 25,67 | 5,42 |
| Acker (HN 4) | 0,617 | 45 | 131,14 | 27,67 |
| Weinbau (HN 5) | | | 11,97 | 2,53 |
| Obstbau (HN 6) | | | 0,00 | 0,00 |
| Grünland (HN 7) | | | 29,21 | 6,16 |
| Gewässer (HN 8) | | | 13,23 | 2,79 |
| Devastierung (HN 9) | | | 3,54 | 0,75 |

LUBW

Hauptnutzungen zuzuordnen ist, sondern dort besondere Verhältnisse vorliegen. Ein typischer Fall ist die Umwandlung von Ackerfläche in Siedlung in neuerer Zeit, so dass gemäß aktuellen LANDSAT-Daten eine Zuordnung der Messstelle zur Siedlung erfolgt, tatsächlich aber die heutige Nitratbelastung noch aus der vorangegangenen Ackernutzung herrührt. Bei anderen Beispielen liegt die Messstelle in der Ackerfläche, der Ackeranteil im Einzugsgebiet ist nur

geringfügig kleiner als der Laubwaldanteil. Dadurch wird diese Messstelle der Hauptnutzung Laubwald zugeordnet, auch wenn die Belastung ursächlich der Ackerfläche zuzurechnen ist.

Die Anwendung dieses Verfahrens auf alle gGWK unter Verwendung der Nitratergebnisse aus dem Monitoring der Jahre 2005 bzw. 2006 führt zu den in Tabelle 2.4-6 zu-

| GW_NUMMER | Hauptnutzung | Fläche Siedlung 1 | Fläche Laubwald 2 | Fläche Nadelwald 3 | Fläche Acker 4 | Fläche Weinbau 5 | Fläche Obstbau 6 | Fläche Grünland 7 | Fläche Gewässer 8 | Fläche Devastierung 9 | MW Nitrat | Trend/Jahr |
|------------|--------------|-------------------|-------------------|--------------------|----------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|-----------|------------|
| 1071/305-6 | 4 | 252000 | 0 | 0 | 270900 | 900 | 0 | 13500 | 0 | 0 | 11,40 | |
| 149/305-0 | 4 | 108000 | 0 | 810 | 258300 | 12600 | 0 | 77400 | 24300 | 900 | 14,53 | |
| 199/305-8 | 4 | 83700 | 900 | 0 | 377100 | 5400 | 0 | 39600 | 24300 | 0 | 15,33 | |
| 180/305-1 | 4 | 85500 | 0 | 0 | 385200 | 900 | 0 | 25200 | 0 | 0 | 16,03 | |
| 196/305-4 | 4 | 58500 | 0 | 0 | 405000 | 6300 | 0 | 29700 | 0 | 0 | 20,87 | |
| 1308/305-1 | 4 | 130500 | 0 | 0 | 403200 | 28800 | 0 | 36900 | 0 | 0 | 22,20 | -0,74 |
| 197/305-9 | 4 | 60300 | 900 | 0 | 453600 | 17100 | 0 | 2700 | 0 | 900 | 26,10 | |
| 192/305-6 | 4 | 25200 | 900 | 0 | 466200 | 3600 | 0 | 1800 | 0 | 2700 | 27,83 | |
| 1584/305-5 | 4 | 996300 | 44100 | 31500 | 2013300 | 37800 | 0 | 53100 | 0 | 15300 | 30,80 | -0,451 |
| 2132/304-9 | 4 | 64800 | 0 | 0 | 410400 | 0 | 0 | 10800 | 0 | 4500 | 31,67 | |
| 1681/305-6 | 4 | 1084500 | 900 | 0 | 1343700 | 29700 | 0 | 96300 | 0 | 46800 | 31,80 | -1,18 |
| 939/305-6 | 4 | 6300 | 0 | 0 | 543600 | 0 | 0 | 5400 | 0 | 0 | 34,63 | |
| 1244/305-8 | 4 | 45000 | 6300 | 0 | 610200 | 9900 | 0 | 9000 | 0 | 19800 | 35,40 | -2,234 |
| 1068/305-8 | 4 | 139500 | 900 | 450 | 196200 | 2700 | 900 | 67500 | 113400 | 7200 | 36,73 | |
| 193/305-0 | 4 | 49500 | 0 | 0 | 440400 | 0 | 0 | 3600 | 0 | 900 | 37,77 | |
| 1674/305-6 | 4 | 162900 | 0 | 0 | 441000 | 2700 | 0 | 1800 | 0 | 18900 | 39,05 | 0,762 |
| 1201/305-6 | 4 | 15300 | 0 | 0 | 304300 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 39,97 | |
| 1226/305-6 | 4 | 173700 | 0 | 0 | 280800 | 18000 | 0 | 45900 | 0 | 900 | 40,00 | -0,28 |
| 269/305-0 | 4 | 226800 | 7200 | 450 | 704700 | 12600 | 0 | 9900 | 0 | 10800 | 42,55 | -1,841 |
| 1638/305-2 | 4 | 86400 | 900 | 0 | 751500 | 34200 | 0 | 137700 | 0 | 0 | 43,50 | -0,082 |
| 1423/305-4 | 4 | 102600 | 0 | 0 | 285300 | 26100 | 0 | 72000 | 0 | 0 | 45,75 | |
| 1139/304-9 | 4 | 45900 | 0 | 0 | 478800 | 7200 | 0 | 68400 | 0 | 0 | 46,10 | |
| 1246/305-9 | 4 | 0 | 79200 | 0 | 373500 | 4500 | 0 | 13500 | 0 | 0 | 46,27 | -2,166 |
| 914/306-4 | 4 | 28800 | 0 | 0 | 498600 | 3600 | 0 | 5400 | 0 | 4500 | 47,00 | 0,882 |
| 169/305-1 | 4 | 171000 | 0 | 0 | 321300 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8100 | 49,47 | |
| 2133/304-4 | 4 | 99000 | 0 | 0 | 382500 | 4500 | 0 | 1800 | 0 | 0 | 49,67 | |
| 54/306-9 | 4 | 156600 | 0 | 0 | 373500 | 6300 | 0 | 26100 | 0 | 6300 | 52,58 | -6,387 |
| 7068/305-7 | 4 | 77400 | 0 | 0 | 375300 | 3600 | 0 | 25200 | 0 | 0 | 59,50 | |
| 1309/305-7 | 4 | 43200 | 0 | 0 | 598500 | 4500 | 0 | 1800 | 0 | 32400 | 60,43 | 1,011 |
| 138/305-0 | 4 | 35100 | 0 | 0 | 448200 | 8100 | 0 | 9000 | 0 | 0 | 62,17 | |
| 109/305-9 | 4 | 169200 | 0 | 0 | 297000 | 6300 | 0 | 0 | 0 | 0 | 62,43 | |
| 171/306-2 | 4 | 217800 | 0 | 0 | 371700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 65,10 | -2,376 |
| 76/306-9 | 4 | 2666700 | 4500 | 540 | 6354000 | 96300 | 0 | 466200 | 18000 | 13500 | 66,33 | |
| 7028/305-1 | 4 | 164700 | 0 | 0 | 228600 | 27900 | 0 | 80100 | 0 | 900 | 70,90 | |
| 4139/305-6 | 4 | 236700 | 2700 | 0 | 254700 | 0 | 0 | 10800 | 0 | 0 | 71,80 | |
| 153/306-0 | 4 | 640800 | 1800 | 0 | 3239100 | 12600 | 0 | 44100 | 0 | 0 | 72,00 | 4,548 |
| 7066/305-6 | 4 | 27000 | 0 | 0 | 498600 | 0 | 0 | 2700 | 0 | 0 | 75,05 | |
| 101/306-4 | 4 | 48600 | 0 | 0 | 436500 | 10800 | 0 | 3600 | 0 | 0 | 75,50 | |
| 48/305-0 | 4 | 153000 | 0 | 0 | 386100 | 0 | 0 | 1800 | 0 | 0 | 75,90 | |
| 155/306-0 | 4 | 81900 | 0 | 0 | 540900 | 2700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 79,30 | -0,108 |
| 7063/305-0 | 4 | 13500 | 0 | 0 | 520200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 82,70 | |
| 1637/305-7 | 4 | 31500 | 0 | 0 | 580500 | 7200 | 0 | 17100 | 0 | 0 | 84,74 | -0,715 |
| 184/306-0 | 4 | 71100 | 0 | 0 | 491400 | 1800 | 0 | 2700 | 0 | 0 | 89,07 | |
| 1641/305-0 | 4 | 97200 | 0 | 0 | 481500 | 15300 | 0 | 30600 | 0 | 0 | 110,00 | 6,132 |
| 174/305-4 | 4 | 76500 | 900 | 180 | 291600 | 43200 | 0 | 47700 | 14400 | 0 | 135,00 | |
| | | | | | Fläche>50 | 17707500 | 21 | | | | | |
| | | | | | Fläche ges | 28680300 | 45 | | | | | |
| | | | | | Verhältnis | 0,617 | | | | | | |

Flächenangaben in m²

LUBW

Abb. 2.4-20: Erfordernis weitergehender Maßnahmen im Ackerbau in gGWK 16.2 Rhein-Neckar, hinsichtlich Nitrat „gefährdete“ Flächen: rosa – über 50,0 mg/l, dunkelgelb – zwischen 37,5 und 50,0 mg/l mit steigendem Trend.

Tabelle 2.4.6: Erfordernis weitergehender Maßnahmen der Landwirtschaft.

| gGWK | | Ackerbau | Weinbau |
|------|--|----------|---------|
| 16.8 | Markgräfler Land | x | |
| 8.4 | Löwensteiner Berge - Neckarbecken | x | x |
| 9.2 | Tauberland | x | |
| 16.5 | Ortenau - Ried | x | |
| 16.2 | Rhein - Neckar | x | |
| 16.3 | Hockenheim - Walldorf - Wiesloch | x | |
| 16.6 | Kaiserstuhl - Breisgau | x | x |
| 8.5 | Zabergäu - Neckarbecken | x | x |
| 2.3 | Oberschwaben - Wasserscheide | x | |
| 9.4 | Oberes Wutachgebiet | x | |
| 16.4 | Bruchsal - Kraichgau | x | |
| 8.6 | Neckar - Rems | x | x |
| 8.2 | Kraichgau | x | |
| 16.7 | Freiburger Bucht | | x |
| 16.4 | (Bruchsal - Tiefgestade und Hochgestade) | | |
| 8.7 | Westliches Neckarbecken | | |
| 8.8 | Östliches Neckarbecken | | |
| 6.2 | Donauried | | |
| 10.2 | Sandstein Spessart - Tauberland | | |
| 2.2 | Oberschwaben - Riß | | |
| 3.2 | Oberschwaben - Biberach | | |
| 8.3 | Kraichgau - Unterland | | |
| 9.3 | Hohenloher Ebene - Tauberland | | |
| 8.9 | Obere Würm | | |

LW:W

sammengestellten Ergebnissen, wobei nur die Quotienten über 0,3 durch ein Kreuz dargestellt sind.

Der gGWK 8.9 – Obere Würm wird aufgrund der Nitratmessungen des Monitorings nicht weiter als gefährdet im Sinne der WRRL geführt.

In acht gGWK sowie in zwei Teilbereichen des gGWK 16.4 – Bruchsal werden die bisherigen Maßnahmen zur Reduzierung der Nitratreinträge ins Grundwasser für ausreichend angesehen, um bis 2015 das Ziel des „guten“ Zustands zu erreichen (Abb. 2.4-21). Voraussetzung ist hierbei, dass diese Maßnahmen auch in Zukunft in gleichem Umfang weitergeführt werden und in der Landwirtschaft keine strukturellen Änderungen wie beispielsweise verstärkter Anbau von Energiepflanzen mit höherem Düngereinsatz stattfinden. Die weitere Entwicklung wird durch ein entsprechendes Monitoring verfolgt.

In 14 gGWK liegen die Quotienten über 0,3, davon 13 im Ackerbau und fünf im Weinbau. In diesen Gebieten sind weitere nutzungs- und problemorientierte Maßnahmen zu ergreifen.

2.4.3.6 MASSNAHMENPROGRAMME

Die WRRL unterscheidet „Grundlegende Maßnahmen“ und „Ergänzende Maßnahmen“. Im Zusammenhang mit Nitrat ist als „Grundlegende Maßnahme“ die EU-Nitrat-

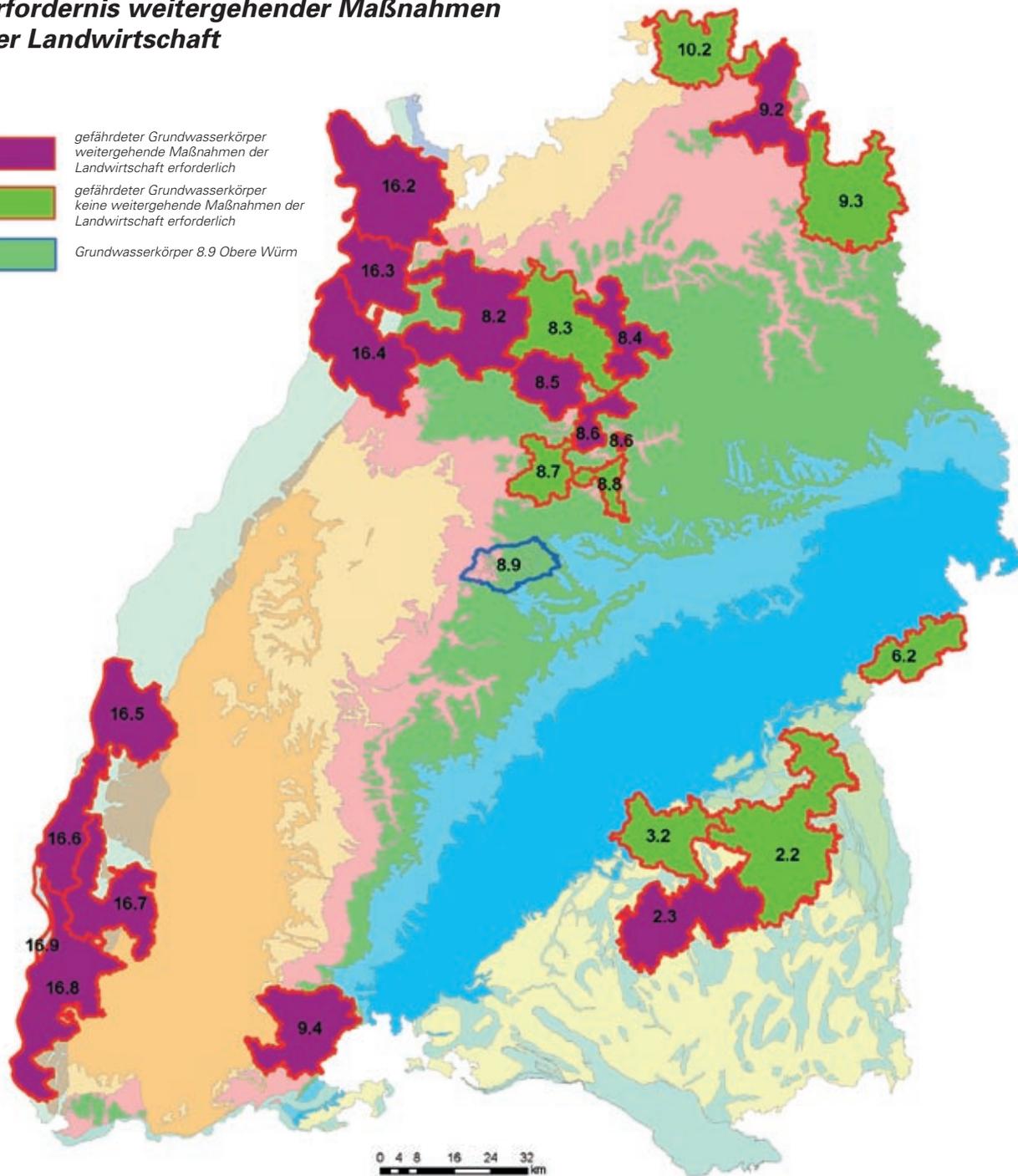
richtlinie zu nennen (Richtlinie 91/676/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigungen durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen, ABl. EG Nr. L 375 S. 1). Diese wurde in der Bundesrepublik Deutschland durch die Düngeverordnung in nationales Recht umgesetzt (Neufassung BGBl. I 2007 S. 221). „Ergänzende Maßnahmen“ im Sinne der WRRL sind:

- als „Rechtsinstrument“ in Wasserschutzgebieten die SchALVO, die in Baden-Württemberg erstmals 1988 in Kraft gesetzt und 2001 novelliert wurde
- als „wirtschaftliches / steuerliches Instrument“ das Agrarumweltprogramm MEKA des Landes Baden-Württemberg, ein freiwilliges Angebot an die Landwirte zur nachhaltigen und umweltfreundlichen Landbewirtschaftung. MEKA I wurde 1992 aufgelegt, MEKA II im Jahr 2000 und seit 2008 können Fördermittel für MEKA III beantragt werden
- als „administratives Instrument“ gilt die Beratung der Landwirte, die von den unteren Verwaltungsbehörden wahrgenommen wird
- ausgehandelte Verträge zwischen Landwirten und Wasserversorgern oder der Verwaltung.

Aus diesen Maßnahmenpaketen sind bis Ende 2009 die Bewirtschaftungspläne zu erstellen. Diese Aufgabe obliegt den Regierungspräsidien als Flussgebietsbehörden.

Erfordernis weitergehender Maßnahmen der Landwirtschaft

- gefährdeter Grundwasserkörper weitergehende Maßnahmen der Landwirtschaft erforderlich
- gefährdeter Grundwasserkörper keine weitergehende Maßnahmen der Landwirtschaft erforderlich
- Grundwasserkörper 8.9 Obere Würm



Grundwasserkörper

- | | |
|---|--|
| Fluvioglaziale Schotter -R/BW 2.1 | Muschelkalk-Platten -R/BW 9.1 |
| Quartäre und Pliozäne Sedimente der Grabenscholle -R/BW 16.1 | Spessart, Rhönvorland und Buntsandstein des Odenwaldes -R/BW 10.1 |
| Lech-Ilter-Schotterplatten -R/BW 1.1 | Buntsandstein des Schwarzwaldes -R/BW 11.1 |
| Süddeutsches Moränenland -R/BW 3.1 | Tektonische Schollen des Grabenrandes -R/BW 17.1 |
| Schwäbische Alb -R/BW 6.1 | Kristallin des Odenwaldes -R/BW 13.1 |
| Albvorland -R/BW 7.1 | Kristallin des Schwarzwaldes -R/BW 14.1 |
| Keuper-Bergland -R/BW 8.1 | |

Grundlage: © LV BW, RIPS

LW:W

Abb. 2.4-21: Erfordernis weitergehender Maßnahmen der Landwirtschaft in den gefährdeten Grundwasserkörpern; der gGWK 8.9 – Obere Würm wird nicht mehr weiter als gGWK weitergeführt.

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). Dabei arbeitet das BVL mit drei anderen Bundesbehörden zusammen, die jeweils unterschiedliche Aufgaben haben:

- Julius-Kühn-Institut (JKI) - ehemals Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA): Prüfung von Wirksamkeit, Pflanzenverträglichkeit, praktischer Anwendbarkeit und Nutzen,
- Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR): Beurteilung der Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier,
- Umweltbundesamt (UBA): Beurteilung auf mögliche Auswirkungen auf den Naturhaushalt.

Das BVL selbst bewertet die Zusammensetzung und die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Produkte. Das Prüfungs- und Bewertungsverfahren ist EU-weit in der Richtlinie über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (91/414/EWG) festgelegt. Die Zulassung eines Pflanzenschutzmittels kann in einem der Mitgliedsstaaten nur dann erfolgen, wenn der entsprechende Wirkstoff im Anhang 1 dieser Richtlinie genannt ist.

Weiterhin hört das BVL im weiteren Zulassungsverfahren den Sachverständigenausschuss des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz an. Um eine sichere Anwendung zu gewährleisten, kann das BVL bei der Zulassung die Pflanzenschutzmittel mit Anwendungsbeschränkungen und Auflagen versehen. PSM werden befristet für höchstens 10 Jahre zugelassen. Danach erfolgt eine erneute Zulassung aufgrund des aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstands. Wer Pflanzenschutzmittel anwenden möchte, muss die mit der von BVL bei der Zulassung festgesetzten Anwendungsbestimmungen, Auflagen und Hinweise beachten, damit sichergestellt ist, dass die gewünschte Wirkung erzielt und die Umwelt nicht unverträglich belastet wird sowie die Sicherheit für Verbraucher, Anwohner und den Anwender selbst gewährleistet ist. Die Zulassungspflicht für PSM besteht schon seit 1968.

Derzeit (Stand 01.04.2008) sind in der Bundesrepublik Deutschland 252 PSM-Wirkstoffe in 1.048 Handelsprodukten auf dem Markt. Im Jahr 2007 entfiel der mit 51,1 % mengenmäßig weitaus größte Anteil auf die Herbizide, gefolgt von den Fungiziden mit 34,0 % und den Insektiziden mit 4,1 % (Tabelle 2.5-1). Die meisten PSM werden in der Landwirtschaft eingesetzt, während nur etwa 1,2 % der abgesetzten Wirkstoffmenge auf den Bereich Haus und Garten entfällt. Weiterhin werden 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 von Pflanzenbewuchs freizuhalten.

Neben der Klassifizierung der PSM nach ihrer Wirkung ist es auch gebräuchlich, sie nach Stoffklassen einzuteilen, zu denen sie aufgrund ihrer chemischen Struktur gehören. Damit eng verbunden ist auch die analytische Bestimmungsmethode. Die Stoffklassen, zu denen die wichtigsten synthetisch-organischen Pflanzenschutzmittelwirkstoffe gehören, sind in Tabelle 2.5-2 mit beispielhaften Vertretern angegeben.

2.5.2 UMWELTRELEVANZ, BERICHTSPFLICHTEN, FUNDAUFKLÄRUNG

Nach der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie bzw. der TrinkwV vom 21.05.2001 gilt für die Einzelwerte der PSM-Wirkstoffe und deren relevanter Metaboliten ein Grenzwert von 0,1 µg/l. Darüber hinaus wurde in der TrinkwV für die vier Organochlorverbindungen Aldrin, Dieldrin, Heptachlor und Heptachlorepoxyd ein deutlich niedriger Grenzwert von je 0,03 µg/l festgelegt.

Für die Summe der unter den Einzelgrenzwert fallenden PSM-Wirkstoffe und deren relevanter Metaboliten gilt ein Grenzwert von 0,5 µg/l.

Die genannten Grenzwerte sind nicht toxikologisch abgeleitet, sondern gesundheitliche Vorsorgewerte, um anthropogene Stoffe vom Trinkwasser fernzuhalten. Einige PSM-Wirkstoffe besitzen humantoxische bzw. karzinogene Eigenschaften oder stehen im Verdacht solche aufzuweisen.

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

Tabelle 2.5-1: Abgesetzte Wirkstoffmengen in Deutschland 2002 – 2007 in Tonnen (IVA-Mitgliedsfirmen).

| Wirkstoffklasse | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2007 Anteil in % |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------------|
| Herbizide | 12.135 | 15.153 | 15.113 | 14.355 | 15.752 | 16.462 | 51,1 |
| Fungizide | 9.713 | 9.720 | 7.547 | 9.469 | 9.501 | 10.959 | 34,0 |
| Insektizide | 737 | 895 | 1.183 | 789 | 845 | 1.308 | 4,1 |
| Sonstige | 4.050 | 2.833 | 2.736 | 3.897 | 3.482 | 3.484 | 10,8 |
| Summe | 26.635 | 28.601 | 26.579 | 28.510 | 29.580 | 32.213 | 100,0 |

Quelle: Jahresbericht 2005/2006 und 2007/2008 des Industrieverbands Agrar e.V. (www.IVA.de).



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 modifizieren kann.

2.5.3 PROBENNAHME UND ANALYTIK

Die Konzentrationen der PSM-Wirkstoffe im Grundwasser liegen üblicherweise im Bereich von ng/l bis µg/l. Daher muss bereits die Probenahme mit entsprechender Sorgfalt durchgeführt werden. Die Vorgehensweise sowie die zu verwendenden Probenahmegeräte, Aufbewahrungsbedingungen und Analysenmethoden sind im „Leitfaden für Probenahme 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 neuerer Zeit ist noch die Metho-

de der Flüssigchromatographie mit Tandem-Massenspektrometrie (LC/MS-MS) hinzugekommen. Die einzelnen Verfahrensschritte bedingen jeweils Ergebnisunsicherheiten, so dass man bei der Konzentrationsbestimmung von Pflanzenschutzmitteln und dem damit verbundenen Arbeiten im niedrigen Konzentrationsbereich mit insgesamt höheren Toleranzbereichen als beispielsweise bei der Bestimmung von Nitrat rechnen muss.

Die am häufigsten angegebene Bestimmungsgrenze bei 15 von 21 im Jahr 2007 gemessenen Wirkstoffen/Metaboliten war 0,05 µg/l. Nur bei den bereits seit vielen Jahren in der Routineanalytik untersuchten Stoffen wie den Triazinen und deren Metaboliten lag die häufigste Bestimmungsgrenze mit 0,02 µg/l niedriger.

Im Frühjahr 2008 führte die AQS-Stelle Baden-Württemberg einen Ringversuch auf stickstoff- und phosphorhaltige Pflanzenschutzmittelwirkstoffe durch. Im gleichen Zeitraum beauftragte die LUBW die AQS-Stelle mit der Durchführung einer Vergleichsuntersuchung auf weitere neun PSM, so dass insgesamt zu 14 der 21 beauftragten

Tabelle 2.5-2: Die wichtigsten chemischen Stoffklassen der PSM-Wirkstoffe.

| Stoffklasse | Wirkstoffklasse / Eigenschaften | Beispiele |
|---------------------------------------|---|---|
| Organochlorverbindungen | Insektizide, schwer abbaubar Anreicherung im Biokreislauf, in Deutschland verboten (in den alten Bundesländern bereits seit den 1960er Jahren) | DDT, HCH, Lindan (Gamma-HCH) |
| Organophosphorverbindungen | selektive Insektizide oder Akarizide (Milben), meist gut abbaubar | Parathion-Ethyl (E605), Malathion (beide Mittel haben keine Zulassung in Deutschland) |
| Organostickstoffverbindungen | | |
| - Carbamate | je nach Struktur insektizid, herbizid oder fungizid, meist gut abbaubar | Carbofuran, Pirimicarb |
| - Phenylharnstoffe | hauptsächliche Herbizide, gelten als gut abbaubar | Isoproturon, Diuron, Chlortoluron |
| - Triazine | Herbizide, schwer abbaubar, meist verboten | Atrazin, Simazin, Terbutylazin |
| Carbonsäurederivate | | |
| - Phenoxyalkancarbonsäuren | Herbizide, langsamer Abbau der gebildeten Carbonsäuren | 2,4-D, Mecoprop-P, Dichlorprop-P |
| - Derivate aliphatischer Carbonsäuren | Herbizide | Dalapon |



Wirkstoffe bzw. Metaboliten aktuelle Ringversuchskenn-
daten zur Verfügung standen. Die fehlenden Kenn-
daten wurden Ringversuchen aus den Jahren 2004 und 2006 ent-
nommen (Abbildung 2.5-1). Hellblau unterlegt ist die ein-
fache Standardabweichung vom Sollwert, dunkelblau sind
die Ausschlussgrenzen. Die Ausschlussgrenzen umfassen
die prozentuale Abweichung vom Sollwert, die noch als
„richtig“ akzeptiert werden kann. Breitere Messwertstreu-
ungen um den Sollwert führen zu höheren Standardabwei-
chungen und höheren Werten für die Ausschlussgrenze.

Die gefundenen Ausschlussgrenzen und damit die Schwan-
kungsbreiten um den Sollwert liegen je nach Wirkstoff
zwischen 30 und fast 60 %, bei rund der Hälfte zwischen 30
und 60 % und damit für die PSM-Routineanalytik im übli-
chen Bereich. Zum Vergleich sind im Schaubild die Kenn-
daten von Nitrat dargestellt, das als anorganisches Ion im
Konzentrationsbereich von mg/l sehr viel besser analytisch
bestimmbar ist.

Alle PSM-Befunde mit Überschreitungen des Trinkwasser-
grenzwerts bzw. der Qualitätsnorm der Grundwasserricht-
linie an den Landesmessstellen wurden durch Parallelun-

tersuchungen, Analysen von Rückstellproben oder durch
Nachbeprobungen mit mindestens dreifacher Parallelbe-
stimmung in verschiedenen Laboratorien abgesichert. Die-
ser hohe finanzielle und logistische Aufwand für die Qua-
litätssicherung ist erforderlich, um für die Berichtspflichtigen
gegenüber Bund und Land sowie für die Fundaufklärung
durch die Zulassungsinhaber belastbare Daten vorlegen zu
können.

2.5.4 BISHER UNTERSUCHTE WIRKSTOFFE

Tabelle 2.5-3 gibt einen Überblick über die Zahl der Mess-
stellen, die seit 1993 im landesweiten Grundwassermess-
netz auf die aufgelisteten 102 PSM-Wirkstoffe untersucht
wurden. Aus Kostengründen und aufgrund der sehr brei-
ten Palette überwachungsrelevanter PSM-Parameter ist es
nicht möglich, jeden Wirkstoff in jedem Jahr zu analysieren.
Mehrfach wurden daher bestimmte Stoffe zunächst pilot-
mäßig an ausgewählten Messstellen und dann ggf. auch im
gesamten Messnetz untersucht. Die Aufstellung beinhaltet
sowohl die vom Land beauftragten Analysen (in Fettdruck
dargestellt) als auch die von den Wasserversorgungsunter-
nehmen im Rahmen der Kooperationsvereinbarungen an

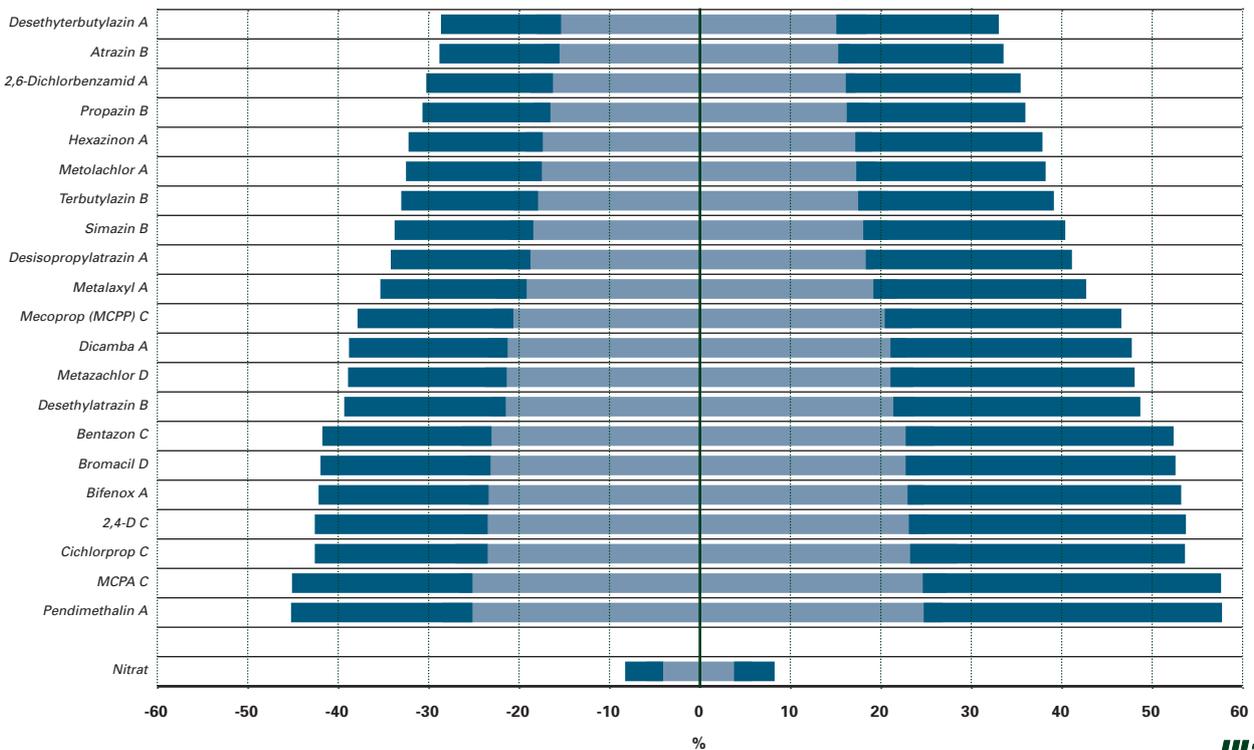


Abb. 2.5-1: Ergebnisse der Laborvergleichsuntersuchung der AQS-Baden-Württemberg: Relative Standardabweichung (hellblau) und Ausschluss-
grenzen (dunkelblau); Sollwert = 0 %.
A = Laborvergleichsuntersuchung 2008, B = Ringversuch 01/08, C = Ringversuch 04/04, D = 16. Länderübergreifender Ringversuch 2006

Tabelle 2.5.3 : Gesamtanzahl der auf PSM untersuchten Messstellen im Grundwassermessnetz 1993 - 2007. 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 05/2008, Landesmessstellen und Kooperationsmessstellen der WVU.

| Wirkstoffe und Metabolite | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4D) | | | 599 | | | | 157 | | 2159 | | 2751 | 853 | 464 | 715 |
| 2,6-Dichlorbenzamid | | | | 2126 | 212 | 652 | 2314 | 2306 | 920 | 787 | 792 | 3620 | 582 | 807 |
| Alachlor | 128 | 122 | 157 | | | | | 314 | | | | | 1637 | |
| Aldicarb | | 116 | | | | | | 310 | | | | | | |
| Aldrin | 125 | 124 | 135 | | | | | | | 2227 | 103 | | | |
| Ametryn | 117 | 128 | 148 | | | | | | | | | | | |
| Aminomethylphosphonsäure (AMPA) | | | | 152 | | | | | 195 | | | | | |
| Atrazin | 2724 | 2565 | 2685 | 773 | 1200 | 1178 | 2697 | 2684 | 1265 | 948 | 547 | 3663 | 662 | 867 |
| Azinphos-ethyl | 154 | | 100 | | | | | | | | | | | |
| Azinphos-methyl | | | | | | | | | | | | | | |
| Bentazon | | | 564 | | | | 2148 | | 2136 | | 2756 | 919 | 474 | 727 |
| Bifenox | | | | | | | | | | | | | | 550 |
| Bromacil | 2405 | 2275 | 2382 | 328 | 918 | 840 | 2385 | 2371 | 941 | 791 | 389 | 3605 | 596 | 821 |
| Carbofuran | 273 | 281 | 305 | 149 | 125 | 140 | 128 | | | | | | | |
| Chlorfenvinphos | 205 | 122 | 160 | | | | | | | | | | | |
| Chloridazon | | 105 | | | | | 159 | | | | | | | 1618 |
| Chlorpyrifos | | | | 348 | | | | | 2136 | | | | | |
| Chlortoluron | 769 | 2094 | 103 | 273 | | | 2216 | | 2197 | | 100 | 230 | 3149 | 181 |
| Cyanazid | 274 | 312 | 537 | 210 | 246 | 288 | 480 | 676 | 261 | | | 199 | 1733 | |
| Desethylatrazin | 2725 | 2566 | 2685 | 780 | 1198 | 1178 | 2695 | 2677 | 1268 | 947 | 548 | 3660 | 659 | 867 |
| Desethylterbuthylazin | 2531 | 1199 | 2530 | 564 | 1093 | 1067 | 2637 | 2610 | 1195 | 915 | 517 | 3650 | 655 | 865 |
| Desisopropylatrazin | 2566 | 1252 | 2560 | 547 | 1120 | 1074 | 2630 | 2611 | 1199 | 921 | 520 | 3651 | 651 | 864 |
| Desmetryn | 168 | 180 | 197 | 116 | 131 | 124 | 136 | | | | | | | |
| Diazinon | 169 | 170 | 173 | 2239 | 227 | 108 | | 105 | 2223 | | | | | |
| Dicamba | | | | | | | | | 2134 | | 2735 | 883 | 463 | 707 |
| Dichlobenil | 234 | 244 | 273 | 2212 | 241 | 131 | 282 | 303 | 205 | | 160 | 203 | 155 | |
| Dichlordiphenyldichlorethen (p,p') DDE (p,p') | | | 114 | | | | | | | 2187 | | | | |
| Dichlordiphenyldichlorethan (o,p') DDT (o,p') | | | 114 | | | | | | | 2182 | | | | |
| Dichlordiphenyldichlorethan (p,p') DDT (p,p') | | | 114 | | | | | | | 2187 | | | | |
| Dichlorprop (2,4-DP) | | | 596 | | | | 157 | | 2164 | | 2753 | 881 | 469 | 713 |
| Dichlorvos | | | | | | | | | | | | | | |
| Diclofenthion | | | | | | | | | | | | | | |
| Dieldrin | | | | | | | | | | 2224 | | | | |
| Diflufenican | | | | | | | | | | | | | 1614 | |
| Dimethenamid | | | | | | | | | | | | | 1617 | |
| Dimefuron | | | | | | | | | 197 | | | | | |
| Dimethoat | 132 | 206 | 146 | 2211 | 200 | | 108 | 105 | 2223 | | | | | |
| Disulfoton | | | | 308 | | | | | 2136 | | | | | |
| Diuron | 783 | 2101 | 112 | 614 | | | 2219 | | 2198 | | 101 | 229 | 3160 | 180 |
| Endosulfan, -□ | | | 112 | | | | | | | 2193 | | | | |
| Endosulfan, -□ | | | 112 | | | | | | | 2193 | | | | |
| Endrin | | | | | | | | | | 2187 | | | | |
| Epoxiconazol | | | | | | | | | | | | | 1617 | |
| Ethofumesat | | | | | | | | | | | | | 1617 | |
| Etrimfos | 119 | 123 | 131 | | | | | | | | | | | |
| Fenitrothion | | | 114 | 2184 | 165 | | | | 2188 | | | | | |
| Fluazifop-butyl | | | 101 | | | | | | | | | | | |
| Flufenacet | | | | | | | | | | | | | 1617 | |
| Flufenoxuron | | | | 307 | | | | 311 | | | | | | |
| Formothion | | | | 351 | | | | | | | | | | |
| Glyphosat | | | | 304 | | | | | 195 | | | | | |
| Heptachlor | | | | | | | | | | 2227 | | | | |
| Heptachlorepoxyd, cis- | | | | | | | | | | 2188 | | | | |
| Heptachlorepoxyd, trans | | | | | | | | | | 2187 | | | | |
| Hexachlorbenzol | | | 112 | | | | | | | 2187 | | | | |
| Hexachlorcyclohexan, -□ | | | 114 | | | | | 313 | | 2186 | | | | |
| Hexachlorcyclohexan, -□ | | | 114 | | | | | 312 | | 2191 | | | | |
| Hexachlorcyclohexan, -□ | | | | | | | | 313 | | 2191 | | | | |
| Hexachlorcyclohexan, -□ (Lindan) | 146 | 133 | 174 | | | | | 316 | | 2192 | | | | |
| Hexazinon | 2393 | 2264 | 2395 | 363 | 950 | 873 | 2419 | 2398 | 984 | 769 | 403 | 3607 | 614 | 846 |
| Isodrin | | | | | | | | | | 2186 | | | | |
| Isoproturon | 808 | 2135 | 127 | 2215 | 143 | | 2239 | | 2201 | | 102 | 231 | 3158 | 180 |
| Linuron | 765 | 2054 | | 142 | | | 118 | | 2168 | | 227 | 3142 | 180 | |
| Lenacil | | | | | | | 119 | | | | | | | |
| Malathion | 124 | 103 | | 2192 | 167 | | | | 2193 | | | | | |
| MCPA | | | 191 | | | | 156 | | 2162 | | 2757 | 911 | 465 | 715 |
| Mecoprop (MCPP) | | | 596 | | | | 163 | | 2168 | | 2759 | 908 | 471 | 716 |
| Mercaptodimethur | | | | | | | | 311 | | | | | | |
| Metalaxyl | 2324 | 972 | 2297 | 274 | 893 | 771 | 2338 | 2313 | 888 | 725 | 319 | 3593 | 544 | 781 |

| Wirkstoffe und Metabolite | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|-------------|-------------|-------------|
| Metamitron | | | 100 | | | | 152 | | | | | | 1618 | |
| Metazachlor | 2627 | 1295 | 2612 | 600 | 1161 | 1129 | 2667 | 2635 | 1229 | 928 | 533 | 3653 | 654 | 919 |
| Methabenzthiazuron | 741 | 2060 | | 244 | | | 165 | | 2168 | | | 230 | 3137 | 180 |
| Methoxychlor | | 130 | | | | | | | | | | | | |
| Metobromuron | 177 | 375 | | 134 | | | | | | | | | | |
| Metoxuron | 177 | 375 | | 134 | | | | | | | | | | |
| Metolachlor | 2622 | 1245 | 2610 | 619 | 1160 | 1128 | 2644 | 2621 | 1203 | 928 | 535 | 3656 | 647 | 914 |
| Metribuzin | 232 | 243 | 280 | 113 | 144 | 120 | 195 | 191 | | | | | | 1636 |
| Mevinphos | 108 | 103 | | | | | | | | | | | | |
| Monuron | | | | 107 | | | | | | | | | | |
| Monolinuron | 131 | 299 | | | | | | | | | | | | |
| Neburon | | | | 307 | | | | | | | | | | |
| Oxadixyl | | | 100 | | | | | | | | | | | |
| Parathion-ethyl (E 605) | 359 | 259 | 353 | 2224 | 271 | 140 | 220 | 183 | 2230 | | | | | |
| Parathion-methyl | 376 | 291 | 306 | 147 | 161 | 139 | 124 | | | | | | | |
| Penconazol | | | | | | | | | | | | | 1617 | |
| Pendimethalin | 228 | 203 | 310 | 2250 | 247 | 179 | 293 | 276 | 2208 | | | | | 580 |
| Pentachlornitrobenzol (Quintocen) | | | | | | | | | | 2187 | | | | |
| Phenmedipham | | | 100 | | | | | | | | | | | |
| Prometryn | 162 | 143 | 151 | | | | | | | | | | | |
| Propazin | 2530 | 1259 | 2506 | 544 | 1067 | 1016 | 2584 | 2558 | 1153 | 895 | 500 | 3645 | 645 | 856 |
| Propoxur | | | 114 | | | | | | | | | | | |
| Propiconazol | | | | | | | | | | | | | | 1617 |
| Sebutylazin | 248 | 207 | 260 | 2247 | 264 | 202 | 261 | 250 | 2290 | 116 | 126 | 183 | 173 | |
| Simazin | 2641 | 2522 | 2631 | 678 | 1162 | 1150 | 2684 | 2658 | 1246 | 927 | 534 | 3654 | 657 | 864 |
| Terbazil | | | 291 | | 108 | 138 | 237 | 227 | 113 | | | 134 | | |
| Terbutryn | 135 | 143 | 156 | | | | | | | | | | | |
| Terbutylazin | 2639 | 2511 | 2630 | 700 | 1159 | 1150 | 2685 | 2662 | 1244 | 931 | 540 | 3657 | 657 | 865 |
| Tetrachlordiphenylethan (p,p') TDE,p,p' | | | 114 | | | | | | | 2187 | | | | |
| Triallat | 469 | 309 | 496 | 205 | 187 | 249 | 361 | 304 | 184 | | 104 | 177 | 1686 | |
| Triadimentol | 110 | 122 | 141 | | | | | | | | | | | |
| Trifluralin | | | 129 | 2176 | 174 | | 144 | 130 | 2180 | | | | | |
| Vinclozolin | 138 | 124 | 215 | | 120 | | 121 | 121 | | | | | | |

LUBW

die Grundwasserdatenbank übermittelten Analysen. Im Jahr 2005 steigt bei zahlreichen Wirkstoffen die Zahl der Messstellen gegenüber den Vorjahren um etwa 600 bis 800 auf über 3.000 Messstellen. 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 PSM-UNTERSUCHUNGEN 2007

Für die Untersuchungskampagne 2007 wurden 21 PSM-Wirkstoffe und Metaboliten ausgewählt (Tab. 2.5-4). Auswahlkriterien waren:

- positive Befunde in der Vergangenheit
- hohe Absatzzahlen im Inland
- Vorliegen von Ringversuchsergebnissen.

Neben den persistenten Triazinen wie Atrazin, Simazin und deren Metaboliten wurden zahlreiche Phenoxyalkan-

carbonsäuren untersucht. Überwiegend handelt es sich um Herbizide, das einzige Fungizid ist Metalaxyl. Von den 21 Wirkstoffen haben derzeit 12 eine Zulassung. Die nicht mehr zugelassenen Wirkstoffe werden im Landesmessnetz weiterhin untersucht, da sie oft über Jahrzehnte nach Ende der Zulassung noch im Grundwasser nachzuweisen sind.

ERGEBNISSE DER PSM-UNTERSUCHUNGEN 2007

Ab 2007 werden die Pflanzenschutzmittel in einem vierjährigen Turnus untersucht, d.h. in jedem Jahr werden etwa 25 % der Messstellen beprobt, so dass nach vier Jahren vom gesamten von der LUBW betriebenen Landesmessnetz Ergebnisse vorliegen. Im Jahr 2007 wurden die in Tabelle 2.5-4 genannten PSM-Wirkstoffe und Metaboliten an 520 Messstellen gemessen. Einige Messwerte waren unplausibel und konnten nicht für die Auswertung herangezogen werden, daher ist bei einigen Substanzen die Zahl der untersuchten Messstellen geringer. Insgesamt lagen fast 11.000 Einzelwerte vor.

Von den 21 Wirkstoffen und Metaboliten des Untersuchungsprogramms waren folgende 10 Substanzen ohne Befund: 2,4-D, Bifenox, Dicamba, Dichlorprop, MCPA,

Tabelle 2.5-4: Im Jahr 2007 bei der Herbstbeprobung untersuchte 21 Wirkstoffe.
(fett = zugelassen, normal = nicht mehr zugelassen, kursiv = Metabolit)

| Wirkstoff/Metabolit | Status | Inlandsabsatz in t * 2005 2006 | hauptsächliches Einsatzgebiet* |
|--|---------------------------------|--------------------------------------|--|
| 2,4-D | zugelassen | 25 – 100 25 - 100 | Herbizid in Getreide |
| <i>2,6-Dichlorbenzamid</i> | - | - | Metabolit des nicht mehr zugelassenen Herbizids Diclobenil |
| Atrazin | seit 1991 nicht mehr zugelassen | - | Herbizid in Mais |
| Bentazon | zugelassen | > 1000 100 - 250 | Herbizid im Ackerbau, Gemüsebau, in Kombination mit Terbutylazin in Mais, in Kombination mit Dichlorprop in Getreide |
| Bifenox | zugelassen | 25 – 100 25 - 100 | Herbizid in Wintergetreide, Winterraps |
| Bromacil | seit 1990 nicht mehr zugelassen | - | Herbizid, häufig auf Gleisanlagen |
| <i>Desethylatrazin</i> | - | - | Metabolit des nicht mehr zugelassenen Herbizids Atrazin |
| <i>Desethylterbutylazin</i> | - | - | Metabolit von Terbutylazin |
| <i>Desisopropylatrazin</i> (<i>Desethylsimazin</i>) | - | - | Metabolit der nicht mehr zugelassenen Herbizide Atrazin bzw. Simazin |
| Dicamba | zugelassen | 25 - 100 25 - 100 | Herbizid, meist in Kombination mit MCPA und 2,4-D im Rasen |
| Dichlorprop | zugelassen | 250 – 1000 100 - 250 | Herbizid in Getreide |
| Hexazinon | seit 1990 nicht mehr zugelassen | - | Herbizid, häufig auf Gleisanlagen |
| MCPA | zugelassen | 250 - 1000 250 - 1000 | Herbizid in Getreide, in Kombination mit Dicamba im Rasen |
| Mecoprop (MCP) | zugelassen | 100 - 250 100 - 250 | Herbizid in Getreide |
| Metalaxyl | zugelassen | 25 - 100 10 - 25 | Fungizid in Hopfen, Zierpflanzen, Kräutern |
| Metazachlor | zugelassen | 250 – 1000 250 - 1000 | Herbizid in Raps, Kohl |
| S-Metolachlor | zugelassen | 250 – 1000 250 - 1000 | Herbizid in Mais |
| Pendimethalin | zugelassen | 250 – 1000 > 1000 | Herbizid in Getreide, Mais |
| Propazin | seit 1985 nicht mehr zugelassen | - | Herbizid |
| Simazin | seit 1990 nicht mehr zugelassen | - | Herbizid |
| Terbutylazin | zugelassen | 250 – 1000 250 – 1000 | Herbizid in Mais |

* Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit: Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland 2005 bzw. 2006, www.bvl.bund.de

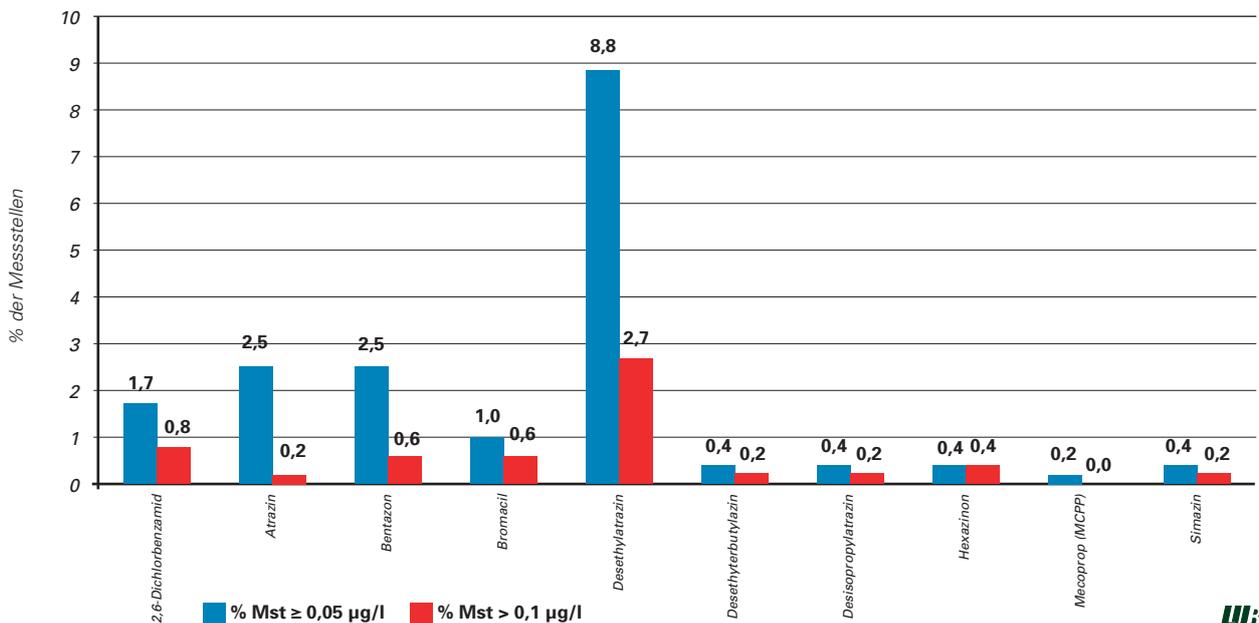


Abb. 2.5-2: Überschreitungshäufigkeiten bei den PSM-Untersuchungen 2007, jeweils 520 Mst. außer Bentazon: 510 Mst. und Mecoprop: 511 Mst.

Metazachlor, Metolachlor, Pendimethalin und Terbutylazin. An rund 450 Messstellen lagen die Konzentrationen unter 0,05 µg/l Wirkstoff / Metabolit. Dieser Wert ist die am häufigsten auftretende Bestimmungsgrenze der Messungen 2007 und wurde daher als Schwellenwert für die Auswertungen herangezogen.

Die Überschreitungshäufigkeiten der PSM-Befunde über 0,05 µg/l und 0,1 µg/l zeigt Abbildung 2.5-2. Mit einem bis maximal drei Wirkstoffen / Metaboliten in Konzentrationen über 0,05 µg/l waren 67 Messstellen belastet. An insgesamt 29 Messstellen lagen Überschreitungen der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie / des Grenzwerts der TrinkwV von 0,1 µg/l vor. An einer Messstelle gab es zwei Überschreitungen (Atrazin und Desethylatrazin), ansonsten nur immer eine. Die meisten Überschreitungen betrafen die Metaboliten Desethylatrazin (14 Fälle) und 2,6-Dichlorbenzamid (4 Fälle).

2.5.6 SONDERUNTERSUCHUNG 2007: METABOLITEN VON CHLORHALONIL, DIMETHACHLOR, METAZACHLOR UND S-METOLACHLOR

Am 08.05.2007 gab das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) das Dokument „Metaboliten von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen im Grundwasser“ heraus. Darin waren diejenigen Pflanzenschutzmittel und deren Metaboliten zusammengestellt, bei denen in Lysimeterstudien im Rahmen des PSM-Zulassungsverfahrens Metaboliten in Konzentrationen von mehr als 10 µg/l im Sickerwasser aufgetreten waren. Dieser Wert stellt eine Grenze für die Zulassungsfähigkeit von PSM dar, so dass das BVL an der Erhebung entsprechender Monitoringdaten interessiert war.

Bereits im Herbst 2006 hatten die hohen Befunde von Metaboliten des Rübenerbizids Chloridazon und des Fungizids Tolyfluanid in Bayern und Baden-Württemberg Besorgnis erregt und in den Folgemonaten zu zahlreichen Besprechungen innerhalb der Behörden und mit den Zulassungsinhabern sowie zu mehreren Pressemitteilungen geführt. Die Ergebnisse von Sonderuntersuchungen an 41 bzw. 101 Verdachtsmessstellen wurde in dem im letzten Jahr erschienenen Bericht „Ergebnisse der Beprobung 2006“ vorgestellt.

Neben den damals bereits bekannten Metaboliten von Chloridazon und Tolyfluanid nannte das BVL weitere Metaboliten der Wirkstoffe Chlorthalonil, Dimethachlor, Metazachlor und S-Metolachlor (Tabelle 2.5-5). Beim Metaboliten von Chlorthalonil handelt es sich um eine Carbonsäure, bei den Metaboliten von Dimethachlor, Metazachlor und S-Metolachlor jeweils um eine Carbonsäure und eine Sulfonsäure.

Hinweise:

- Die Substanz Metolachlor existiert in zwei Verbindungsformen als S-Metolachlor und R-Metolachlor. Nur die S-Form hat herbizide Eigenschaften. Ab 2002 kam ein Gemisch mit einem gegenüber früher wesentlich höheren Anteil an S-Metolachlor auf den Markt, so dass auch die empfohlene Anwendungsmenge deutlich reduziert werden konnte. Analytisch werden diese zwei isomeren Formen in der Routineanalytik nicht unterschieden, daher wird nachfolgend auch nur die Bezeichnung „Metolachlor“ verwendet. Bei den Metaboliten treten auch jeweils zwei isomere Verbindungen auf, die bei der analytischen Bestimmung ebenfalls nicht unterschieden werden.
- Beim Metabolit B1 des Wirkstoffes Chloridazon war im Lysimeterversuch eine Konzentration von < 10 µg/l aufgetreten. Dieser wurde bereits 2006 mitgemessen.

Tabelle 2.5-5: Übersicht über die im BVL-Dokument genannten Wirkstoffe und Metaboliten (Stand: Sommer 2006).

| Wirkstoff | Wirkbereich | (Haupt-)Kulturen | Metabolit |
|----------------------|-------------|---------------------------|---|
| Chloridazon | Herbizid | Rüben | <ul style="list-style-type: none"> • Desphenylchloridazon „Metabolit B“ • Methyl-Desphenylchloridazon „Metabolit B1“ |
| Tolyfluanid | Fungizid | Reben, Obst, Hopfen | <ul style="list-style-type: none"> • Dimethylsulfamid „DMS“ |
| Chlorthalonil | Fungizid | Getreide, Kartoffeln | <ul style="list-style-type: none"> • „Chlorthalonil-Sulfonsäure“ R 417888 / Vis-01 |
| Dimethachlor | Herbizid | Raps | <ul style="list-style-type: none"> • „Dimethachlorsäure“ CGA 50266 • „Dimethachlor-Sulfonsäure“ CGA 354742 |
| Metazachlor | Herbizid | Raps, Gemüse, Ziergehölze | <ul style="list-style-type: none"> • „Metazachlorsäure“ BH 479-4 • „Metazachlor-Sulfonsäure“ BH 479-8 |
| S-Metolachlor | Herbizid | Mais | <ul style="list-style-type: none"> • „Metolachlorsäure“ CGA 51202 /CGA 351916 • „Metolachlor-Sulfonsäure“ CGA 380168/CGA 354743 |

2.5.6.1 AUSWAHL DER MESSSTELLEN

Die Untersuchungen auf die Wirkstoffe Chlorthalonil, Dimethachlor, Metazachlor und Metolachlor sowie ihre insgesamt sieben Metaboliten fanden im Sommer 2007 an ausgewählten Grundwassermessstellen statt. Dazu wurden folgende Informationen herangezogen:

- Bereits in der Grundwasserdatenbank vorliegende Befunde von Metazachlor und Metolachlor ab 1990; Chlorthalonil und Dimethachlor wurden im Grundwassermessnetz bisher nicht gemessen.
- Bereits in der Grundwasserdatenbank vorliegende Befunde von anderen Wirkstoffen, die in den betreffenden Kulturen eingesetzt werden oder wurden, z.B. Atrazin und Terbutylazin im Mais oder Bentazon im Getreide.
- Verteilung der Kulturen auf der Grundlage der Bodennutzungshaupterhebung des Statistischen Landesamtes aus dem Jahre 2005; diese Daten wurden aufbereitet und für den GIS-Term der Grundwasserdatenbank verfügbar gemacht.
- Eigene Ortskenntnis, Fotos von Probennahmen, etc.

Im ersten Schritt waren je etwa 40 Messstellen für Raps und Mais und jeweils etwa 20 Messstellen für Weizen und Kartoffeln vorgesehen. Durch die üblichen Fruchtfolgen kann eine Messstelle auch in mehreren Kulturen liegen, d.h. es sind Mehrfachnennungen möglich. Nach der endgültigen Auswahl wurden für die Auswertungen insgesamt 110 „Verdachtsmessstellen“ in vier Messstellengruppen betrachtet:

- Weizen: 27 Messstellen
- Kartoffeln: 24 Messstellen
- Raps: 50 Messstellen
- Mais: 51 Messstellen

2.5.6.2 ERGEBNISSE IM EINZELNEN

Die Beprobung der Messstellen fand zwischen dem 31.07.2007 und dem 13.08.2007 statt. Ein Teil der Proben wurde parallel in zwei Laboratorien gemessen. Die Untersuchungsmethoden mussten in beiden Laboratorien neu etabliert werden, zum Einsatz kam die LC/MSMS. Die Übereinstimmung der Messwerte war überwiegend gut.

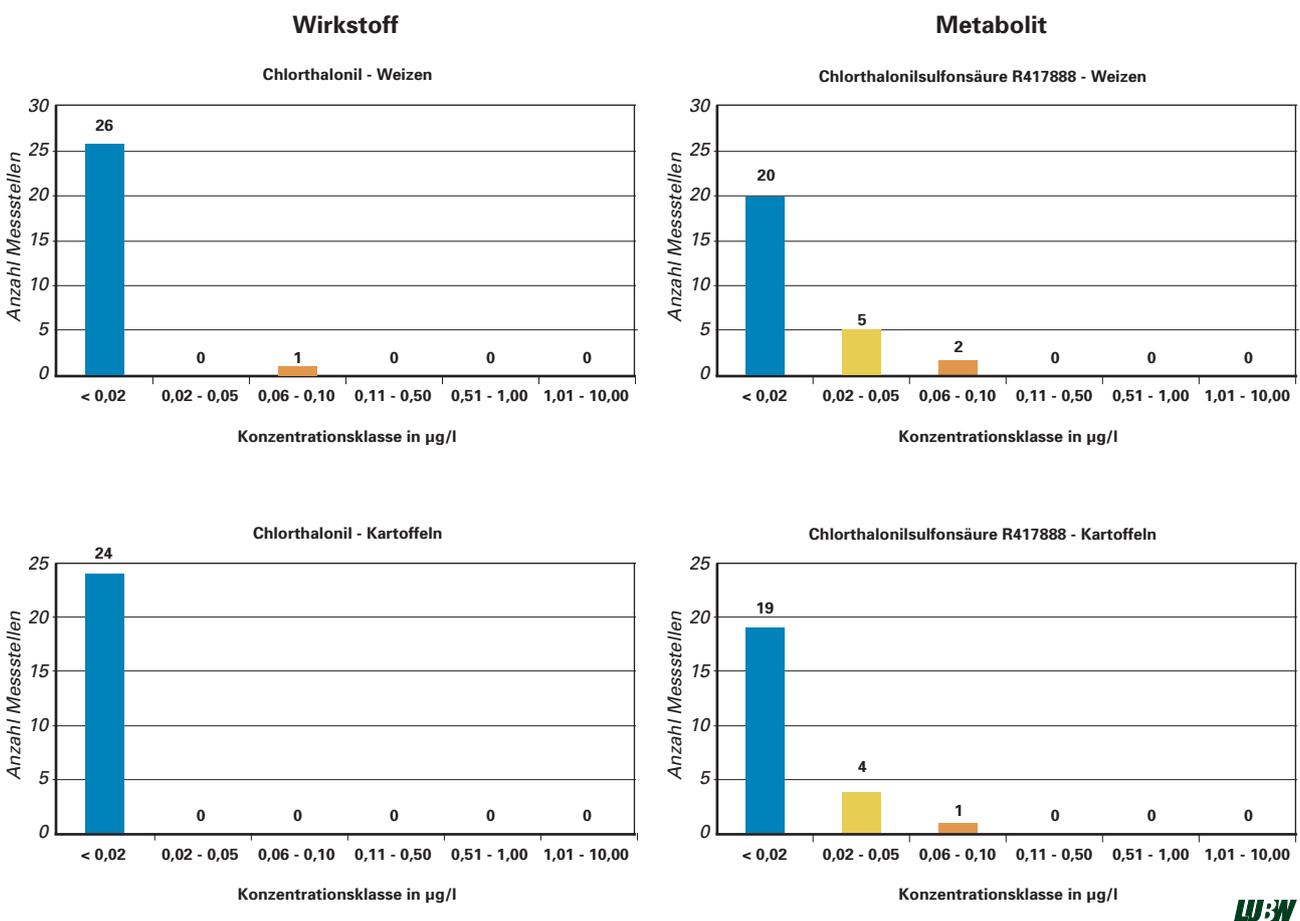
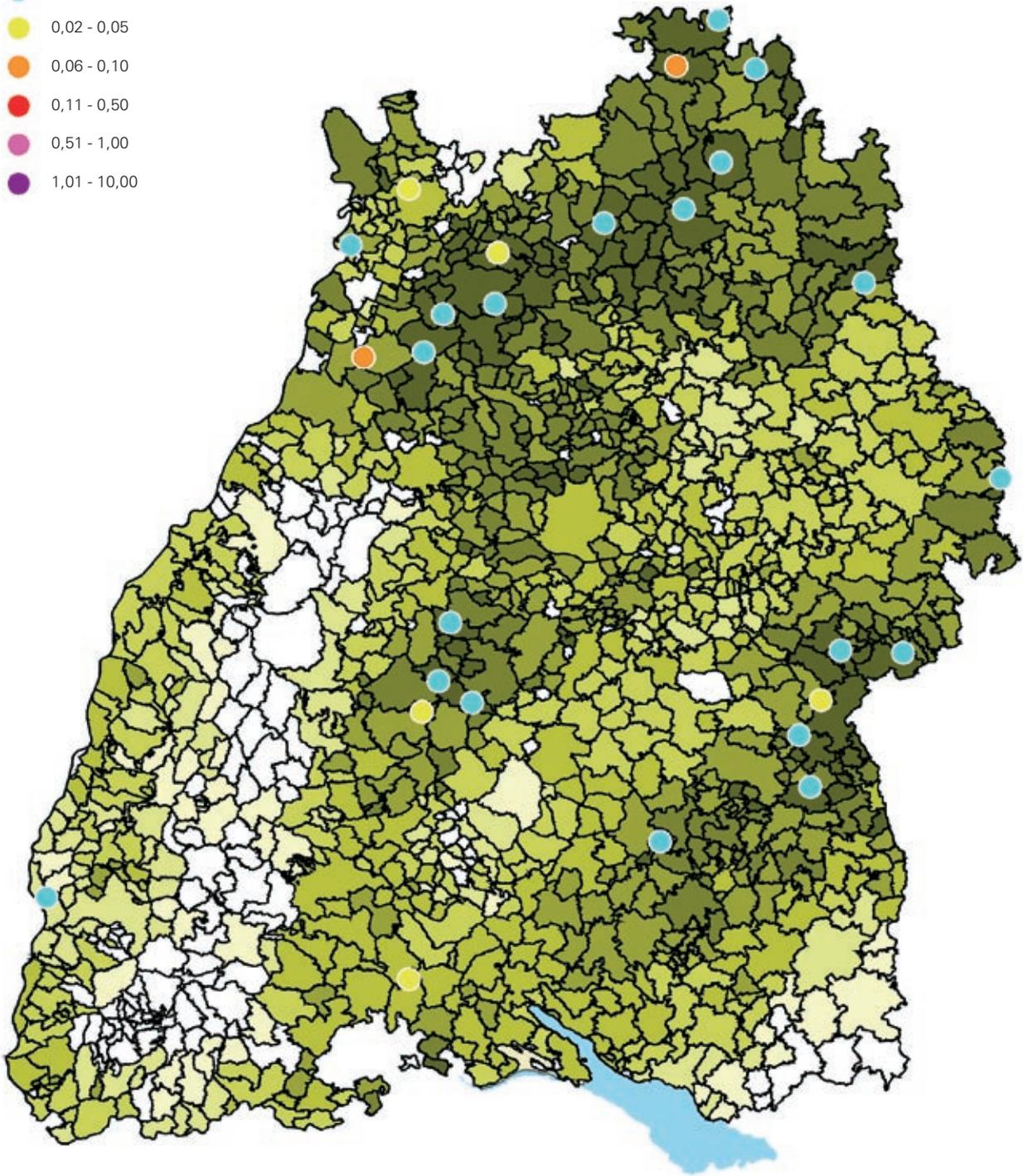
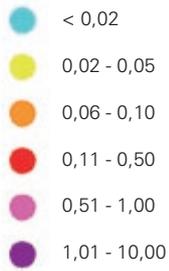


Abb. 2.5-3: Konzentrationsverteilung des Wirkstoffs Chlorthalonil und seines Metaboliten Chlorthalonilsulfonsäure R 417888 im Weizenanbau (27 Messstellen) und Kartoffelanbau (24 Messstellen), Probennahme August 2007.

Chlorthalonilsulfonsäure R417888

Werte in µg/l



Anteil Weizenanbau in % der landwirt. Fläche



Grundlage: © LV BW, RIPS

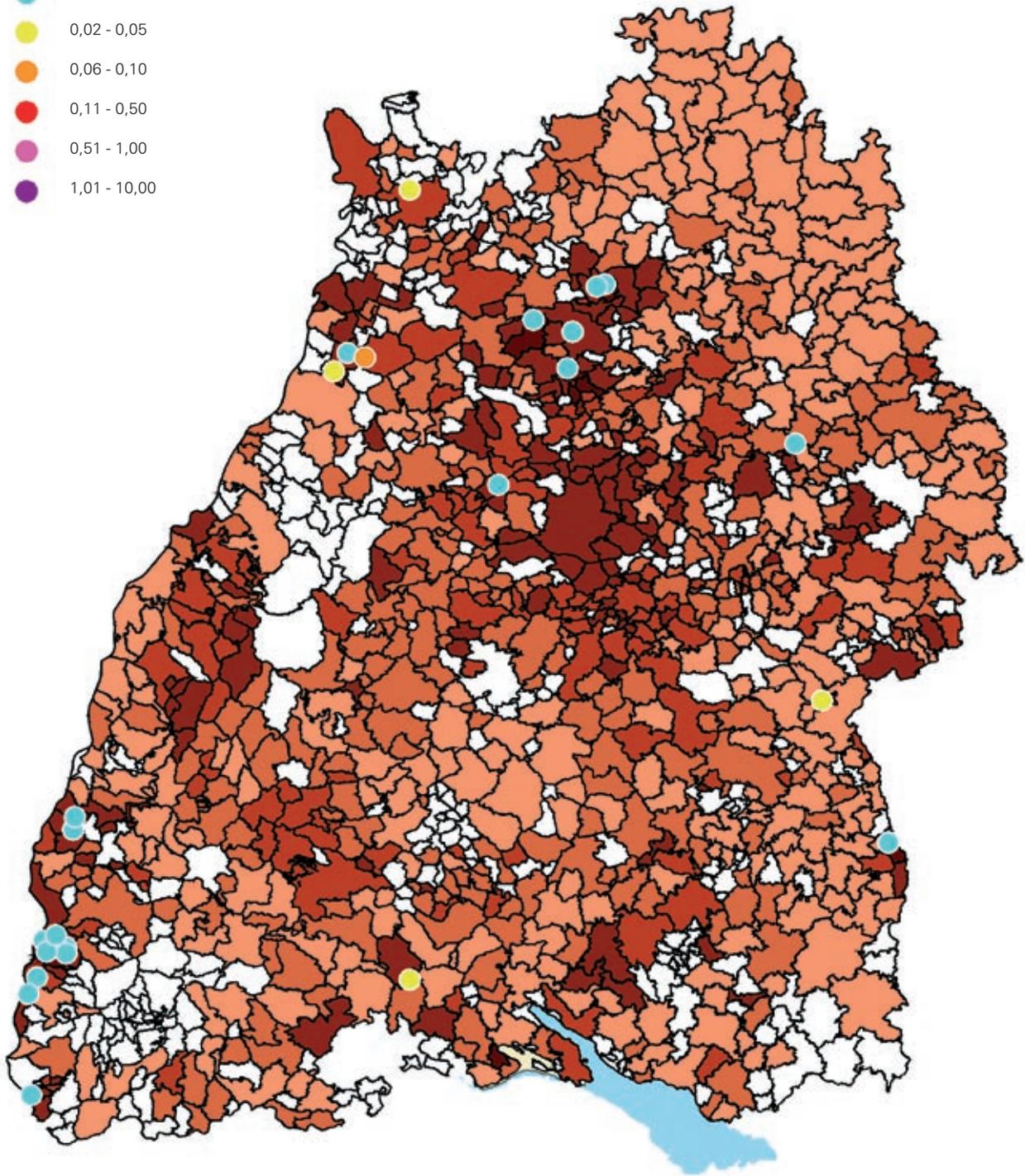


Abb. 2.5-4: Konzentrationsverteilung des Metaboliten Chlorthalonilsulfonsäure CGA R 417888 im Weizenanbau, 27 Messstellen, Probenahme August 2007.

Chlorthalonilsulfonsäure R417888

Werte in µg/l

- < 0,02
- 0,02 - 0,05
- 0,06 - 0,10
- 0,11 - 0,50
- 0,51 - 1,00
- 1,01 - 10,00



Anteil Kartoffelanbau in % der landwirt. Fläche

- < 0,2
- 0,21 - 0,5
- 0,51 - 1,0
- 1,01 - 5,0
- 5,01 - 17,0
- keine Angaben

Grundlage: © LV BW, RIPS



Abb. 2.5-5: Konzentrationsverteilung des Metaboliten Chlorthalonilsulfonsäure CGA R 417888 im Kartoffelanbau, 24 Messstellen, Probenahme August 2007.

Die Referenzsubstanzen wurden von den Herstellerfirmen zur Verfügung gestellt.

CHLORTHALONIL – WEIZEN UND KARTOFFELN

Es wurden 27 Verdachtsmessstellen im Weizenanbau und 24 Verdachtsmessstellen in Kartoffelanbau untersucht. Der Fungizid-Wirkstoff Chlorthalonil selbst wurde nur an einer einzigen Messstelle in einer Konzentration von 0,1 µg/l gefunden. Die Chlorthalonilsulfonsäure R 417888 wurde an sieben Messstellen im Weizenanbau und fünf Messstellen im Kartoffelanbau nachgewiesen. Alle Konzentrationen liegen unter dem Wert von 0,1 µg/l. Die Höchstwerte betra-

gen 0,09 µg/l in einer Messstelle am Feldrand bzw. 0,06 µg/l, gemessen in einem Bewässerungsbrunnen in Zone IIIB eines Wasserschutzgebiets.

DIMETHACHLOR – RAPS

Es wurden 50 Verdachtsmessstellen untersucht. Der Wirkstoff Dimethachlor sowie auch die Dimethachlorsäure CGA 50266 wurden an keiner einzigen Messstelle nachgewiesen. Die Dimethachlorsulfonsäure CGA 354742 wurde an 6 Messstellen gefunden, jedoch immer unterhalb des Wertes von 0,1 µg/l. Die Maximalwerte betragen 0,06 und 0,07 µg/l. Beide Messstellen liegen jeweils am Feldrand.

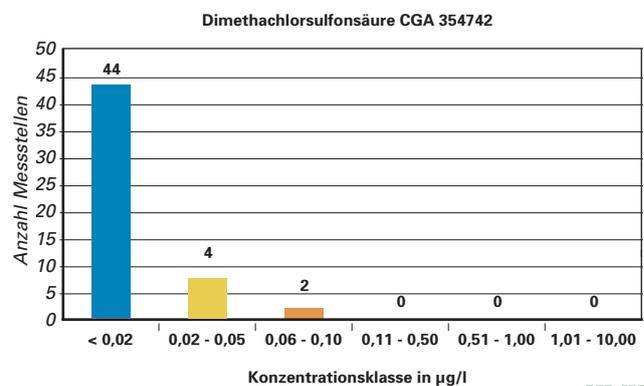
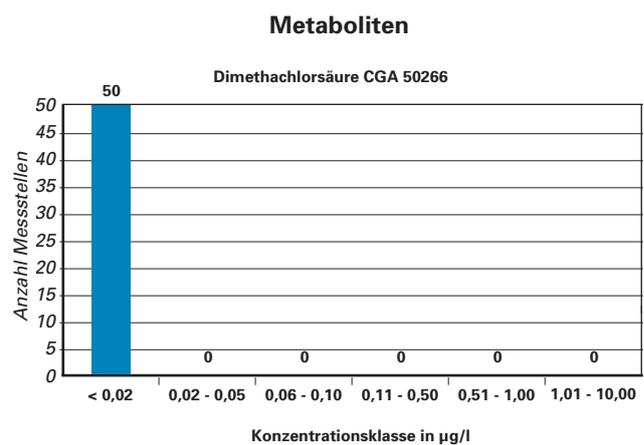
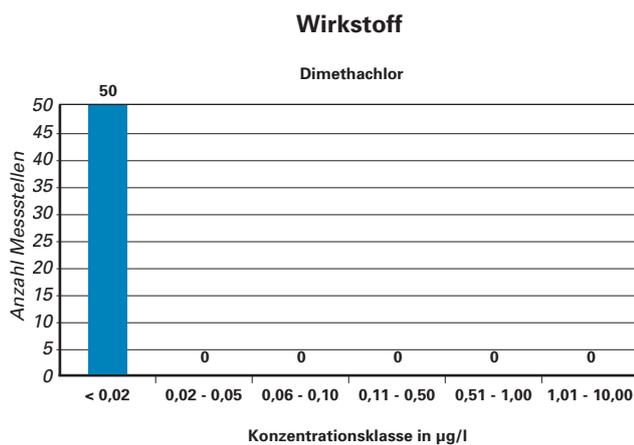


Abb. 2.5-6: Konzentrationsverteilung des Wirkstoffs Dimethachlor und seiner Metaboliten Dimethachlorsäure CGA 50266 und Dimethachlorsulfonsäure CGA 354742 im Rapsanbau, 50 Messstellen, Probenahme August 2007.

Dimethachlorsulfonsäure

CGA 354742

Werte in µg/l

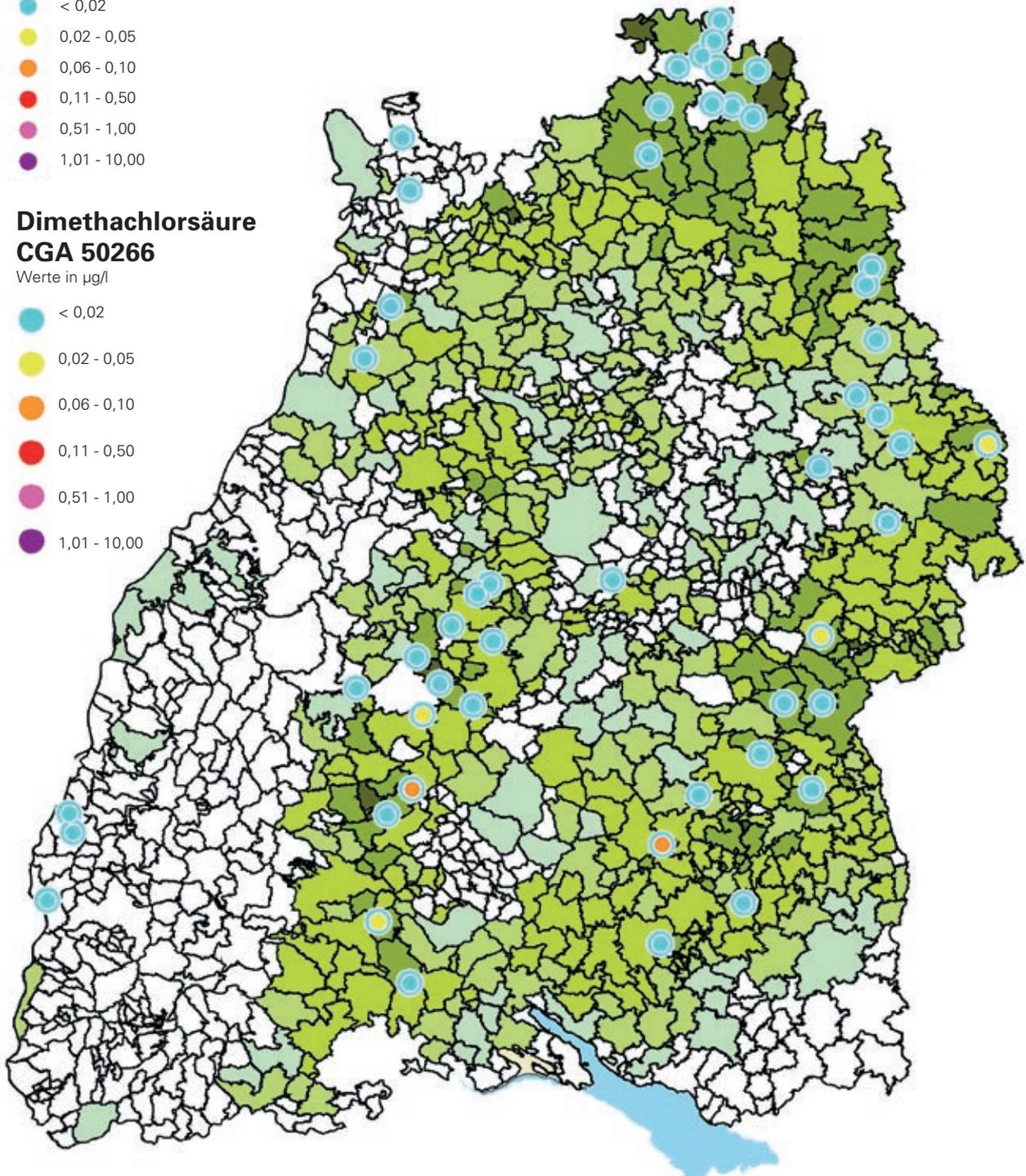
- < 0,02
- 0,02 - 0,05
- 0,06 - 0,10
- 0,11 - 0,50
- 0,51 - 1,00
- 1,01 - 10,00

Dimethachlorsäure

CGA 50266

Werte in µg/l

- < 0,02
- 0,02 - 0,05
- 0,06 - 0,10
- 0,11 - 0,50
- 0,51 - 1,00
- 1,01 - 10,00



Anteil Rapsanbau in % der landwirt. Fläche

- < 2,0
- 2,01 - 5,0
- 5,01 - 10,0
- 10,01 - 15,0
- 15,01 - 17,0
- keine Angaben

Grundlage: © LV BW, RIPS



Abb. 2.5-7: Konzentrationsverteilung der Metaboliten Dimethachlorsäure CGA 50266 und Dimethachlorsulfonsäure CGA 354742 im Rapsanbau, 50 Messstellen, Probennahme August 2007.

METAZACHLOR – RAPS

Es wurden 50 Verdachtsmessstellen untersucht. Der Wirkstoff Metazachlor wurde nur an einer Messstelle in einer Konzentration von 0,23 µg/l nachgewiesen. In deren Umgebung befinden sich zahlreiche Gärtnereien mit Gemüse- und Zierpflanzenanbau, vielfach auch in Gewächshäusern. Die Metazachlorsäure BH 479-4 wurde an 21 Messstellen gefunden, davon in Konzentrationen über 0,1 µg/l an sieben Messstellen, entsprechend einem Anteil von 14 %. Der Spitzenwert betrug 0,45 µg/l im Beregnungsbrunnen eines Aussiedlerhofs.

Die Metazachlorsulfonsäure BH 479-8 konnte in 35 Messstellen nachgewiesen werden, davon in 14 Messstellen in Konzentrationen von über 0,1 µg/l, entsprechend einem Anteil von 28 %. Der Spitzenwert betrug 7,3 µg/l, gemessen im Brunnen der Eigenwasserversorgung eines Aussiedlerhofs. Die meisten Überschreitungen liegen jedoch im Bereich bis 0,7 µg/l.

Hohe Befunde der beiden Metazachlormetaboliten treten insbesondere im nordöstlichen Landesteil zwischen Main-Tauber-Kreis und Ostalbkreis auf. Insgesamt ist das Belastungsniveau der Metazachlorsulfonsäure höher als das der Metazachlorsäure.

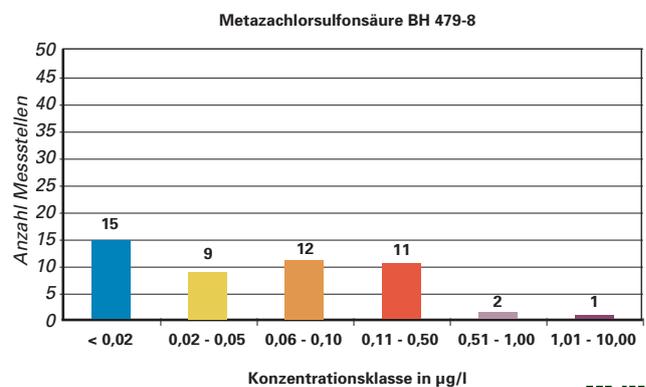
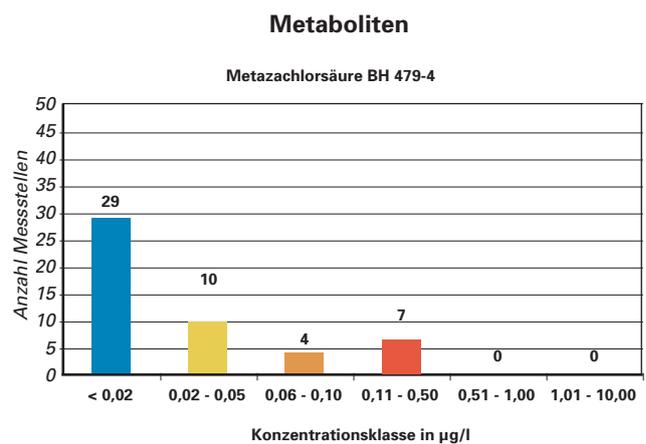
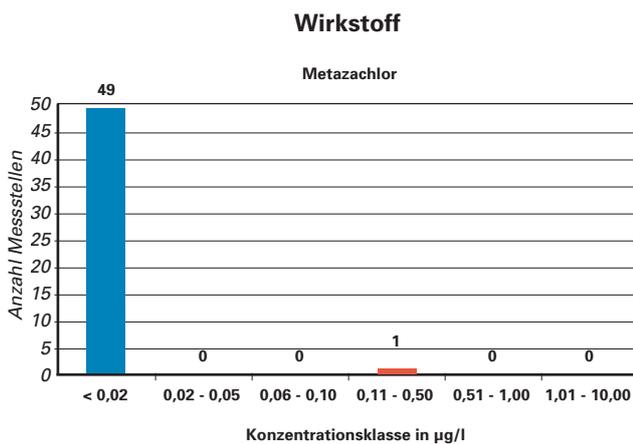


Abb. 2.5-8: Konzentrationsverteilung des Wirkstoffs Metazachlor und seiner Metaboliten Metazachlorsäure BH 479-4 und Metachlorsulfonsäure BH 479-8 im Rapsanbau, 50 Messstellen, Probennahme August 2007.

Metazachlorsulfonsäure

BH 479-8

Werte in µg/l

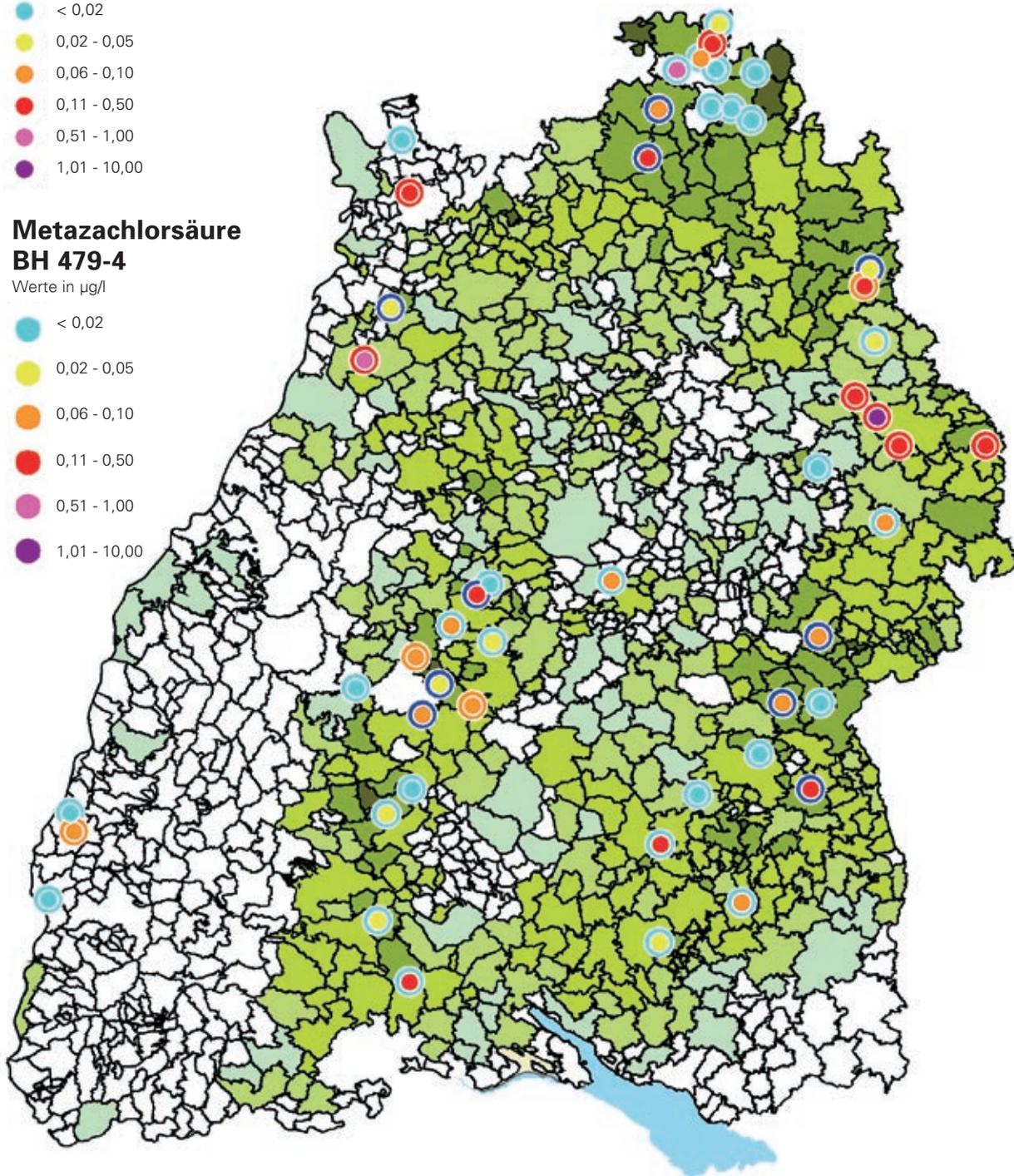
- < 0,02
- 0,02 - 0,05
- 0,06 - 0,10
- 0,11 - 0,50
- 0,51 - 1,00
- 1,01 - 10,00

Metazachlorsäure

BH 479-4

Werte in µg/l

- < 0,02
- 0,02 - 0,05
- 0,06 - 0,10
- 0,11 - 0,50
- 0,51 - 1,00
- 1,01 - 10,00



Anteil Rapsanbau in % der landwirt. Fläche

- < 2,0
- 2,01 - 5,0
- 5,01 - 10,0
- 10,01 - 15,0
- 15,01 - 17,0
- keine Angaben

Grundlage: © LV BW, RIPS



Abb. 2.5-9: Konzentrationsverteilung der Metazachlormetaboliten Metazachlorsäure BH 479-4 und Metazachlorsulfonsäure BH 479-8 im Rapsanbau, 50 Messstellen, Probennahme August 2007.

S-METOLACHLOR – MAIS

Es wurden 51 Verdachtsmessstellen mit Maisanbau im Einzugsgebiet untersucht. Die Erhebung des Statistischen Landesamtes bezieht sich auf Silomais, darüber hinaus wurde die Untersuchung noch auf einige Gegenden ausgedehnt, in denen bekanntermaßen auch Körnermais und Saatmais angebaut wird.

Der Wirkstoff Metolachlor wurde an 4 Messstellen gefunden, jeweils in Konzentrationen unter 0,1 µg/l. An zwei Messstellen betrug der Höchstwert 0,08 µg/l. Beide Messstellen liegen auf dem Gelände von Aussiedlerhöfen, einmal als Beregnungsbrunnen, einmal als reine Beobachtungsstelle. An allen vier Messstellen mit Metolachlorbefunden traten auch beide Metaboliten in Konzentrationen zwischen 0,07 und 1,6 µg/l auf.

Die Metolachlorsäure CGA 351916 wurde an 6 Messstellen in Konzentrationen unter 0,1 µg/l und an 6 Messstellen (= 12 %) über 0,1 µg/l nachgewiesen.

Die Metolachlorsulfonsäure CGA 380168 wurde an 8 Messstellen in Konzentrationen unter 0,1 µg/l und an 17 Messstellen (= 33 %) in Konzentrationen über 0,1 µg/l gemessen.

Die meisten hohen Befunde traten in der Oberrheinebene auf, insbesondere im Bereich zwischen Kaiserstuhl und Tuniberg mit hohem Körnermaisanteil. Neun der hoch belasteten Messstellen sind Beregnungsbrunnen, davon fünf am Feldrand und vier auf dem Gelände von Aussiedlerhöfen.

2.5.6.3 ERGEBNISÜBERSICHT

Die geringsten Belastungen wurden hinsichtlich des Metaboliten von Chlorthalonil und den zwei Metaboliten von Dimethachlor festgestellt. Alle Messwerte lagen unter 0,1 µg/l. Was die Wirkstoffe betrifft, so wurde nur Chlorthalonil an einer einzigen Messstelle auf dem Gelände einer Kläranlage in einer Konzentration unter 0,1 µg/l nachgewiesen. Auf einem deutlich höheren Konzentrationsniveau liegen die Metaboliten von Metazachlor und Metolachlor (Abbildung 2.5.12). In beiden Fällen ist festzustellen, dass jeweils von der Sulfonsäure eine höhere Belastung ausgeht. Bei der Metazachlorsäure liegen 14 % der Befunde über dem Wert von 0,1 µg/l, bei der Metazachlorsulfonsäure 28 %, bei der Metolachlorsäure und Metolachlorsulfonsäure sind es rund 12 % bzw. 33 %.

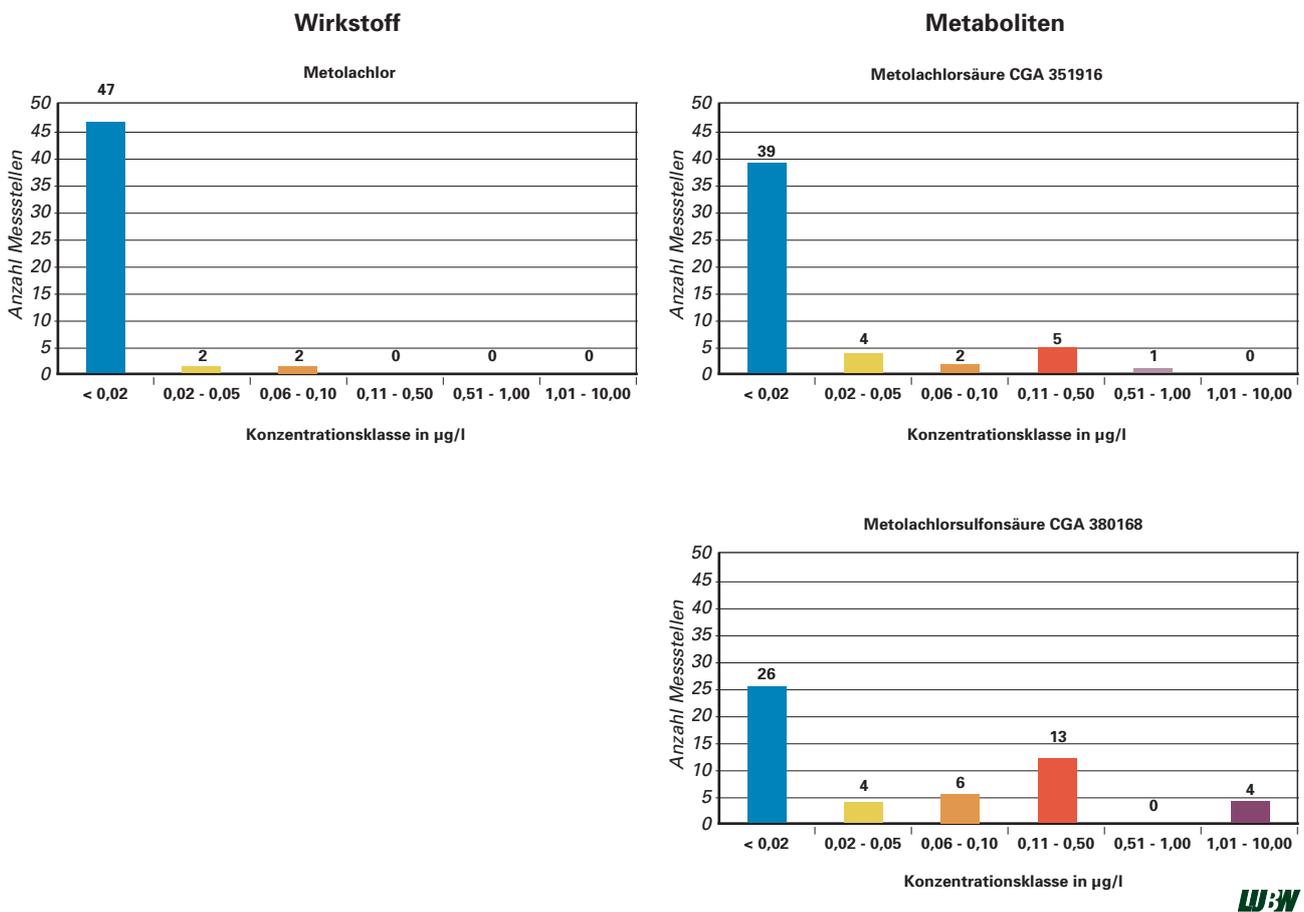


Abb. 2.5-10: Konzentrationsverteilung des Wirkstoffs Metolachlor und seiner Metaboliten Metolachlorsäure CGA 351916 und Metolachlorsulfonsäure CGA 380168 im Maisanbau, 51 Messstellen, Probenahme August 2007.

**Metolachlorsulfonsäure
CGA 380168**

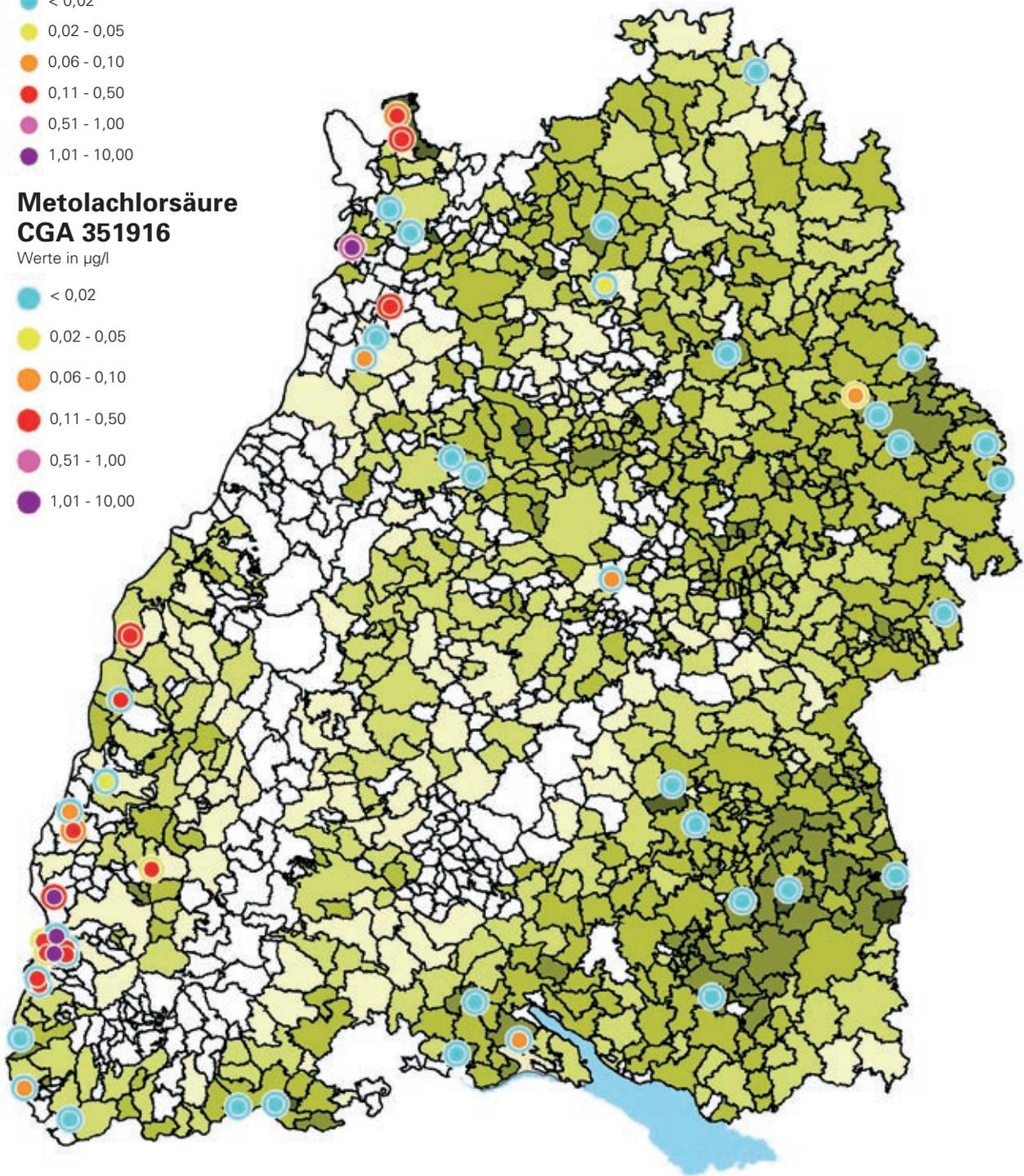
Werte in µg/l

- < 0,02
- 0,02 - 0,05
- 0,06 - 0,10
- 0,11 - 0,50
- 0,51 - 1,00
- 1,01 - 10,00

**Metolachlorsäure
CGA 351916**

Werte in µg/l

- < 0,02
- 0,02 - 0,05
- 0,06 - 0,10
- 0,11 - 0,50
- 0,51 - 1,00
- 1,01 - 10,00



Anteil Silomaisanbau in % der landwirt. Fläche

- < 2.0
- 2.01 - 5.0
- 5.01 - 10.0
- 10.01 - 15.0
- 10.01 - 25.0
- keine Daten

Grundlage: © LV BW, RIPS



Abb. 2.5-11: Konzentrationsverteilung der Metolachlormetaboliten Metolachlorsäure CGA 351916 und Metolachlorsulfonsäure CGA 380168 im Maisanbau, 51 Messstellen, Probennahme August 2007.

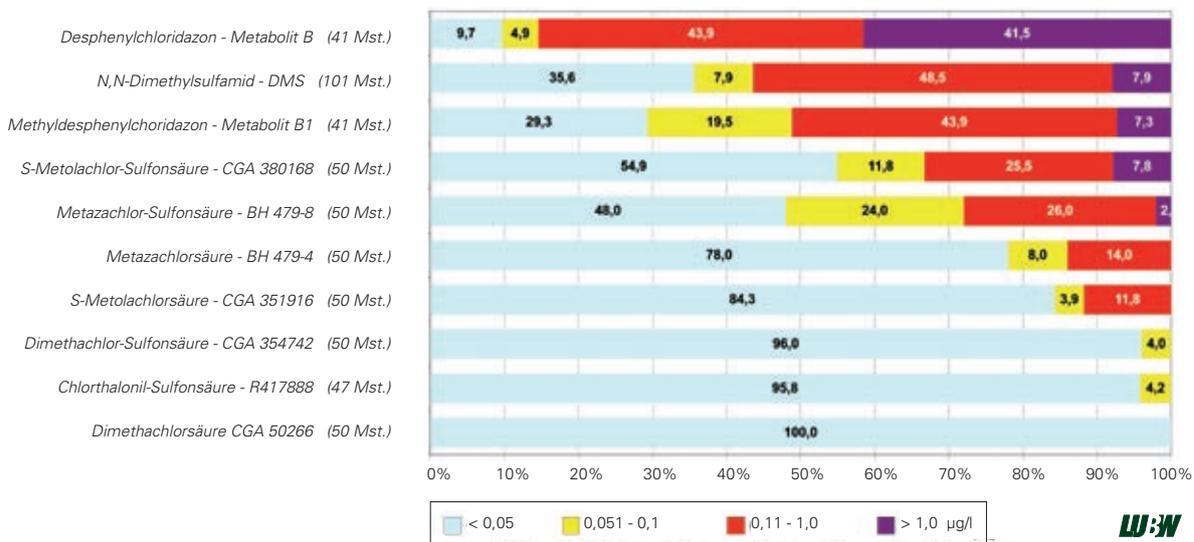


Abb. 2.5-12: Konzentrationsverteilung der im Dezember 2006 / Januar 2007 sowie im August 2007 untersuchten Metaboliten von Chloridazon, Tolyfluanid, Chlorthalonil, Dimethachlor, Metazachlor und S-Metolachlor.

Im Vergleich mit den Ergebnissen der letztjährigen Untersuchungen der Metaboliten von Chloridazon von Tolyfluanid ist die Belastung mit den Metaboliten von S-Metolachlor, Metazachlor, Dimethachlor und Chlorthalonil deutlich niedriger.

2.5.6.4 BEWERTUNG UND WEITERES VORGEHEN BEI DEN PSM-METABOLITEN

Aus Gründen des nachhaltigen Grundwasserschutzes und da es sich bei Chlorthalonil, Dimethachlor, Metazachlor und S-Metolachlor um grundwasserfremde Stoffe handelt, sind künftig solche Einträge ins Grundwasser zu verringern, auch wenn diese Substanzen pflanzenschutzrechtlich als „nicht relevant“ eingestuft sind. Dazu wurde der bereits im Vorjahr begonnene Dialog zwischen den betroffenen Behördenvertretern aus Baden-Württemberg und Bayern sowie mit den Herstellern weitergeführt. Derzeit wird eine Fundrecherche bei den höher belasteten Messstellen durchgeführt, um mögliche Ursachen für den Eintrag zu eruieren. Inzwischen hat auch das BVL den Herstellern ein bundesweites Monitoring für diese Metaboliten auferlegt. Baden-Württemberg ist darin mit drei Grundwasser-Messstellen im Main-Tauber-Kreis für Metazachlor und 4 Messstellen in der Ortenau für S-Metolachlor vertreten. Im Mai 2008 hat das BVL interessierten Behörden eine Liste mit Metaboliten zur Verfügung gestellt, die in Lysimeterversuchen in Konzentrationen zwischen 1 und 10 µg/l aufgetreten sind. Baden-Württemberg beabsichtigt, die Kon-

zentrationen dieser weiteren Metaboliten an ausgewählten Messstellen ebenfalls zu messen, sobald die entsprechende Analytik zur Verfügung steht.

Nachdem seit dem Auftreten der Metaboliten von Chloridazon und Tolyfluanid eine große Unsicherheit hinsichtlich deren Einstufung als „relevant“ oder „nicht relevant“ im Sinne der TrinkwV von 2001 bzw. der Grundwasserrichtlinie vorhanden war, veröffentlichte das UBA am 04.04.2008 eine „Trinkwasserhygienische Empfehlung stoffrechtlich „nicht relevanter“ Metaboliten von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln im Trinkwasser“. Darin wird bei Vorliegen aussagekräftiger toxikologischer Daten für „nicht relevante Metaboliten“ ein trinkwasserhygienisch bis auf weiteres (vorerst dauerhaft) hinnehmbarer gesundheitlicher Orientierungswert GOW von 3,0 µg/l genannt, bei schlechterer Datenlage ein GOW von 1,0 µg/l. Darüber hinaus legte das UBA noch einen trinkwasserhygienisch vorübergehend hinnehmbaren Vorsorge-Maßnahmenwert von 10 µg/l fest.

Metaboliten-Konzentrationen über 10 µg/l wurden bei den im Sommer 2007 durchgeführten Untersuchungen nicht gefunden, Werte über 1 µg/l traten einmal bei Metazachlor-sulfonsäure sowie viermal bei Metolachlorsulfonsäure auf. In allen Fällen handelt es sich nicht um Trinkwasserbrunnen, sondern um Beregnungsbrunnen oder reine Beobachtungsmessstellen.

2.5.7 BEWERTUNG DER GESAMTSITUATION DER PFLANZENSCHUTZMITTEL

Seit 1993 wurden im qualitativen Landesgrundwassermessnetz bei den Routinebeprobungen im Herbst auf insgesamt 68 PSM-Wirkstoffe und Metaboliten einmalig oder mehrfach untersucht (Tabelle 2.5-3). Darüber hinaus stehen in der Datenbank für diesen Zeitraum PSM-Messwerte von weiteren zahlreichen Wirkstoffen und Metaboliten zur Verfügung, die bei den Routinebeprobungen unbeauftragt „mitgemessen“ wurden oder von den WVU im Rahmen der Kooperation zur Verfügung gestellt wurden.

Um einen Überblick über die Belastung mit Pflanzenschutzmitteln und deren Metaboliten zu erhalten, wurden die Daten der letzten 10 Jahre von 1998 bis 2007 ausgewertet. Die Zahl der untersuchten Messstellen schwankte dabei erheblich zwischen 1 und 4.557. Am seltensten gemessen wurden Fenpropimorph und Napropamid, am häufigsten Desethylatrazin. Für die Auswertung wurden nur Stoffe betrachtet, die an mindestens 100 Messstellen untersucht wurden. Diese Einschränkung betrifft 46 Stoffe, wobei alle Befunde unterhalb der Bestimmungsgrenze lagen. Bei Vorliegen mehrerer Messwerte an einer Messstelle wurde der Medianwert berechnet. Damit kamen insgesamt 83 Wirkstoffe und 6 Metaboliten in die Auswertung, 55 Wirkstoffe, d.h. fast zwei Drittel, sind inzwischen verboten bzw. nicht mehr zugelassen, 28 Wirkstoffe haben derzeit eine Zulassung. Die Wirkstoffe und ihre Metaboliten wurden je nach Häufigkeit der Nachweise bzw. Überschreitungen des Werts von 0,1 µg/l klassifiziert (Tabelle 2.5.6). Für die Wirkstoffe und die relevanten Metaboliten handelt es sich hierbei um Überschreitungen der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie bzw. des Grenzwerts der Trinkwasserverordnung. Die nicht relevanten Metaboliten werden derzeit bewertet wie im vorigen Abschnitt beschrieben.

36 Substanzen wurden an keiner einzigen Messstelle gefunden, darunter 1 Metabolit, 28 nicht mehr zugelassene und 7 zugelassene Wirkstoffe. Positive Befunde lagen von 48 Wirkstoffen und 5 Metaboliten vor, davon 27 Stoffe in Konzentrationen unter dem Wert von 0,1 µg/l. In der Klasse bis 1 % Überschreitungen sind weitere 24 Wirkstoffe und 2 Metaboliten zu finden. Bei den Überschreitungen an 1 - 3 % der Messstellen handelt es sich ausschließlich um Metaboliten:

- 2,6-Dichlorbenzamid, Metabolit von Diclobenil, an 62 von 4.357 Messstellen (= 1,8 %)
- Desethylatrazin, Metabolit von Atrazin, an 118 von 4.557 Messstellen (= 2,6 %).

Gegenüber der entsprechenden Übersicht 2006 hat sich insbesondere die Desethylatrazinbelastung weiter verringert, so dass bei der Auswertung 2007 erfreulicherweise keine Wirkstoffe oder Metaboliten mehr in der Klasse „Positivbefunde an über 3 % der Messstellen mit Konzentrationen über 0,1 µg/l“ mehr auftreten. Ansonsten haben sich in der Tabelle gegenüber der Auswertung 2006 nur geringfügige Verschiebungen ergeben.

Die regionale Verteilung der Messstellen mit den **Hauptbelastungsstoffen** Desethylatrazin, 2,6-Dichlorbenzamid, Atrazin, Bentazon, Bromacil und Hexazinon ist in Abbildung 2.5-13 graphisch wiedergegeben. Datengrundlage sind die Überschreitungen des Wertes von 0,1 µg/l in den letzten fünf Jahren an Messstellen des Landesmessnetzes und des Kooperationsmessnetzes Wasserversorgung. Für diese Darstellung wurde der jeweils aktuellste Messwert berücksichtigt.

Desethylatrazin trägt immer noch zur Hauptbelastung bei, obwohl der Ausgangsstoff Atrazin bereits seit 1991 in der Bundesrepublik verboten ist. In Baden-Württemberg war die Anwendung in Wasserschutzgebieten schon ab 1988 nicht mehr erlaubt. Die Nachweishäufigkeit ist in den letzten Jahren stark rückläufig.

2,6-Dichlorbenzamid ist die am zweithäufigsten gefundene Substanz nach Desethylatrazin. Seit Mitte 2004 besteht für den Ausgangsstoff Dichlobenil ein Zulassungswiderruf, der sowohl den Einsatz als auch das Aufbrauchen von Restbeständen verbietet. Die höchsten Belastungen treten an Messstellen auf, die in oder unterhalb von Weinbergen liegen, insgesamt gehen die Konzentrationen ebenfalls zurück.

Von den zugelassenen Wirkstoffen wird **Bentazon** am häufigsten gefunden. Allerdings haben die zahlreichen Positivbefunde in den letzten Jahren dazu geführt, dass zahlreiche Anwendungsbeschränkungen erlassen wurden. Aufgrund seiner hohen Mobilität im Untergrund wurde beispielsweise der Einsatz auf besonders durchlässigen Böden verboten. Die vorliegenden Daten zeigen, dass die Belastung langsam zurück geht.

Tabelle 2.5-6: Belastung der Messstellen mit PSM-Wirkstoffen und ihren Metaboliten in den letzten zehn Jahren. Es sind nur Wirkstoffe und Metaboliten aufgeführt, die im Zeitraum 1998-2007 an mindestens 100 Messstellen untersucht wurden. Triazine wurden z.B. an bis zu rund 4.500 Messstellen untersucht. Bei Vorliegen mehrerer Messwerte an einer Messstelle wurde der Medianwert berechnet. Datengrundlage: Grundwasserdatenbank, Abfrage 05/2008, Landesmessstellen und Kooperationsmessstellen der WVU.

Fettdruck: Wirkstoff hat eine Zulassung (Stand: April 2008)
 Normalschrift: Wirkstoff ist nicht mehr zugelassen
 Kursivschrift: Metabolit (Abbauprodukt)

| 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 % der Messstellen mit Konzentrationen über 0,1 µg/l |
| Aldicarb | Alachlor | 2,4 D | <i>Desethylatrazin</i> | |
| Aldrin | Azinphos-ethyl | Atrazin | <i>2,6-Dichlorbenzamid</i> | |
| Ametryn | Chlorpyrifos | Bentazon | | |
| Bifenox | Chlortoluron | Bromacil | | |
| Carbofuran | Diazinon | Chloridazon | | |
| Desmetryn | Dicamba | Cyanazin | | |
| Dichlobenil | Dieldrin | <i>Desethylterbutylazin</i> | | |
| Diflufenican | Dimethenamid | <i>Desisopropylatrazin</i> | | |
| Dimethoat | Disulfoton | Dichlorprop (2,4-DP) | | |
| Endosulfan, α- | Fenitrothion | Dimefuron | | |
| Endosulfan, β- | Heptachlor | Diuron | | |
| Endrin | HCH, α- | Epoconazol | | |
| Flufenacet | HCH, δ - | Ethofumesat | | |
| Flufenoxuron | HCH, γ - (Lindan) | Glyphosat | | |
| HCH, β - | Isodrin | Hexazinon | | |
| Heptachlorepoxid | Linuron | Hexachlorbenzol (HCB) | | |
| Heptachlorepoxid, cis- | Malathion | Isoproturon | | |
| Heptachlorepoxid, trans- | MCPA | Mecoprop (MCP) | | |
| Lenacil | Metazachlor | Metalaxyl | | |
| Mercaptodimethur | Metamitron | Metolachlor | | |
| Metobromuron | Methabenzthiazuron | Propazin | | |
| Metoxuron | Metribuzin | Propiconazol | | |
| o,p'-DDT | p,p'-DDT | Simazin | | |
| Oxadixyl | p,p'-DDE | Terbutylazin | | |
| p,p'-DDE | Pendimethalin | | | |
| Parathion-ethyl | Sebutylazin | | | |
| Parathion-methyl | Trifluralin | | | |
| Penconazol | | | | |
| Pentachlornitrobenzol | | | | |
| Phenmedipham | | | | |
| Prometryn | | | | |
| Terbazil | | | | |
| Terbutryn | | | | |
| Triadimenol | | | | |
| Triallat | | | | |
| Vinclozolin | | | | |



Atrazin wurde vor seinem Verbot im Jahre 1991 hauptsächlich als Maisherbizid verwendet. Aufgrund seiner Persistenz ist der Wirkstoff immer noch häufig nachzuweisen, wenn auch mit deutlich rückläufiger Tendenz.

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

Das Monitoring auf Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und deren Metaboliten ist im Landesmessnetz seit rund 20 Jah-

ren etabliert. Dabei konnten diejenigen Stoffe identifiziert werden, die für das Grundwasser und die Trinkwasserversorgung ein Problem darstellen. Insbesondere die Triazine erwiesen sich als sehr schlecht im Untergrund abbaubar und damit langlebig. Nur durch ein Totalverbot, d.h. durch Beseitigen der Eintragsquelle, konnte die Belastung mit diesen Stoffen und deren Metaboliten im Laufe der Jahre reduziert werden. Bei Bentazon konnten - auch aufgrund der Ergebnisse aus Baden-Württemberg - Verbesserungen durch eine Konkretisierung der Anwendungsbestimmungen erreicht werden. Insgesamt gesehen ist die Belastung mit PSM in Baden-Württemberg in den letzten Jahren

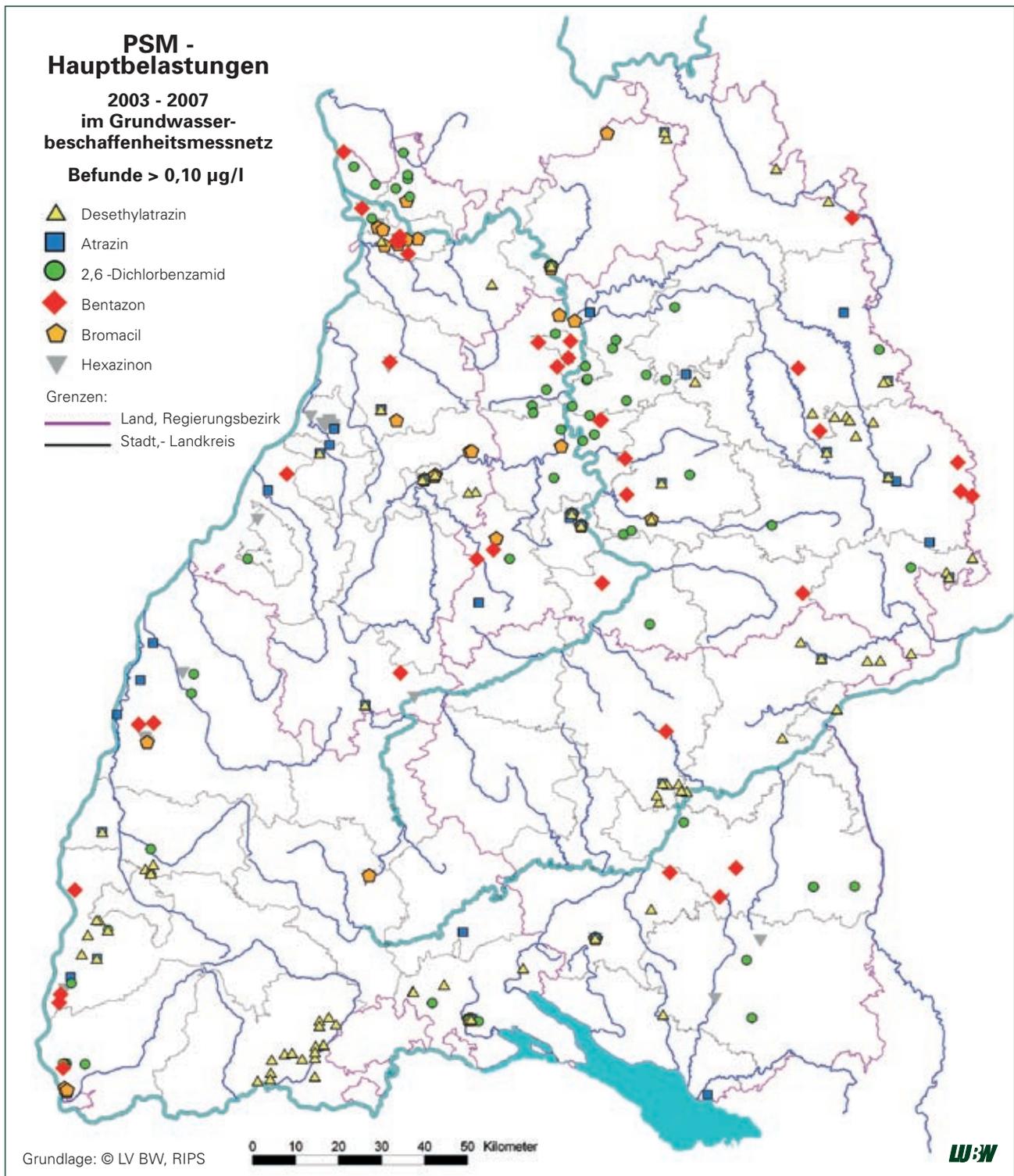


Abb. 2.5-13: PSM-Hauptbelastung: 2 Metaboliten und 4 PSM-Wirkstoffe an 260 Messstellen mit Befunden über dem Grenzwert von TrinkwV / der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie von 0,1 µg/l. Datengrundlage: Landesmessstellen und Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen: pro Messstelle jeweils der aktuellste Messwert aus dem Zeitraum 2003 bis 2007.

deutlich zurückgegangen. Derzeit liegt das Hauptaugenmerk des PSM-Monitorings auf den erst in den letzten Jahren aufgrund verbesserter analytischer Methoden nachgewiesenen Metaboliten von Wirkstoffen, die teilweise schon seit Jahrzehnten auf dem Markt sind.

2.6 ORGANISCHE SPURENSTOFFE

NACHBEPROBUNG PERFLUORIERTE TENSIDE (PFT)

In der Veröffentlichung „Ergebnisse der Beprobung 2006“ wurde über pilothafte Untersuchungen an 46 Verdachtsmessstellen auf Perfluorierte Tenside (PFT) berichtet. Anlass für diese Sonderuntersuchung im November 2006 in

Baden-Württemberg waren erhöhte Konzentrationen an PFT, die im Sommer 2006 in Gewässern ländlich geprägter Gebiete Nordrhein-Westfalens festgestellt worden waren. Die Ursachenforschung ergab damals, dass es sich um die gesetzeswidrige Entsorgung von PFT-haltigen Abfällen handelte, die als Dünger an die dortigen Landwirte abgegeben wurden. Über die Oberflächengewässer des Hochsauerlandkreises gelangte PFOA (Perfluoroctanoat) in das Trinkwasser, wo Konzentrationen bis zu 0,56 µg/l gemessen wurden.

An acht Messstellen, die bei der Sonderuntersuchung November 2006 mehr als 100 ng/l PFT (als Summenwert) aufwiesen, wurde im Herbst 2007 eine Nachbeprobung durchgeführt. Untersucht wurde auf die in Tabelle 2.6-1 zusammengestellten Einzelsubstanzen. PFOA, PFOS, PFBS und PFHxS (Abkürzungen siehe Tabelle 2.6-1) wurden an allen acht Messstellen gefunden. Drei weitere PFT traten an zwei bis fünf Messstellen in Konzentrationen unter 20 ng/l auf, PFNA und PFOSA wurden im Bereich der Bestimmungsgrenze detektiert, neun weitere PFT waren in keiner Probe nachweisbar.

Hinweis: Dem Schwellenwert 5 ng/l liegt keine rechtliche oder fachliche Ableitung zu Grunde, er wurde für die vorliegenden Auswertungen zur Abgrenzung zwischen niedriger und hoher Belastung ausgewählt.

Für die summarische Auswertung wurden alle positiven Be-

funde aufaddiert. An fünf Messstellen wurde zwischen 17 und 67 ng/l PFT gemessen, an drei Messstellen zwischen 155 und 467 ng/l PFT. Der letztgenannte Höchstwert wurde in einem Beobachtungsrohr in Grenzach-Wyhlen gefunden.

Der Vergleich der beiden Beprobungen November 2006 und September 2007 ist in den Abbildungen 2.6-1 und 2.6-2 für ein höheres und ein niedrigeres Konzentrationsniveau dargestellt. Die beiden Leitsubstanzen PFOA und PFOS sind hierbei gesondert ausgewiesen. Der höchste PFT-Befund im November 2006 mit einem Hauptanteil von rund 2500 ng/l PFBS in der Messstelle 120/209-4 bei Karlsruhe direkt am Rhein ist im September 2007 auf 4 ng/l zurückgegangen, nachdem im Februar 2007 noch 19 ng/l PFBS gemessen wurden. Dies bestätigt die damalige Annahme, dass es sich um eine PFBS-Welle gehandelt hatte, die aus der Schweiz über die Aare in den Rhein gelangte. Die im November 2006 gefundene zweithöchste PFT-Summenkonzentration von 2430 ng/l in einem Beobachtungsrohr in Grenzach-Wyhlen (25/074-7) ist inzwischen auf rund ein Fünftel, auf 467 ng/l, zurückgegangen. Davon entfallen 260 ng/l auf PFOS und 130 ng/l auf PFHxS (Perfluorhexansulfonat). Bei den Messstellen mit geringerer PFT-Belastung ist in vier von fünf Fällen ebenfalls ein deutlicher Rückgang der Konzentrationen zu beobachten, nur bei Messstelle 129/306-1 hat sich das Konzentrationsniveau nicht verändert. Dieses Beobachtungsrohr liegt in einem Gewerbegebiet zwischen einem Abwassersammler

Tabelle 2.6.1: Untersuchungsumfang Perfluorierte Tenside (PFT) und Zahl der Positivbefunde an den acht im Herbst 2007 nachbeprobten Verdachtsmessstellen.

| Substanz | Bestimmungs- grenze in ng/l | Anzahl Positiv- befunde | Anzahl Positiv- befunde > 5 ng/l* | Maximal- wert ng/l |
|---|--------------------------------|-------------------------------|--|--------------------------|
| Perfluorhexanoat (PFHxA) | 1 | 5 | 4 | 19 |
| Perfluorheptanoat (PFHpA) | 1 | 4 | 2 | 14 |
| Perfluoroctanoat (PFOA) | 1 | 8 | 3 | 120 |
| Perfluoronanoat (PFNA) | 1 | 2 | 0 | 1 |
| Perfluordecanoat (PFDA) | 1 | 0 | 0 | - |
| Perfluorundecanoat (PFUnA) | 1 | 0 | 0 | - |
| Perfluordodecanoat (PFDoA) | 1 | 0 | 0 | - |
| Perfluoroctansulfonat (PFOS) | 1 | 8 | 7 | 260 |
| Perfluortetradecanoat (PFTA) | 5 | 0 | 0 | - |
| Perfluor-3,7-dimethyloctanoat (PF-3,7-DMOA) | 1 | 0 | 0 | - |
| Perfluorbutansulfonat (PFBS) | 1 | 8 | 3 | 52 |
| Perfluorhexansulfonat (PFHxS) | 1 | 8 | 2 | 130 |
| Perfluordecansulfonat (PFDS) | 1 | 0 | 0 | - |
| Perfluoroctansulfonsäureamid (PFOSA) | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 7H-Dodecafluorheptanoat (HPFHpA) | 1 | 0 | 0 | - |
| 2H,2H-Perfluordecanoat (H2PFDA) | 1 | 0 | 0 | - |
| 2H,2H,3H,3H-Perfluorundecanoat (H4PFUnA) | 1 | 0 | 0 | - |
| 1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonat (H4PFOS) | 1 | 2 | 1 | 10 |

*Dem Schwellenwert von 5 ng/l liegt keine rechtliche oder fachliche Vorgabe zugrunde, er dient nur zur Abgrenzung zwischen niedriger und hoher Konzentration.



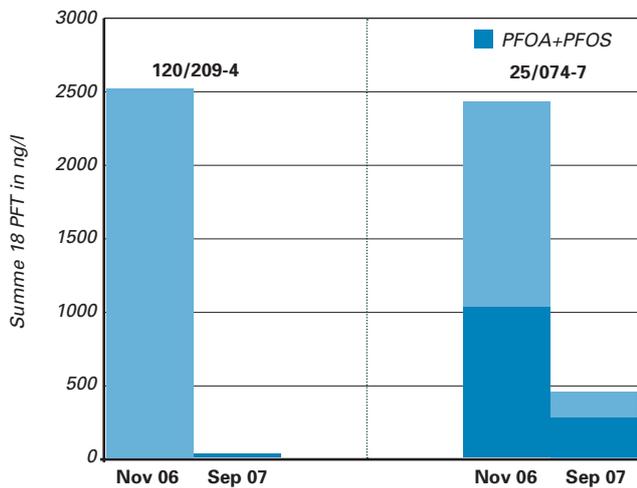


Abb. 2.6-1: PFT-Belastung November 2006 und September 2007 – hohes Konzentrationsniveau.

und einem Bach und ist bekanntermaßen stark durch Abwasser beeinflusst.

BEWERTUNG UND WEITERES VORGEHEN

Die Trinkwasserkommission (TWK) beim Umweltbundesamt kommt in ihrer Bewertung vom 7. August 2007 zu dem Schluss, dass die bisherigen PFT-Befunde im Trinkwasser nach aktuellem Kenntnisstand keinen Anlass zu einer gesundheitlichen Besorgnis geben. Die TWK bestätigt ausdrücklich den lebenslang gesundheitlich duldbaren Höchstwert für die Summe aus PFOA und PFOS

von 0,3 µg/l im Trinkwasser. Die TWK bestätigt ferner den Vorsorgewert von 0,1 µg/l und rät den Behörden, ihre regulatorischen Entscheidungen im Einzugsgebiet mindestens an dieser Zielvorgabe auszurichten.

Die vorliegenden Nachuntersuchungen an acht Messstellen, an denen im November 2006 die Summe der gemessenen PFT-Konzentration noch über 0,1 µg/l = 100 ng/l lag, zeigen an fünf dieser Messstellen einen Rückgang der Belastung unter diesen Vorsorgeschwellenwert. Der lebenslang gesundheitlich duldbare Höchstwert für die Summe aus PFOA und PFOS von 0,3 µg/l = 300 ng/l wird bei der Messung vom September 2007 an allen acht Messstellen unterschritten. Bei diesen Messstellen handelt es sich nicht um Brunnen für die Trinkwasserversorgung, sondern ausschließlich um reine Beobachtungsstellen bzw. um Brunnen für Betriebswasser ohne Trinkwasserqualität.

Insgesamt gesehen ist somit an diesen acht Messstellen, die nach einer „worst-case“-Betrachtung als Messstellen mit den höchsten Konzentrationen ausgewählt wurden, eine deutliche Verbesserung der Belastungssituation festzustellen. Dadurch wird bestätigt, dass PFT im Grundwasser in Baden-Württemberg allenfalls als punktuell Problem in Einzelfällen, jedoch kein flächendeckendes Problem ist.

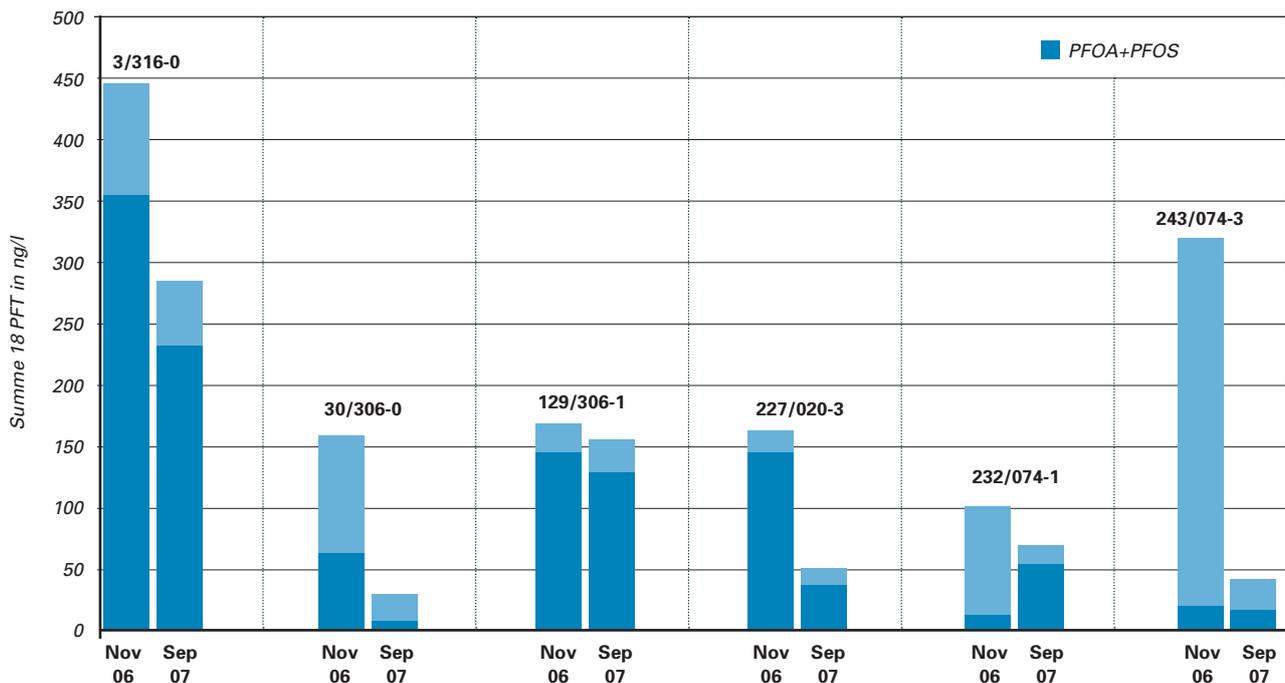
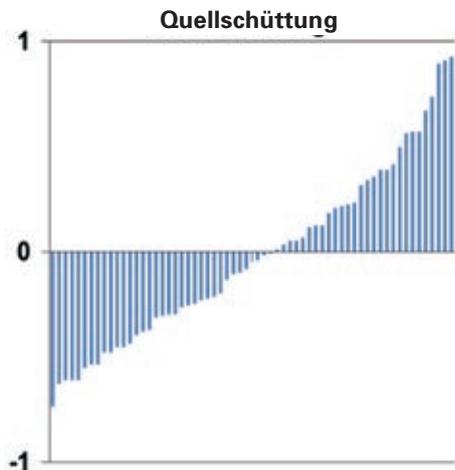
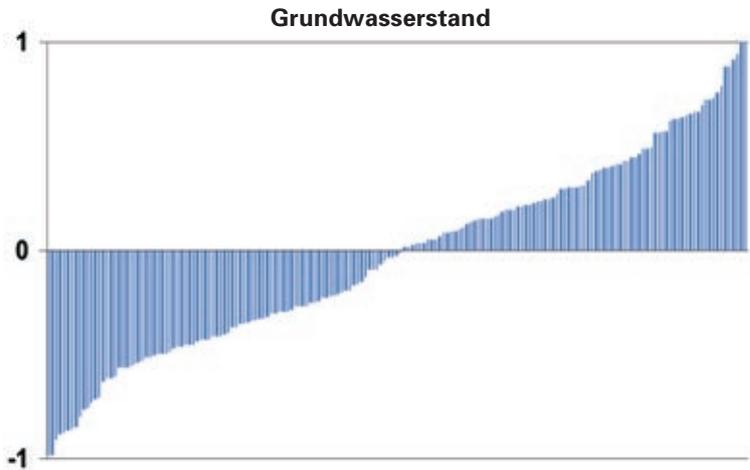


Abb. 2.6-2: PFT-Belastung November 2006 und September 2007 – niedriges Konzentrationsniveau.

3 Statistische Übersichten der Teilmessnetze

3.1 TRENDMESSNETZ (TMN) – MENGE - GRUNDWASSER UND QUELLEN (GUQ)

| |
|--|
| <p>MESSNETZZIEL</p> <p>Landesweiter Überblick über Zustand und Entwicklungstendenzen der Grundwasservorräte an repräsentativen Grundwasserstands-, Quellschüttungs- und Lysimetermessstellen</p> |
| <p>DATENGRUNDLAGE</p> <p>Auswahl von 344 repräsentativen und funktionsfähigen Messstellen mit beschleunigter Datenübermittlung: 206 Grundwasserstandsmessstellen (wöchentlicher Beobachtungsturnus), 128 Quellen (wöchentliche bis monatliche Messung) und 10 Lysimeter (tägliche bis wöchentliche Beobachtung)</p> |
| <p>WICHTIGE ERGEBNISSE/AUFFÄLLIGKEITEN</p> <ul style="list-style-type: none">■ Insgesamt bewegen sich die Grundwasserstände und Quellschüttungen im Jahr 2007 auf etwas höherem Niveau als im Vorjahr und entsprechen etwa durchschnittlichen Verhältnissen.■ Die Grundwasserstände bewegen sich in den meisten Landesteilen auf höherem Niveau als im Jahr 2006 und entsprechen im langjährigen Vergleich insgesamt durchschnittlichen Verhältnissen. Die starken Niederschläge im Mai und zum Jahresende konnten die Auswirkungen der extrem trockenen Monate April und Oktober ausgleichen. In den südöstlichen Landesteilen ist ein leichter Rückgang und im mittleren Oberrheingraben ein Anstieg zu verzeichnen. Der kurzfristige Trend (10 Jahre) ist rückläufig, der mittelfristige Trend (20 Jahre) ist nach wie vor steigend, mit Ausnahmen im mittleren Oberrheingraben sowie im Illertal. Die langfristige Tendenz (50 Jahre) ist ausgeglichen.■ Die mittleren Jahreswerte der Quellschüttungen entsprechen im vieljährigen Vergleich mittleren Verhältnissen. Die sehr ungleiche Niederschlagsverteilung über das Jahr 2007 findet sich im Gang der Quellschüttungen wieder. Der kurzfristige (10 Jahre) Trend ist nach wie vor leicht fallend, die mittelfristige (20 Jahre) Tendenz und die langfristigen Entwicklungen (50 Jahre) sind unauffällig. |
| <p style="text-align: center;">Normierte Jahresmittelwerte 2007 im langjährigen Vergleich (seit 1958)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"><div style="text-align: center;"><p>Quellschüttung</p></div><div style="text-align: center;"><p>Grundwasserstand</p></div></div> <p><small>Erläuterung: Dargestellt wird pro Messstelle der - gegen den seit 1958 jeweils kleinsten (-1) bzw. größten (+1) Jahresmittelwert - normierte Jahresdurchschnitt im Jahr 2007.</small></p> |

Ergebnisse 2007 Baden-Württemberg TMN Grundwasserstand (Auswahl)

| Messstelle | Naturraum | Grundwasser-Landschaft | Jahresminimum 2007 | | Jahresmaximum 2007 | | Mittelwert 2007 | Trend [cm/Jahr] | | |
|------------|-------------------------------|------------------------|--------------------|--------|--------------------|--------|-----------------|-----------------|-------|-------|
| | | | [m+NN] | Datum | [m+NN] | Datum | [m+NN] | 10 J. | 20 J. | 50 J. |
| | | | | | | | | | | |
| 110/018-1 | Offenburger Rheinebene | Quart. Talfüllungen | 171,98 | 19.02. | 172,53 | 27.08. | 172,19 | -1,5 | 1,1 | 0,2 |
| 104/019-6 | Markgräfler Rheinebene | Quart. Talfüllungen | 190,32 | 06.11. | 190,73 | 26.03. | 190,44 | -1,6 | 1,0 | 1,1 |
| 115/019-6 | Markgräfler Rheinebene | Quart. Talfüllungen | 183,01 | 12.02. | 183,45 | 13.08. | 183,17 | 0,3 | 0,7 | 0,4 |
| 124/023-8 | Markgräfler Rheinebene | Quart. Talfüllungen | 238,40 | 23.07. | 241,16 | 02.01. | 239,98 | -5,6 | 3,9 | -1,1 |
| 115/066-9 | Offenburger Rheinebene | Quart. Talfüllungen | 153,24 | 05.11. | 154,39 | 26.03. | 153,68 | -2,8 | 1,7 | 0,6 |
| 133/068-0 | Offenburger Rheinebene | Quart. Talfüllungen | 171,26 | 20.11. | 171,66 | 20.08. | 171,47 | -1,3 | 1,6 | 0,4 |
| 102/070-7 | Freiburger Bucht | Quart. Talfüllungen | 217,42 | 05.11. | 218,62 | 26.03. | 217,98 | -1,0 | 1,1 | 0,2 |
| 104/071-8 | Markgräfler Hügelland | Quart. Talfüllungen | 254,26 | 20.11. | 256,48 | 25.06. | 255,35 | 0,7 | 3,2 | - |
| 102/073-1 | Hochschwarzwald | nicht bearbeitet | 336,80 | 05.11. | 338,31 | 05.03. | 337,39 | -3,0 | 3,2 | -0,6 |
| 110/073-8 | Dinkelberg | nicht bearbeitet | 291,83 | 03.12. | 292,60 | 25.06. | 292,17 | -2,5 | 0,4 | -1,4 |
| 103/115-2 | Offenburger Rheinebene | Quart. Talfüllungen | | | | | | -7,2 | -6,5 | -0,9 |
| 100/119-1 | Freiburger Bucht | Quart. Talfüllungen | 206,22 | 06.11. | 207,15 | 02.04. | 206,69 | -1,9 | 0,8 | -1,4 |
| 124/123-1 | Dinkelberg | Quart. Talfüllungen | 329,28 | 05.11. | 330,24 | 13.08. | 329,65 | -1,1 | 0,3 | -0,3 |
| 103/161-0 | Nördliche Oberrhein-Niederung | Quart. Talfüllungen | 109,82 | 12.11. | 111,38 | 13.08. | 110,51 | -2,7 | 0,6 | 0,1 |
| 143/161-2 | Nördliche Oberrhein-Niederung | Quart. Talfüllungen | 114,94 | 08.01. | 115,58 | 13.08. | 115,25 | -0,6 | 0,0 | 0,7 |
| 120/162-0 | Offenburger Rheinebene | Quart. Talfüllungen | 121,19 | 12.11. | 121,60 | 26.03. | 121,37 | -1,6 | 0,4 | 0,1 |
| 157/162-8 | Offenburger Rheinebene | Quart. Talfüllungen | 122,14 | 12.11. | 122,90 | 26.03. | 122,44 | -4,3 | -0,2 | 0,2 |
| 105/164-3 | Offenburger Rheinebene | Quart. Talfüllungen | 156,99 | 07.05. | 158,05 | 09.07. | 157,49 | -13,0 | -0,5 | -0,4 |
| 115/211-5 | Nördliche Oberrhein-Niederung | Quart. Talfüllungen | 109,95 | 12.11. | 110,95 | 05.03. | 110,35 | -2,0 | 0,3 | 0,0 |
| 124/211-6 | Hardtebenen | Quart. Talfüllungen | 115,85 | 05.11. | 116,39 | 05.03. | 116,1 | -0,8 | 0,2 | 0,1 |
| 160/223-0 | Hochrheintal | Quart. Talfüllungen | 317,16 | 11.11. | 318,10 | 12.08. | 317,56 | -3,7 | 0,5 | - |
| 227/259-1 | Hardtebenen | Quart. Talfüllungen | 108,78 | 08.01. | 109,25 | 28.05. | 109,05 | -3,8 | 0,6 | 1,9 |
| 150/260-6 | Hardtebenen | Quart. Talfüllungen | 112,36 | 26.11. | 112,94 | 09.04. | 112,6 | -1,9 | -2,0 | 1,7 |
| 133/304-6 | Hessische Rheinebene | Quart. Talfüllungen | 93,95 | 01.01. | 94,74 | 24.09. | 94,34 | -2,5 | 3,9 | - |
| 733/304-4 | Hessische Rheinebene | Quart. Talfüllungen | 91,66 | 01.01. | 92,04 | 25.06. | 91,89 | -1,2 | 4,4 | - |
| 104/305-6 | Neckar-Rheinebene | Quart. Talfüllungen | 87,81 | 05.11. | 89,59 | 13.08. | 88,59 | -7,4 | 0,4 | 0,1 |
| 100/307-1 | Hardtebenen | Quart. Talfüllungen | 99,35 | 10.12. | 99,70 | 02.07. | 99,53 | -2,0 | 1,8 | -1,5 |
| 108/308-7 | Hardtebenen | Quart. Talfüllungen | 106,23 | 05.02. | 106,61 | 26.03. | 106,46 | -4,0 | -0,2 | -1,3 |
| 101/320-1 | Baar | Quart. Talfüllungen | 674,59 | 05.11. | 675,34 | 18.06. | 674,86 | -2,3 | -0,1 | -1,1 |
| 100/321-9 | Hegau-Alb | Muschelkalk | 683,49 | 06.11. | 684,66 | 19.02. | 684,15 | -1,7 | 0,3 | -0,6 |
| 100/355-1 | Bergstraße | Quart. Talfüllungen | 96,48 | 15.01. | 96,94 | 17.12. | 96,72 | -5,4 | 4,2 | 2,2 |
| 105/370-3 | Hegau-Alb | Quart. Talfüllungen | 652,49 | 05.11. | 654,36 | 11.06. | 652,91 | 4,4 | 4,0 | 2,9 |
| 132/422-5 | Hegau | Quart. Talfüllungen | 418,61 | 24.12. | 419,01 | 20.08. | 418,84 | -0,7 | 2,0 | - |
| 167/508-9 | Neckarbecken | Quart. Talfüllungen | 154,00 | 23.07. | 154,45 | 12.03. | 154,17 | -1,8 | 1,6 | - |
| 100/516-6 | Mittlere Kuppenalb | Malm Weißjura | 689,53 | 01.01. | 692,29 | 16.07. | 691,04 | -6,4 | 3,2 | - |
| 100/517-0 | Hohe Schwabenalb | Malm Weißjura | 681,13 | 05.11. | 685,41 | 19.03. | 682,92 | -20,5 | -1,1 | - |
| 3/568-8 | Donau-Ablach-Platten | nicht bearbeitet | 524,59 | 15.10. | 525,47 | 10.12. | 524,81 | -0,3 | 0,5 | - |
| 110/623-5 | Oberschwäbisches Hügelland | nicht bearbeitet | 411,83 | 12.02. | 412,17 | 15.10. | 411,96 | -3,1 | 0,4 | - |
| 130/623-6 | Bodenseebecken | Quart. Talfüllungen | 399,00 | 14.05. | 399,57 | 13.08. | 399,21 | -3,6 | 1,1 | - |
| 107/666-2 | Mittlere Flächenalb | nicht bearbeitet | 518,26 | 29.01. | 522,40 | 16.07. | 520,35 | -4,7 | 4,9 | - |
| 148/717-0 | Flachland der unteren Riss | nicht bearbeitet | 492,51 | 12.11. | 492,94 | 19.02. | 492,71 | -1,1 | 0,7 | - |
| 125/721-3 | Riss-Aitrach-Platten | Quart. Talfüllungen | 651,78 | 08.01. | 652,65 | 20.08. | 652,21 | -3,8 | -0,2 | - |
| 102/762-4 | Unteres Illertal | Quart. Talfüllungen | 500,63 | 01.01. | 504,66 | 17.12. | 502,15 | -7,2 | 3,3 | 0,1 |
| 101/767-0 | Albuch und Härtsfeld | Malm Weißjura | 488,70 | 01.01. | 489,72 | 13.08. | 489,27 | -9,2 | -4,2 | -2,0 |
| 109/768-9 | Unteres Illertal | Quart. Talfüllungen | 530,17 | 01.01. | 530,56 | 17.12. | 530,35 | -1,9 | -1,0 | 0,2 |
| 132/768-3 | Unteres Illertal | Quart. Talfüllungen | 516,52 | 01.01. | 517,00 | 04.06. | 516,7 | -2,2 | 0,4 | -1,0 |
| 111/769-0 | Unteres Illertal | Quart. Talfüllungen | 552,25 | 12.11. | 552,75 | 20.08. | 552,43 | -1,5 | -0,4 | 0,3 |
| 104/770-4 | Unteres Illertal | Quart. Talfüllungen | 572,75 | 29.01. | 573,73 | 27.08. | 573,06 | 1,2 | 0,6 | -0,6 |
| 177/770-1 | Riss-Aitrach-Platten | Quart. Talfüllungen | 593,47 | 01.01. | 594,56 | 20.08. | 593,96 | -3,7 | -1,0 | - |
| 110/773-2 | Westallgäuer Hügelland | Quart. Talfüllungen | 713,46 | 05.11. | 714,79 | 13.08. | 714,1 | -1,7 | 0,1 | - |
| 102/814-8 | Donaured | Quart. Talfüllungen | 444,02 | 29.05. | 445,46 | 17.12. | 444,59 | -7,5 | 2,4 | -1,1 |
| 100/863-0 | Ries-Alb | Malm / tief | 448,01 | 01.01. | 450,12 | 31.12. | 449,32 | 2,4 | 1,1 | 0,5 |

Ergebnisse 2007 Baden-Württemberg TMN Quellschüttung (Auswahl)

| Messstelle | Naturraum | Grundwasser-Landschaft | Jahresminimum 2007 | | Jahresmaximum 2007 | | Mittelwert 2007 | Trend [cm/Jahr] | | |
|------------|------------------------------|------------------------|--------------------|--------|--------------------|--------|-----------------|-----------------|-------|-------|
| | | | [l/s] | Datum | [l/s] | Datum | [l/s] | 10 J. | 20 J. | 50 J. |
| | | | | | | | | | | |
| 600/117-4 | Mittlerer Schwarzwald | Buntsandstein | 0,51 | 02.01. | 0,74 | 01.08. | 0,60 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 600/171-5 | Hochschwarzwald | Kristallin | 0,09 | 02.11. | 1,11 | 15.02. | 0,40 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 601/212-5 | Nördlicher Talschwarzwald | Buntsandstein | 1,19 | 05.11. | 6,22 | 05.03. | 3,26 | -0,2 | 0,0 | 0,0 |
| 600/263-6 | Nördlicher Talschwarzwald | Buntsandstein | 6,26 | 05.11. | 30,42 | 05.03. | 13,61 | -0,4 | 0,0 | -0,2 |
| 602/320-8 | Baar-Alb und Oberes Donautal | Malm Weißjura | 0,97 | 05.11. | 4,00 | 05.03. | 2,32 | -0,1 | 0,0 | 0,0 |
| 600/321-0 | Hegau-Alb | Tertiär | 0,62 | 05.11. | 2,85 | 05.03. | 1,22 | -0,1 | 0,0 | 0,0 |
| 600/407-7 | Kraichgau | Höherer Keuper | 3,51 | 05.11. | 8,96 | 02.04. | 5,57 | -0,1 | 0,0 | 0,0 |
| 600/468-4 | Baar-Alb und Oberes Donautal | Malm Weißjura | 26,00 | 05.11. | 172,00 | 05.03. | 89,92 | -8,0 | 1,7 | - |
| 600/521-4 | Oberschwäbisches Hügelland | Quartär Kies+Sand | 1,71 | 05.11. | 2,33 | 02.04. | 2,01 | -0,1 | 0,1 | 0,0 |
| 600/554-9 | Bauland | Muschelkalk | 51,20 | 05.11. | 110,00 | 05.03. | 76,34 | -0,1 | 0,7 | 0,1 |
| 600/607-8 | Hohenloher-Haller-Ebenen | Lettenkeuper | 2,44 | 05.11. | 5,02 | 05.02. | 3,29 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 603/657-5 | Kocher-Jagst-Ebenen | Muschelkalk | 0,83 | 07.05. | 5,00 | 03.12. | 2,00 | -0,1 | 0,0 | 0,0 |
| 600/665-7 | Mittlere Flächenalb | Malm Weißjura | 921,00 | 01.01. | 4568,00 | 05.03. | 2095,92 | -124,0 | 23,8 | 4,1 |
| 601/759-1 | Schwäb.-Fränk. Waldberge | Höherer Keuper | 2,56 | 05.11. | 4,37 | 05.03. | 3,30 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |

3.2 GESAMTMESSNETZ - BESCHAFFENHEIT

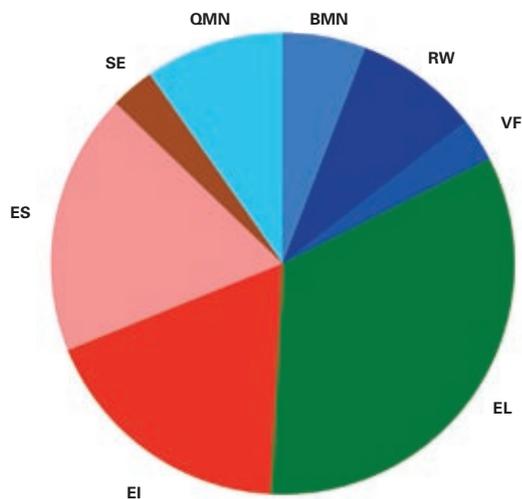
MESSNETZZIEL

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

DATENGRUNDLAGE

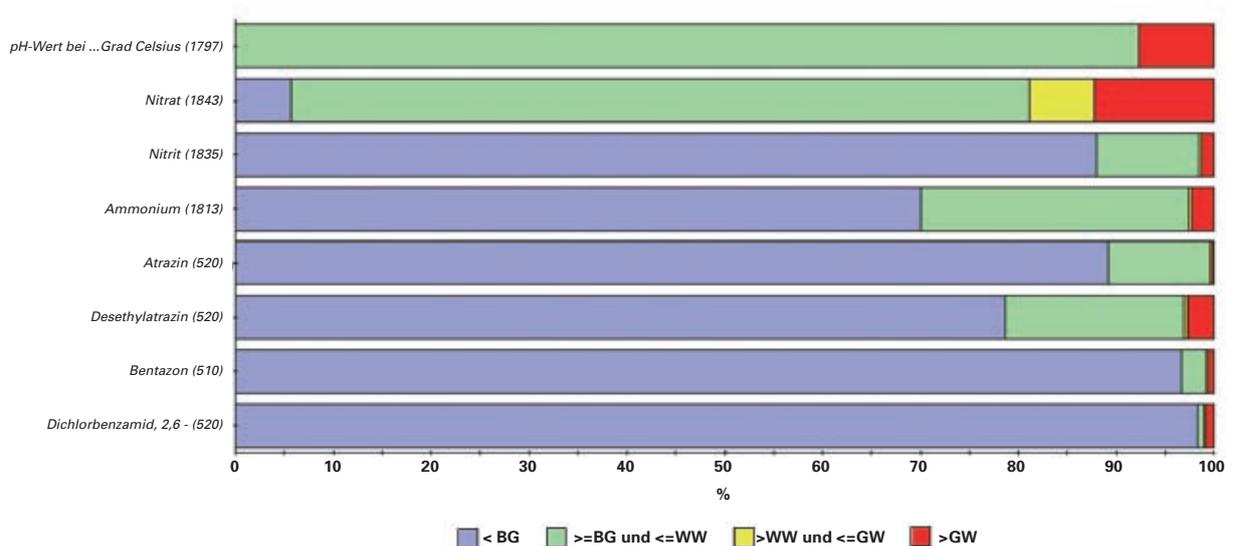
Ausgewertet wurden für das Jahr 2007 die Daten von insgesamt 1.866 Landesmessstellen. Die vom Land betriebenen Messstellen wurden auf folgende landesweite Messprogramme untersucht (Messprogramm-Parameter: s. Anhang A2):

| Messprogramm | BMN | RW/VF | EL | EI / ES / SE | QMN |
|----------------------------------|-----|-------|----|--------------|-----|
| Vor-Ort-Parameter | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Messprogramm Stickstoff aus LW | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Messprogramm PSM - 4 - teilweise | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Messprogramm PSM - 2 - teilweise | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |



| Messnetz | Messstellen Anzahl | Messstellen Anteil % |
|----------|--------------------|----------------------|
| BMN | 107 | 5,3 |
| RW | 165 | 8,2 |
| VF | 54 | 2,8 |
| EL | 622 | 32,2 |
| EI | 335 | 19,7 |
| ES | 346 | 19,6 |
| SE | 57 | 3,0 |
| QMN | 180 | 9,2 |
| Summe | 1.866 | 100 |

ALLE



Ergebnisse 2007:

Baden-Württemberg ALLE

| Parameter | Dimension | Anz. Mst. | >BG | | >WW | | >GW | | Mittelwert | Min | P10 | P50 | P90 | Max. |
|---------------------------------------|-----------|-----------|------|-------|------|------|------|------|------------|-------|--------|--------|-------|--------|
| | | | Anz. | % | Anz. | % | Anz. | % | | | | | | |
| Temperatur | °C | 1837 | 1837 | 100,0 | 10 | 0,5 | - | - | 12,3 | 6,1 | 9,4 | 12,1 | 15,2 | 46,2 |
| Leitfähigkeit, elektrisch bei ...Grad | mS/m | 1856 | 1855 | 99,9 | 15 | 0,8 | 5 | 0,3 | 66,9 | 1,4 | 25,8 | 64,8 | 98,8 | 1140,0 |
| Celcius | | | | | | | | | | | | | | |
| pH-Wert bei ...Grad Celcius | - | 1797 | 1797 | 100,0 | 139 | 7,7 | 139 | 7,7 | 7,07 | 4,57 | 6,68 | 7,13 | 7,40 | 9,13 |
| Sauerstoff | mg/l | 1798 | 1749 | 97,3 | - | - | - | - | 5,5 | - | 0,6 | 6,0 | 9,5 | 11,6 |
| Sauerstoffsättigung | % | 1749 | 1746 | 99,8 | - | - | - | - | 54,4 | 0,1 | 8,0 | 60,0 | 91,0 | 104,0 |
| Nitrat | mg/l | 1843 | 1738 | 94,3 | 348 | 18,9 | 224 | 12,2 | 25,1 | 0,2 | 2,6 | 19,7 | 54,6 | 182 |
| Nitrit | mg/l | 1835 | 221 | 12,0 | 30 | 1,6 | 22 | 1,2 | 0,02 | - | <0,01 | <0,01 | 0,01 | 2,12 |
| Ammonium | mg/l | 1813 | 544 | 30,0 | 47 | 2,6 | 41 | 2,3 | 0,061 | 0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,050 | 10,700 |
| Dichlorphenoxyessigsäure, 2,4- | µg/l | 510 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,05 | - | <0,02 | <0,05 | <0,05 | - |
| Dichlorbenzamid, 2,6- | µg/l | 520 | 9 | 1,7 | 5 | 1,0 | 4 | 0,8 | 0,05 | 0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,36 |
| Atrazin | µg/l | 520 | 56 | 10,8 | 2 | 0,4 | 1 | 0,2 | 0,02 | 0,01 | <0,02 | <0,02 | 0,02 | 0,14 |
| Bentazon | µg/l | 510 | 17 | 3,3 | 4 | 0,8 | 3 | 0,6 | 0,05 | 0,01 | <0,02 | <0,05 | <0,05 | 1,89 |
| Bifenox | µg/l | 512 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,05 | - | <0,03 | <0,05 | <0,05 | - |
| Bromacil | µg/l | 520 | 6 | 1,2 | 3 | 0,6 | 3 | 0,6 | 0,04 | 0,02 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,63 |
| Desethylatrazin | µg/l | 520 | 111 | 21,3 | 16 | 3,1 | 14 | 2,7 | 0,03 | 0,01 | <0,02 | <0,02 | 0,04 | 0,40 |
| Desethylterbuthylazin | µg/l | 520 | 2 | 0,4 | 1 | 0,2 | 1 | 0,2 | 0,02 | 0,07 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | 0,12 |
| Desisopropylatrazin | µg/l | 520 | 10 | 1,9 | 1 | 0,2 | 1 | 0,2 | 0,02 | - | <0,02 | <0,02 | <0,02 | 0,14 |
| Dicamba | µg/l | 507 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,04 | - | <0,02 | <0,05 | <0,05 | - |
| Dichlorprop | µg/l | 510 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,04 | - | <0,02 | <0,05 | <0,05 | - |
| Hexazinon | µg/l | 520 | 3 | 0,6 | 2 | 0,4 | 2 | 0,4 | 0,04 | 0,04 | <0,02 | <0,05 | <0,05 | 0,28 |
| 4-Chlor-2-methylphenoxyessigsäure | µg/l | 512 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,04 | - | <0,02 | <0,05 | <0,05 | - |
| Mecoprop | µg/l | 511 | 1 | 0,2 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,04 | 0,06 | <0,02 | <0,05 | <0,05 | 0,06 |
| Metalaxyl | µg/l | 519 | 1 | 0,2 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,04 | 0,04 | <0,02 | <0,05 | <0,05 | 0,04 |
| Metazachlor | µg/l | 520 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,04 | - | <0,02 | <0,05 | <0,05 | - |
| Metolachlor | µg/l | 520 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,04 | - | <0,02 | <0,05 | <0,05 | - |
| Pendimethalin | µg/l | 512 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,04 | - | <0,02 | <0,05 | <0,05 | - |
| Propazin | µg/l | 520 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,04 | - | <0,02 | <0,05 | <0,05 | - |
| Simazin | µg/l | 520 | 8 | 1,5 | 1 | 0,2 | 1 | 0,2 | 0,02 | 0,01 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | 0,15 |
| Terbuthylazin | µg/l | 520 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,02 | - | <0,02 | <0,02 | <0,02 | - |

LUBW

4 Ausblick und Berichtswesen

MESSNETZBETRIEB

Im Jahr 2008 steht wieder die landesweite Zustandserhebung des Grundwassers auf landwirtschaftstypische Stoffe und Parameter auf dem Programm. Daneben werden die bisher durchgeführten Controllingprogramme sowie die Untersuchungen im Rahmen verschiedener Berichtspflichten gegenüber dem Bund und der EU weitergeführt (u.a. Nitrit, Nitrat, Ammonium, PSM).

An einigen wenigen Grundwassermessstellen werden die Langzeituntersuchungen im Hinblick auf die Versauerung weitergeführt.

QUALITÄTSVERBESSERUNG

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

DATENVERARBEITUNG

Im Jahr 2007 wurden weitere Anforderungen der etwa 50 Dienststellen der Landes- und Kommunalverwaltung umgesetzt.

Neben den Optimierungen der bisherigen Funktionalitäten konnten für die aktuelle Version 3.3.0 der Grundwasserdatenbank insbesondere Unterstützungsfunktionalitäten für die Auftragsvergabe im Rahmen des Messnetzbetriebs und für Veröffentlichungen, sowie die Integration der Geothermiedaten realisiert werden.

Für das Jahr 2008 soll das Erfassungswerkzeug „GWDB-Editor“ für externe Auftragnehmer weiterentwickelt werden.

Die CD-Veröffentlichung „Elektronischer Jahresdatenkatalog Grundwasser“ zur Datenbereitstellung der Messwerte für die Öffentlichkeit, neu entwickelt auf Web-Basis ist im Herbst 2008 vorgesehen.

BERICHTSWESEN – NEUERSCHEINUNGEN - PROJEKTE

Als LUBW-Dokumentation erschien im Frühjahr 2008 das Handbuch Grundwasserdatenbank, Ergänzungsband III,

welches die Beschreibung aller Neuerungen der Version 3.3.0 enthält. Das Handbuch insgesamt dient sowohl dem Lerneinstieg für Erstbenutzer als auch als Nachschlagewerk für den routinierten Anwender.

Auf den Internetseiten der LUBW <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de> werden u.a. unter der Rubrik „Service/Information - Publikationen - Wasser - Grundwasser“ Auszüge der jährlichen Berichte „Ergebnisse der Beprobungen“ angeboten, z.T. auch die kompletten Berichte. In Papierform sind die LUBW-Berichte unter der Bezugsadresse der Justizvollzugsanstalt (JVA) Mannheim erhältlich (Adresse siehe Impressum).

Im Internet wird seit Mai 2001 unter dem Stichwort **GuQ - Grundwasserstände und Quellschüttungen** über die aktuellen Grundwassermengenverhältnisse in Baden-Württemberg berichtet. Die Seite wird monatlich aktualisiert. Eine landesweite Übersichtskarte zeigt die regionalen Verhältnisse an ausgewählten Messstellen. 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 Lysimeters Büchig-Blankenloch (bei Karlsruhe) abrufbar. Dargestellt sind hierbei die Ganglinien der Parameter Niederschlag, Bodenwassergehalt, Versickerung, Lufttemperatur, Globalstrahlung und Verdunstung.

HGK SPEYER

Im Jahr 2007 wurde die Fortschreibung der Hydrogeologischen Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung im Raum Karlsruhe-Speyer [UM u. a. 2007] veröffentlicht. Damit steht eine aktuelle hydrogeologische Interpretation nun auch für das grenzüberschreitende Untersuchungsgebiet im Oberrheingraben zwischen Karlsruhe und Speyer

zur Verfügung. Die Mappe enthält einen Erläuterungsbericht, 13 thematische Karten sowie eine CD-Beilage. Neben einer Reihe von hydrogeologischen Profilschnitten, Karten zu Verbreitung und Mächtigkeit von Grundwasserleitern und -geringleitern ist auch eine aktueller Grundwasserhöhengleichkarte für den oberen Grundwasserleiter enthalten auf deren Basis eine detaillierte Flurabstandskarte erstellt wurde.

Die von den Regierungspräsidien, vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, der LUBW und den unteren Wasserbehörden bearbeiteten **Hydrogeologischen Erkundungen (HGE) Böblingen, Odenwald-Kraichgau** sind in Bearbeitung. Die Mappen von **HGE Mittlere Alb 3, Enztal-Pforzheim 4, Enzkreis 2 und Südlicher Kraichgau 1** erscheinen 2008. Die weitere Bearbeitung der HGE **Rotach-/Gerbachtal** wurde zurückgestellt.

Die Mappen der Hydrogeologischen Erkundungen sind seit 2005 über die **Bezugsadressen** der LUBW und des Regierungspräsidiums Freiburg, Abt. 9 - Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) beziehbar, z.T. auch über die Regierungspräsidien Karlsruhe und Tübingen (<http://www.rp.baden-wuerttemberg.de>). Die Karten

der HGE mit Beiheften sind für Behörden und Ingenieurbüros als Planungsgrundlage auch als CD erhältlich.

Das grenzüberschreitende von der EU geförderte INTERREG-III A-Projekt „Werkzeug zur grenzüberschreitenden Bewertung und Prognose der Grundwasserbelastung mit Chlorid zwischen Fessenheim und Burkheim“ wurde 2007 abgeschlossen. Die Ergebnisse wurden am 13. März 2008 beim Regierungspräsidium vorgestellt. Mit dem erstellten Grundwassermodell liegt erstmals ein grenzüberschreitendes Bewirtschaftungsinstrument vor mit dem belastbare Aussagen zur Herkunft und Verbreitung der Salzfahnen möglich sind, die heutige Chloridverteilung nachgebildet und die künftige Entwicklung der Salzfahnen prognostiziert werden kann. Auf dieser Basis kann die Gefährdung für bestehende Grundwassernutzungen beurteilt und die Auswirkungen durch bestehende und künftige Maßnahmen bewertet sowie die Machbarkeit von Sanierungs- und Sicherungsmaßnahmen abgeschätzt werden.

Das Projekt **Erhebung und Beschreibung der Grundwasserfauna in Baden-Württemberg** ist beendet. In den nächsten Jahren werden 40 Messstellen in einem Pilotprojekt weiter beobachtet.

5 Literaturverzeichnis

Veröffentlichungen der letzten 5 Jahre unter Beteiligung der LUBW/LfU.

Weitere Veröffentlichungen - LUBW/LfU-Reihe-Grundwasserschutz sind im Internet unter <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de> unter den Rubriken „Themen - Wasser - Grundwasser - Grundwasserüberwachungsprogramm“ oder unter den Rubriken „Service - Publikationen - Wasser - Grundwasser“ zusammengestellt. Auch ist dort der monatlich aktualisierte Zustandsbericht über den Entwicklungsstand der Grundwasservorräte in Baden-Württemberg (Grundwasserstände und Quellschüttungen „GuQ“) in Karten, Ganglinien und Textform abrufbar.

5.1 GRUNDWASSERÜBERWACHUNGSPROGRAMM BADEN-WÜRTTEMBERG - ERGEBNISSE

LUBW 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, Schutzfunk-

tion 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.

UM u.a. (2007)

Umweltministerium Baden-Württemberg (UM) und Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz (MUFV). „Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung im Raum Karlsruhe-Speyer - Fortschreibung 1986 – 2005: Beschreibung der geologischen, hydrogeologischen und hydrologischen Situation. Mappe mit Beiheft, 13 Karten, 1 CD-ROM; Bezug über LUBW, RP-LGRB-Freiburg oder MUFV; Stuttgart, Mainz, 2007.

Wingering (2007)

Wingering, M.: „Ein empirisches Verfahren zur Vorhersage von Grundwasserständen und Quellschüttungen“. - HW - Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 51, H. 1: 8 -16.

LUBW 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.

- LUBW (2006)
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasser - Überwachungsprogramm - Erhebung und Beschreibung der Grundwasserfauna in Baden-Württemberg - Fachbericht“. - Reihe Grundwasserschutz 32, Karlsruhe, 2006.
- LUBW (2006)
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasser - Überwachungsprogramm - Erhebung und Beschreibung der Grundwasserfauna in Baden-Württemberg - Kurzbericht“. - Reihe Grundwasserschutz 33, Karlsruhe, 2006.
- LUBW (2006)
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Hydrogeologischer Bau und hydraulische Eigenschaften“. - INTERREG III A-Projekt MoNit „Modellierung der Grundwasserbelastung durch Nitrat im Oberrheingraben“. - Abschlussbericht, Karlsruhe, 2006.
- LUBW (2006)
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Fluss-Grundwasser-Interaktion“. - INTERREG III A-Projekt MoNit „Modellierung der Grundwasserbelastung durch Nitrat im Oberrheingraben“. - Abschlussbericht, Karlsruhe, 2006.
- LUBW (2006)
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Nitratherkunft im Bodenwasser und Grundwasser“. - INTER-REG III A-Projekt MoNit „Modellierung der Grundwasserbelastung durch Nitrat im Oberrheingraben“. - Abschlussbericht, Karlsruhe, 2006.
- LUBW (2006)
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserströmung und Nitrattransport“. - INTERREG III A-Projekt MoNit „Modellierung der Grundwasserbelastung durch Nitrat im Oberrheingraben“. - Abschlussbericht, Karlsruhe, 2006.
- LUBW (2006)
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Prognosen zur Entwicklung der Nitratbelastung“. - INTERREG III A-Projekt MoNit „Modellierung der Grundwasserbelastung durch Nitrat im Oberrheingraben“. - Abschlussbericht, Karlsruhe, 2006.
- LUBW (2006)
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm - Ergebnisse der Beprobung 2005 - Fachbericht“. - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 30, Karlsruhe, 2006.
- LUBW (2006)
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm - Ergebnisse der Beprobung 2005 - Kurzbericht“. - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 31, Karlsruhe, 2006.
- Auckenthaler u.a. (2005)
Auckenthaler, A., Seiberth, C., Affolter, A., Casper, M. (2005): „Untersuchung der Nitratherkunft im Bodenwasser und Grundwasser - Untersuchungskonzept und erste Resultate“. - In: LfU (Hrsg.): „MONIT - Entwicklung von Prognosewerkzeugen - Zwischenpräsentation - Tagung 15.04.2005 in Karlsruhe“. - Tagungsband: 83 - 96, Karlsruhe, 2005.
- Beha u.a. (2005)
Beha, A., Fink, M., Korte, S., van Dijk, P. (2005): „Acker-schlagsbezogene Modellierung des Nitrataustrags - das Modell STICS“. - In: LfU (Hrsg.): „MONIT - Entwicklung von Prognosewerkzeugen - Zwischenpräsentation - Tagung 15.04.2005 in Karlsruhe“. - Tagungsband: 75 - 82, Karlsruhe, 2005.
- Beha u.a. (2005)
Beha, A., Finck, M., Korte, S., van Dijk, P., Casper, M. (2005): „Beurteilung der Effizienz von Maßnahmen zur Verringerung des Nitrataustrags - prozessorientierte Modellierung mit STICS“. - In: VD-LUFA Kongress 2005 - Kurzfassung der Referate, Bonn, 2005.
- Casper u.a. (2005)
Casper, M., Grimm-Strele, J., Gudera, T., Korte, S., Lambrecht, H., Schneider, B., van Dijk, P., Rinaudo, J. D., Finck, M. (2005): „Das EU-Projekt MoNit: Entscheidungshilfesystem zur Bewertung der Wirkung von Maßnahmen und veränderten Rahmenbedingungen auf die Nitratbelastung des Grundwassers im Oberrheingraben: Modellkopplung

und Szenarienabbildung“. - In: Tagungsunterlagen - <http://www.lfi.rwth-aachen.de/TDH2005> - Tag der Hydrologie 2005, Aachen, 2005.

Casper u.a. (2005)

Casper, M., Grimm-Strele, J., Gudera, T., Korte, S., Lambrecht, H., Schneider, B., Rinaudo, J.D., van Dijk, P., Finck, M. (2005): EU-Project MoNit: „Decision support system to assess the impact of actions and changing frameworks on the nitrate load in the Upper Rhine Valley aquifer - Models and scenarios“. - In: Sharing a common vision of our water resources, Conference Proceedings, Menton, 7-10 September, Menton, 2005.

Fink u.a. (2005)

Fink, M., Steiner, M., Auckenthaler, A., Korte, S. (2005): „Datengrundlagen für die N-Modelle STOFF-BILANZ und STICS: Deutschland und Schweiz“. - In: LfU (Hrsg.): „MONIT - Entwicklung von Prognosewerkzeugen - Zwischenpräsentation - Tagung 15.04.2005 in Karlsruhe“. - Tagungsband: 125 - 143, Karlsruhe, 2005.

Finck u.a. (2005)

Finck, M., Steiner, M., Deller, B., Korte, S., Grimm-Strele, J., Lambrecht, H., van Dijk, P., Casper, M., Gebel, M. (2005): „Modellierung des Nitrataustrags aus der landwirtschaftlichen Nutzfläche im Oberrheingraben“. - In: VD-LUFA Kongress 2005 - Kurzfassung der Referate, Bonn, 2005.

Gebel u.a. (2005)

Gebel, M., Kaiser, M., Korte, S., Lambrecht, H., Casper, M., Finck, M. (2005): Calculation of diffuse seepage loads of nitrogen in the Upper Rhine Valley using the STOFFBILANZ model. In: Sharing a common vision of our water resources, Conference Proceedings, Menton, 7-10 September, Menton, 2005.

Grimm-Strele u.a. (2005)

Grimm-Strele, J., Schrempf, S., Casper, M., Elsass, Ph. (2005): „Modellierungskonzept: Auswahl von Bausteinen“. - In: LfU (Hrsg.): „MONIT - Entwicklung von Prognosewerkzeugen - Zwischenpräsentation - Tagung 15.04.2005 in Karlsruhe“. - Tagungsband: 19 - 25, Karlsruhe, 2005.

Grimm - Strele u.a. (2005)

Grimm - Strele, J., Casper, M., Korte, S., Lambrecht, H.

(2005): „Modellkopplung und Szenarien“. - In: LfU (Hrsg.): „MONIT - Entwicklung von Prognosewerkzeugen - Zwischenpräsentation - Tagung 15.04.2005 in Karlsruhe“. - Tagungsband: 155 - 164, Karlsruhe, 2005.

Gudera u.a. (2005)

Gudera, T., Koch, P., Wingerling, M., Toulet, F. (2005): „Länderübergreifende Modellierung der Grundwasserverhältnisse im Oberrheingraben zwischen Karlsruhe und Basel - 1995 bis 2005“. - In: LfU (Hrsg.): „MONIT - Entwicklung von Prognosewerkzeugen - Zwischenpräsentation - Tagung 15.04.2005 in Karlsruhe“. - Tagungsband: 41 - 60, Karlsruhe, 2005.

LfU (2005)

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm - Ergebnisse der Beprobung 2004“. - Fachbericht.- Reihe Grundwasserschutz: Nr. 27, Karlsruhe, 2005.

LfU (2005)

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm - Ergebnisse der Beprobung 2004“. - Kurzbericht. - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 28, Karlsruhe, 2005.

LfU u.a. (2005)

LfU - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Freiburg, Abt. 9 - Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), Landratsamt Konstanz: „Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg Singen - Karte 1 - Hydrogeologischer Bau.“ - Karte mit Beiheft, Tabellen, 8 Karten (u.a. Geologische Aufschlusskarte, Hydrogeologische Schnitte und Lage der Basis und der Oberflächen der verschiedenen Grundwasserleiter), 1 CD-ROM; Bezug über LUBW oder LGRB-Freiburg, 2005.

LfU u.a. (2005)

LfU - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Freiburg, Abt. 9 - Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), Regierungspräsidium Stuttgart, Landratsamt Main-Tauber-Kreis, Gewässerdirektion Neckar - Bereich Künzelsau: „Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg Taubertal - Main-Tauber-Kreis-Karte 3 - Grundwasserdynamik, Grundwasserhaushalt, Grundwasserschutz.“ - Karte mit Beiheft, Tabellen,

7 Karten (u.a. aktualisierte Hydrologische Grundkarte, Grundwassergleichenplan, Markierungsversuche, Grundwasserneubildung, Niederschlag, Verdunstung, Basisabfluss/Gesamtabfluss, Niedrigwasserabflussspenden, Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung, Landnutzung), 1 CD-ROM; Bezug über LUBW oder RP-LGRB-Freiburg; Künzelsau, 2005.

LfU (2005)

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „MONIT: Entwicklung von Prognosewerkzeugen – Zwischenpräsentation“ Tagung 15.04.2005 in Karlsruhe. Gefördert von INTERREG III. Trinationales Projekt zur flächenhaften Bilanzierung der Nitratstoffströme im Oberrheingraben.

Lambrecht u.a. (2005)

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

Lambrecht u.a. (2005)

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

Simon (2005)

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

Casper u.a. (2004)

Casper, M., Grimm-Strele, J., Gudera, T., Simon, M., van Dijk, P., Resch, K.: „Modellierung des Nitratreintrages und Nitrattransportes im Grundwasser des Oberrheingrabens - Modellierungskonzept und Datenmanagement in einem

länderübergreifenden Projekt (MoNit)“. - In: Tagungsunterlagen - Tag der Hydrologie 2004, Potsdam, 2004.

LfU (2004)

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm - Ergebnisse der Beprobung 2003“. - Reihe Grundwasserschutz: Nr.25, Karlsruhe, 2004.

LfU u.a. (2004)

LfU - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), Gewässerdirektion Donau - Bodensee - Bereiche Ulm und Riedlingen: „Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg Mittlere Alb 2 - Grundwasserdy-namik - Grundwassergleichen“. - Mappe mit Beiheft, vier Grundwassergleichenplänen, Tabellen der Stichtagsmessergebnisse, 1 CD-ROM; Bezug über LUBW, LGRB-Freiburg oder RP-Tübingen; Ulm, 2004.

LfU u.a. (2004)

LfU - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), Landratsamt Enzkreis, Große Kreisstadt Pforzheim, Gewässerdirektion Nördlicher Oberrhein - Bereich Freudenstadt: „Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg Enztal - Pforzheim Mappe 3 - Grundwasserdynamik, Grundwasserhaushalt, Grundwasserschutz.“ - Mappe mit Beiheft, Tabellen, 7 Karten (u.a. vier Grundwassergleichenpläne, Markierungsversuche, Grundwasserneubildung, Niederschlag, Verdunstung, Basisabfluss / Gesamtabfluss, Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung), 1 CD-ROM; Bezug über LUBW, RP-Karlsruhe oder LGRB-Freiburg; Freudenstadt, 2004.

LfU u.a. (2004)

LfU - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), Landratsamt Enzkreis, Gewässerdirektion Nördlicher Oberrhein - Bereich Freudenstadt: „Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg Enzkreis - Mappe 1 - Hydrologische Grundkarte“. - Beiheft mit 1 Hydrologischen Grundkarte mit Wasserschutzgebieten, Tabellen der hydrologischen Messeinrichtungen, 1 CD-ROM; Bezug über LUBW, RP-Karlsruhe oder LGRB-Freiburg; Freudenstadt, 2004.

- LfU u.a. (2004)
LfU - Landesanstalt für Umweltschutz und UVM - Ministerium für Umwelt und Verkehr (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 (Zweite Kartenlieferung, weitere Themen folgen in Ergänzungslieferungen), Atlas, 2 CD-ROM, Karlsruhe, 2004.
- Lang & Gudera (2004)
Lang, U. & Gudera, T. (2004): "Conception of the simulation of regional nitrate transport in the Upper Rhine". - In: "International Conference on Finite-Element Models, MODFLOW and More - Carlsbad 2004, Czech Republic" - Tagungsunterlagen, 2004.
- Usländer u.a. (2004)
Usländer, Th., Grimm-Strele, J., Sonnentag, O.: „Regionalisierte Darstellung der Grundwasserbeschaffenheit mit Hilfe des geostatistischen Interpolationsverfahrens SIMIK-Plus“. - Workshop des Arbeitskreises „Umweltdatenbanken“ der Fachgruppe 4.6.1 „Informatik im Umweltschutz“ der Gesellschaft für Informatik (GI).
- Bárdossy u.a. (2003)
Bárdossy, A., Giese, H., Grimm - Strele, J., Barufke, K.-P.: „SIMIK+ - GIS - implementierte Interpolation von Grundwasserparametern mit Hilfe von Landnutzungs- und Geologiedaten“. - HW - Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 47, H. 1: 13 - 20 (2003).
- Böhm, u.a. (2003)
Böhm, S., Grimm-Strele, J., Schmidt, V., Schneider, B.: „Untersuchung der Grundwasserbeschaffenheit in Baden - Württemberg mit Methoden der räumlichen Statistik“. - HW - Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 47, H. 1: 2 - 12, 2003.
- Böhm (2003)
Böhm, S.: „Asymptotische Signifikanztests für stationäre zufällige Mengen und ihre Anwendung bei der Untersuchung der Grundwasserbeschaffenheit in Baden - Württemberg“. - Berichte aus der Mathematik, Shaker Verlag Aachen, 2003.
- LfU (2003)
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm - Ergebnisse der Beprobung 2002“. - Reihe Grundwasserschutz: Nr.23, Karlsruhe, 2003.
- LfU u.a. (2003)
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, LGRB - Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg und Büro Hydrag: „Hydrogeologische Kartierung - Ostalb“. - Textheft 131 S., Schubert mit 10 Karten: Hydrologische Messeinrichtungen, Quellen, Geologie, hydrogeologische Schnitte, Grundwasseroberfläche, Klimatische Wasserbilanz, Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung, Landnutzung, 1 CD-ROM, Bezug über LGRB, Freiburg, 2003.
- LfU u.a. (2003)
LfU - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), Gewässerdirektion Donau - Bodensee - Bereich Ulm: „Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg Mittlere Alb 1 - Hydrologische Grundkarte“. - Hydrologische Grundkarte mit Wasserschutzgebieten, Beiheft mit Tabellen der hydrologischen Messeinrichtungen, 1 CD-ROM; Bezug über LUBW, RP-LGRB-Freiburg oder RP-Tübingen; Ulm, 2003.
- LfU u.a. (2003)
LfU - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), Landratsamt Main-Tauber-Kreis, Gewässerdirektion Neckar - Bereich Künzelsau: „Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg Taubertal Mappe 2 - Hydrogeologischer Bau“. - Beiheft mit Tabellen, 6 Karten (u.a. Schichtlagerung, Hydrogeologische Schnitte, abgedeckte hydrogeologische Karte, quartäre Überdeckung), 1 CD-ROM; Bezug über LUBW, RP-LGRB-Freiburg; Künzelsau, 2003.
- 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.

5.2 FACHSPEZIFISCHE EDV-ANWENDUNGEN

LUBW (2008)

D. Schuhmann:

„Handbuch Grundwasserdatenbank“, Ergänzungsband III, Version 3.3.0, LUBW-Fachdokumentation, Karlsruhe, 2008.

IITB (2007)

Usländer, T. et al (Fraunhofer IITB): „WaterFrame® - Weiterentwicklung der Gewässerinformationssysteme durch fachliche und technische Kooperation von Baden-Württemberg, Thüringen und Bayern.“

In: Forschungszentrum Karlsruhe, Wissenschaftliche Berichte FZKA 7350, UIS Baden-Württemberg, F + E-Vorhaben KEWA Phase II 2006/2007, R. Mayer-Föll, A. Keitel, W. Geiger (Hrsg.), Juli 2007, S. 109 – 120

IITB (2007)

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

LUBW (2007)

D. Schuhmann:

„Handbuch Grundwasserdatenbank“, Ergänzungsband II, Version 3.2.0, LUBW-Fachdokumentation, Karlsruhe, 2007.

IPF & LUBW (2006)

D. Hilbring, G. Staub, J. Wiesel (IPF-Institut für Photogrammetrie, Universität Karlsruhe), B. Schneider (LUBW): „GIStern3D - Integration von 3D-Visualisierungen in das Umweltinformationssystem Baden-Württemberg“. - In: Mayer-Föll, R. (Hrsg.): F+E Vorhaben KEWA – Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt und Verkehr in neuen Verwaltungsstrukturen - Phase I 2005/06. - Wissenschaftliche Berichte des Forschungszentrums Karlsruhe (FZKA) Nr. 7250, 2006.

IITB, LUBW u.a. (2006)

T. Usländer u.a. (Fraunhofer-Gesellschaft IITB): „WaterFrame – Kooperative Entwicklung von Gewässerinformationssystemen in Baden-Württemberg, Thüringen und Bayern“. - In: Mayer-Föll, R. (Hrsg.): F+E Vorhaben KEWA – Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt und Verkehr in neuen Verwaltungsstrukturen

- Phase I 2005/06. - Wissenschaftliche Berichte des Forschungszentrums Karlsruhe (FZKA) Nr. 7250, 2006.

LUBW (2006)

D. Schuhmann:

„Handbuch Grundwasserdatenbank“, Ergänzungsband I, Version 3.1.0, LUBW-Fachdokumentation, Karlsruhe, 2006.

LfU (2005)

D. Schuhmann:

„Handbuch Grundwasserdatenbank“, LfU-Fachdokumentation, Karlsruhe, 2005.

IITB (2006)

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

IITB (2006)

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

LfU (2005)

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Jahresdatenatlas Grundwasser 1995-2004“. - Physikalisch-chemische Messwerte für ca. 2.300 Messstellen, Grundwasserstandsdaten und Quellschüttungen für ca. 300 Messstellen für die Jahre 1995 bis 2002; Grafische Benutzeroberfläche, Kartografische und tabellarische Darstellungsmöglichkeiten, Diagramme und Zeitreihen, Exportmöglichkeiten in MS-EXCEL und MS-ACCESS, Reihe Grundwasserschutz: Nr. 29, 1 CD-ROM mit Beiheft, Karlsruhe, 2004.

Disy (2004)

C. Hofmann u.a. (Fa. Disy Informationssysteme GmbH): „disy Cadenza: Plattform für Berichts- und Auswertesysteme insbesondere im Umweltbereich“. - In: Mayer-Föll, R. (Hrsg.): Project AJA - Anwendung Java-basierter und anderer leistungsfähiger Lösungen in den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung - Phase V 2004. - Wissenschaftli-

che Berichte des Forschungszentrums Karlsruhe (FZKA) Nr. 7077, 2004.

IPF, LfU (2004)

D. Hilbring, J. Wiesel (IPF-Institut für Photogrammetrie, Universität Karlsruhe), B. Schneider (LfU): „GIStern3D - Integration und Visualisierung von hoch auflösenden Geländemodellen und Weiterentwicklung von GeoPro3D“. - In: Mayer-Föll, R. (Hrsg.): Project AJA - Anwendung Java-basierter und anderer leistungsfähiger Lösungen in den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung - Phase V 2004. - Wissenschaftliche Berichte des Forschungszentrums Karlsruhe (FZKA) Nr. 7077, 2004.

IITB, LfU u.a. (2004)

T. Usländer u.a. (Fraunhofer-Gesellschaft IITB): „WaterFrame - Integrierte Gewässerinformationssysteme in Baden-Württemberg, Thüringen und Bayern“. - In: Mayer-Föll, R. (Hrsg.): Project AJA - Anwendung Java-basierter und anderer leistungsfähiger Lösungen in den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung - Phase V 2004. - Wissenschaftliche Berichte des Forschungszentrums Karlsruhe (FZKA) Nr. 7077, 2004.

IPF & LfU (2003)

D. Hilbring, J. Wiesel (IPF-Institut für Photogrammetrie, Universität Karlsruhe), B. Schneider (LfU): „GIStern3D - Erstellung und Implementierung eines Konzepts für die Visualisierung von digitalen Geländemodellen in GIStern und Weiterentwicklung in GeoPro“. - In: Mayer-Föll, R. (Hrsg.): Project AJA - Anwendung Java-basierter und anderer leistungsfähiger Lösungen in den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung - Phase VI. - Wissenschaftliche Berichte des Forschungszentrums Karlsruhe (FZKA) Nr. 6950, 2003.

LfU (2004)

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg:

„Jahresdatenkatalog Grundwasser 1995-2003“. - Physikalisch-chemische Messwerte für ca. 2.300 Messstellen, Grundwasserstandsdaten und Quellschüttungen für ca. 300 Messstellen für die Jahre 1995 bis 2002; Grafische Benutzeroberfläche, Kartografische und tabellarische Darstellungsmöglichkeiten, Diagramme und Zeitreihen, Exportmöglichkeiten in MS-EXCEL und MS-ACCESS, Reihe Grundwasserschutz: Nr. 26, CD-ROM, Karlsruhe, 2004.

IITB & LfU u.a. (2003)

„WRRL-IS: Innovative Fachdienste für Gewässerinformationssysteme“. - In: Mayer-Föll, R. (Hrsg.): Project AJA - Anwendung Java-basierter und anderer leistungsfähiger Lösungen in den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung - Phase VI. - Wissenschaftliche Berichte des Forschungszentrums Karlsruhe (FZKA) Nr. 6950, 2003.

Disy (2003)

C.Hofmann u.a. (Fa. Disy Informationssysteme GmbH): „disy Cadenza: Übersicht und ausgewählte Lösungsbeispiele für Berichts- und Auswertesysteme“. - In: Mayer-Föll, R. (Hrsg.): Project AJA - Anwendung Java-basierter und anderer leistungsfähiger Lösungen in den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung - Phase VI. - Wissenschaftliche Berichte des Forschungszentrums Karlsruhe (FZKA) Nr. 6950, 2003.

LfU (2003)

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Jahresdatenkatalog Grundwasser 1995-2002“. - Physikalisch-chemische Messwerte für ca. 2.300 Messstellen, Grundwasserstandsdaten und Quellschüttungen für ca. 300 Messstellen für die Jahre 1995 bis 2002; Grafische Benutzeroberfläche, Kartografische und tabellarische Darstellungsmöglichkeiten, Diagramme und Zeitreihen, Exportmöglichkeiten in MS-EXCEL und MS-ACCESS, Reihe Grundwasserschutz: Nr. 24, CD-ROM, Karlsruhe, 2003.

Anhang

A 1 MESSSTELLENARTEN

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

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

A 2 MESSPROGRAMME IM HERBST 2007 (OHNE SONDERPROGRAMME)

Messprogramm „Vor-Ort-Parameter“ - landesweit an allen untersuchten Messstellen

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

Aus dem Messprogramm „Landwirtschaft“ - landesweit an allen 1.866 untersuchten Messstellen

Ammonium, Nitrat, Nitrit

Messprogramm „Pflanzenschutzmittel - PSM - 2007“ - an etwa 520 ausgewählten Messstellen

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

A 3 STATISTISCHE VERFAHREN

A 3.1 RANGSTATISTIK

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

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

- Bei linksschiefen Verteilungen mit der kleinsten vorkommenden Bestimmungsgrenze als feste Grenze gibt es nur rangstatistische Tests zur Ermittlung der Signifikanz von Trends.
- Die Rangstatistik ist auch auf Parameter mit logarithmierter Konzentrationsangabe wie den pH-Wert anwendbar, da der Messwert selbst nicht in die Berechnung eingeht, sondern nur seine Position innerhalb der sortierten Reihe interessiert.
- Zur einheitlichen Verarbeitung der Daten wird die Rangstatistik nicht nur auf die Spurenstoffe, sondern auf alle Parameter angewendet.

A 3.2 RANGSTATISTIK UND BOXPLOT

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

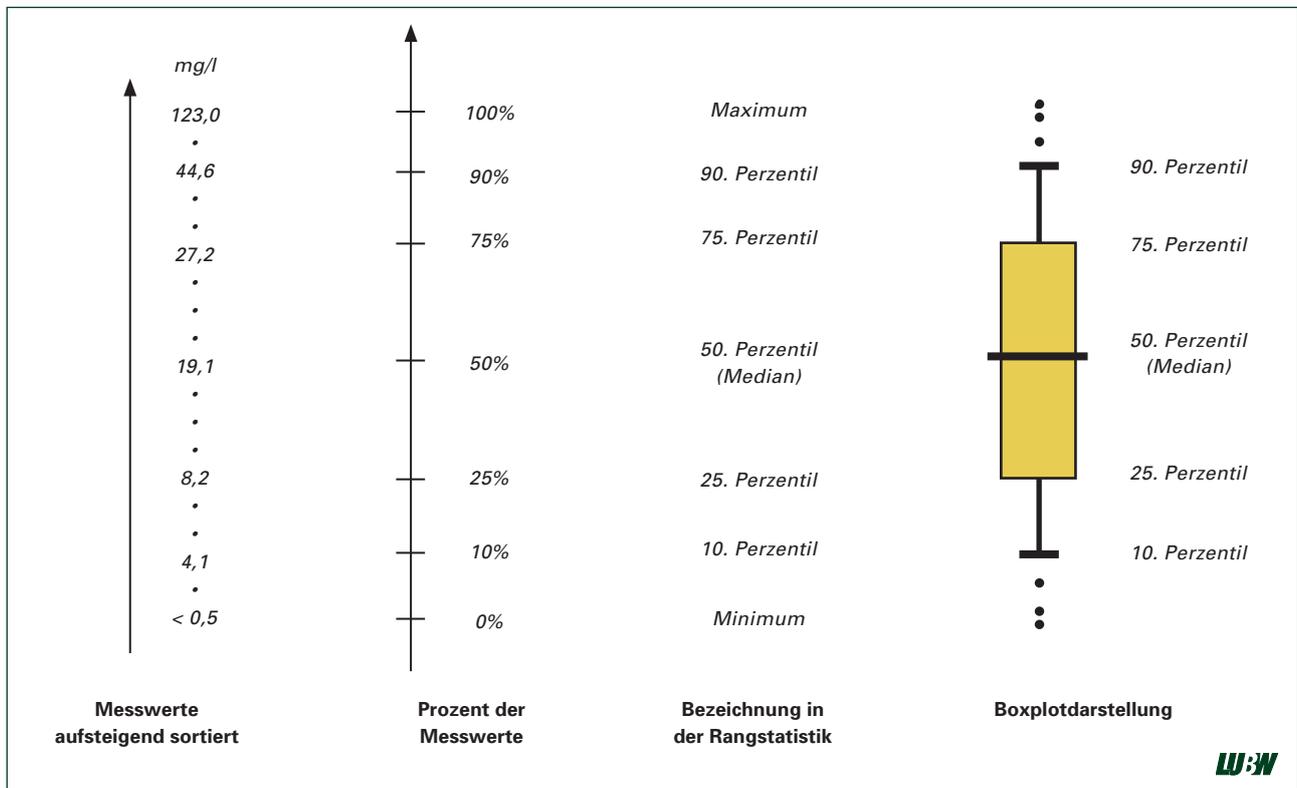


Abbildung A1: Beispiel für die Rangstatistik und die Boxplotdarstellung.

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. Hinsichtlich der Namensgebung „konsistent“ und „periodisch konsistent“ werden folgende Vereinbarungen getroffen: Liegt für jedes Jahr im betrachteten Zeitraum für jede Messstelle je mindestens ein Wert vor - d.h. ohne Unterbrechungen in der Datenreihe -, so handelt es sich um eine „konsistente“ Messstellengruppe. Wenn im betrachteten Zeitraum aber nur Werte für mehrere einzelne Jahre vorhanden sind (Perioden) - d.h. mit einzelnen Unterbrechungen, so handelt es sich um eine „periodisch konsistente“ Messstellengruppe. Sollen bei bestimmten Auswertungen mögliche jahreszeitliche Schwankungen weitgehend vermieden werden, werden nur die Messwerte der Herbstbeprobung, oder der Monate September bis Oktober

oder bis November herangezogen. Liegen innerhalb dieses Zeitfensters mehrere Analysen vor, wird der Medianwert für die betreffende Messstelle berechnet.

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

A 4 BESTIMMUNGSGRENZE, RECHENVORSCHRIFTEN, GRENZWERTE, WARNWERTE, QUALITÄTSNORMEN

- Bei der Angabe „Anzahl Messstellen mit Messwerten größer Bestimmungsgrenze“ ist zu berücksichtigen, dass die Bestimmungsgrenzen eines Parameters von Labor zu Labor z.T. unterschiedlich sind (Tab. A2). Bei den Auswertungen führt dies dazu, dass z.B. ein kleinerer Konzentrationswert (z.B. „0,03 µg/l“) als positiver Befund bewertet wird, während der höhere Zahlenwert bei Angabe von „< 0,05 µg/l“ als negativer Befund angesehen werden muss.
- Lag von einer Messstelle mehr als eine Analyse im Berichtszeitraum vor, wurde jeweils der Medianwert dieser Daten angesetzt. Bei der Ermittlung des Maximums wurde 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 ausgeschieden 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.

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

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

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

LUBW

GRENZWERTE UND WARNWERTE

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

Tabelle A2: Bei der **Beprobung 2007** häufig auftretende Bestimmungsgrenzen, Warnwerte (WW) des Grundwasserüberwachungsprogramms und Grenzwerte (GW) nach Trinkwasserverordnung vom 21.05.2001 bzw. Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie zur EU-Wasserrahmenrichtlinie, soweit nicht anders angegeben.

Hinweise:

- ¹ MW = Messwert. Die Anzahl der vorkommenden Werte „> BG“ ergibt sich aus der statistischen Übersicht des Gesamtmessnetzes (Kap. 3.2).
- ² Bestimmungsgrenzen, die in weniger als 3 % der Fälle auftreten, sind nicht berücksichtigt. Bestimmungsgrenzen, die in mehr als 30% der Fälle auftreten, sind fett gedruckt.
- ³ Mindestbestimmungsgrenzen des Grundwasserüberwachungsprogramms. Bei Angabe „-“ ist der betreffende Wert nicht festgelegt oder noch nicht festgelegt.
- ⁴ 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.

| Parameter | Dimension | Anz. Mst. MW<BG ¹ | Bestimmungsgrenzen ² | Mindestbestimmungsgrenze ³ | WW | GW |
|---|-----------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------|-----------|
| Temperatur | °C | 0 | entfällt | entfällt | 20,0 | - |
| Leitfähigkeit, elektrisch bei ...Grad Celsius | mS/m | 0 | 1 | entfällt | 200,0 | 250,00 |
| pH-Wert bei ...Grad Celsius | - | 0 | entfällt | entfällt | 6,5 / 9,5 | 6,5 / 9,5 |
| Sauerstoff | mg/l | 49 | 0,2 / 0,5 | 0,5 | - | - |
| Sauerstoffsättigung | % | 3 | 5,0 | entfällt | - | - |
| Nitrat | mg/l | 105 | 0,1 / 0,5 | 0,5 | 40,0 | 50,0 |
| Nitrit | mg/l | 1614 | 0,01 | 0,01 | 0,080 | 0,10 |
| Ammonium | mg/l | 1269 | 0,010 | 0,010 | 0,400 | 0,500 |
| Dichlorphenoxyessigsäure, 2,4- | mg/l | 510 | 0,02 / 0,05 | 0,05 | 0,08 | 0,10 |
| Dichlorbenzamid, 2,6- | mg/l | 511 | 0,01 / 0,05 | 0,05 | 0,08 | 0,10 |
| Atrazin | µg/l | 464 | 0,01 / 0,02 | 0,02 | 0,080 | 0,10 |
| Bentazon | µg/l | 493 | 0,01 / 0,02 / 0,05 | 0,05 | 0,080 | 0,10 |
| Bifenox | µg/l | 512 | 0,01 / 0,03 / 0,05 | 0,05 | 0,080 | 0,10 |
| Bromacil | µg/l | 514 | 0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05 | 0,05 | 0,080 | 0,10 |
| Desethylatrazin | µg/l | 409 | 0,01 / 0,02 | 0,02 | 0,080 | 0,10 |
| Desethylterbuthylazin | µg/l | 518 | 0,01 / 0,02 | 0,02 | 0,080 | 0,10 |
| Desisopropylatrazin | µg/l | 510 | 0,01 / 0,02 | 0,02 | 0,080 | 0,10 |
| Dicamba | µg/l | 507 | 0,01 / 0,02 / 0,05 | 0,05 | 0,080 | 0,10 |
| Dichlorprop | µg/l | 510 | 0,01 / 0,02 / 0,05 | 0,05 | 0,080 | 0,10 |
| Hexazinon | µg/l | 517 | 0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05 | 0,05 | 0,080 | 0,10 |
| 4-Chlor-2-methylphenoxyessigsäure | µg/l | 512 | 0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05 | 0,05 | 0,080 | 0,10 |
| Mecoprop | µg/l | 510 | 0,01 / 0,02 / 0,05 | 0,05 | 0,080 | 0,10 |
| Metalaxyl | µg/l | 518 | 0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05 | 0,05 | 0,080 | 0,10 |
| Metazachlor | µg/l | 520 | 0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05 | 0,05 | 0,080 | 0,10 |
| Metolachlor | µg/l | 520 | 0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05 | 0,05 | 0,080 | 0,10 |
| Pendimethalin | µg/l | 512 | 0,01 / 0,02 / 0,05 | 0,05 | 0,080 | 0,10 |
| Propazin | µg/l | 520 | 0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05 | 0,05 | 0,080 | 0,10 |
| Simazin | µg/l | 512 | 0,01 / 0,02 | 0,02 | 0,080 | 0,10 |
| Terbuthylazin | µg/l | 520 | 0,01 / 0,02 | 0,02 | 0,080 | 0,10 |

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



A 5 DARSTELLUNG VON KONZENTRATIONEN ANHAND VON MESSSTELLENPUNKTEN IN KARTEN

Für die Kartendarstellungen werden in einigen Fällen unterschiedliche Messstellensymbole verwendet, z.T. je nach Zugehörigkeit zu den verschiedenen Teilmessnetzen. Die gemessenen Konzentrationen werden in Klassen eingeteilt. Pro Karte werden in der Regel fünf bis sechs aus den nachfolgend genannten sechs Klassen verwendet. Für die verschiedenen Konzentrationsklassen, außer wenn anders vermerkt, gilt folgende Farbcodierung:

- hellblau, oder kleiner grauer o. weißer Punkt = geogene Hintergrundbeschaffenheit oder bei grundwasserfremden Stoffen Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze
- dunkelblau = Konzentrationen bis etwas oberhalb der Hintergrundbeschaffenheit
- grün = Konzentrationen merklich oberhalb der Hintergrundbeschaffenheit oder bei grundwasserfremden Stoffen geringfügig erhöhte Konzentrationen
- gelb = Konzentrationen erheblich oberhalb der Hintergrundbeschaffenheit oder bei grundwasserfremden Stoffen merklich erhöhte Konzentrationen (beim pH-Wert: Überschreitung des oberen Grenzwertes von 9,5, bei Nitrat > 35 mg/l bis <= 50 mg/l,

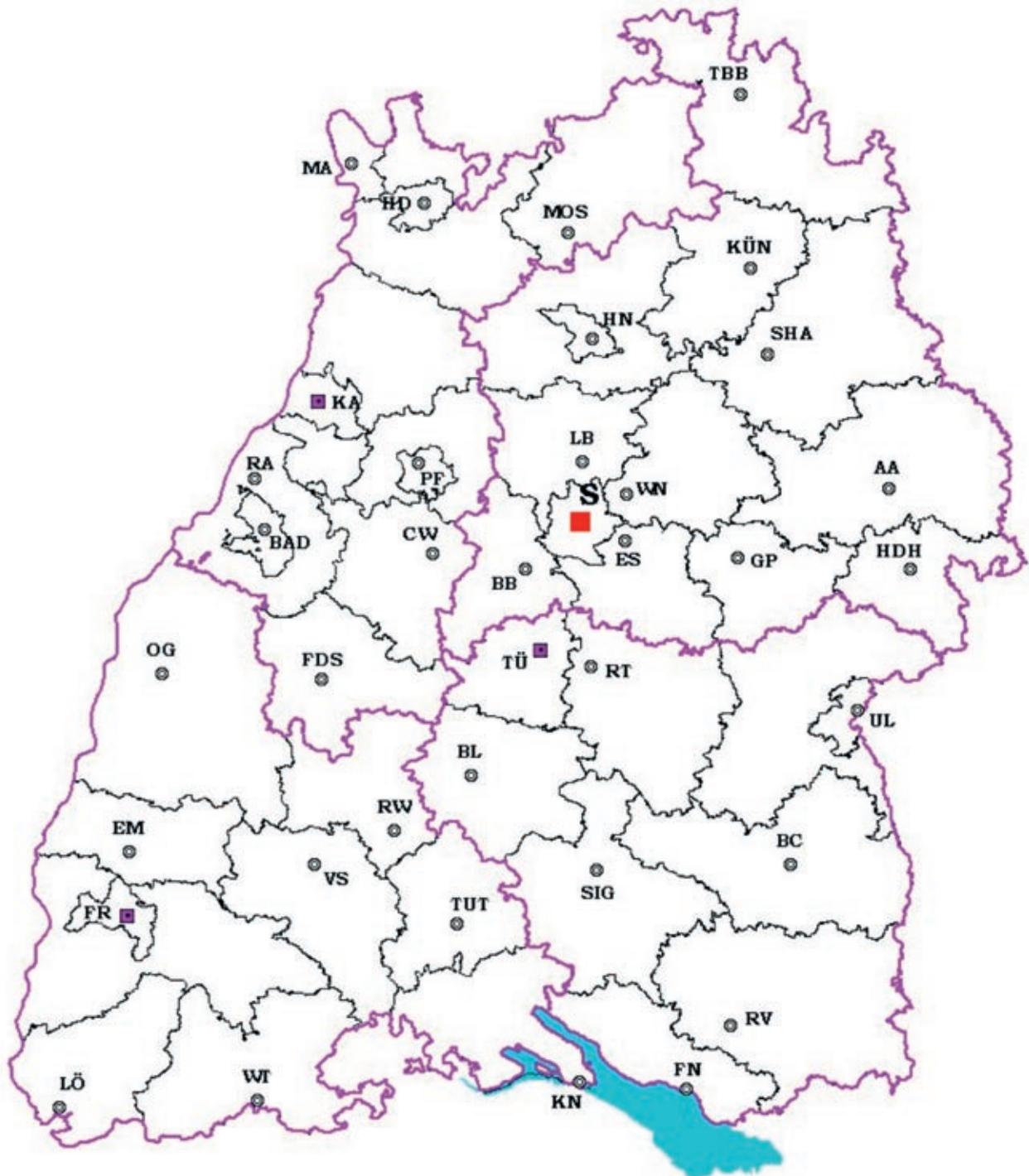
- orange = Überschreitung des Warnwertes des Grundwasserüberwachungsprogramms (Ausnahme Nitrat s. gelb) bzw. deutlich erhöhte Konzentrationen
- rot = Überschreitung des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung 2001 / der Qualitätsnorm der WRRL bzw. stark erhöhte Konzentrationen (beim pH-Wert: Unterschreitung des unteren Grenzwertes von 6,5)
- violett = variabel
- schwarzer Punkt = variabel

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

A 6 HINWEISE ZU DEN STATISTIKTABELLEN

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

A 7 KOPIERVORLAGE MIT LAND- UND STADTKREISEN ZUR ERSTELLUNG EINER ORIENTIERUNGSFOLIE FÜR DIE KONZENTRATIONSKARTEN



Zur Lokalisierung der Messstellen die Folie auf die Karten im Bericht legen.



