



Grundwasserschutz 38

Grundwasser-Überwachungsprogramm

 Ergebnisse der Beprobung 2008



Baden-Württemberg

Grundwasser-Überwachungsprogramm

 Ergebnisse der Beprobung 2008

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. 38, 2009)
STAND	Juli 2009, 1. Auflage
DRUCK	NINO Druck GmbH, 67435 Neustadt 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	14
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 SchALVO-Sammeleinstufung	16
1.5.2 Elektronischer Jahresdatenkatalog Grundwasser	16
1.5.3 Weiterentwicklung	17
2 DAS GRUNDWASSER 2008 IN BADEN-WÜRTTEMBERG	18
2.1 Hydrologische Situation	18
2.2 Grundwasserneubildung aus Niederschlägen	20
2.3 Die Grundwasservorräte 2008 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)	26
2.4.1.1 Statistische Kennzahlen für die verschiedenen Emittentengruppen	26
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)	31
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
2.5 Pflanzenschutzmittel (PSM)	40
2.5.1 Zulassung, Verwendung, Klassifizierung	40
2.5.2 Umweltrelevanz, Berichtspflichten, Fundaufklärung	41
2.5.3 Probennahme und Analytik	41
2.5.4 Bisher untersuchte Wirkstoffe	43
2.5.5 PSM-Untersuchungen 2008	45
2.5.6 Sonderuntersuchung Oktober 2008: Metaboliten	47
2.5.6.1 Messumfang und Messstellen	47
2.5.6.2 Ergebnisübersicht	48
2.5.6.3 Einzelergebnisse ausgewählter Metaboliten	49
2.5.6.4 Bewertung und weiteres Vorgehen bei den PSM-Metaboliten	55

2.5.7	Bewertung der Gesamtsituation der Pflanzenschutzmittel	56
2.6	Versauerung, pH-Wert	60
2.6.1	Problembeschreibung, Bedeutung	60
2.6.2	Landesweite Situation, räumliche Verteilung, Tendenzen, Bewertung	60
2.6.3	Mittelfristige Tendenzen, Bewertung: Vergleich der Versauerungssituation 1994/1996 mit 2005/2007	62
3	STATISTISCHE ÜBERSICHTEN DER TEILMESSNETZE	68
3.1	Trendmessnetz (TMN) – Menge - Grundwasser und Quellen (GuQ)	68
3.2	Gesamtmessnetz - Beschaffenheit	70
4	AUSBLICK UND BERICHTSWESEN	72
5	LITERATURVERZEICHNIS	74
5.1	Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg	74
5.2	Fachspezifische EDV-Anwendungen	78
ANHANG		81
A 1	Messstellenarten	81
A 2	Messprogramme im Herbst 2008 (ohne Sonderprogramme)	81
A 3	Statistische Verfahren	81
A 3.1	Rangstatistik	81
A 3.2	Rangstatistik und Boxplot	82
A 3.3	Zeitreihenstatistik: Trends an konsistenten und periodisch konsistenten Messstellengruppen	82
A 4	Bestimmungsgrenze, Rechenvorschriften, Grenzwert, Warnwert; Qualitätsnormen	83
A 5	Darstellung von Konzentrationen in thematischen Karten	85
A 6	Hinweise zu den Statistiktabelle	85
A 7	Kopiervorlage mit Land- und Stadtkreisen zur Erstellung einer Orientierungsfolie für die Konzentrationskarten	86

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 (1975 - 2005)
LUBW	= Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (ab 2006)
LGRB	= Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau
MEKA	= Marktentlastungs- und Kulturlandschaftsausgleichsprogramm
Mst	= Messstelle
Mw	= Messwert
QMN	= Quellmessnetz
RW	= Rohwassermessnetz
RW-öVV	= Rohwasser für öffentliche Wasserversorgung
SchALVO	= Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung
SE	= sonstige Emittentenmessstellen
StaLa	= Statistisches Landesamt
TMN	= Trendmessnetz Grundwassermenge, Grundwasserstand, Quellschüttung, Lysimeter
TrinkwV	= Trinkwasserverordnung
UVB	= Untere Verwaltungsbehörden
VF	= Vorfeldmessstellen
VGW	= Verband der Gas- und Wasserwerke Baden-Württemberg e.V.
VKU	= Verband kommunaler Unternehmen
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)
LHKW	= Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (organische Lösemittel)
NDMA	= N-Nitrosodimethylamin
PSM	= Pflanzenschutzmittel
SAK	= Spektraler Absorptionskoeffizient

Die wichtigsten Ergebnisse im Überblick

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

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

Die **Grundwasserbeschaffenheit** wurde im Herbst 2008 an insgesamt 1.891 Messstellen des von der LUBW betriebenen Landesmessnetzes untersucht. Diese Landesmessstellen, aufgliedert in verschiedene Teilmessnetze, dienen der Überwachung und Dokumentation der landesweiten Grundwasserbeschaffenheit und dem flächendeckenden Grundwasser- und Umweltschutz auch außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten. Die Untersuchungskosten der Landesmessstellen trägt das Land.

Die Wasserversorgungswirtschaft Baden-Württembergs stellte im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung aus dem Jahre 2003 die Nitrat-Daten von 3.700 Analysen zu 1.572 Kooperationsmessstellen in Wasserschutzgebieten bis zum Stichtag 27.03.2009 zur Verfügung. Zu 412 Messstellen wurden auch Analysen für Pflanzenschutzmittelwirkstoffe (PSM) und deren Metaboliten (Abbauprodukte), insbesondere für Triazine und Phenylharnstoffe, übermittelt, welche - wie die Nitratwerte - für die jährliche Beurteilung der Situation in den Wasserschutzgebieten benötigt werden. Insgesamt wurden Daten zu 1.602 Messstellen zur Verfügung gestellt.

Die Kooperationsmessstellen liegen alle in Trinkwasserschutzgebieten und umfassen zum größten Teil Förderbrunnen. Lässt man diejenigen Messstellen außer Betracht, die sich schon im Landesmessnetz befinden, übermittelten die Wasserversorgungsunternehmen (WVU) letztendlich die Analysen von 1.381 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 Wasser-

schutzgebieten 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 2008

Die starken Frühjahrsniederschläge haben landesweit steile Anstiege der **Grundwasservorräte** auf ein deutlich überdurchschnittliches Niveau bewirkt. Der weitere Jahresverlauf entsprach den vieljährigen Verhältnissen. Zum Jahresende entsprachen die quantitativen Grundwasserhältnisse den vieljährigen Erfahrungswerten. Die Jahressummen der Niederschläge waren mit 94 % leicht unterdurchschnittlich.

Die Lysimeterbeobachtungen dokumentieren die erwartungsgemäße **Grundwasserneubildung** aus Niederschlägen im Winterhalbjahr 2007/2008. Die unterdurchschnittlichen Niederschläge im Monat Februar haben kurzzeitige Abnahmen der Sickerrate und der Grundwasserstände bewirkt, sind aber durch die starken März- und Aprilniederschläge kompensiert worden. Die unterdurchschnittlichen Niederschläge in Mai und Juni haben für einen raschen Rückgang der Versickerungen im Sommer und dadurch für rückläufige Grundwasserstände gesorgt. Im Jahr 2008 waren dadurch bereichsweise lange Ausfallzeiten der Sickerung und eine geringe Grundwasserneubildung zu beobachten. Die Neubildung bewegt sich zum Jahresende 2008 auf langjährig mittlerem Niveau. Die Jahresgänge der Sickerwassermengen entsprechen 2008 somit in etwa der erwartungsgemäßen Dynamik.

Im Mittel sind die **Grundwasserstände und Quellschüttungen** im Jahr 2008 insgesamt niedriger 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 2008:

Die Nitrat-Belastung ist nach wie vor flächenhaft hoch. Der Nitrat-Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms von 40 mg/l wird an jeder sechsten Landesmessstelle überschritten, der Grenzwert der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) bzw. die Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie von 50 mg/l an jeder neunten Landesmessstelle. Das im Herbst 2008 gemessene Maximum beträgt 172 mg/l Nitrat.

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

Bei der kurzfristigen Nitrat-Entwicklung (1 Jahr) ist das landesweite Mittel um 1,1 mg/l gesunken. An 36 % der Landesmessstellen sind Zunahmen, an 56 % Abnahmen zu beobachten, 8 % zeigen keine Veränderung.

Nachdem von 2004 auf 2005 bis 2007 die Belastung gestiegen war sind nun erstmals wieder Abnahmen zu erkennen und zwar in allen Belastungsklassen und in allen Teilmessnetzen - auch im landwirtschaftlichen Bereich.

Dies unterstreicht die Wichtigkeit der ergriffenen landesumweltpolitischen Lenkungsmaßnahmen wie der SchALVO - besonders in den Problem- und Sanierungsgebieten. Allerdings haben die Belastungszunahmen nach dem Trockenjahres 2003 auch gezeigt, dass diese Maßnahmen intensiviert und ergänzt werden müssen, um einen langfristig abnehmenden Trend abzusichern.

Die mittelfristige Nitrat-Entwicklung seit 1994 zeigt an jährlich im Herbst beprobten, d.h. konsistenten Messstellen, dass sich der seit 15 Jahren statistisch festgestellte fallende Trend nach den Unterbrechungen in den Jahren 2005 bis 2007 weiter fortsetzt. Nach dem beachtlichen An-

stieg der mittleren Konzentrationen von 2004 auf 2005 bis 2007 aufgrund der Nachwirkungen des Trockenjahres 2003 entspricht das Belastungsniveau 2008 in etwa dem der Jahre 2003/2004, also dem niedrigen Nitratbelastungsniveau im Trockenjahr 2003 und im Folgejahr 2004. Die Belastung liegt ferner unterhalb der Belastung der 1990er Jahre. In der mittelfristigen Datenreihe gab es auch schon in den Jahren 1997, 1999 und 2001 kurzfristige Konzentrationsanstiege.

Auch 2008 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 0,6 - 6,7 mg/l. Im Teilmessnetz Landwirtschaft wird mit 5,3 mg/l (14 %) die zweitgrößte Abnahme festgestellt, jedoch wird hier noch immer an jeder vierten Messstelle der Grenzwert der TrinkwV bzw. der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie überschritten. Im gesamten Landesmessnetz hat die mittlere Nitratkonzentration von 1994 bis 2008 um 4,1 mg/l (15 %) abgenommen.

Bei Differenzierung zwischen der Lage der von der LUBW beprobten Landesmessstellen innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten ergeben sich gegenüber 1994 Abnahmen von etwa 16 - 17 %, sowohl für Messstellen in Wasserschutzgebieten als auch für außerhalb gelegene Messstellen.

Die Auswertung von Messergebnissen der Jahre 2001 bis 2008 zur Entwicklung der Nitratbelastung in Wasserschutzgebieten anhand von durchgehend mindestens einmal jährlich beprobten Messstellen zeigt folgendes Ergebnis:

- Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 1 - Normalgebiete: nahezu unveränderte mittlere Konzentrationen mit einer sehr leichten Abnahme um 0,2 mg/l von 14,3 mg/l (2001) auf 14,1 mg/l (2008), d.h. minus 1,4 %. Im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich eine Abnahme von 0,3 mg/l.
- Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 2 - Problemgebiete: veränderte mittlere Konzentrationen mit einer Abnahme von 2001 auf 2008 um 1,7 mg/l auf 31,9 mg/l, d.h. minus 5,0 %. Im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich eine sehr leichte Veränderung von minus 0,1 mg/l.

- Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 3 - Sanierungsgebiete: veränderte mittlere Konzentrationen mit einer deutlichen Abnahme von 2001 auf 2008 um 4,3 mg/l auf 48,1 mg/l, d.h. minus 8,2 %. Im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich eine sehr starke Abnahme von 1,0 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 - auch in Wasserschutzgebieten - hoch und die Entwicklung ist noch nicht so stabil, dass dadurch negative Einflüsse von hydrologischen Extremjahren gänzlich aufgefangen werden können.

Das Messprogramm Pflanzenschutzmittel wurde ab 2007 auf einen Vierjahresturnus umgestellt, so dass künftig pro Jahr nur noch 25 % des Messnetzes beprobt wird. Zum Ausgleich werden mehr Wirkstoffe und Metaboliten als früher untersucht. Bei der Herbstbeprobung 2008 wurden an rund 560 Messstellen die persistenten Triazine und deren Metaboliten sowie die wichtigsten Phenylharnstoffe und Phenoxyalkancarbonsäuren untersucht. Von den 26 untersuchten Wirkstoffen und Metaboliten waren 10 ohne Befund. An 461 Messstellen lagen die Konzentrationen unter 0,05 µg/l. 121 Messstellen waren mit einem bis maximal sieben Wirkstoffen bzw. Metaboliten in Konzentrationen von jeweils $\geq 0,05$ µg/l belastet, davon war an 50 Messstellen die Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie bzw. der Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 0,1 µg/l überschritten. Die meisten Überschreitungen betrafen den Metaboliten Desethylatrazin und den seit 1990 nicht mehr zugelassenen Wirkstoff Bromacil.

Im Oktober 2008 wurden die Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittel-Metaboliten an 238 Messstellen fortgesetzt. Insgesamt wurden 16 Wirkstoffe und 27 Metaboliten gemessen. Die Wirkstoffe selbst wurden nicht oder nur vereinzelt nachgewiesen. Bei den Metaboliten ist die Abstufung der Belastung im Ergebnis ähnlich den Beprobungen 2006 / 2007, was die Substanzen betrifft, die bei beiden Messkampagnen untersucht wurden. Die mit Abstand höchste Belastung stammt von den Metaboliten des Wirkstoffs Chloridazon und von DMS, dem Metaboliten

des Wirkstoffs Tolyfluanid, wobei die Zulassung für Tolyfluanid-haltige Mittel entweder widerrufen ist oder sie ruht. Danach folgen die Metaboliten von Metolachlor, Metazachlor und Dimethachlor. Hierbei fällt der erstmals gemessene Dimethachlor-Metabolit CGA 369873 mit 60 Positivbefunden im Konzentrationsbereich von 0,01 bis 1,0 µg/l auf.

Die untersuchten Metaboliten wurden inzwischen alle als „nicht relevant“ bewertet und das Umweltbundesamt hat zusammen mit dem Bundesinstitut für Risikobewertung im April 2009 gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) für zahlreiche dieser „nicht relevanten“ Metaboliten für Trinkwasser veröffentlicht. GOW wurden für eine dauerhaft tolerierbare Aufnahme aus Trinkwasser abgeleitet. Zieht man die genannten GOW von 3 bzw. 1 µg/l als Vergleichsmaßstab für das Grundwasser heran, so ist die Überschreitungshäufigkeit im Falle von DMS an 12,2 % der Messstellen am höchsten. Danach folgen mit großem Abstand die Metaboliten von Chloridazon und die Sulfonsäuren von Metolachlor und Metazachlor mit 2,5 bzw. 0,4 %. Bei weiteren acht untersuchten Metaboliten, für die GOW festgesetzt wurden, werden diese bei weitem nicht erreicht.

Zur Beschreibung der Gesamtsituation wurden die PSM-Daten von 94 häufig gemessenen Wirkstoffen und 5 Metaboliten im Zeitraum 1999 – 2008 an 100 bis 4.669 Messstellen ausgewertet:

- 43 Substanzen wurden an keiner einzigen Messstelle gefunden, darunter 12 zugelassene und 30 nicht mehr zugelassene Wirkstoffe sowie 1 Metabolit.
- Positive Befunde in Konzentrationen unter dem Wert 0,1 µg/l lagen von 36 Stoffen vor (14 zugelassene und 21 nicht mehr zugelassene Wirkstoffe sowie 1 Metabolit).
- Überschreitungen des Werts 0,1 µg/l an bis zu 1 % der Messstellen werden durch 21 Stoffe verursacht (12 zugelassene und 7 nicht mehr zugelassene Wirkstoffe sowie 2 Metaboliten).
- Die meisten Überschreitungen des Werts 0,1 µg/l werden durch den Metaboliten Desethylatrazin an 2,4 % der Messstellen hervorgerufen.

Das natürliche und anthropogen durch saueren Regen verstärkte Versauerungsproblem mit niedrigen pH-Wer-

ten unterhalb des Grenzwerts der Trinkwasserverordnung existiert nach wie vor in Gebieten mit weichen Wässern im Schwarzwald und Odenwald. Der untere Grenzwert nach TrinkwV von pH 6,5 wird im Gesamtmessnetz im Herbst 2008 an 7,5 % der 1.795 untersuchten Messstellen unterschritten, meist an Quellen. Das landesweite pH-Minimum beträgt 4,9.

Bei der Versauerungsproblematik ist gegenüber den 1990er Jahren eine eindeutige Situationsverbesserung eingetreten, dies zeigt die Auswertung der Ganglinien einzelner Messstellen mit versauertem Quellwasser und auch die statistische Auswertung über alle Messstellen in den betroffenen Gebieten von Schwarzwald und Odenwald. Demnach bleibt gegenüber den 1990er Jahren der pH-Wert bei 89 Messstellen (46 %) unverändert. Bei den anderen Messstellen geht die Tendenz in den letzten 10 bis 15 Jahren eher zu Verbesserungen (35 %) als zu Verschlechterungen (19 %). In regenreichen Jahren oder Perioden sinken die pH-Werte nicht mehr so oft und nicht mehr so tief ab wie in den 1990er Jahren und z. T. auch wie Ende der 1980er Jahre.

Versauerungsbedingte Belastungen durch Aluminium wurden in den Jahren 1992 bis 2008 nur an wenigen Landesmessstellen beobachtet. Von 87 Messstellen, deren Wasser in 2007 oder 2008 mindestens einmal einen pH-Wert von unter 6,0 hatte, wurde der Aluminiumgrenzwert von 0,2 mg/l von 1992 bis 2008 nur an neun Messstellen dauerhaft überschritten. Die betroffenen Quellen liegen hauptsächlich in den Buntsandsteingebieten des Odenwalds und des Nordschwarzwalds.

Fazit

Im Mittel bewegten sich die Grundwasserstände und Quellschüttungen im Jahr 2008 auf etwas niedrigerem Niveau als im Vorjahr und entsprechen langjährig mittleren Verhältnissen. Die starken Frühjahrsniederschläge haben landesweit steile Anstiege der Grundwasservorräte auf ein überdurchschnittliches Niveau bewirkt. Der weitere Jahresverlauf entspricht den vieljährigen Werten.

Nitrat stellt die Hauptbelastung des Grundwassers in der Fläche dar. An jeder neunten Messstelle wird eine

Überschreitung des Grenzwerts der Trinkwasserverordnung bzw. der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie festgestellt.

Der seit 1994 festgestellte fallende Trend setzt sich 2008 erfreulicherweise nach den Unterbrechungen in den Jahren 2005 bis 2007 aufgrund des extremen Trockenjahrs 2003 weiter fort.

Die Auswertungen der LUBW zur Grundwasserbeprobung 2008 zeigen gegenüber dem Vorjahr eine Abnahme der mittleren Nitratkonzentration um beachtliche 1,1 mg/l auf 24,0 mg/l. Zum Vergleich: Der maximale Anstieg von 2004 auf 2007 betrug 1,3 mg/l Nitrat.

Die Belastungssituation 2008 entspricht in etwa der der Jahre 2003/2004, dem bis damals niedrigsten Nitratbelastungsniveau im Trockenjahr 2003 und dem Folgejahr. Die Werte liegen ferner auch unterhalb der Mittelwerte der 1990er Jahre. Seit 1994 hat die landesweite Belastung um etwa 15 % abgenommen.

Bei den hoch belasteten Sanierungsgebieten hat sich der seit 2001 - entgegen dem zunehmenden Landestrend - mit Ausnahme des Jahres 2007 nahezu durchweg vorhandene abnehmende Trend weiter fortgesetzt. Gegenüber dem Vorjahr gibt es eine Abnahme der mittleren Nitratkonzentration um 1,0 mg/l. Auch in den Problemgebieten sind Verbesserungen erkennbar.

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

Das natürliche und anthropogen durch sauren Regen verstärkte Versauerungsproblem mit niedrigen pH-Werten unterhalb des Grenzwerts der Trinkwasserverord-

nung existiert nach wie vor in Gebieten mit weichen Wässern im Schwarzwald und Odenwald. Gegenüber den 1990er Jahren ist eine eindeutige Situationsverbesserung eingetreten. In regenreichen Zeiten sinken die pH-Werte nicht mehr so oft und nicht mehr so tief ab wie in den 1990er Jahren. Dauerhafte versauerungsbedingte Überschreitungen des Aluminiumgrenzwertes der Trinkwasserverordnung können von 1992 bis 2008 lokal an nur neun Messstellen des Landesmessnetzes im Schwarzwald und Odenwald beobachtet werden. Dabei sind hauptsächlich Buntsandsteingebiete betroffen.

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.

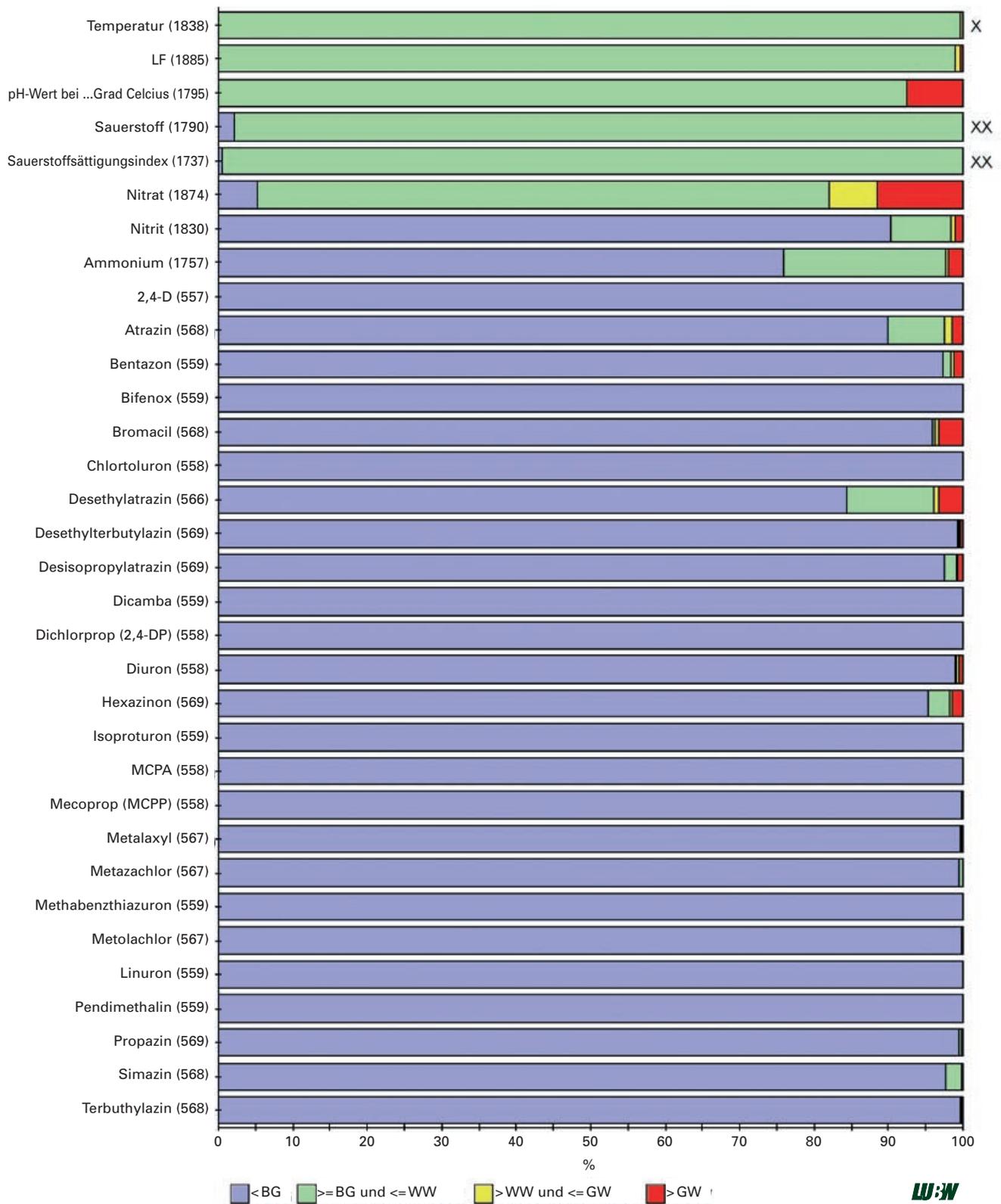


Abbildung 0-1: Übersicht über die Ergebnisse der Beprobung 2008: Prozentuale Verteilung der Messwerte (BG = Bestimmungsgrenze, WW = Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes, GW = Grenzwert der Trinkwasserverordnung / Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie, in Klammern: Anzahl der Messwerte, x = kein Warn- oder kein Grenzwert festgelegt, xx = kein Warn- und kein Grenzwert festgelegt).

1 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 den 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 („Tochtrichtlinie Grundwasser“) der Wasserrahmenrichtlinie² (WRRL) der EU erstmals auch für das Grundwasser Qualitätsnormen für Nitrat und die Pflanzenschutzmittel festgelegt. Die Grundwasserrichtlinie sieht für mindestens weitere zehn Stoffe und Parameter Schwellenwerte vor, die von den Mitgliedstaaten 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 und den Pflanzenschutz-

mitteln und deren relevanter Metaboliten sind die Qualitätsnormen der Grundwasserrichtlinie und der Grenzwert der Trinkwasserverordnung identisch.

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

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

1.2 Organisation des Landesmessnetzes

Das von der LUBW betriebene Landesmessnetz Grundwasser besteht aus:

- dem Grundwasserbeschaffenheitsmessnetz:
 - mit rund 2.200 Messstellen, davon ca. 600 Quellen, 600 Beobachtungsrohren und 1.000 Brunnen, gegliedert in Teilmessnetze nach Beeinflussungen im Eintragsgebiet und der Nutzung der Messstellen, wobei die Beauftragung zu Probennahme und 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 auf Stickstoffparameter alle drei Monate bei etwa 70 Messstellen in Wasserschutzgebieten, in denen die besonderen Schutzbestimmungen nach § 5 SchALVO gelten (Problem- und

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

Sanierungsgebiete), bei weiteren 230 Messstellen in Wasserschutzgebieten Untersuchung 2 mal im Jahr,

- mit Untersuchung von rund 200 repräsentativen Messstellen zweimal im Jahr für die Meldung an die EU für das europaweite qualitative Überblicksmessnetz WRRL,
- mit Untersuchung von rund 600 Messstellen in den gefährdeten Grundwasserkörpern 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 regio-

nalcr Fragestellungen verwaltet und ausgewertet wird.

- dem Quellmessnetz

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

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	Probennahme und Analytik: Vergabe an Probennahmebüros und chemische Labors. Nachweis der Qualifikation u. a. durch:	Mengenmessung durch freiwillige oder vom Land verpflichtete Beobachter; unterschiedlicher Datenfluss bei den „Trendmessstellen“ für die landesweite Zustandsbeschreibung und den „Regionalmessstellen“ für den übergebietlichen Grundwasserschutz
Auftragsnehmer (Messung, Probennahme, Analytik)	■ Akkreditierung nach DIN EN ISO 17025	
Auftragsvoraussetzungen	■ Regelmäßige erfolgreiche Teilnahme an der Analytischen Qualitätssicherung (AQS) mit Ringversuchen und Laborvergleichsuntersuchungen	
Qualitätssicherung	■ auftragsspezifische Qualitätssicherungsmaßnahmen	
	■ Teilnahme an Probennehmer-Lehrgängen I und II der LUBW	
	■ unangekündigte Probennahmekontrollen	
Messtelleneigentümer	Größtenteils wird auf Messstellen zurückgegriffen, die nicht in Landesbesitz sind. Private, gewerbliche und kommunale Betreiber stellen sie für die Probennahme bzw. Beobachtung zur Verfügung.	
Kosten	Die Kosten für Probennahme und Analytik bzw. Beobachtung trägt das Land.	
Datenerfassung und Übermittlung	Die mittels LABDÜS (LABorDatenÜbertragungsSystem) von den chemischen Labors erfassten Analysen werden dem Regieunternehmen per E-Mail übermittelt.	Die Beobachter übersenden Belege mit den eingetragenen Messdaten. Die Erfassung erfolgt durch die LUBW bzw. per Vergabe an Büros.
Datenhaltung	Grundwasserdatenbank (GWDB) der LUBW	Grundwasserdatenbank (GWDB) der LUBW
Datenplausibilisierung und Qualitätssicherung	Statistische und visuelle Plausibilisierungen beim Einlesen der Messwerte, ggf. Gegenmessung von Rückstellproben oder Nachbeprobungen. Weiterhin: Mehrfachbestimmungen, vergleichende Untersuchungen, Analyse von Rückstellproben und Probennahmekontrollen vor Ort	Visuelle Belegprüfungen, Plausibilitätsprüfung beim Einlesen, Kontrolle der Ganglinien, Zeitreihenanalysen



1.3 Organisation des Kooperationsmessnetzes

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

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

Im Jahr 2003 wurde ein weiterer Kooperationsvertrag zwischen dem Land und der Wasserversorgungswirtschaft abgeschlossen, der beinhaltet, dass die Wasserversorgungswirtschaft für jedes Wasserschutzgebiet Konzentrationswerte zu Nitrat und Pflanzenschutzmitteln (PSM) für die im Rahmen der SchALVO notwendigen Wasserschutzgebiets-Einstufungen 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 27.03.2009 Nitrat-Daten von 3.700 Nitratanalysen zu 1.572 Messstellen in Trinkwasserschutzgebieten als Kooperationsbeitrag zur Verfügung. Davon sind 220 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 1.572 Messstellen gehen im vorliegenden Bericht ausschließlich in die Auswertungen des Teilkapitels „Nitrat in Wasserschutzgebieten“ ein.

Als weiteren WVU-Kooperationsbeitrag erhielt die LUBW 7.374 Analysen von einzelnen Pflanzenschutzmitteln zu 412 Messstellen in Trinkwasserschutzgebieten mit 46 Überschneidermessstellen (Stichtag 27.03.2009). Diese „PSM“-

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-Daten zu insgesamt 1.602 Messstellen in Trinkwasserschutzgebieten.

Letztlich konnte die LUBW-Grundwasserdatenbank für das Jahr 2008 zusätzlich zu den von der LUBW betriebenen Landesmessstellen, d.h. ohne Überschneidermessstellen, die PSM- und Nitratanalysen von 1.381 verschiedenen WVU-Messstellen übernehmen.

1.4 Qualitätssicherung im Rahmen des Messnetzbetriebes

1.4.1 QUALITÄTSSICHERUNG STAMMDATEN

Die Stammdaten der rund 2.200 von der LUBW betriebenen Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen werden im Rahmen des laufenden Messbetriebes fortgeschrieben. Gepflegt werden Angaben zu Bauformen, Ausbau, Koordinaten, Probennahmestellen, Betreiberadressen, Ansprechpartnern und den Nutzungen der Aufschlüsse. Insbesondere erfordert nach jeder Beprobungskampagne die Aufarbeitung der von den Probennehmern zu den einzelnen Messstellen zurückgesandten Beprobungsunterlagen die Überprüfung und Aktualisierung der Stammdaten. Diese Aktualisierung muss zeitnah erfolgen, damit bei der folgenden Kampagne verlässliche Angaben für die Probenahme in Form von automatisch auf der Grundwasserdatenbank erzeugten Messstellen-Infos vorliegen.

1.4.2 QUALITÄTSSICHERUNG PROBENNAHME

Die sachgerechte Probennahme an der richtigen Messstelle wird sichergestellt, indem dem Probennehmer detaillierte Unterlagen und Informationen zu Probennahme und Messstelle als Messstellen-Info bereitgestellt werden. Mittlerweile gibt es in der Grundwasserdatenbank der LUBW Fotodokumentationen zu sämtlichen Landesmessstellen. Messstellenverwechslungen bei der Probennahme werden durch den systematischen Vergleich der Messstellenfotos der aktuellen Probennahme mit älteren Fotos ausgeschlossen.

sen. Informationen von Probennehmern zur Messstelle oder zur Probennahme werden gesichtet und gegebenenfalls auftretende Unstimmigkeiten mit den Probennehmern, den Messstellenbetreibern oder über die zuständigen Vor-Ort-Behörden geklärt. Im Zweifelsfall erfolgen Vor-Ort-Überprüfungen.

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

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

- Der „Leitfaden für Probennahme und Analytik“ der LUBW [LfU 2001], der u. a. die „Anleitung zur Probennahme von Grund-, Roh- und Trinkwasser“ enthält, ist Vertragsbestandteil und bei jeder Probennahme einzuhalten.
- Zu jeder Probennahme werden detaillierte messstellenspezifische 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 Beprobungen 2008 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

Die Grundwasserdatenbank ist Teil des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg und wird als WIBAS-Fachanwendung (WIBAS = Informationssystem Wasser, Immissionsschutz, Boden, Abfall, Arbeitsschutz) routinemäßig bei den Landratsämtern und Stadtkreisen, den vier Regierungspräsidien und der LUBW in Baden-Württemberg eingesetzt. Die Anwendung umfasst alle Messstellendaten und alle Arten von Messwerten aus dem Grundwasserbereich. Gemeinsame verfahrensübergreifende Dienste wie zum Beispiel das integrierte geografische Informationssystem Gistern ermöglichen sowohl schnelle als auch vertiefte Darstellungen von Ergebnissen.

Auch für andere Umweltbereiche dient die Grundwasserdatenbank als Entwicklungsbasis. Das neue Trinkwasserinformationssystem (TrIS) der Chemischen und Veterinäruntersuchungsämter des Landes sowie die Fortentwicklung für den Einsatz bei Deponiebetreibern und Abfallwirtschaftsbetrieben (GWDB+D) sind nur einige Beispiele hierfür.

Die Auslieferung des JAVA-Programms an die beteiligten Dienststellen erfolgt einmal jährlich, die neue Version 3.4.0 im Jahr 2009 wiederum im Mai.

Folgende Funktionalitäten wurden 2008 als Schwerpunktthemen umgesetzt:

- Detaillierung und Produktionsbetrieb der Auftragsverwaltung: Planung und Verwaltung der an Probennehmer und chemische Laboratorien vergebenen Leistungen zur Organisation des Messnetzbetriebs,
- Sammeleinstufung zur Nitratklassifizierung von Wasserschutzgebieten im Rahmen der Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung „SchALVO“,
- Programm zur automatisierten Erstellung der CD-Veröffentlichung „Elektronischer Jahresdatenkatalog Grundwasser“,
- Verfeinerung der Prüfmechanismen beim Messwerteimport, systematische Korrektur von Messwerten.

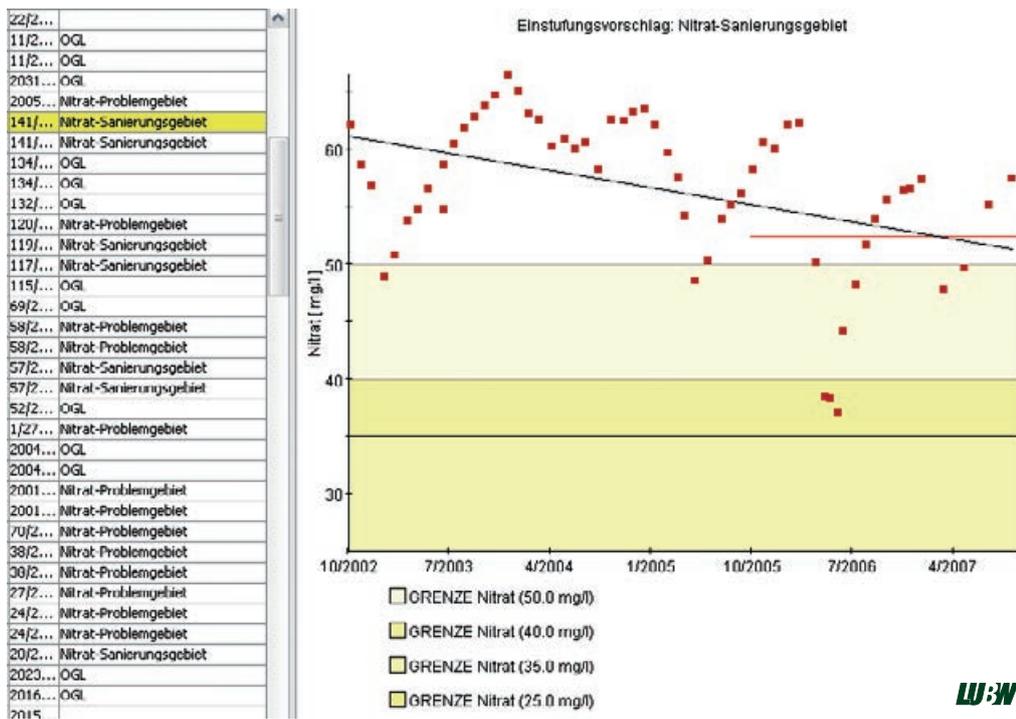


Abb. 1.5-1: SchALVO-Sammeleinstufung.

Die Themen SchALVO-Sammeleinstufung sowie der Jahresdatenkatalog Grundwasser werden nachfolgend näher erläutert.

1.5.1 SCHALVO-SAMMELEINSTUFUNG

Im Rahmen der SchALVO-Bestimmungen (Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung) klassifizieren die Stadt- und Landkreise die Wasserschutzgebiete periodisch hinsichtlich der dort vorliegenden Nitratkonzentrationen in Normal-, Problem- und Sanierungsgebiete. Zur Gewinnung der hierfür erforderlichen Messwerte wurde ein Messnetz eingerichtet, für das die Wasserversorgungsunternehmen selbst über eine Kooperationsvereinbarung die Datenbasis an Nitrat- und Pflanzenschutzmittelwerten zur Verfügung stellen (Kooperationsmessnetz).

Die in der Grundwasserdatenbank implementierte SchALVO-Sammeleinstufung erstellt automatisiert für den gesamten Amtsbezirk schutzgebietsscharfe Einstufungsvorschläge und dokumentiert diese durch aggregierte Tabellen und Diagramme. Die Sachbearbeiter beim Stadt- und Landkreis verfügen damit über eine schnelle Datenauswertung über Massendiagrammerstellungen zur Verifikation der Einstufungsvorschläge der Grundwasserdatenbank und zur späteren Nachvollziehbarkeit der getroffenen Einstufung.

1.5.2 JAHRESDATENKATALOG GRUNDWASSER

Der Jahresdatenkatalog Grundwasser ist eine webfähige Anwendung, die lokal installiert und über die Standardbrowser, wie Internetexplorer oder Firefox gesteuert werden kann. Ziel ist eine jährliche CD-Veröffentlichung, die die wichtigsten Messwerte aus dem Grundwasserüberwachungsprogramm für Ingenieurbüros, Schulen und die interessierte Öffentlichkeit bereitstellt. Daher wurde besonderes Augenmerk auf eine einfache, sich selbst erklärende Benutzeroberfläche gelegt. Messstellen kann man über Karten oder Listen auswählen, die Messwerte und einfache statistische Kenngrößen lassen sich tabellarisch, als Diagramm oder als Bericht ausgegeben.

Zur periodischen oder bedarfsweisen Aktualisierung besteht die Möglichkeit, die erforderlichen Daten aus der Grundwasserdatenbank in entsprechendem Format zu exportieren. Die Erstellung der Master-CD wird dann weitgehend automatisiert durchgeführt. Der Jahresdatenkatalog 1999-2008 erscheint im Jahr 2009 erstmals als Teil des Kurzberichts „Ergebnisse der Beprobung 2008“.

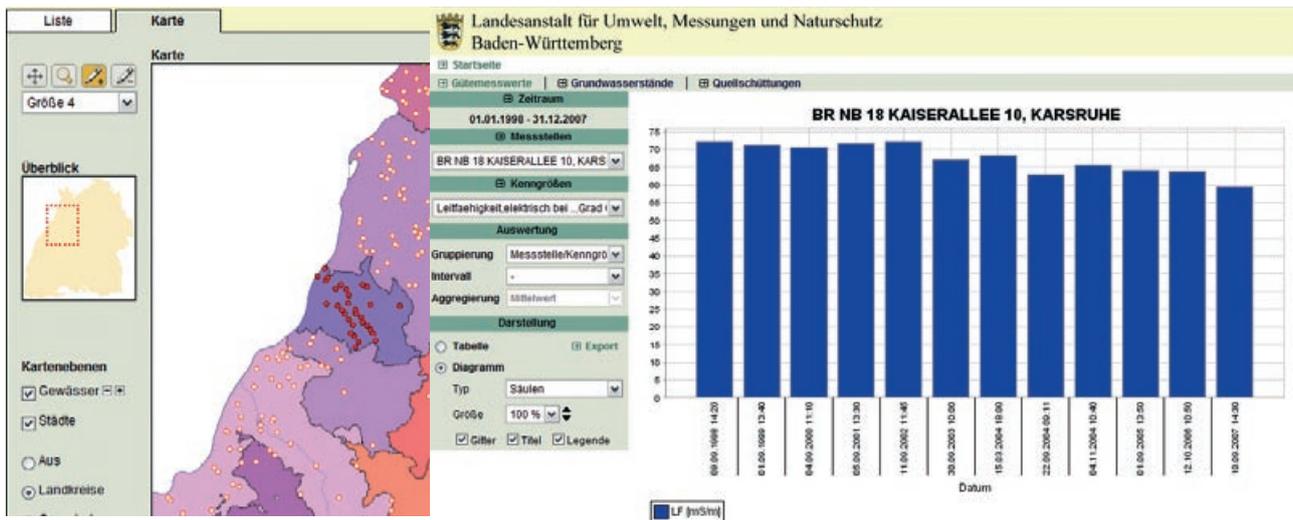


Abb. 1.5-2: Elektronischer Jahresdatenatalog Grundwasser - Messestellenauswahl und Diagramm.



1.5.3 WEITERENTWICKLUNG

Für die Versionsauslieferung im Jahr 2009 wurden folgende Themen als Entwicklungsschwerpunkte umgesetzt:

- GWDB-Editor: Erweiterung des Erfassungswerkzeugs für externe Auftragnehmer: Erfassung von Güte- und Mengemesswerten,
- Optimierung der Zeitreihentestverfahren für neue Messwerte,
- Automatisierte Flurstückszuordnung für Grundwassermessstellen und geothermische Anlagen,
- Automatisierter Ausbauplan unter Berücksichtigung der Ringraumverfüllung, variabler Ausbaudurchmesser und Vorschächten,
- Summendiagramme für Quellschüttungsmesswerte.



Weitere Informationen zur Grundwasserdatenbank können dem neu erschienenen Flyer entnommen werden, der bei der LUBW bezogen werden kann.

Abb. 1.5-3: Flyer zur Grundwasserdatenbank.

2 Das Grundwasser 2008 in Baden-Württemberg

2.1. Hydrologische Situation

Das Jahr 2008 war im Vergleich zu den mittleren Niederschlagsverhältnissen unterdurchschnittlich. Das Flächenmittel der Niederschlagshöhen betrug 2008 in Baden-Württemberg 907 mm, das sind 94 % des Niederschlagsmittelwertes von 1961-1990 (Abbildung 2.1-1).

Innerhalb des Jahres 2008 sind wenige nasse Monate aufgetreten (Abbildung 2.1-2). Die niederschlagsreichen Monate März, April und Oktober reichen nicht aus, um die ansonsten unterdurchschnittlichen monatlichen Niederschlagsmengen mengenmäßig auszugleichen. Die regionalen Unterschiede sind im Jahr 2008 besonders stark ausgeprägt, wobei die DWD-Station am Stuttgarter Flughafen durch einen untypischen Jahresverlauf auffällt. Im baden-württembergischen Flächenmittel folgen auf die zu Jahresbeginn geringen Niederschlagsmengen

bis Februar deutlich überdurchschnittliche Verhältnisse im März und April 2008. Im anschließenden Jahresverlauf sind mit Ausnahme des Oktobers und bereichsweise ebenfalls des Monats August durchweg unterdurchschnittliche Niederschläge zu beobachten. Nach dem nassen Oktober mit 100 mm für Baden-Württemberg – das sind 149 % des Monatsmittelwerts – entsprechen die Niederschlagsmengen zum Jahresende deutlich unterdurchschnittlichen Verhältnissen.

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.

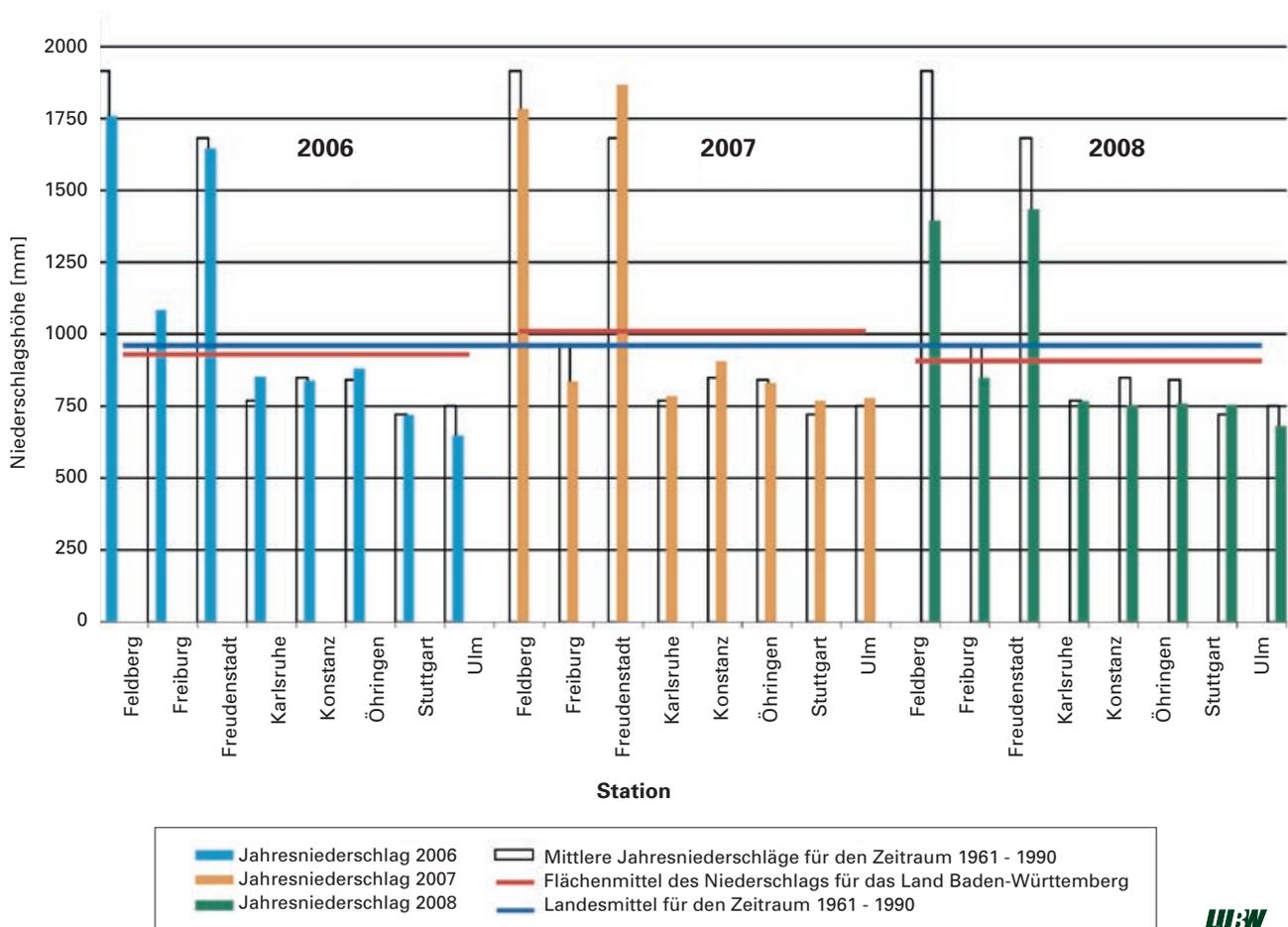
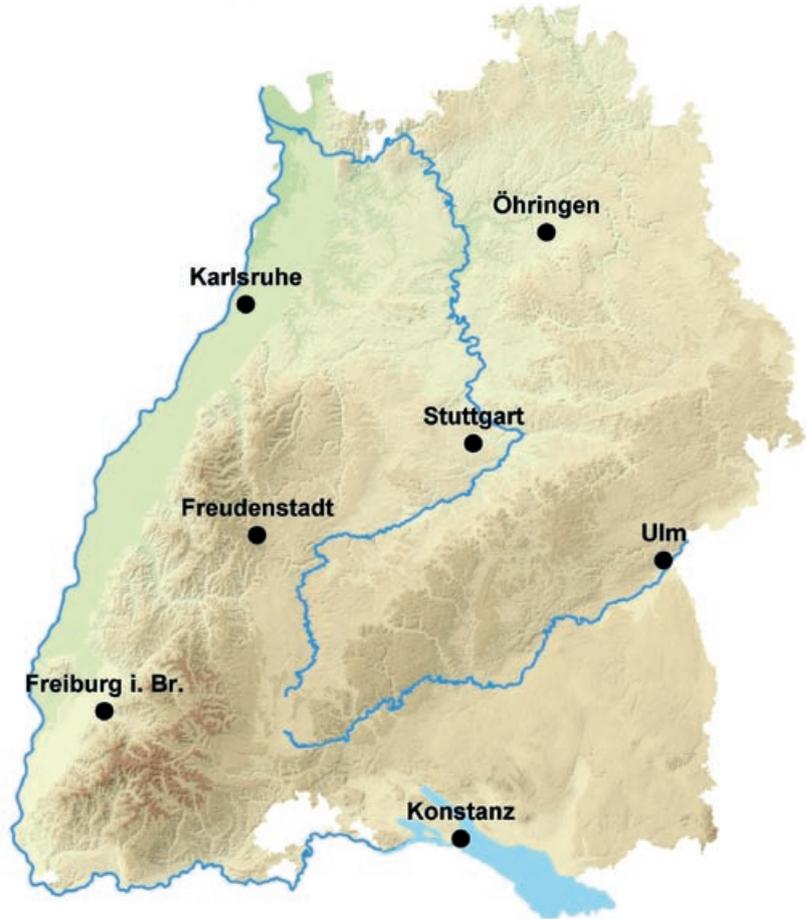
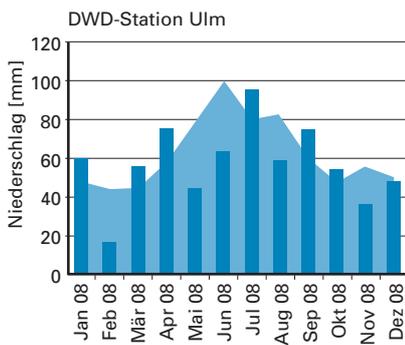
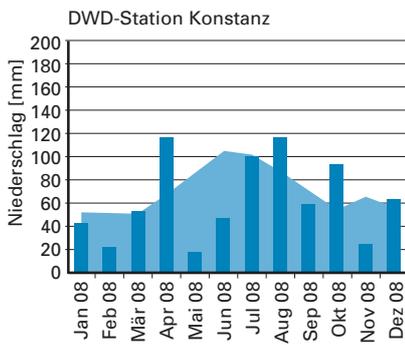
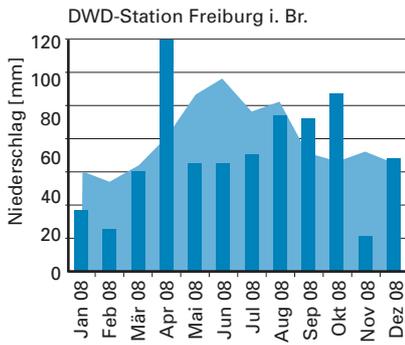
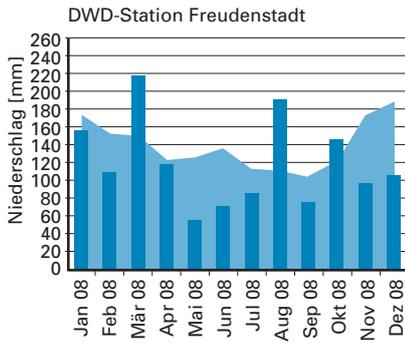
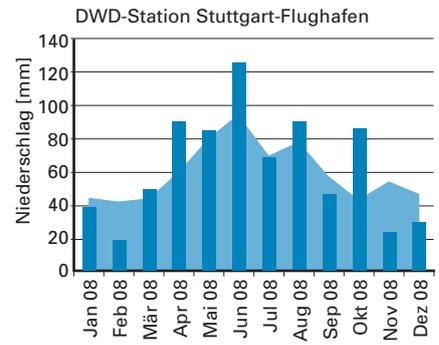
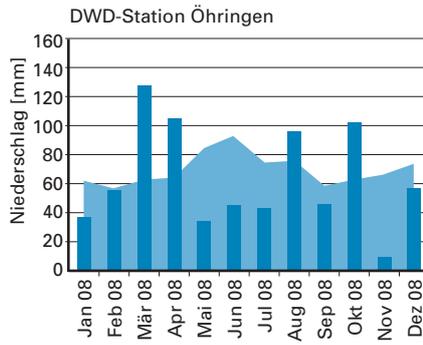
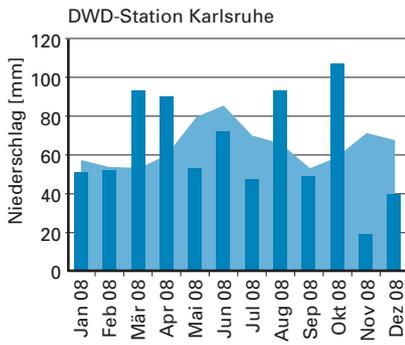


Abbildung 2.1-1: Jahresniederschläge an ausgewählten DWD-Stationen in Baden-Württemberg in den Jahren 2006, 2007 und 2008 im Vergleich zu den langjährigen Mitteln (Quelle: DWD).



■ Mittlere Monatsniederschlagssummen [mm] (1961-1990)
■ Monatliche Niederschlagssummen 2008 [mm]

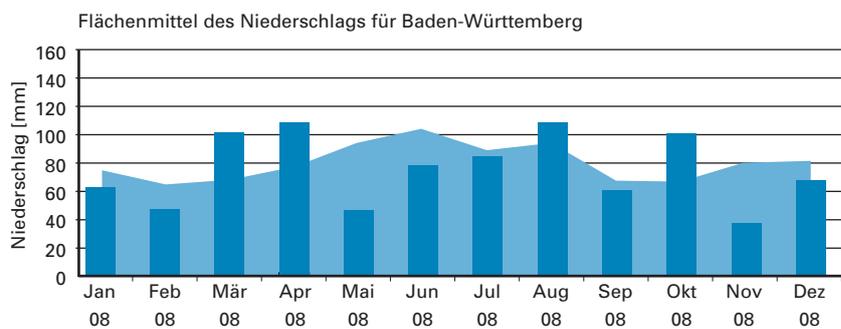


Abbildung 2.1-2: Monatliche Niederschlagshöhen an ausgewählten DWD-Stationen in Baden-Württemberg im Jahr 2008 im Vergleich zu den langjährigen Monatsmitteln (Quelle: DWD).

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 die niedrigere 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. Der Vergleich der Niederschlags- und Sickerwassermengen der Lysimeter Aitrach-Oberhausen, Lahr und Rielasingen mit dem Grundwasserstand an benachbarten Messstellen zeigt, dass ein Zufluss zum Grundwasser und ein Anstieg des Grundwasserstands in erster Linie von den Winterniederschlägen 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 Winterhalbjahr 2007 / 2008. Die unterdurchschnittlichen Niederschläge im Monat Februar haben kurzzeitige Abnahmen der Sickerate und der Grundwasserstände bewirkt und sind durch die starken März- und Aprilniederschläge kompensiert worden. Die unterdurchschnittlichen Niederschläge in Mai und Juni haben für einen raschen Rückgang der Versickerungen im Sommer und dadurch für rückläufige Grundwasserstände gesorgt. Im Jahr 2008 waren dadurch bereichsweise lange Ausfallzeiten der Sickerung und eine geringe Grundwasserneubildung zu beobachten. Die Neubildung bewegt sich zum Jahresende 2008 auf langjährig mittlerem Niveau. Die Jahresgänge der Sickerwassermengen entsprechen 2008 somit in etwa der erwartungsgemäßen Dynamik. Überdurchschnittliche Sommerniederschläge haben bereichsweise Versickerungen im September ausgelöst. Im Beprobungszeitraum 2008 sind somit Auswaschungseffekte möglich.

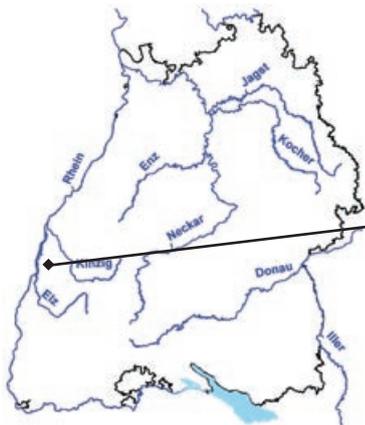
Zur Charakterisierung der Sickerungsverhältnisse sind Monatssummen der Niederschläge und Versickerungsmengen an ausgewählten amtlichen Lysimeterstationen und die zugehörigen Grundwasserstände an Referenzmessstellen im Vergleich zu 20-jährigen Monatsmittelwerten dargestellt (Abbildung 2.2-1).

2.3 Die Grundwasservorräte 2008 in Baden-Württemberg

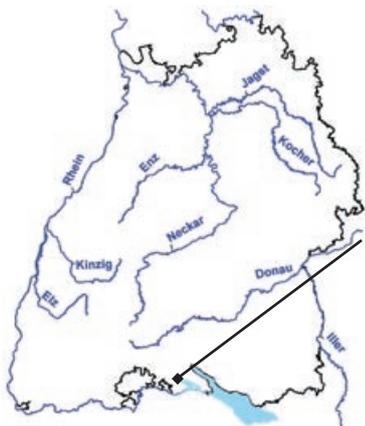
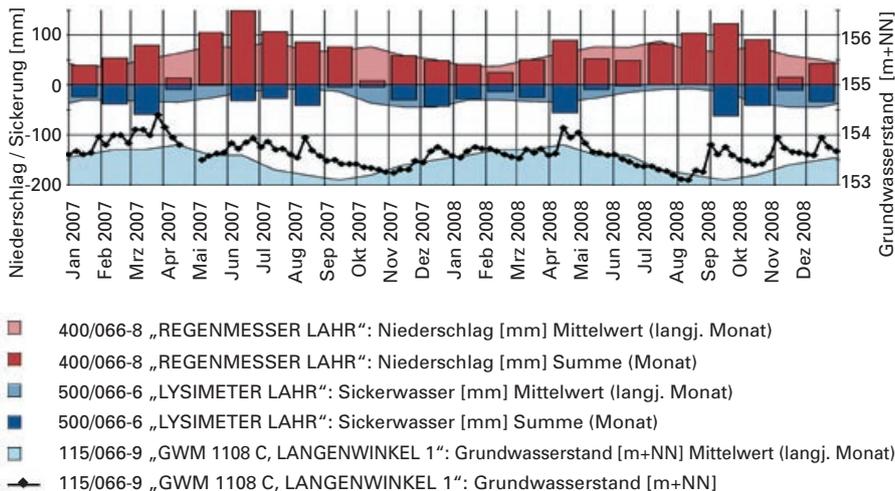
2.3.1 DATENGRUNDLAGE UND ALLGEMEINE ZUSTANDSBESCHREIBUNG

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 der landesweiten Grundwasservorräte gegeben und die im Jahr 2008 beobachteten Tendenzen dargestellt.

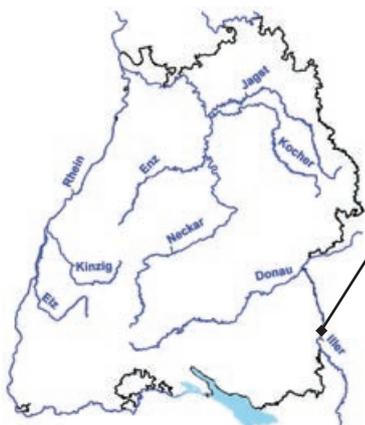
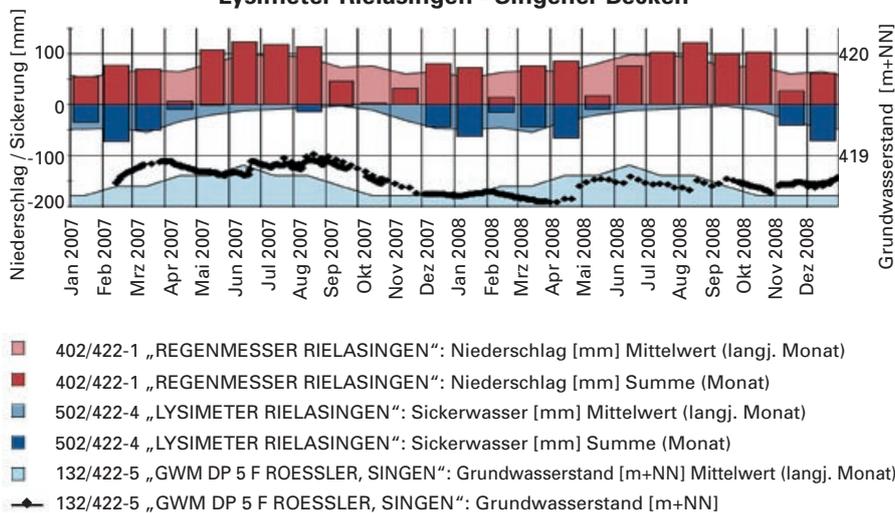
Das quantitative Grundwassermessnetz von Baden-Württemberg wird seit 1913 betrieben. Es ist für die re-



Lysimeter Lahr - Südlicher Oberrhein Graben



Lysimeter Rielasingen - Singener Becken



Lysimeter Aitrach-Oberhausen - Illertal

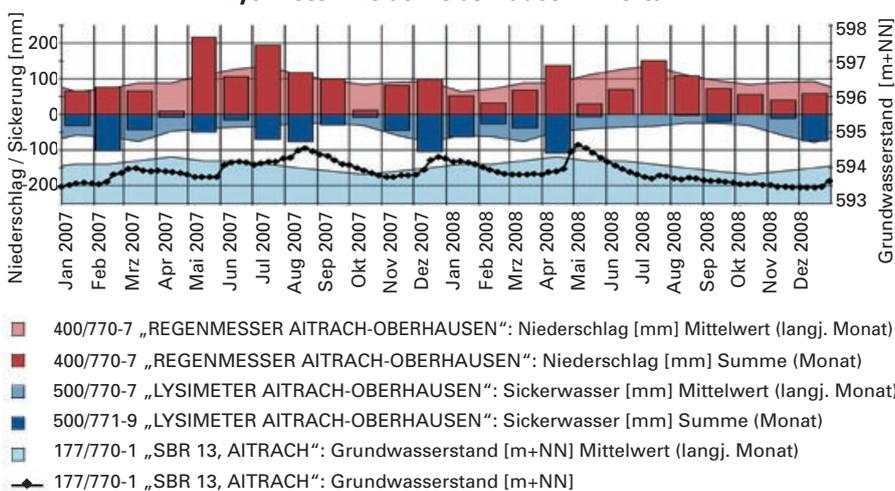


Abbildung 2.2-1: Niederschlag, Sickerung und Grundwasserstand an ausgewählten Lysimeteranlagen in den Jahren 2007 und 2008.

gionale 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, so genannter Trendmessstellen, durchgeführt.

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

Zum Jahresende 2007 bewegten sich die Grundwasserstände und Quellschüttungen in vielen Gegenden im oberen Normalbereich. Diese überdurchschnittlichen Verhältnisse hielten bis in den Mai 2008 an. Die Grundwasservorräte waren anschließend witterungsbedingt rückläufig und pendelten sich im weiteren Jahresverlauf auf ein durchschnittliches Niveau ein. Zum Jahresende 2008 entsprachen die Grundwasserstände und Quellschüttungen den vieljährigen Mittelwerten. 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 2008 im mehrjährigen Vergleich (20 Jahre) durchgeführt. Darüber hinaus wurden die jeweiligen Entwicklungstendenzen (lineare Trends aus 20 Beobachtungsjahren) ausgewertet. Die Ergebnisse sind in Abbildung 2.3-1 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 Entwicklung der Grundwasserstände in **Hochrhein, Wiesental** und **Klettgau** war im Jahr 2008 unauffällig – abgesehen von kurzen Anstiegen im Frühjahr und Herbst (Messstelle 0160/223-0 in Abb. 2.3-2). Die 20-jährigen Trends sind ausgeglichen bis schwach steigend.

Im Bereich des **südlichen Oberrheins** bewegten sich die Grundwasserstände im Jahr 2008 unauffällig auf mittlerem Niveau. Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist leicht steigend (Messstelle 0025/021-0 in Abb. 2.3-1).

Im Bereich des **mittleren Oberrheins** erreichten die Grundwasserstände zu Jahresbeginn die Obergrenze des Normalbereichs. Nach dem niederschlagsbedingten Rückgang im Frühjahr ist der weitere Jahresverlauf unauffällig auf mittlerem Niveau. Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist überwiegend ausgeglichen (Messstelle 0124/163-8 in Abb. 2.3-1).

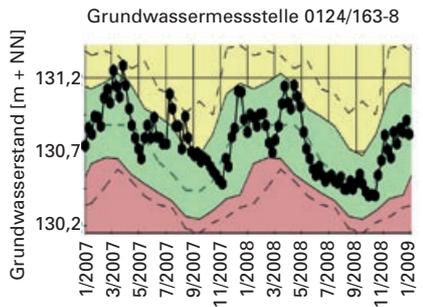
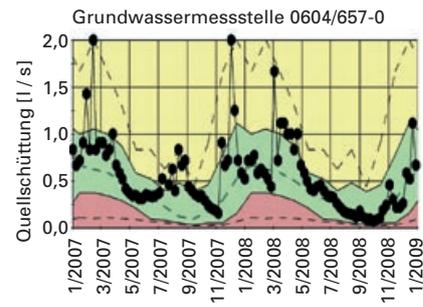
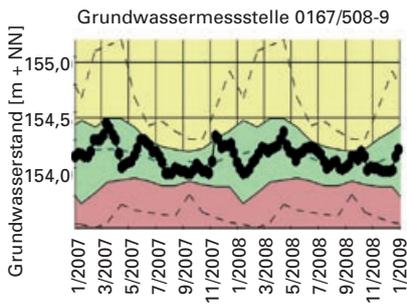
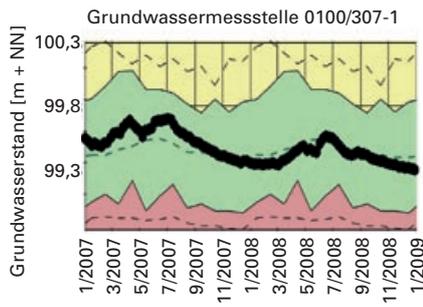
Die Grundwasserstände im **nördlichen Oberrhein** haben im Jahr 2008 innerhalb des Normalbereichs kaum geschwankt (Messstelle 0100/307-1 in Abb. 2.3-1). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist leicht steigend.

Die Grundwasserstände im **Singener Becken** bewegten sich im Jahr 2008 unauffällig im Normalbereich. (Messstelle 0101/372-4 in Abb. 2.3-1). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgewogen.

Die starken Grundwasserstandsschwankungen in den quartären Talfüllungen des **Donautals** spielten sich mit kurzzeitigen Ausnahmen innerhalb des Normalbereichs ab. Zum Jahresende 2008 sind leicht erhöhte Verhältnisse zu verzeichnen. (Messstelle 0101/320-1 in Abb. 2.3-2). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Nach zu Jahresbeginn 2008 mittleren Grundwasserverhältnissen hatten die starken Frühjahrsniederschläge kurzfristige Anstiege der Grundwasserstände im **Illertal** und im Bereich der **Leutkircher Heide** auf ein überdurchschnittliches Niveau angehoben. Darauf folgte ein Rückgang z.T. bis unterhalb des Normalbereichs (Messstelle 0111/769-0 in Abb. 2.3-1). Die 20-jährigen Trends sind rückläufig.

Im **Rißtal** sowie im **Argendelta** entwickelten sich die Grundwasservorräte nach dem kurzzeitigen Anstieg im Mai



- Messwerte
- - - Langjährige Monatsextrema
- Langjähriger Monatsmedian
- Hohe Grundwasservorräte
- Niedrige Grundwasservorräte
- Normalbereich

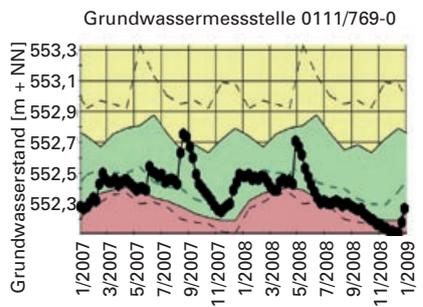
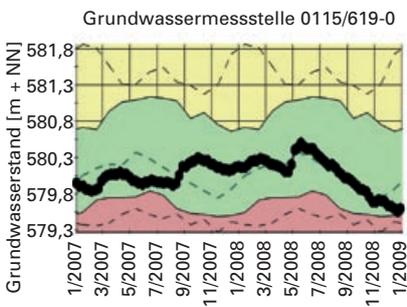
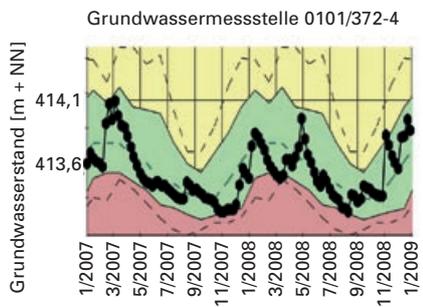
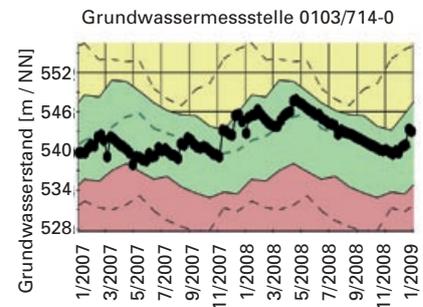
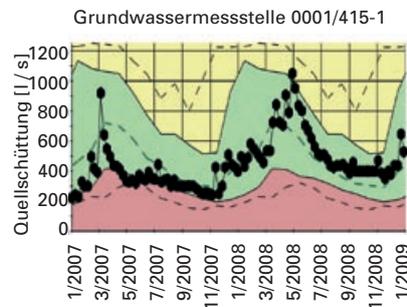
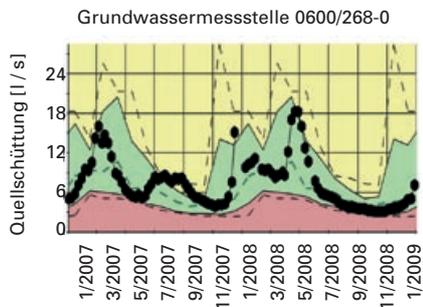
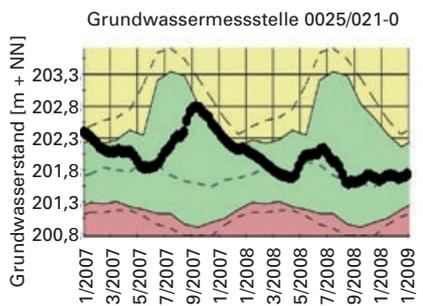
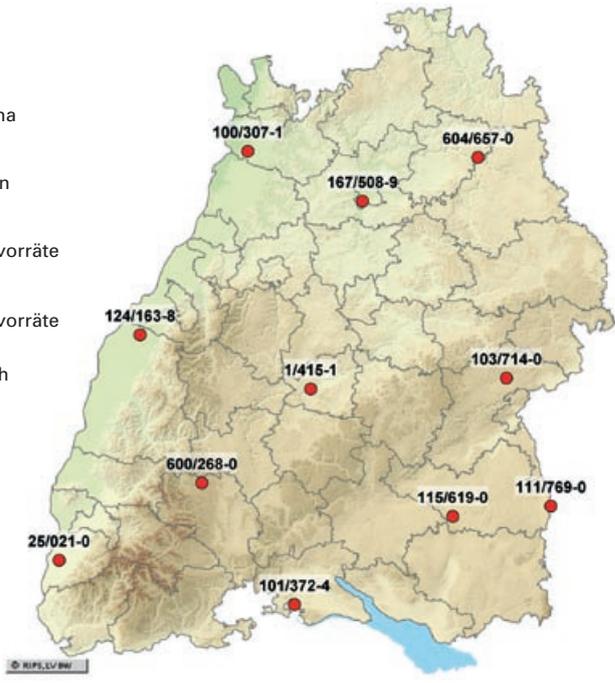


Abbildung 2.3-1: Grundwasserstand/Quellschüttung und zugehöriger Normalbereich aus 20 Beobachtungsjahren an ausgewählten Grundwasser-messstellen in den Jahren 2007 und 2008.

2008 rückläufig und bewegten sich zum Jahresende an der Untergrenze des Normalbereichs (Messstelle 0115/619-0 in Abb. 2.3-1). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist überwiegend steigend.

Die insgesamt ausgeglichenen Niederschlagsverhältnisse im Jahr 2008 hatten im Karstaquifer der Schwäbischen Alb ausgewogene Grundwasserverhältnisse auf mittlerem Niveau zur Folge. Grundwasserstände und Quellschüttungen bewegten sich im Jahresverlauf unauffällig (Messstelle 0103/714-0 in Abb. 2.3-1). Die 20-jährigen Trends sind schwach steigend.

Die Grundwasserstände im Lockergestein des mittleren Neckarraumes bewegten sich im Jahr 2008 dauerhaft im Bereich der langjährigen Erfahrungswerte auf Durchschnittsniveau (Messstelle 0167/508-9 in Abb. 2.3-1).

Die Quellschüttungen in Bereich der Oberen Gäue verliefen im gesamtem Jahresverlauf 2008 im oberen Normalbereich (Messstelle 0001/415-1 in Abb. 2.3-1). Die langjährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Die Quellschüttungen in den Festgesteinen von Nordwürttemberg stiegen in der ersten Jahreshälfte 2008 auf

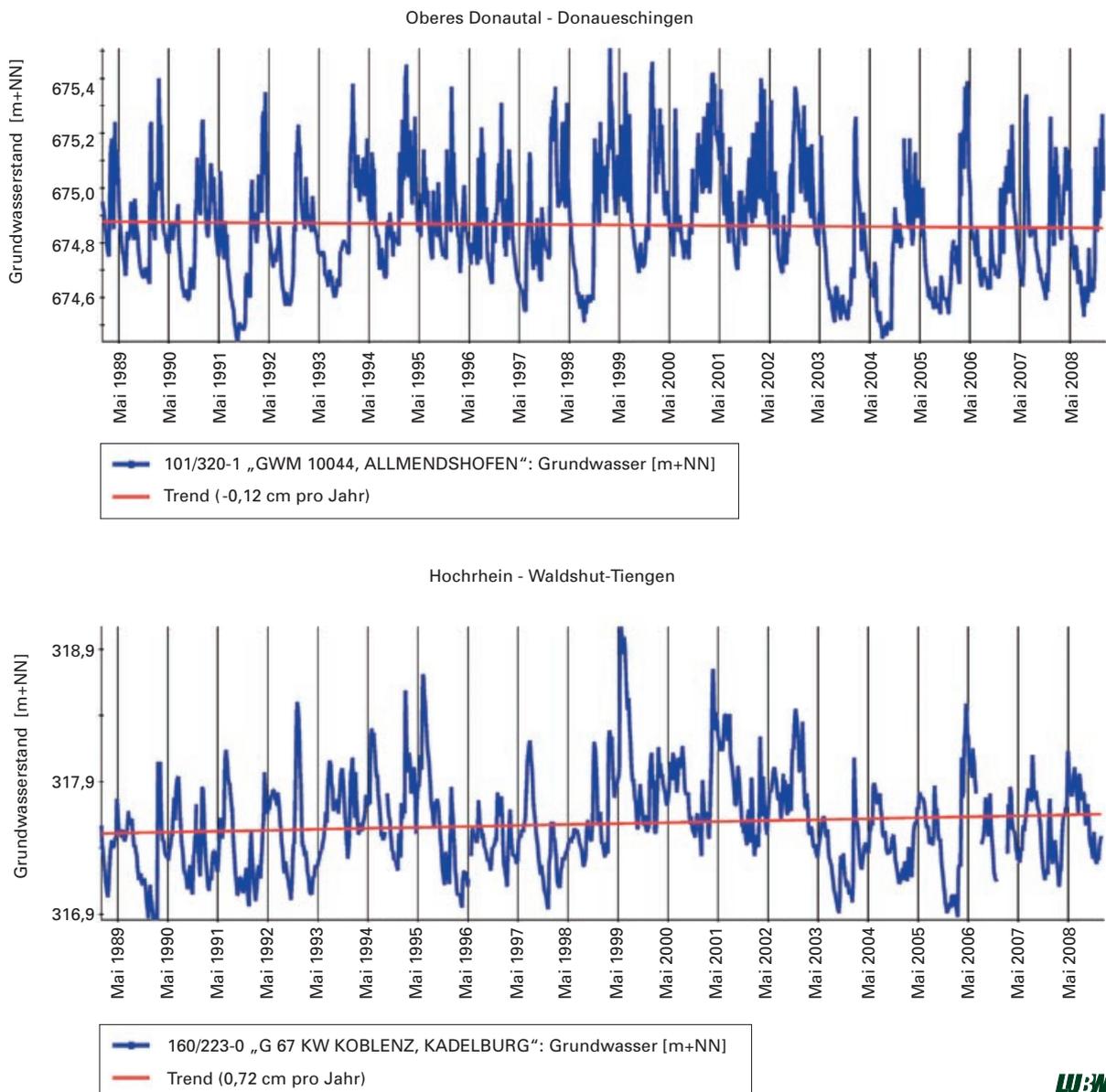
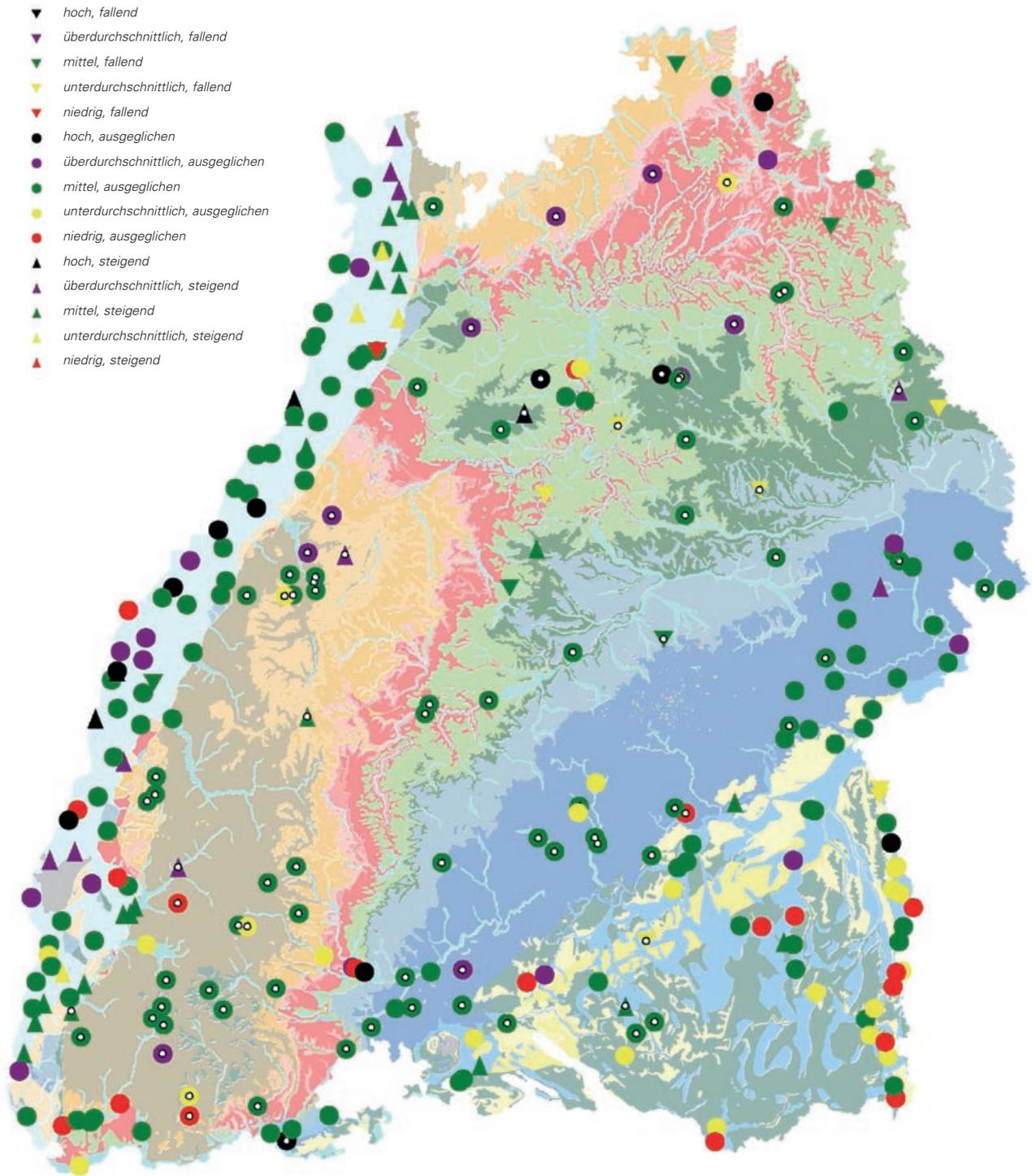


Abbildung 2.3-2: Ganglinien ausgewählter Grundwasserstandsmessstellen mit Trendbetrachtung (1989-2008).





Hydrologische Einheit

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Quartäre Becken- und Moränensedimente (GWG) ■ Quartäre/Pliozäne Sande und Kiese im Oberrheingraben (GWL) ■ Fluvioglaziale Kiese und Sande im Alpenvorland (GWL) ■ Jungquartäre Flusskiese und Sande (GWL) ■ Junge Magmatite (GWG) ■ Tertiär im Oberrheingraben (GWG) ■ Obere Meeresmolasse (GWL/GWG) ■ Übrige Molasse (GWG) ■ Oberjura (Schwäbische Fazies) (GWL) ■ Oberjura (Raurasische Fazies) (GWL) | <ul style="list-style-type: none"> ■ Mittel- und Unterjura (GWG) ■ Oberkeuper und oberer Mittelkeuper (GWL/GWG) ■ Gipskeuper und Unterkeuper (GWL/GWG) ■ Oberer Muschelkalk (GWL) ■ Mittlerer Muschelkalk (GWG) ■ Unterer Muschelkalk (GWL) ■ Oberer Buntsandstein (GWL/GWG) ■ Mittlerer und Unterer Buntsandstein (GWL) ■ Paläozoikum, Kristallin (GWG) ■ Trias, undifferenziert (GWL/GWG) |
|--|---|



Abbildung 2.3-3: Charakterisierung der mittleren Grundwasserverhältnisse im Jahr 2008 und des Trendverhaltens im Zeitraum 1989-2008 (Hintergrunddarstellung: Hydrogeologische Einheiten).

grund der starken Frühjahrsniederschläge bis oberhalb der Normalbereichsgrenzen kurzfristig an. Der weitere Jahresverlauf entsprach den langjährigen Verhältnissen (Messstelle 0604/657-0 in Abb. 2.3-1). Die langjährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen bis leicht steigend.

Die Schwarzwaldquellen verfügen über kleinräumige Einzugsgebiete und weisen ausgeprägte, niederschlagsbedingte Schüttungsschwankungen auf. Die starken Niederschlagsmengen im April und Herbst 2008 haben Schüttungsanstiege bewirkt, teilweise bis oberhalb des Normalbereichs. Die Schüttungsdynamik ist im Jahresverlauf 2008 ansonsten insgesamt unauffällig. Im Jahresmittel liegen überwiegend mittlere Verhältnisse vor (Messstelle 0600/268-0 in Abb. 2.3-1).

Insgesamt beobachtet man bei den Grundwasserständen und Quellschüttungen im Jahr 2008 überwiegend durchschnittliche Verhältnisse. Die starken Frühjahrsniederschläge haben landesweit steile Anstiege der Grundwasservorräte auf ein deutlich überdurchschnittliches Niveau bewirkt. Der weitere Jahresverlauf entsprach den vieljährigen Verhältnissen. 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 und in die drei Nitratklassen gemäß SchALVO: Normal-, Problem- und Sanierungsgebiet.

Der LUBW wurden bis zum Stichtag 27.03.2009 insgesamt 3.700 Nitratwerte von 1.572 Messstellen in Wasserschutzgebieten übermittelt, davon befinden sich 220 Messstellen im Landesmessnetz (Überschneidermessstellen). Somit wird die Gesamtdatenbasis des Landesmessnetzes zu Ni-

trat durch den Kooperationsbeitrag durch zusätzlich 1.352 Messstellen ergänzt. Dies sind etwa 650 Messwerte mehr und 300 Messstellen weniger als 2007. Hintergrund dafür ist, dass im Gegensatz zu den Vorjahren von der Grundwasserdatenbank Wasserversorgung nicht nur Werte bis Dezember 2008 geliefert wurden, sondern auch schon die Februarwerte 2009. Die geringere Messstellenanzahl erklärt sich daraus, dass für gering nitratbelastete Messstellen in Wasserschutzgebieten der Nitratklasse 1 nur alle drei Jahre die Nitratkonzentrationen zu ermitteln ist und dies im Jahr 2008 nicht der Fall war.

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

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

2.4.1 NITRAT IM GRUNDWASSERBESCHAFFENHEITSMESSENETZ DER LUBW (LANDESMESSENETZ)

Die LUBW unterhält ein landesweites Messnetz, das durch die flächendeckende Messstellenverteilung repräsentative Aussagen zur Gesamtsituation der Grundwasserbeschaffenheit des Landes erlaubt. Im Herbst 2008 wurde das Grundwasser von 1.874 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

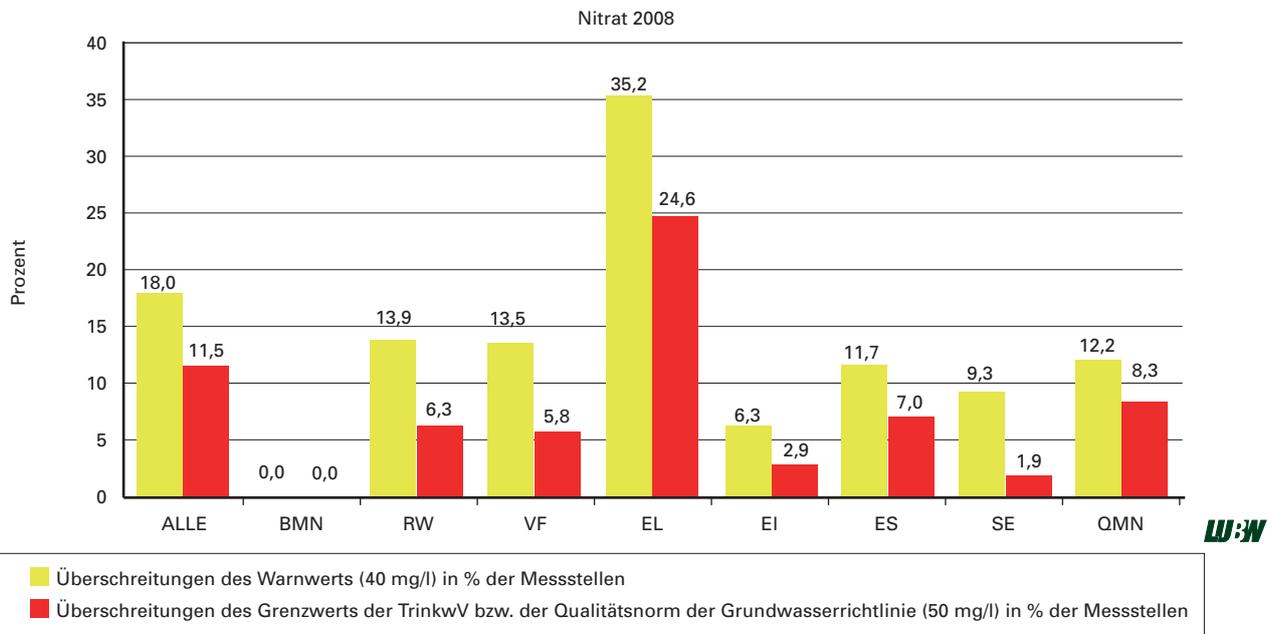


Abbildung 2.4-1: Prozentualer Anteil der Messstellen mit Überschreitungen des Warnwerts des Grundwasserüberwachungsprogramms und des Grenzwerts der TrinkwV bzw. Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie im Gesamtmessnetz und in den Teilmessnetzen 2008 (Datenbasis: nur Landesmessstellen, Abk. s. Anhang A1).

aufgelistet sind, zeigen, dass das allgemeine Konzentrationsniveau der Nitrat-Belastung nach wie vor relativ hoch ist.

Im Jahr 2008 lag die Überschreitungshäufigkeit des Warnwertes des Grundwasserüberwachungsprogramms von 40 mg/l bei 18,0 % und des Grenzwerts der TrinkwV bzw. Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie von 50 mg/l bei 11,5 % der Messstellen des Landesmessnetzes (Abb. 2.4-1). Das Maximum beträgt 172 mg/l.

Die Beiträge der verschiedenen Messstellengruppen zur Gesamtbelastung sind wie in den Vorjahren sehr unterschiedlich, wobei die Reihenfolge der Teilmessnetze nach ihrer Überschreitungshäufigkeit unverändert ist. So ergibt sich beispielsweise für das Basismessnetz (BMN) ein unterdurchschnittliches Belastungsniveau, während die Emittentenmessstellen Landwirtschaft (EL) mit einem im

Vergleich großen Anteil an Messstellen mit hohen Nitratbelastungen ein überdurchschnittliches Belastungsniveau (Abb. 2.4-1) aufweisen.

Die Abnahmen der Überschreitungshäufigkeiten von 40 bzw. 50 mg/l im gesamten Landesmessnetz gegenüber 2007 basieren - mit Ausnahme des Basismessnetzes - auf Abnahmen in nahezu allen einzelnen Teilmessnetzen. Bei den Emittentenmessstellen Landwirtschaft und Siedlungen (EL, ES) beträgt der Rückgang jeweils etwa 0,5 %. Im Teilmessnetz „Landwirtschaft“ (EL), dem mit ca. 617 untersuchten Messstellen größten Teilmessnetz, ergibt sich eine Abnahme der Messstellenanzahl mit Nitratkonzentrationen über 50 mg/l von 25,0 % im Herbst 2007 auf 24,6 % im Jahr 2008. Die statistischen Kennzahlen des Gesamtmessnetzes sowie der Teilmessnetze Landwirtschaft (EL), Siedlungen (ES), Rohwasser (RW) und des Basismessnetzes (BMN) zeigt Tabelle 2.4-1.

Tabelle 2.4-1: Statistische Kennzahlen Nitrat 2008 (Abkürzungen siehe Anhang A1).

	Landes-Messnetz	EL	ES	RW	BMN
Anzahl der Messstellen	1.874	617	359	158	107
Mittelwert in mg/l	24,0	34,0	22,0	21,2	8,0
Medianwert in mg/l	19,0	30,3	18,4	18,0	7,4
Überschreitungen des Warnwerts (40 mg/l) in % der Messstellen	18,0	35,2	11,7	13,9	0,0
Überschreitungen des Grenzwerts der TrinkwV bzw. der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie (50 mg/l) in % der Messstellen	11,5	24,6	7,0	6,3	0,0

LUBW

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, das obere Wutachgebiet zwischen Blumberg und Stühlingen, die Region um Forchheim und Weisweil nördlich des Kaiserstuhls, das Gebiet um Neuried im Ortenaukreis, Teile des Landkreises Schwäbisch Hall und den östlichen Ostalbkreis (Abb. 2.4-2).

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

flussfaktoren Landnutzung in 16 Klassen und Hydrogeologie („Oberflächennahe Aquifere“) in 21 Klassen berücksichtigt werden. Tiefe Messstellen wurden ausgeschlossen. Abbildung 2.4-3 zeigt die Hauptbelastungsgebiete. Angegeben sind die Konzentrationen der Rasterelemente (300 m x 300 m). Durch die räumliche Integrationswirkung werden dabei die punktuellen Extremwerte an den Messstellen nicht erreicht.

2.4.1.3 KURZFRISTIGE VERÄNDERUNGEN (VERGLEICH ZU DEN VORJAHREN)

Da im Herbst 2007 und 2008 etwa 200 Messstellen weniger als in den Vorjahren beprobt wurden, wurden die statistischen Kennwerte der Vorjahre neu berechnet. Datenbasis waren die im Herbst 2008 auf Nitrat untersuchten 1.874 Messstellen. Bei den wichtigsten summarischen Statistiken sind im gesamten Landesmessnetz im Vergleich zum Vorjahr starke Abnahmen festzustellen (Tab. 2.4-2).

Vergleicht man die Ergebnisse der Beprobungskampagne Herbst 2008 mit den nachberechneten aus dem Herbst 2007, so hat sich im Mittel die Nitratbelastung des Grundwassers von durchschnittlich 25,1 mg/l um 1,1 mg/l auf 24,0 mg/l deutlich erniedrigt. Im Jahr 2005 lag sie bei 24,5 mg/l. Auch die Überschreitungquote des Werts von 50 mg/l ist gesunken. Während 2007 der Anteil an Landesmessstellen mit Nitratgehalten über 50 mg/l bei 12,2 % lag, zeigen die Auswertungen für 2008 11,5 %. Das Belastungsniveau 2008 entspricht in etwa dem der Jahre 2003/2004 und liegt damit sogar unterhalb der Situation 2002.

An 1.761 Messstellen des Landesmessnetzes liegen Nitrat-Messwerte sowohl für Herbst 2007 als auch für Herbst 2008 vor. Der direkte Vergleich der einzelnen Messstellen zeigt, dass 641 Zunahmen des Nitratwertes, 987 Messstellen mit Abnahmen gegenüberstehen. Damit überwiegen die Ab-

Tabelle 2.4-2: Statistische Kennzahlen der Nitratdaten von 2008 im Vergleich zu den Vorjahren (Vorjahre neu berechnet s. Text.).

Landesmessnetz	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002
Anzahl der Messstellen	1.874	1.761	1.823	1.851	1.839	1.819	1.832
Mittelwert in mg/l	24,0	25,1	24,6	24,5	23,8	24,2	25,1
Medianwert in mg/l	19,0	19,8	19,7	19,7	18,3	18,4	20,0
Überschreitungen des Warnwerts (40 mg/l) in % der Messstellen	18,0	18,8	18,3	17,6	17,7	18,7	19,7
Überschreitungen des Grenzwerts der TrinkwV bzw. der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie (50 mg/l) in % der Messstellen	11,5	12,2	11,4	11,2	10,8	11,3	11,8

LUBW

Nitrat

Beprobung 2008

Werte in mg/l

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

Alle Messnetze
1.874 Messstellen

Grenzen:

- Land, Regierungsbezirk
- Stadt-/Landkreis

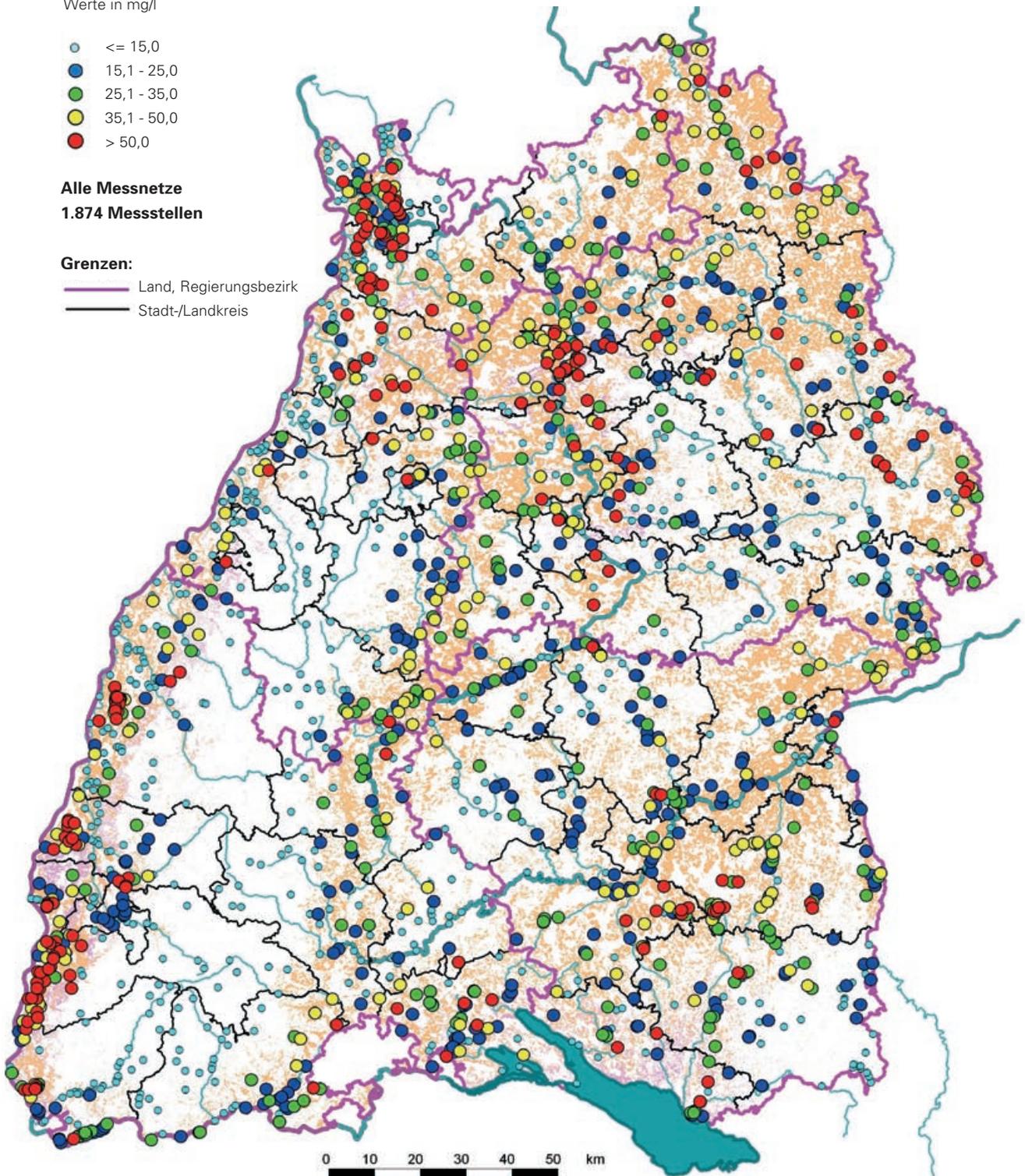
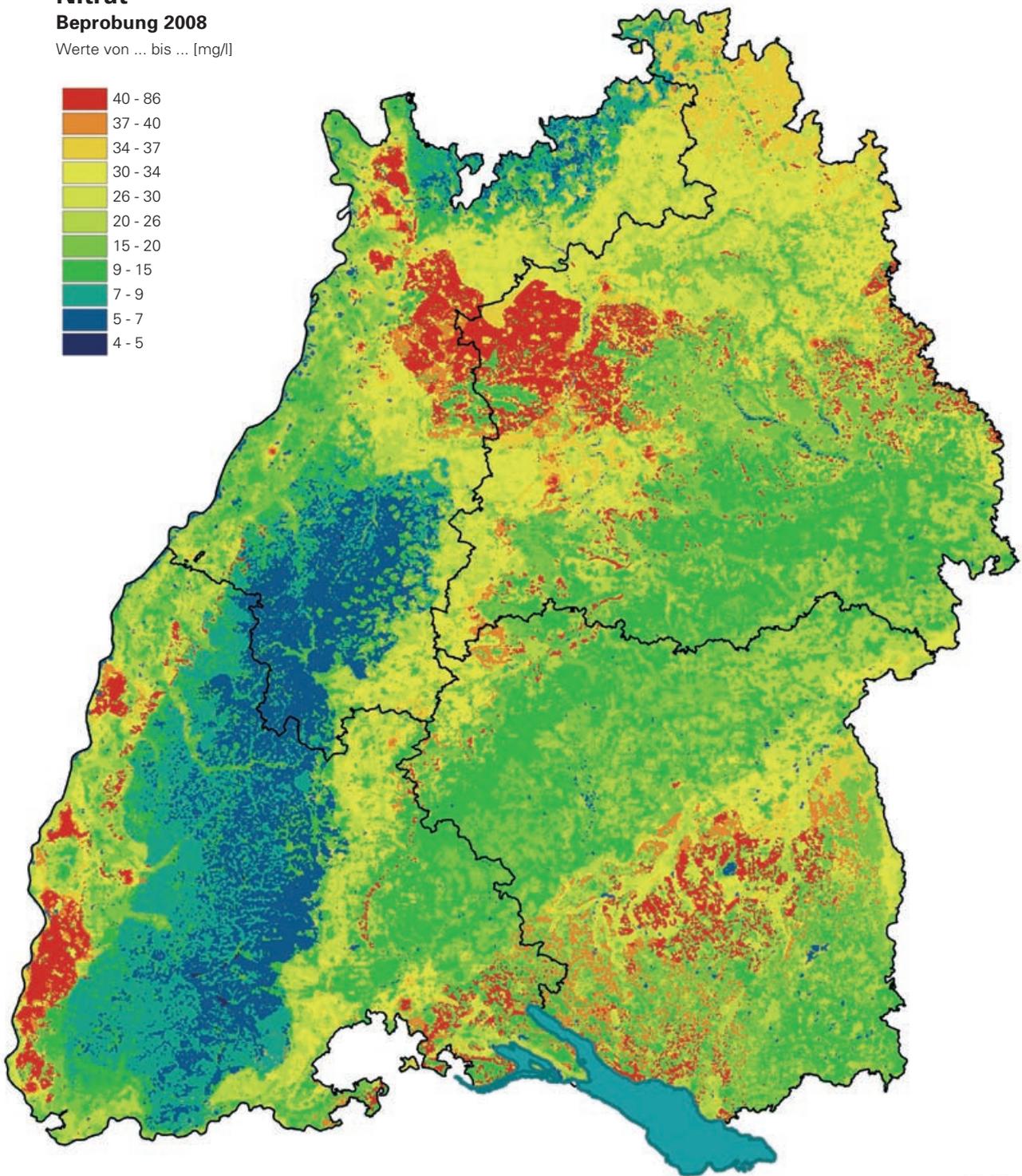
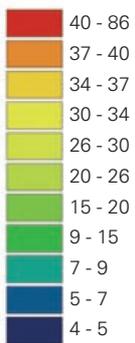


Abbildung 2.4-2: Nitratgehalte 2008: Landesmessstellen mit Landnutzungsarten im Kartenhintergrund, braune Flächen: Ackerbau; violette Flächen: Weinbau.

Nitrat Beprobung 2008

Werte von ... bis ... [mg/l]



LUBW

Abb. 2.4-3: Verteilung Nitratgehalte 2008 im oberflächennahen Grundwasser, regionalisierte Darstellung nach der Methode Simple Updating mit den Zusatzinformationen Landnutzung 2000 und Aquifere, nur oberflächennaher Messstellen
Anmerkung: dargestellt sind 1.403 von insgesamt 1.874 Landesmessstellen, da ein Teil der Messstellen in tiefen Aquiferen verfiltert ist oder für Messstellen keine Aquifer- oder Landnutzungszuordnung vorliegt.

nahmen mit 56 % gegenüber 36 % Zunahmen. Bei den restlichen 133 Messstellen sind die Nitratwerte im Vergleich zum Vorjahr unverändert.

Teilt man die 1.761 Messwerte aus dem Jahr 2008 in sechs Konzentrationsklassen ein und bildet für jede Klasse den Mittelwert der sich aus den Veränderungen von 2008 im Vergleich zu 2007 ergebenden Differenzen, so erhält man die in Abbildung 2.4-4 dargestellte Grafik.

Nachdem von 2004 auf 2005/2006/2007 die Belastung in vielen Belastungsklassen aufgrund der Nachwirkungen des Trockenjahres 2003 gestiegen war, sind 2008 in allen Belastungsklassen durchweg nur Abnahmen zu beobachten.

Die Auswertung ergibt für die oberste Klasse mit Nitratkonzentrationen über 80 mg/l mit 42 sehr stark belasteten Messstellen eine mittlere Abnahme des Nitratgehaltes um 2,2 mg/l. Dies ist seit 2002 erstmals wieder eine Abnahme in dieser Klasse. Diese kurzfristigen Veränderungen der Nitratgehalte dürfen generell jedoch nicht überbewertet werden, da sie in besonderem Maße von den Einflüssen der Landnutzungs- und Witterungsbedingungen in den jeweiligen Jahren beeinflusst sind.

Die regionale Verteilung der Messstellen mit zu- bzw. abnehmenden Nitratgehalten zwischen 2008 und 2007 zeigt

Abbildung 2.4-5. Dabei sind die Messstellen mit größeren Zu- bzw. Abnahmen, d.h. mit Änderungen von mehr als +8 bzw. - 8 mg/l - farblich hervorgehoben. Gebiete mit einer Häufung starker Abnahmen liegen beispielsweise im Markgräfler Land, im Gebiet am nördlichen Kaiserstuhlrand, im Main-Tauber-Kreis und in den Landkreisen Emmendingen, Schwäbisch Hall, Ravensburg und Rottweil.

Gebiete mit Häufung starker Zunahmen sind die Räume Heidelberg-Mannheim, Ortenaukreis, Landkreis Waldshut, Singener Becken, Heilbronn und jeweils Teile des Ostalbkreises und Oberschwabens. 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

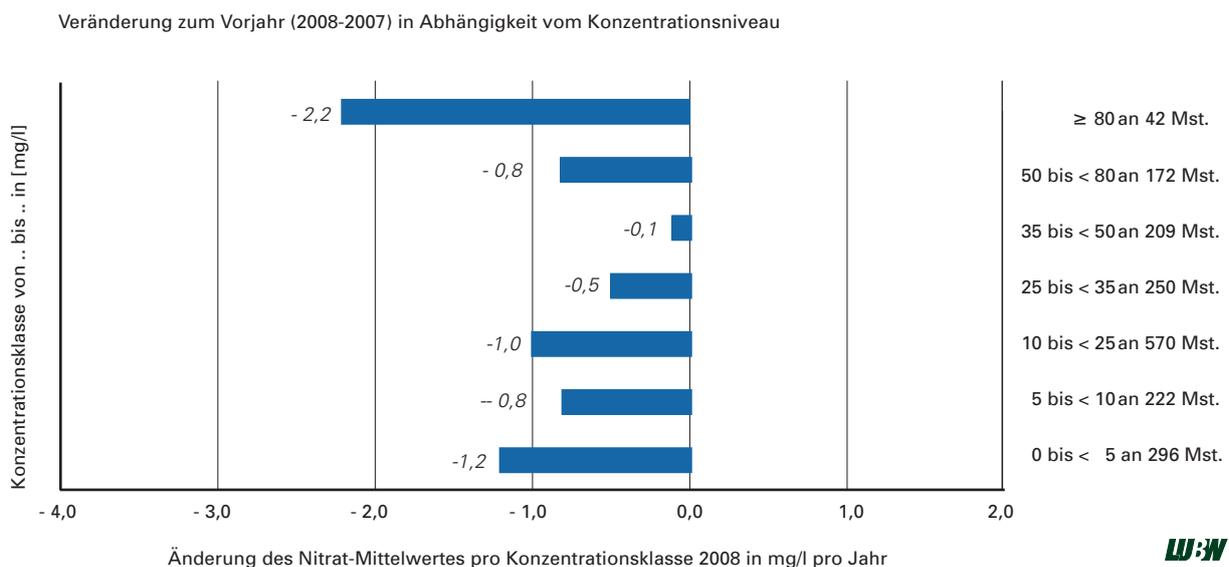


Abbildung 2.4-4: Mittlere Änderung 2008 gegenüber 2007 in den verschiedenen Konzentrationsklassen.

Nitrat

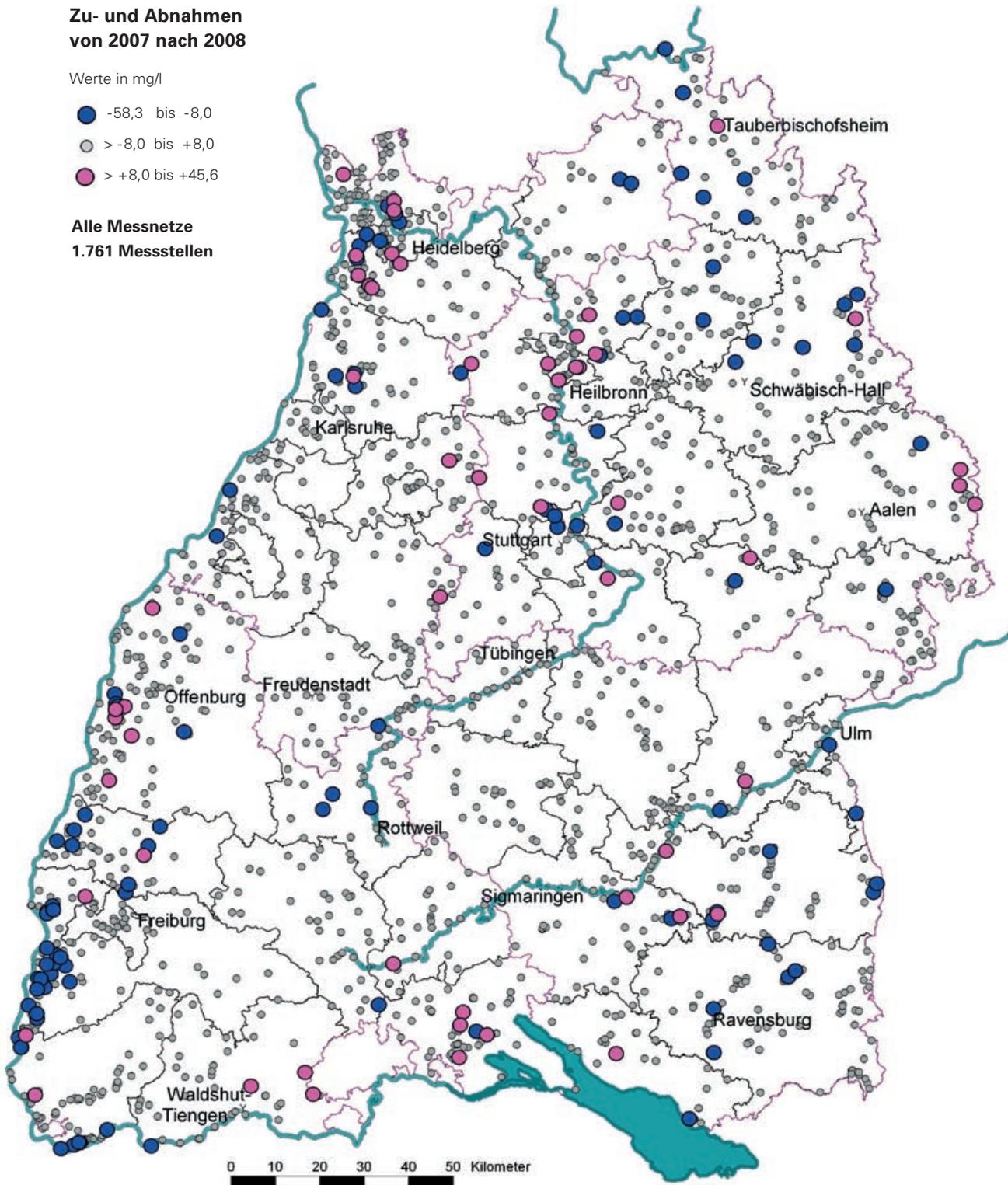
Differenz 2008 - 2007

Zu- und Abnahmen
von 2007 nach 2008

Werte in mg/l

- -58,3 bis -8,0
- > -8,0 bis +8,0
- > +8,0 bis +45,6

Alle Messnetze
1.761 Messstellen



LUBW

Abbildung 2.4-5: Räumliche Verteilung der kurzfristigen Änderungen der Nitratgehalte 2008 - 2007.

„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 2008 insgesamt 1.518 konsistente Messreihen vorliegen. Das entspricht 81 % aller im Herbst 2008 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 2008 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 für eine Konzentrationsklasse steht, die vor allem durch die geogene Hintergrundbeschaffenheit bzw. geringfügige anthropogene Beeinflussungen gekennzeichnet ist, ent-

sprechen 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 1.518 konsistenten Messstellen, so lässt sich feststellen, dass der Mittelwert des Jahres 2007 von 24,4 mg/l um 0,9 mg/l auf 23,5 mg/l im Jahr 2008 gesunken ist. Die von 2004 auf 2005/2006/2007 aufgrund des Trockenjahres 2003 erfolgte beachtliche maximale Niveauerhöhung von 1,2 mg/l hat sich 2008 mit der Reduzierung von 0,9 mg/l nahezu wieder ausgeglichen.

Das Belastungsniveau 2008 entspricht in etwa dem der Jahre 2003/2004 und liegt damit sogar unterhalb der Situation 2002.

Wie zu erwarten, ergeben sich im Basismessnetz nur geringfügige Schwankungen. Der mittlere Nitratgehalt der 88 landesweit verteilten Messstellen ist mit 8,2 mg/l im Jahr 2008 gegenüber dem Vorjahr um 0,2 mg/l gesunken.

In Abbildung 2.4-7 sind die entsprechenden Zeitreihen der konsistenten Messstellengruppen von 1994 bis 2008 für die Teilmessnetze Landwirtschaft (EL), Siedlungen (ES) und Rohwasser (RW) dargestellt. Demnach waren die mittleren Nitratgehalte von 2004 auf 2005 bis 2007 in allen drei Teilmessnetzen um beachtliche 1,2 bis 1,5 mg/l als Folge des Trockenjahres 2003 gestiegen. Demgegenüber ist 2008 im Teilmessnetz Landwirtschaft (EL) die mittlere Nitratkonzentration von 2007 auf 2008 um 0,8 mg/l gesunken, so dass sich der Nitrat-Mittelwert der 516 konsistenten Messstellen dieses Teilmessnetzes wieder bei 32,2 mg/l, dem Niveau der Jahre 2003/2004, eingependelt hat. 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) ist der mittlere Nitratgehalt der 118 konsistenten Messstellen um 1,5 mg/l gefallen und liegt jetzt bei 20,1 mg/l, entsprechend dem Niveau von 2004. Auch bei den Emittentenmessstellen Siedlung (ES)

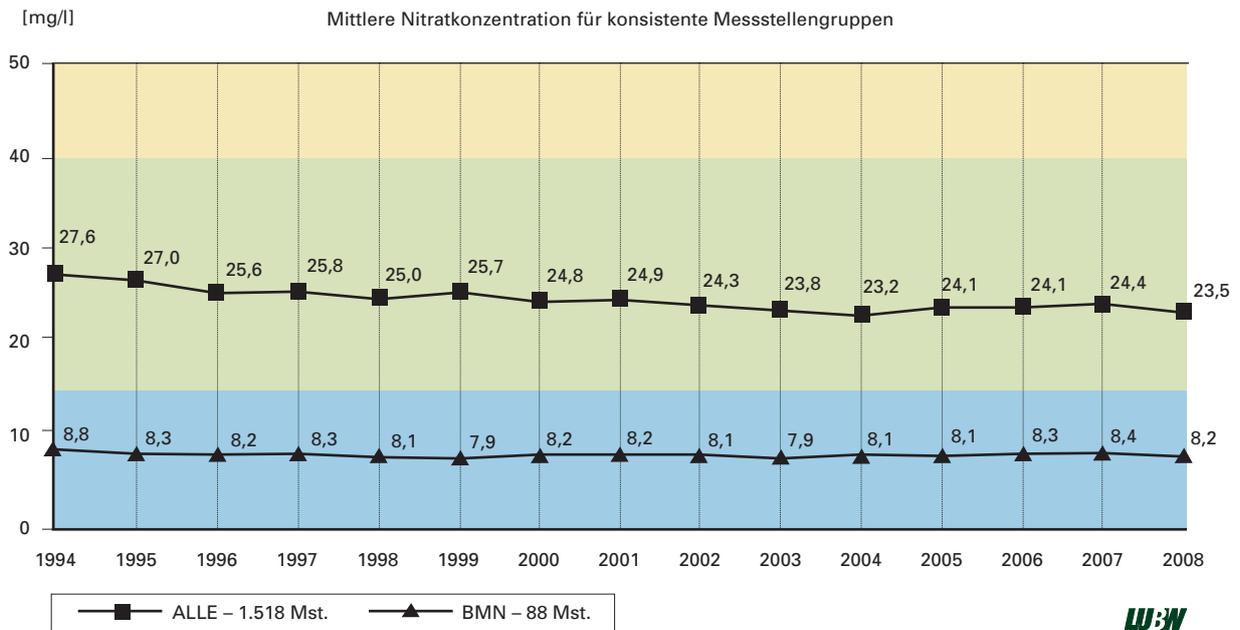


Abbildung 2.4-6: Entwicklung der Mittelwerte für Nitrat zwischen 1994 bis 2008 bei konsistenten Messstellengruppen im Beprobungszeitraum jeweils zwischen Anfang September und Ende Oktober.

hat sich im Vergleich zu 2007 der mittlere Nitratgehalt erniedrigt, und zwar um 0,7 mg/l auf 21,6 mg/l, entsprechend dem Niveau 2003/2004. Auch bei anderen Teilmessnetzen (SE, EI, VF) sind starke Erniedrigungen von 0,8 bis 1,1 mg/l und das Erreichen des Niveaus von 2003/2004 ersichtlich.

Eine nur etwas leichtere Erniedrigung gibt es im Teilmessnetz QMN mit 0,4 mg/l.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass sich der aufgrund des Hitzesommers 2003 in den Jahren 2005 bis 2007 unterbro-

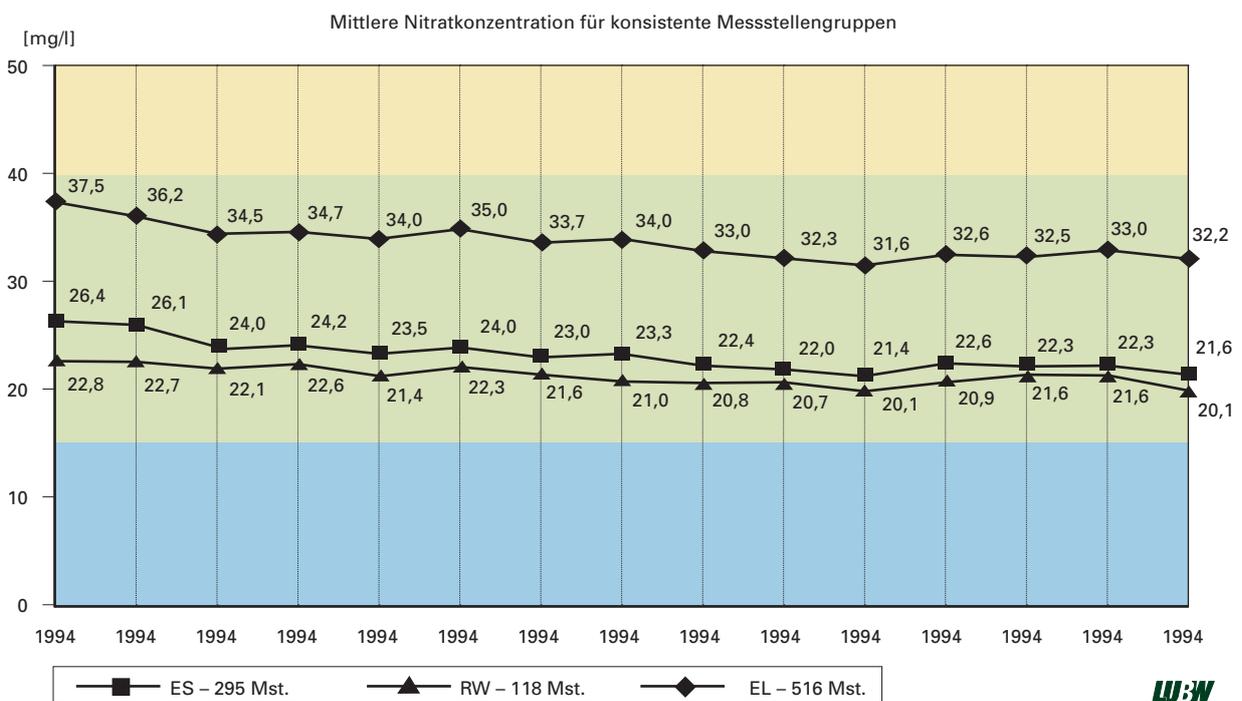


Abbildung 2.4-7: Entwicklung der Mittelwerte für Nitrat zwischen 1994 bis 2008 bei konsistenten Messstellengruppen im Beprobungszeitraum jeweils zwischen Anfang September und Ende Oktober.

chene Trend sinkender Nitratbelastungen seit 1994 im Jahr 2008 wieder fortsetzt, sowohl an den konsistenten Messstellen des gesamten Messnetzes als auch an den Messstellen der Teilmessnetze. Die Belastung ist wieder auf das Niveau von 2003/2004 gesunken und liegt auch unterhalb dem Niveau von 2002, dem Jahr vor dem Trockenjahr.

Ähnliche, den Trend unterbrechende 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 0,7 mg/l. Die Gruppe EL zeigte damals auch eine Zunahme von 1,0 mg/l (Abb. 2.4-7). In den anderen beiden Jahren 1997 und 2001 waren die Zunahmen jedoch geringer.

Im Jahr 2008 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 2008 um 4,1 mg/l (15 %) abgenommen. Im Landwirtschaftsmessnetz ist sie um 5,3 mg/l (14 %) 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 und wurde mit der so genannten „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 Nitratkonzentrationsentwicklung 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 Wasserschutzgebietsgesamtläche von 2001 bis Januar 2009 um etwa 96.000 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.

Tab. 2.4-3: Anzahl und Verteilung der Wasserschutzgebiete nach der SchALVO - Ersteinstufung 2001 und in den folgenden Jahren bis 2009 (einschließlich Teileinzugsgebiete).

Jahr	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Normalgebiete	2.156	2.091	2.055	2.051	2.049	2.047	2.028	2.018	1.981
Problemgebiete	319	344	341	323	297	289	294	292	303
Sanierungsgebiete	182	177	169	155	140	122	111	112	106
Gesamt	2.657	2.612	2.565	2.529	2.486	2.458	2.433	2.422	2.362

Tab. 2.4-4: Gesamtfläche der baden-württembergischen Wasserschutzgebiete zwischen 2001 und 2009 und Flächenanteile der PSM-Sanierungsgebiete und der Nitrat-Normal-, Problem- und Sanierungsgebiete nach SchALVO (einschließlich Teileinzugsgebiete).

Jahr	Stichtag 31.01.09		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	715.068	77,5	712.291	78,0	633.494	73,6	601.080	73,3
Problemgebiete	167.472	18,7	164.976	18,1	170.419	19,8	163.555	19,9
Sanierungsgebiete	34.023	3,8	36.256	4,0	57.304	6,7	55.505	6,8
Gesamtfläche	916.563	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



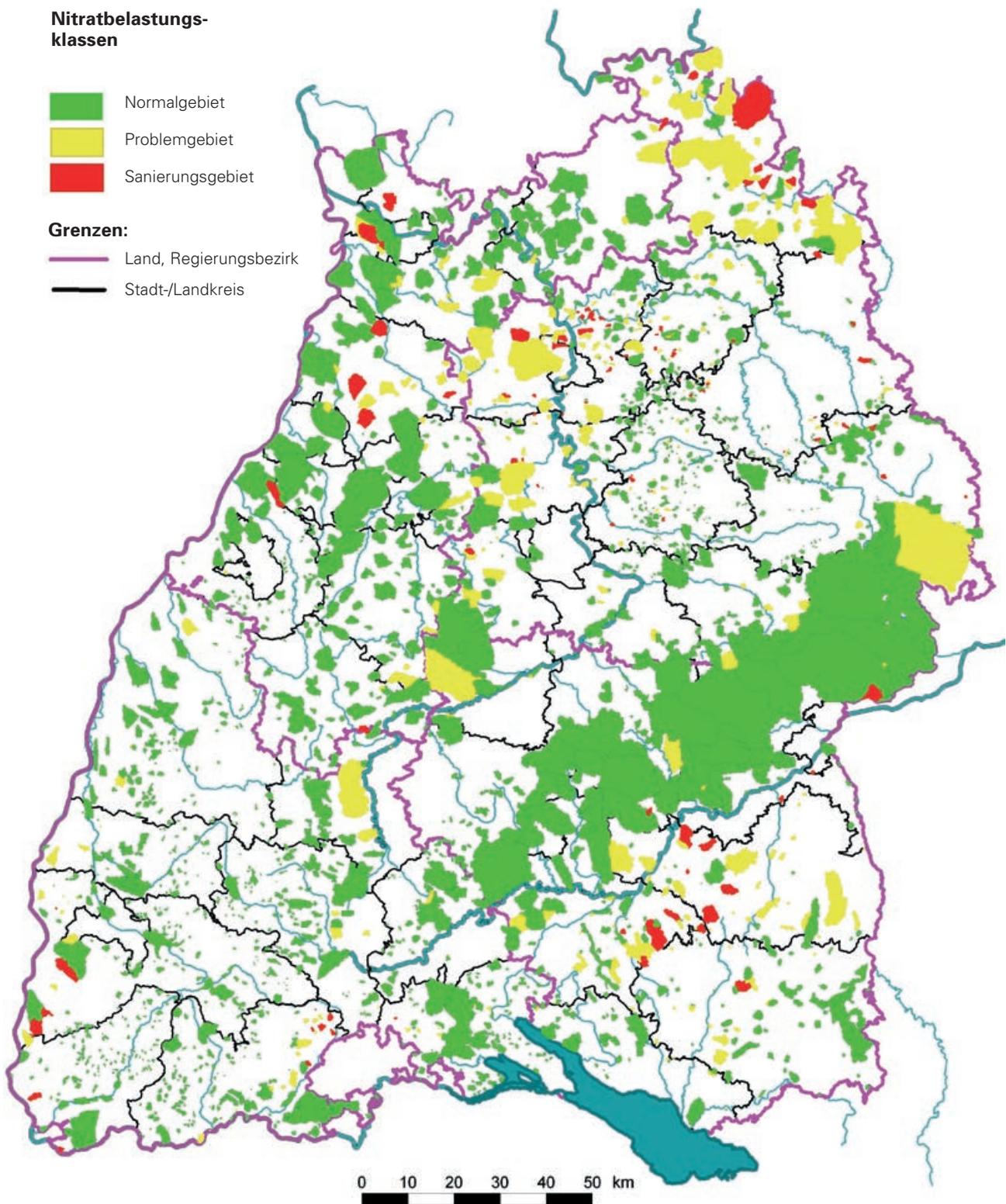
WSG

Nitratbelastungs- klassen

-  Normalgebiet
-  Problemgebiet
-  Sanierungsgebiet

Grenzen:

-  Land, Regierungsbezirk
-  Stadt-/Landkreis



LUBW

Abb. 2.4-8: Lage der in drei Nitratklassen nach SchALVO eingeteilten Wasserschutzgebiete in Baden-Württemberg - einschließlich Teileinzugsgebiete (Stand: Mai 2009).

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

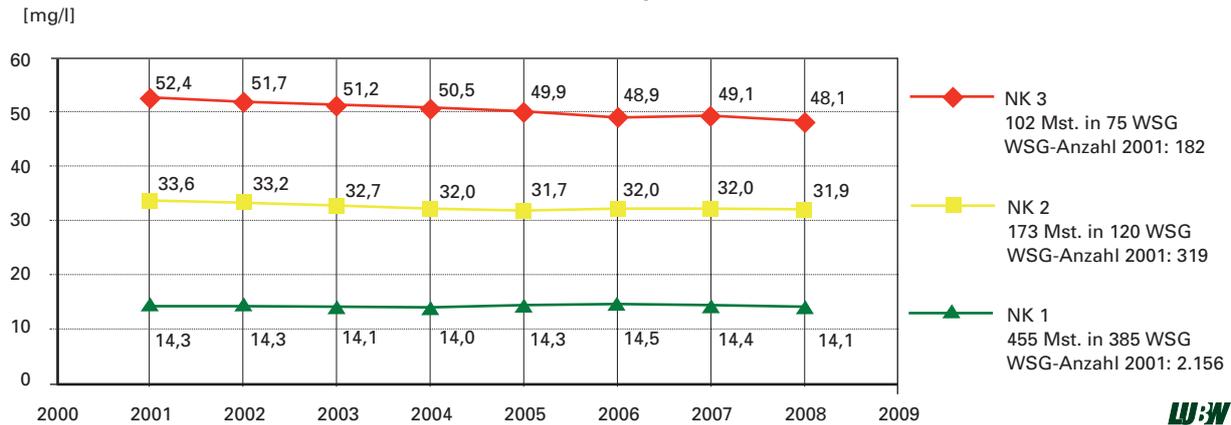


Abb. 2.4-9: Entwicklung der jährlichen Mittelwerte für Nitrat von 2001 bis 2008 für konsistente Messstellen nach SchALVO-Einstufung über alle pro Jahr und pro Messstelle zur Verfügung stehenden Nitratwerte (SchALVO-Einstufungsbasis: 2001), Abk. siehe Text. (Anm. zur Anzahl WSG in den Nitratklassen: Gegenüber Tab. 2.4-3 mit WSG-Stand 2001 ohne mittlerweile aufgehobene und nicht ersetzte WSG). Datenquelle: alle Landesmessstellen und alle Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen, aber nur Messstellen in WSG, die für die WSG-Einstufung maßgebend sind.

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

Auf der Grundlage der Beurteilungsdauer von acht 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 Abnahme von 0,2 mg/l von 2001 auf 2008 (- 1,4 %). Im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich eine Abnahme von 0,3 mg/l.
- Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 2 (NK2) - Problemgebiete:**
 Veränderte mittlere Konzentrationen mit einer Abnahme um 1,7 mg/l von 2001 auf 2008 (- 5,0 %). Im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich eine sehr leichte Veränderung von minus 0,1 mg/l.
- Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 3 (NK3) - Sanierungsgebiete:**
 Veränderte mittlere Konzentrationen mit einer Abnahme um 4,3 mg/l von 2001 auf 2008 (- 8,2 %). Im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich eine sehr starke Abnahme um 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 etwa 50 % und die Fläche der Problemgebiete um etwa 25 % zurück (Abb. 2.4-10).

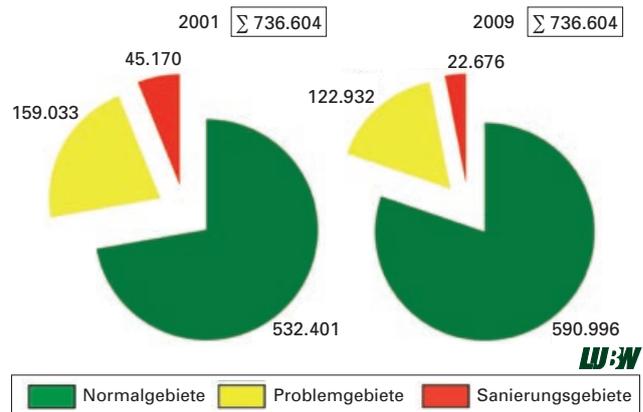


Abb. 2.4-10: Veränderung der konsistenten Wasserschutzgebietsflächen von 2001 bis 2009, Einstufung gemäß SchALVO, Gesamtfläche jeweils 736.604 ha.

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 0,1 mg/l von 2001 auf 2008 (+ 0,3 %). Im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich eine Abnahme: - 0,5 mg/l.

■ Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 3 (NK3) - Sanierungsgebiete:

Veränderte mittlere Konzentrationen mit einer Abnahme um 2,5 mg/l von 2001 auf 2008 (- 4,7 %). Auch im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich eine Abnahme: - 1,3 mg/l.

Fazit: In den Wasserschutzgebieten ist anhand der erst genannten Auswertung über konsistente Messstellen festzustellen, dass im Jahr 2008 der mittlere Nitratwert in Sanierungsgebieten gegenüber dem Vorjahr sehr stark gesunken ist. In den Problemgebieten dagegen ist nur eine sehr leichte Abnahme festzustellen.

Der bisher über die Vorjahre in den Sanierungsgebieten festgestellte nahezu durchgehend abnehmende Trend seit 2001 hat sich – nach der Unterbrechung 2007 mit einer sehr leichten Zunahme – im Jahr 2008 wieder weiter fortgesetzt, wobei der mittlere Nitratwert 2008 mittlerweile sehr deutlich unter der Belastung des Jahres 2001 liegt. Bei Betrachtung der konsistenten Messstellen mit mindestens einer Beprobung pro Jahr ergeben sich für 2008 gegenüber

2001 signifikante Abnahmen um 5 - 8 % in den Problem- und Sanierungsgebieten.

Auch in den Normalgebieten ist gegenüber 2001 eine sehr leichte Abnahme festzustellen, jedoch liegt diese im Bereich der zu erwartenden Schwankungsbreite. Gegenüber dem Vorjahr ist eine sehr leichte Abnahme eingetreten.

Bei der zweiten Auswertung mit nicht konsistenten Messwertreihen ist gegenüber 2001 bei den Sanierungsgebieten ebenfalls eine deutliche Absenkung der Belastung festzustellen, bei den Problemgebieten eine sehr leichte Zunahme. Jedoch können bei dieser Auswertung Veränderungen nicht nur inhaltlicher Natur sein, sondern auch auf statistisch relevanten Messstellenumgruppierungen beruhen, welche die Unteren Wasserbehörden in Form von Klassen-Umstufungen und Schutzgebietsaufhebungen vornehmen. 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 kann zu einer Erhöhung der mittleren Belastung in Klasse 2 führen.

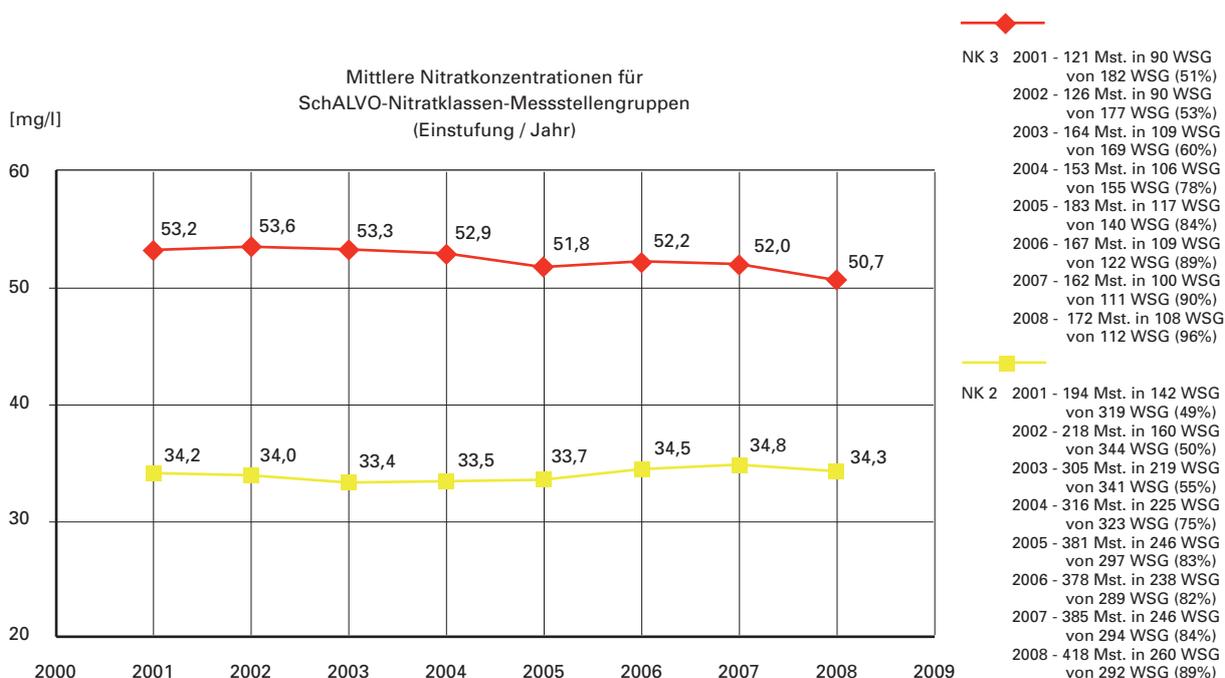


Abb. 2.4-11: Entwicklung der jährlichen Mittelwerte für Nitrat von 2001 bis 2008 für die pro Jahr eingestufteten SchALVO-Nitratklassen-Messstellengruppen über alle pro Jahr und pro Messstelle zur Verfügung stehenden Nitratwerte (SchALVO-Einstufungsbasis: 2001 bis 2008), Datenquelle: alle Landesmessstellen und alle Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen, aber nur Messstellen in WSG, die für die WSG-Einstufung maßgebend sind.

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 2008 aktuellen Lage der Landesmessstellen innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten.

Fazit: Auch diese Auswertung zeigt den in den letzten fünfzehn Jahren allgemein abnehmenden Trend bei der Nitratbelastung, und zwar sowohl innerhalb wie auch außerhalb von Wasserschutzgebieten. Der Trend wird von einzelnen Anstiegen unterbrochen, wobei der Anstieg von 2004 auf 2005 am größten ist. Erfreulich ist, dass 2005 der Anstieg der mittleren Nitratkonzentrationen innerhalb der Wasserschutzgebiete deutlich geringer ausgefallen war als außerhalb. Während damals der Anstieg im Grundwasser außerhalb der Wasserschutzgebiete 0,9 mg/l betrug, war innerhalb der Wasserschutzgebiete eine geringere Zunahme von nur 0,4 mg/l festzustellen. Im Jahr 2008 setzt sich der abnehmende Trend wieder fort.

Die Auswertung von allen in der Datenbank vorhandenen 1.759 alljährlich mindestens einmal beprobten - d.h. konsistenten - Landesmessstellen und Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen (Stichtag 27.03.2009) mit der Differenzierung auf die Messstellenlage innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten lässt - wie schon in den letzten Jahren - beim Gesamttrend seit 1994 keine großen Unterschiede zu erkennen. Bei beiden konsistenten Messstellengruppen existiert ein seit 1994 allgemein sinkender Trend von jeweils etwa minus 0,28 mg/l • Jahr.

Die Abnahmen gegenüber 1994 betragen 2008 für Messstellen außerhalb von Wasserschutzgebieten derzeit minus 4,9 mg/l (- 17,1 %), für Messstellen innerhalb von Wasserschutzgebieten minus 4,4 mg/l (- 15,9 %).

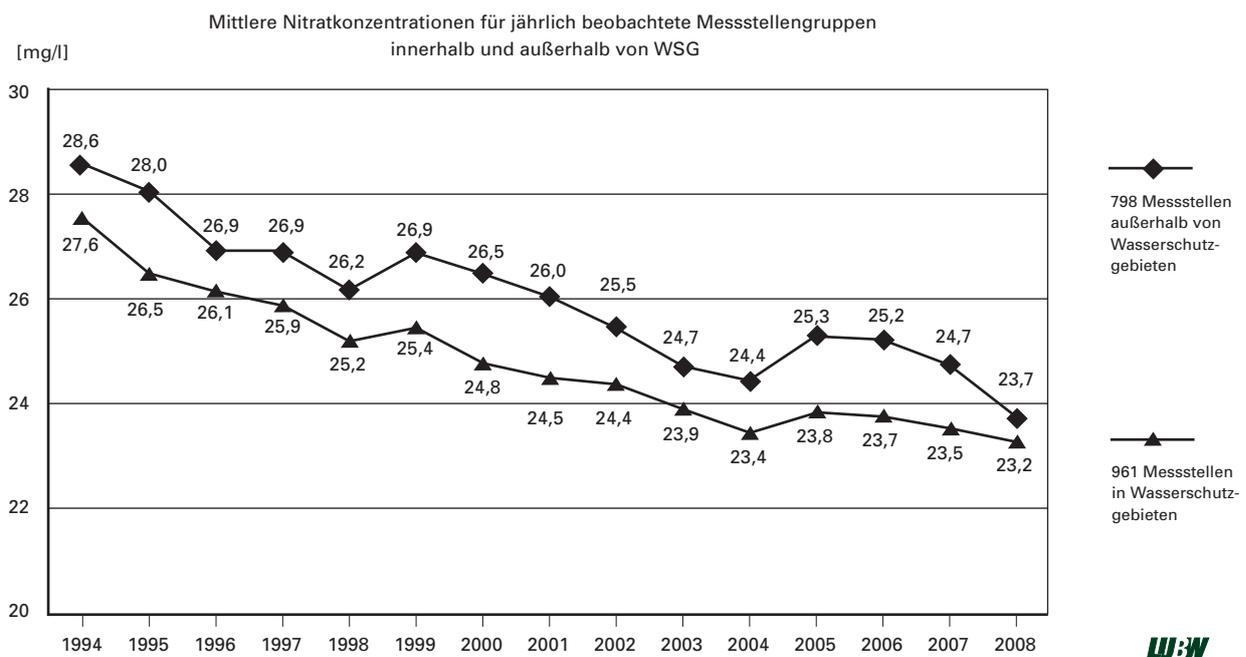


Abb. 2.4-12: Entwicklung der jährlichen Mittelwerte für Nitrat von 1994 bis 2008 für 961 konsistente Messstellen in Wasserschutzgebieten (WSG) und für 798 konsistente Messstellen außerhalb von Wasserschutzgebieten über alle pro Jahr und pro Messstelle zur Verfügung stehenden Nitratwerte, (Stichtag 27.03.2009), Datenquelle: alle Landesmessstellen und alle Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen).

2.5 Pflanzenschutzmittel (PSM)

2.5.1 ZULASSUNG, VERWENDUNG, KLASSIFIZIERUNG

Die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln erfolgt in Deutschland durch das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL). Das BVL arbeitet dabei mit drei anderen Bundesbehörden zusammen, die jeweils unterschiedliche Aufgaben haben (Abbildung 2.5-1). Weiterhin hört das BVL im weiteren Zulassungsverfahren den Sachverständigenausschuss des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz an.

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 muss die Zulassung erneut unter Berücksichtigung des aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstands beantragt werden. 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

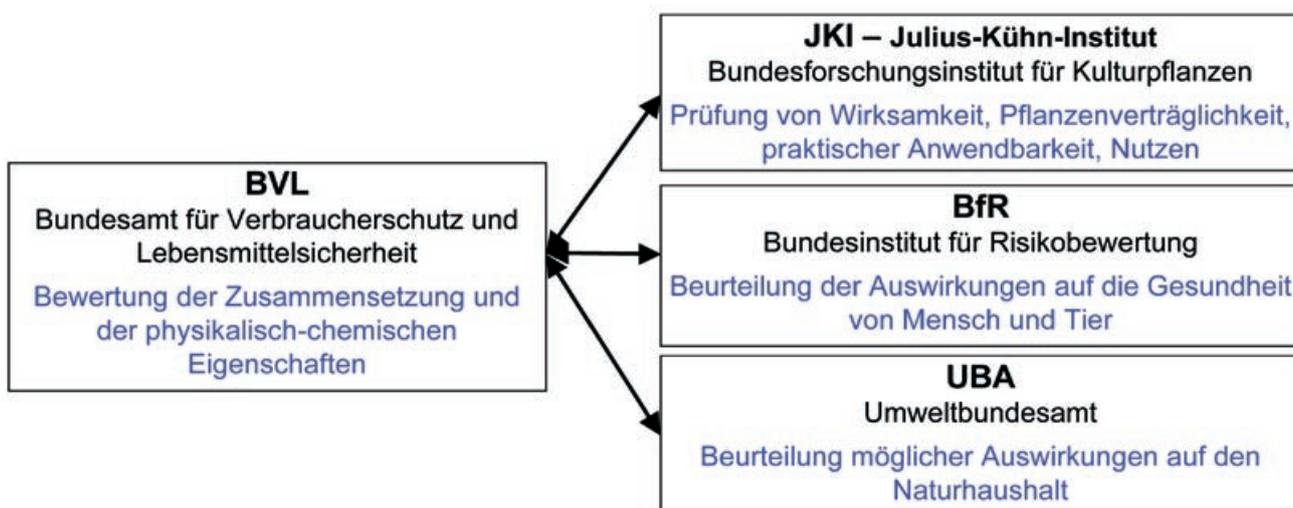


Abbildung 2.5-1: Am Zulassungsverfahren für Pflanzenschutzmittel beteiligte Bundesbehörden.

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. Um eine sichere

Verbraucher, Anwohner und den Anwender selbst gewährleistet ist. Eine Zulassungspflicht für PSM besteht bereits seit 1968.

Derzeit (Stand 01.04.2009) sind in der Bundesrepublik Deutschland 250 PSM-Wirkstoffe in 1.071 Handelspro-

Tabelle 2.5-1: Abgesetzte Wirkstoffmengen in Deutschland 2002 – 2008 in Tonnen (IVA-Mitgliedsfirmen).

Wirkstoffklasse	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2008 Anteil in %
Herbizide	12.135	15.153	15.113	14.355	15.752	16.462	15.411	48,8
Fungizide	9.713	9.720	7.547	9.469	9.501	10.959	10.988	34,8
Insektizide	737	895	1.183	789	845	1.308	946	3,0
Sonstige	4.050	2.833	2.736	3.897	3.482	3.484	4.250	13,4
Summe	26.635	28.601	26.579	28.510	29.580	32.213	31.595	100,0

Quelle: Jahresbericht 2005/2006 und 2008/2009 des Industrieverbands Agrar e.V. (www.IVA.de).

LW:W

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

Stoffklasse	Wirkstoffklasse / wichtigste Eigenschaften	Beispiele
Organochlorverbindungen	Insektizide, schwer abbaubar Anreicherung im Biokreislauf, in Deutschland verboten (in den alten Bundesländern bereits seit den 1960er Jahren verboten)	Fettdruck: zugelassene Wirkstoffe (Stand: April 2009) DDT, HCH, Lindan (Gamma-HCH)
Organophosphorverbindungen	selektive Insektizide oder Akarizide (Milben), meist gut abbaubar	Fosethyl, Dichlorvos, Parathion-Ethyl (E605), Malathion
Organostickstoffverbindungen		
- Carbamate	je nach Struktur insektizid, herbizid oder fungizid, meist gut abbaubar	Phenmedipham, Pirimicarb
- Phenylharnstoffe	hauptsächliche Herbizide, gelten als gut abbaubar	Isoproturon, Chlortoluron, Diuron
- Triazine	Herbizide, schwer abbaubar, meist verboten	Atrazin, Simazin, Terbuthylazin
Carbonsäurederivate		
- Phenoxyalkancarbonsäuren	Herbizide, langsamer Abbau der gebildeten Carbonsäuren	2,4-D, Mecoprop-P, Dichlorprop-P
- Derivate aliphatischer Carbonsäuren	Herbizide	Pelargonsäure, Dalapon



dukten auf dem Markt. Im Jahr 2008 entfiel der mit 48,8% mengenmäßig weitaus größte Anteil auf die Herbizide, gefolgt von den Fungiziden mit 34,8 % und den Insektiziden mit rund 3 % (Tabelle 2.5-1). Die meisten PSM werden in der Landwirtschaft eingesetzt, während nur etwa 1,3 % 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 (2006/118/EG vom 12. Dezember 2006) 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 niedrigerer 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 bzw. eine Qualitätsnorm von 0,5 µg/l. Die genannten Grenzwerte sind nicht toxikologisch abgeleitet, sondern Vorsorgewerte aus Gründen des Gesundheitsschutzes, um anthropogene Stoffe vom Trinkwasser fernzuhalten.

Die Ergebnisse der PSM-Untersuchungen aus den Landesmessnetzen (Grundwassermessnetz der LUBW, Kooperationsmessnetz Grundwasser der WVU sowie die Daten der Trinkwasserdatenbank) werden regelmäßig an das Umweltbundesamt übermittelt, das diese Daten veröffentlicht. Werte über 0,1 µg/l werden zudem an das BVL weitergeleitet, das auf dieser Grundlage als Zulassungsbehörde den Zulassungsinhaber mit der Fundaufklärung beauftragt und ggf. die Zulassung 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 Probennahme mit entsprechender Sorgfalt durchgeführt werden. Die Vorgehensweise sowie die zu verwendenden Probennahmegeräte, Aufbewahrungsbedingungen und Analysenmethoden sind im „Leitfaden für Probennahme und Analytik von Grundwasser“ [LfU, 2001]

beschrieben. In den meisten Fällen werden die Wirkstoffe nach einem Anreicherungsschritt (Festphasen- oder Flüssig/Flüssig-Extraktion) mittels der Gaschromatographie (GC) oder der Hochleistungs-Flüssigkeits-Chromatographie (HPLC) getrennt und mit einem geeigneten Detektor quantitativ bestimmt. In den letzten Jahren ist noch die Methode der Flüssigchromatographie mit Tandem-Massenspektrometrie (LC/MS-MS) hinzugekommen. Bei diesem Verfahren ist auch eine Direktinjektion möglich, d.h. der Anreicherungsschritt kann entfallen. Die niedrigen Konzentrationen und teilweise mehrere Verfahrensschritte bedingen jeweils Ergebnisunsicherheiten, so dass man bei der Konzentrationsbestimmung von Pflanzenschutzmitteln mit höheren Messunsicherheiten rechnen muss als beispielsweise bei der Bestimmung von Nitrat, dessen Konzentration meist mehr als fünf Zehnerpotenzen höher liegt.

Die am häufigsten angegebene Bestimmungsgrenze bei den 26 im Jahr 2008 im LUBW-Landesmessnetz gemessenen

Wirkstoffen und Metaboliten war $0,05 \mu\text{g/l}$. Nur bei den bereits seit vielen Jahren in der Routineanalytik untersuchten Stoffen wie den Triazininen und deren Metaboliten wurden auch Bestimmungsgrenzen von $0,02$ oder sogar $0,01 \mu\text{g/l}$ angegeben.

Ringversuchskenndaten aus den Jahren 2006 bis 2008 liegen von allen 26 untersuchten Substanzen vor (Abbildung 2.5-2). Hellblau unterlegt sind die Vergleichsstandardabweichungen dieser Ringversuche, die vereinfacht der Standardunsicherheit gleich gesetzt werden. Sie bewegen sich im Bereich von 15 bis 30 %, je nach Methode und Erfahrung der teilnehmenden Laboratorien in der Bestimmung des jeweiligen Stoffes. Im Ringversuch 01/08 der AQS-Leitstelle BW betrug beispielsweise die relative Standardabweichung bei Atrazin im Mittel 15,4 %. Zur Angabe der Messunsicherheit auf einem höheren Vertrauensniveau wird die Standardabweichung mit einem Erweiterungsfaktor multipliziert. Ein Faktor 2 ergibt ein Vertrauensniveau von

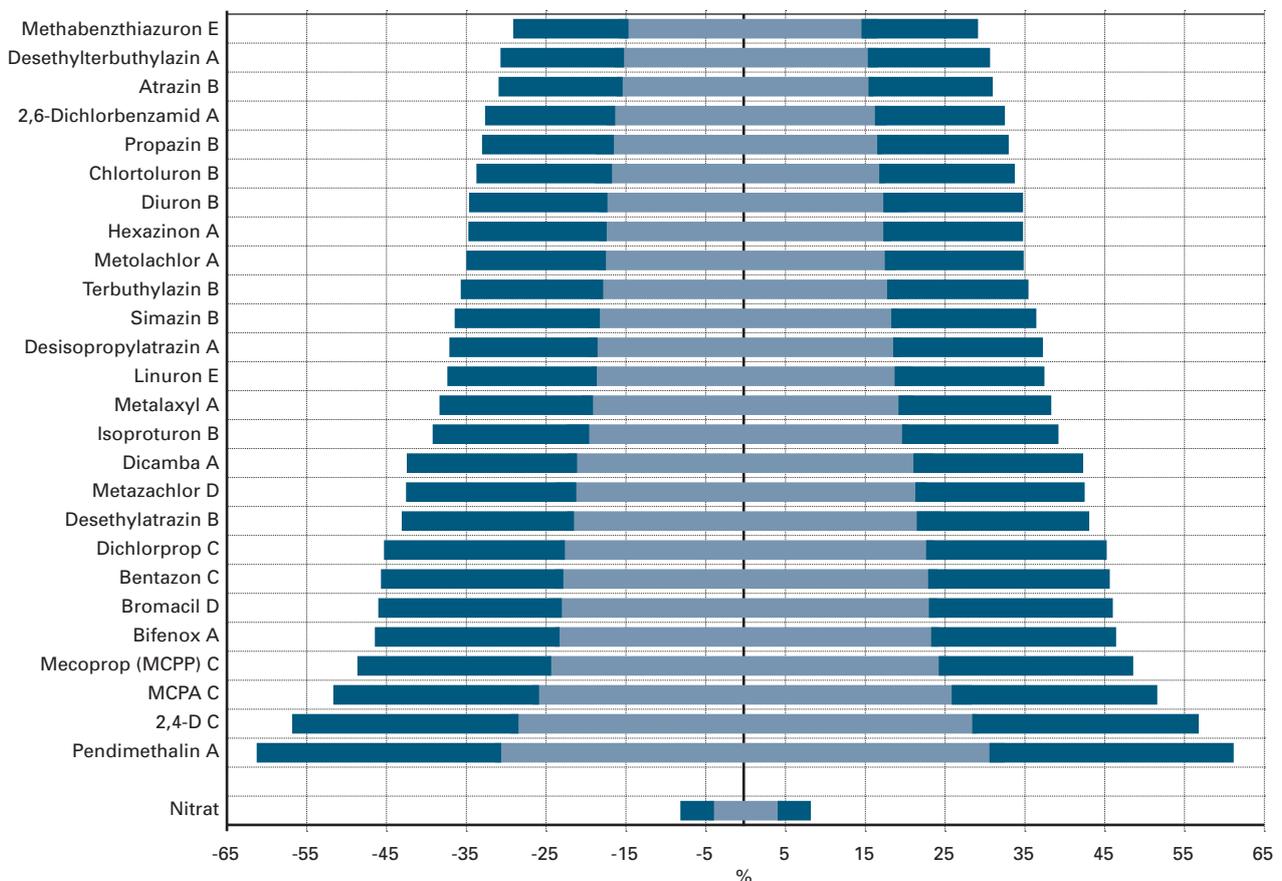


Abb. 2.5-2: Ringversuchskenndaten der AQS Baden-Württemberg: Relative Standardabweichung (hellblau) und „erweiterte Messunsicherheit“ (dunkelblau); Sollwert = 0 %.
A = Laborvergleichsuntersuchung 2008, B = Ringversuch 01/08, C = Ringversuch 02/07,
D = 16. Länderübergreifender Ringversuch 2006, E = Laborvergleichsuntersuchung 2006

ungefähr 95%. Diese „erweiterte Messunsicherheit“ ist in Abbildung 2.5-2 dunkelblau unterlegt. Die gefundenen erweiterten Messunsicherheiten liegen dementsprechend je nach Wirkstoff zwischen 30 und 60 %. Zum Vergleich sind im Schaubild die Kenndaten von Nitrat dargestellt, das als anorganisches Ion im Konzentrationsbereich von mg/l sehr viel besser analytisch bestimmbar ist.

Alle PSM-Befunde mit Überschreitungen des Trinkwassergrenzwerts bzw. der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie an den Landesmessstellen wurden durch Paralleluntersuchungen, Analysen von Rückstellproben oder durch Nachbeprobungen mit mindestens dreifacher Parallelbestimmung in verschiedenen Laboratorien abgesichert. Dieser hohe finanzielle und logistische Aufwand für die Qualitätssicherung ist erforderlich, um für die Berichtspflichten gegenüber Bund und Land sowie für die 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 Messstellen, die seit 1994 im LUBW-Grundwassermessnetz auf die aufgelisteten 116 PSM-Wirkstoffe und Metaboliten untersucht wurden. Aus Kostengründen und aufgrund der sehr breiten Palette überwachungsrelevanter PSM-Parameter ist es nicht möglich, jeden Wirkstoff in jedem Jahr zu analysieren. Mehrfach wurden daher bestimmte Stoffe zunächst pilotmäßig an ausgewählten Messstellen und dann je nach Wichtigkeit auch im gesamten Messnetz untersucht. Die Aufstellung beinhaltet sowohl die vom Land beauftragten Analysen (in Fettdruck dargestellt) als auch die von den Wasserversorgungsunternehmen im Rahmen der Kooperationsvereinbarungen an die Grundwasserdatenbank übermittelten Analysen. Im Jahr 2005 steigt bei zahlreichen Wirkstoffen die Zahl der Messstellen gegenüber den Vorjahren um etwa 600 bis 800 auf über 3.000 Messstellen. Dies ist insbesondere auf die Kooperationsvereinbarung aus dem Jahre 2003 zurückzuführen, die die

Tabelle 2.5-3 : Gesamtanzahl der auf PSM untersuchten Messstellen im Grundwassermessnetz 1994 - 2008. Es sind nur Wirkstoffe und Metaboliten genannt, die an mindestens 100 Messstellen untersucht wurden; Fettdruck: Wirkstoffe und Metaboliten, die vorwiegend im Auftrag der LUBW untersucht wurden. Datengrundlage: Grundwasserdatenbank, Abfrage 04/2009, Landesmessstellen und Kooperationsmessstellen der WWU.

Wirkstoff / Metabolit	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D)			599				157		2158		2757	902	477	783	713
2,4-DB			122												
2,4,5-TP			100												
2,6-Dichlorbenzamid				2125	213	653	2315	2306	921	795	412	3651	608	949	878
Alachlor	128	122	157					314					1637		
Aldicarb		116						310							
Aldrin	125	124	135							2226	103				
Ametryn	117	128	148												
Aminomethylphosphonsäure (AMPA)				152					195						
Atrazin	2726	2572	2695	784	1219	1185	2703	2689	1270	956	566	3693	692	1025	967
Azinphos-ethyl	154		100												
Azinphos-methyl															
Bentazon			564				2148		2135		2760	941	488	799	716
Bifenox														554	579
Bromacil	2404	2276	2383	329	920	843	2388	2373	942	797	403	3637	621	963	907
Carbofuran	273	282	305	149	127	142	130								
Chlorfenvinphos	205	122	160												
Chloridazon		105					159						1624		280
Chlorpyrifos				348					2135						
Chlorthalonil															238
Chlortoluron	769	2094	103	273			2216		2196		102	240	3175	261	699
Cyanazin	274	313	537	212	250	291	482	678	262			206	1739	101	
Desethylatrazin	2727	2574	2697	791	1217	1186	2701	2682	1273	956	567	3690	690	1025	969
Desethylterbuthylazin	2529	1201	2530	564	1096	1071	2640	2612	1197	920	532	3680	682	1016	969
Desisopropylatrazin	2564	1253	2560	547	1123	1078	2633	2613	1201	926	534	3682	676	1012	965
Desmetryn	168	180	197	116	133	126	138								
Diazinon	169	170	173	2238	229	110		107	2222						
Dicamba									2133		2739	901	475	776	714
Dichlobenil	234	244	273	2211	243	133	284	305	205		163	207	162		
DDE, p,p'-			114							2186					
DDT, o,p'-			114							2181					
DDT, p,p'-			114							2186					
Dichlorprop (2,4-DP)			596				157		2163		2759	900	482	782	715

Wirkstoff / Metabolit	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Dichlorvos															
Diclofenthion															
Dieldrin										2223					
Diiflufenican													1614		
Dimethachlor															238
Dimethenamid													1617		238
Dimefuron									197						
Dimethoat	132	206	146	2211	202		110	107	2222						
Dimoxystrobin															238
Disulfoton				308					2135						
Diuron	782	2102	112	614			2219		2197		103	239	3187	260	698
Endosulfan, α-			112							2192					
Endosulfan, β-			112							2192					
Endrin										2186					
Epoxiconazol													1617		
Ethofumesat													1617		
Etrinfos	119	123	131												
Fenitrothion			114	2183	167				2187						
Fluazifop-butyl			101												
Flufenacet													1617		238
Flufenoxuron				307				311							
Flurtamone															238
Formothion				351											
Glyphosat				304					195						
Heptachlor										2226					
Heptachlorepoxyd, cis-										2187					
Heptachlorepoxyd, trans-										2186					
Hexachlorbenzol				112							2186				
Hexachlorcyclohexan, α-			114					313		2185					
Hexachlorcyclohexan, β-			114					312		2190					
Hexachlorcyclohexan, δ-								313		2190					
Hexachlorcyclohexan, γ- (Lindan)	146	133	174					316		2191					
Hexazinon	2392	2264	2396	364	952	876	2422	2400	985	774	418	3638	643	994	913
Isodrin										2185					
Isoproturon	807	2136	127	2214	143		2239		2200		105	241	3184	259	699
Linuron	764	2054		142			119		2167			234	3166	256	695
Lenacil							119								
Malathion	124	103		2191	169				2192						
MCPA			191				156		2161		2763	930	478	785	716
MCPB			122												
Mecoprop (MCP)			596				163		2167		2765	927	484	785	717
Mercaptodimethur								311							
Metalaxyl	2323	974	2298	275	895	774	2341	2315	889	728	331	3622	566	921	1036
Metamitron			100				152						1618		
Metazachlor	2625	1297	2611	600	1164	1133	2670	2637	1231	933	548	3683	682	1079	1129
Methabenzthiazuron	740	2060		244			165		2167			237	3161	258	695
Methoxychlor			131												
Metobromuron	177	375		134											
Metoxuron	177	375		134											
Metolachlor	2620	1249	2610	619	1163	1132	2647	2623	1205	933	549	3686	673	1069	1130
Metribuzin	232	243	280	113	146	122	197	193					1638		
Mevinphos	108	103													
Monuron				107											
Monolinuron	131	299													
Neburon				307											
Oxadixyl			100												
Parathion-ethyl (E 605)	359	259	353	2223	273	142	222	185	2229						
Parathion-methyl	376	291	306	147	163	141	126								
Penconazol													1617		
Pendimethalin	228	204	310	2249	247	179	293	276	2207					587	621
Pentachlornitrobenzol (Quintocen)										2186					
Pethoxamid															238
Phenmedipham			100												
Prometryn	161	143	151												
Propazin	2528	1261	2506	544	1070	1020	2587	2560	1155	900	514	3675	672	1008	962
Propoxur			114												
Propiconazol													1617		
Quinmerac															238
Sebutylazin	248	207	260	2246	266	204	263	252	2289	117	131	188	182		101
Simazin	2639	2523	2631	678	1165	1154	2687	2660	1248	932	548	3683	685	1017	968
Terbazil			291		109	139	237	227	114			136			
Terbutryn	135	143	156												

Wirkstoff / Metabolit	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Terbuthylazin	2637	2512	2630	700	1162	1154	2688	2664	1246	936	554	3686	685	1017	967
TDE, p,p-			114							2186					
Thiacloprid															238
Tolyfluanid															251
Topramezone															238
Triallat	468	310	496	206	188	250	361	304	185		109	181	1690		
Trifloxystrobin															238
Triadimenol	110	122	141												
Trifluralin			129	2175	174		144	130	2179						
Tritosulfuron															238
Vinclozolin	138	124	215		122		123	123							

LUBW

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 Wiederholungs- turnus landesweiter Messungen macht dabei auch Aussagen zu Trendentwicklungen möglich.

2.5.5 PSM-UNTERSUCHUNGEN 2008

Für die Untersuchungskampagne 2008 wurden 22 PSM- Wirkstoffe und vier Metaboliten ausgewählt (Tab. 2.5-4). Auswahlkriterien waren:

- positive Befunde in der Vergangenheit
- hoher Inlandsabsatz
- Vorliegen von Ringversuchsergebnissen

Neben den persistenten Triazinen wie Atrazin, Simazin und deren Metaboliten wurden zahlreiche Phenoxyalkan- carbonsäuren und Phenylharnstoffe untersucht. Überwie- gend handelt es sich um Herbizide, das einzige Fungizid ist Metalaxyl. Von den 22 Wirkstoffen haben derzeit 13 eine Zulassung. Die nicht mehr zugelassenen Wirkstoffe wer- den im Landesmessnetz weiterhin untersucht, da einige von ihnen noch Jahrzehnte nach Ende der Zulassung im Grundwasser nachzuweisen sind.

ERGEBNISSE DER PSM-UNTERSUCHUNGEN 2008

Seit 2007 werden die Pflanzenschutzmittel in einem vier- jährigen 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 Er-

Tabelle 2.5-4: Im Jahr 2008 bei der Herbstbeprobung untersuchte 26 Wirkstoffe. (fett = zugelassen, normal = nicht mehr zugelassen, kursiv = Metabolit)

Wirkstoff/Metabolit	Status ¹	Inlandsabsatz in t 2007 ²	hauptsächliches Einsatzgebiet ²
2,4-D	zugelassen	25 - 100	Herbizid in Getreide
<i>2,6-Dichlorbenzamid</i>	-	-	nichtrelevanter Metabolit des nicht mehr zugelas- senen Herbizids Dichlobenil
Atrazin	nicht mehr zugelassen seit 1991	-	Herbizid in Mais
Bentazon	zugelassen	100 - 250	Herbizid im Ackerbau, Gemüsebau, in Kombination mit Terbuthylazin in Mais, in Kombination mit Dichlorprop in Getreide
Bifenox	zugelassen	25 - 100	Herbizid in Wintergetreide, Winterraps
Bromacil	nicht mehr zugelassen seit 1990	-	Herbizid, häufig auf Gleisanlagen
Chlortoluron	zugelassen	k.A.	Herbizid in Getreide
<i>Desethylatrazin</i>	-	-	Metabolit des nicht mehr zugelassenen Herbizids Atrazin
<i>Desethylterbuthylazin</i>	-	-	Metabolit von des Herbizids Terbutylazin
<i>Desisopropylatrazin (Desethylsimazin)</i>	-	-	Metabolit der nicht mehr zugelassenen Herbizide Atrazin bzw. Simazin
Dicamba	zugelassen	25 - 100	Herbizid, meist in Kombination mit MCPA und 2,4-D im Rasen
Dichlorprop	zugelassen	100 - 250	Herbizid in Getreide
Diuron	nicht mehr zugelassen seit Ende 2007	-	Herbizid, häufig auf Gleisanlagen
Hexazinon	nicht mehr zugelassen seit 1990	-	Herbizid, häufig auf Gleisanlagen

LUBW

Wirkstoff/Metabolit	Status ¹	Inlandsabsatz in t 2007 ²	hauptsächliches Einsatzgebiet ²
Isoproturon	zugelassen	> 1000	Herbizid in Getreide
Linuron	nicht mehr zugelassen seit Mitte 1997	-	Herbizid
MCPA	zugelassen	250 - 1000	Herbizid in Getreide, in Kombination mit Dicamba im Rasen
Mecoprop (MCPP)	zugelassen	100 - 250	Herbizid in Getreide
Metalaxyl	zugelassen	25 – 100	Fungizid in Hopfen, Zierpflanzen, Kräutern
Metazachlor	zugelassen	250 – 1000	Herbizid in Raps, Kohl
Methabenzthiazuron	nicht mehr zugelassen seit 1996		Herbizid
S-Metolachlor	zugelassen	250 - 1000	Herbizid in Mais
Pendimethalin	zugelassen	250 – 1000	Herbizid in Getreide, Mais
Propazin	nicht mehr zugelassen seit 1985		Herbizid
Simazin	nicht mehr zugelassen seit 1990		Herbizid
Terbutylazin	zugelassen	250 - 1000	Herbizid in Mais



¹ Vereinfachend wird die Zulassung auf den Wirkstoff bezogen, tatsächlich beziehen sich Zulassungen aber auf die Handelsprodukte.

² Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit: Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland 2007, www.bvl.bund.de

gebnisse vorliegen. Befunde über dem Wert von 0,1 µg/l werden im Folgejahr weiter verfolgt. Im Jahr 2008 wurden die in Tabelle 2.5-4 aufgelisteten Substanzen an 569 Messstellen gemessen. Einige Messwerte waren unplausibel und konnten nicht für die Auswertung herangezogen werden, daher schwankt die Zahl der Messstellen zwischen 557 und 569. Insgesamt lagen über 14.600 Einzelwerte vor. Von den 26 Wirkstoffen und Metaboliten des Untersu-

chungsprogramms waren folgende 10 Wirkstoffe ohne Befund:

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

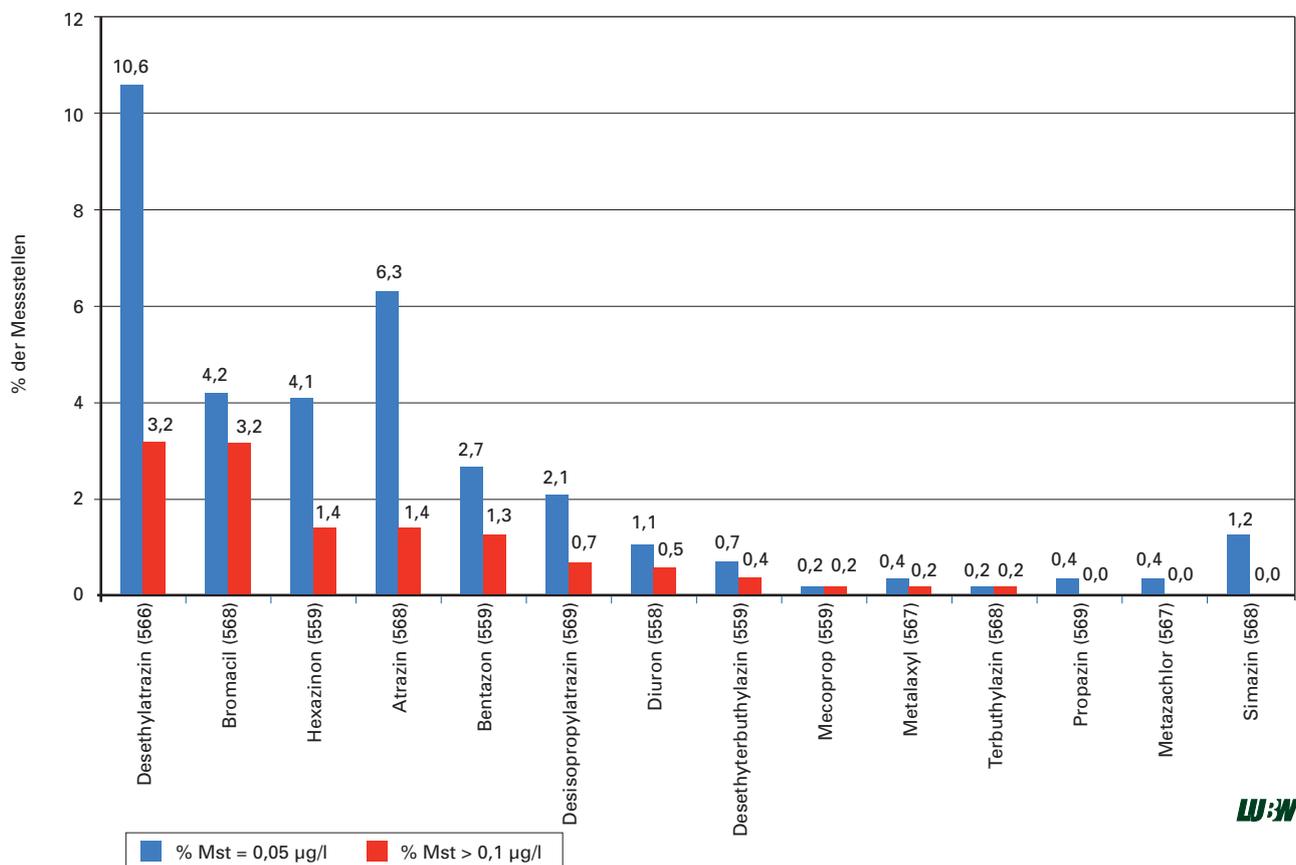


Abb. 2.5-3: Überschreitungshäufigkeiten bei den PSM-Untersuchungen 2008, in Klammern: Anzahl der jeweils untersuchten Messstellen.

An 461 Messstellen lagen die Konzentrationen aller 26 untersuchten Wirkstoffe bzw. Metaboliten unter 0,05 µg/l. Dieser Wert ist die am häufigsten auftretende Bestimmungsgrenze der Messungen 2008 und wurde daher als Schwellenwert für die Auswertungen herangezogen.

Die Überschreitungshäufigkeiten der PSM-Befunde $\geq 0,05$ µg/l und $> 0,1$ µg/l zeigt Abbildung 2.5-3. Metolachlor trat an einer Messstelle mit einem Positivbefund von 0,02 µg/l auf, ist daher nicht in dieser Abbildung dargestellt. Mit einem bis maximal sieben Wirkstoffen bzw. Metaboliten in Konzentrationen $\geq 0,05$ µg/l waren 121 Messstellen belastet. An insgesamt 50 Messstellen lagen bis zu fünf Überschreitungen der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie / Grenzwert der TrinkwV von 0,1 µg/l vor. Die meisten Überschreitungen betrafen Desethylatrazin und Bromacil. Das Belastungsniveau der Herbstbeprobung 2008 ist insgesamt höher als bei der Herbstbeprobung 2007, was jedoch auf die zu 2007 verschiedene Stichprobe der Messstellen zurückzuführen ist. So sind beispielweise 2008 wesentlich mehr Messstellen im Einflussbereich von Bahnanlagen vorhanden, was die Befundrate von Bromacil und Hexazinon, aber auch von Atrazin/ Desethylatrazin erhöht. Das Gesamtbild ergibt sich erst, wenn alle Messstellen des Gesamtmessnetzes beprobt worden sind.

Der nichtrelevante Metabolit 2,6-Dichlorbenzamid wurde im Rahmen der Herbstbeprobung an 569 Messstellen untersucht. An 557 Messstellen wurden Werte unter 0,05 µg/l gemessen, an vier Messstellen lag die Konzentration zwischen 0,05 und 0,1 µg/l, an acht Messstellen zwischen 0,11 und 1,0 µg/l. Der Spitzenwert war 0,46 mg/l.

2.5.6 SONDERUNTERSUCHUNG OKTOBER 2008:

METABOLITEN

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. Neben den Mitte / Ende 2006 bereits bekannten Metaboliten von Chlorida-

zon und Tolyfluanid nannte das BVL weitere Metaboliten der Wirkstoffe Chlorthalonil, Dimethachlor, Metazachlor und S-Metolachlor. Im August 2007 wurden daraufhin in Baden-Württemberg insgesamt 110 Verdachtsmessstellen auf diese Substanzen untersucht. Die Resultate wurden im Bericht „Ergebnisse der Beprobung 2007“ vorgestellt.

Das BVL schrieb die o.g. Liste mit Datum 11.06.2008 fort und ergänzte sie um diejenigen Metaboliten, bei denen im Lysimeterversuch im Rahmen des Zulassungsverfahrens Metaboliten-Konzentrationen im Bereich von 1 bis 10 µg/l im Sickerwasser gefunden wurden. Dadurch kamen weitere 18 Metaboliten der Wirkstoffe Chlorthalonil, Dimethachlor, Metazachlor und S-Metolachlor sowie weitere zehn Wirkstoffe und deren insgesamt 15 Metaboliten hinzu (Tabelle 2.5-5).

2.5.6.1 MESSUMFANG UND MESSSTELLEN

Es wurde auf alle Metaboliten untersucht soweit für diese Referenzsubstanzen (Standards) für die Analytik vorhanden waren. Diese sind in Tabelle 2.5-5 in roter Schrift hervorgehoben. Dankenswerterweise stellten die Hersteller eine Vielzahl von Referenzsubstanzen zur Verfügung. Somit konnten insgesamt 16 Wirkstoffe und 27 Metaboliten im Rahmen der Sonderuntersuchung bestimmt werden. Hierin enthalten sind auch die Metaboliten und Wirkstoffe von Mitteln, deren Zulassung widerrufen wurde oder ruht.

Gegenüber der Untersuchung vom August 2007 wurde die Zahl der Messstellen bei der Sonderbeprobung im Oktober 2008 auf 238 erhöht. Auf eine messstellenscharfe Zuordnung zu den Kulturen wurde bei diesen Auswertungen verzichtet, zumal durch Fruchtwechsel eine Messstelle ohnehin in mehreren Kulturen liegen kann.

Zur Konzentrationsbestimmung der meisten der in Tabelle 2.5-5 genannten Metaboliten kam die Flüssigchromatografie mit Tandemmassenspektrometrie zum Einsatz. Es handelt sich dabei um eine relativ neues Verfahren, das in der Routineanalytik noch nicht auf breiter Basis etabliert ist. Daher wurden als qualitätssichernde Maßnahme Parallelmessungen durchgeführt, um die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit der Methode zu untersuchen. Die Übereinstimmung der Befunde bei den Parallelmessungen war überwiegend gut, teilweise sogar sehr gut.

Tabelle 2.5-5: Übersicht über die zugelassenen Wirkstoffe und deren Metaboliten, die im Lysimeterversuch in Konzentrationen über 10 µg/l und zwischen 1 und 10 µg/l aufgetreten sind (Zusammenstellung des BVL). In roter Schrift: Wirkstoffe und Metaboliten, von denen Referenzsubstanzen zur Verfügung standen.

Wirkstoff	Wirkbereich	(Haupt-) Kulturen	Metabolit
Chloridazon	Herbizid	Rüben	Desphenylchloridazon „Metabolit B“ Methyl-Desphenylchloridazon „Metabolit B1“
Chlorthalonil	Fungizid	Weizen, Kartoffeln, Gerste, Spargel	R 417888 / Vis-01 / M12 „Chlorthalonil-Sulfonsäure“ ■ R 471811 / M4 ■ R 419492 / M8 ■ R 418503 / M13 ■ R 611965 / M5 ■ M7
Dimethachlor	Herbizid	Raps	CGA 50266 „Dimethachlorsäure“ CGA 354742 „Dimethachlor-Sulfonsäure“ ■ SYN 528702 ■ CGA 373464 ■ CGA 369873 ■ SYN 530561
Metazachlor	Herbizid	Raps, Gemüse, Zierpflanzen	BH 479-4 „Metazachlorsäure“ BH 479-8 „Metazachlor-Sulfonsäure“ ■ BH 479-9 ■ BH 479-11 ■ BH 479-12
S-Metolachlor	Herbizid	Mais	CGA 51202 / CGA 351916 „S-Metolachlorsäure“ CGA 380168 / CGA 354743 „S-Metolachlor-Sulfonsäure“ ■ CGA 368208 ■ CGA 357704 ■ CGA 50720 ■ CGA 50267 ■ CGA 37735 ■ NOA 413173
Dimethenamid-P	Herbizid	Mais, Rüben, Gemüse, Zierpflanzen	■ M27 ■ M23
Dimoxystrobin	Fungizid	Raps, Weizen	■ 505M08 ■ 505M09
Flufenacet	Herbizid	Getreide, Mais, Gemüse, Erdbeere, Ziergehölze	■ M2
Flurtamone	Herbizid	Getreide	■ TFA (Trifluoressigsäure)
Metalaxyl-M	Fungizid	Kartoffeln, Tabak, Mais, Raps, Gemüse, Hopfen, Weinbau	■ CGA 62826 / NOA 409045 ■ CGA 108906
Pethoxamid	Herbizid	Mais	■ MET-42
Quinmerac	Herbizid	Raps, Rübe	■ BH 518-2
Thiacloprid	Insektizid	Acker-, Gemüse-, Obstbau, Zierpflanzen	■ M30 / YRC 2894
Trifloxystrobin	Fungizid	Getreide, Rüben, Reben, Obst, Zierpflanzen	■ NOA 413161 ■ NOA 413163 ■ CGA 321113
Tritosulfuron	Herbizid	Mais, Getreide	■ BH 635-4 / 635M01
Widerruf oder Ruhen der Zulassung bei Mitteln mit folgenden Wirkstoffen			
Tolyfluanid	Fungizid	Reben, Obst, Hopfen	■ N,N-Dimethylsulfamid (DMS)
Dichlobenil	Herbizid	Reben, Obst, Zierpflanzen	■ 2,6-Dichlorbenzamid*

* wurde im Rahmen der Herbstbeprüfung (Kapitel 2.5.5), nicht im Rahmen der Sonderuntersuchung Metaboliten gemessen



2.5.6.2 ERGEBNISÜBERSICHT

Von den 16 untersuchten Wirkstoffen waren 11 ohne Positivbefund an allen 238 Messstellen:

Chlorthalonil	Flurtamone	Trifloxystrobin
Dimethachlor	Pethoxamid	Tritosulfuron
Dimoxystrobin	Quinmerac	Tolyfluanid
Flufenacet	Thiacloprid	

Bei den anderen fünf Wirkstoffen schwankte die Zahl der Positivbefunde zwischen 1 und 6:

Chloridazon (1 Positivbefund), Metazachlor (3), Metolachlor (6), Dimethenamid (1) und Metalaxyl (5).

Von den 27 untersuchten Metaboliten waren acht ohne Positivbefund an allen 238 Messstellen:

R 611965 / M5 von Chlorthalonil
 505M08 von Dimoxystrobin
 505M09 von Dimoxystrobin
 M2 von Flufenacet
 NOA 413163 von Trifloxystrobin
 CGA 321113 von Trifloxystrobin
 BH 635-4 / 635M01 von Tritosulfuron

Weitere vier Metaboliten traten mit Positivbefunden unterhalb von 0,05 µg/l auf:

BH 479-9 von Metazachlor (an 3 Mst.)
 BH 479-11 von Metazachlor (an 2 Mst.)
 Metabolit M23 von Dimethenamid (an 3 Mst.)
 Metabolit BH 518-2 von Quinmerac (an 1 Mst.)

Die Messwertverteilung der anderen 16 Metaboliten ist in Abbildung 2.5-4 zusammengestellt. Zur einheitlichen und vereinfachten Darstellung wurde als niedrigste Konzentrationsklasse der Bereich unterhalb von 0,05 µg/l gewählt, ausgerichtet an der höchsten vorkommenden Bestimmungsgrenze aller Substanzen. Durch diese Einteilung fällt auch ein positiver Befund von 0,03 µg/l eines Stoffs mit einer Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l in diese unterste Klasse. Die Abstufung der Belastung ist ähnlich dem Ergebnis der

Beprobungen 2006/2007 mit der Einschränkung, dass bei der Auswertung der Beprobung Oktober 2008 keine messstellenscharfe Zuordnung zu den Kulturen gemacht wurde und zahlreiche neue Substanzen hinzugekommen sind. Die mit Abstand höchste Belastung stammt von den Metaboliten des Wirkstoffs Chloridazon und von DMS, dem Metaboliten des Wirkstoffs Tolyfluanid. Danach folgen die Metaboliten von Metolachlor, Metazachlor und Dimethachlor. Hierbei fällt der erstmals gemessene Dimethachlor-Metabolit CGA 369873 mit 60 Positivbefunden im Konzentrationsbereich von 0,01 bis 1,0 µg/l auf.

2.5.6.3 EINZELERGEBNISSE AUSGEWÄHLTER METABOLITEN

Nachfolgend werden die Ergebnisse der nach Anzahl und Konzentration am höchsten aufgetretenen Metaboliten vorgestellt. Als Hintergrund ist der Anteil der jeweiligen Kultur an der landwirtschaftlichen Fläche dargestellt. Dabei wurde das Jahr 1999 der Bodennutzungshaupterhebung des Statistischen Landesamts gewählt, da eine MVZ (mittlere Verweilzeit) des Grundwassers von etwa 10 Jahre im Schnitt die mittleren Verhältnisse in Baden-Württemberg recht gut trifft, auch wenn die MVZ je nach Hydrogeologischer Einheit zwischen einigen Monaten und mehreren Jahrzehnten liegt.

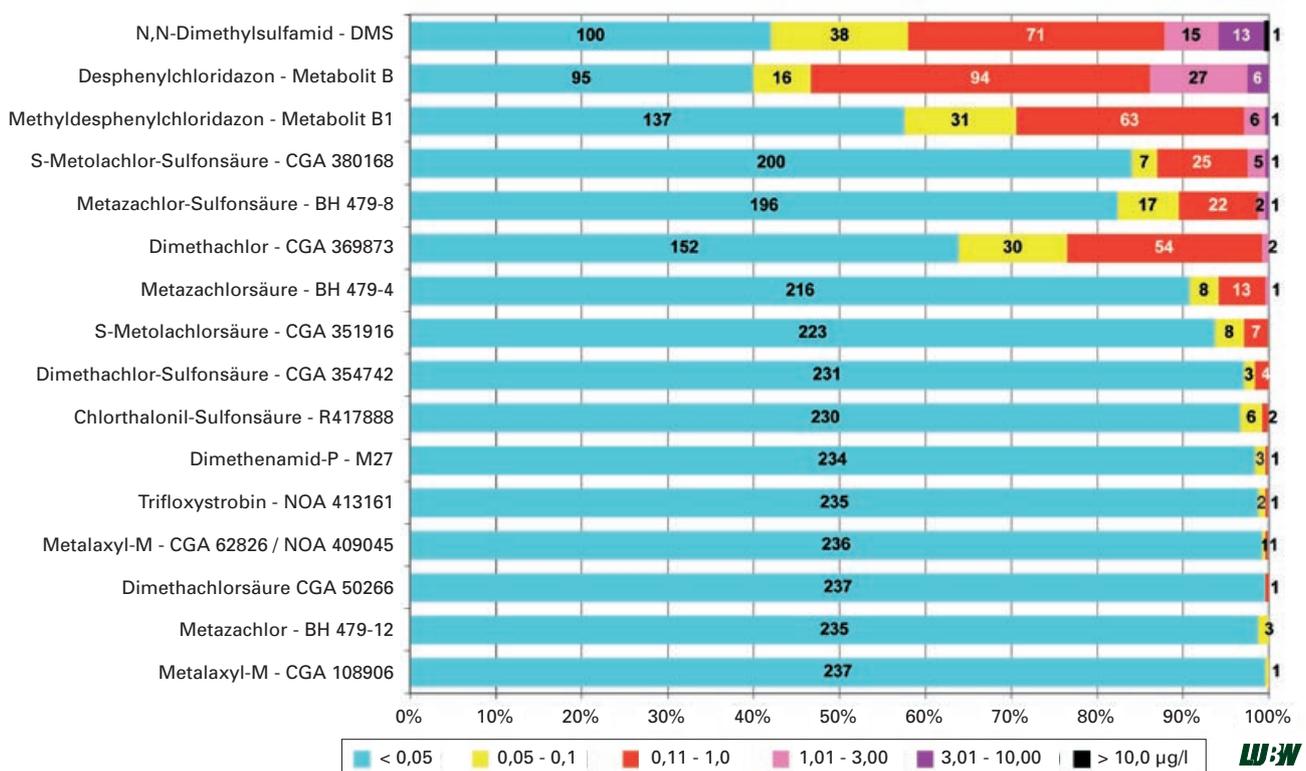


Abb. 2.5-4: Konzentrationsverteilung der Positivbefunde PSM-Metabolite, jeweils 238 Messstellen, Beprobung Oktober 2008.

CHLORIDAZON – RÜBEN

Der Wirkstoff selbst wurde im Oktober 2008 nur an einer Messstelle, allerdings in einer Konzentration von 0,17 µg/l gefunden. Dort wurden im Dezember 2006 schon 0,18 µg/l gemessen. Die regionale Verteilung der Metabolitenbefunde zeigt Abbildung 2.5-5. Die Flächenanteile von Zuckerrüben und Futterrüben sind zusammengefasst, wobei die Futterrüben eine eher untergeordnete Rolle spielen. Der Schwerpunkt der Belastung mit den Chloridazon-Metaboliten liegt im nördlichen Landesteil, wo sich das Hauptanbauggebiet für Zuckerrüben befindet. Dort ist in Offenau im Landkreis Heilbronn auch die einzige Zuckerfabrik Baden-Württembergs. Auch in der Oberrheinebene und im Alb-Donau-

Kreis treten zahlreich erhöhte Befunde auf. An insgesamt 60 % der Messstellen findet man Desphenylchloridazon in Werten über 0,05 µg/l. Die Belastung mit Methyl-desphenylchloridazon ist etwas geringer, dort liegen die Werte an 42 % der Messstellen über 0,05 µg/l. In der Oberrheinebene sind zahlreiche Messstellen mit Chloridazon-Metaboliten belastet, obwohl dort gemäß Bodennutzungshaupterhebung 2007 kein Rübenanbau mehr stattfindet, was jedoch 1999 und davor noch der Fall war. Daraus lässt sich schließen, dass die jetzigen Befunde in erster Linie auf die Einträge aus der Vergangenheit zurück zu führen sind. Die Daten des Statistischen Landesamts zeigen, dass die Rübenanbaufläche in Baden-Württemberg von 34.209 ha im Jahr 1987

Desphenylchloridazon (Metabolit B)

Werte in µg/l

- < 0,05
- 0,05 - 0,10
- 0,11 - 1,00
- 1,01 - 3,00
- 3,01 - 10,00

Methyl-desphenylchloridazon (Metabolit B1)

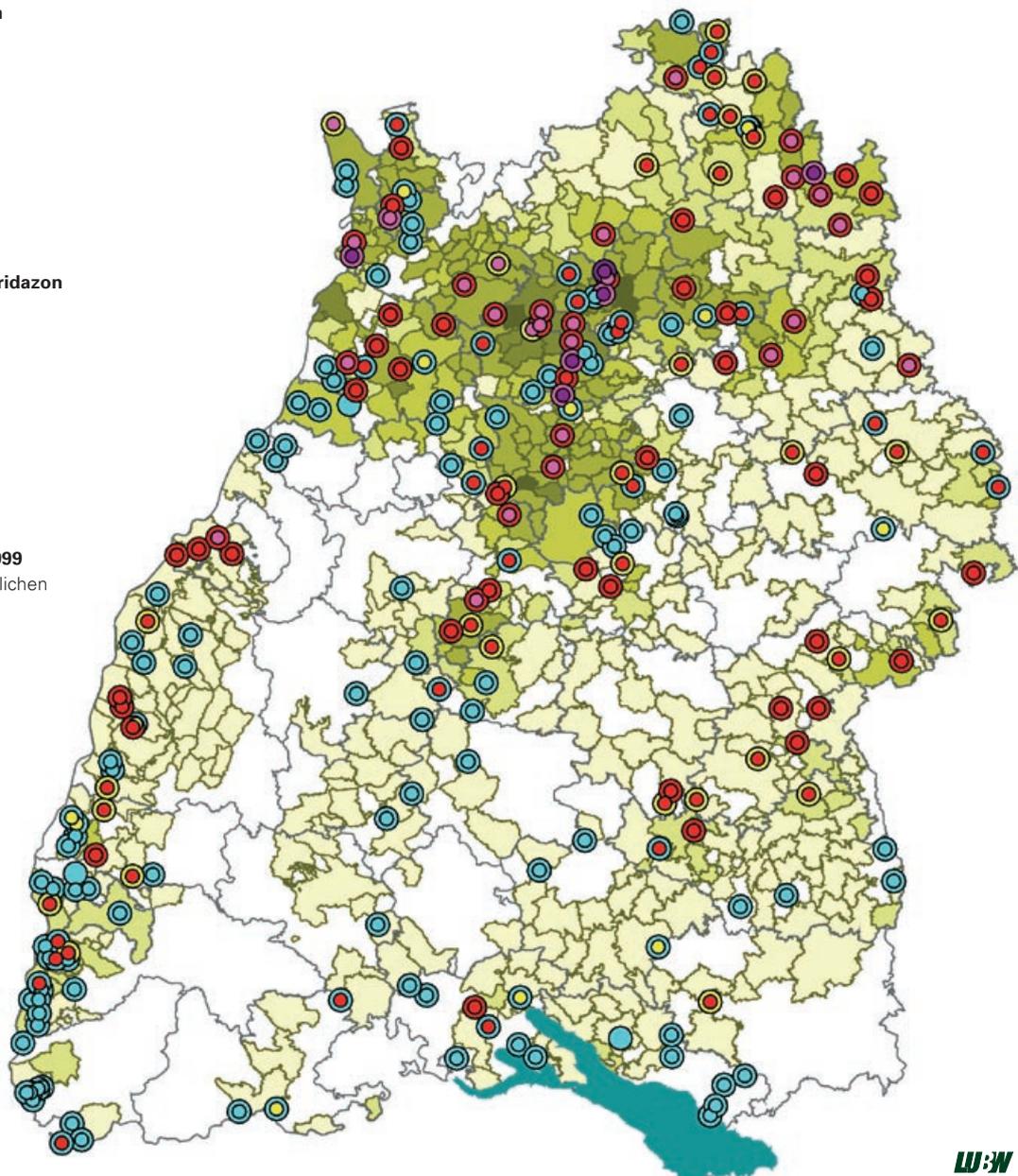
Werte in µg/l

- < 0,05
- 0,05 - 0,10
- 0,11 - 1,00
- 1,01 - 3,00
- 3,01 - 10,00

Anteil Rübenanbau 1999

in % der landwirtschaftlichen Fläche

- <= 0,05
- 0,51 - 2,00
- 2,01 - 5,00
- 5,01 - 15,00
- 15,01 - 20,00
- 20,01 - 26,00



LW:W

Abb. 2.5-5: Konzentrationsverteilung der Chloridazon-Metaboliten im Rübenanbau, 238 Messstellen, Probennahme Oktober 2008.

über 23.777 ha im Jahr 1999 auf nunmehr 18.435 ha im Jahr 2007 zurück gegangen ist.

Zur Verminderung des Eintrags von Chloridazon wurde Anfang 2007 zwischen den Umwelt- und Gesundheitsbehörden Baden-Württembergs und Bayern und dem Hersteller von Chloridazon eine freiwillige Vereinbarung abgeschlossen „aus Vorsorgegründen keine chloridazonhaltigen Produkte mehr auf Rübenanbauflächen in sensiblen und für die Trinkwassergewinnung bedeutenden Gebiete zu verwenden sowie auf Produkte, die größere Wirkstoffmengen an Chloridazon enthalten, in Baden-Württemberg und Bayern generell zu verzichten.“ Diese Vereinbarung galt ab der Zuckerrübensai-

son 2007. Aufgrund der MVZ von mehreren Jahren in den betreffenden Zuckerrübenanbaugebieten wird die Auswirkung dieser Maßnahme erst in einigen Jahren messbar sein.

DIMETHACHLOR – RAPS

Der Wirkstoff Dimethachlor wurde an keiner Messstelle gefunden, was die Ergebnisse des Vorjahres betätigt.

Von Metaboliten Dimethachlorsäure CGA 50266 gab es fünf Positivbefunde, vier davon im unteren Konzentrationsbereich von 0,01 bis 0,02 µg/l und einen mit 0,17 µg/l. Die Dimethachlorsulfonsäure CGA 354742 ist mit 27 Positivbefunden vertreten, davon liegen 20 davon im niedrigen

CGA 369873

Metabolit von Dimethachlor

Werte in µg/l

- < 0,05
- 0,05 - 0,10
- 0,11 - 1,00
- 1,01 - 3,00
- 3,01 - 10,00

Dimethachlorsulfonsäure

CGA 354742

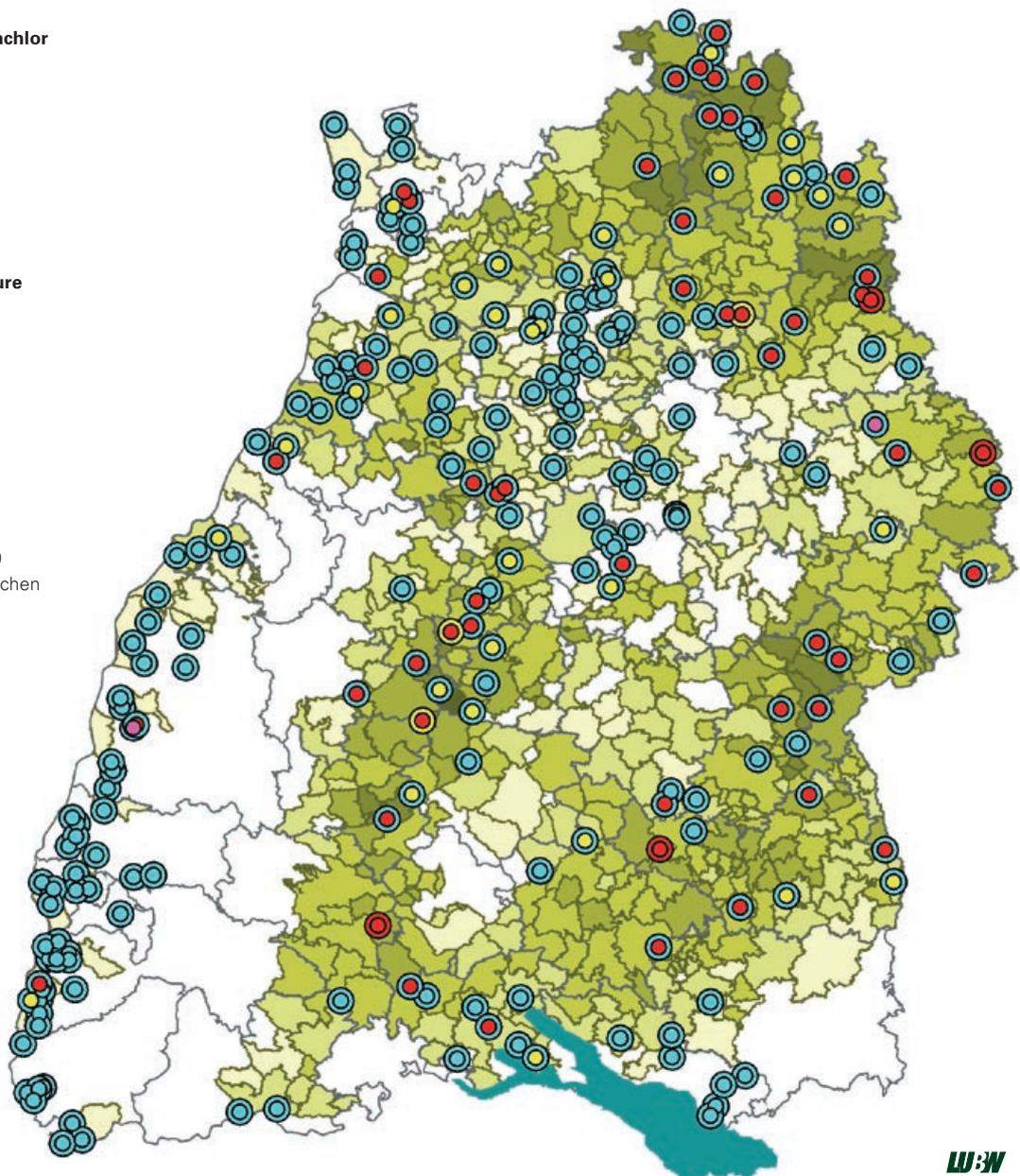
Werte in µg/l

- < 0,05
- 0,05 - 0,10
- 0,10 - 1,00
- 1,01 - 3,00
- 3,00 - 10,00

Anteil Rapsanbau 1999

in % der landwirtschaftlichen Fläche

- < 2,00
- 2,00 - 5,00
- 5,01 - 10,00
- 10,01 - 15,00
- 15,01 - 20,00
- 20,01 - 20,90



LW:W

Abb. 2.5-6: Konzentrationsverteilung der Dimethachlormetaboliten CGA 354742 (Dimethachlorsulfonsäure) und dem Dimethachlor-Metaboliten CGA 369873 im Rapsanbau; 238 Messstellen, Probenahme Oktober 2008.

Konzentrationsbereich unter 0,05 µg/l, drei zwischen 0,05 und 0,1 µg/l und vier im Bereich von 0,15 bis 0,52 µg/l. Diese beiden Metaboliten waren bei den Lysimeteruntersuchungen im Rahmen des Zulassungsverfahrens in Konzentrationen über 10 µg/l aufgetreten. Erstmals gemessen wurde der Metabolit CGA 369873, der überraschend häufig gefunden wurde, insbesondere bei Berücksichtigung der Tatsache, dass er bei den Lysimeteruntersuchungen des Zulassungsverfahrens im Konzentrationsbereich zwischen 1 und 10 µg/l aufgetreten war. Von den 116 Positivbefunden waren 30 unterhalb von 0,05 µg/l, weitere 30 zwischen 0,05 und 0,1 µg/l, ferner 54 im Bereich von 0,11 bis 1,0 µg/l. Die beiden Höchstwerte lagen knapp über 1,0 µg/l. Abbildung 2.5-6

zeigt die regionale Verteilung der beiden Metaboliten mit den höchsten Befundraten. Die Befunde korrelieren recht gut mit den relativen Flächenanteilen des Rapsanbaus, Belastungsschwerpunkt ist der nordöstliche Landesteil.

METAZACHLOR – RAPS

Der Wirkstoff Metazachlor wurde an drei Messstellen in Konzentrationen von 0,1, 0,1 und 0,19 µg/l gefunden.

Bei den Metaboliten tritt wiederum die Metazachlorsulfonsäure BH 479-8 mit 75 Positivbefunden von 0,01 bis 3,7µg/l am häufigsten auf, davon liegen 33 Werte unterhalb von 0,05 µg/l. Es folgt die Metazachlorsäure BH 479-4 mit 51 Posi-

Metazachlorsulfonsäure BH 479-8

Werte in µg/l

- < 0,05
- 0,05 - 0,10
- 0,11 - 1,00
- 1,01 - 3,00
- 3,01 - 10,00

Metazachlorsäure BH 479-4

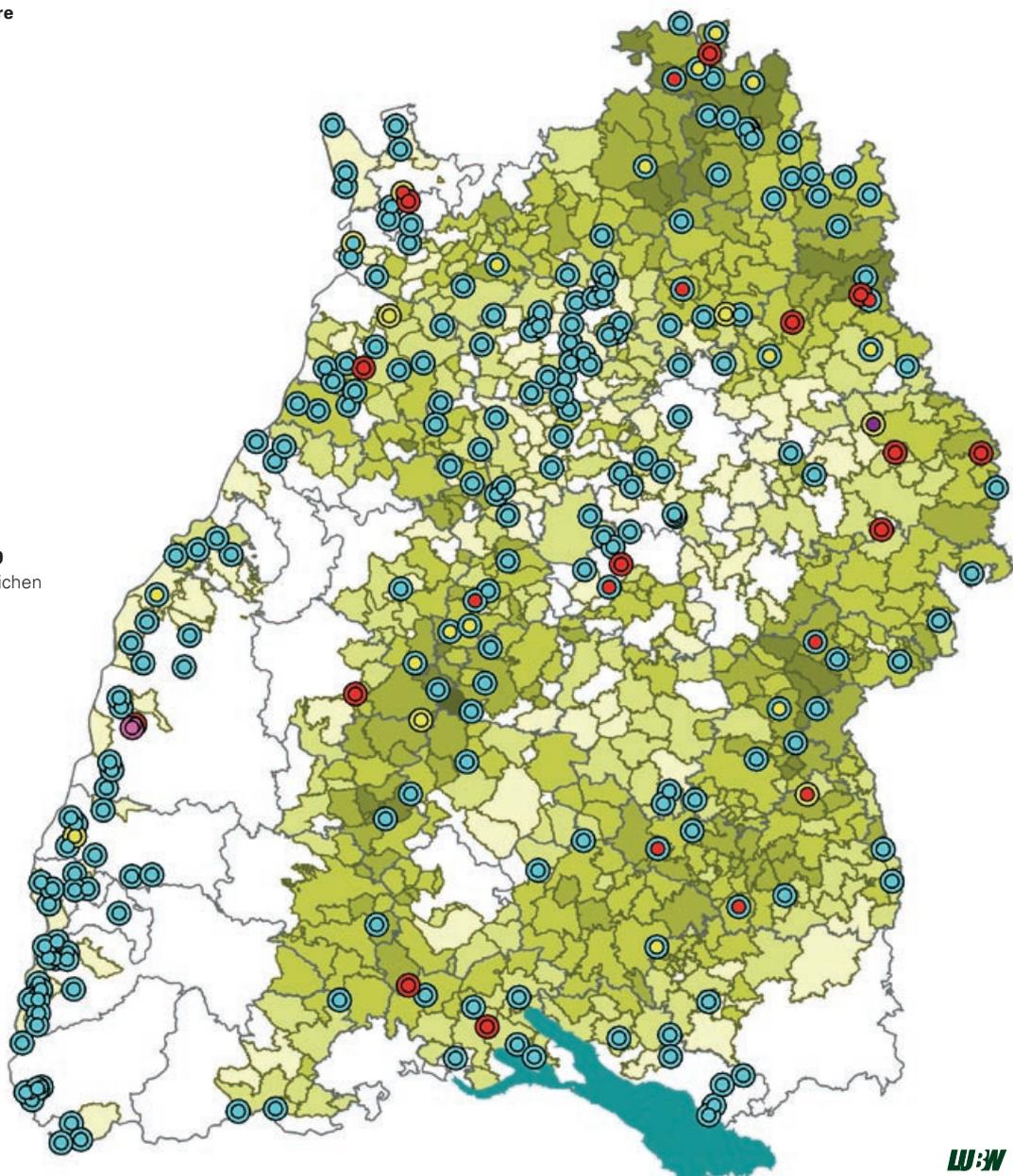
Werte in µg/l

- < 0,05
- 0,05 - 0,10
- 0,11 - 1,00
- 1,01 - 3,00
- 3,01 - 10,00

Anteil Rapsanbau 1999

in % der landwirtschaftlichen Fläche

- < 2,00
- 2,00 - 5,00
- 5,01 - 10,00
- 10,01 - 15,00
- 15,01 - 20,00
- 20,01 - 20,90



LW:W

Abb. 2.5-7: Konzentrationsverteilung der Metazachlor-Metaboliten BH 479-4 (Metazachlorsäure) und BH 479-8 (Metazachlorsulfonsäure) im Rapsanbau; 238 Messstellen, Probennahme Oktober 2008.

tivbefunden von 0,01 bis 1,47 µg/l, davon 29 Werte unter 0,05µg/l und mit deutlichem Abstand der Metabolit BH 479-12 mit 12 Positivbefunden im Bereich von 0,01 bis 0,09µg/l. Die beiden Metaboliten BH 479-9 und 479-11 spielen mit drei bzw. zwei Positivbefunden im Bereich von 0,02 – 0,04 µg/l eine untergeordnete Rolle. Die meisten höheren Befunde liegen zwischen Main-Tauber-Kreis und dem Ostalbkreis (Abbildung 2.5-7), vereinzelt auch in anderen Regionen.

Entsprechend gängiger Praxis wird Dimethachlor und Metazachlor auf den gleichen Flächen angewendet, so dass hohe Befunde der Metaboliten beider Wirkstoffe an den gleichen Messstellen nachgewiesen wurden.

METOLACHLOR - MAIS

In Abbildung 2.5-8 sind die Anbauflächen von Silomais, Körnermais und CCM (Corn-Cob-Mix) der Bodennutzungshaupterhebung 1999 zusammen gefasst. Der Wirkstoff Metolachlor wurde an insgesamt sechs Messstellen nachgewiesen, davon an vier Messstellen im Bereich von 0,02 – 0,03 µg/l, einmal 0,07 µg/l in Südbaden und einmal mit dem Höchstwert 0,17 µg/l im Rhein-Neckar-Kreis.

Wie bereits bei der Beprobung im August 2007 tritt die Metolachlorsulfonsäure CGA 380168 am häufigsten auf: 58 Positivbefunde von 0,01 bis 5,2 µg/l, dann folgt die Metolachlorsäure CGA 351916 mit 23 Positivbefunden zwischen 0,1 und

Metolachlorsulfonsäure

CGA 380168

Werte in µg/l

- < 0,05
- 0,05 - 0,10
- 0,11 - 1,00
- 1,01 - 3,00
- 3,01 - 10,00
- unklassifiziert

Metolachlorsäure

CGA 351916

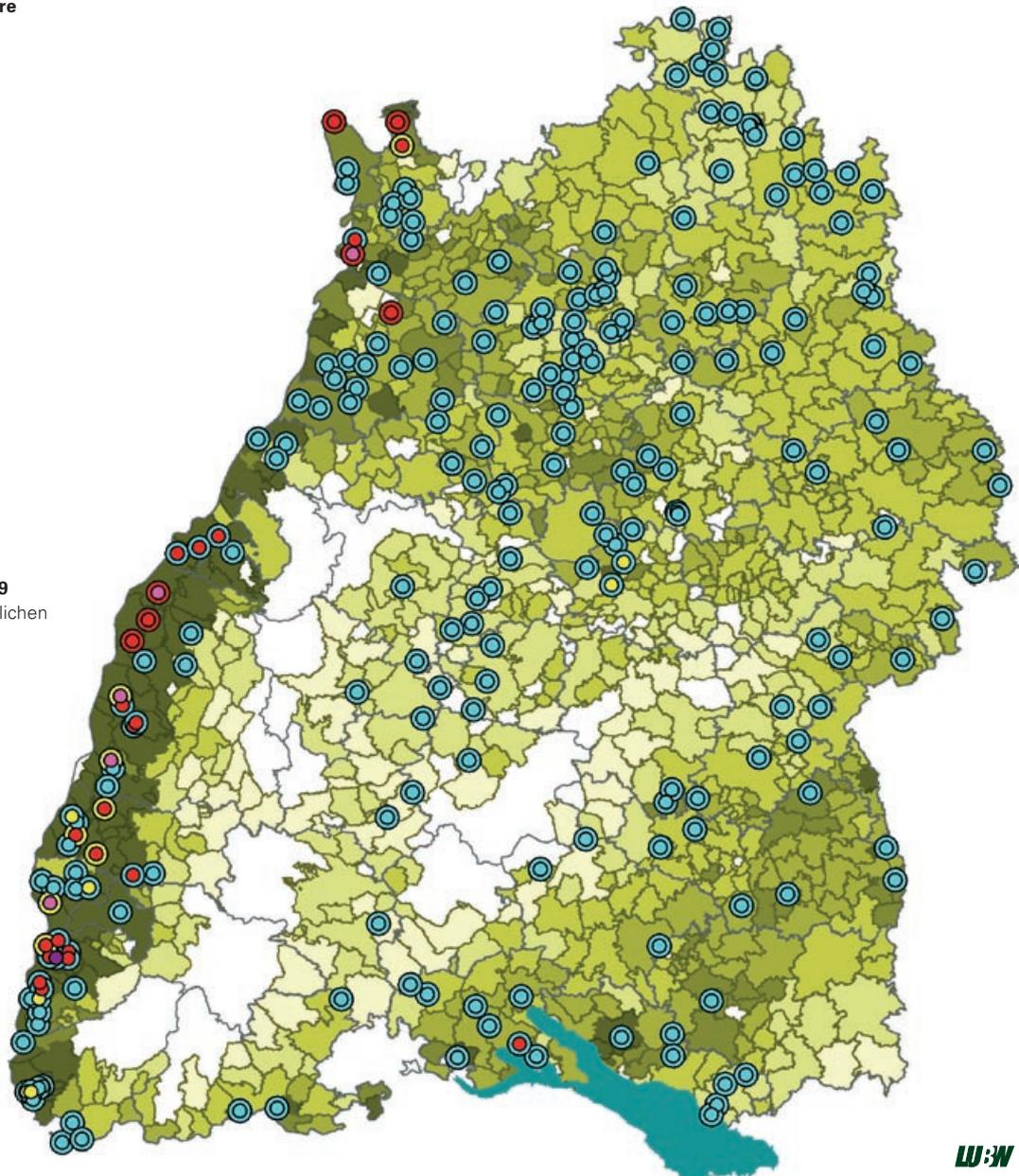
Werte in µg/l

- < 0,05
- 0,05 - 0,10
- 0,10 - 1,00
- 1,01 - 3,00
- 3,00 - 10,00

Anteil Maisanbau 1999

in % der landwirtschaftlichen Fläche

- < 2,00
- 2,00 - 5,00
- 5,01 - 10,00
- 10,01 - 15,00
- 15,01 - 20,00
- 20,01 - 66,60



LW:W

Abb. 2.5-8: Konzentrationsverteilung der Metolachlor-Metaboliten CGA 380168 (Metolachlorsulfonsäure) und CGA 351916 (Metolachlorsäure) im Maisanbau; 238 Messstellen, Probennahme Oktober 2008.

0,97 µg/l. Die anderen Metaboliten konnten bei der Beprobung Oktober 2008 mangels Referenzsubstanzen noch nicht untersucht werden. Dies wird im Jahr 2009 nachgeholt.

Mais wird in Baden-Württemberg außer im Schwarzwald und der Schwäbischen Alb fast überall in unterschiedlichem Umfang angebaut. Wie Abbildung 2.5-8 zeigt, liegt der Schwerpunkt der Belastung mit den Metolachlormetaboliten in der Oberrheinebene. Dort wird einerseits viel Mais angebaut und andererseits weist die Grundwasserüberdeckung nur eine relativ geringe Schutzfunktion auf. Aufgrund der dortigen mittleren Verweilzeiten von überwiegend 5 bis 15 Jahren sind dort erst in einigen Jahren

Verbesserungen zu erwarten, wenn die Auswirkungen des seit 2002 eingesetzten S-Metolachlor mit höherem Wirkstoffgehalt und damit verringerter Anwendungsmenge zum Tragen kommen.

DMS – OBST UND WEINBAU

Die Zulassung für PSM mit dem Wirkstoff Tolyfluanid ruht oder ist seit Dezember 2008 für die Freilandanwendung widerrufen. Lediglich in Gewächshäusern darf dieses Fungizid im Gemüse- und im Zierpflanzenbau eingesetzt werden. Die frühere Zulassung umfasste die Anwendung in Weinreben, Obst, Beeren, Gemüse, Salate, Hopfen und Zierpflanzen. Dementsprechend findet man DMS-Rück-

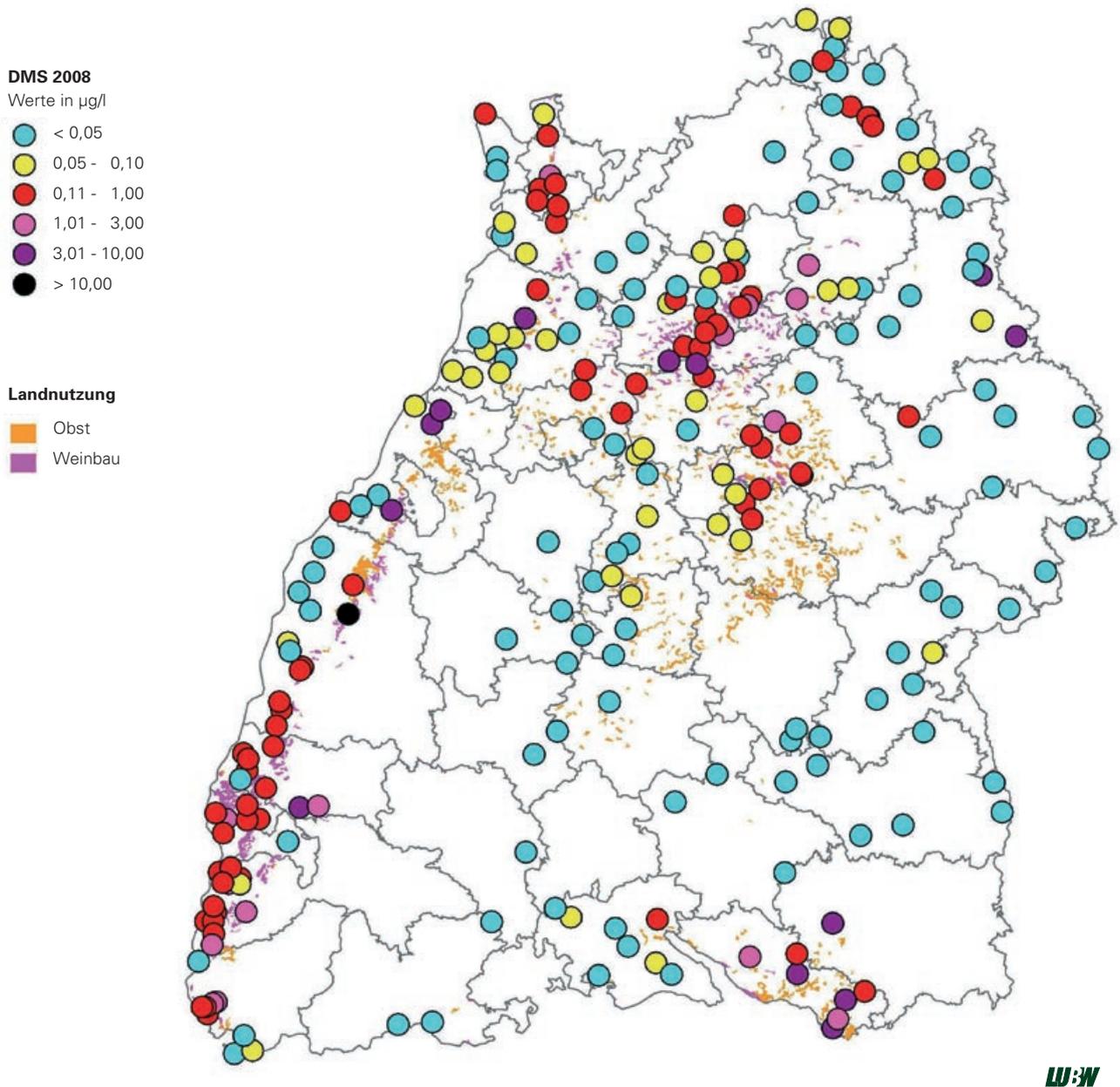


Abb. 2.5-9: Konzentrationsverteilung der Tolyfluanid-Metaboliten N,N-Dimethylsulfamid (DMS) im Obst- und Weinbau, 238 Messstellen, Probenahme Oktober 2008.

stände auch in den klassischen Obst- und Weinbaugebieten entlang der Vorbergzone in der Oberrheinebene, an der Bergstraße, am mittleren Neckar und am Bodensee. In Abbildung 2.5-9 sind diese Gebiete auf der Grundlage der Landnutzungskarte Landsat 2000 dargestellt.

Der Wirkstoff Tolyfluanid wurde bei der Beprobung Oktober 2008 und auch bei den anderen Beprobungen davor an keiner einzigen Messstelle nachgewiesen. Hingegen findet man das Abbauprodukt N,N-Dimethylsulfamid (DMS) von allen untersuchten Metaboliten am häufigsten und in den höchsten Konzentrationen. Die Maximalkonzentration im Oktober 2008 betrug 21 µg/l an einer Messstelle unterhalb eines Weinbergs in der Vorbergzone des Schwarzwalds. Der Vorwert aus der Beprobung 2006 war 16 µg/l. Danach folgen Messstellen mit Konzentrationen um 6-8 µg/l, in einigen Fällen mit Erdbeerplantagen im Einzugsgebiet. Insgesamt 28 Messstellen weisen eine DMS-Belastung zwischen 1 und 10 µg/l auf, 71 Messstellen zwischen 0,11 und 1 µg/l.

2.5.6.4 BEWERTUNG UND WEITERES VORGEHEN BEI DEN PSM-METABOLITEN

Aus Gründen des nachhaltigen Grundwasserschutzes und da es sich bei den aufgeführten Metaboliten um grundwasserfremde Stoffe handelt, sind künftig solche Einträge ins Grundwasser zu verringern, auch wenn diese als „nicht relevant“ eingestuft sind. „Nicht relevant“ im Sinne des Pflanzenschutzrechts bedeutet, dass der Metabolit keine

pestizide Wirkung hat und nicht bedenklich hinsichtlich seiner human- und ökotoxikologischen Eigenschaften ist.

Im Februar 2009 veröffentlichte das Umweltbundesamt (UBA) zusammen mit dem Bundesinstitut für Risikobewertung erstmals die Liste „Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) für nicht relevante Metaboliten (nrM) von Wirkstoffen aus Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln“¹. Diese Liste wird ständig aktualisiert. Grundlage war die Veröffentlichung des UBA vom 04.04.2008 „Trinkwasserhygienische Empfehlung stoffrechtlich „nicht relevanter“ Metaboliten von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln im Trinkwasser“². Darin wird bei Vorliegen aussagekräftiger toxikologischer Studien für „nicht relevante Metaboliten“ ein trinkwasserhygienisch bis auf weiteres (vorerst dauerhaft) hinnehmbarer gesundheitlicher Orientierungswert GOW von 3,0 µg/l genannt, bei schlechterer Datenlage ein GOW von 1,0 µg/l. Damit wird dem Vorsorgeprinzip Rechnung getragen. Darüber hinaus legte das UBA noch einen trinkwasserhygienisch vorübergehend hinnehmbaren Vorsorge-Maßnahmenwert von 10 µg/l fest.

Tabelle 2.5-6 zeigt den Vergleich der bei der Beprobung Oktober 2008 gemessenen Metaboliten mit den bisher veröffentlichten GOW-Werten (Bewertungsstand 08.04.2009). Derzeit sind GOW-Werte für 13 von den 28 im Oktober 2008 untersuchten Metaboliten festgelegt. Die GOW-Werte werden nur hilfsweise zur Bewertung herangezogen, denn bei den Proben handelt es sich um Grundwasser, nicht um

¹ http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwassertoikologie/tabelle_gow_nrm.pdf
² http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwasserkommission/empfehlung_nrm.pdf

Tabelle 2.5-6: Überschreitungen der GOW-Werte bei der Beprobung Oktober 2008, (Bewertungsstand 08.04.2009 unter http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwassertoikologie/Tabelle_gow_nrm.pdf)

Metabolit	GOW in µg/l	Anzahl Mst.	Anzahl Mst. > GOW	% Mst. > GOW	Maximalwert in µg/l
DMS	1,0	238	29	12,2	21,00
Desphenylchloridazon (B)	3,0	238	6	2,5	8,09
Metolachlor-Sulfonsäure CGA 380168	1,0	238	6	2,5	5,20
Methyl-desphenylchloridazon (B1)	3,0	238	1	0,4	4,62
Metazachlor-Sulfonsäure BH 479-8	3,0	238	1	0,4	3,70
Metazachlorsäure BH 479-4	1,0	238	1	0,4	1,47
Metolachlorsäure CGA 351916	3,0	238	0	0,0	0,97
Chlorthalonil-Sulfonsäure R 417888	3,0	238	0	0,0	0,11
Metazachlor-Metabolit BH 479-12	1,0	238	0	0,0	0,09
Chlorthalonil-Metabolit R 611965	3,0	238	0	0,0	< 0,05
Metazachlor-Metabolit BH 479-9	3,0	238	0	0,0	0,04
Metazachlor-Metabolit BH 479-11	1,0	238	0	0,0	0,02
Quinmerac-Metabolit BH 518-2	1,0	238	0	0,0	0,02
2,6-Dichlorbenzamid	3,0	569	0	0,0	0,46



Trinkwasser. Der Metabolit 2,6-Dichlorbenzamid, der im Rahmen des Routineuntersuchungsprogramms 2008 gemessen wurde, ist ebenfalls bei dieser Betrachtung berücksichtigt. Am häufigsten überschritten (12,2 % der Messstellen) wird der GOW-Wert demnach von DMS, das auch den höchsten Maximalwert von 21 µg/l aufweist. Danach folgt ein starker Abfall der Überschreitungsquote auf 2,5 bzw. 0,4 % bei den Metaboliten von Chloridazon und den Sulfonsäuren von Metolachlor und Metazachlor. Die weiteren GOW-Werte wurden bei weitem nicht erreicht, so dass in diesen Fällen zwar keine Gesundheitsgefährdung für den Menschen vorliegt, jedoch aus dem Vorsorgeprinzip heraus auch dort die weitere Verringerung der Konzentrationen im Grundwasser anzustreben ist.

Hinsichtlich des weiteren Vorgehens werden im Falle des DMS die vorhandenen Belastungen in den nächsten Jahren weiter verfolgt, nachdem für Tolyfluanid-haltige Mittel spätestens ab Dezember 2008 die Zulassung für Freilandanwendungen ruhte oder widerrufen war und somit die Eintragsquelle gestoppt ist. Bei Chloridazon wurde als Maßnahme zur Verringerung der Einträge die in Kapitel 2.5.6.3 erwähnte freiwillige Vereinbarung mit der Herstellern abgeschlossen. Zu den Wirkstoffen Dimethachlor, Metazachlor und Metolachlor finden weiterhin Fundaufklärungen und Gespräche mit den Herstellern mit dem Ziel statt, auf lokaler Ebene entsprechende Maßnahmen zur Verringerung der Eintragsmengen zu ergreifen. Inzwischen wurden die meisten der noch nicht untersuchten Standards beschafft und in diesem Jahr ist nochmals eine Beprobung der genannten 238 Messstellen vorgesehen, wobei dann fast alle der in der BVL-Zusammenstellung genannten Metaboliten im Messumfang enthalten sein werden. Falls sich die bisherigen Ergebnisse bestätigen, wird bei den anderen Wirkstoffen und Metaboliten außer einem Monitoring kein weiterer Handlungsbedarf gesehen. Der bereits im Jahr 2006 begonnene Dialog zwischen den betroffenen Behördenvertretern aus Baden-Württemberg und Bayern sowie mit den Herstellern wird weitergeführt.

2.5.7 BEWERTUNG DER GESAMTSITUATION DER PFLANZENSCHUTZMITTEL

Seit 1994 wurden im qualitativen Landesgrundwassermessnetz bei den Routinebeprobungen im Herbst auf insgesamt

80 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 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 1999 bis 2008 ausgewertet. Die Zahl der untersuchten Messstellen schwankte dabei erheblich zwischen 1 und 4.669. Am seltensten gemessen wurden beispielsweise Dimethomorph und Fluzazinam, am häufigsten Desethylatrazin. Damit die Liste nicht zu umfangreich wird, wurden nur Stoffe betrachtet, die an mindestens 100 Messstellen untersucht wurden. Diese Einschränkung betrifft 47 Stoffe, wobei sämtliche Befunde unterhalb der Bestimmungsgrenze lagen. Bei Vorliegen mehrerer Messwerte an einer Messstelle wurde der Medianwert berechnet. Damit kamen insgesamt 96 Wirkstoffe und 5 Metaboliten in die Auswertung. 58 Wirkstoffe, d.h. 60 %, sind inzwischen verboten bzw. nicht mehr zugelassen, 38 Wirkstoffe haben derzeit eine Zulassung. Die Wirkstoffe und ihre Metaboliten wurden je nach Häufigkeit der Nachweise bzw. Überschreitungen des Werts von 0,1 µg/l klassifiziert (Tabelle 2.5.7). Für die Wirkstoffe und die relevanten Metaboliten handelt es sich hierbei um Überschreitungen der Qualitätsnorm der Grundwasserrichtlinie bzw. des Grenzwerts der Trinkwasserverordnung. Die nicht relevanten Metaboliten wurden inzwischen teilweise bewertet, sind jedoch nicht Gegenstand dieser Überblicksdarstellung. Der Metabolit 2,6-Dichlorbenzamid wurde erstmals in der Tabelle nicht mehr berücksichtigt, da er inzwischen als „nicht relevanter“ Metabolit eingestuft wurde (siehe Internet-Zitat an Tabelle 2.5-6).

Die Ergebnisse zur Gesamtsituation zeigen:

- 43 Substanzen wurden an keiner einzigen Messstelle gefunden, darunter 12 zugelassene und 30 nicht mehr zugelassene Wirkstoffe sowie 1 Metabolit.
- Positive Befunde in Konzentrationen unter dem Wert 0,1 µg/l lagen von 36 Stoffen vor (14 zugelassene und 21 nicht mehr zugelassene Wirkstoffe sowie 1 Metabolit).
- Überschreitungen des Werts 0,1 µg/l an bis zu 1 % der

Tabelle 2.5-7: Belastung der Messstellen mit PSM-Wirkstoffen und ihren Metaboliten in den letzten zehn Jahren. Es sind nur Wirkstoffe und Metaboliten aufgeführt, die im Zeitraum 1999-2008 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 04/2009, Landesmessstellen und Kooperationsmessstellen der WWU.

Fettdruck: PSM mit diesem Wirkstoff haben eine Zulassung (Stand: April 2009)

Normalschrift: PSM mit diesem Wirkstoff sind nicht mehr zugelassen

Kursivschrift: Metabolit (Abbauprodukt)

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



Messstellen werden durch 21 Stoffe verursacht (12 zugelassene und 7 nicht mehr zugelassene Wirkstoffe sowie 2 Metaboliten).

- Die meisten Überschreitungen des Werts $0,1 \mu\text{g/l}$ werden durch den Metaboliten Desethylatrazin an 112 von 4.669 Messstellen, d.h. an 2,4 % der Messstellen hervorgerufen.

Bei der Auswertung 2008 treten erfreulicherweise keine Wirkstoffe oder relevante Metaboliten mehr in der Klasse „Positivbefunde an über 3 % der Messstellen mit Konzentrationen über $0,1 \mu\text{g/l}$ “ auf. Ansonsten haben sich in der Tabelle gegenüber der Auswertung 2007 einige Verschiebungen ergeben, in den meisten Fällen in Richtung niedrigerer Belastung.

Die regionale Verteilung der Messstellen mit den Hauptbelastungsstoffen Desethylatrazin, Atrazin, Bentazon, Bromacil und Hexazinon zeigt Abbildung 2.5-10. 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 stellt noch immer die Hauptbelastung dar, obwohl der Ausgangsstoff Atrazin bereits seit 1991 in der Bundesrepublik verboten ist. In Baden-Württemberg war die Anwendung in Wasserschutzgebieten schon ab 1988 nicht mehr erlaubt. Die Nachweishäufigkeit ist in den letzten Jahren rückläufig. Atrazin wurde vor seinem Verbot hauptsächlich als Maisherbizid verwendet. Aufgrund seiner Persistenz ist der Wirkstoff immer noch häufig nachzuweisen, wenn auch mit rückläufiger Tendenz.

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

Von den zugelassenen Wirkstoffen wird Bentazon am häufigsten gefunden. Allerdings haben die zahlreichen Positiv-

befunde in den letzten Jahren dazu geführt, dass zahlreiche Anwendungsbeschränkungen erlassen wurden. Aufgrund seiner hohen Mobilität im Untergrund wurde beispielsweise der Einsatz auf besonders durchlässigen Böden verboten. Die Belastung liegt in der gleichen Größenordnung wie bei der Vorjahresauswertung.

Das Monitoring auf Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und deren Metaboliten ist im Landesmessnetz seit rund 20 Jahren 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. Insgesamt gesehen ist die Belastung mit PSM in Baden-Württemberg in den letzten Jahren deutlich zurückgegangen. Jetzt ergriffene Maßnahmen zur Verringerung des PSM-Eintrags werden sich aufgrund der mittleren Verweilzeiten in Boden und Grundwasser sicherlich erst in einigen Jahren auswirken. Derzeit liegt 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.

PSM- Hauptbelastungen

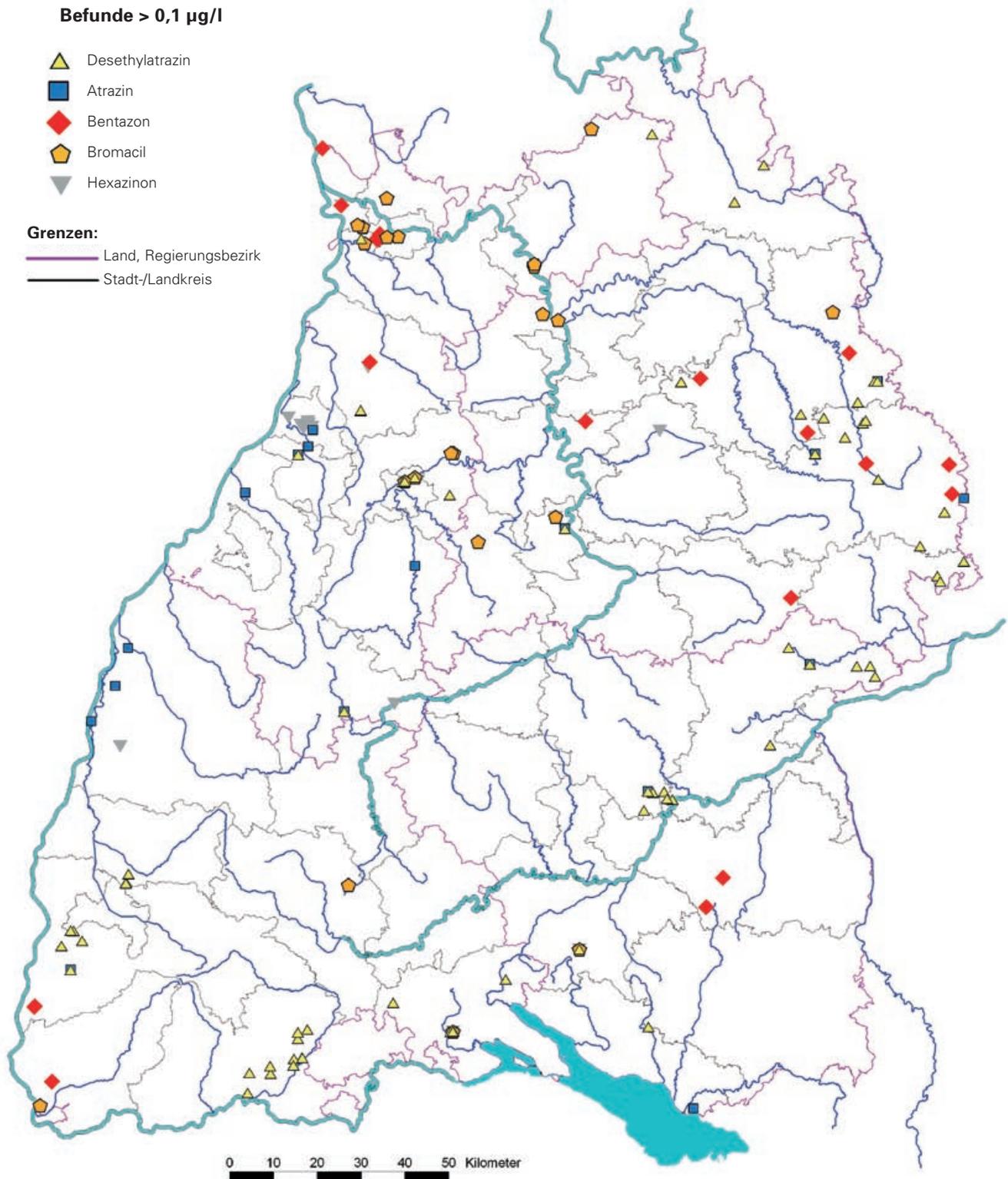
2004 - 2008
im Grundwasser-
beschaffenheitsmessnetz

Befunde > 0,1 µg/l

-  Desethylatrazin
-  Atrazin
-  Bentazon
-  Bromacil
-  Hexazinon

Grenzen:

-  Land, Regierungsbezirk
-  Stadt-/Landkreis



LW:W

Abb. 2.5-10: PSM-Hauptbelastung: 1 Metabolit und 4 PSM-Wirkstoffe an 128 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 2004 bis 2008.

2.6 Versauerung, pH-Wert

2.6.1 PROBLEMBESCHREIBUNG, BEDEUTUNG

Zum Schutz des Verbrauchers bzw. zum Schutz der Trinkwasserleitungen vor Korrosion z.B. durch Säuren gibt die TrinkwV einen zulässigen pH-Bereich von 6,5 bis 9,5 vor. Durch „sauren Regen“ können pH-Werte unter 6,5 und als Folge toxische Aluminium- und Schwermetallkonzentrationen erreicht werden, da saures Wasser die natürliche bzw. korrosionsbedingte Schwermetallfreisetzung im Grundwasserleiter bzw. im Leitungswasser erhöht. Daher müssen solche Wässer vor der Nutzung als Trinkwasser vor Abgabe an die Verbraucher aufbereitet werden. Durch technische Maßnahmen wie Aufkalkung oder Ausblasen der Kohlensäure wird das Wasser „entsäuert“ und dadurch der pH-Wert erhöht.

2.6.2 LANDESWEITE SITUATION, RÄUMLICHE VERTEILUNG, TENDENZEN, BEWERTUNG

Der obere Grenzwert nach TrinkwV von pH 9,5 wird im Herbst 2008 an keiner Messstelle überschritten. Nur an fünf Messstellen liegt der pH-Wert über 8,0. Die Über-

schreitungen sind geogen und anthropogen bedingt. Die naturbedingt höheren Werte werden im tiefen Grundwasser der Oberen Meeresmolasse im Alpenvorland und im Grundwasser des Keupers mit Muschelkalkeinfluss gemessen. Das Maximum liegt bei pH 8,96.

Der untere Grenzwert nach TrinkwV von pH 6,5 wird im Gesamtmessnetz 2008 an 7,5 % der 1.795 untersuchten Messstellen unterschritten, meist an Quellen im Basismessnetz und Quellmessnetz mit Unterschreitungsquoten von etwa 21 % (Abb. 2.6-1).

Diese Messstellen - meist Quellen - liegen nahezu alle im westlichen Landesteil (Abb. 2.6-2) in den bewaldeten Festgesteinen von Schwarzwald und Odenwald (Buntsandstein, Kristallin, Rotliegendes). Das landesweite Minimum von pH 4,9 wird je an zwei Quellen im Buntsandstein des Mittleren Schwarzwalds gemessen.

Schwerpunkte der Versauerung mit besonders niedrigen pH-Werten unter pH 6,0 (39 Messstellen) liegen hauptsächlich in den Festgesteinen der Buntsandstein- und Gra-

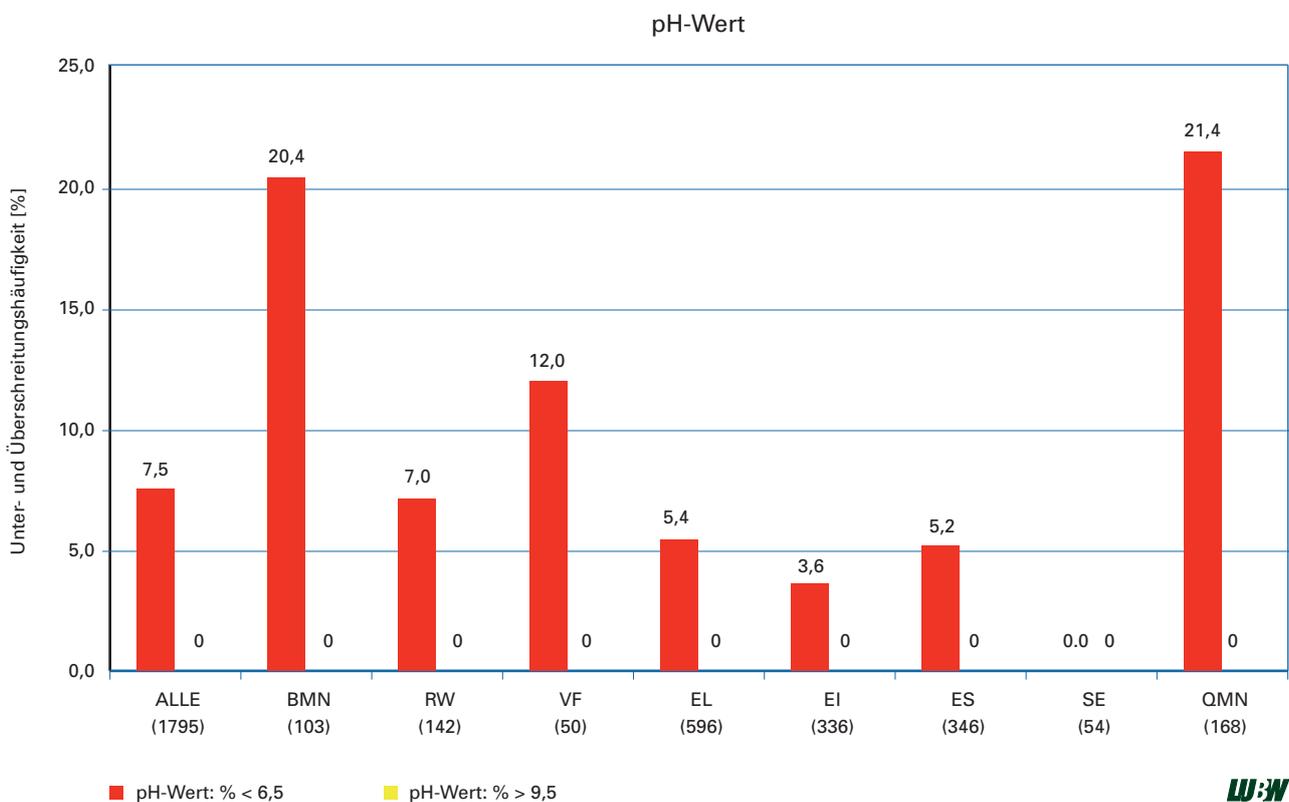


Abb. 2.6-1: pH-Wert 2008: Prozentuale Unterschreitung des unteren Grenzwerts der Trinkwasserverordnung von pH 6,5; Hinweis: Es liegen keine Überschreitungen des oberen Grenzwertes von 9,5 vor.

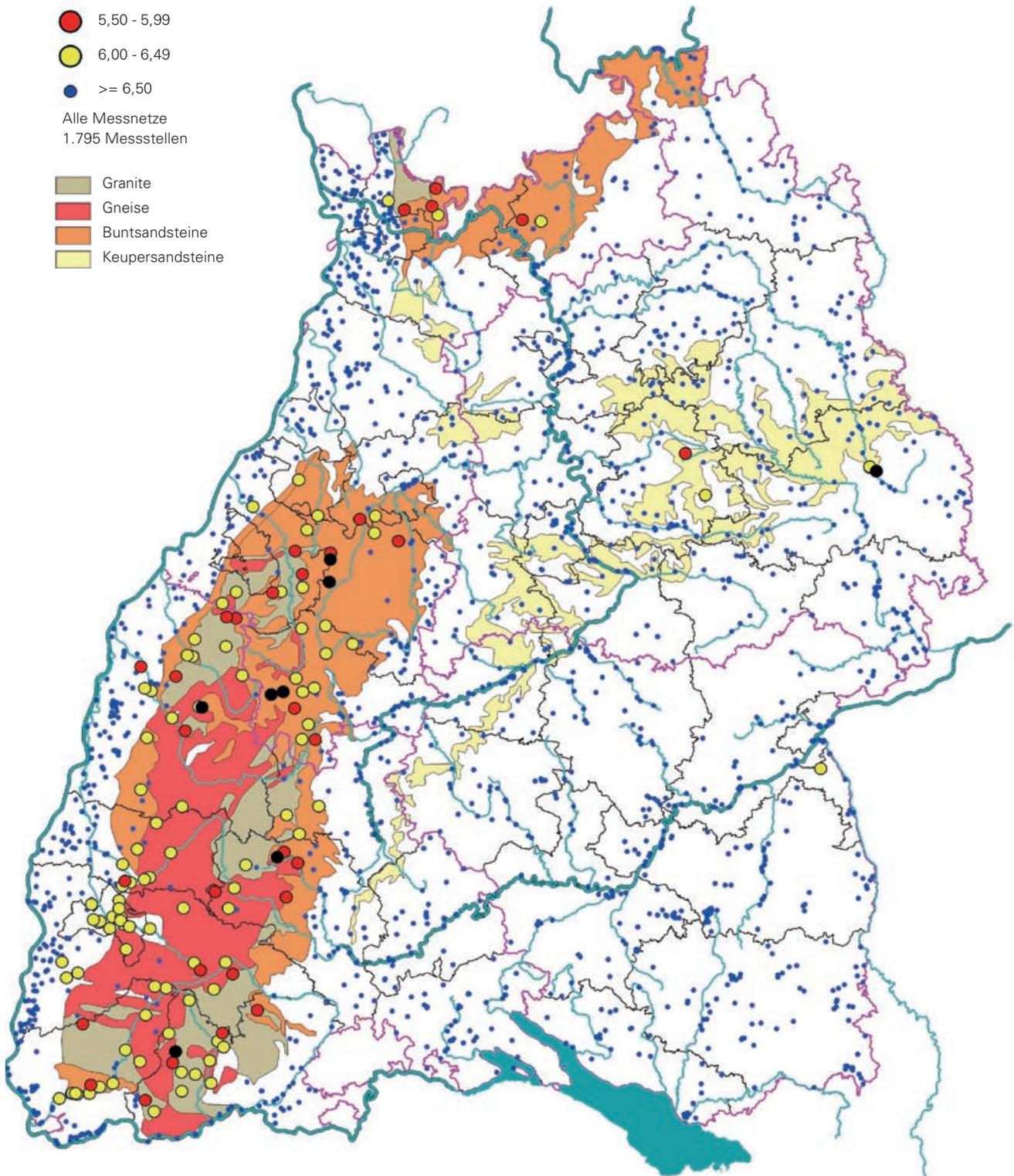
pH-Wert

Beprobung 2008

- < 5,50
- 5,50 - 5,99
- 6,00 - 6,49
- >= 6,50

Alle Messnetze
1.795 Messstellen

- Granite
- Gneise
- Buntsandsteine
- Keupersandsteine



LUBW

Abb. 2.6-2: Verteilung pH-Wert Herbst 2008.

nitgebiete im Odenwald und im Schwarzwald. Ein Grund dafür ist die dortige besondere Armut an „pufferwirksamen“ kalkigen Gesteinsbestandteilen. Gneisgesteine enthalten etwas mehr „Puffersubstanzen“. Damit ist die Versauerung kein landesweites Problem, sondern beschränkt sich auf etwa 21 % der Landesfläche.

Saures Quellwasser mit pH-Werten unter pH 6,5 kommt in den genannten Gegenden z.T. natürlich vor, ist aber durch anthropogene Säureinträge über Luft und Regen zeitweise um etwa 0,5 bis 1,0 pH-Einheit erniedrigt. Unbelastetes Regenwasser kann einen maximalen pH-Wert von 5,6 erreichen, so dass hiesiges Quellwasser, das hauptsächlich durch Niederschlag gespeist wird, mindestens einen pH-Wert von 5,6 erreichen müsste. Eine weitere Ursache liegt in der hier an den Quellen vorhandenen sehr geringen Kontaktzeit des Wassers mit dem Gestein an Schutthängen und in Klüften. So fehlen beispielsweise im grobklastischen Hangschutt Feinanteile wie Schluff und Sand, die die Abflussgeschwindigkeit verringern, so dass frisch versickertes Niederschlagswasser eine zu geringe Kontaktzeit hat, um seinen pH-Wert zu erhöhen.

Auch außerhalb der Festgesteinsregionen finden sich einige andere Messstellen mit saurem Grundwasser in den Lockergesteinen der Gebirgsrandbereiche und der Schwarzwaldtäler (z.B. von Wiese, Möhlin, Neumagen, Dreisam, Elz, Kinzig, Murg) bis in die Oberrheinebene hinein. Versauerungsschwerpunkt bei den Lockergesteinen ist die Freiburger Bucht. Diese Grundwässer liegen in natürlich sauren Anmoorbereichen und in den Versickerungsbereichen der Schwarzwaldflüsse, in welche das saure Flusswasser aus dem kalkarmen Schwarzwald in das Grundwasser infiltriert.

Im östlichen Landesteil finden sich nur einige wenige punktuelle Grenzwertunterschreitungen an Quellen in den ebenfalls versauerungsgefährdeten Sandsteinen des Keuperberglands, so z.B. auf einem Berg im Murrhardter Wald und in der Dalkinger Heide am nordöstlichen Rand der Schwäbischen Alb. Dort sind die sehr kalkarmen Goldshöfer Sande den Albkalkgesteinen aufgelagert.

Versauerungsbedingte Überschreitungen des Aluminiumgrenzwertes der TrinkwV von 0,2 mg/l können im gesam-

ten Jahr 2008 lokal an nur vier Messstellen in Schwarzwald und Odenwald beobachtet werden.

2.6.3 MITTELFRISTIGE TENDENZEN, BEWERTUNG: VERGLEICH DER VERSAUERUNGSSITUATION 1994/1996 MIT 2005/2007

In einer umweltmedienübergreifenden Veröffentlichung der LUBW über die Entwicklung der Versauerungssituation in Baden-Württemberg werden Daten aus den 1990er Jahren mit Daten aus den 2000er Jahren verglichen und die Entwicklung für den Boden, für das Quell- und Grundwasser, die Lebensräume und die Tierwelt in Boden und Wasser bewertet (LUBW, 2009). Nachfolgend wird aus diesem Bericht die Situation für das Quell- und Grundwasser beschrieben.

Für die Beurteilung der Entwicklung werden u.a. die Zeiträume 1994/1995/1996 mit 2005/2006/2007 anhand des Versauerungsparameters „pH-Wert“ verglichen. Dazu wurden die pH-Werte von etwa 2.300 Quellen, Brunnen und Grundwasserbeobachtungsrohren herangezogen.

Die mittel- bis längerfristige Versauerungstendenz seit 1992 ist in Abbildung 2.6-3 anhand der Entwicklung des jährlichen Mittelwerts von 21 ausgewählten Messstellen mit versauertem Quellwasser dargestellt. Es handelt sich meist um oberflächennahe Schwarzwald- und Odenwaldquellen mit jungen, in regenreichen Jahren auf Niederschläge schnell reagierenden Wässern. Diese Quellen sind besonders für die Trendbeurteilung geeignet, da sie alle nur in den versauerungsgefährdeten Gesteinsregionen liegen und von der LUBW als Versauerungsmessstellen seit 1993/1994 bzw. seit 1996/1997 mehrmals im Jahr beprobt werden.

Die pH-Schwankungen zwischen 1992 und 2007 betragen etwa 0,5 pH-Einheiten. Die Ursachen für die Zu- und Abnahmen des pH-Wertes im Quell- und Grundwasser liegen offenbar am Wechsel von niederschlagsarmen und niederschlagsreichen Jahren und im mit dem damit teilweise verbundenen Wechsel der Menge der eingetragenen Säuren. Dies zeigt sich in manchen Jahren im Vergleich der langjährigen pH-Messungen in den Quellwässern mit den Niederschlags- und Depositionsmengen aus der Atmosphäre (Abb. 2.6-3). In nassen Jahren kann ein höherer Säureeintrag ins Grundwasser über die Niederschläge und

aus den Böden erfolgen als in trockenen Jahren. Gerade in den Jahren 1992 bis 1998 macht sich dieser Zusammenhang bemerkbar. Dieser Zusammenhang ist bei hochauflösenden Messungen an einzelnen Quellen oftmals besser zu beobachten (Abb. 2.6-4): Zur pH-Reduktion bedarf es offenbar nicht unbedingt einer Belastung des Regens mit anthropogenen Säuren. Offenbar reicht in regenreichen Perioden allein die überdurchschnittliche Regenmenge aus, um über den natürlich niedrigen pH-Wert des Regens von 5,6 den pH-Wert im Quellwasser zu reduzieren, wie es an einigen Quellen in den überdurchschnittlich regenreichen Jahren 2001, 2002 und 2007 zu beobachten ist (Abb. 2.6-3, 2.6-4).

Zum Verständnis der Grundwasserversauerung spielt auch die Tatsache eine wichtige Rolle, dass in Trockenjahren die abgelagerten Säurebildner vermehrt ungelöst, z.B. als Salze die im Boden zwischengespeichert werden und erst in den folgenden niederschlagsreicheren Jahren mit dem vermehrt zur Verfügung stehenden Niederschlags- und Bodenwasser gelöst werden können. Erst dann gelangen die Säurebildner mit dem Sickerwasser ins Grund- und Quellwasser und führen dort zur Versauerung. 1992 war das letzte Jahr einer

ab 1989 andauernden Trockenperiode. Im Schwarzwald sind die Säureeinträge durch Schwefel- und Stickstoffverbindungen in den trockenen Jahren 1992, 1996, 1997 und 2003 auffällig geringer gewesen als in den nasser Jahren 1994 und 1995. Daher liegen in den trockeneren Jahren die pH-Werte im Quellwasser verständlicherweise relativ hoch. Andererseits gibt es in Trockenperioden auch in versauerungsgefährdeten Einzugsgebieten ältere und höher mineralisierte Grundwasserkomponenten, die als Trockenwetterabfluss zu einem höheren pH-Wert führen. Dies ist vermutlich die Ursache für das Maximum von pH 6,15 im Jahr 1992 (Abb. 2.6-3). Im nassen Jahr 1994 ist im Grundwasser ein Abfallen des mittleren pH-Wertes auf knapp 5,7 zu beobachten. Im Jahr 1994 lagen die Säureeinträge über Schwefel- bzw. Stickstoffverbindungen im Schwarzwald um 45 % höher als im trockeneren Jahr 1992 (Abb. 2.6-3). Im Jahr 1994 waren die überhaupt höchsten Säureeinträge in der Messreihe 1992 bis 2007, so dass die deutliche pH-Abenkung im Grundwasser verständlich wird.

Nach einer Verbesserung der Situation im Grundwasser 1997/1998 mit einem pH-Anstieg auf etwa pH 6,0 und einer Stabilisierung auf diesem Niveau bis 2006 fällt im Jahr

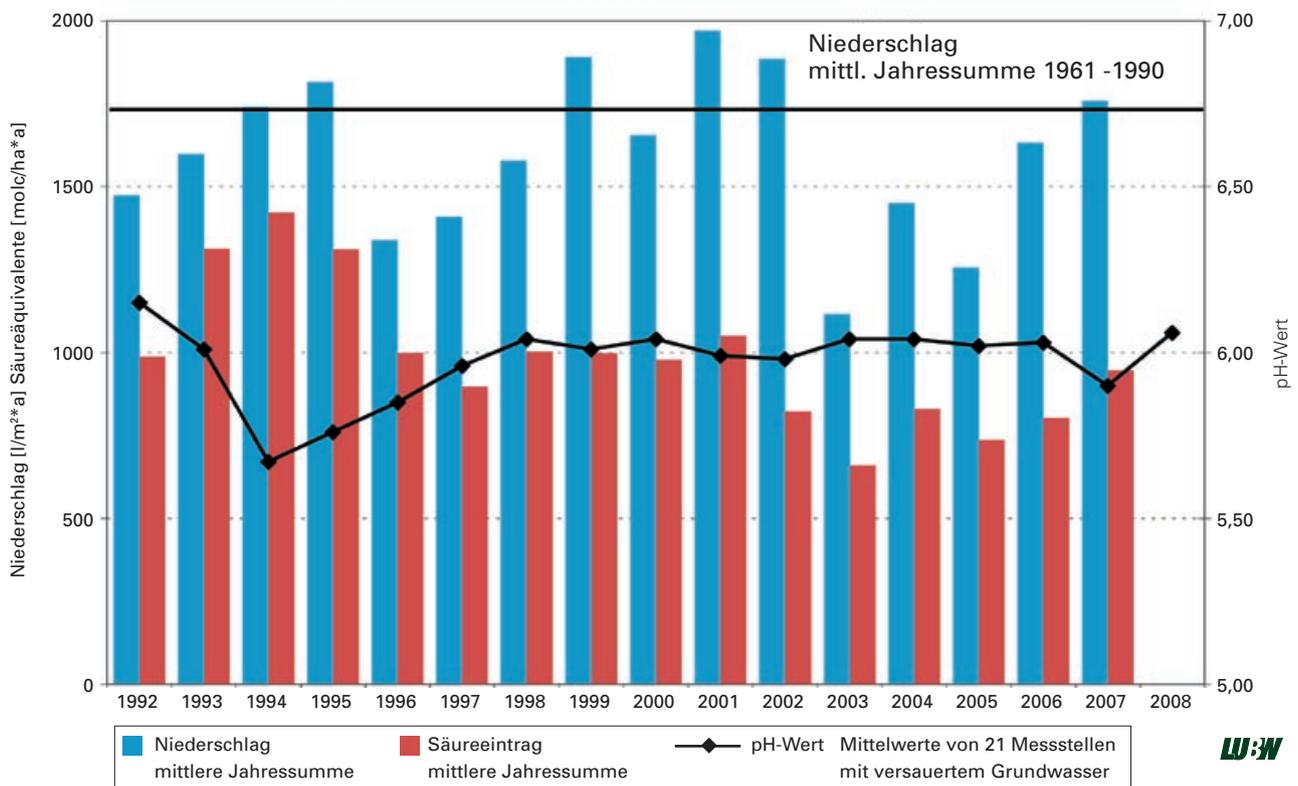


Abb. 2.6-3: Entwicklung der jährlichen pH-Mittelwerte von 1992 bis 2008 für 21 jährlich beprobte Messstellen mit versauertem Grundwasser, Niederschlagsverteilung und Säureeintrag (Nitrat, Sulfat) im Schwarzwald.

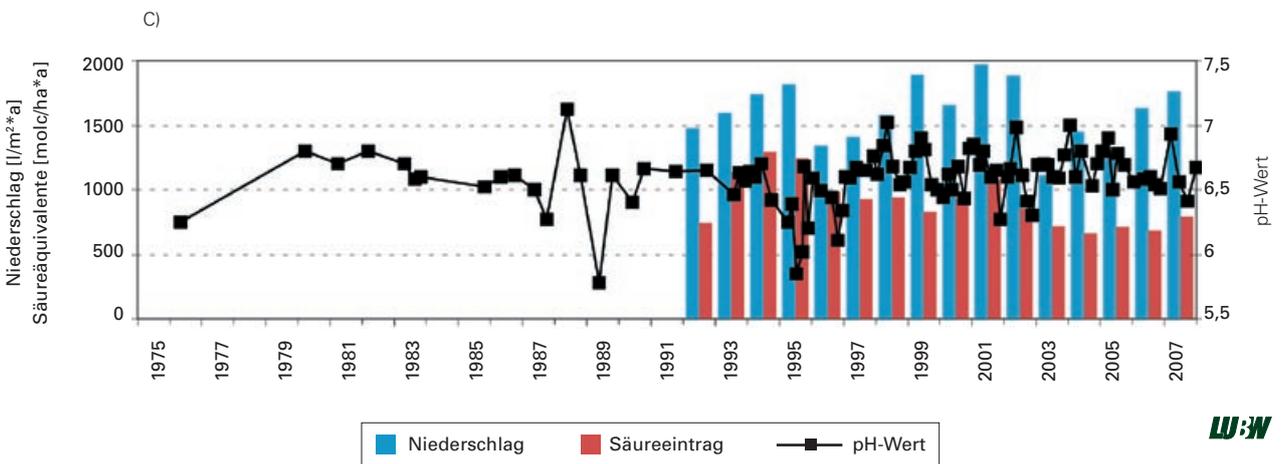
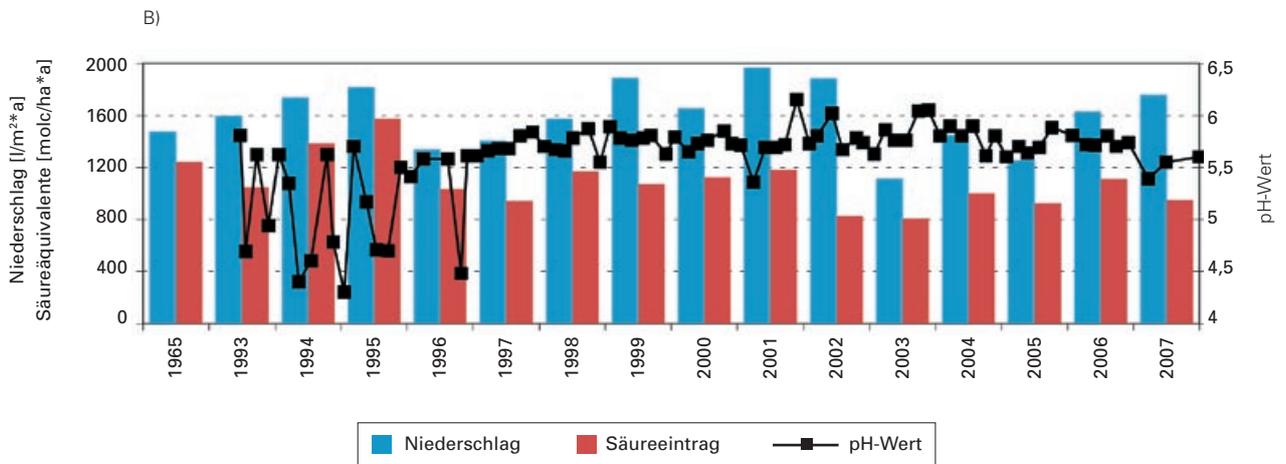
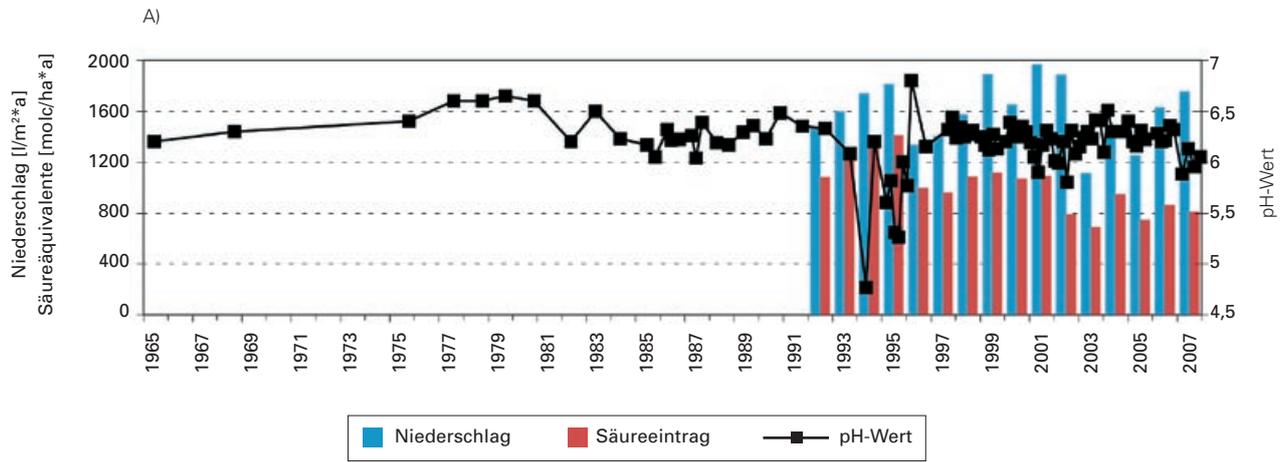


Abb. 2.6-4: Entwicklung der pH-Werte an drei Messstellen A – C in Zusammenhang mit den jährlichen mittleren Niederschlagsmengen (Mittel der DWD-Messstationen Freudenstadt, Baiersbronn, Breitnau, Feldberg) und des atmosphärischem Säureeintrags (Nitrat, Sulfat, ohne Ammonium) an den u.g. LUBW-Luftmessstationen

A) 0004/213-2 Quelle Höfelsbrunnen - Forbach im nordwestlichen Schwarzwald (Mittelwert der zwei LUBW-Luftmessstationen Hornisgrinde/Wildsee).

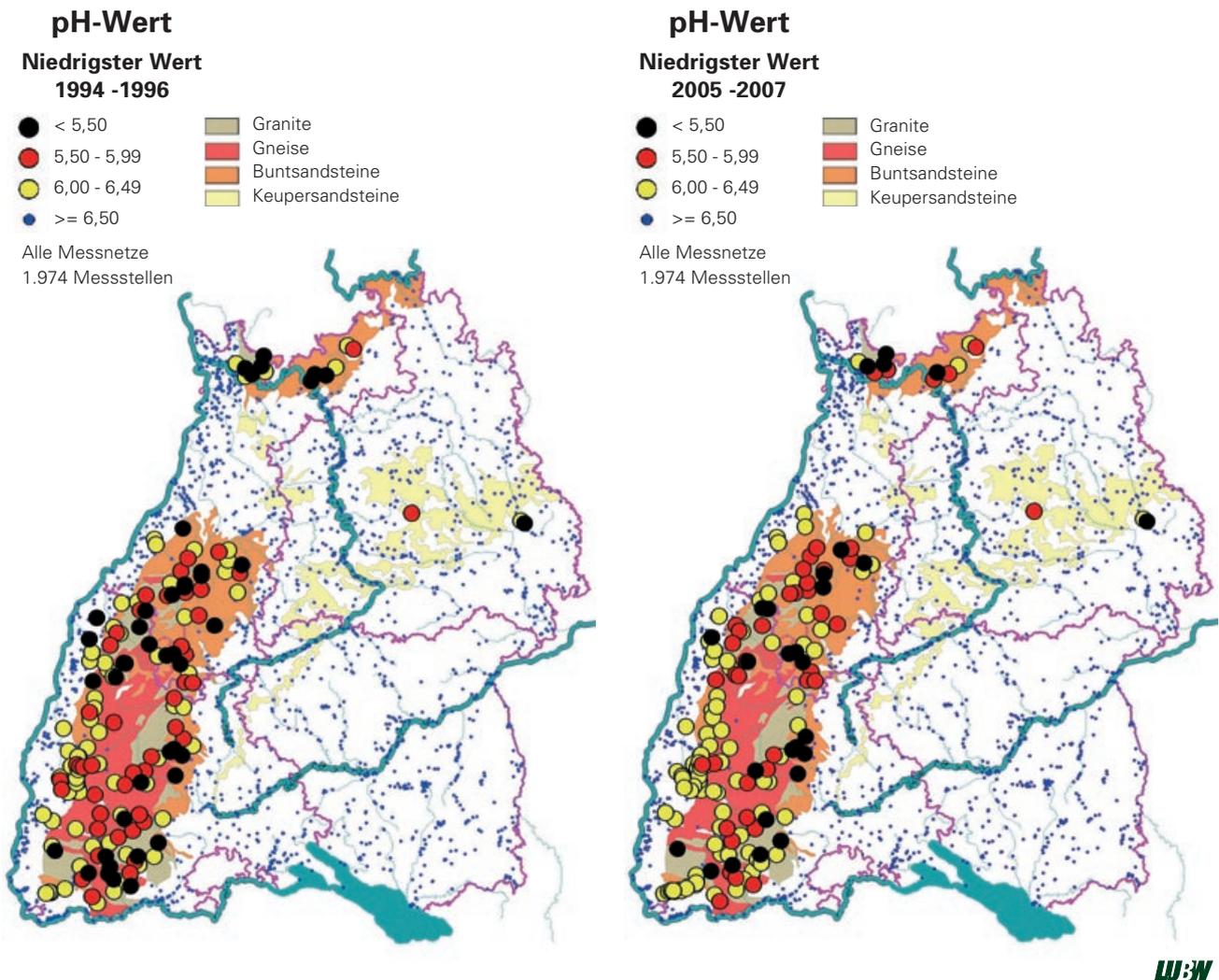
B) 0603/214-4 QF 4 Kaltenbrunnen - Sasbachwalden im nordwestlichen Schwarzwald (LUBW-Luftmessstation Hornisgrinde).

C) 0001/120-8 QF 2 Kleislewaldquelle - Oberried-Zastlertal im Südschwarzwald (LUBW -Luftmessstation Schauinsland).

2007 der mittlere pH-Wert überraschend wieder 5,9, also auf das Niveau von 1996/1997. Dies beruht offenbar auf den 2007 wieder höheren - erstmals seit 2001 wieder überdurchschnittlichen - Niederschlägen und den auch wieder höheren Säureeinträgen (Abb. 2.6-3). Im Schwarzwald waren die Stickstoffeinträge 2007 so hoch wie seit 1994/1995 und 2001 nicht mehr. Die Schwefeleinträge erreichten ein Niveau wie zuletzt 2001/2002. Im Vergleich des nasseren Jahres 2007 zum extremen Trockenjahr 2003 sind die Schwefel- und Stickstoffsäureeinträge jeweils um etwa 50 % höher. Die neuesten Quell- und Grundwasserdaten aus dem Jahr 2008 zeigen eine Fortsetzung der Stabilisierungsphase. Die pH-Werte liegen 2008 wieder höher (Abb. 2.6-3).

Abbildung 2.6-5 zeigt die Entwicklung der Versauerung in den letzten zehn Jahren anhand eines Vergleichs der Zeit-

räume 1994 - 1996 und 2005 - 2007: 1994 -1996 wurde ein Minimum des pH-Werts beobachtet, 2005 - 2007 beschreibt die aktuelle Situation. Diese Zeiträume sind auch von den Niederschlagsmengen her gut vergleichbar. So entspricht das trockenere Jahr 2005 dem Jahr 1996 und die beiden in etwa durchschnittlich nassen Jahre 2006/2007 den Jahren 1994/1995. Als Beurteilungswert dient der in beiden Zeiträumen jeweils an 1.974 Messstellen gemessene niedrigste pH-Wert. Im Vergleich der beiden Karten in Abbildung 2.6.5 lassen sich sichtbare Verbesserungen feststellen. Bei zahlreichen Messstellen im Odenwald und im gesamten Schwarzwald erhöht sich der pH-Wert des Grund- und Quellwassers in Richtung Neutralbereich. Lagen im Zeitraum 1994 -1996 noch 88 Grund- und Quellwässer unter pH 6,0, so waren es im Zeitraum 2005 - 2007 nur noch 70, also 20 % weniger.



LW:W

Abb. 2.6-5: Verteilung der in den Zeiträumen 1994 - 1996 und 2005 - 2007 gemessenen niedrigsten pH-Werte von 1.974 Messstellen (farbig hinterlegt: pufferschwache Gesteinsregionen).

pH-Wert

Differenz

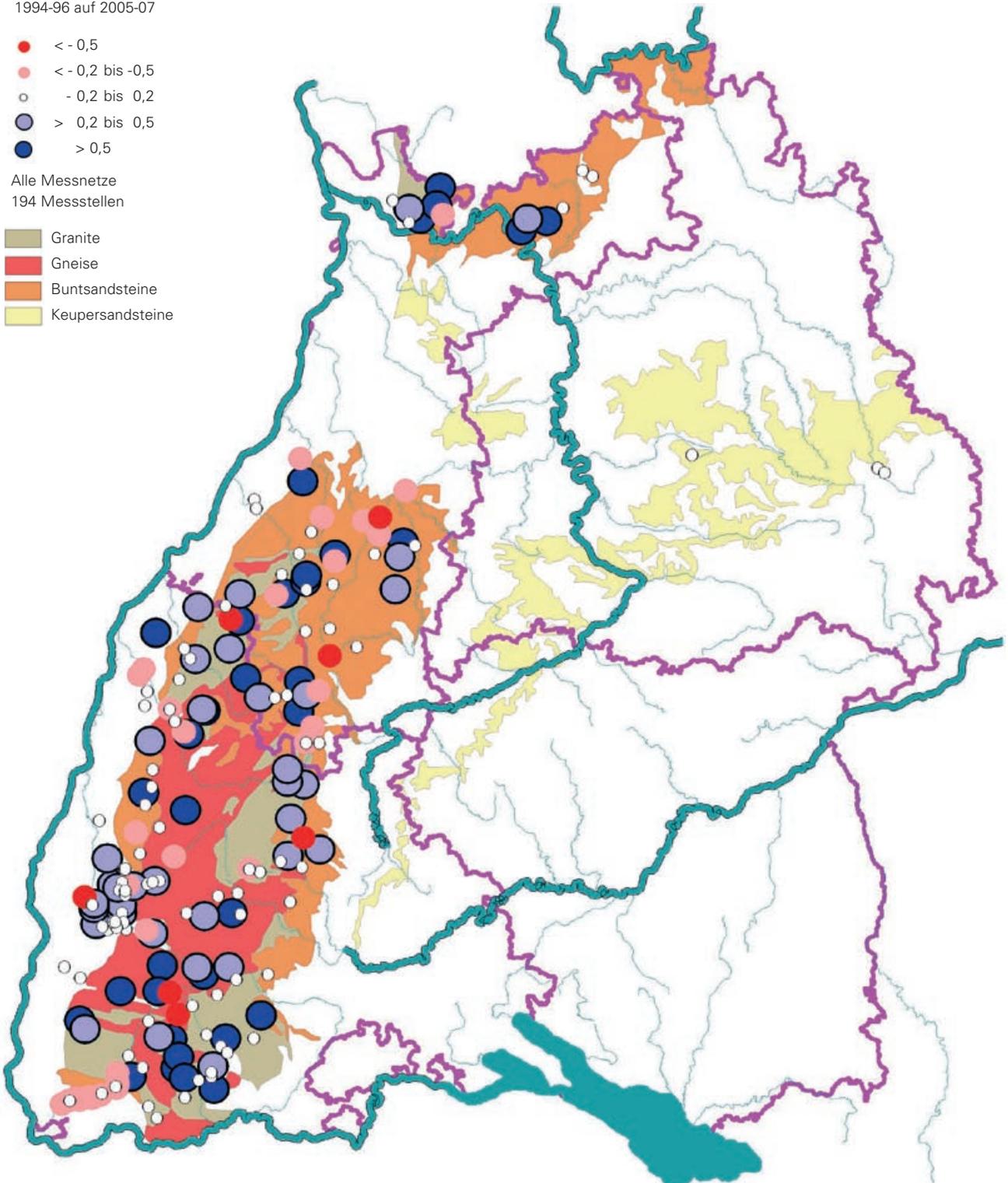
2005-07 - 1994-96

Zu- und Abnahmen von
1994-96 auf 2005-07

- < -0,5
- < -0,2 bis -0,5
- -0,2 bis 0,2
- > 0,2 bis 0,5
- > 0,5

Alle Messnetze
194 Messstellen

- Granite
- Gneise
- Buntsandsteine
- Keupersandsteine



LUBW

Abb. 2.6-6: Differenzen der niedrigsten pH-Werte in den Zeiträumen 2005 - 2007 und 1994 -1996, 194 Messstellen mit mindestens einem pH-Wert unter 6,5 in mindestens einem der beiden Zeiträume.

Die Differenzen für die 194 Messstellen mit pH-Werten von unter 6,5 in den besonders betroffenen Gesteinsregionen zeigt Abbildung 2.6-6. Demnach bleibt der pH-Wert bei 89 Messstellen (46 %) unverändert. Bei den anderen Messstellen geht die Tendenz in den letzten 10 bis 15 Jahren eher zu Verbesserungen (35 %) als zu Verschlechterungen (19%). Versauerungsschwerpunkte sind nach wie vor die Buntsandsteingebiete im Odenwald und Schwarzwald wie auch die Granit- und Gneisgebiete. Bei der Versauerungsproblematik ist gegenüber den 1990er Jahren eine eindeutige Situationsverbesserung eingetreten, dies zeigt die Auswertung der Ganglinien einzelner Messstellen mit versauertem Quellwasser wie auch die statistische Auswertung über alle Messstellen in den betroffenen Gebieten von Schwarzwald und Odenwald. In regenreichen Jahren oder Perioden sin-

ken die pH-Werte nicht mehr so oft und nicht mehr so tief ab wie in den 1990er Jahren und z. T. auch wie Ende der 1980er Jahre. Gegenüber einzelnen der LUBW vorliegenden pH-Werten aus den 1970 und auch 1980er Jahren ist allerdings keine Verbesserung zu erkennen.

Versauerungsbedingte Belastungen durch Aluminium wurden in den Jahren 1992 bis 2008 nur an wenigen Landesmessstellen beobachtet. Von 87 Messstellen, deren Wasser in 2007 oder 2008 mindestens einmal einen pH-Wert von unter 6,0 hatte, wurde der Aluminiumgrenzwert von 0,2 mg/l von 1992 bis 2008 nur an neun Messstellen dauerhaft überschritten. Die betroffenen Quellen liegen hauptsächlich in den Buntsandsteingebieten des Odenwalds und des Nordschwarzwalds.

3 Statistische Übersichten der Teilmessnetze

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

MESSNETZZIEL

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

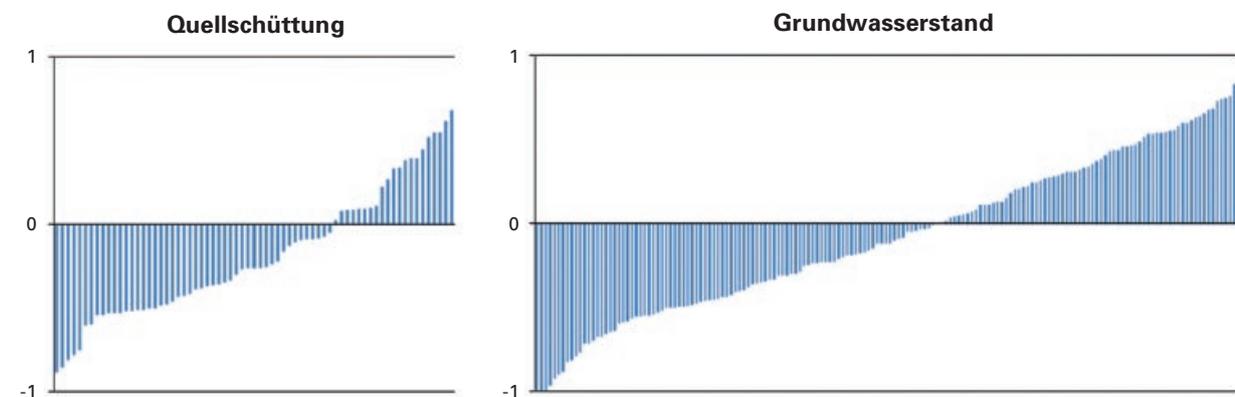
DATENGRUNDLAGE

Auswahl von 361 repräsentativen und funktionsfähigen Messstellen mit beschleunigter Datenübermittlung: 222 Grundwasserstandsmessstellen (wöchentlicher Beobachtungsturnus), 129 Quellen (wöchentliche bis monatliche Messung) und 10 Lysimeter (tägliche bis wöchentliche Beobachtung)

WICHTIGE ERGEBNISSE/AUFFÄLLIGKEITEN

- Insgesamt bewegen sich die Grundwasserstände und Quellschüttungen im **Jahr 2008** auf etwas niedrigerem Niveau als im Vorjahr und entsprechen etwa durchschnittlichen Verhältnissen.
- Die **Grundwasserstände** bewegen sich in den meisten Landesteilen auf niedrigerem Niveau als im Jahr 2007 und entsprechen im langjährigen Vergleich insgesamt durchschnittlichen Verhältnissen. Die starken Frühjahrsniederschläge haben landesweit steile Anstiege der Grundwasservorräte auf ein überdurchschnittliches Niveau bewirkt. Der weitere Jahresverlauf entsprach den vieljährigen Werten. In den südöstlichen Landesteilen sind die Grundwasservorräte leicht unterdurchschnittlich. Der kurzfristige Trend (10 Jahre) ist rückläufig, der mittelfristige Trend (20 Jahre) ist nach wie vor steigend, mit Ausnahmen im Oberrheingraben. Die langfristige Tendenz (50 Jahre) ist ausgeglichen.
- Die Jahreswerte der **Quellschüttungen** entsprechen im vieljährigen Vergleich mittleren Verhältnissen. Starke Niederschläge im April 2008 haben Schüttungsanstiege bewirkt, teilweise bis oberhalb des Normalbereichs. Die Schüttungsdynamik war im weiteren Jahresverlauf unauffällig. Der kurzfristige (10 Jahre) Trend ist nach wie vor fallend, die mittelfristige (20 Jahre) Tendenz und die langfristigen Entwicklungen (50 Jahre) sind unauffällig.

Normierte Jahresmittelwerte 2008 im langjährigen Vergleich (seit 1959)



Erläuterung: Dargestellt wird pro Messstelle der - gegen den seit 1959 jeweils kleinsten (-1) bzw. größten (+1) Jahresmittelwert - normierte Jahresdurchschnitt im Jahr 2008.

Ergebnisse 2008

Baden-Württemberg TMN Grundwasserstand (Auswahl)

Messstelle	Naturraum	Grundwasser-Landschaft	Jahresminimum 2008		Jahresmaximum 2008		Mittelwert 2008	Trend [cm/Jahr]		
			[m+NN]	Datum	[m+NN]	Datum	[m+NN]	10 J.	20 J.	50 J.
110/018-1	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	171,88	31.03.	172,38	22.09.	172,18	-2,4	1,4	0,2
104/019-6	Markgräfler Rheinebene	Quart. Talfüllungen	190,17	11.08.	190,81	28.04.	190,43	-2,0	1,2	1,2
115/019-6	Markgräfler Rheinebene	Quart. Talfüllungen	182,99	10.03.	183,32	21.07.	183,13	-0,2	0,8	0,3
124/023-8	Markgräfler Rheinebene	Quart. Talfüllungen	237,75	28.07.	240,55	07.01.	240,16	-10,1	4,0	-1,0
115/066-9	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	153,10	11.08.	154,14	14.04.	153,59	-3,0	2,0	0,7
133/068-0	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	171,23	03.03.	171,70	02.06.	171,41	-1,9	1,9	0,4
102/070-7	Freiburger Bucht	Quart. Talfüllungen	217,33	11.08.	218,57	21.04.	217,91	-2,1	1,4	0,2
104/071-8	Markgräfler Hügelland	Quart. Talfüllungen	253,82	20.10.	256,35	28.04.	254,78	-2,2	4,0	-
102/073-1	Hochschwarzwald	nicht bearbeitet	336,98	06.10.	338,03	28.04.	337,3	-4,4	3,1	-0,6
110/073-8	Dinkelberg	nicht bearbeitet	291,90	20.10.	292,52	28.04.	292,04	-3,6	0,4	-1,3
103/115-2	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	144,71	04.08.	145,94	22.12.	145,12	0,2	-4,1	-0,8
100/119-1	Freiburger Bucht	Quart. Talfüllungen	206,16	11.08.	207,30	28.04.	206,51	-2,6	0,7	-1,3
124/123-1	Dinkelberg	Quart. Talfüllungen	329,36	11.08.	330,10	14.04.	329,6	-1,5	0,3	-0,3
103/161-0	Nördliche Oberrhein-Niederung	Quart. Talfüllungen	109,99	25.02.	111,16	28.04.	110,45	-4,4	1,0	0,1
143/161-2	Nördliche Oberrhein-Niederung	Quart. Talfüllungen	115,04	08.12.	115,50	28.04.	115,25	0,3	0,4	0,8
120/162-0	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	120,97	20.10.	121,62	24.03.	121,33	-1,5	0,7	0,2
157/162-8	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	121,90	20.10.	122,95	21.04.	122,39	-4,0	0,3	0,3
105/164-3	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	157,05	30.06.	157,88	28.04.	157,51	-14,3	0,7	-0,4
115/211-5	Nördliche Oberrhein-Niederung	Quart. Talfüllungen	110,09	29.09.	110,85	28.04.	110,32	-2,7	0,7	0,1
124/211-6	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	115,87	29.09.	116,42	24.03.	116,06	-0,8	0,4	0,2
160/223-0	Hochrheintal	Quart. Talfüllungen	317,11	24.02.	318,13	27.04.	317,59	-5,1	0,7	-
227/259-1	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	108,69	24.03.	109,02	09.06.	108,83	-5,8	0,8	2,0
150/260-6	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	112,38	07.01.	113,13	31.03.	112,7	-5,5	-1,3	1,9
133/304-6	Hessische Rheinebene	Quart. Talfüllungen	94,13	21.01.	94,86	01.09.	94,4	-6,1	4,8	-
733/304-4	Hessische Rheinebene	Quart. Talfüllungen	91,83	22.12.	92,09	25.08.	91,98	-4,9	5,2	-
104/305-6	Neckar-Rheinebene	Quart. Talfüllungen	87,99	27.10.	89,69	28.04.	88,58	-10,5	1,4	0,2
100/307-1	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	99,29	29.12.	99,56	16.06.	99,4	-4,8	2,2	-1,4
108/308-7	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	106,20	15.12.	106,64	21.04.	106,38	-4,4	0,1	-1,2
101/320-1	Baar	Quart. Talfüllungen	674,53	11.08.	675,27	22.12.	674,83	-2,6	-0,1	-1,1
100/321-9	Hegau-Alb	Muschelkalk	683,55	11.08.	684,57	28.04.	684,14	-1,5	0,5	-0,6
100/355-1	Bergstraße	Quart. Talfüllungen	96,51	29.12.	97,07	28.04.	96,72	-10,6	4,4	2,5
105/370-3	Hegau-Alb	Quart. Talfüllungen	651,94	07.04.	654,38	21.01.	652,63	3,6	3,6	3,0
132/422-5	Hegau	Quart. Talfüllungen	418,54	31.03.	418,79	16.06.	418,68	-5,1	2,0	-
167/508-9	Neckarbecken	Quart. Talfüllungen	154,00	14.01.	154,37	14.04.	154,14	-2,6	1,2	-
100/516-6	Mittlere Kuppenalb	Malm Weißjura	689,47	22.12.	692,49	19.05.	690,9	-13,7	5,3	-
100/517-0	Hohe Schwabenalb	Malm Weißjura	681,17	27.10.	686,50	05.05.	683,16	-35,5	0,5	-
3/568-8	Donau-Ablach-Platten	nicht bearbeitet	524,61	29.09.	525,19	14.04.	524,78	-1,9	0,5	-
110/623-5	Oberschwäbisches Hügelland	nicht bearbeitet	411,75	22.12.	412,32	26.05.	412,03	-7,3	0,2	-
130/623-6	Bodenseebecken	Quart. Talfüllungen	398,86	25.02.	399,64	28.04.	399,12	-6,3	0,6	-
107/666-2	Mittlere Flächenalb	nicht bearbeitet	517,46	15.12.	523,65	16.06.	520,89	-27,2	7,3	-
148/717-0	Flachland der unteren Riss	nicht bearbeitet	492,52	06.10.	493,04	02.06.	492,7	-2,4	0,7	-
125/721-3	Riss-Aitrach-Platten	Quart. Talfüllungen	651,66	01.12.	652,56	05.05.	652,09	-8,1	-0,3	-
102/762-4	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	500,92	29.09.	506,12	21.04.	502,94	-13,7	5,0	0,2
101/767-0	Albuch und Härtsfeld	Malm Weißjura	488,77	17.11.	489,99	28.04.	489,29	-8,6	-4,3	-2,1
109/768-9	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	530,16	01.12.	530,73	28.04.	530,37	-3,8	-1,0	0,2
132/768-3	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	516,52	03.03.	517,48	28.04.	517,01	-1,6	0,4	-0,9
111/769-0	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	552,11	08.12.	552,71	28.04.	552,34	-2,8	-0,5	0,2
104/770-4	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	572,78	21.04.	573,38	29.09.	573,02	0,0	0,8	-0,4
177/770-1	Riss-Aitrach-Platten	Quart. Talfüllungen	593,44	01.12.	594,64	05.05.	593,82	-6,1	-1,2	-
110/773-2	Westallgäuer Hügelland	Quart. Talfüllungen	712,75	17.11.	714,68	28.04.	713,65	-6,4	-0,4	-
102/814-8	Donauried	Quart. Talfüllungen	443,99	17.11.	445,94	28.01.	444,92	-11,6	2,7	-1,0
100/863-0	Ries-Alb	Malm / tief	448,18	08.12.	451,13	07.04.	449,84	-14,4	3,7	0,6

Ergebnisse 2008

Baden-Württemberg TMN Quellschüttung (Auswahl)

Messstelle	Naturraum	Grundwasser-Landschaft	Jahresminimum 2008		Jahresmaximum 2008		Mittelwert 2008	Trend [cm/Jahr]		
			[l/s]	Datum	[l/s]	Datum	[l/s]	10 J.	20 J.	50 J.
600/071-1	Markgräfler Hügelland	Quartär Hangschutt	0,47	25.10.	1,12	10.05.	0,65	0,0	0,0	0,0
600/171-5	Hochschwarzwald	Kristallin	0,10	15.07.	0,86	15.04.	0,35	0,0	0,0	0,0
601/212-5	Nördlicher Talschwarzwald	Buntsandstein	1,08	04.08.	6,39	17.03.	3,25	-0,1	0,0	0,0
600/263-6	Nördlicher Talschwarzwald	Buntsandstein	5,78	11.08.	32,76	14.04.	12,45	-0,4	0,0	-0,1
602/320-8	Baar-Alb und Oberes Donautal	Malm Weißjura	0,93	20.10.	5,12	28.04.	2,48	-0,2	0,0	0,0
600/321-0	Hegau-Alb	Tertiär	0,76	25.08.	2,00	15.12.	1,23	-0,1	0,0	0,0
600/407-7	Kraichgau	Höherer Keuper	2,99	29.09.	10,74	28.04.	5,46	-0,2	0,1	0,0
600/468-4	Baar-Alb und Oberes Donautal	Malm Weißjura	32,00	06.10.	336,00	28.04.	106,39	-13,5	1,4	-
600/521-4	Oberschwäbisches Hügelland	Quartär Kies+Sand	1,47	01.12.	2,67	28.04.	1,90	-0,2	0,1	0,0
600/554-9	Bauland	Muschelkalk	26,80	24.11.	113,53	17.03.	69,07	0,3	1,0	0,1
600/607-8	Hohenloher-Haller-Ebenen	Lettenkeuper	2,11	06.10.	5,68	10.03.	3,17	0,0	0,0	0,0
603/657-5	Kocher-Jagst-Ebenen	Muschelkalk	0,29	29.09.	5,00	22.12.	1,42	-0,1	0,0	0,0
600/665-7	Mittlere Flächenalb	Malm Weißjura	674,00	29.09.	8202,00	22.12.	1997,48	-159,7	28,4	4,2
601/759-1	Schwäb.-Fränk. Waldberge	Höherer Keuper	2,12	17.11.	6,16	14.04.	3,46	-0,1	0,0	0,0

3.2 Gesamtmessnetz - Beschaffenheit

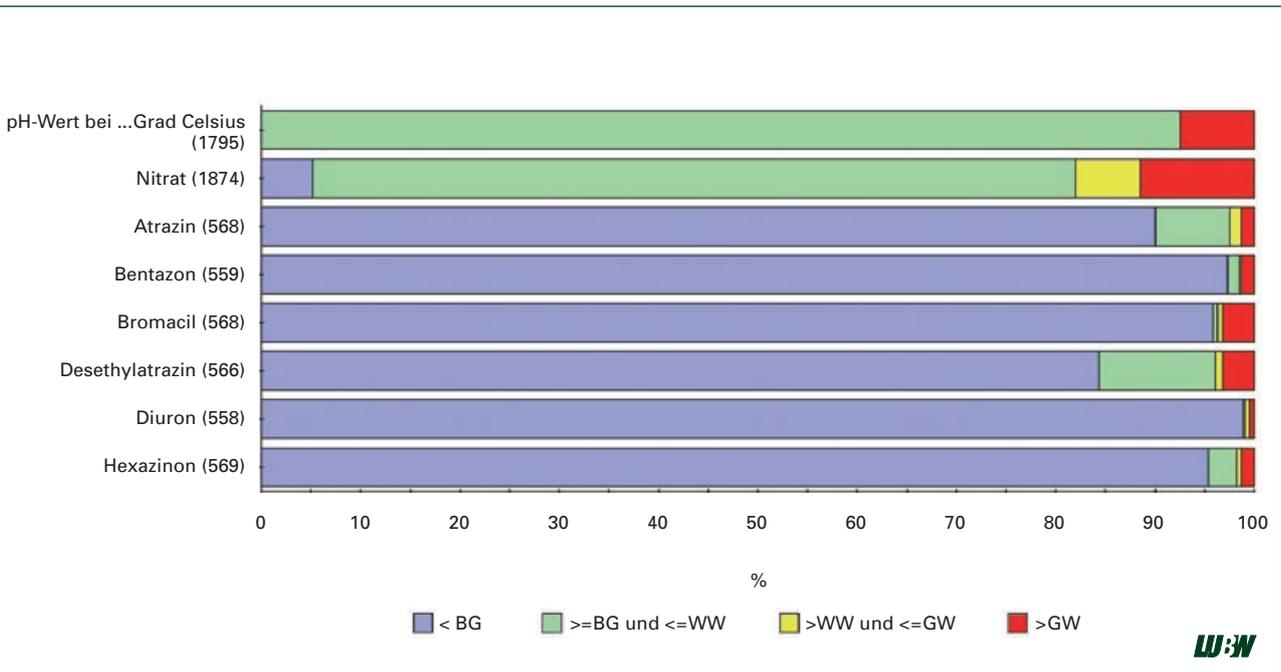
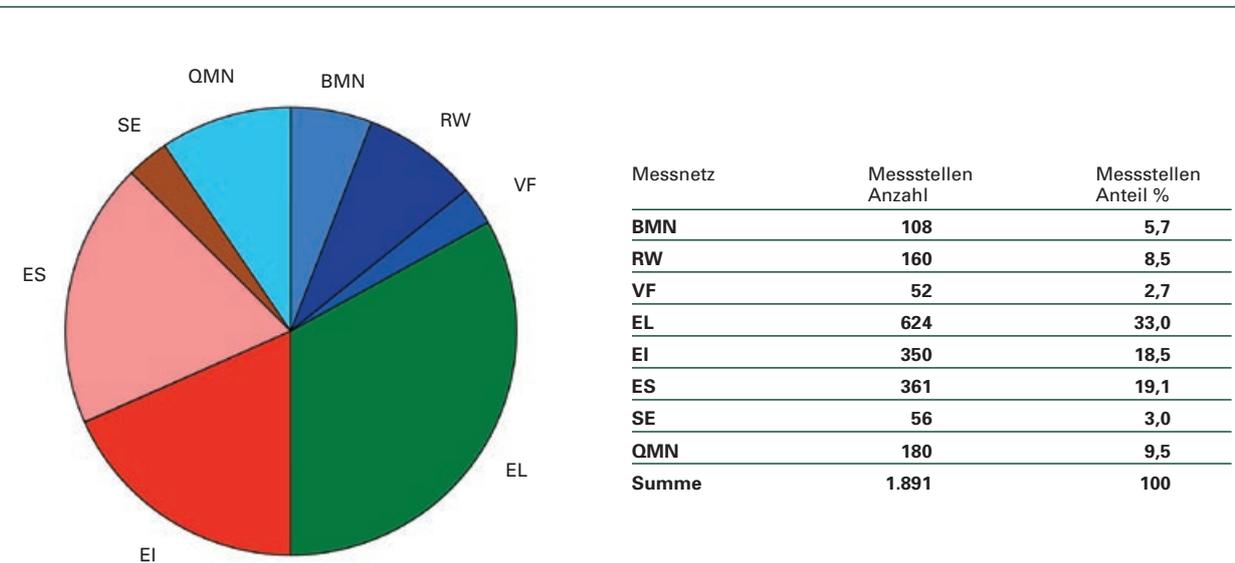
MESSNETZZIEL

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

DATENGRUNDLAGE

Ausgewertet wurden für das Jahr 2008 die Daten von insgesamt 1.891 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	■	■	■	■	■



Ergebnisse 2008 – Baden-Württemberg ALLE

Parameter	Dimen- sion	Anz. Mst.	>BG		>WW		>GW		Mittel- wert	Min	P10	P50	P90	Max.
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%						
Temperatur	°C	1838	1838	100,0	8	0,4	-	-	12,2	6,2	9,4	12	15	48,40
Elektr. Leitfähigkeit bei ...Grad Celsius	mS/m	1885	1885	100,0	21	1,1	6	0,3	67,6	1,6	25,3	64,8	100	849,0
pH-Wert bei ...Grad Celsius	-	1795	1796	100,0	135	7,5	135	7,5	7,08	4,90	6,68	7,13	7,41	8,96
Sauerstoff	mg/l	1790	1753	97,9	-	-	-	-	5,7	0,1	0,8	6,1	9,7	12,20
Sauerstoffsättigungsindex	%	1737	1727	99,4	-	-	-	-	55,4	0,8	10	59	92	108,0
Nitrat	mg/l	1874	1777	94,8	337	18,0	216	11,5	24,0	0,3	2,1	19	52,4	172,2
Nitrit	mg/l	1830	179	9,8	31	1,7	21	1,1	0,02	-	<0,01	<0,01	<0,01	1,57
Ammonium	mg/l	1757	423	24,1	43	2,4	34	1,9	0,051	-	<0,010	<0,010	0,047	3,900
2,4-D (2,4-Dichlorphenoxyessigsäure)	µg/l	557	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	-
Atrazin	µg/l	568	57	10,0	14	2,5	8	1,4	0,05	-	<0,02	<0,05	<0,05	2,30
Bentazon	µg/l	559	15	2,7	9	1,6	7	1,3	0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,77
Bifenox	µg/l	559	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	-
Bromacil	µg/l	568	24	4,2	21	3,7	18	3,2	0,05	-	<0,02	<0,05	<0,05	0,66
Chlortoluron	µg/l	558	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	-
Desethylatrazin	µg/l	566	89	15,7	22	3,9	18	3,2	0,05	0,01	<0,02	<0,05	0,05	0,68
Desethylterbuthylazin	µg/l	569	4	0,7	3	0,5	2	0,4	0,04	0,06	<0,02	<0,05	<0,05	0,26
Desisopropylatrazin	µg/l	569	14	2,5	5	0,9	4	0,7	0,04	-	<0,02	<0,05	<0,05	0,19
Dicamba	µg/l	559	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	-
Dichlorprop (2,4-DP)	µg/l	558	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	-
Diuron	µg/l	558	6	1,1	5	0,9	3	0,5	0,05	0,08	<0,05	<0,05	<0,05	0,14
Hexazinon	µg/l	569	27	4,7	10	1,8	8	1,4	0,05	0,02	<0,02	<0,05	<0,05	0,40
Isoproturon	µg/l	559	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	-
MCPA (4-Chlor-2-methylphenoxyessigsäure)	µg/l	558	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	-
Mecoprop (MCPP)	µg/l	558	1	0,2	1	0,2	1	0,2	0,05	0,26	<0,05	<0,05	<0,05	0,26
Metalaxyl	µg/l	567	2	0,4	1	0,2	1	0,2	0,04	0,06	<0,02	<0,05	<0,05	0,20
Metazachlor	µg/l	567	3	0,5	0	0,0	0	0,0	0,04	0,02	<0,02	<0,05	<0,05	0,07
Methabenzthiazuron	µg/l	559	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	-
Metolachlor	µg/l	567	1	0,2	0	0,0	0	0,0	0,04	0,02	<0,02	<0,05	<0,05	0,02
Linuron	µg/l	559	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	-
Pendimethalin	µg/l	559	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05	-
Propazin	µg/l	569	3	0,5	1	0,2	0	0,0	0,04	0,02	<0,02	<0,05	<0,05	0,10
Simazin	µg/l	568	13	2,3	1	0,2	0	0,0	0,04	0,01	<0,02	<0,05	<0,05	0,10
Terbuthylazin	µg/l	568	2	0,4	1	0,2	1	0,2	0,04	0,05	<0,02	<0,05	<0,05	0,29

Hinweise siehe Anhang A6



4 Ausblick und Berichtswesen

MESSNETZBETRIEB

Im Jahr 2009 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 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 2008 wurden weitere Anforderungen der beteiligten Dienststellen der Landes- und Kommunalverwaltung Baden-Württemberg für die Fachanwendung Grundwasserdatenbank umgesetzt.

Neben den Optimierungen der bisherigen Funktionalitäten konnten der Grundwasserdatenbank insbesondere Automatisierungsfunktionalitäten und die Bedienung der Schnittstellen zum GWDB-Editor und dem Jahresdatenkatalog Grundwasser umgesetzt werden.

Der Jahresdatenkatalog 1999 - 2008 erscheint im Jahr 2009 erstmals als Teil des Kurzberichts „Ergebnisse der Beprobung 2008“.

BERICHTSWESEN – NEUERSCHEINUNGEN - PROJEKTE

Auf den Internetseiten der LUBW <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de> sind u. a. unter „Service - Publikationen - Wasser - Grundwasser“ die jährlichen Berichte „Ergebnisse der Beprobungen“ von 1991 bis 2007 eingestellt. 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 Blankenloch-Büchig bei Karlsruhe abrufbar. Dargestellt sind hier die Ganglinien der Parameter Niederschlag, Bodenwassergehalt, Versickerung, Lufttemperatur, Globalstrahlung und Verdunstung.

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

HYDROGEOLOGISCHE KARTIERUNG (HGK)

Die Bearbeitung der HGK Argen-Ach-Rinne und Isnyer Becken war 2008 noch nicht abgeschlossen. Die Veröffentlichung ist für das Jahr 2009 vorgesehen. Die HGK wird Karten und Schnitte zum hydrogeologischen Bau enthalten sowie Karten zur Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung, zur Grundwasseroberfläche und zum Flurabstand des Grundwassers und eine Bodenkarte.

HYDROGEOLOGISCHE ERKUNDUNG (HGE)

Umweltministerin Tanja Gönner stellte am 29. September 2008 in Mühlacker die folgenden drei HGE der Öffentlichkeit vor.

- HGE Enzkreis - Karte 2

Aktualisierte hydrologische Grundkarte mit Wasserschutzgebieten, wasserwirtschaftlich und hydrogeologisch relevanten Bauwerken, Bohrungen und Grundwasserauf-

schlüssen; Karten zu den Grundwasserströmungsverhältnissen (Grundwassergleichenpläne, Markierungsversuche), zu Wasserhaushaltsgrößen (Niederschlag, Verdunstung, Abfluss, Grundwasserneubildung), zur Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung, zur Landnutzung sowie eine Bodenkarte - Herausgegeben vom Regierungspräsidium Karlsruhe in Zusammenarbeit mit dem Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 (LGRB), den beteiligten Landratsämtern und der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. 78 Seiten, 14 Abbildungen, 12 Tabellenseiten, 7 Karten, 1 CD-ROM; die CD-ROM enthält im pdf-Format das Beiheft und o.g. Karten, Sachdaten für ArcGIS- und ArcView-Anwendungen sowie vollständige Tabellen im EXCEL-Format.

- HGE Enztal-Pforzheim - **Mappe 4 mit Mappen 2 und 3**
Die CD enthält im pdf-Format das Beiheft Mappe 4 sowie folgende Karten: 1 Bodenkarte, 6 Bodeneigenschaftskarten und 11 Bodenfunktionskarten, Karte der Grundwassermächtigkeit im Oberen Muschelkalk, Sachdaten für ArcGIS- und ArcView-Anwendungen sowie vollständige Tabellen im EXCEL-Format. Ferner sind die unveränderten Beihefte, Tabellen und Karten der Mappen 2 und 3 (Boden, Hydrogeologie) im pdf-Format enthalten, ergänzt durch die Sachdaten für ArcView-Anwendungen - Herausgegeben vom Regierungspräsidium Karlsruhe in Zusammenarbeit mit dem Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 (LGRB), den beteiligten Landratsämtern und der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg; 1 CD-ROM.

- HGE Südlicher Kraichgau - **Mappe 1**

Hydrologische Grundkarte mit Wasserschutzgebieten, wasserwirtschaftlich und hydrogeologisch relevanten Bauwerken, Bohrungen und Grundwasseraufschlüssen - Herausgegeben vom Regierungspräsidium Karlsruhe in Zusammenarbeit mit dem Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 (LGRB), den beteiligten Landratsämtern und der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. 21 Seiten, 44 Tabellenseiten, 1 Karte, 1 CD-ROM; die CD-ROM enthält im pdf-Format das Beiheft, vollständige Tabellen und o.g. Karten.

Die HGE Böblingen, HGE Odenwald-Kraichgau sind in Bearbeitung. Die HGE Mittlere Alb 3 erscheint 2009.

GRENZÜBERSCHREITENDE BESTANDSAUFNAHME 2009

DER GRUNDWASSERQUALITÄT IM OBERRHEINGRABEN

Wie im Jahr 2003 wird 2009 wieder eine grenzüberschreitende Bestandsaufnahme im Oberrheingraben stattfinden. Beteiligt sind neben Baden-Württemberg das Elsass, die Kantone Basel Stadt und Basel Landschaft, Hessen und Rheinland-Pfalz. Für das betroffene Gebiet wurden die zu untersuchenden Parameter mit dem Ziel einer möglichst großen gemeinsamen Parameterliste so weit wie möglich aufeinander abgestimmt. Da im Landesmessnetz nicht mehr jede Messstelle jährlich beprobt wird, werden für die grenzübergreifenden Auswertungen die Analyseergebnisse der Jahre 2007 bis 09 zu Grunde gelegt.

5 Literaturverzeichnis

Die in den letzten fünf Jahren erschienenen Veröffentlichungen unter Beteiligung der LUBW/LfU sind nachfolgend zusammengestellt. 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“ zu finden. Dort ist auch der monatlich aktualisierte Zustandsbericht über den Entwicklungsstand der Grundwasservorräte in Baden-Württemberg (Grundwasserstände und Quellschüttungen-„GuQ“) in Karten, Ganglinien und Textform abrufbar.

5.1 Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg

LUBW (2009)

LUBW - Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Die aktuelle Versauerungssituation in Baden-Württemberg - eine umweltmedienübergreifende Betrachtung“ - in Bearbeitung

LUBW u.a. (2008)

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

LUBW u.a. (2008)

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

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

LUBW u.a. (2008)

LUBW - Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Karlsruhe, Regierungspräsidium Freiburg, Abt. 9 - Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), Landratsämter Karlsruhe und Heilbronn sowie Stadt Karlsruhe: „Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg Südlicher Kraichgau Mappe 1 - Hydrogeologische Grundkarte“ - Mappe mit Beiheft, Tabellen, 1 Karte, 1 CD-ROM; Bezug über LUBW oder RP Freiburg, Abt.9-LGRB, 2008.

Gudera u. a. (2008)

Regierungspräsidium Freiburg (RPF): INTERREG III A-Projekt „Werkzeug zur grenzüberschreitenden Bewertung und Prognose der Grundwasserbelastung mit Chlorid zwischen Fessenheim und Burkheim“. - Endbericht, 138 S., 1 CD-ROM, Bezug über RP Freiburg, Abt.9-LGRB, 2008

Gudera u. a. (2007)

Neumann, J. & Gudera, T.: „Auswirkung der Klimaveränderung auf die Grundwasserneubildung in Süddeutschland“. - KLIWA-Berichte Heft 10 - 3. KLIWA-Symposium, S. 163 - 173.

Gudera u.a. (2007)

Umweltministerium Baden-Württemberg (UM) und Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz (MUFV). „Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung im Raum Karlsruhe-Speyer

- Fortschreibung 1986 – 2005: Beschreibung der geologischen, hydrogeologischen und hydrologischen Situation. Mappe mit Beiheft, 13 Karten, 1 CD-ROM; Bezug über LUBW, RP-LGRB-Freiburg oder MUFV; Stuttgart, Mainz, 2007.

Wingering (2007)

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

LUBW 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“. - 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: „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 re-sources, Conference Proceedings, Menton, 7-10 September, Menton, 2005.

Finck u.a. (2005)

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

Finck u.a. (2005)

Finck, M., Steiner, M., Deller, B., Korte, S., Grimm-Strele,

J., Lambrecht, H., van Dijk, P., Casper, M., Gebel, M. (2005):

„Modellierung des Nitrataustrags aus der landwirtschaftlichen Nutzfläche im Oberrheingraben“. - In: VD-LUFA Kongress 2005 - Kurzfassung der Referate, Bonn, 2005.

Gebel u.a. (2005)

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

Grimm-Strele u.a. (2005)

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

Grimm - Strele u.a. (2005)

Grimm - Strele, J., Casper, M., Korte, S., Lambrecht, H. (2005): „Modellkopplung und Szenarien“. - In: LfU (Hrsg.): „MONIT - Entwicklung von Prognosewerkzeugen - Zwischenpräsentation - Tagung 15.04.2005 in Karlsruhe“. - Tagungsband: 155 - 164, Karlsruhe, 2005.

Gudera u.a. (2005)

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

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 - Mappe 1 - Hydrogeologischer Bau.“ - Mappe mit Beiheft, Tabellen, 8 Karten (u.a. Geologische Aufschlusskarte, Hydrogeologische Schnitte und Lage der Basis und der Oberflächen der verschiedenen Grundwasserleiter), 1 CD-ROM; Bezug über LUBW oder LGRB-Freiburg, 2005.

LfU u.a. (2005)

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-Tauberkreis-Mappe 3 - Grundwasserdynamik, Grundwasserhaushalt, Grundwasserschutz.“ - Mappe mit Beiheft, Tabellen, 7 Karten (u. a. aktualisierte Hydrologische Grundkarte, Grundwassergleichplan, 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 Nitrateintrages 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 - Grundwasserdynamik - 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 Enz-tal- 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., Sonntag, O.: „Regio-

nalisierte 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).

LfU (2001)

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

LfU (2000)

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

5.2 Fachspezifische EDV-Anwendungen

LUBW (2009)

Schumann, D.: „WIBAS-Fachanwendung Grundwasserdatenbank - Ein flexibles Werkzeug zur Auswertung von Grundwasserdaten, LUBW-Produktflyer, Karlsruhe, 2009

IITB (2009)

Usländer, T. „Architectural Viewpoints and Trends for the Implementation of the Environmental Information Space“.

In: (Jirí Hřebíček, J. et al (eds.), 2009): Proceedings of the European conference TOWARDS eENVIRONMENT, ISBN 978-80-210-4824-9, pp. 130-137, 2009.

IITB (2008)

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

IITB (2008)

Ballin, W.; Saenger, R.; Schmid, H.; Schmieder, M.; Stumpp, J.; Rudolf, M.; Usländer, T. et al.: WaterFrame - Fortschrittliche Gewässerinformationssysteme durch Kooperation von Baden-Württemberg, Thüringen und Bayern auf fachlicher und technischer Ebene.

In: Mayer-Föll, R et al. (Hrsg.); F+E-Vorhaben KEWA - Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt, Verkehr und benachbarte Bereiche in neuen Verwaltungsstrukturen. Phase II 2007/08 : UIS BW; Wissenschaftliche Berichte FZKA 7420, S. 113 – 122, 2008.

LUBW (2008)

Schuhmann, D.:

„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 - Koopera-

tive 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 Beilage, 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. - Wissenschaftliche 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 Ge-oPro3D“. - 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.

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.

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 2008 (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 1.891 UNTERSUCHTEN MESSSTELLEN

Ammonium, Nitrat, Nitrit.

MESSPROGRAMM „PFLANZENSCHUTZMITTEL - PSM - 2008“ - AN 557 BIS 569 AUSGEWÄHLTEN MESSSTELLEN

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

A 3 Statistische Verfahren

A 3.1 RANGSTATISTIK

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

- Bei Datenkollektiven mit einem hohen Anteil an Messwerten „<BG“ - wobei diese auch unterschiedlich sein können - sind die Perzentile im Gegensatz zum arithmetischen Mittelwert exakte Maßzahlen. Der Mittelwert ist z.T. willkürlich, da der Wert, mit dem die Angabe „<BG“ in die Mittelwertberechnung eingehen soll (mit vollem Wert, mit halbem Wert, etc.), nicht definiert ist.

- Bei kleineren Teilkollektiven wirkt sich die hohe Variabilität der Extremwerte besonders stark auf die Mittelwerte aus. Medianwerte sind unempfindlicher.
- Die Vergleichbarkeit mit Angaben „% der Messstellen > WW oder >GW“ ist besser gegeben.
- Bei linksschiefen Verteilungen mit der kleinsten vorkommenden Bestimmungsgrenze als feste Grenze gibt es nur rangstatistische Tests zur Ermittlung der Signifikanz von Trends.
- Die Rangstatistik ist auch auf Parameter mit logarithmierter Konzentrationsangabe wie den pH-Wert anwendbar, da der Messwert selbst nicht in die Berechnung eingeht, sondern nur seine Position innerhalb der sortierten Reihe interessiert.
- Zur einheitlichen Verarbeitung der Daten wird die Rangstatistik nicht nur auf die Spurenstoffe, sondern auf alle Parameter angewendet.

A 3.2 RANGSTATISTIK UND BOXPLOT

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

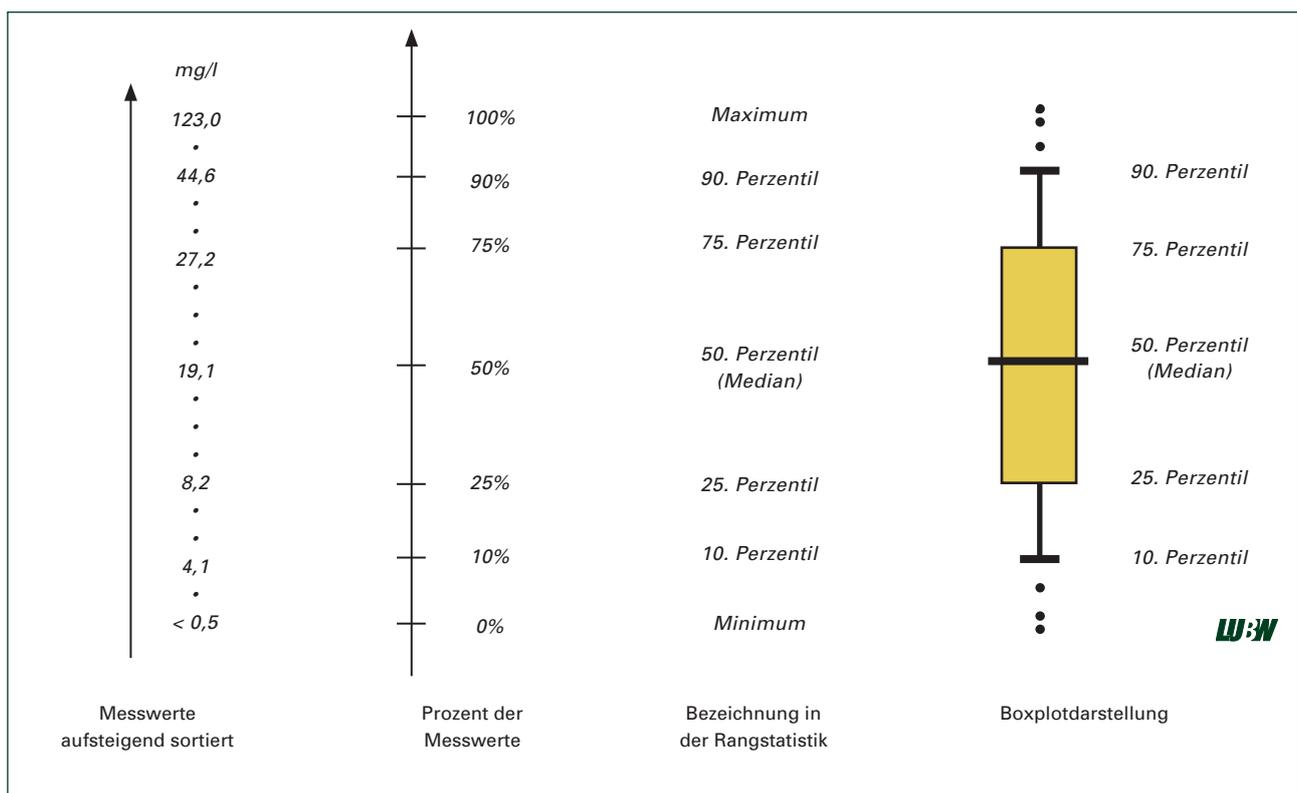


Abb. A1: Beispiel für die Rangstatistik und die Boxplotdarstellung.

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 Bestimmungsgrenzen, Rechenvorschriften, Grenzwerte, Warnwerte, Qualitätsnormen

- Bei der Angabe „Anzahl Messstellen mit Messwerten größer Bestimmungsgrenze“ ist zu berücksichtigen, dass die Bestimmungsgrenzen eines Parameters von Labor zu Labor 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



Tabelle A2: Bei der **Beprobung 2008** häufig auftretende Bestimmungsgrenzen, Warnwerte (WW) des Grundwasserüberwachungsprogramms und Grenzwerte (GW) nach Trinkwasserverordnung vom 21.05.2001 bzw. Qualitätsnorm (QN) der Grundwasserrichtlinie zur EU-Wasserrahmenrichtlinie, soweit nicht anders angegeben.
Hinweise:

Parameter	Dimension	Anz. Mst. MW < BG ¹	Bestimmungsgrenzen ²	Mindestbestimmungsgrenzen ³	WW	GW bzw. QN ⁴
Temperatur	°C	0	entfällt	entfällt	20	-
Elektrische Leitfähigkeit bei ...Grad Celsius	mS/m	0	entfällt	entfällt	200	250
pH-Wert bei ...Grad Celsius	-	0	entfällt	entfällt	6,5/9,5	6,5/9,5
Sauerstoff	mg/l	37	0,2 / 0,5	0,5	-	-
Sauerstoffsättigungsindex	%	10	5	entfällt	-	-
Nitrat	mg/l	97	0,3 / 0,5	0,5	40	50
Nitrit	mg/l	1651	0,01	0,01	0,08	0,1
Ammonium	mg/l	1334	0,01	0,01	0,4	0,5
2,4-D (2,4-Dichlorphenoxyessigsäure)	µg/l	557	0,05	0,05	0,08	0,1
2,6-Dichlorbenzamid	µg/l	556	0,02 / 0,05	0,05	-	-
Atrazin	µg/l	511	0,01 / 0,02 / 0,05	0,05	0,08	0,1
Bentazon	µg/l	544	0,05	0,05	0,08	0,1
Bifenox	µg/l	559	0,05	0,05	0,08	0,1
Bromacil	µg/l	544	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,1
Chlortoluron	µg/l	558	0,02 / 0,05	0,05	0,08	0,1
Desethylatrazin	µg/l	477	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,1
Desethylterbuthylazin	µg/l	565	0,02 / 0,05	0,05	0,08	0,1
Desisopropylatrazin	µg/l	555	0,02 / 0,05	0,05	0,08	0,1
Dicamba	µg/l	559	0,02 / 0,05	0,05	0,08	0,1
Dichlorprop (2,4-DP)	µg/l	558	0,05	0,05	0,08	0,1
Diuron	µg/l	552	0,02 / 0,05	0,05	0,08	0,1
Hexazinon	µg/l	542	0,01 / 0,02 / 0,05	0,05	0,08	0,1
Isoproturon	µg/l	559	0,02 / 0,05	0,05	0,08	0,1
MCPA (4-Chlor-2-methylphenoxyessigsäure)	µg/l	558	0,05	0,05	0,08	0,1
Mecoprop (MCPP)	µg/l	557	0,05	0,05	0,08	0,1
Metalaxyl	µg/l	565	0,01 / 0,02 / 0,05	0,05	0,08	0,1
Metazachlor	µg/l	564	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,1
Methabenzthiazuron	µg/l	559	0,02 / 0,05	0,05	0,08	0,1
Metolachlor	µg/l	566	0,01 / 0,02 / 0,05	0,05	0,08	0,1
Linuron	µg/l	559	0,02 / 0,05	0,05	0,08	0,1
Pendimethalin	µg/l	559	0,02 / 0,05	0,05	0,08	0,1
Propazin	µg/l	566	0,01 / 0,02 / 0,05	0,05	0,08	0,1
Simazin	µg/l	555	0,01 / 0,02 / 0,05	0,05	0,08	0,1
Terbuthylazin	µg/l	566	0,01 / 0,02 / 0,05	0,05	0,08	0,1

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

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

³ 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.

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.

A 5 Darstellung von Konzentrationen in thematischen 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: 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
- schwarz = 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 Statistiktabelle

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

A 7 Kopiervorlage mit Land- und Stadtkreisen zur Erstellung einer Orientierungsfolie für die Konzentrationskarten

