




Grundwasserschutz 30


Grundwasser-Überwachungsprogramm

 Ergebnisse der Beprobung 2005



Baden-Württemberg

Grundwasser-Überwachungsprogramm

 Ergebnisse der Beprobung 2005

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. 30, 2006)
STAND	August 2006, 1. Auflage
DRUCK	Greiserdruck, 76437 Rastatt Gedruckt auf Recyclingpapier

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

Abkürzungsverzeichnis	6
DIE WICHTIGSTEN ERGEBNISSE IM ÜBERBLICK	7
Die quantitative Grundwassersituation 2005	7
Die qualitative Grundwassersituation 2005	8
Fazit	10
1 GRUNDWASSERMESSNETZ BADEN-WÜRTTEMBERG	13
1.1 Zielsetzung	13
1.2 Organisation des Landesmessnetzes	13
1.3 Organisation des Kooperationsmessnetzes	14
1.4 Qualitätssicherungen im Rahmen des Messnetzbetriebes	15
1.4.1 Qualitätssicherung „Stammdaten“	15
1.4.2 Qualitätssicherung „Probennahme“	16
1.4.3 Qualitätssicherung „Analytik“	16
1.5 Datenverarbeitung mit der Grundwasserdatenbank	16
1.5.1 Visualisierung von Schichten- und Ausbauprofilen	17
1.5.2 Messstelleneinzugsgebiete	18
1.5.3 Objektanzeige Bohrarchiv	18
1.5.4 Weiterentwicklung	19
2 DAS GRUNDWASSER 2005 IN BADEN-WÜRTTEMBERG	20
2.1. Hydrologische Situation	20
2.2. Grundwasserneubildung aus Niederschlägen	22
2.3 Die Grundwasservorräte 2005 in Baden-Württemberg	22
2.3.1 Datengrundlage und allgemeine Zustandsbeschreibung	22
2.3.2 Überregionale Grundwasserverhältnisse	24
2.4 Nitrat	28
2.4.1 Nitrat im Grundwasserbeschaffenheitsmessnetz der LUBW (Landesmessnetz)	28
2.4.1.1 Statistische Kennzahlen für die verschiedenen Emittentengruppen	29
2.4.1.2 Räumliche Verteilung und Regionalisierung	30
2.4.1.3 Kurzfristige Veränderungen (Vergleich zum Vorjahr)	30
2.4.1.4 Mittelfristige Veränderungen (Entwicklung seit 1994)	35
2.4.2 Nitrat in Wasserschutzgebieten (SchALVO-Auswertungen)	37
2.4.2.1 Nitratklassengebiete: Kurzfristige Veränderungen (Vergleich zu den vier Vorjahren)	37
2.4.2.2 Mittelfristige Veränderungen innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten (Entwicklung seit 1994)	40
2.5 Pflanzenschutzmittel (PSM)	41
2.5.1 Zulassung, Verwendung, Klassifizierung, Umweltrelevanz	41
2.5.2. Probennahme und Analytik	42
2.5.3. Bisher untersuchte Wirkstoffe	43
2.5.4 Triazine	43
2.5.5 Phenylharnstoffe und andere stickstoffhaltige Herbizide	56
2.5.6 Weitere Herbizide und Fungizide	61

2.5.7	Sondermessprogramme Bentazon	65
2.5.8	Bewertung der Gesamtsituation	67
2.6	Versauerung, pH-Wert	70
2.6.1	Problembeschreibung, Bedeutung	70
2.6.2	Landesweite Situation, räumliche Verteilung, Tendenzen, Bewertung	70
2.7	„Geogene“ Parameter	74
2.7.1	Natürliches Vorkommen und Befunde	74
2.7.2	Bewertung	76
3	STATISTISCHE ÜBERSICHTEN DER TEILMESSNETZE	78
3.1	Trendmessnetz (TMN) – Menge - Grundwasser und Quellen (GuQ)	78
3.2	Gesamtmessnetz - Beschaffenheit	80
3.3	Basismessnetz (BMN)	82
3.4	Repräsentatives Rohwassermessnetz (RW)	84
3.5	Emittentenmessstellen Landwirtschaft (EL)	86
3.6	Emittentenmessstellen Industrie (EI)	88
3.7	Emittentenmessstellen Siedlung (ES)	90
3.8	Quellmessnetz (QMN)	92
4	AUSBLICK UND BERICHTSWESEN	94
5	LITERATURVERZEICHNIS	97
5.1	Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg - Ergebnisse	97
5.2	Fachspezifische EDV-Anwendungen	102
A 1	Messstellenarten	105
A 2	Messprogramme im Herbst 2005	105
ANHANG		105
A 3	Statistische Verfahren	106
A 3.1	Rangstatistik	106
A 3.2	Rangstatistik und Boxplot	106
A 3.3	Zeitreihenstatistik: Trends an konsistenten und periodisch konsistenten Messstellengruppen	107
A 4	Bestimmungsgrenze, Rechenvorschriften, Grenzwert, Warnwert	107
A 5	Darstellung von Konzentrationen anhand von Messstellenpunkten (Karten)	109
A 6	Hinweise zu den Statistiktabelle	110
A 7	Kopiervorlage mit Land- und Stadtkreisen zur Erstellung einer Orientierungsfolie für die Konzentrationskarten	111

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
GR	= Grobrastermessnetz
GÜP	= Grundwasser-Überwachsungs-Programm
GW	= Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 2001, gültig ab 01.01.2003
GWDB	= Grundwasserdatenbank der Wasserwirtschaftsverwaltung
GWD-WV	= Grundwasserdatenbank Wasserversorgung
LABDÜS	= Laboratenübertragungssystem
LAWA	= Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LAWA-GFS	= LAWA-Geringfügigkeitsschwellenwerte
LfU	= Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg bis 2005
LUBW	= Landesanstalt für Umweltschutz, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
MEKA	= Marktentlastungs- und Kulturlandschaftsausgleichsprogramm
Mst.	= Messstelle
Mw	= Messwert
QMN	= Quellmessnetz
RW	= Rohwassermessnetz
RW-öWV	= Rohwasser für öffentliche Wasserversorgung
SchALVO	= Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung
SE	= Sonstige Emittentenmessstellen
StaLa	= Statistisches Landesamt
TMN	= Trendmessnetz Grundwassermenge, Grundwasserstand, Quellschüttung, Lysimeter
TrinkwV	= Trinkwasserverordnung von 1990 (gültig bis 31.12.2002) oder von 2001 (gültig ab 01.01.2003)
UVB	= Untere Verwaltungs Behörden
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
WAABIS	= Informationssystem Wasser, Abfall, Altlasten, Boden
WVU	= Wasserversorgungsunternehmen
WW	= Warnwert des Grundwasserbeschaffenheitsmessnetzes

Chemische Parameter:

BTXE	= Benzol, Toluol, Xylole, Ethylbenzol (Bestandteil des Ottokraftstoffes, organische Lösemittel)
DEA	= Desethylatrazin (Abbauprodukt des Pflanzenschutzmittelwirkstoffes Atrazin)
EDTA	= Ethylendiamintetraessigsäure (organischer Komplexbildner)
LHKW	= Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (organische Lösemittel)
MKW	= Mineralölkohlenwasserstoffe (Benzin, Heizöl, Dieselmotorkraftstoff, Schmieröl, u.a.)
MTBE	= Methyltertiärbutylether (Benzinzusatz)
NTA	= Nitrilotriessigsäure (organischer Komplexbildner)
PER	= Tetrachlorethen (organisches Lösemittel)
PSM	= Pflanzenschutzmittel
TRI	= Trichlorethen (organisches Lösemittel)
SAK	= Spektraler Absorptionskoeffizient

Die wichtigsten Ergebnisse im Überblick

Einen Überblick über die Situation bei der Grundwassermenge des Landes geben die Daten von rund 220 Trendmessstellen.

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

Die **Grundwasserbeschaffenheit** wurde an insgesamt 2.088 Messstellen des von der LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz betriebenen **Landesmessnetzes** untersucht. Diese Landesmessstellen, aufgegliedert in verschiedene Teilmessnetze, dienen der Überwachung und Dokumentation der landesweiten Grundwasserbeschaffenheit und dem flächendeckenden Grundwasser- und Umweltschutz auch außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten. Die Untersuchungskosten der oben genannten Messstellen trägt das Land.

Die **Wasserversorgungswirtschaft Baden-Württemberg** stellte im Rahmen der Kooperationsvereinbarung aus dem Jahre 2003 die von den Landratsämtern angeforderten Nitrat-Daten von 3.020 Analysen zu 1.463 **Kooperations-Messstellen in Wasserschutzgebieten** bis zum Stichtag 30.04.2006 zur Verfügung. Zu 1.109 Messstellen wurden auch Analysen für 13 Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und deren Abbauprodukte (PSM) übermittelt, welche - wie die Nitratwerte - für die jährliche Beurteilung der Situation in den Wasserschutzgebieten benötigt werden.

Die Kooperations-Messstellen liegen alle in Trinkwasserschutzgebieten und umfassen zum größten Teil Förderbrunnen. Da sich einige dieser Messstellen schon im Landesmessnetz befinden, übermittelten die Wasserversorgungsunternehmen (WVU) letztendlich die Analysen von 1.515 zusätzlichen Messstellen für die Auswertung der Nitrat- und PSM-Situation in den Wasserschutzgebieten.

Dies ist gegenüber dem letzten Jahr eine erhebliche Steigerung des Kooperationsbeitrags und die größte bereitgestellte Datenmenge seit Beginn der Kooperation vor etwa 20 Jahren.

Im Gegensatz zu den LUBW-Berichten der Beprobungen 1990 bis 2002 wird dieser Kooperationsbeitrag - wie schon erstmals in 2003 - gesondert ausgewertet, um eine getrennte Beurteilung zwischen dem für Trinkwasserzwecke genutzten Grundwasser in Wasserschutzgebieten und dem gesamten nicht nur Nutzungsaspekten unterliegendem Grundwasser möglich zu machen.

Nachdem in 2002, 2003 landwirtschaftstypische Parameter und in 2004 industrietypische Parameter untersucht worden waren, standen an den Landesmessstellen im Jahre 2005 wieder die **landwirtschaftstypischen Parameter wie Nitrat und Pflanzenschutzmittel** im Vordergrund.

DIE QUANTITATIVE GRUNDWASSERSITUATION 2005

Nachdem zum Jahresende 2004 ein sehr niedriges Niveau erreicht wurde, konnten die Niederschläge in der ersten Jahreshälfte 2005 eine Erholung der **Grundwasservorräte** auf langjährig mittlere Verhältnisse bewirken. An die Entspannung der Grundwasserstände in der ersten Jahreshälfte schloss sich aufgrund des Ausfalls der Grundwasserneubildung ein Rückgang auf ein niedriges Niveau an. Die Jahressummen der **Niederschläge** lagen mit 90 % unter dem langjährigen Mittel.

Nach der z.T. sogar überdurchschnittlichen **Grundwasserneubildung** in der ersten Jahreshälfte wurden ab Juni stark rückläufige Versickerungsmengen beobachtet. Die deutlich unterdurchschnittlichen Herbst- und Winterniederschläge hatten außergewöhnlich lange Ausfallzeiten der Versickerungen zur Folge. Im Gegensatz zum Vorjahr war vielerorts auch zum Jahresende keine Wiederkehr der Grundwasserneubildung eingetreten. Dies hat zu angespannten quantitativen Grundwasserhältnissen am Jahresende geführt.

Im Mittel waren die **Grundwasserstände** und **Quellschüttungen** im Jahr 2005 überwiegend leicht unterdurchschnittlich, lagen jedoch mit Ausnahme des nördlichen Oberrheingrabens auf insgesamt höherem Niveau als im Vorjahr.

- Die **kurzfristige Entwicklung (10 Jahre)** ist insgesamt ausgeglichen, wobei im mittleren und südlichen Oberrheingraben rückläufige Verhältnisse vorherrschen.
- Die **mittelfristige Entwicklung (20 Jahre)** ist nach wie vor steigend.
- Die **langfristige Entwicklung (50 Jahre)** ist ausgeglichen bis leicht rückläufig.

DIE QUALITATIVE GRUNDWASSERSITUATION 2005

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. der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) von 50 mg/l an jeder neunten Landesmessstelle.

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

Bei der **kurzfristigen Nitrat-Entwicklung (1 Jahr)** ist das landesweite Mittel um 0,9 mg/l gestiegen. Diese Entwicklung ist in allen Teilmessnetzen mit verschiedenen Hauptnutzungen im Einzugsgebiet zu beobachten, außer im Basismessnetz mit großem Waldanteil in den Einzugsgebieten. An 54 % der Landesmessstellen sind Zunahmen, an 40 % Abnahmen zu beobachten, 6 % zeigen keine Veränderung.

Nachdem im Vorjahr Zunahmen nur an Messstellen mit sehr hohen Belastungen von mehr als 80 mg/l zu verzeichnen waren, sind in 2005 Zunahmen in nahezu allen Belastungsklassen auffällig. Dies unterstreicht die Wichtigkeit der ergriffenen landesumweltpolitischen Lenkungsmaßnahmen wie der SchALVO - besonders in den Problem- und Sanierungsgebieten. Allerdings wird daran erkennbar, 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 1994 statistisch festgestellte fallende Trend in 2005 nicht fortgesetzt hat. Diese Entwicklung be-

obachtet man, außer im Basismessnetz, in allen Teilmessnetzen. In der mittelfristigen Datenreihe kurzfristig wieder zunehmende Trends gab es schon in den Jahren 1997, 1999 und 2001.

Jedoch liegen in 2005 die Mittelwerte der Nitratkonzentrationen für alle Teilmessnetze deutlich unter den entsprechenden mittleren Gehalten aus dem Jahr 1994 und zwar mit mittleren Abnahmen von etwa 1 - 5 mg/l. Im Teilmessnetz Landwirtschaft wird mit etwa 5 mg/l (12 %) die größte Abnahme festgestellt, jedoch wird hier noch immer an jeder fünften Messstelle der Grenzwert der TrinkwV überschritten. Das Maximum beträgt 179 mg/l Nitrat. Auch im gesamten Landesmessnetz hat die mittlere Nitratkonzentration von 1994 bis 2005 um etwa 13,0 % abgenommen.

Bei Differenzierung zwischen der Messstellenlage innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten und der Einbeziehung aller vorliegenden Daten - auch die der Wasserversorgungsunternehmen - ergeben sich gegenüber 1994 Abnahmen von etwa 14 % für Messstellen in Wasserschutzgebieten und von 11 % für außerhalb gelegene Messstellen. Jedoch nimmt auch hier von 2004 auf 2005 die mittlere Konzentration zu: Innerhalb der Wasserschutzgebiete um 0,4 mg/l, außerhalb um 1 mg/l.

Die Auswertung von Messergebnissen der Jahre 2001 bis 2005 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 0,1 mg/l von 2001 auf 2005, d.h. minus 0,7 %.

Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 2 - **Problemgebiete**: veränderte mittlere Konzentrationen mit einer auch über die Vorjahre registrierten Abnahme um 1,6 mg/l von 2001 auf 2005, d.h. minus etwa 5 %.

Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 3 - **Sanierungsgebiete**: veränderte mittlere Konzentrationen mit einer auch über die Vorjahre registrierten deutlichen Abnahme um 3,0 mg/l von 2001 auf 2005, d.h. minus etwa 6 %.

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

Bei den diesjährigen landesweiten Untersuchungen zu **Pflanzenschutzmitteln (PSM)** und zu ihren Abbauprodukten standen die Totalherbizide aus der Wirkstoffklasse der Triazine im Vordergrund. Diese fanden früher hauptsächlich im Maisanbau Anwendung.

Unter allen PSM sind das seit 1991 verbotene Totalherbizid **Atrazin** bzw. sein Abbauprodukt **Desethylatrazin (DEA)** nach wie vor am häufigsten nachweisbar. Auch mehr als fünfzehn Jahre nach dem Verbot finden sich diese Stoffe immer noch an 11,9 % bzw. 22 % aller Messstellen. Dies zeigt die umweltrelevante Langlebigkeit dieser Agrochemikalie auf.

Überschreitungen des Einzelstoffgrenzwertes nach der Trinkwasserverordnung / Wasserrahmenrichtlinie von 0,1 µg/l finden sich noch an 1,2 % bzw. 2,4 % aller Messstellen. Warnwertüberschreitungen finden sich an 1,8 % (Atrazin) bzw. an 3,5 % (DEA) aller Messstellen.

Im Vergleich zu den Vorjahren ergeben sich jedoch deutliche und erhebliche Abnahmen bei der Anzahl der Warn- und Grenzwertüberschreitungen. Auch in landwirtschaftlichen Bereichen ist die Belastung gesunken. Dies gilt auch für das andere Triazin **Simazin** und das Abbauprodukt **Desisopropylatrazin** mit Nachweishäufigkeiten von je rund 2,5 % und Grenzwertüberschreitungen an bis zu vier Messstellen.

Das Abbauprodukt **2,6-Dichlorbenzamid** des Totalherbizids Dichlobenil stellt sich weniger problematisch als in 2000/2001 dar, da die in den 1990er Jahren zunehmende Belastung nun abnimmt. Dichlobenil wurde hauptsächlich im Weinbau angewandt, aber auch auf Nichtkulturland. Von allen dreizehn untersuchten PSM-Substanzen ist es mit einer Nachweishäufigkeit von 3,4 % nach wie vor am

dritthäufigsten nachweisbar. Wie schon in 2000 und 2001 ist 2,6-Dichlorbenzamid auch in 2005 die PSM-Substanz mit der landesweit zweithäufigsten Grenzwertüberschreitungsquote (1,4 %) nach Desethylatrazin. Seit 2004 besteht für Dichlobenil ein Anwendungsverbot, auch aufgrund der Ergebnisse aus Baden-Württemberg.

Andere Totalherbizide wie **Bromacil** bzw. **Hexazinon** sind hauptsächlich im Einzugsgebiet nichtlandwirtschaftlicher Flächen, wie Gleisanlagen, Betriebsflächen und Parkplätzen zu finden. Für Bromacil existiert seit 1992 ein vollständiges Anwendungsverbot. Hexazinon hat seit den 90iger Jahren keine Zulassung mehr. Sie sind an 1,7 - 2,5 % aller Messstellen nachweisbar, an einem Drittel bis zur Hälfte dieser Messstellen mit Konzentrationen über dem Grenzwert. Grenzwertüberschreitungen sind an je 0,9 % aller Messstellen zu finden. Betroffen sind insbesondere Messstellen unterstromig von Gleisanlagen, auf denen die Stoffe früher angewendet worden sind. Jedoch ist auch hier die Belastung rückläufig.

Der in den letzten Jahren von der LUBW mit zunehmender Sorge beobachtete Wirkstoff **Bentazon** wurde auch in 2005 weiterhin in einem Sonderprogramm untersucht. Bentazon wurde seit 1996 mit zunehmenden Befundhäufigkeiten in zugleich hohen Konzentrationen nachgewiesen. An 68 in den Jahren 2000 bis 2004 auffälligen Messstellen mit z.T. hohen Bentazonbefunden werden auch in 2005 immer noch positive Befunde an jeder zweiten bis dritten Messstelle gefunden, davon an jeder sechsten mit Konzentrationen über dem Grenzwert. Dies zeigt wie nachhaltig die Grundwasserverunreinigung mit dem Herbizid Bentazon ist. Auch an seit vier Jahren regelmäßig untersuchten 13 Messstellen sind die mittleren Konzentrationen in 2005 immer noch hoch und liegen weit über dem Grenzwert.

Vor allem aufgrund der Ergebnisse aus Baden-Württemberg hat das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit seit April 2005 Regelungen getroffen, die u.a. den Einsatz von bentazonhaltigen Präparaten vor dem 15. April verbieten. Ebenso darf Bentazon auf den Bodenarten „reiner Sand“, „schwach schluffiger Sand“ und „schwach toniger Sand“ nicht angewandt werden.

Andere untersuchte PSM - u. a. auch Terbutylazin und Metolachlor - werden landesweit nicht oder jeweils nur an

maximal 11 Messstellen nachgewiesen. Dabei wurde der Grenzwert der Trinkwasserverordnung bzw. der Wasserrahmenrichtlinie in je bis zu drei Fällen überschritten.

Bei der **Grundwasserversauerung** stabilisiert sich gegenüber den 1990er Jahren die Situation in den besonders betroffenen Gebieten im Schwarzwald und Odenwald.

Niedrige pH-Werte mit Grenzwertunterschreitungen werden wie schon in den letzten Jahren in Gebieten mit weichen Wässern im Schwarzwald und Odenwald gemessen. Das landesweite pH-Minimum beträgt 4,81. Im Gesamtmessnetz wird der untere TrinkwV-Grenzwert von pH 6,5 an 6,6 % der Messstellen unterschritten.

Geogene Stoffe und Parameter sind in vielen Fällen anthropogen, d.h. durch menschliche Aktivitäten, überprägt. Sie lassen sich in großer Werte- und Konzentrationsvielfalt nachweisen. In einzelnen Regionen entsprechen bereits die natürlich vorkommenden Werte teilweise nicht den Trinkwasseranforderungen. Einige Konzentrationen sind anthropogen nur leicht erhöht, andere so stark, dass Warn- und Grenzwerte überschritten werden.

Versauerungsbedingte **Aluminiumfreisetzungen** können im Herbst 2005 zwar lokal an einigen Messstellen in Schwarzwald und Odenwald beobachtet werden, jedoch sind nur zwei versauerungsbedingte Grenzwertüberschreitungen festzustellen. Die anderen sechs Grenzwertüberschreitungen sind auf hohe Trübungen bzw. auf Mineralwassereinfluss zurückzuführen.

Schwermetalle und andere Spurenelemente sind z.T. in großer Häufigkeit aber meist in niedrigen Konzentrationen messbar. Diese sind meist geogen bedingt. Häufigere Überschreitungen der Trinkwassergrenzwerte sind landesweit mit 1,7 % nur beim **Arsen** festzustellen. Bei **Nickel, Kupfer, Cadmium, Blei** und **Antimon** liegt die Grenzwertüberschreitungshäufigkeit zwischen 0,0 und 0,5 %, d.h. es sind maximal 11 Messstellen betroffen. Die **Bor-** und **Fluorid-**befunde weisen vier bis neun Grenzwertüberschreitungen auf.

Überschreitungen des **Natrium-** und **Chloridgrenzwertes** sind an 0,5 - 1,0 % der Messstellen festzustellen, für Sulfat an 4,4 %. Sie sind auf natürliche und siedlungs-, industrie-

bedingte Ursachen zurückzuführen. Hohe Sulfatkonzentrationen sind oft auf die natürliche Auslaugungen des sulfatreichen mittleren Muschelkalkes zurückzuführen. Einige der sehr hohen Chloridkonzentrationen finden sich im Bereich des Salzabbaus bei Bad Wimpfen/Friedrichshall/Heilbronn und im Markgräfler Land im Abstrom des Salzstocks und ehemaligen Bergwerkes bei Buggingen-Hartheim bzw. abstromig der Salzlaugeneinleitung der elsässischen Kaliindustrie in den Rhein bei Fessenheim. Letzteres verursacht im Grundwasser entlang des Rheins eine bis nach Breisach reichende Chloridfahne. Das Gebiet im Bereich Breisach ist im Rahmen der Arbeiten zur Wasserrahmenrichtlinie als ein durch Chlorid gefährdeter Grundwasserkörper ausgewiesen worden.

FAZIT

Insgesamt beschreiben die Grundwasserstände und Quellschüttungen im Jahr 2005 langjährig leicht unterdurchschnittliche Verhältnisse. Die Grundwasservorräte haben sich nach den trockenen Jahren 2003 und 2004 in der ersten Jahreshälfte von 2005 deutlich erholt. Im weiteren Jahresverlauf entwickelten sie sich niederschlagsbedingt jedoch rückläufig.

Nitrat stellt nach wie vor die Hauptbelastung des Grundwassers in der Fläche dar. Die im Rahmen der Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) und des Marktentlastungs- und Kulturlandschaftsausgleichsprogramms (MEKA) durchgeführten Maßnahmen in der Landwirtschaft zeigen Wirkung.

Die Auswertungen der LUBW zur Grundwasserbeprobung 2005 zeigen ein leichtes Ansteigen von 23,4 mg/l Nitrat im Jahr 2004 auf 24,3 mg/l im Jahr 2005. Damit wird das Niveau der Jahre 2002/2003 wieder erreicht.

Der Anstieg wird auf das Trockenjahr 2003 zurückgeführt. Durch die damalige Trockenheit lagen die landwirtschaftlichen Erträge weit unter dem Durchschnitt und damit auch die von den Pflanzen aufgenommenen Nährstoffe. Die Landwirte konnten bei der Düngung im Frühjahr den trockenheitsbedingten Minderbedarf nicht abschätzen. Die Beprobung der Bodenwerte im Herbst 2003 brachte daher auch einen Anstieg der N_{\min}

- Werte gegenüber dem Jahr 2002. Dieser Anstieg der Nitratwerte im Boden, der sich in den Folgejahren nicht fortsetzte, wurde bis 2005 in das Grundwasser ausgetragen und führt jetzt dort zum Anstieg der Nitratgehalte. Jedoch hat seit 1994 die landesweite Belastung um etwa 13 % abgenommen.

Erfreulich ist, dass der Anstieg innerhalb der Wasserschutzgebiete deutlich geringer ausfällt als außerhalb von Wasserschutzgebieten. In den Wasserschutzgebieten ist bei den höher belasteten Sanierungs- und Problemgebieten auch im Jahr 2005 eine weitere Abnahme des Nitratwertes gegenüber 2003 festzustellen und nur in den gering belasteten Normalgebieten der Nitratwert einen leichten Anstieg aufweist.

In den Problem- und Sanierungsgebieten greifen offensichtlich die Maßnahmen in der Landwirtschaft, so dass selbst solch ungünstige Witterungsrandbedingungen ausgeglichen werden können.

Es bleibt abzuwarten, ob die in 2005 einsetzende Nitrat- auswaschung des in 2003/2004 in den oberen Bodenschichten angereicherten Stickstoffs in das Grundwasser bereits abgeschlossen ist oder ob es zu einem weiteren Konzentrationsanstieg kommen wird.

Die Belastungen mit langlebigen Pflanzenschutzmitteln (PSM) und ihren Abbauprodukten (z.B. DEA-Desethylatrazin) sind aufgrund der verhängten Anwendungsverbote und der in den letzten Jahren eingetretenen Abbau- und Verdünnungsvorgänge weiterhin gesunken. Die Atrazin- bzw. Desethylatrazinbelastungen sind immer noch so hoch, dass sie bei den Pflanzenschutzmit-

teln immer noch die Hauptbelastungen darstellen. Auch mehr als fünfzehn Jahre nach dem Anwendungsverbot finden sich Atrazin und Desethylatrazin als „Altlasten“ landesweit immer noch an jeder 12. bzw. 22. Messstelle. Das Abbauprodukt 2,6-Dichlorbenzamid des Totalherbizids Dichlobenil stellt sich weniger problematisch dar als in den Vorjahren, da die in den 1990er Jahren zunehmende Belastung abnimmt. Es ist am dritthäufigsten nachweisbar und weist die zweithöchste Grenzwertüberschreitung aller PSM auf. Seit 2004 besteht für Dichlobenil ein Anwendungsverbot, auch aufgrund der Ergebnisse aus Baden-Württemberg.

Weiterhin stellt die Versauerung im Schwarzwald und Odenwald ein Problem dar. Jedoch stabilisiert die Situation sich gegenüber den 1990er Jahren.

Hohe Schwermetallkonzentrationen kommen nur vereinzelt vor und stellen, abgesehen von lokalen Kontaminationen, keine großräumige Belastung dar. Von den gesundheitlich relevanten Schwermetallen und Spurenstoffen weist Arsen die höchste Grenzwertüberschreitung auf.

Die großräumigen industriell und landwirtschaftlich verursachten Belastungen des Grundwassers geben trotz deutlicher Verbesserungen der Situation mit Nitrat, LH-KW, Komplexbildnern 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.

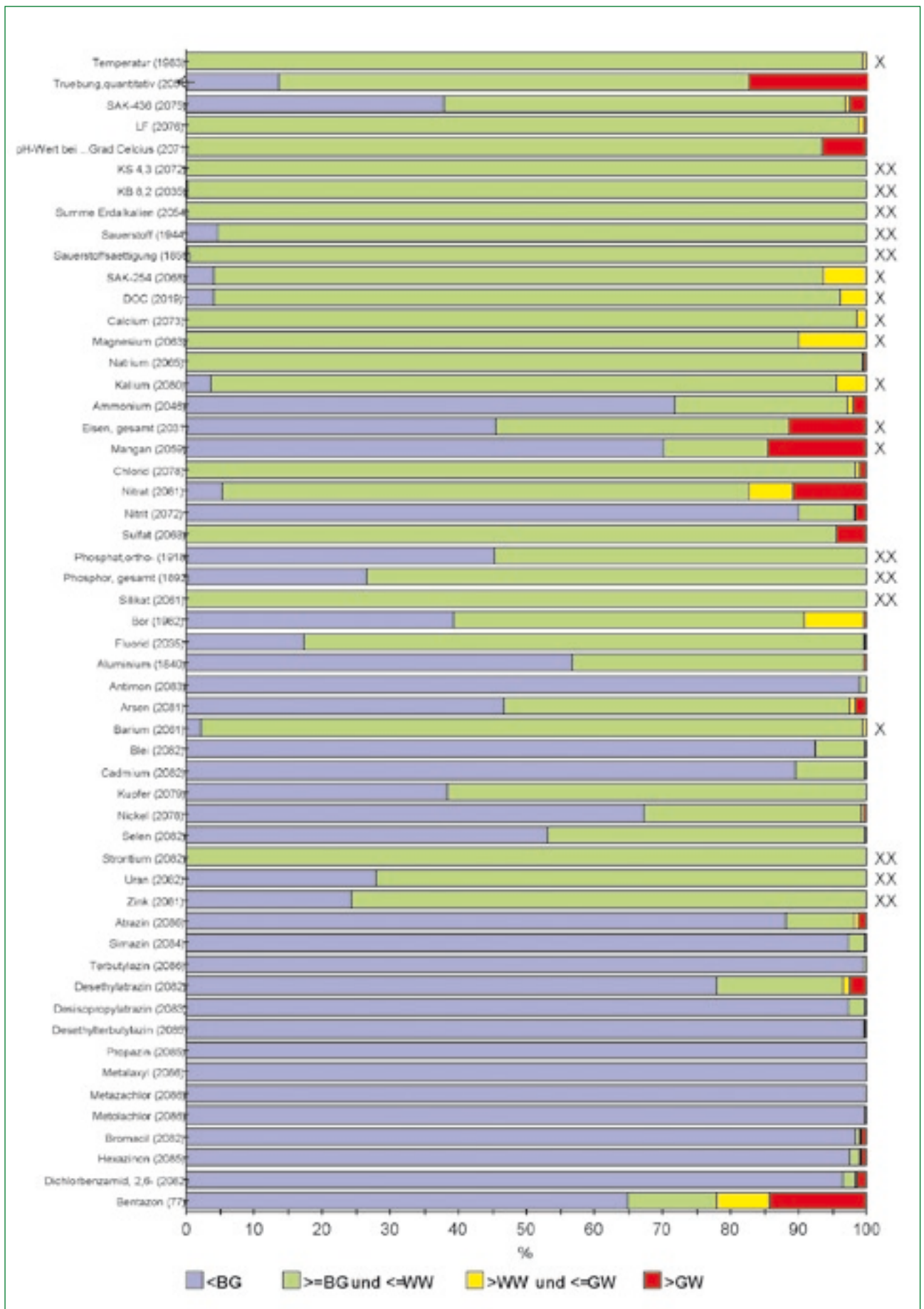


Abbildung 0.1: Übersicht über die Ergebnisse der Beprobung 2005: Prozentuale Verteilung der Messwerte (BG = Bestimmungsgrenze, WW = Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes, GW = Grenzwert der Trinkwasserverordnung, < kleiner als, > größer als, ≤ kleiner gleich, ≥ größer gleich, in Klammern: Anzahl der Messwerte, x = kein Warn- oder kein Grenzwert festgelegt, xx = kein Warn- und kein Grenzwert festgelegt).

1 Grundwassermessnetz Baden-Württemberg

1.1 ZIELSETZUNG

Im Rahmen des Grundwasserüberwachungsprogramms Baden-Württemberg werden von der LUBW Landesanstalt für Umweltschutz, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg - ehemals LfU Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg - flächenhaft repräsentative Daten erhoben, erfasst, aufbereitet, ausgewertet und verfügbar gemacht.

Das Grundwassermessnetz als Teil dieses Programms soll:

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

Aufgrund der gewonnenen Daten aus dem Messnetz können Verbesserungs- und Eingriffsmöglichkeiten sowie Lenkungsmöglichkeiten benannt werden.

Seit Dezember 2000 werden mit der Wasserrahmenrichtlinie der EU (WRRL) erstmals auch für das Grundwasser Grenzwerte für Nitrat und die Pflanzenschutzmittel festgelegt. In den nächsten Jahren sind für das Grundwasser weitere Grenzwerte nach der Wasserrahmenrichtlinie zu erwarten. Das Grundwasserüberwachungsprogramm wird in den nächsten Jahren an die Anforderungen der Wasserrahmenrichtlinie angepasst. Die EU-Trinkwasserrichtlinie von 1998 wurde mit der „Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom 21.05.2001“ in deutsches Recht umgesetzt. Diese TrinkwV gilt ab 01.01.2003 und führte zu z.T. erheblichen Änderungen hinsichtlich des Parameterumfangs und des Geltungsortes der Grenzwerte. Die Auswertungen in diesem Bericht beziehen sich auf die Grenzwerte der TrinkwV 2001.

Ein repräsentatives Grundwassermessnetz mit den zugehörigen Untersuchungsprogrammen, aktuellen Datendiensten und Bewertungen ist zugleich ein Frühwarnsystem für großräumige natürlich und anthropogen verur-

sachte Veränderungen des Grundwassers, beispielsweise Versauerung, Klimafolgen, Belastungsveränderungen und Übernutzungen.

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

1.2 ORGANISATION DES LANDESMESSNETZES

Das von der Landesanstalt für Umweltschutz betriebene Landesmessnetz Grundwasser besteht aus:

dem Grundwasserbeschaffenheitsmessnetz:

- mit rund 2.200 Messstellen, ca. 600 Quellen, 600 Beobachtungsrohre und 1.000 Brunnen, gegliedert in Teilmessnetze nach Beeinflussungen im Eintragsgebiet und der Nutzung der Messstellen,
- Beauftragung der Analytik zu den rund 2.200 Messstellen zentral durch die LUBW,
- mindestens jährliche Untersuchung aller Messstellen mit jährlich wechselndem Messprogramm,
- Untersuchung von rund 640 Messstellen alle 2 Monate auf Stickstoffparameter,
- Untersuchung von 60 Messstellen alle 2 Monate auf versauerungs- und schüttungsabhängige Parameter.

dem Grundwasserstandsmessnetz:

- mit 200 Trend-Messstellen mit wöchentlicher Wasserstandsmessung, wobei
- der größere Anteil an Grundwasserstands-Landesmessstellen, etwa rund 2.500 Messstellen, ist nicht Gegenstand dieses Berichts, da er bis 31.12.2004 von den ehemaligen Gewässerdirektionen und deren Bereichen und ab 01.01.2005 von den Regierungspräsidien und Landratsämtern hinsichtlich regionaler Fragestellungen verwaltet und ausgewertet wird.

dem Quellmessnetz

- mit rund 200 Messstellen,
- z. Z. an rund 170 Messstellen wöchentliche Messung der Quellschüttung

- Hydrochemische Untersuchung aller Messstellen im Herbst mit jährlich wechselndem Messprogramm

dem Lysimetermessnetz

- mit 30 Messstellen,
- tägliche bis wöchentliche Messung der Sickerwassermenge.

Die Teilmessnetze und die zugehörige Messstellenanzahl sind in Tab. 1.2.1 zusammengestellt. Die Organisation der Beprobung der Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen und der Messung von Grundwasserstands- bzw. Quellschüttungsmessstellen ist unterschiedlich (Tab.1.2.2).

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 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“ in der

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

2003 wurde ein weiterer Kooperationsvertrag zwischen dem Land und der Wasserversorgungswirtschaft abgeschlossen, der beinhaltet, dass die Wasserversorgungswirtschaft für jedes Wasserschutzgebiet Nitrat- und PSM-Werte für die im Rahmen der SchALVO notwendigen Wasserschutzgebieten-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 30.04.2006 Nitrat-Daten von 3.020 Nitratanalysen zu 1.463 Messstellen in Trinkwasserschutzgebieten als Kooperationsbeitrag zur Verfügung. Davon sind 191 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 1.463 Messstellen gehen im vorliegenden Bericht ausschließlich in die Auswertungen des Teilkapitels Nitrat über die SchALVO ein.

Tabelle 1.2.1: Übersicht über die Teilmessnetze und ihre Messstellenanzahl, 2005.

Teilmessnetz Grundwasserbeschaffenheitsmessnetz	Abk.	Anzahl der beprobten Messstellen in 2005		
		Land Herbst 2005	Kooperationsbeitrag	Gesamt
Basismessnetz	BMN	110		
Rohwassermessstellen für die öffentliche Wasserversorgung	RW	169		
Vorfeldmessstellen	VF	59		
Emittentenmessstellen Landwirtschaft	EL	662		
Emittentenmessstellen Industrie	EI	414		
Emittentenmessstellen Siedlung	ES	418		
Sonstige Emittentenmessstellen	SE	65		
Quellmessnetz	QMN	191		
Summe	Alle	2.088		
SchALVO-Messstellen in WSG	SAL	davon: 515	1.515*	2.030
<i>Grundwassermengenmessnetz</i>				
	Abk.	<i>Trendmessnetz</i>	<i>Regionalmessnetz</i>	<i>Gesamt</i>
Grundwasserstand	ST	200	2.663	2.863
Quellschüttung	QS	17	174	191
Lysimeter	Lys	6	29	35
Summe	Alle	223	2.866	3.089

* Diese Analysen werden in dem Wasserschutzgebietenkapitel 2.4.2 mit ausgewertet. Darüber hinaus liegen für 200 Mst. zu den Daten des Landes ergänzende Daten der WVU vor (Überschneider-Mst.). Für weitere 32 Mst., die nicht zum Landesmessnetz gehören, liegen weitere WVU-Analysen vor.

Als weiteren Kooperationsbeitrag erhielt die LUBW 9.182 WVU-Analysen von einzelnen Pflanzenschutzmitteln zu 1.109 Messstellen in Trinkwasserschutzgebieten mit 69 Überschneidermessstellen (Stichtag 30.04.2006). Davon betrafen das in diesem Jahr von der LUBW im Landesmessnetz untersuchte PSM-Programm-1a insgesamt 1.064 Messstellen mit 64 Überschneidermessstellen. Diese PSM-1a-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 1.715 Messstellen.

Letztlich erreichten die LUBW-Grundwasserdatenbank in 2005 zusätzlich zum von der LUBW betriebenen Landesmessnetz, d.h. ohne Überschneidermessstellen, die PSM- und Nitratanalysen von 1.515 verschiedenen WVU-Messstellen.

1.4 QUALITÄTSSICHERUNGEN IM RAHMEN DES MESSNETZBETRIEBES

1.4.1 QUALITÄTSSICHERUNG „STAMMDATEN“

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

Eine sachgerechte Probennahme an den richtigen Messstellen wird sichergestellt, indem dem Probennehmer detaillierte Unterlagen und Informationen zu Probennahme und Messstelle bereitgestellt werden. Messstellenverwechslungen bei der Probennahme werden durch den Vergleich

Table 1.2.2: Organisation der vom Land betriebenen Teilmessnetze.

Organisation	Grundwasserbeschaffenheit	Grundwasserstand/Quellschüttung
Messturnus	Einmal jährlich im Herbst (Herbstbeprobung). Für besondere Fragestellungen wie z. B. SchALVO oder Versauerung teilweise in zweimonatlichem Rhythmus. Nachbeprobungen zur Fundaufklärung bei hohen Pflanzenschutzmittelbefunden.	Grundwasserstand: an jedem Montag (Regelfall) Quellschüttung: wöchentlich Lysimeter: täglich bis mehrmals wöchentlich
Organisation	LUBW und Regieunternehmen (Vergabe)	LUBW, Regierungspräsidien
Datenbeschaffung Auftragnehmer (Messung, Probennahme, Analytik) Auftragsvoraussetzungen Qualitätssicherung	Probennahme und Analytik durch separate Probennehmer und chemische Labors. Nachweis der Qualifikation u. a. durch: <ul style="list-style-type: none"> ■ Akkreditierung nach DIN EN 45001 bzw. DIN EN ISO 17025 ■ Regelmäßige erfolgreiche Teilnahme an der Analytischen Qualitätssicherung (AQS) mit Ringversuchen und Laborvergleichsuntersuchungen und externen Laborauditorungen ■ auftragsspezifische Qualitätssicherungsmaßnahmen ■ Teilnahme an Probennehmer-Lehrgängen I und II der LUBW ■ Probennahmekontrollen 	Mengenmessung durch freiwillige oder vom Land verpflichtete Beobachter. Unterschiedlicher Datenfluss bei den „Trendmessstellen“ für die landesweite Zustandsbeschreibung und den „Regionalmessstellen“ für den übergebietlichen Grundwasserschutz.
Messtelleneigentümer	Größtenteils wird auf Messstellen zurückgegriffen, die nicht in Landesbesitz sind. Private, gewerbliche und kommunale Betreiber stellen sie für die Probennahme bzw. Beobachtung zur Verfügung.	
Kosten	Die Kosten für Probennahme und Analytik bzw. Beobachtung trägt das Land.	
Datenerfassung und Übermittlung	Die mittels LABDÜS (LABorDatenÜbertragungsSystem) von den chemischen Labors erfassten Analysen werden dem Regieunternehmen per E-Mail übermittelt.	Die Beobachter übersenden Belege mit den eingetragenen Messdaten. Die Erfassung erfolgt durch die LUBW bzw. per Vergabe an Büros.
Datenhaltung	Grundwasserdatenbank (GWDB) der LUBW	
Datenplausibilisierung und Qualitätssicherung	Statistische und visuelle Plausibilisierungen beim Einlesen der Messwerte, ggf. Gegenmessung von Rückstellproben oder Nachbeprobungen. Weiterhin: Mehrfachbestimmungen, vergleichende Untersuchungen, Analyse von Rückstellproben und Probennahmekontrollen vor Ort.	Visuelle Belegprüfungen, Plausibilitätsprüfung beim Einlesen, Kontrolle der Ganglinien, Zeitreihenanalysen

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

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

1.4.2 QUALITÄTSSICHERUNG „PROBENNAHME“

Für einen Auftrag zur Probennahme sind folgende Mindest-Qualifikationen erforderlich:

- Erfolgreiche Teilnahme an den Lehrgängen I und II für Probennehmer beim Grundwassermessnetz, durchgeführt bei VEGAS, Universität Stuttgart

Darüber hinaus werden zur Qualitätssicherung folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Der „Leitfaden für Probennahme und Analytik“ der LUBW, der u. a. die „Anleitung zur Probennahme von Grund-, Roh- und Trinkwasser“ enthält, ist Vertragsbestandteil (LfU, 2000) und bei jeder Probennahme einzuhalten.
- Zu jeder Probennahme werden detaillierte messstellenspezifische Vorgaben und Informationen zur Verfügung gestellt.
- Die Einhaltung der allgemeinen und messstellenspezifischen Probennahme-Vorgaben wird stichprobenartig durch unangekündigte Probennahmekontrollen vor Ort überprüft.

1.4.3 QUALITÄTSSICHERUNG „ANALYTIK“

Für einen Auftrag zur Analytik sind seit dem Jahr 2004 für die Auftragnehmer folgende Mindest-Qualifikationen erforderlich:

- Es muss eine gültige, für die Grundwasseruntersuchung anwendbare und vollständige Akkreditierung nach DIN EN 45001 bzw. DIN EN ISO 17025 einer evaluierten Akkreditierungsstelle vorliegen.

- Im Vorfeld der Herbstbeprobung 2005 wurde durch die Analytische Qualitätssicherung (AQS) Baden-Württemberg eine Laborvergleichsuntersuchung zu Pflanzenschutzmittelwirkstoffen und ihren Abbauprodukten durchgeführt. Die erfolgreiche Teilnahme daran war zusätzliche Bedingung für einen Analysenauftrag für diese ausgewählten Stoffe.
- Zusätzlich finden im Rahmen der einzelnen Beprobungsrunden folgende Qualitätssicherungsmaßnahmen statt:
 - Absicherung von Positiv-Befunden und Grenzwert-Überschreitungen bei PSM, Komplexbildnern, PAK und LHKW durch:
 - Beauftragung von Doppel-Analysen,
 - kurzfristige Nachanalyse aus der Rückstellprobe,
 - zusätzliche Probennahmen mit drei Parallelmessungen,
 - Zusätzliche Stichproben-Analysen aus den Rückstellproben,
 - Vergleichende Untersuchungen zu ausgewählten Parametern.

1.5 DATENVERARBEITUNG MIT DER GRUNDWASSER-DATENBANK

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

Nutzer sind die Umwelt- und Wasserrechtsämter in den Landratsämtern und Stadtkreisen, die vier Regierungspräsidien und die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg selbst.

Die GWDB ist als WAABIS-Modul-8 Teil des Umweltinformationssystems des Landes (WAABIS = Informationssystem Wasser, Abfall, Altlasten, Boden). Die Auswertungen und Darstellungen des vorliegenden Berichts wurden wiederum in weiten Teilen mit der Grundwasserdatenbank erzeugt.

Die Auslieferung der in JAVA programmierten „Grundwasserdatenbank“ an die beteiligten Dienststellen erfolgte in einer weiteren Version 3.1.0 im Dezember 2005.

Entwicklungsschwerpunkte im Jahr 2005 waren im geologisch/hydrogeologischen Bereich und bei den Gebietszuordnungen angesiedelt:

- **GWDB-Assistent:** Menügeführter Benutzerdialog für Neueinsteiger. Die sechs wichtigsten Funktionalitäten der GWDB können über einen Wizard-Dialog abgearbeitet werden. Der GWDB-Assistent erleichtert damit den Zugang und die Datenauswertung.
- **Visualisierung von Schichten- und Ausbauprofilen:** Nach der Erfassung des tiefenbezogenen Ausbau-/Schichtenprofils können schematisierte Ausbaupläne und hydrogeologische Kurzprofile erzeugt und in Berichte eingebunden werden.
- **Dynamisches Variabilitätsverfahren:** Weitere weitgehend automatisierte Plausibilitätsprüfung für Mengennesswerte.
- **Messstelleneinzugsgebiete:** Darstellung der vom Landesamt für Geologie, Bergbau und Rohstoffe (LGRB - Abt. 9, Regierungspräsidium Freiburg) abgegrenzten Einzugsgebiete für Grundwassermessstellen und Quellen.
- **Automatisierte Zuordnung von Gebieten:** Über Geometrierverschneidungen können die Objektverknüpfungen zu Wasser- und Quellschutzgebieten, ihren Schutzgebietszonen sowie zu Grundwasserkörpern geprüft und aktualisiert werden.

Objektanzeige Bohrarchiv: Über einen Webservice können die im Bohrarchiv des LGRB gespeicherten Bohrungen kartographisch dargestellt werden.

- **Objektanzeige Bohrarchiv:** Über einen Webservice können die im Bohrarchiv des LGRB gespeicherten Bohrungen kartographisch dargestellt werden.

Die Visualisierung der Schichten- und Ausbauprofile, die Auswertung der Messstelleneinzugsgebiete und die Objektanzeige Bohrarchiv sollen im folgenden detaillierter erläutert werden.

1.5.1 VISUALISIERUNG VON SCHICHTEN- UND AUSBAU-PROFILEN

Bei den messstellenbeschreibenden Daten wurden schon in der ersten Entwicklungsphase der GWDB Felder vorgesehen, die den tiefenbezogenen technischen Ausbau von Grundwassermessstellen und Brunnen erfassen. Hydrogeologische Kurzprofile zur Erfassung der Grundwasserleiter und Grundwassergeringleiter werden im allgemeinen vom LGRB erstellt und ebenfalls tiefenbezogen in der Grundwasserdatenbank abgelegt.

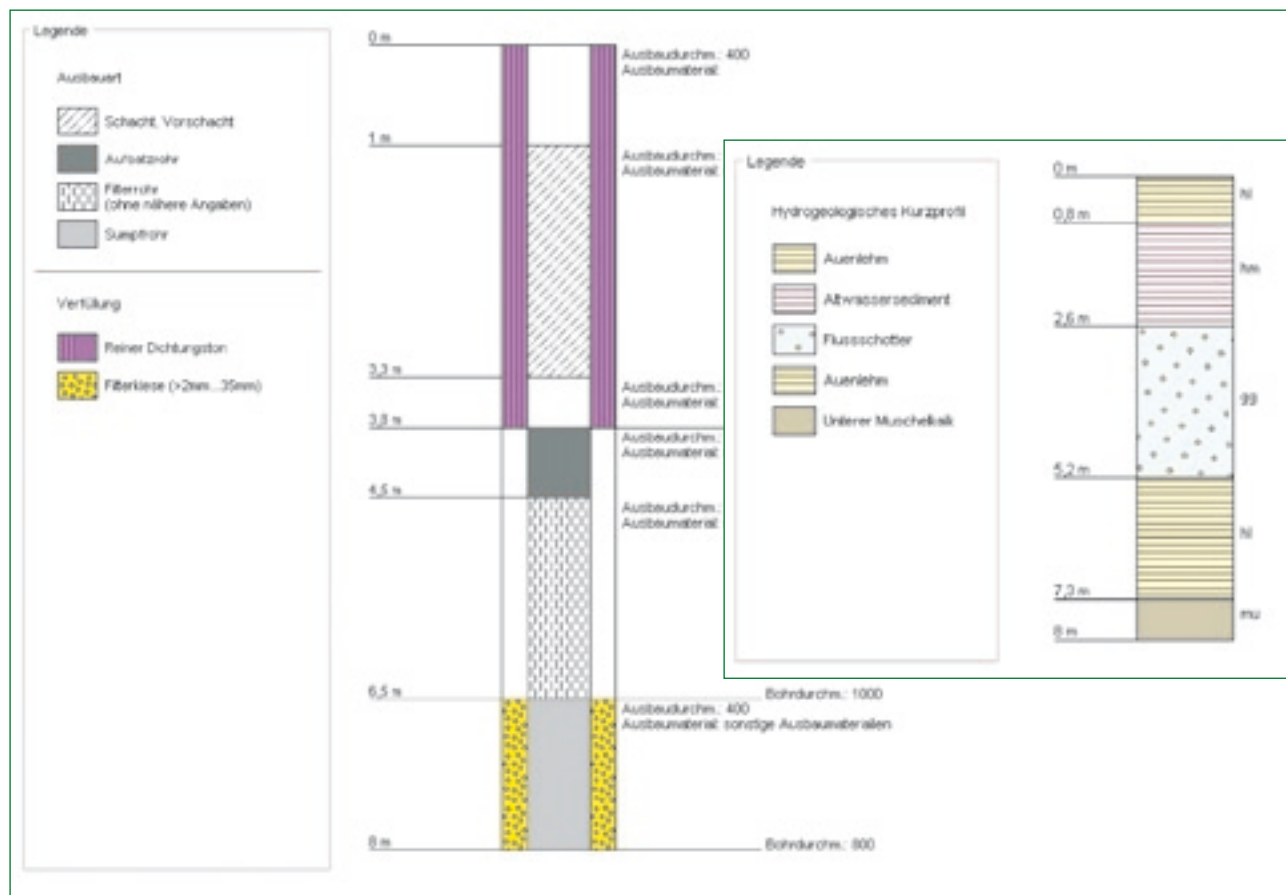


Abb. 1.5.1: Visualisierung von Schichten- und Ausbauprofilen: Schematisierter Ausbauplan und hydrogeologisches Kurzprofil.

Mit der neuen Visualisierungsfunktion werden die Profilsäulen und schematisierte Ausbaupläne unter Einbeziehung der Ringraumverfüllung ad-hoc erzeugt. Die Ergebnisse lassen sich in einem üblichen Bildformat abspeichern oder gleich in die Stammdatenberichte einbinden.

1.5.2 MESSSTELLENEINZUGSGEBIETE

Für den Großteil der Brunnen, Quellen und Messstellen des Grundwasserüberwachungsprogramms wurden die Einzugsgebiete abgegrenzt und als Geometrie zur Verfügung gestellt. Sie geben den Zuflussbereich des Grundwassers zur Probennahmestelle an, so dass z.B. über die dort herrschende Landnutzung die Probe besser charakterisiert und plausibilisiert werden kann.

Dabei wird unterschieden in

- Einzugsgebiete flacher Messstellen
- Einzugsgebiete tiefer Messstellen
- Quelleinzugsgebiete.

Um von den Beeinflussungen im Einzugsgebiet letztendlich auf die Probe schließen zu können, wurden die Gebiete außerdem mit den vorliegenden Ergebnissen der Landnutzungskartierung (CORINE, Landsat etc.) verschnitten.

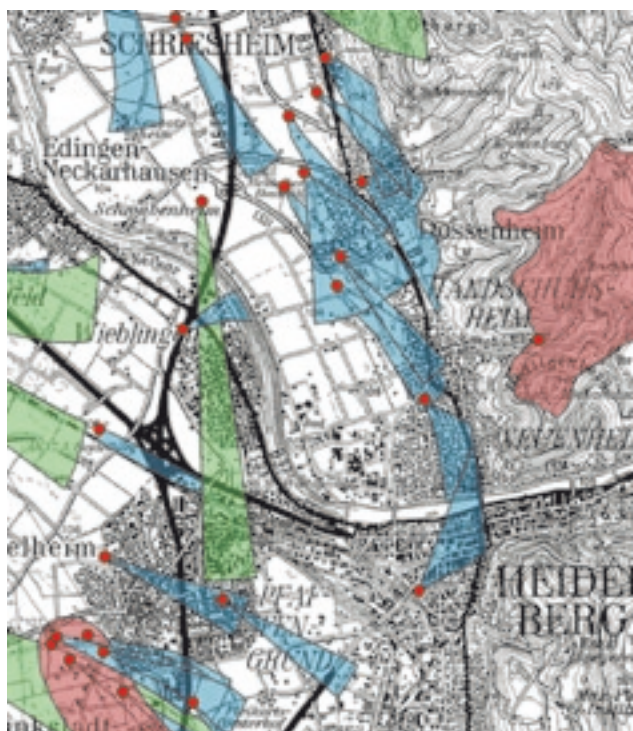


Abb. 1.5.2: Messstelleneinzugsgebiete.



Abb. 1.5.3: Darstellung der Bohrungen aus dem Bohrarchiv des LGRB (Regierungspräsidium Freiburg).

Damit lassen sich sehr spezifische Ergebnismengen definieren, beispielsweise die Messstellen eines Untersuchungsbereichs, bei denen der Anteil der Agrargebiete in den Einzugsgebieten größer als 70 Prozent ist, oder auch Selektionen nach viel feineren Landnutzungsklassen, wie z.B. Weinbau, Obstplantagen oder Maisflächen.

1.5.3 OBJEKTANZEIGE BOHRARCHIV

In einem ersten Schritt konnte die Verknüpfung der WAA-BIS-Datenbank mit dem Bohrarchiv des LGRB über einen Web Map Service (WMS) hergestellt werden.

Die Bohrpunkte werden in dem integrierten Geografischen Informationssystem GIS-ter als Thema dargestellt. Weitere Sachdaten der Bohrungen sind derzeit nur über die Intranetseite des LGRB abfragbar.

In einem weiteren Schritt sollen daher die hydrogeologischen Kurzprofile in die WAA-BIS-Datenbank übernommen werden, um damit weitere Auswertungen, wie z.B. Stammdatenberichte, GeoPro3D (Dreidimensionale Visualisierung von Grundwasserspiegeln und Schichten) etc. durchführen zu können.

1.5.4 WEITERENTWICKLUNG

Für das Jahr 2006 sind folgende Schwerpunktthemen vorgesehen:

- Automatisierte Lageplanerstellung und Einbindung in Stammdatenberichte,
- Boxplot-Diagramme zur Darstellung von statistischen Streuungen bei Messwerten,
- Isoflächendarstellung für chemisch-physikalische Messwerte,
- Automatisierung des Internetauftritts der LUBW „Aktueller Entwicklungsstand der Grundwasservorräte (GuQ)“,
- Übernahme der hydrogeologischen Kurzprofile direkt aus dem Bohrarchiv des LGRB zur weiteren Auswertung mit der Grundwasserdatenbank,

- Umstellung der Auswertemöglichkeiten wöchentlich gemessener Grundwassermengen auf monatliche Betrachtungen,

Weitere Plausibilitätstests beim Einlesen von chemisch-physikalischen Messwerten, bei denen hauptsächlich organisatorische Messnetzvorgaben abgeprüft werden können.

Im Oktober 2005 ist eine für den Zeitraum 1995 bis 2004 aktualisierte Ausgabe des „Jahresdatenkatalogs Grundwasser“ als Bericht 29 der LfU/LUBW-Veröffentlichungsreihe „Grundwasserschutz“ (mit CD-ROM) erschienen, der die aktuellen chemisch-physikalischen Messwerte, Grundwasserstände und Quellschüttungen der Landesmessstellen der LUBW besonders für die Zielgruppe „Ingenieurbüros“ tabellarisch, kartografisch und als Ganglinien bereitstellt. Der Bericht kann über die Bibliothek der LUBW bezogen werden.

2 Das Grundwasser 2005 in Baden-Württemberg

2.1. HYDROLOGISCHE SITUATION

Das Jahr 2005 war im Vergleich zu den langjährig mittleren Verhältnissen unterdurchschnittlich regenreich. Das Flächenmittel der Niederschlagshöhen betrug 2004 in Baden-Württemberg 864 mm, das sind 90 % des langjährigen Niederschlagsmittelwertes von 1961-1990 (Abbildung 2.1.1).

Die Niederschlagsverteilungen innerhalb des Jahres 2005 weichen von dem langjährig mittleren Gang ab, wobei die erste Jahreshälfte - mit Ausnahme der Oberrheinebene - den Erfahrungswerten weitgehend entsprach. Der ansonsten regenreiche Monat Juni zeichnet sich jedoch durch starke Niederschlagsdefizite aus. Für den Monat Juni 2005 wurden für Baden-Württemberg im Flächenmittel 58 mm Niederschlag berechnet, das sind 54 % des langjährigen Monatsmittelwerts.

Nach den nassen Sommermonaten Juli und August war das Jahresende hingegen relativ trocken. Die mit 110 mm stärksten Monatsniederschläge für Baden-Württemberg wurden im Juli beobachtet. Dagegen war der Monat November 2005 mit 40 mm besonders trocken. Insbesondere im badischen Landesteil konnten die nassen Monate Februar, April und Juli die ansonsten geringen Niederschläge nicht ausgleichen (Abbildung 2.1.2).

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

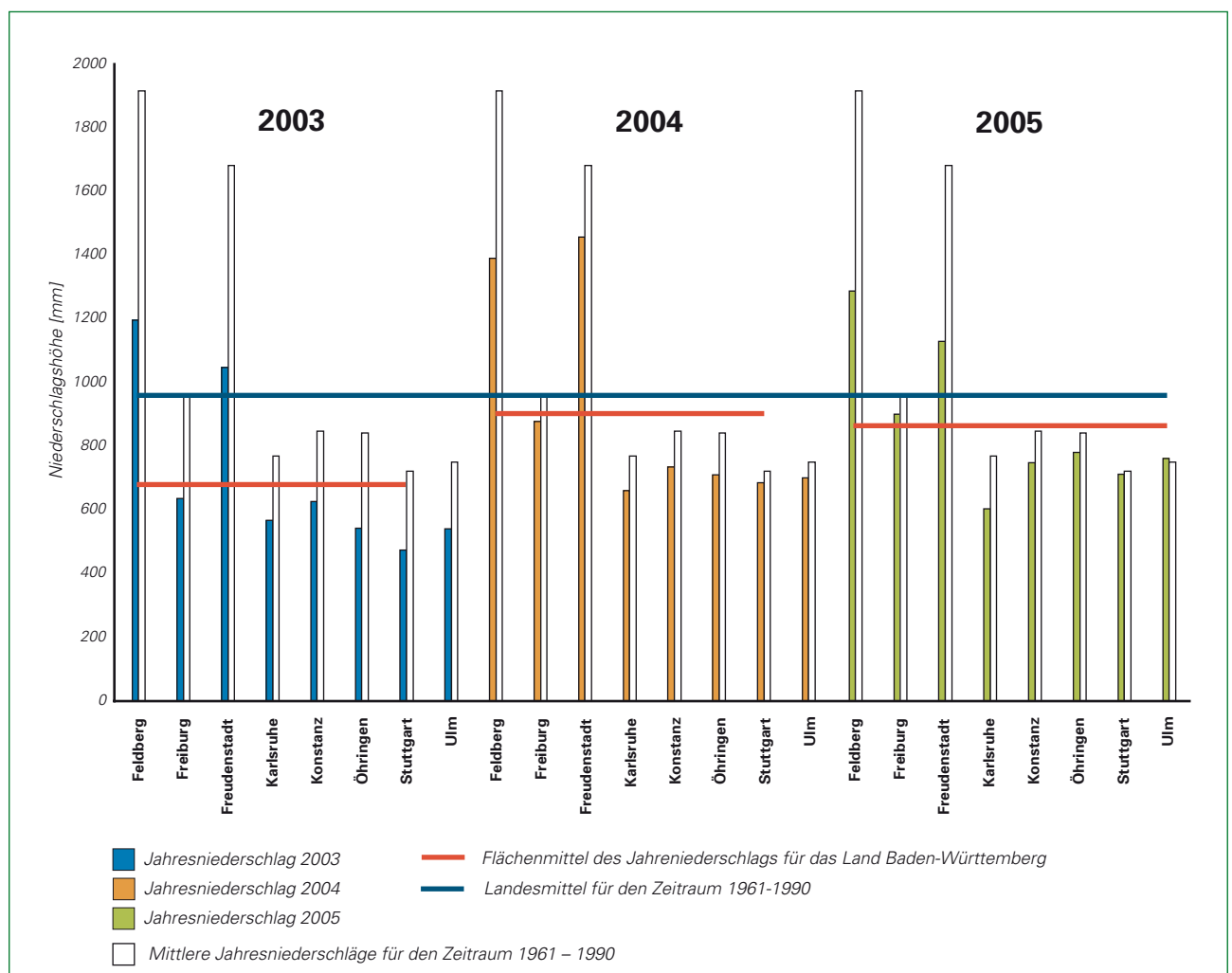


Abbildung 2.1.1: Jahresniederschläge an ausgewählten DWD-Stationen in Baden-Württemberg in den Jahren 2003, 2004 und 2005 im Vergleich zu den langjährigen Mitteln (Quelle: DWD).

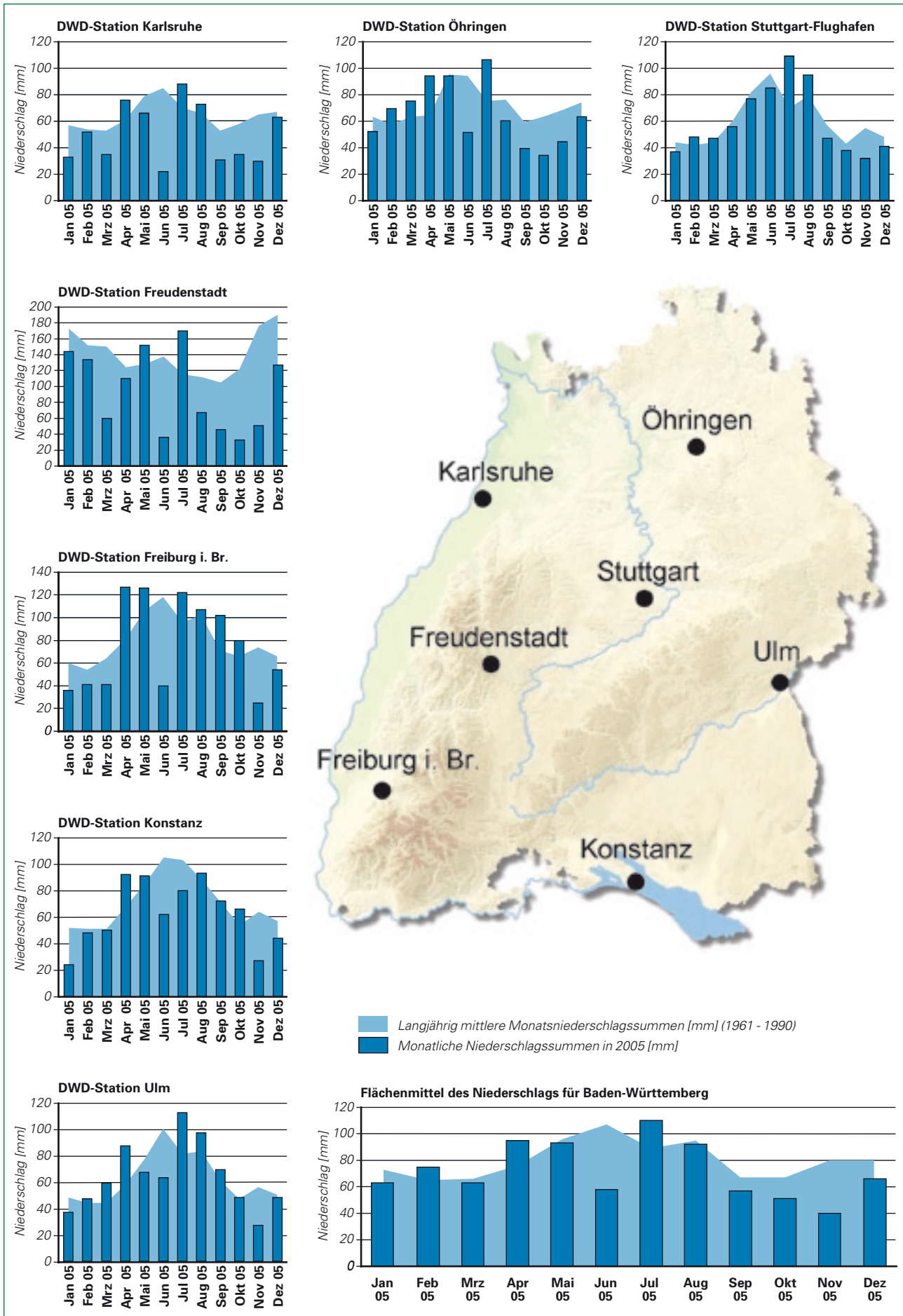


Abbildung 2.1.2: Monatliche Niederschlagshöhen an ausgewählten DWD-Stationen in Baden-Württemberg im Jahr 2005 im Vergleich zu den langjährigen Monatsmitteln (Quelle: DWD).

2.2. GRUNDWASSERNEUBILDUNG AUS NIEDERSCHLÄGEN

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

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlägen unterliegt einem ausgeprägten Jahresgang, wobei der versickernde Anteil der Winterniederschläge i.d.R. erheblich höher ist als der versickernde Anteil der Sommerniederschläge. Dies liegt unter anderem an der im Winter durch niedrige Lufttemperatur bedingten geringeren Verdunstung und dem eingestellten Pflanzenwachstum. Die sommerlichen Niederschläge sind mengenmäßig mit den Winterniederschlägen zwar vergleichbar, werden jedoch zum größten Teil durch Evapotranspiration verbraucht. Bei der Betrachtung der langjährigen Niederschlags- und Sickerwassermengen der Lysimeter Unterzeil, Freiburg-Sankt Georgen und Rielasingen sowie dem Grundwasserstand an benachbarten Messstellen wird deutlich, dass ein Zufluss zum Grundwasser und ein Anstieg des Grundwasserstands in erster Linie von den Winterniederschlägen abhängt (Abbildung 2.2.1).

Aufgrund dieser Zusammenhänge erkennt man an zahlreichen Grundwasserstandsganglinien den synchronen Verlauf mit dem für das Grundwasser ausschlaggebenden Niederschlag im Winterhalbjahr. Der im Wesentlichen vom Niederschlag bestimmte oberflächennahe Grundwasserstand steigt i.a. von November bis Februar an und fällt dann bis zum Ende des hydrologischen Jahres in den Monaten September / Oktober ab. Die Analyse langjähriger 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 reguläre Grundwasserneubildung aus Niederschlägen in der ersten Jahreshälfte von Jahr 2005 in Baden-Württemberg. Die mittleren Niederschläge bis Mai 2005 haben signifikante Zunahmen der Sickerate und der Grundwasserstände auf nahezu durchschnittliche Werte im Frühjahr bewirkt. Nach dem naturgemäßen Rückgang der Sickerung im Sommer waren einige Lysimeter - beispielsweise im Singener Becken - zum Jahresende 2005 immer noch trocken. Die deutlich unterdurchschnittlichen Herbst- und Winterniederschläge haben außergewöhnlich lange Ausfallzeiten der Versickerungen zur Folge und dadurch auch die Erholung der Grundwasserstände gehemmt. Die Jahresgänge der Sickerwassermengen entsprechen in der zweiten Jahreshälfte von 2005 somit nicht der erwartungsgemäßen Dynamik.

Die hohen Niederschläge im Juli und teilweise im August haben im Illertal eine außergewöhnlich hohe Versickerung im Sommer ausgelöst und das Leerlaufen des Bodenspeichers verhindert. Dadurch hatten die unterdurchschnittlichen Niederschläge hohe Sickerwasserraten zur Folge. Aus diesem Grund hat auch in den Teilen des Oberingrabens mit tiefgründigen Böden die Grundwasserneubildung im Herbst 2005 unerwartet eingesetzt. Im Beprobungszeitraum 2005 muss mit witterungsbedingt kurzfristigen Auswaschungseffekten in einzelnen Bereichen gerechnet werden.

Zur Charakterisierung der Sickerungsverhältnisse sind Monatssummen der Niederschläge und Versickerungsmengen an ausgewählten amtlichen Lysimeterstationen und die zugehörigen Grundwasserstände an Referenzmessstellen im langjährigen Vergleich dargestellt (Abbildung 2.2.1).

2.3 DIE GRUNDWASSERVORRÄTE 2005 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 zu gewährleisten und Grundwasserressourcen in qualitativer wie quantitativer Hinsicht für künftige Generationen zu erhalten. Hier-

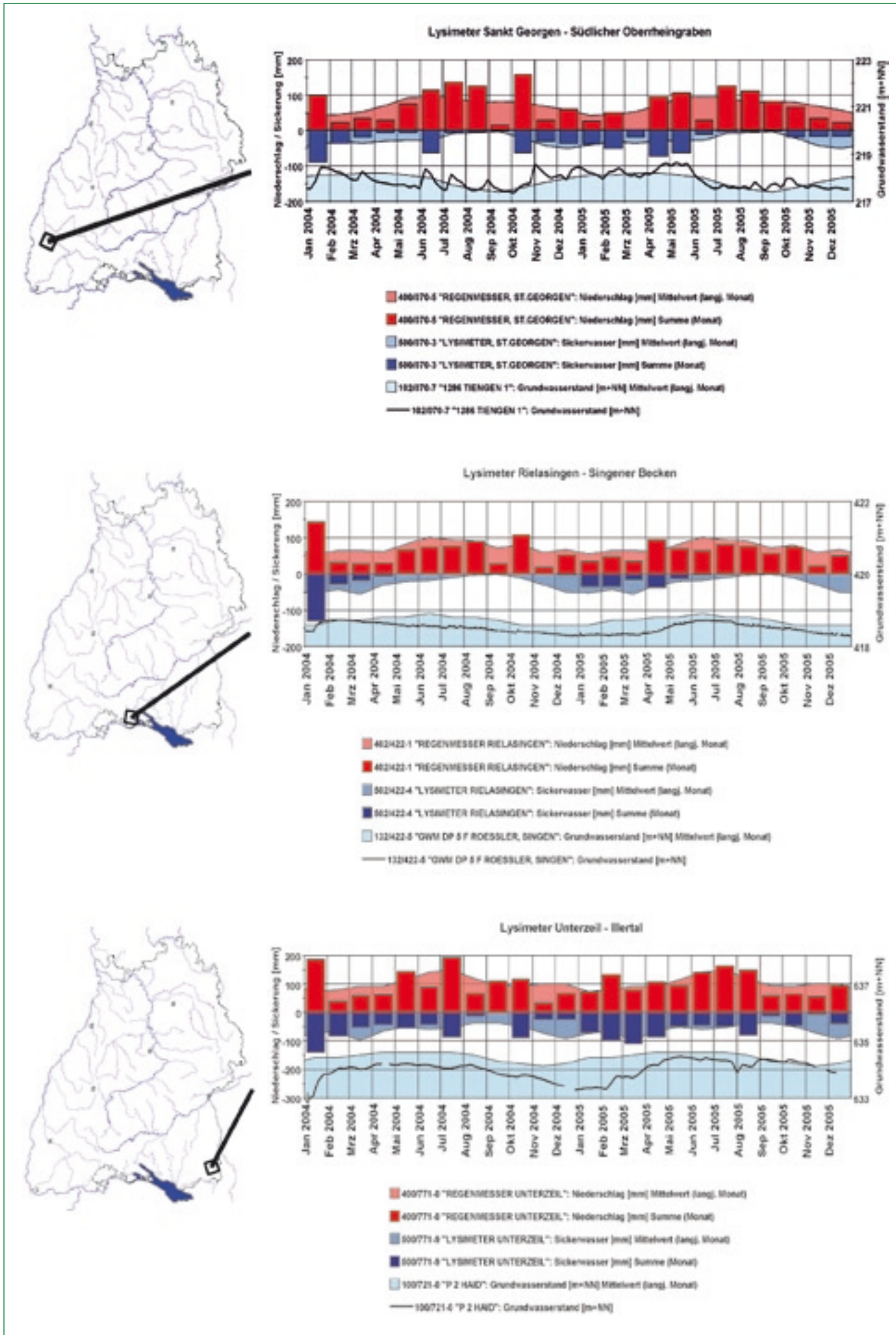


Abbildung 2.2.1: Niederschlag, Sickerung und Grundwasserstand an ausgewählten Lysimeteranlagen in den Jahren 2004 und 2005.

zu wird ein Überblick über die aktuelle Zustandsentwicklung der landesweiten Grundwasservorräte gegeben und die im Jahr 2005 beobachteten Tendenzen dargestellt.

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

In Abbildung 2.3.1 sind Ganglinien ausgewählter Trendmessstellen dargestellt. Der Normalbereich repräsentiert den statistisch zu erwartenden Schwankungsbereich von Grundwasserstand oder Quellschüttung in einem bestimmten Monat. Dieser Bereich wird durch das 90. Perzentil als Obergrenze und das 10. Perzentil als Untergrenze der Monatswerte aus 20 Beobachtungsjahren definiert. Der langjährige Monatsmedian (20 Jahre) der Einzelmesswerte ist als grüne Linie, die Monatsextrema (20 Jahre) sind als gestrichelte Linien dargestellt.

Nachdem zum Jahresende 2004 aufgrund der jüngsten Trockenperiode in den Jahren 2003 und 2004 ein sehr niedriges Niveau erreicht wurde, konnten die Niederschläge in der ersten Jahreshälfte 2005 eine Erholung der Grundwasservorräte auf langjährig mittlere Verhältnisse bewirken. Die Grundwasserstände haben sich im weiteren Jahresverlauf aufgrund unterdurchschnittlicher Niederschläge rückläufig entwickelt. Zum Jahresende 2005 wurden in einigen Bereichen niedrige Grundwasserverhältnisse beobachtet. Die Jahresmittelwerte der Quellschüttungen sind leicht unterdurchschnittlich, wobei zum Jahresende sehr niedrige Verhältnisse beobachtet wurden.

2.3.2 ÜBERREGIONALE GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE

Die messstellenbezogene Beurteilung der aktuellen quantitativen Grundwasserstandsverhältnisse wurde auf der Grundlage der Mittelwerte im Jahr 2005 im mehrjährigen Vergleich (20 Jahre) durchgeführt. Darüber hinaus wurden die jeweiligen Entwicklungstendenzen (lineare Trends aus

20 Beobachtungsjahren) ausgewertet. Die Ergebnisse sind in Abbildung 2.3.3 zusammenfassend dargestellt. Die aufgeführten Standorte sind für die zugehörigen Grundwasserlandschaften repräsentativ. Die verwendeten Farben veranschaulichen den standortspezifischen Zustand des Grundwasserdargebots im Vergleich zu den langjährigen Grundwasserverhältnissen. Die Symbole stehen für den zunehmenden, gleich bleibenden bzw. abnehmenden Trend.

Die Grundwasserstände in **Hochrhein, Wiesental und Klettgau** bewegten sich in der ersten Jahreshälfte von 2005 auf niederschlagsbedingt überdurchschnittlichem Niveau, entwickelten sich danach stark rückläufig bis an die Untergrenze des Normalbereichs. Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen (Messstelle 0124/123-1 in Abb. 2.3.2).

Auch im Bereich des **südlichen und mittleren Oberrheins** erreichten die Grundwasserstände nach einem steilen Anstieg zum Jahresbeginn die Obergrenze des Normalbereichs im Frühjahr 2005. Im weiteren Jahresverlauf sind deutliche Rückgänge bis an die Untergrenze des Normalbereichs zu verzeichnen (Messstelle 0115/066-9 in Abb. 2.3.1). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Die Grundwasserstände im **nördlichen Oberrhein** entwickeln sich im Jahr 2005 unauffällig auf mittlerem Niveau. Dabei werden im Raum Karlsruhe und in Rheinnähe überwiegend unterdurchschnittliche Verhältnisse verzeichnet. Im **Rhein-Neckar-Raum** werden trotz rückläufiger Entwicklungen im Jahr 2005 nach wie vor langjährig mittlere Verhältnisse beobachtet (Messstelle 0100/307-1 in Abb. 2.3.1). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist insgesamt ausgeglichen, wobei im östlichen Rhein-Neckar-Raum steigende Trends beobachtet werden.

Die Grundwasservorräte im **Singener Becken** haben sich seit dem Trockenjahr 2003 noch nicht erholt. Die jahreszeitliche Grundwasserdynamik ist zwar vorhanden, spielte sich jedoch im Jahr 2005 permanent im unteren Normalbereich ab. (Messstelle 132/422-5 in Abb. 2.3.1). Noch ist die 20-jährige Entwicklungstendenz ausgeglichen.

Die Grundwasserstände in den quartären Talfüllungen des **Donautals** bewegten sich innerhalb des Normalbereichs unauffällig auf leicht unterdurchschnittlichem Niveau

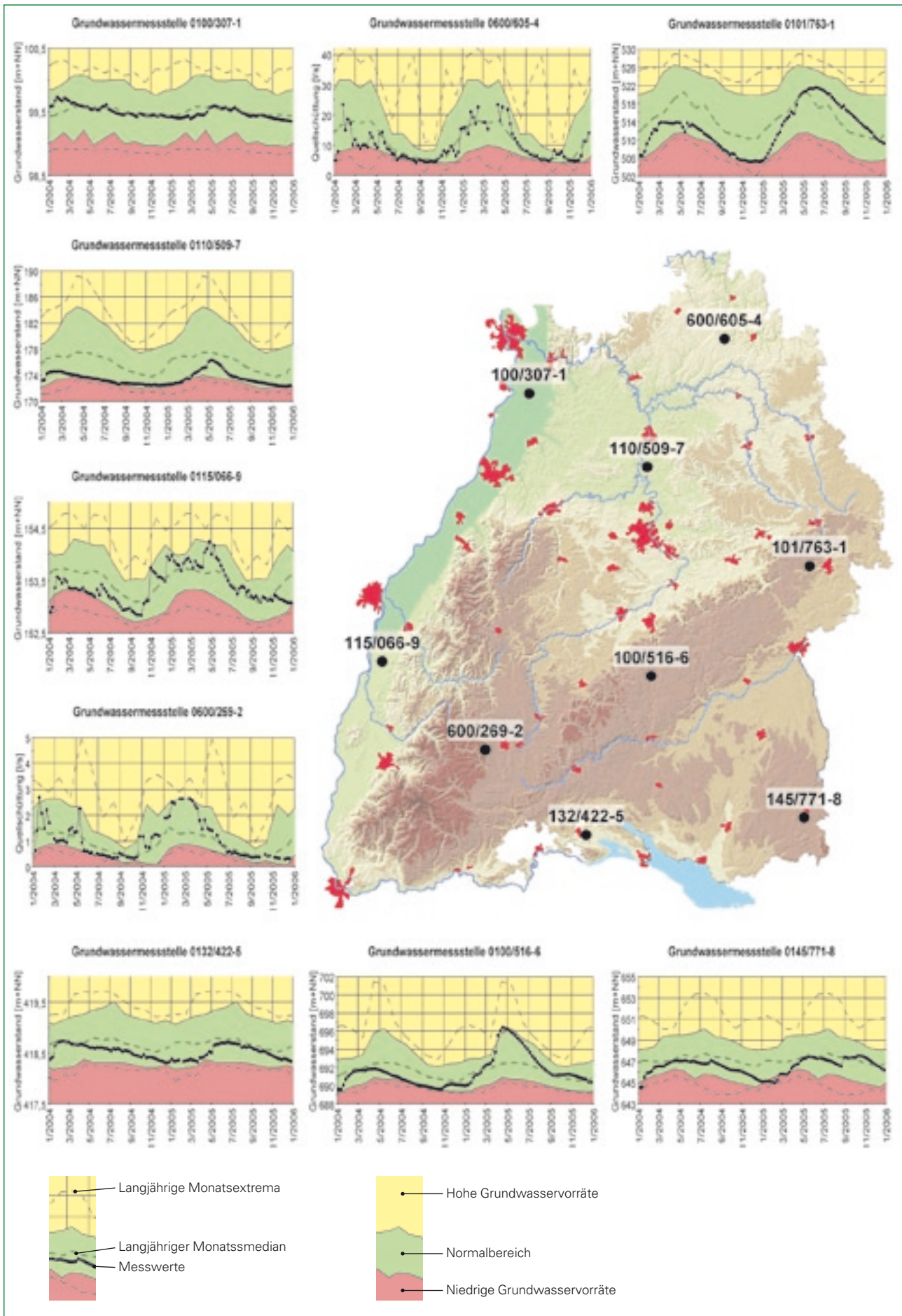


Abbildung 2.3.1: Grundwasserstand/Quellschüttung und zugehöriger Normalbereich aus 20 Beobachtungsjahren an ausgewählten Grundwassermessstellen in den Jahren 2004 und 2005.

(Messstelle 0100/270-7 in Abb. 2.3.2). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Die Grundwasserstände im Iller- und Rißtal sowie Raum Isny und im Bereich der Leutkircher Heide im haben sich im Jahr 2005 ein wenig erholt, bewegten sich zum Jahresende auf höherem Niveau als ein Jahr zuvor. Auch im Argendelta entwickelten sich die Grundwasservorräte steigend. Starke Sommerniederschläge haben in diesem Gebiet nennenswerte Grundwasserneubildung und rasche Grundwasseranstiege im Juli und August 2005 bewirkt (Messstelle 0145/771-8 in Abb. 2.3.1). Die 20-jährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Die starken Frühjahrsniederschläge, bewirkten im Karstaquifer der Schwäbischen Alb stark ansteigende Grund-

wasserverhältnisse. Die Grundwasserstände bewegten sich im weiteren Jahresverlauf 2005 ununterbrochen auf mittlerem Niveau (Messstellen 0100/516-6 und 0101/763-1 in Abb. 2.3.1). Die Quellschüttungen verliefen unauffällig. Die 20-jährigen Trends sind ausgeglichen.

Die Grundwasserstände im Festgestein des mittleren Neckarraumes bewegten sich in den Jahren 2004 und 2005 permanent auf unterdurchschnittlichem Niveau an der Untergrenze des Normalbereichs (Messstelle 0110/509-7 in Abb. 2.3.1).

Die Jahresgänge der Quellschüttungen in den Festgesteinen von Nord-Württemberg verliefen im gesamten Jahr 2005 unauffällig auf langjährigem Durchschnittsniveau

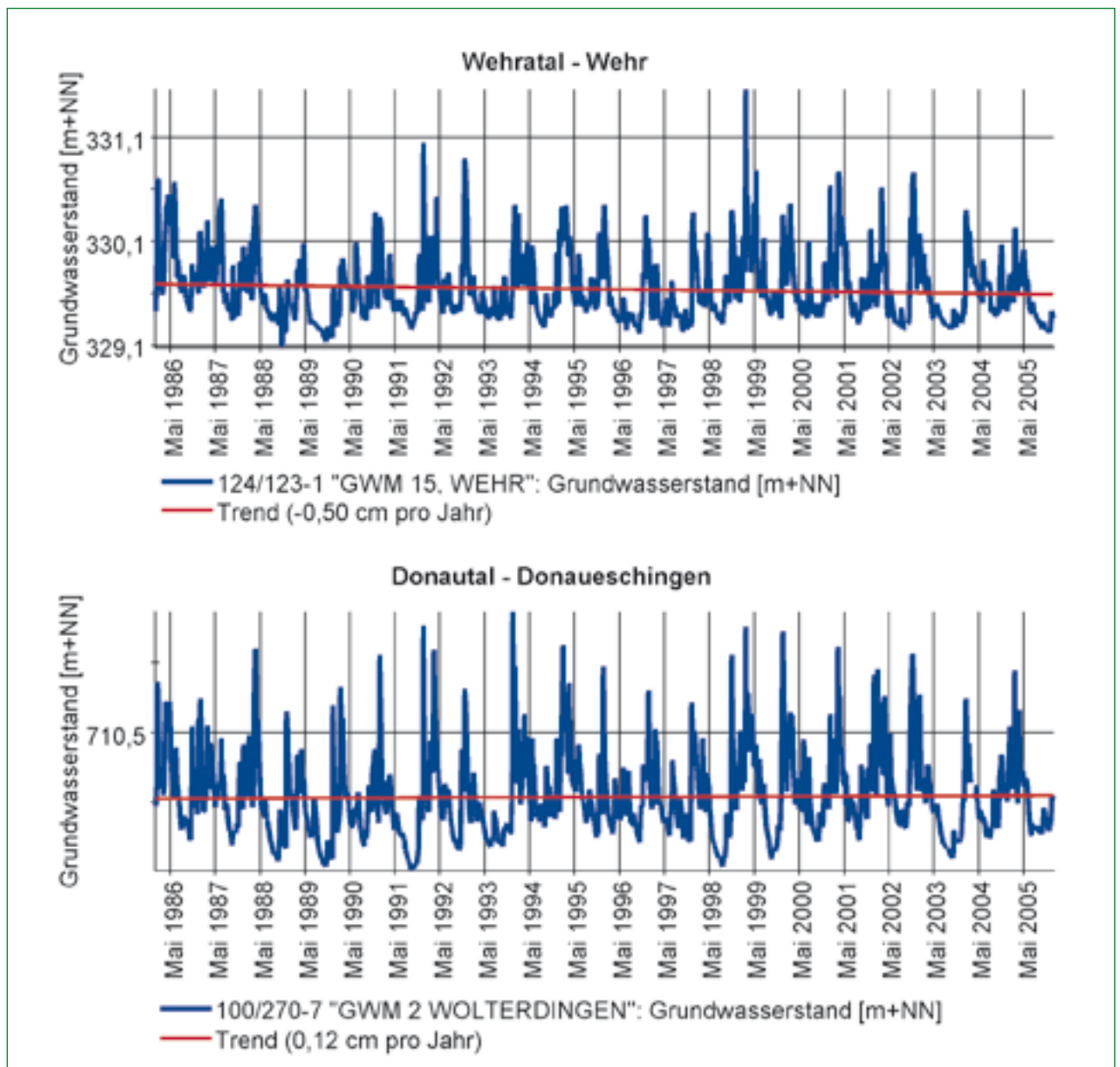
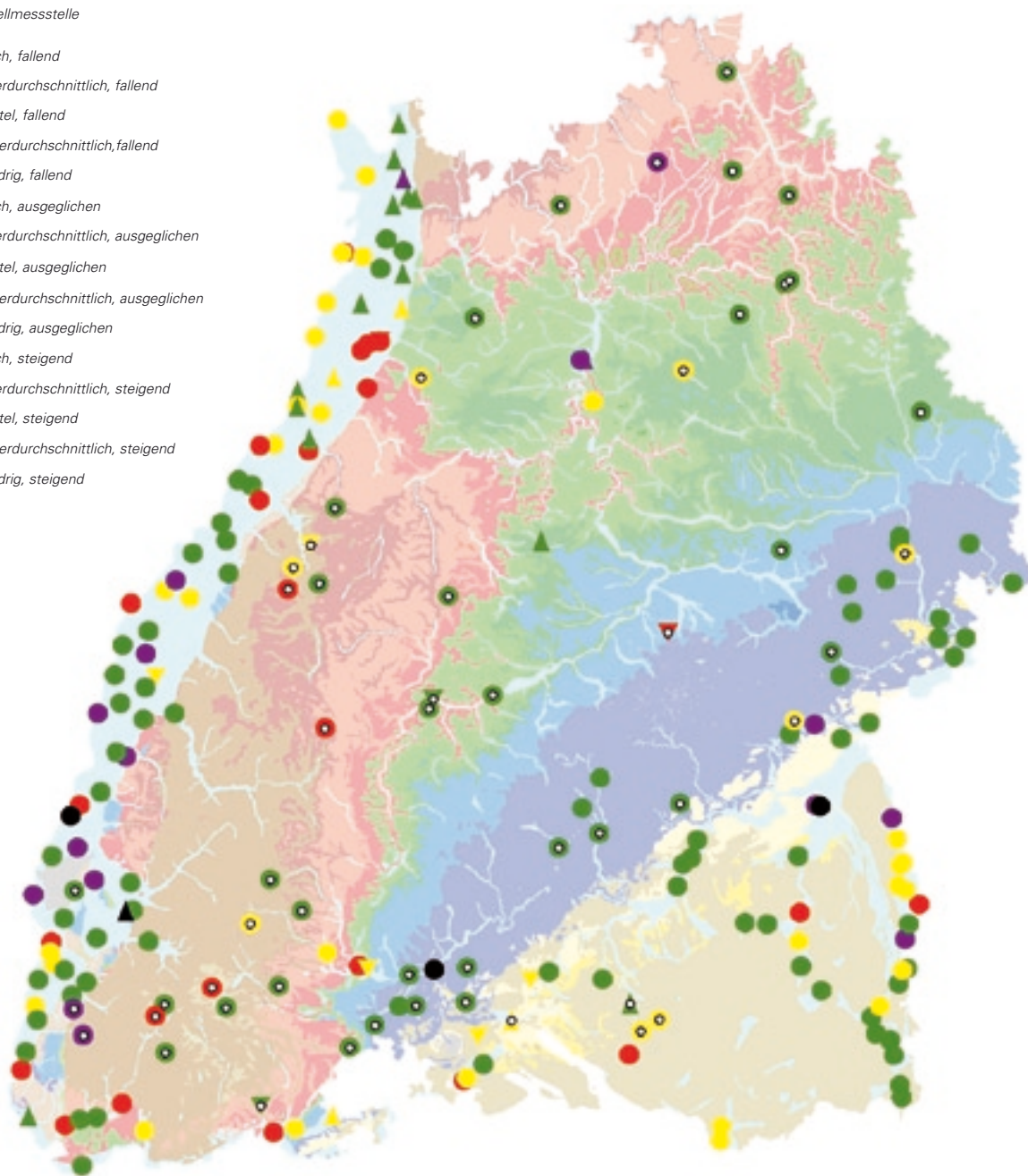


Abbildung 2.3.2: Ganglinien ausgewählter Grundwasserstandsmessstellen mit Trendbetrachtung (1986-2005).

Zeichenerklärung der Grundwasserverhältnisse

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



Grundwassereinheiten

- | | |
|--|--|
| ■ Junge Magmatite (GWG) (1) | ■ Quartäre Kiese und Sande (GWL) (1) |
| ■ Mittelkeuper und Oberkeuper (GWL) (1) | ■ Quartäre Kiese und Sande unter Moränensedimenten (GWL) (1) |
| ■ Obere Meeresmolasse (GWL) (1) | ■ Tertiär im Oberrheingraben (GWG) (1) |
| ■ Oberer Buntsandstein bis Mittlerer Muschelkalk (GWG) (1) | ■ Trias, undifferenziert (GWG) (1) |
| ■ Oberer Muschelkalk (GWL) (1) | ■ Unterer und Mittlerer Buntsandstein (GWL) (1) |
| ■ Oberjura (Raurasische Fazies) (GWL) (1) | ■ Unterjura und Mitteljura (GWG) (1) |
| ■ Oberjura (Schwäbische Fazies) (GWL) (1) | ■ Unterkeuper und Gipskeuper (GWL) (1) |
| ■ Paläozoikum Kristallin (GWG) (1) | ■ übrige Molasse (GWG) (1) |
| ■ Quartäre Becken- und Moränensedimente (GWG) (1) | |

Abbildung 2.3.3: Charakterisierung der mittleren Grundwasserverhältnisse im Jahr 2005 und des Trendverhaltens im Zeitraum 1986-2005 (Hintergrunddarstellung: Grundwassereinheiten).

(Messstelle 0600/605-4 in Abb. 2.3.1). Die langjährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Die Schwarzwaldquellen verfügen über kleinräumige Einzugsgebiete und weisen daher starke, niederschlagsbedingte Schüttungsschwankungen auf. Die Schüttungen stiegen im Frühjahr daher bis auf überdurchschnittliche Werte an und ließen zum Jahresende deutlich nach. Im Jahresmittel werden langjährig mittlere Verhältnisse berechnet (Messstelle 0600/269-2 in Abb. 2.3.1).

Insgesamt beobachtet man bei den Grundwasserständen und Quellschüttungen im Jahr 2005 langjährig leicht unterdurchschnittliche Verhältnisse. Die Grundwasservorräte haben sich nach den trockenen Jahren 2003 und 2004 in der ersten Jahreshälfte von 2005 deutlich erholt. Im weiteren Jahresverlauf entwickelten sie sich niederschlagsbedingt jedoch stark rückläufig. Der 20-jähriger Trend ist bei den Grundwasserstandsmessstellen überwiegend steigend, bei Quellen ist kein eindeutiger Trend vorhanden (siehe Abb. 2.3.3).

2.4 NITRAT

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

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

Der LUBW wurden bis zum Stichtag 30.04.2006 insgesamt 3.020 Nitratwerte zu 1.463 Messstellen in Wasserschutzgebieten übermittelt, davon befinden sich 191 Messstellen im LUBW-Landesmessnetz (Überschneidermessstellen). Somit wird die Gesamtdatenbasis des Landesmessnetzes zu Nitrat durch den Kooperationsbeitrag letztlich mit zusätzlichen 1.272 Messstellen ergänzt. Dies sind etwa 200 Messstellen weniger als in 2004. Dies

beruht auf der Vereinbarung, für gering nitratbelastete Messstellen in Wasserschutzgebieten der Nitratklasse 1 nur alle drei Jahre die Nitratkonzentrationen zu ermitteln.

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

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

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

Im zweiten Abschnitt 2.4.2 wird über die Nitratsituation in den nach SchALVO in drei Nitratklassen eingestufteten Wasserschutzgebieten berichtet. In diesen Teil fließen - neben den LUBW-Landesmessnetzdaten - die WVU-Nitrat-Kooperationsdaten für Wasserschutzgebiete mit ein.

2.4.1 NITRAT IM GRUNDWASSERBESCHAFFENHEITSMESSNETZ DER LUBW (LANDESMESSNETZ)

Die LUBW Landesanstalt für Umweltschutz, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg unterhält ein landesweites Messnetz, das durch die flächendeckende Messstellenverteilung repräsentative Aussagen zur Gesamtsituation der Grundwasserbeschaffenheit des Landes erlaubt.

Die wichtigsten Ergebnisse, die sich für Nitrat aus den Untersuchungen in 2005 in diesem Landesmessnetz ergeben, sind in diesem Kapitel zusammengestellt. Im Herbst 2005 wurde das Grundwasser von 2.081 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 graphisch aufbereitet und in Tabelle 2.4.1 aufgelistet sind, zeigen, dass das allgemeine Konzentrationsniveau der Nitrat-Belastung nach wie vor relativ hoch ist.

In 2005 lag die Überschreitungshäufigkeit des Warnwertes des Grundwasserüberwachungsprogramms von 40 mg/l bei 17,3 % und des Grenzwertes der Umweltqualitätsnorm der WRRL bzw. der TrinkwV von 50 mg/l bei 10,9 % der Messstellen des Landesmessnetzes (Abb. 2.4.1, Tab. 2.4.1).

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

sich beispielsweise für das Basismessnetz (BMN) ein unterdurchschnittliches Belastungsniveau, während die Emittentenmessstellen Landwirtschaft (EL) mit einem im Vergleich großen Anteil an Messstellen mit hohen Nitratbelastungen ein überdurchschnittliches Belastungsniveau (Abb. 2.4.1) aufweisen.

Die gegenüber 2004 leichten Zunahmen der Überschreitungshäufigkeiten des Grenz- und Warnwertes im gesamten Landesmessnetz basieren auf gleichverteilte Zunahmen in allen einzelnen Teilmessnetzen.

Beim Teilmessnetz „Landwirtschaft“ (EL), das mit ca. 660 Messstellen größte Teilmessnetz, ergibt sich eine Zunahme der Messstellen mit grenzwertüberschreitenden Nitratkonzentrationen über 50 mg/l von 20,5 % in 2004 auf 21,7 % bei den Untersuchungen im Herbst 2005. Die statistischen Kennzahlen des Gesamtmessnetzes sowie der Teilmessnetze Landwirtschaft (EL), Siedlungen (ES), Rohwasser (RW) und des Basismessnetzes (BMN) zeigt Tabelle 2.4.1.

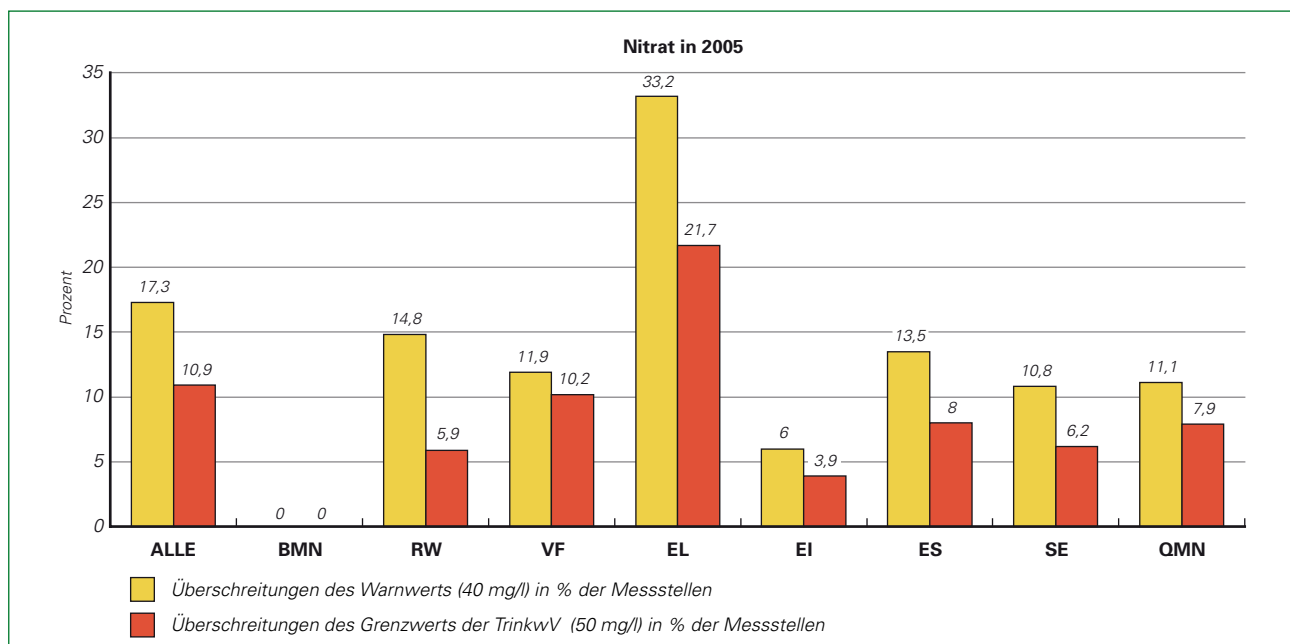


Abbildung 2.4.1: Prozentualer Anteil der Messstellen mit Warn- und Grenzwertüberschreitungen im Gesamtmessnetz und in den Teilmessnetzen in 2005 (Datenbasis: nur Landesmessstellen).

Tabelle 2.4.1: Statistische Kennzahlen Nitrat 2005 (Abkürzungen s. Anhang A1).

	Landes-Messnetz	EL	ES	RW	BMN
Anzahl der Messstellen	2.081	659	415	169	110
Mittelwert in mg/l	24,3	34,2	23,2	21,1	8,0
Medianwert in mg/l	19,5	29,0	19,6	18,1	7,3
Überschreitungen des Warnwerts (40 mg/l) in % der Messstellen	17,3	33,2	13,5	14,8	0,0
Überschreitungen des Grenzwerts der WRRL bzw. TrinkwV (50 mg/l) in % der Messstellen	10,9	21,7	8,0	5,9	0,0

2.4.1.2 RÄUMLICHE VERTEILUNG UND REGIONALISIERUNG

Die großräumige regionale Verteilung der Nitratbelastung wird durch die Abbildungen 2.4.2 und 2.4.3 deutlich und stellt sich im Vergleich zum Vorjahr hinsichtlich der Belastungsschwerpunkte unverändert dar. 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 und der östliche 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 zwar ohne weiteres möglich, kann aber die tatsächlichen kleinräumigen Belastungszustände nicht richtig wiedergeben. Ein in der Regel noch akzeptabler Darstellungsmaßstab ist etwa 1:100.000.

Für die Regionalisierung wurde das am Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart speziell entwickelte Kriging-Verfahren SIMIK+ verwendet, in dem die beiden Haupteinflussfaktoren Landnutzung in 16 Klassen und Hydrogeologie („Oberflächennahe Aquifere“) in 21 Klassen berücksichtigt werden. Tiefe Messstellen wurden ausgeschlossen. Abbildung 2.4.3 verdeutlicht die Hauptbelastungsgebiete.

Angegeben sind die Konzentrationen der 300 m x 300 m - Rasterelemente. Durch die räumliche Integrationswirkung

werden dabei die punktuellen Extremwerte an den Messstellen nicht erreicht.

2.4.1.3 KURZFRISTIGE VERÄNDERUNGEN (VERGLEICH ZUM VORJAHR)

Bei den wichtigsten summarischen Statistiken sind im gesamten Landesmessnetz im Vergleich zum Vorjahr leichte Veränderungen zu beobachten (Tab. 2.4.2). Vergleicht man die Ergebnisse der Beprobungskampagne Herbst 2005 mit denen aus dem Herbst 2004, so hat sich im Mittel die Belastung des Grundwassers mit Nitrat von durchschnittlich 23,4 mg/l um 0,9 mg/l auf 24,3 mg/l erhöht.

Ähnlich stellt sich die Situation für den Medianwert der Nitratkonzentration im Landesmessnetz dar. Während der Median in 2004 bei 18,2 mg/l lag, ergibt sich für 2005 ein um 1,3 mg/l auf 19,5 mg/l angestiegener Nitratgehalt.

Der prozentuale Anteil an Messstellen, an denen der Grenzwert von 50 mg/l überschritten wurde, hat von 10,3 % auf 10,9 % zugenommen. Die Überschreitungsquote des Warnwertes des Grundwasserüberwachungsprogramms ist dagegen nur sehr gering gestiegen. Während in 2004 der Anteil an Landesmessstellen mit Nitratgehalten über 40 mg/l bei 17,2 % lag, zeigen die Auswertungen für 2005 eine Überschreitungsquote des Warnwertes von 17,3 %.

An 2.040 Messstellen des Landesmessnetzes liegen Nitrat-Messwerte sowohl für 2005 als auch für 2004 vor. Beim direkten Vergleich der einzelnen Messstellen zeigt sich, dass 1.097 Zunahmen des Nitratwertes (maximal um + 79,7 mg/)

Tabelle 2.4.2: Statistische Kennzahlen der Nitratdaten von 2005 im Vergleich zu 2004.

	Landes- Messnetz 2005	Landes- Messnetz 2004
Anzahl der Messstellen	2.081	2.076
Mittelwert in mg/l	24,3	23,4
Medianwert in mg/l	19,5	18,2
Überschreitungen des Warnwerts (40 mg/l) in % der Messstellen	17,3	17,2
Überschreitungen des Grenzwerts der WRRL bzw. TrinkwV (50 mg/l) in % der Messstellen	10,9	10,3

Nitrat

Beprobung 2005

Werte in mg/l

- ≤ 15.0
- 15.1 - 25.0
- 25.1 - 35.0
- 35.1 - 50.0
- > 50.0

Alle Messnetze
2.081 Messstellen

Grenzen:

- Land, Regierungsbezirk
- Stadt-/Landkreis

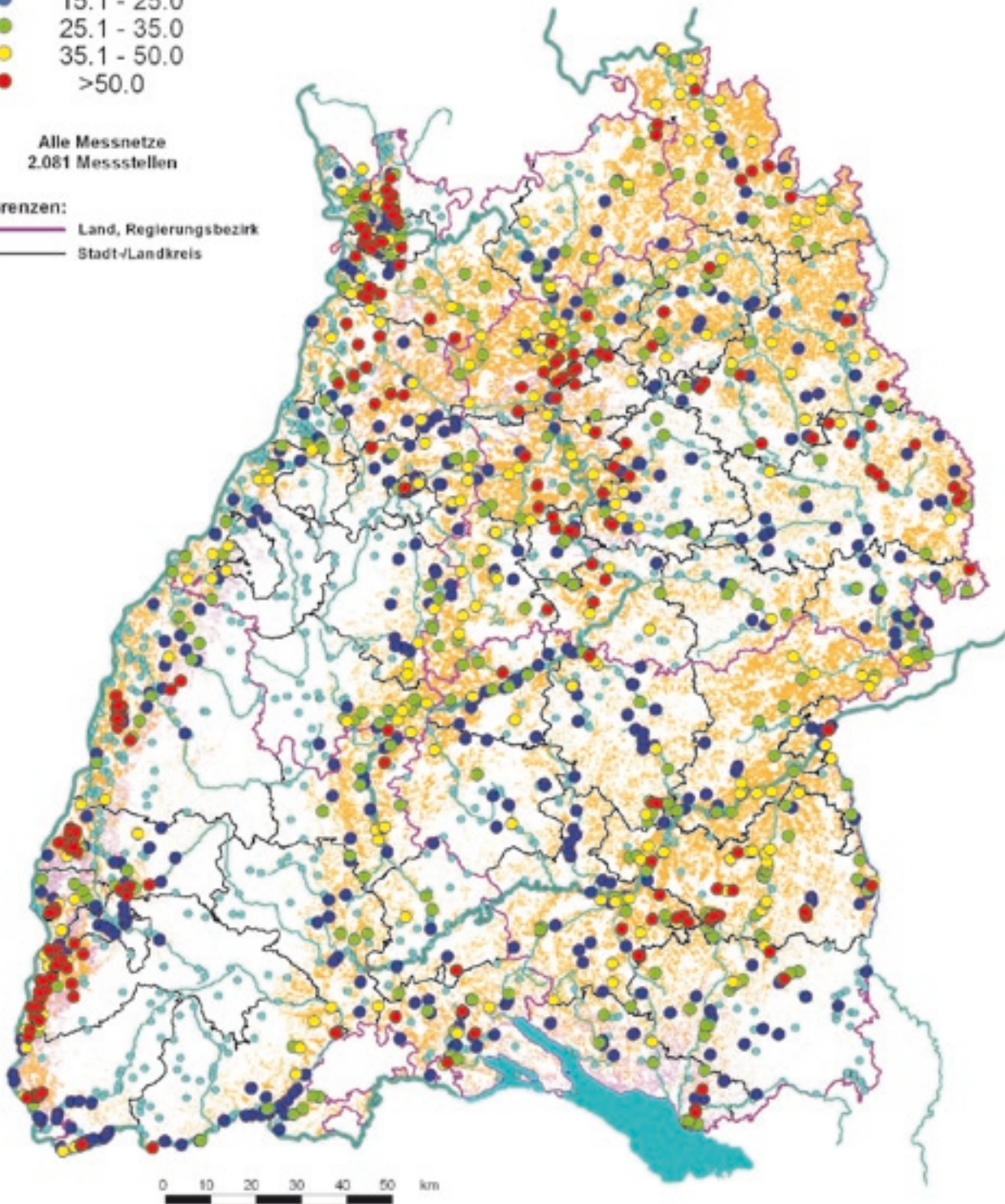


Abbildung 2.4.2: **Nitratgehalte 2005** (Landesmessnetz) mit Landnutzungen im Kartenhintergrund (braune Flächen: Ackerbau und violette Flächen: Weinbau). (Quellenangabe für die Landnutzungsdaten: „Räumliches Informations- und Planungssystem (RIPS)“, Bearbeitung durch das Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der Universität Karlsruhe, 1993).

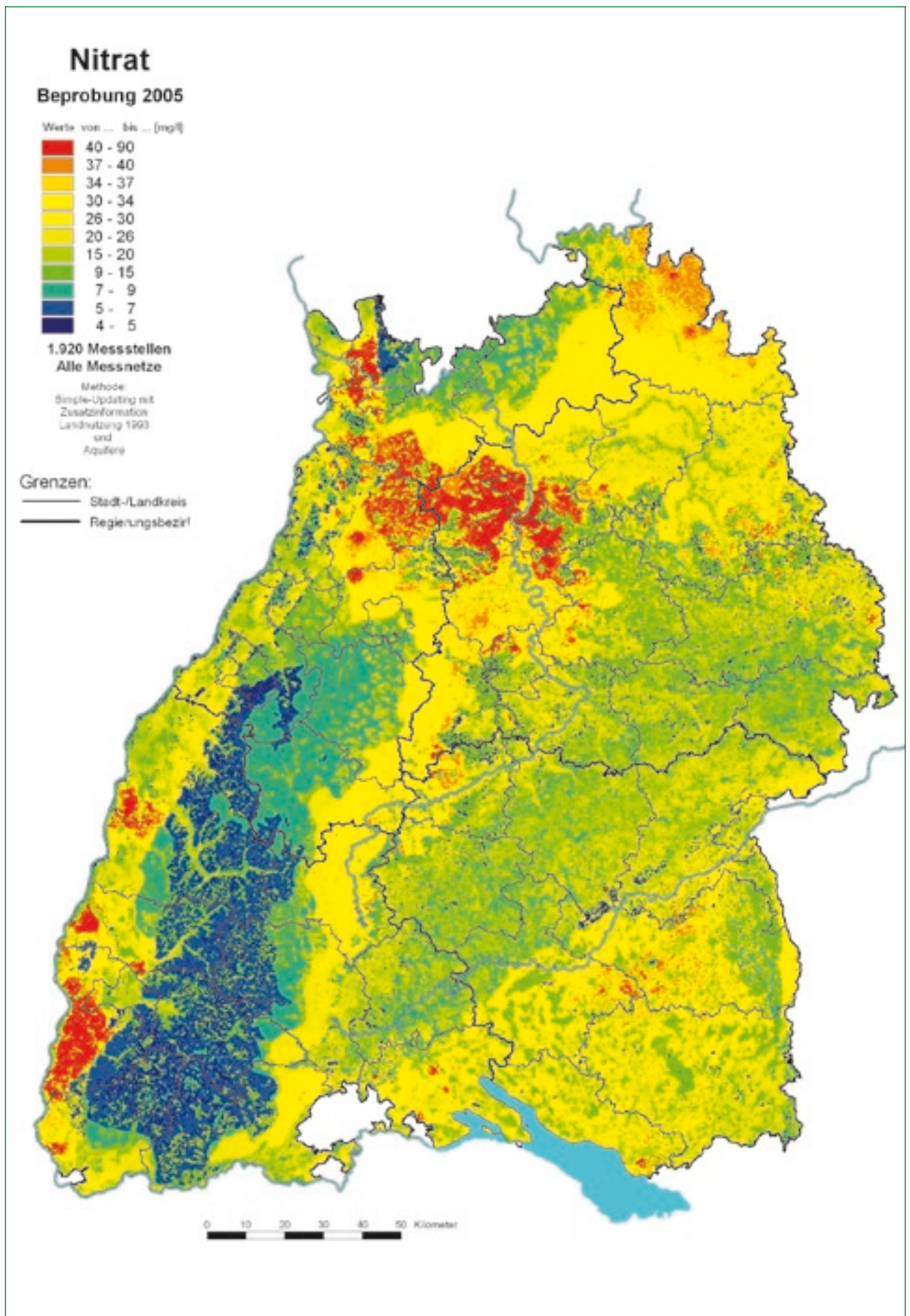


Abb. 2.4.3: Verteilung **Nitrat**gehalte 2005 im oberflächennahen Grundwasser, regionalisierte Darstellung nur oberflächennaher Messstellen (Anm.: dargestellt sind 1.920 von insgesamt 2.081 Landesmessstellen, da ein Teil der Messstellen in tiefen Aquifere verfiltert ist oder für Messstellen keine Aquifer- oder Landnutzungsbezeichnung vorliegt).

813 Messstellen mit Abnahmen (bis zu - 102,8 mg/l) gegenüberstehen. Dies entspricht bei 53,7 % Zunahmen im Vergleich zu 39,8 % Abnahmen einem leichten Überwiegen der Zunahmen um das etwa 1,3-fache. Bei den restlichen 130 Messstellen sind die Nitratwerte im Vergleich zum Vorjahr unverändert.

Teilt man die 2.040 Messwerte aus 2005 in sechs Konzentrationsklassen ein und bildet für jede Klasse den Mittelwert der sich aus den Veränderungen von 2005 im Vergleich zu 2004 ergebenden Differenzen, so erhält man die in Abbildung 2.4.4 dargestellte Graphik.

Nachdem im Vorjahr Zunahmen nur an Messstellen mit sehr hohen Belastungen von größer 80 mg/l zu verzeichnen waren, sind in 2005 Zunahmen in allen Belastungsklassen mit Gehalten größer/gleich 10 mg/l zu erkennen.

Nur in den beiden untersten Klassen mit natürlicherweise geringen Nitratgehalten von < 10 und < 5 mg/l sind Abnahmen festzustellen, die jedoch sehr gering sind.

Die Auswertung ergibt für oberste Klasse mit 50 stark belasteten Messstellen mit sehr hohen Belastungen von größer 80 mg/l eine mittlere Zunahme des Nitratgehaltes um 8,2 mg/l. Dies ist die stärkste Zunahme aller Klassen.

In den anderen vier Belastungsklassen mit zunehmenden Nitratgehalten liegen die mittleren Zunahmen im Bereich von 0,8 bis 1,6 mg/l.

Zu den fünf Konzentrationsklassen mit zunehmenden Nitratgehalten gehören mit 1.477 Messstellen mehr als zwei Drittel (72 %) der insgesamt 2.040 in den Jahren 2005 und 2004 untersuchten Grundwassermessstellen (Abb. 2.4.4).

Diese kurzfristigen Veränderungen der Nitratgehalte dürfen generell jedoch nicht überbewertet werden, da sie in besonderem Maße von den zufälligen Einflüssen der Landnutzungs- und Witterungsbedingungen in den jeweiligen Jahren beeinflusst sind.

Stellt man die Messstellen mit zu- bzw. abnehmenden Nitratgehalten zwischen 2004 und 2005 graphisch dar, so ergibt sich die in Abbildung 2.4.5 wiedergegebene Karte. Dabei sind die Messstellen mit größeren Zu- bzw. Abnahmen (mit Änderungen von mehr als + bzw. - 8 mg/l) farblich hervorgehoben.

Die Karte zeigt Gebiete mit Häufung starker Zunahmen, wie beispielsweise in dem Dreieck zwischen Sigmaringen, Ravensburg und Ulm, im Kreis Heidenheim, im Kreis Schwäbisch Hall, im östlichen Ost-Alb-Kreis, im Singener Becken, nördlich von Freiburg oder entlang des Hochrheins westlich von Waldshut.

Ein Gebiet mit Häufung starker Abnahmen ist der Raum südlich von Heidelberg bis nördlich von Mannheim. Jedoch findet sich hier ein 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).

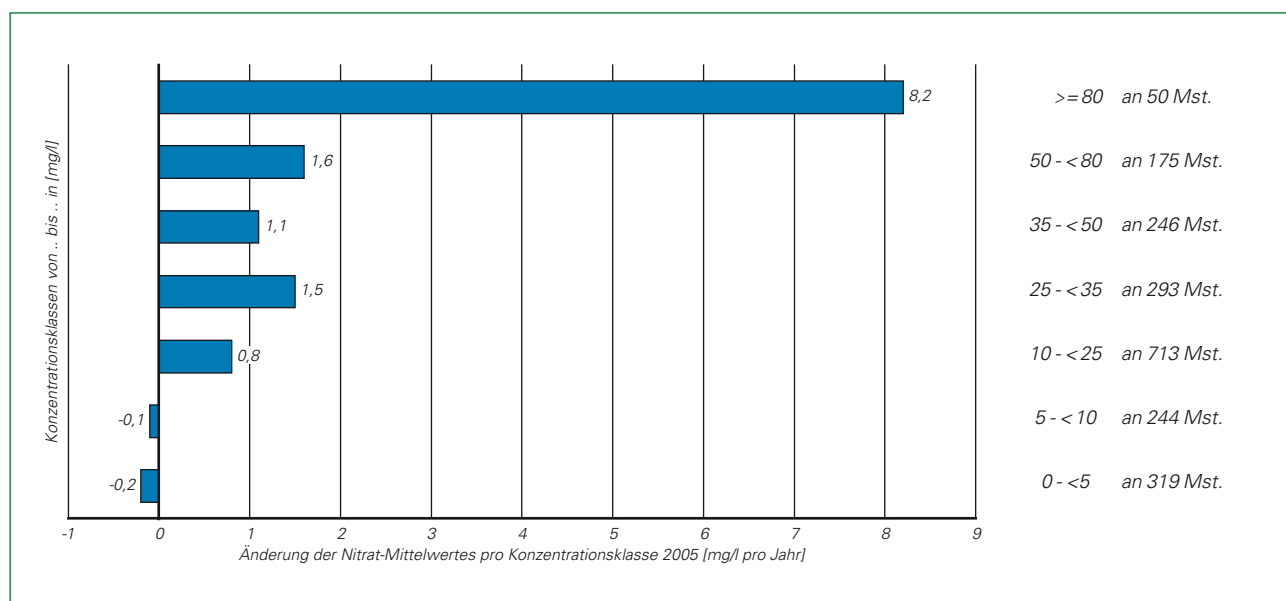


Abbildung 2.4.4: Mittlere Änderung 2005 gegen 2004 in den verschiedenen Konzentrationsklassen.

Nitrat

Differenz 2005 - 2004

Zu- und Abnahmen
von 2004 nach 2005

Werte in mg/l

- -102,6 - -8,0
- > -8,0 - 8,0
- > 8,0 - 79,7

Alle Messnetze
2.040 Messstellen

Regierungsbezirk

Stadt-/Landkreis

Fluss

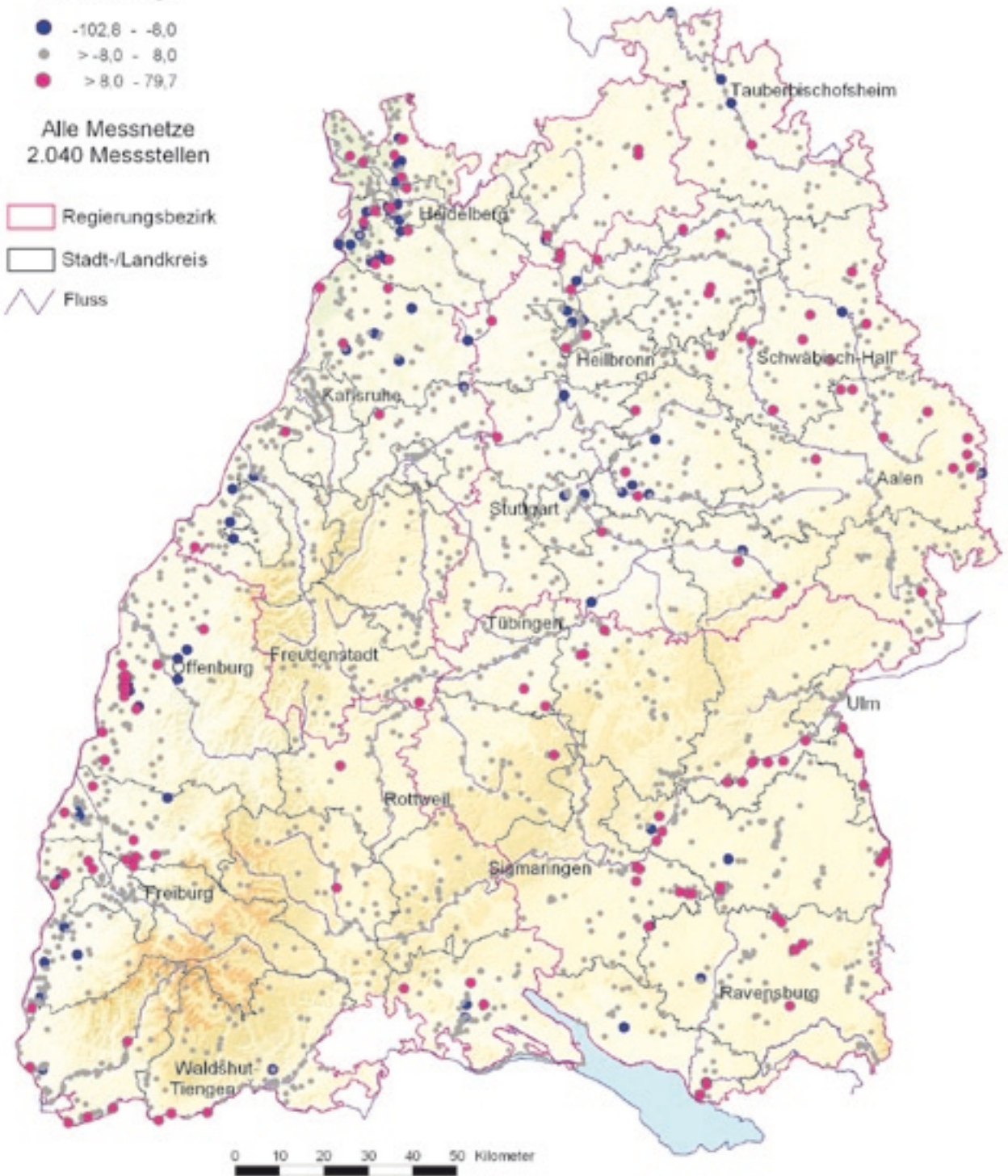


Abbildung 2.4.5: Räumliche Verteilung der kurzfristigen Änderungen der Nitratgehalte (2005 - 2004).

2.4.1.4 MITTELFRISTIGE VERÄNDERUNGEN (ENTWICKLUNG SEIT 1994)

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

Unter Einhaltung dieser Bedingungen lassen sich im Landesmessnetz, das einen repräsentativen Überblick für das gesamte Land ermöglicht, somit auch fundierte Aussagen in Bezug auf längerfristige zeitliche Entwicklungen treffen. Durch unvermeidbare Ausfälle einzelner Messstellen in verschiedenen Beprobungsjahren werden die „konsistenten“ Datenkollektive immer kleiner, je größer die betrachteten Zeiträume sind. Für Nitrat ist ein akzeptabler Kompromiss der Zeitraum ab 1994, für den bis 2005 insgesamt 1.676 konsistente Messreihen vorliegen. Das entspricht 81 % aller im Herbst 2005 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 Gesamtniveau 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 2005 jeweils mit den mittleren Nitratgehalten pro Jahr angegeben.

Dabei ist 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 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. geringfügigen anthropogenen Beeinflussungen gekennzeichnet ist, entsprechen der grüne und der gelbe Farbbereich Nitratkonzentrationen mit geringen bis starken Belastungen. Die Grenze zwischen dem grünen und gelben Farbbereich stellt dabei

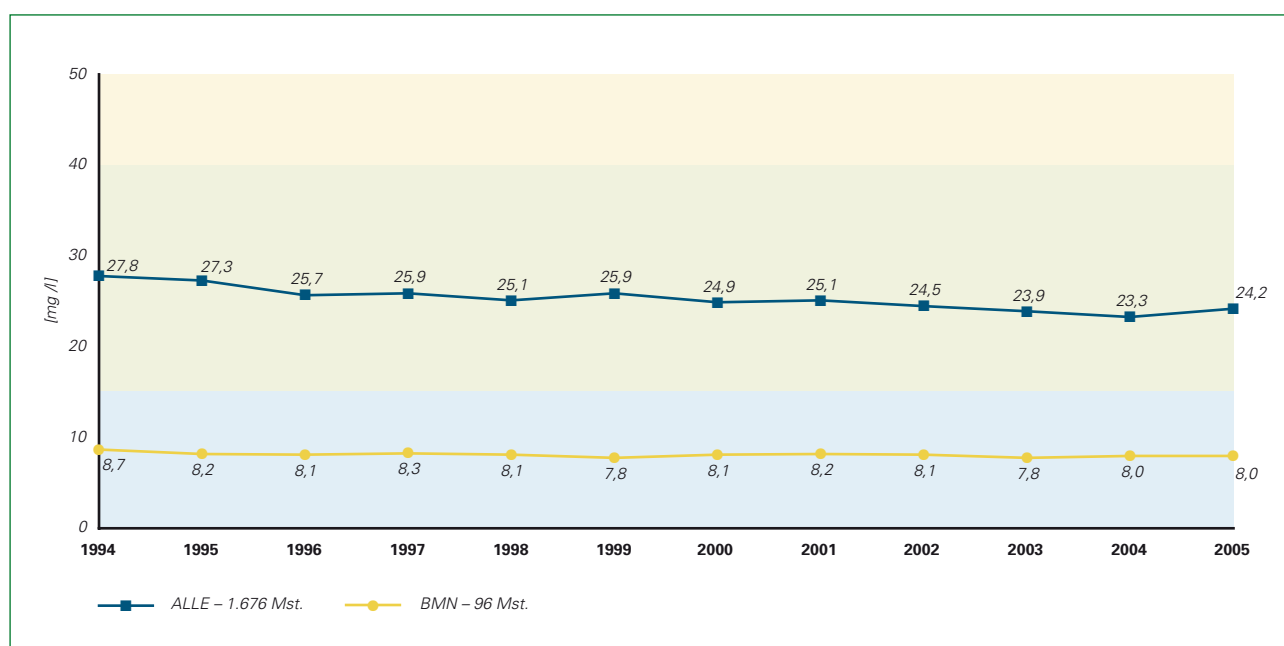


Abbildung 2.4.6: Entwicklung der Mittelwerte für Nitrat zwischen 1994 bis 2005 bei konsistenten Messstellengruppen im Beprobungszeitraum jeweils zwischen Anfang September und Ende Oktober.

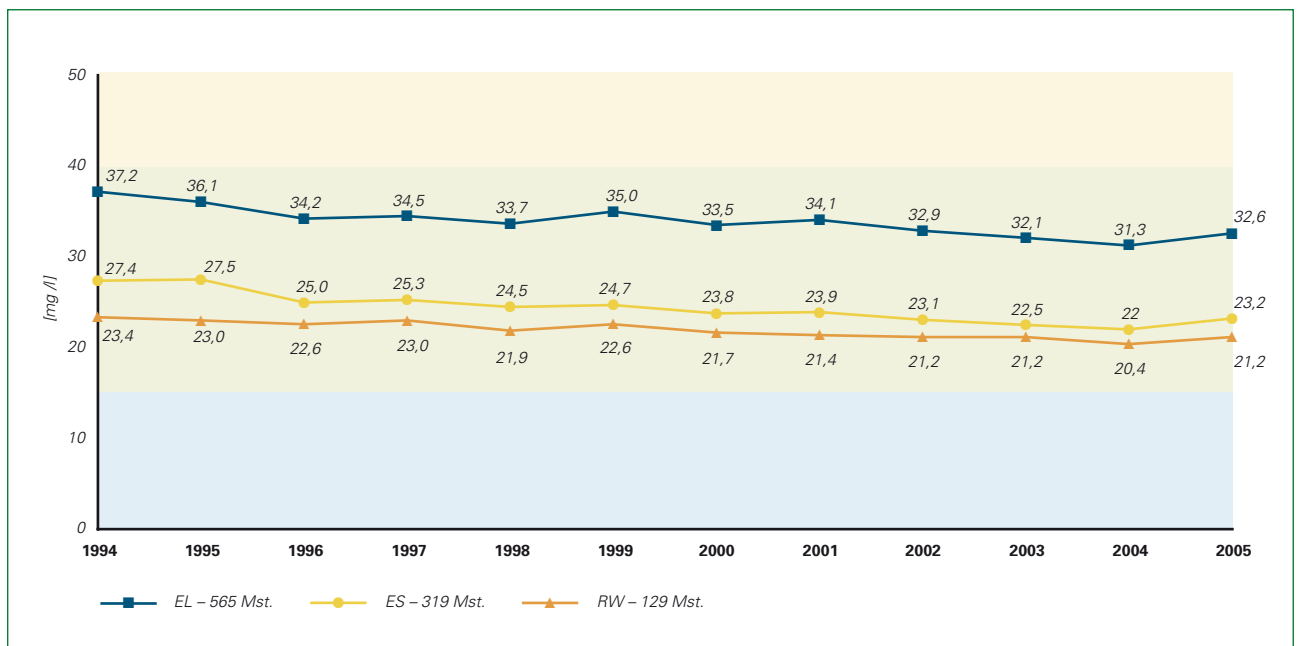


Abbildung 2.4.7: Entwicklung der Mittelwerte für Nitrat zwischen 1994 bis 2005 bei konsistenten Messstellengruppen im Beprobungszeitraum jeweils zwischen Anfang September und Ende Oktober.

die Konzentration von 40 mg/l, dem Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms, dar.

Betrachtet man in Abbildung 2.4.6 die Zeitreihe ALLE mit 1.676 konsistenten Messstellen, so lässt sich feststellen, dass der Mittelwert der Nitratkonzentration um 0,9 mg/l von 23,3 mg/l im Jahr 2004 auf 24,2 mg/l in 2005 gestiegen ist, so dass wieder das Niveau von 2002/2003 erreicht ist. Wie zu erwarten, ergeben sich im Basismessnetz nur geringfügige Schwankungen. Der mittlere Nitratgehalt der 96 landesweit verteilten Messstellen ist mit 8,0 mg/l in 2005 gegenüber dem Vorjahr unverändert.

In Abbildung 2.4.7 sind die Zeitreihen der konsistenten Messstellengruppen von 1994 bis 2005 für die Teilmessnetze Landwirtschaft (EL), Siedlungen (ES) und Rohwasser (RW) graphisch dargestellt. Die Auswertungen der mittleren Nitratgehalte pro Jahr zeigen, dass in allen drei Teilmessnetzen die Nitratkonzentrationen wieder steigen. Im Vergleich zu 2004 hat sich der mittlere Nitratgehalt bei den Emittentenmessstellen Siedlung (ES) um 1,2 mg/l auf 23,2 mg/l erhöht.

Ähnlich ist die Zunahme der Nitratkonzentrationen im Landwirtschaftsmessnetz (EL). Insgesamt hat sich der Nitrat-Mittelwert der 565 konsistenten Messstellen dieses Teilmessnetzes um 1,3 mg/l von 31,3 mg/l in 2004 auf 32,6 mg/l im Jahr 2005 erhöht.

Im Rohwassermessnetz (RW) hat der mittlere Nitratgehalt der 129 konsistenten Messstellen um 0,8 mg/l zugenommen und liegt jetzt bei 21,2 mg/l.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass sich der Trend der seit 1994 sinkenden Nitratbelastungen nicht weiter fortgesetzt hat, sowohl an den konsistenten Messstellen des gesamten Messnetzes als auch an den Messstellen der Teilmessnetze. Ähnliche in der mittelfristigen Datenreihe kurzfristig wieder zunehmende Trends 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 vergleichbare 0,8 mg/l. Die Gruppe EL zeigte damals auch eine Zunahme von 1,3 mg/l (Abb. 2.4.7). In den anderen beiden Jahren 1997 und 2001 waren die Zunahmen jedoch geringer.

In 2005 liegen die Mittelwerte der Nitratkonzentrationen für alle Messnetze 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 2005 um 3,6 mg/l (13,0 %) abgenommen. Im Landwirtschaftsmessnetz ist sie um 4,6 mg/l (12,4 %) gesunken.

2.4.2 NITRAT IN WASSERSCHUTZGEBIETEN (SCHALVO-AUSWERTUNGEN)

In Baden-Württemberg werden aufgrund der im Februar 2001 novellierten Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) alle Wasserschutzgebiete (WSG) von den Landratsämtern in drei Nitratklassen (NK 1 - 3) eingeteilt:

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

Die Ersteinstufung in 2001 erfolgte aufgrund der Datenbasis 1996 - 2000. Diese Einstufungen wurden mit der sogenannten „Deklaratorischen Liste“ im Gesetzblatt Baden-Württemberg vom 28.02.2001 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 das in Tab. 2.4.3 dargestellte Bild. Durch die Aufhebung, Zusammenlegung und Erweiterung von Wasserschutzgebieten ergeben sich pro Jahr unterschiedliche Gesamtanzahlen.

Landesweit ist die Wasserschutzgebietsgesamtfläche von 2001 bis 2005 um etwa 87.000 ha erweitert worden (Tab 2.4.4). Die Lage der Wasserschutzgebiete zeigt Abb. 2.4.8.

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

Trotz der kurzen Beurteilungsdauer von nur fünf Jahren wird versucht Tendenzen darzustellen.

Die Auswertung über die konsistenten Nitratklassen - Messstellengruppen aufgrund der erstmaligen SchALVO-Einstufungsbasis in 2001 zeigt in Abb. 2.4.9:

- Wasserschutzgebiete (WSG) in Nitratklasse 1 (NK1) - Normalgebiete:
Nahezu unveränderte mittlere Konzentrationen mit einer sehr leichten **Abnahme um 0,1 mg/l** von 2001 auf 2005 (- 0,7 %).

Repräsentativität aufgrund der Ersteinstufung in 2001: 19 % der gesamten NK1 - WSG.

- Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 2 (NK2) - Problemgebiete:

Veränderte mittlere Konzentrationen mit einer auch über die Vorjahre registrierten **Abnahme um 1,6 mg/l** von 2001 auf 2005 (- 4,7 %).

Repräsentativität aufgrund der Ersteinstufung in 2001: 38 % der gesamten NK2 - WSG.

- Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 3 (NK3) - Sanierungsgebiete:

Veränderte mittlere Konzentrationen mit einer auch über die Vorjahre registrierten **Abnahme um 3,0 mg/l** von 2001 auf 2005 (- 5,7 %).

Repräsentativität aufgrund der Ersteinstufung in 2001: 44 % der gesamten NK3 - WSG).

Tab. 2.4.3: Anzahl und Verteilung der Wasserschutzgebiete nach der SchALVO - Ersteinstufung 2001 und in den folgenden Jahren bis 2006.




Jahr	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Normalgebiete	2.156	2.091	2.055	2.051	2.049	2.047
Problemgebiete	319	344	341	323	297	289
Sanierungsgebiete	182	177	169	155	140	122
Gesamt	2.657	2.612	2.565	2.529	2.486	2.458

Tab. 2.4.4: Gesamtfläche der baden-württembergischen Wasserschutzgebiete zwischen 2001 und 2006 und Flächenanteile der SchALVO-Wasserschutzgebiets-Nitratklassen.

Jahr	Stichtag 15.02.01		Stichtag 31.01.04		Stichtag 31.01.05		Stichtag 31.01.06	
	Fläche [ha]	Anteil [%]	Fläche [ha]	Anteil [%]	Fläche [ha]	Anteil [%]	Fläche [ha]	Anteil [%]
Normalgebiete	601.080	73,3	633.494	73,6	703.873	78,8	730.332	80,5
Problemgebiete	163.555	19,9	170.419	19,8	136.684	15,3	137.446	15,1
Sanierungsgebiete	55.505	6,8	57.304	6,7	52.820	5,9	39.536	4,4
Gesamt	820.139	100	861.218	100	893.377	100	907.313	100

WSG

Nitratbelastungs- klassen

-  Normalgebiet
-  Problemgebiet
-  Sanierungsgebiet

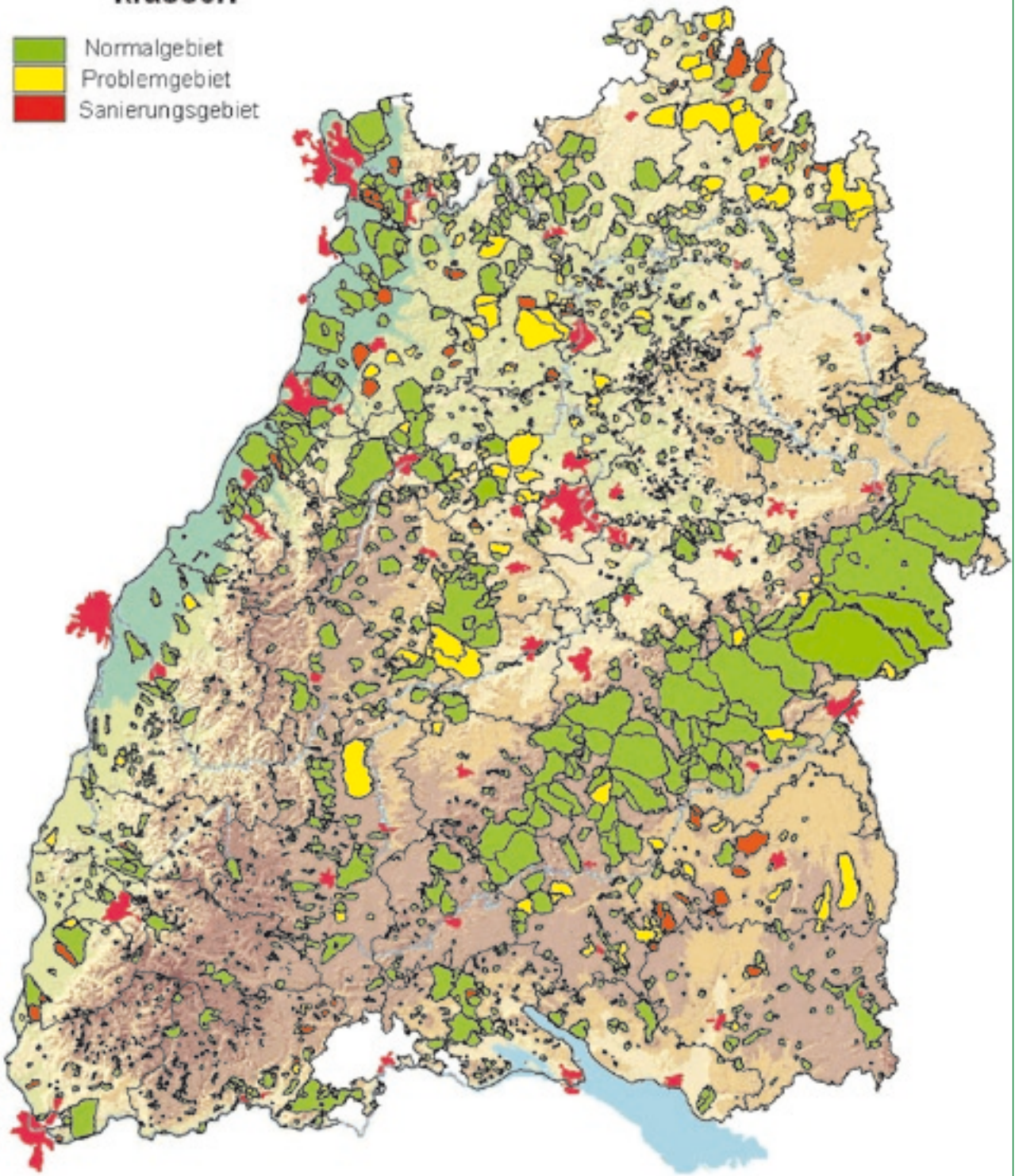


Abb. 2.4.8: Lage der in drei Nitratklassen nach SchALVO eingeteilten Wasserschutzgebiete in Baden-Württemberg (Stand: Januar 2006).

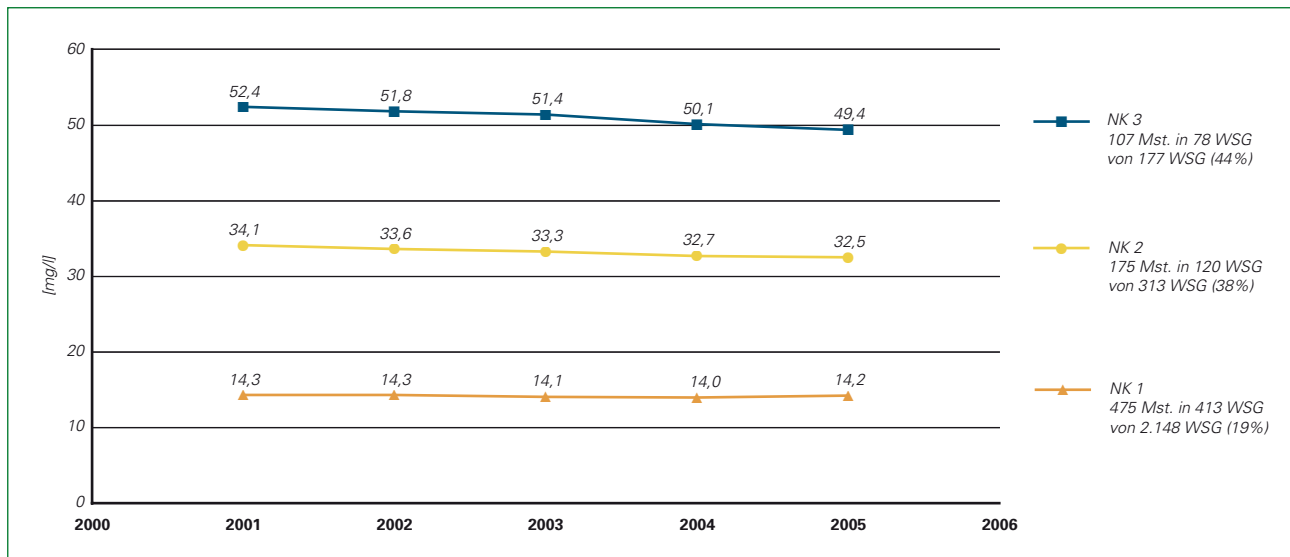


Abb. 2.4.9: Entwicklung der jährlichen Mittelwerte für Nitrat von 2001 bis 2005 für konsistente Messstellen nach SchALVO-Nitratklasseneinstufung über alle pro Jahr und pro Messstelle zur Verfügung stehenden Nitratwerte (SchALVO-Einstufungsbasis: 2001), Abk. siehe Text. (Anm. zur Anzahl WSG in den Nitratklassen: Gegenüber Tab. 2.4.3 mit WSG-Stand 2001 ohne mittlerweile aufgehobene und nicht ersetzte WSG) (Datenquelle: alle Landesmessstellen und alle Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen, aber nur Messstellen in WSG, welche für die WSG-Einstufung maßgebend sind).

Die zweite Auswertung über die nicht konsistenten Nitratklassen - Messstellengruppen aufgrund der Basis der jeweiligen SchALVO-Einstufungsbasis in jedem Jahr zeigt in Abb. 2.4.10:

■ Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 2 (NK2) -

Problemgebiete:

Veränderte mittlere Konzentrationen mit einer registrierten leichten **Abnahme um 0,5 mg/l** von 2001 auf 2005 (- 1,5 %). Von 2003 auf 2004 bzw. von 2004 auf 2005 wurden sehr leichte Zunahmen um 0,1 mg/l bzw. 0,2 mg/l registriert. Repräsentativität aufgrund der jährlichen Ersteinstufungen: 49 - 83 % der gesamten NK2 - WSG pro Jahr.

■ Wasserschutzgebiete in Nitratklasse 3 (NK3) -
Sanierungsgebiete:

Veränderte mittlere Konzentrationen mit einer auch über die meisten Vorjahre registrierten **Abnahme um 1,4 mg/l** von 2001 auf 2005 (- 2,6 %), von 2001 auf 2002 wurde eine sehr leichte Zunahme von etwa 0,4 mg/l registriert. Repräsentativität aufgrund der jährlichen Ersteinstufungen: 51 - 84 % der gesamten NK3 - WSG pro Jahr.

Fazit: In den Wasserschutzgebieten ist anhand der Auswertung über konsistente Messstellen festzustellen, dass bei den höher belasteten Sanierungs- und Problemgebieten

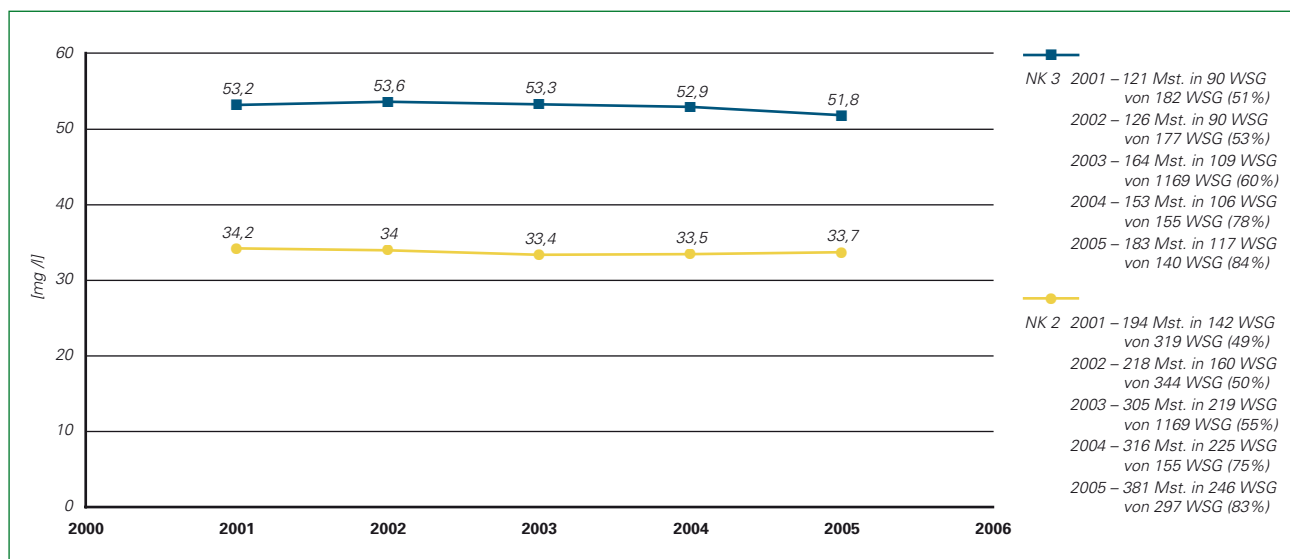


Abb. 2.4.10: Entwicklung der jährlichen Mittelwerte für Nitrat von 2001 bis 2005 für die pro Jahr eingestufte SchALVO-Nitratklassen-Messstellengruppen über alle pro Jahr und pro Messstelle zur Verfügung stehenden Nitratwerte (SchALVO-Einstufungsbasis: 2001, 2002, 2003, 2004, 2005) (Datenquelle: alle Landesmessstellen und alle Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen, aber nur Messstellen in WSG, welche für die WSG-Einstufung maßgebend sind).

auch im Jahr 2005 eine weitere Abnahme des Nitratwertes gegenüber 2003 und 2004 festzustellen ist.

Bei allen drei Nitrat - Einstufungsklassen (Normal-, Problem- und Sanierungsgebiete) lassen sich gegenüber 2001 in 2005 Abnahmen der jährlichen mittleren Konzentrationen feststellen. Bei Betrachtung der konsistenten Messstellen mit mindestens einer Beprobung pro Jahr ergeben sich für 2005 gegenüber 2001 Abnahmen um 5 - 6 % in den Problem- und Sanierungsgebieten. Aufgrund der erst kurzen Datenreihe und der hydrologisch extremen Jahre 2003 und 2004 ist die weitere Entwicklung abzuwarten.

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

Abb. 2.4.11 zeigt die mittelfristige Entwicklung seit 1994, ebenfalls für konsistente Messstellengruppen, basierend auf der in 2006 aktuellen Lage innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten.

Fazit: Auch diese Auswertung zeigt den in den letzten zehn Jahren abnehmenden Trend bei der Nitratbelastung auf, und zwar sowohl innerhalb wie auch außerhalb von Wasserschutzgebieten.

Von 2004 auf 2005 steigt der mittlere Nitratgehalt in beiden Messstellengruppen. Die gemeinsame Konzentrationszunahme ist auf die ausgebliebene Versickerung in den beiden Trockenjahren 2003/2004 (Anreicherung des Stickstoffs in der ungesättigten Zone) und die dann erst zur Jahreswende 2004/2005 beginnende Versickerung (Lösung und Transport des Stickstoffs) zurückzuführen. Erst in 2005 erreichen die in 2003 im Boden gemessenen Nitratkonzentrationszunahmen auch das Grundwasser. Während der Anstieg im Grundwasser außerhalb der Wasserschutzgebiete 1 mg/l beträgt, ist innerhalb der Wasserschutzgebiete eine geringere Zunahme von nur 0,4 mg/l festzustellen.

Die Auswertung der 1.903 Messstellen mit der Differenzierung auf die Messstellenlage innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten lässt - wie schon in den letzten Jahren - beim Gesamttrend seit 1994 keine Unterschiede erkennen. Bei beiden konsistenten Messstellengruppen existiert ein seit 1994 allgemein sinkender Trend von minus 0,33 mg/l · Jahr.

Die Abnahmen gegenüber 1994 betragen in 2005 für Messstellen außerhalb WSG derzeit minus 3,2 mg/l (- 11,2 %), für Messstellen innerhalb WSG minus 3,7 mg/l (- 13,7 %). Erfreulich ist, dass der Anstieg der mittleren Nitratkonzentrationen innerhalb der Wasserschutzgebiete deutlich

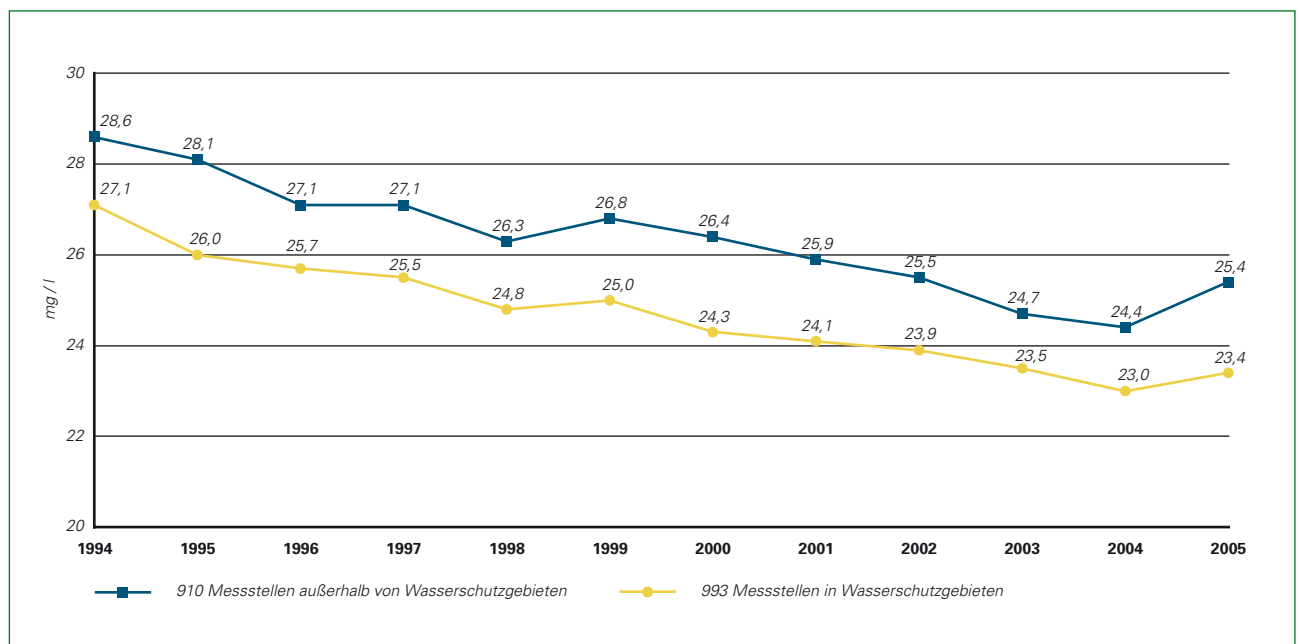


Abb. 2.4.11: Entwicklung der jährlichen Mittelwerte für Nitrat von 1994 bis 2005 für 993 konsistente Messstellen in Wasserschutzgebieten (WSG) und für 910 konsistente Messstellen außerhalb von Wasserschutzgebieten (WSG) über alle pro Jahr und pro Messstelle zur Verfügung stehenden Nitratwerte (Datenquelle: alle Landesmessstellen und alle Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen).

geringer ausfällt als außerhalb. In den Problem- und Sanierungsgebieten greifen offensichtlich die Maßnahmen in der Landwirtschaft, so dass selbst solch ungünstige Witterungsrandbedingungen ausgeglichen werden können. Es bleibt abzuwarten, ob die in 2005 einsetzende Nitratauswaschung des in 2003 /2004 in den oberen Bodenschichten angereicherten Stickstoffs in das Grundwasser bereits abgeschlossen ist oder nicht.

2.5 PFLANZENSCHUTZMITTEL (PSM)

2.5.1 ZULASSUNG, VERWENDUNG, KLASSIFIZIERUNG, UMWELTRELEVANZ

Nach Mitteilung der für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln zuständigen Biologischen Bundesanstalt bzw. des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) sind derzeit (Stand 01.01.2005) in der Bundesrepublik Deutschland 253 PSM-Wirkstoffe zugelassen, die in 749 Handelsprodukten auf dem Markt sind.

Die Absatzmenge an PSM-Wirkstoffen belief sich im Jahr 2005 auf 28.510 Tonnen, wobei die Hälfte dieser Menge auf die Wirkstoffklasse der Herbizide entfiel. Der Anteil an fungiziden Mitteln betrug rund 33 %, während an Insektiziden 789 Tonnen abgesetzt wurden, was einem etwa dreiprozentigen Anteil an der Gesamtmenge entspricht (Tab. 2.5.1).

Der weitaus größte Teil der PSM wird in der Landwirtschaft eingesetzt, während nur ein kleiner Teil der abgesetzten Wirkstoffmenge (etwa 2 %) 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 Pflanzenschutzmitteln gehören, sind nachfolgend mit beispielhaften Vertretern angegeben.

■ Organochlorverbindungen:

In der Vergangenheit wurden diese Stoffe in der Regel als Insektizide verwendet. Sie sind meist schwer abbaubar, reichern sich im Biokreislauf an und sind in der Bundesrepublik schon lange verboten. Beispiele sind: DDT, Hexachlorbenzol, Dieldrin, Lindan.

■ Organophosphorverbindungen:

Diese Wirkstoffe werden meist als selektive Insektizide oder Akarizide (Milbenbekämpfungsmittel) eingesetzt, deren insektizide Wirkung auf der Hemmung eines für das Nervensystem notwendigen Enzyms (Acetylcholinesterase) besteht. Beispiele: Parathion-Ethyl (E605), Malathion, Chlorpyrifos.

■ Organostickstoffverbindungen:

Bei den Organostickstoffverbindungen kann man drei Verbindungsklassen unterscheiden. Die **Carbamate** werden in der Regel als Insektizide eingesetzt und entsprechen in ihrer biologischen Wirkungsweise den Organophosphorverbindungen. Seit dem Anwendungsverbot sehr vieler Organochlorverbindungen haben die Carbamate stetig an Bedeutung gewonnen. Sie gelten als leicht abbaubar. Beispiele: Maneb, Carbofuran, Pirimicarb.

Die Verbindungen, die zur Stoffklasse der **Phenylharnstoffe** zählen, besitzen in ihrer molekularen Struktur ein Harnstoff- und damit stickstoffhaltiges Grundgerüst. Phenylharnstoffe werden hauptsächlich als Herbizide eingesetzt. Beispiele: Diuron, Chlortoluron, Isoproturon.

Triazine werden oder wurden ebenfalls als Herbizide verwendet. Triazine und ihre Abbauprodukte werden aufgrund ihrer chemischen Struktur im Boden und Wasser nur schwer biologisch abgebaut. Beispiele: Atrazin, Simazin, Terbutylazin.

Tabelle 2.5.1: Abgesetzte Wirkstoffmengen in Deutschland 2005 (IVA-Mitgliedsfirmen).

Wirkstoffklasse	abgesetzte Wirkstoffmenge in t	Anteil in %
Herbizide	14.355	50
Fungizide	9.469	33
Insektizide	789	3
Sonstige	3.897	14
Summe	28.510	100

Quelle: Jahresbericht 2005/2006 des Industrieverbandes Agrar e.V. (IVA).

■ Carbonsäurederivate:

Aufgrund ihrer chemischen Struktur können die Carbonsäurederivate in Phenoxyalkancarbonsäuren und aliphatische Carbonsäuren unterteilt werden. Gemeinsam ist ihnen, dass sie in der Regel als Herbizide eingesetzt werden und die infolge des Abbaus gebildeten Carbonsäuren ihrerseits nur langsam abgebaut werden. Zudem weisen ihre Salze im Boden eine hohe Mobilität auf. Beispiele: 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D), Mecoprop, Dichlorprop, Dalapon und Trichloressigsäure.

Daneben gibt es zahlreiche andere Wirkstoffe, die sich keiner der genannten Stoffklassen zuordnen lassen und beispielsweise auch Brom, Fluor, Schwefel, Phosphor, Zinn usw. enthalten.

Nach der Umweltqualitätsnorm der WRRL bzw. der TrinkwV vom 21.05.2001, die zum 01.01.2003 in Kraft getreten ist, gilt generell für die Einzelwerte der PSM-Wirkstoffe und deren relevante Abbauprodukte ein Grenzwert von 0,1 µg/l. Eine Ausnahme bilden hierbei die vier Organochlorpestizide Aldrin, Dieldrin, Heptachlor und Heptachlorepoxid, für die nach der TrinkwV ein deutlich niedriger Grenzwert von je 0,03 µg/l festgelegt wurde.

Für die Summe an PSM gilt ein Grenzwert von 0,5 µg/l. Allerdings ist dieser Summenwert nicht wie bei der Summe der LHKW definiert, d.h. es ist nicht festgelegt, wieviele und welche Substanzen zur Summenbildung heranzuziehen sind.

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

2.5.2. PROBENNAHME UND ANALYTIK

Die Konzentrationen, mit denen PSM-Wirkstoffe im Grundwasser auftreten, bewegen sich üblicherweise in einem sehr niedrigen Bereich (ng/l bis µg/l). Bereits die Probenahme muss daher mit entsprechender Sorgfalt durchgeführt werden. Die entsprechende Vorgehensweise inklusive der zu verwendenden Probenahmegeräte, Aufbewahrungsbedingungen und Analysenmethoden sind im

„Leitfaden für Probenahme und Analytik von Grundwasser“ (LfU, 2000) beschrieben.

In den meisten Fällen werden die Wirkstoffe nach einem Anreicherungsschritt (Festphasen- oder Flüssig/Flüssig-Extraktion) mittels der Gaschromatographie (GC) oder der Hochdruck-Flüssigkeits-Chromatographie (HPLC) getrennt und mit einem geeigneten Detektor quantitativ bestimmt.

Die Bestimmungsgrenze liegt für die meisten der untersuchten Wirkstoffe bei 0,05 µg/l. In den letzten Jahren werden durch verbesserte Analysenmethoden auch niedrigere Bestimmungsgrenzen von beispielsweise 0,02 oder 0,01 µg/l erreicht (s. Anhang Tab. A2). Z.B. wurden in 2005 nahezu alle Analysen der Triazine und ihrer Abbauprodukte mit diesen o.g. Bestimmungsgrenzen durchgeführt. Jedoch gibt es bei einigen wenigen PSM auch den umgekehrten Fall: Bei Hexazinon bzw. 2,6-Dichlorbenzamid wurden in 2001 noch 50 % bzw. 20 % aller Analysen mit den niedrigen Bestimmungsgrenzen von 0,02 und 0,01 µg/l durchgeführt, in 2005 nur noch etwa 20 % bzw. 5 %. Diese Sachverhalte sind bei der Interpretation der statistischen Auswertung wie bei der Anzahl der Positivbefunde zu berücksichtigen.

Die einzelnen Verfahrensschritte bedingen jeweils Ergebnisunsicherheiten, so dass man bei der Analytik von Pflanzenschutzmitteln und dem damit verbundenen Arbeiten im niedrigen Konzentrationsbereich mit insgesamt höheren Toleranzbereichen als beispielsweise bei der Bestimmung von Nitrat rechnen muss.

In 2005 wurden alle PSM-Befunde mit Grenzwertüberschreitungen an Landesmessstellen durch direkte Paralleluntersuchungen, Analysen von Rückstellproben oder durch erneute Beprobungen mit dreifach parallelen Untersuchungen verschiedener Labore abgesichert.

Diese teilweise logistisch und finanziell sehr aufwändigen qualitätssichernden Maßnahmen für Grenzwertüberschreitungen bei Pflanzenschutzmitteln sind nicht zuletzt auch deshalb notwendig, da das Land dem Umweltbundesamt aufgrund einer jährlichen Berichtspflicht alle PSM-Befunde eines Kalenderjahres übermittelt. Die Daten der Länder dienen der Biologischen Bundesanstalt bzw. dem Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit letztlich auch der Einschätzung, ob ein bestimmtes Pflanz-

zenschuttmittel in Deutschland weiterhin eine Zulassung erhält.

2.5.3. BISHER UNTERSUCHTE WIRKSTOFFE

Tabelle 2.5.2 gibt einen Überblick über die Anzahl der Messstellen, die seit 1992 im landesweiten Grundwassermessnetz auf die aufgelisteten PSM-Wirkstoffe untersucht wurden. Die Aufstellung beinhaltet auch die von den Wasserversorgungsunternehmen im Rahmen der Kooperationsvereinbarungen in die Datenbank übermittelten Analysen. In 2005 nimmt bei vielen PSM die Zahl der Messstellen gegenüber den Vorjahren um 600 bis 800 Messstellen auf über 3.000 Messstellen zu. Dies ist auf die neue Kooperationsvereinbarung von 2003 zurückzuführen, welche die Übermittlung von PSM-Analysen für die im Rahmen der SchALVO notwendigen Wasserschutzgebiets-Einstufungen vorsieht. Damit steht in Baden-Württemberg für sehr viele Wirkstoffe und Abbauprodukte eine große und statistisch verlässliche Datenbasis zur Verfügung. Der Wiederholungsturnus landesweiter Messungen macht dabei auch Aussagen zu Trendentwicklungen möglich.

Aus Kostengründen und aufgrund der sehr breiten Palette überwachungsrelevanter PSM-Parameter war es in den letzten Jahren nicht möglich, jeden Wirkstoff in jedem Jahr zu analysieren. Mehrfach wurden daher bestimmte Stoffe zunächst pilotmäßig an ausgewählten Messstellen und dann je nach Relevanz auch in größerem Umfang untersucht.

In 2005 lagen die Untersuchungsschwerpunkte in der Messung der Triazine und ihrer Abbauprodukte: Atrazin, Simazin, Terbutylazin, Desethylatrazin, Desisopropylatrazin, Desethylterbutylazin. Weiterhin wurden landesweit einige andere Wirkstoffe gemessen: Propazin, Metolachlor, Metazachlor, Bromacil, Hexazinon, Metalaxyl, 2,6-Dichlorbenzamid.

Zu Bentazon, das zur Stoffklasse der Thiadiazine gehört, wurden die Sonderuntersuchungen an einigen in den Jahren 2001 bis 2004 besonders belasteten Messstellen weitergeführt.

2.5.4 TRIAZINE

Bei den PSM-Untersuchungen lag der Schwerpunkt in 2005 auf der Analyse ausgewählter Triazine, die in 2005 nach

2000 und 2001 erneut landesweit, d. h. an ca. 2.100 Landesmessstellen, analysiert wurden.

Wie bei den beiden vorhergehenden Beprobungskampagnen wurden die Grundwasserproben auch 2005 auf die folgenden Wirkstoffe und ihre Abbauprodukte untersucht: Atrazin und Desethylatrazin (DEA), Simazin und Desisopropylatrazin, Terbutylazin und Desethylterbutylazin.

Atrazin und Simazin sind Totalherbizide und wurden entsprechend ihres breiten Anwendungsspektrums nicht nur auf Kulturland - z.B. im Maisanbau - eingesetzt sondern auch auf Nichtkulturland wie Verkehrswegen und Brachland.

Atrazin ist in Baden-Württemberg in Trinkwasserschutzgebieten seit 1988, bundesweit und generell seit 1991 verboten. Auch Simazin ist bundesweit generell nicht mehr zugelassen. Die Anwendung von Terbutylazin ist in Baden-Württemberg in Wasserschutzgebieten verboten.

ATRAZIN UND DESETHYLATRAZIN

STATISTISCHE KENNZAHLEN UND ZEITLICHE ENTWICKLUNG

Aus den landesweiten Beprobungsergebnissen ist für die langlebigen Triazine ein weiterer erheblicher und deutlicher Belastungsrückgang bei Atrazin und Desethylatrazin (DEA) ersichtlich.

In 2005 wird die seit 1992 landesweit geringste Anzahl an Warn- und Grenzwertüberschreitungen bei beiden Stoffen festgestellt.

Die Belastung ist aber nach wie vor sehr hoch. Die Stoffe sind auch 17 Jahre nach dem baden-württembergischen Atrazinverbot und 14 Jahre nach dem bundesweiten Verbot immer noch als „Altlasten“ mit zweistelligen Nachweisquoten zu finden. Dies zeigt die umweltrelevante Langlebigkeit dieser Agrochemikalien auf.

Das Totalherbizid Atrazin wurde seit Ende der sechziger Jahre in großem Umfang hauptsächlich im Maisanbau, aber auch in Spargel-, Kernobst- und Rebkulturen, eingesetzt. Auf vielen anderen Flächen gelangte es ebenfalls zum Einsatz, wie auf Gleisanlagen, Strassen und Wegen, Brachland, in gewerblichen Gärtnereien und in Haus und Garten. Aufgrund

Tabelle 2.5.2 : Gesamtanzahl der auf PSM untersuchten Messstellen im Grundwassermessnetz 1992 - 2005. Darstellungsvoraussetzung für Wirkstoffe und Abbauprodukte: mindestens 250 untersuchte Messstellen in mindestens einem der Untersuchungsjahre von 1992 - 2005, pro folgendem Untersuchungsjahr nur Nennung von Analysezahlen > 100; im Fettdruck: **Wirkstoffe mit mehr als 2.000 untersuchten Messstellen** in mindestens einem Jahr. Quelle: Grundwasserdatenbank, Ergebnisse für 1992-2005 - Stand 05/2006, Landesmessstellen und Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen.

Wirkstoff	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4D)	370				599				157		2161		2722	675
2,6-Dichlorbenzamid						2129	214	653	2314	2304	916	774	363	3182
Aldrin	115		125	124	135							2216		
Atrazin	2032	2488	2708	2560	2681	764	1195	1172	2694	2675	1256	917	491	3202
Bentazon	332				564				2150		2138		2729	699
Bromacil	1637	2170	2409	2277	2383	327	917	839	2384	2368	937	773	350	3158
Chlorpyrifos						343					2135			
Chlortoluron	102	112	770	2095	103	273			2217		2198			127
Cyanazin	292	269	274	313	538	209	247	287	477	673	258			115
Dichlordiphenyldichlorethen (p,p') DDE (p,p')	777				114							2188		
Dichlordiphenyltrichlorethan (o,p') DDT (o,p')	796				114							2183		
Dichlordiphenyltrichlorethan (p,p') DDT (p,p')	728				114							2188		
Desethylatrazin	2033	2488	2709	2560	2682	772	1195	1172	2693	2670	1258	917	492	3197
Desethylterbuthylazin	1857	2324	2534	1200	2530	560	1093	1064	2632	2605	1189	886	465	3192
Desisopropylatrazin	1901	2356	2569	1254	2560	542	1120	1071	2627	2606	1193	891	467	3196
Diazinon	214	205	169	169	172	2240	226	107		104	2224			
Dicamba											2136		2713	678
Dichlobenil	203	197	235	244	273	2214	241	131	280	299	202		137	106
Dichlorprop (2,4-DP)	369				596				157		2166		2724	674
Dieldrin												2213		
Dimethoat	193	229	132	205	145	2212	200		107	104	2224			
Disulfoton						309					2138			
Diuron	424	516	784	2102	112	613			2220		2199			127
Endosulfan, -α	796				112							2189		
Endosulfan, -β	796				112							2189		
Endrin												2188		
Fenitrothion		119			114	2187	165				2190			
Glyphosat						304					195			
Heptachlor												2216		
Heptachlorepoxyd, cis-												2189		
Heptachlorepoxyd, trans-												2189		
Hexachlorbenzol	194				112							2188		
Hexachlorcyclohexan, -α	755				114							2183		
Hexachlorcyclohexan, -β	754				114									
Hexachlorcyclohexan, -γ (Lindan)	809	147	146	133	174							2188		
Hexachlorcyclohexan, -δ										316		2193		
Hexazinon	1707	2177	2397	2266	2396	361	948	871	2415	2393	976	752	165	3161
Isodrin												2188		
Isoproturon	144	174	809	2136	127	2216	144		2239		2201			129
Linuron		129	766	2055					118		2169			126
Malathion		129	124	102		2193	166				2194			
MCPA	158				191				156		2164		2727	695
Mecoprop (MCPP)	369				596				162		2169		2729	694
Metalaxyl	1671	2150	2329	975	2299	275	894	771	2338	2311	886	715	293	3156
Metazachlor	1977	2421	2628	1295	2611	596	1160	1127	2662	2629	1222	898	481	3199
Methabenzthiazuron	101	112	742	2061		244			164		2169			127
Metolachlor	1982	2422	2623	1246	2608	615	1159	1126	2639	2614	1196	898	482	3200
Metribuzin	203	269	233	243	280	113	144	120	195	192				
Parathion-ethyl (E 605)	248	208	359	258	352	2225	270	139	219	182	2231			
Pendimethalin	217	203	228	203	310	2251	247	179	293	276	2210			
Pentachlornitrobenzol (Quintocen)												2189		
Propazin	1817	229	2532	1260	2505	539	1067	1041	2579	2552	1146	866	449	3194
Sebutylazin	295	196	248	207	260	2247	263	199	255	245	2287	111	112	118
Simazin	1990	2431	2640	2521	2631	672	1161	1146	2679	2652	1236	897	481	3198
Tetrachlordiphenylethan (p,p') TDE,p,p'	743				114							2188		
Terbutylazin	1985	2428	2640	2511	2629	694	1158	1146	2680	2654	1235	902	487	3200
Triallat	226	427	471	311	497	206	188	250	361	304	185			
Trifluralin	168				129	2178	174		144	130	2182			

seiner hohen Stabilität ist es immer noch im Grundwasser vorhanden und der am häufigsten nachweisbare Wirkstoff.

Zu Beginn des LUBW-Grundwasserüberwachungsprogramms Anfang der 1990er Jahre lag in Baden-Württemberg die Nachweishäufigkeit von Atrazin und DEA zwischen 30 und 40 %, d.h. die beiden Stoffe wurden innerhalb eines Jahres an 800 - 1.000 Messstellen gefunden. Der Grenzwert der TrinkwV bzw. der heutigen WRRL wurde damals an 130 bis 250 Messstellen überschritten. Dies entspricht einer Grenzwertüberschreitungshäufigkeit von 5 bis 10 Prozent. Die Spitzenwerte lagen bei mehreren µg/l.

In 2005 liegt die Nachweishäufigkeit für Atrazin an 249 Messstellen bei 11,9 % aller Landesmessstellen, die Grenzwertüberschreitungquote mit 24 Messstellen bei 1,2 %.

Das Atrazin-Hauptabbauprodukt Desethylatrazin verhält sich im Untergrund wesentlich mobiler als sein Ausgangswirkstoff. Dieses führt im Grundwasser zu einer dementsprechend höheren Belastung. In 2005 war DEA an 457 Messstellen d.h. an 22,0 % aller Landesmessstellen nachweisbar. Der Grenzwert wird an 49 Messstellen überschritten, das sind 2,4 % aller Landesmessstellen.

Die Spitzenwerte beider Stoffe liegen in 2005 unter 1 µg/l. Diese Zahlen dokumentieren den deutlichen Rückgang der Grundwasserbelastung mit Atrazin und DEA.

ENTWICKLUNG AN KONSISTENTEN MESSSTELLENGRUPPEN

Die erfreuliche Entwicklung wird auch durch die Betrachtung der zeitlichen Entwicklung konsistenter Messstellengruppen bestätigt.

Der Rückgang der Atrazin- und Desethylatrazinbelastung ist in Abbildung 2.5.1 und Abb. 2.5.2 anhand von 1.731 bzw. 1.734 Landesmessstellen mit konsistenten Datensätzen dargestellt und zwar differenziert nach dem Gesamtmessnetz („Alle“) und den Teilmessnetzen Rohwasser („RW“) und den Emittenten Landwirtschaft („EL“).

Weiterhin wird unterschieden nach Positiv-Befunden größer oder gleich der Bestimmungsgrenze und nach Warn- und Grenzwertüberschreitungen.

Die 1.734 Messstellen repräsentieren rund 83 % des Landesmessnetzes.

MESSSTELLENGRUPPE „ALLE“

Landesweit wird bei der Messstellengruppe „Alle“ in 2005 bei beiden Stoffen bei den Warn- und Grenzwertüberschreitungen das Niveau der Belastungshöhepunkte 1994-1995 unterschritten. Diese erstmals in 2000 als sicher absehbare Entwicklung hat sich also weiter fortgesetzt.

Bei Atrazin hat die Zahl der Warn- und der Grenzwertüberschreitungen von 1994 bis 2005 auf rund ein Viertel bis ein Fünftel abgenommen. Ähnliches gilt für DEA, wenn auch mit etwas geringeren Abnahmen auf ein Drittel bis ein Viertel.

Auch die Zahl der positiven Befunde ist in 2005 bei beiden Stoffen gesunken (Abb. 2.5.1 und 2.5.2). Jedoch ergibt sich im Vergleich der beiden letzten landesweiten Beprobungen 2001 und 2005 bei DEA eine nicht so signifikante Abnahme, da im Gegensatz zu Atrazin bei DEA erst in 2005 labortechnische Nachweise in erheblich geringeren Konzentrationen möglich sind. So war schon in 2001 die Atrazinbestimmung mit niedrigen Mindestbestimmungsgrenzen von 0,02 und 0,01 µg/l an etwa 100 % aller Landesmessstellen möglich, wogegen dies bei DEA damals erst an 45 % möglich war. In 2005 wurden diese Mindestbestimmungsgrenzen bei beiden Stoffen an 100 % der Landesmessstellen erreicht.

MESSSTELLENGRUPPE „ROHWASSER (RW)“

Im Rohwasser für die Trinkwassernutzung (Messstellengruppe „RW“) treten an den Landesmessstellen bei Atrazin in 2005 keine Überschreitungen des Grenz- und Warnwertes mehr auf. Dies war schon in 2001 der Fall und ist als längerfristiger umweltpolitischer Erfolg des baden-württembergischen Atrazin-Anwendungsverbots in Trinkwasserschutzgebieten von 1988 zu werten.

Auch bei DEA sind gegenüber 1994 die Warn- und Grenzwertüberschreitungsquoten sehr deutlich gesunken.

Jedoch existiert gegenüber 2001 ein Anstieg, der aber auf keinen Neufund, sondern auf einen Konzentrationsanstieg an nur einer Messstelle am südlichen Rand der Schwäbischen Alb zurückzuführen ist.

MESSSTELLENGRUPPE „EMITTENTEN-LANDWIRTSCHAFT REGIONALE VERTEILUNG UND BELASTUNGSURSACHEN (EL)“

In landwirtschaftlichen Bereichen (Messstellengruppe „EL“) ist die Atrazinbelastung mit Warn- und Grenzwertüberschreitungen gegenüber den Belastungshöhepunkten von 1994 bis 1995 sehr deutlich auf etwa ein Fünftel gesunken, auch bei DEA auf etwa ein Drittel bis ein Viertel. Diese Entwicklung deutete sich schon in 2000 an. Auch gegenüber 2001 sind die Abnahmen bei den DEA-Warn- und Grenzwertüberschreitungshäufigkeiten sehr deutlich, wie auch bei der Anzahl der positiven Befunde bei beiden Stoffen.

Bei Atrazin gibt es kaum noch größere Belastungsschwerpunkte mit Warn- und Grenzwertüberschreitungen (Abb. 2.5.3). Ausnahmen sind die Ortenau, der Bereich um Karlsruhe und Teile des Ostalbkreises sowie des Alb-Donau-Kreises. Sonst sind Belastungen meist nur noch lokal vorhanden. Warnwertüberschreitungen gibt es noch an 38 Messstellen, davon liegen an 24 der 38 Messstellen gleichzeitig Grenzwertüberschreitungen vor.

Bei DEA mit Warn- bzw. Grenzwertüberschreitungen an 72 bzw. 49 Messstellen sind noch einige größere Belastungsschwer-

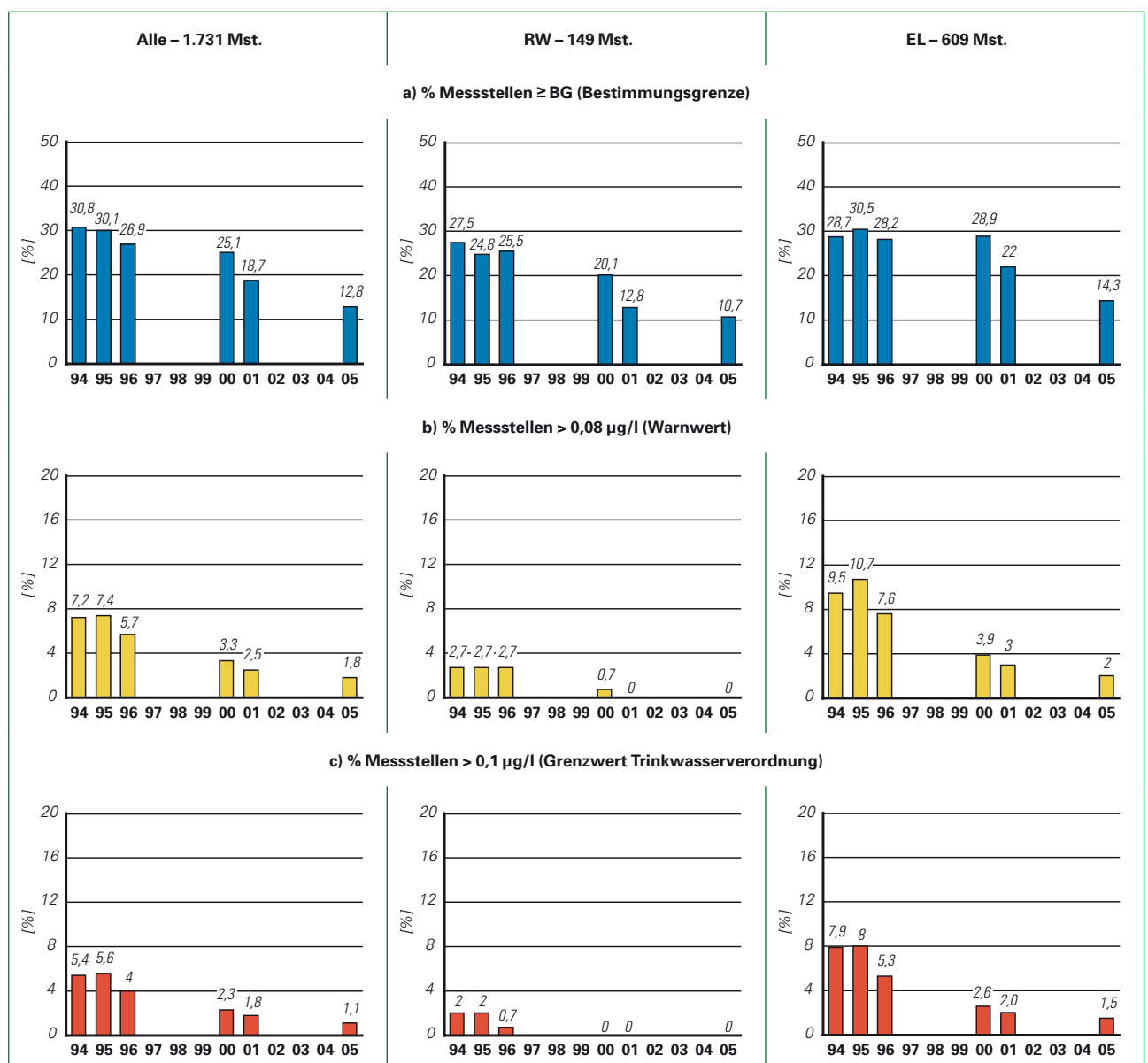


Abb. 2.5.1: Prozentuale Überschreitungshäufigkeiten der Atrazin-konzentrationen an konsistenten Messstellengruppen von 1992 bis 2005 (Datengrundlagen: Landesmessnetz, konsistente Messstellengruppen 1994 bis 1996, 2000 bis 2001 und 2005, Beprobungszeitraum jeweils September bis Oktober, Abk. s. Anhang A1):

a) der Bestimmungsgrenzen (größer oder gleich der BG)

b) der Konzentration von 0,08 µg/l (Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms)

c) der Konzentration von 0,10 µg/l (Grenzwert der Trinkwasserverordnung bzw. der EU-Wasserrahmenrichtlinie).

punkte zu erkennen: nördliches Markgräfler Land, nördliche Freiburger Bucht, die Höhenzüge westlich des Wutachtals im Landkreis Waldshut, der Landkreis Konstanz, der Ostalbkreis, der Höhenzug zwischen Zweifaltnern Ach und dem Tal der großen Lauter im Landkreis Reutlingen, Teile des Alb-Donau-Kreises im Lonetal, bei Langenau und im Landkreis Heidenheim im und am Härtsfeld bei Dischingen (Abb. 2.5.4).

An 14 Messstellen liegen die Konzentrationen beider Stoffe über dem Grenzwert.

Im Teilmessnetz „Sonstige Emittenten (SE)“ im Bereich von Gleisanlagen, Straßen und Kläranlagen finden sich in

2005 höchste Nachweisquoten für beide Stoffe mit 32 - 43 % (Abb. 2.5.5), was auf ehemalige Atrazinapplikationen auch in diesen Bereichen schließen lässt.

Gegenüber den Vorjahren 2001 bzw. 2000 ist jedoch die Nachweishäufigkeit nicht gesunken, was an der in 2005 für DEA erreichten empfindlicheren Bestimmungsanalytik liegt. Die Nachweishäufigkeit lag in 2000 bei beiden Stoffen bei jeweils etwa 40 % und in 2001 bei 35 - 40%.

Allerdings existiert hier ein erfreulicher Belastungsrückgang bei der Grenzwertüberschreitungshäufigkeit. Lagen in 2000 bzw. 2001 noch an 2 - 5 % bzw. 1,5 - 4,5 % aller „SE-Messstellen“

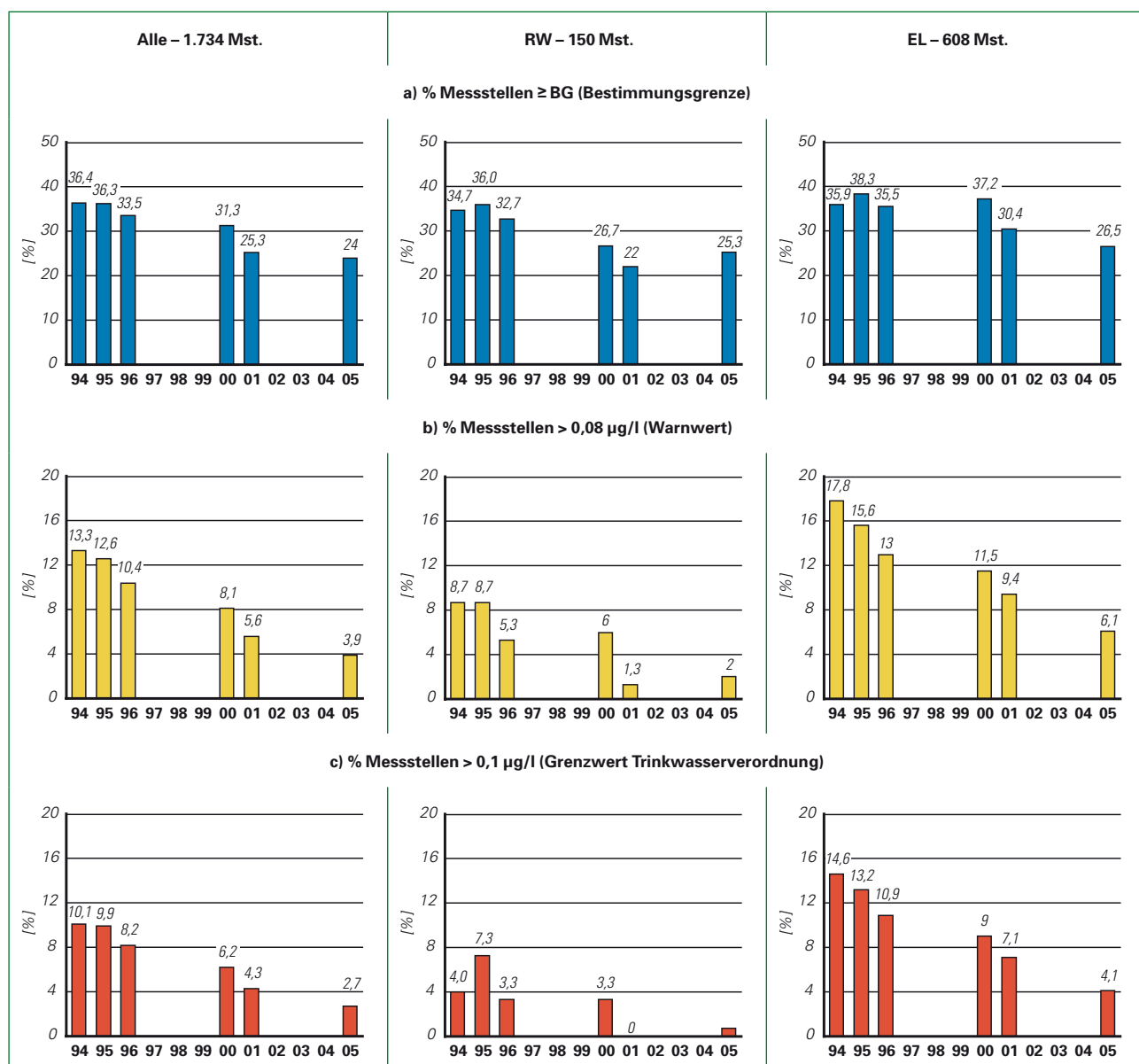


Abb. 2.5.2: Prozentuale Überschreitungshäufigkeiten der **Desethylatrazin**konzentrationen an konsistenten Messstellengruppen von 1992 bis 2005 (Datengrundlagen: Landesmessstellen, konsistente Messstellengruppen 1994 bis 1996, 2000 bis 2001 und 2005, Beprobungszeitraum jeweils September bis Oktober, Abk. s. Anhang A1):
a) der Bestimmungsgrenzen (größer oder gleich der BG)
b) der Konzentration von 0,08 µg/l (Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms)
c) der Konzentration von 0,10 µg/l (Grenzwert der Trinkwasserverordnung bzw. der EU-Wasserrahmenrichtlinie).

Atrazin

Beprobung 2005

Werte in $\mu\text{g/l}$

- < BG
- $\geq \text{BG} - 0.05$
- > 0.05 - 0.08
- > 0.08 - 0.10
- > 0.10 - 1.00
- > 1.00

Alle Messnetze
2.086 Messstellen

- Ackerbau
- Wein, Obstplantage

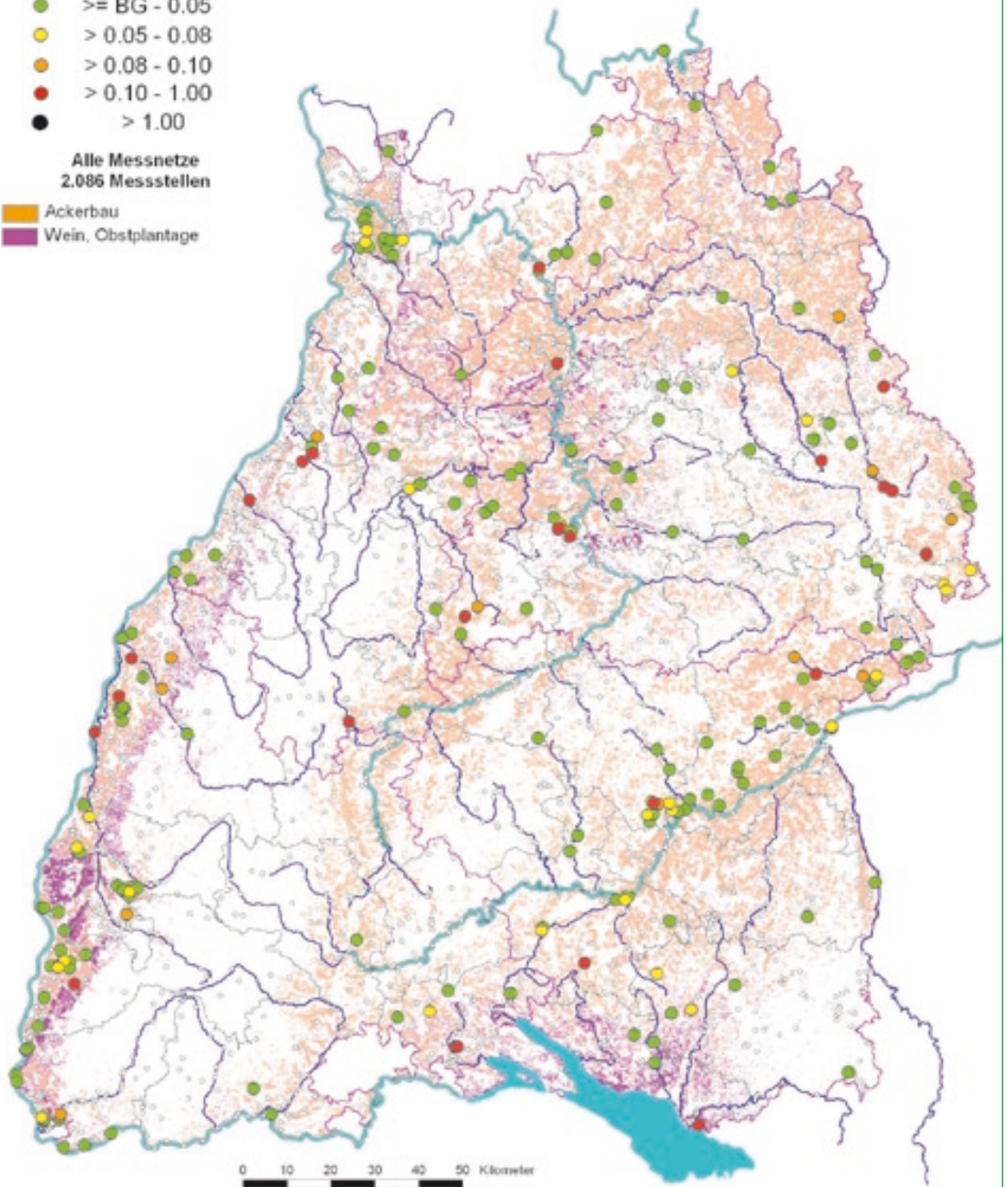


Abb. 2.5.3: Konzentrationsverteilung **Atrazin** 2005.

Desethyl- atrazin

Beprobung 2005

Werte in $\mu\text{g/l}$

- < BG
- $\geq \text{BG} - 0.05$
- > 0.05 - 0.08
- > 0.08 - 0.10
- > 0.10 - 1.00
- > 1.00

Alle Messnetze
2.082 Messstellen

- Ackerbau
- Wein, Obstplantage

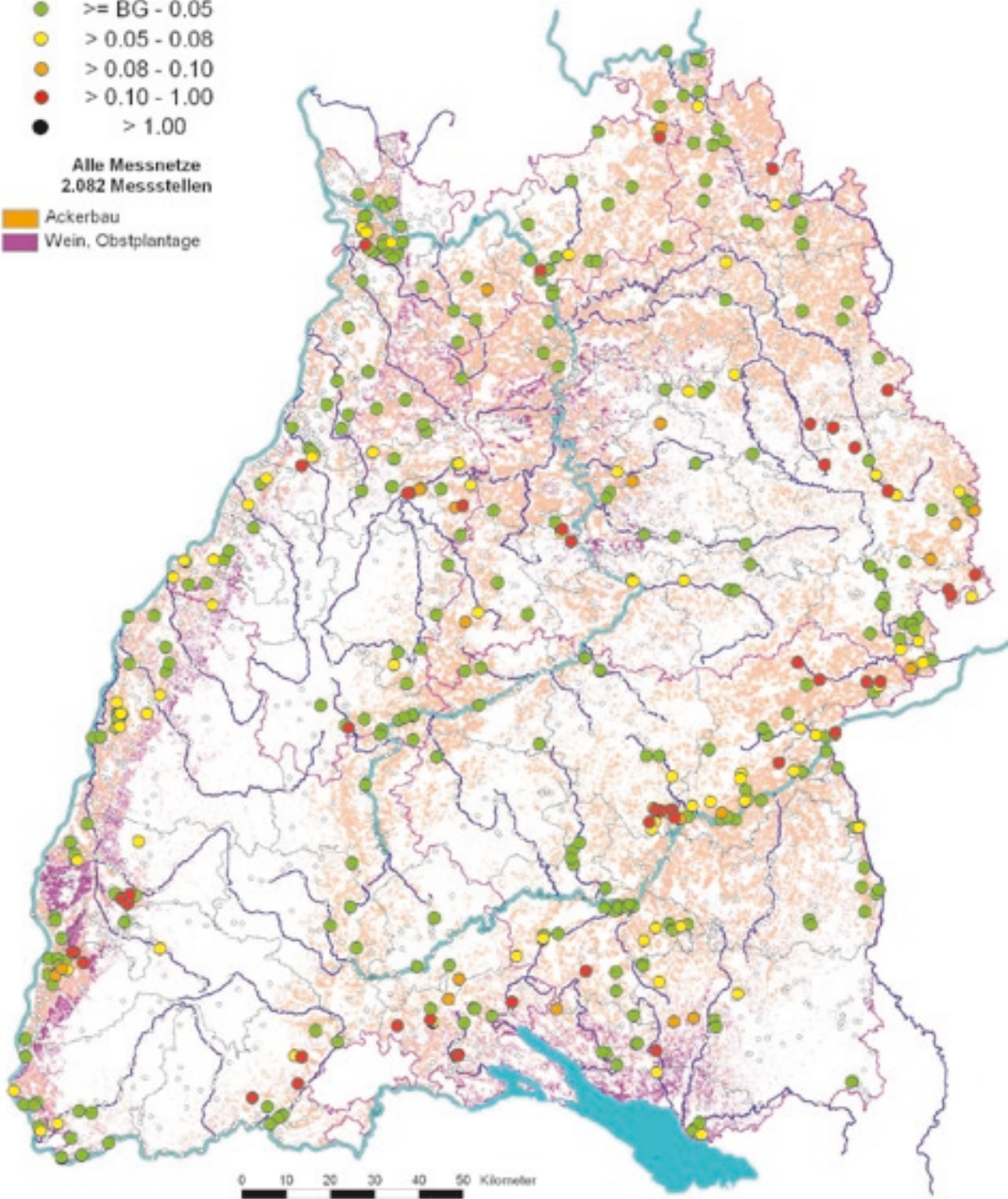


Abb. 2.5.4: Konzentrationsverteilung **Desethylatrazin** 2005.

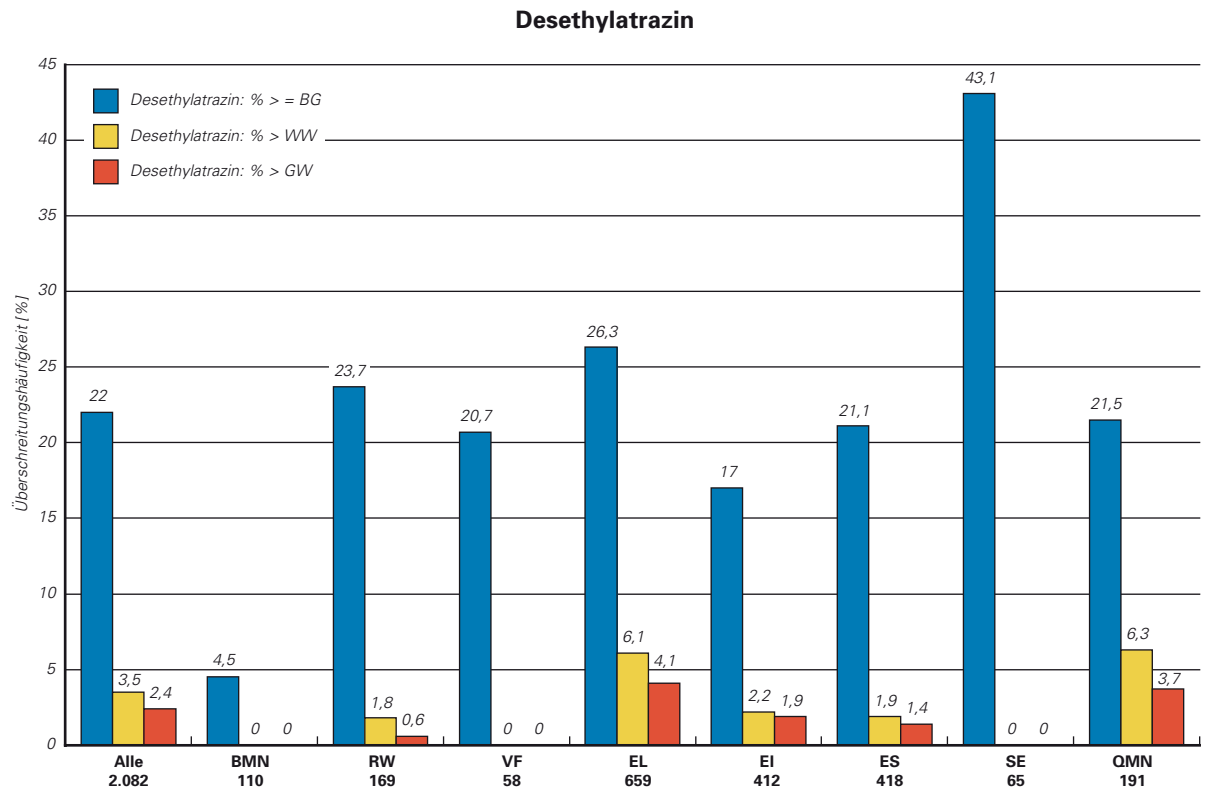
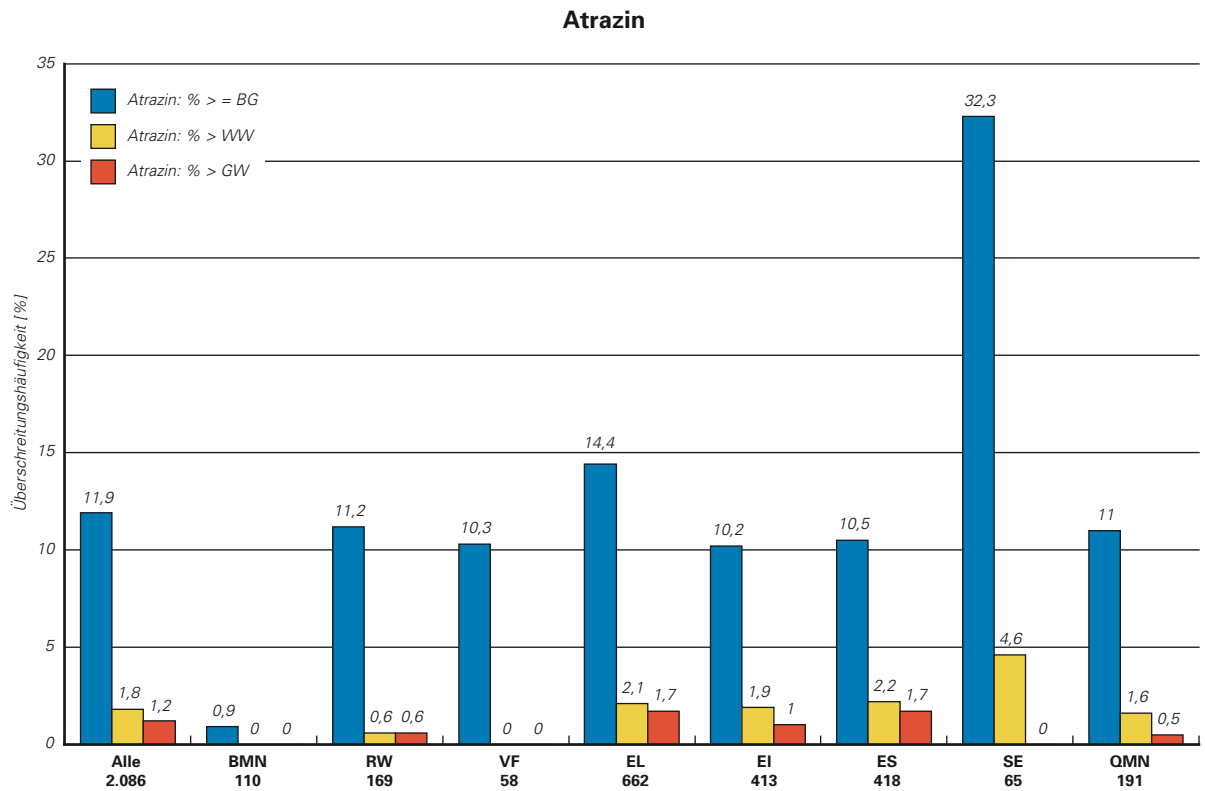


Abb. 2.5.5: Prozentuale Überschreitungshäufigkeiten der **Atrazin-** und **Desethylatrazin**konzentrationen in 2005 im Gesamtmessnetz und in den Teilmessnetzen (Datengrundlagen: Landesmessstellen, Abk. s. Anhang A1):
 a) der Bestimmungsgrenzen (größer oder gleich der BG)
 b) der Konzentration von 0,08 µg/l (Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms)
 c) der Konzentration von 0,10 µg/l (Grenzwert der Trinkwasserverordnung bzw. der EU-Wasserrahmenrichtlinie).

Grenzwertüberschreitungen vor, so wird in 2005 keine Überschreitung mehr festgestellt.

Bei den Emittentenmessstellen Landwirtschaft „EL“ sind positive Befunde weiterhin hauptsächlich in heutigen und ehemaligen Ackerbaugebieten (Mais) festzustellen. Hier finden sich mit 4,1 % die meisten DEA-Grenzwertüberschreitungen aller Teilmessnetze (Abb. 2.5.5). Bei Atrazin findet sich die höchste Grenzwertüberschreitungshäufigkeit mittlerweile nicht mehr nur bei den Emittentenmessstellen Landwirtschaft (1,7 %) sondern auch bei den Emittentenmessstellen Siedlungen „ES“ (1,7 %) mit großen und kleinen Siedlungen im Einzugsgebiet (Abb. 2.5.5).

Weitere positive Befunde und Grenzwertüberschreitungen liegen unterstromig von Weinanbaugebieten, Gärtnereien, Obstbaumkulturen, städtischen Grünflächen und Nichtkulturland, wie z.B. in Industriebereichen, sowie auch an Straßen.

ANDERE TRIAZINE

Mit wesentlich geringerer Nachweishäufigkeit als bei Atrazin und DEA werden die Wirkstoffe **Simazin** und **Terbutylazin** sowie ihre Abbauprodukte **Desethylsimazin (=Desisopropylatrazin)** und **Desethylterbutylazin** im Grundwasser gefunden. Desisopropylatrazin ist ebenso ein weiteres Abbauprodukt von Atrazin.

STATISTISCHE KENNZAHLEN UND ZEITLICHE ENTWICKLUNG

Das Totalherbizid **Simazin** wurde seit Ende der sechziger Jahre in großem Umfang hauptsächlich im Maisanbau eingesetzt, auch in Spargel-, Ziersträucher-, Baumschul- und Rebkulturen. Aber auch auf vielen anderen Flächen gelangte es zum Einsatz, wie auf Gleisanlagen, Strassen und Wegen, Brachland, auch in gewerblichen Gärtnereien und in Haus und Garten.

Anfang bis Mitte der 1990er Jahre lag in Baden-Württemberg die Nachweishäufigkeit von Simazin zwischen 7 und 12 %, d.h. der Wirkstoff wurde innerhalb eines Jahres an bis zu etwa 250 Messstellen gefunden. Der Grenzwert der TrinkwV bzw. der WRRL wurde damals nur an maximal etwa 25 Messstellen überschritten. Dies entspricht einer Grenzwertüberschreitungshäufigkeit von unter 1 Prozent. Die Spitzenwerte lagen nicht über 1 µg/l. Die Zulassung für Simazin ist in den 1990er Jahren ausgelaufen.

Bei der letzten landesweiten Beprobung in 2001 waren nur noch an etwa 100 Landesmessstellen positive Befunde festzustellen. Schon in 2001 und 2000 wurde die heute übliche niedrige Bestimmungsgrenze von 0,02 und 0,01 µg/l an nahezu 100 % der Messstellen erreicht, so dass hier bei der Interpretation der Simazin-Nachweishäufigkeit die labortechnische Verbesserung der Bestimmungsgrenzen keine Rolle spielt.

In 2005 hat sich diese Belastung gegenüber 2001 erfreulicherweise weiter auf etwa die Hälfte reduziert. In 2005 liegt die landesweite Nachweishäufigkeit für Simazin an 55 Messstellen bei 2,6 %, die Grenzwertüberschreigungsquote mit 4 Messstellen bei 0,2 % (Abb. 2.5.6).

Desethylsimazin (=Desisopropylatrazin) als Abbauprodukt von Atrazin und auch von Simazin wird in 2005 mit einer gegenüber 2001 erhöhten Nachweishäufigkeit gefunden. Dies liegt, wie bei DEA, an der in 2005 auch für diesen Stoff erreichten empfindlicheren Bestimmungsanalytik. In 2005 wurden die niedrigeren Bestimmungsgrenzen von 0,02 und 0,01 µg/l an 97 % der Messstellen erreicht, in 2001 dagegen nur an etwa 35 %. In 2001 lagen 48 Nachweise mit sieben Grenzwertüberschreitungen vor. In 2005 sind es 56 Nachweise mit nur noch drei Grenzwertüberschreitungen (Abb. 2.5.7). Auch hier hat die Belastung abgenommen. Die betroffenen Messstellen liegen sowohl in Bereichen mit Landwirtschaft wie auch in Siedlungsbereichen. An zwei der drei Messstellen existieren gleichzeitig sehr hohe Simazinkonzentrationen mit Grenzwertüberschreitungen (Abb. 2.5.6), so dass hier das Simazin als der verursachende Wirkstoff wahrscheinlicher ist als das Atrazin.

Terbutylazin wurde und wird hauptsächlich im Maisanbau, aber auch im Kartoffel-, Erbsen-, Obst- und Weinanbau eingesetzt. Applikationen mit Terbutylazin sind weder verboten noch ist die Zulassung ausgelaufen. Doch besteht seit den 1990er Jahren in Baden-Württemberg ein Anwendungsverbot in Wasserschutzgebieten. Auch aufgrund dieser Anwendungseinschränkung ist Terbutylazin im baden-württembergischen Grundwasser bis heute zu keinem flächenrelevanten großen Problem geworden. In den 1990er Jahren wurde es an maximal 35 Landesmessstellen nachgewiesen. Dies entspricht einer Nachweisquote von etwa 1,5 %. Die Grenzwertüberschreitungshäufigkeit lag immer unter 0,5 %.

Bei der letzten landesweiten Beprobung in 2001 wurden nur noch an etwa 15 Landesmessstellen positive Befunde

Simazin

Beprobung 2005

Werte in $\mu\text{g/l}$

- < BG
- $\geq \text{BG} - 0.05$
- > 0.05 - 0.08
- > 0.08 - 0.10
- > 0.10 - 1.00
- > 1.00

Alle Messnetze
2.084 Messstellen

- Ackerbau
- Wein, Obstplantage

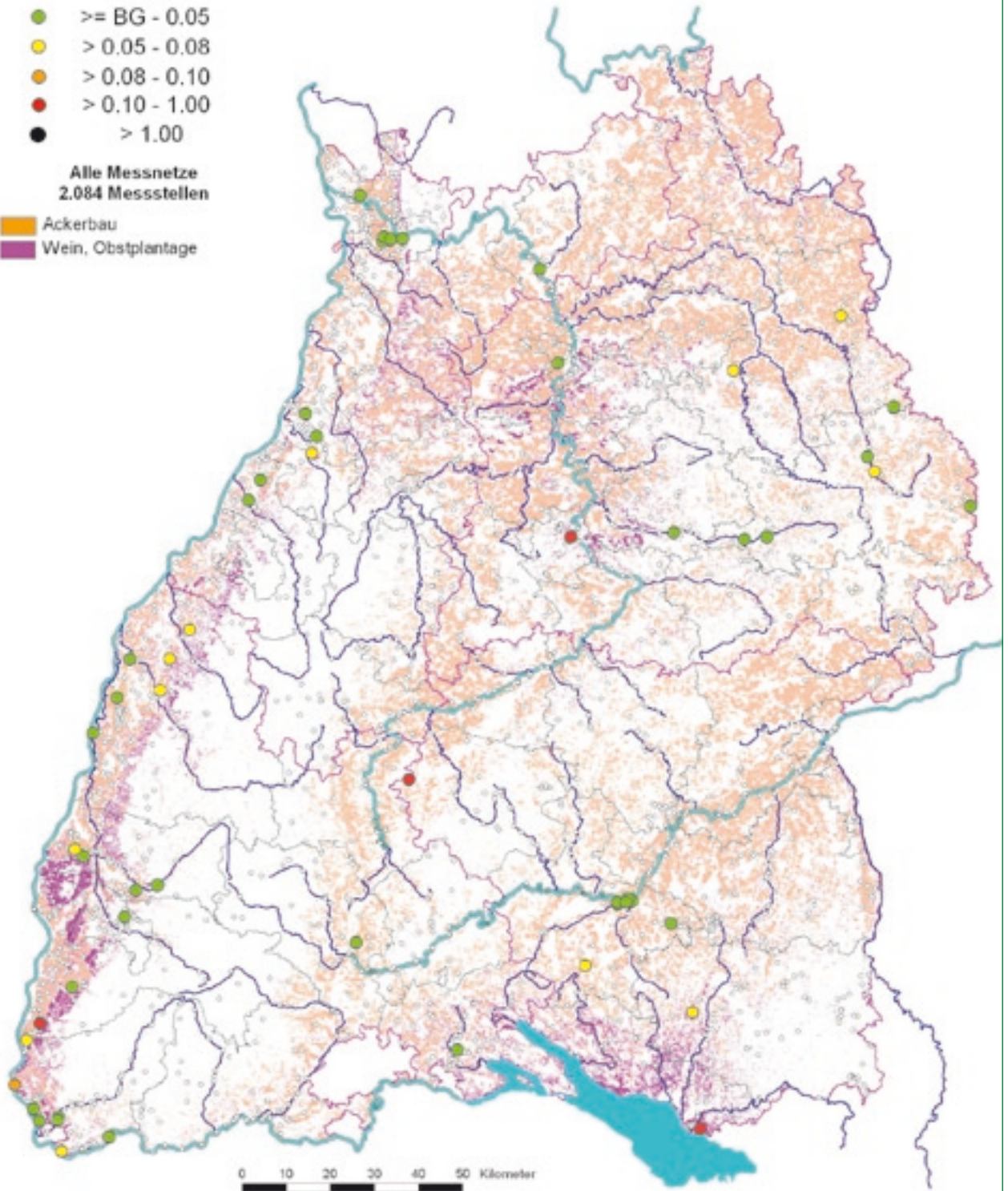


Abb. 2.5.6: Konzentrationsverteilung **Simazin** 2005.

Desiso- propylatrazin

Beprobung 2005

Werte in $\mu\text{g/l}$

- < BG
- $\geq \text{BG} - 0.05$
- > 0.05 - 0.08
- > 0.08 - 0.10
- > 0.10 - 1.00
- > 1.00

Alle Messnetze
2.083 Messstellen

- Ackerbau
- Wein, Obstplantage

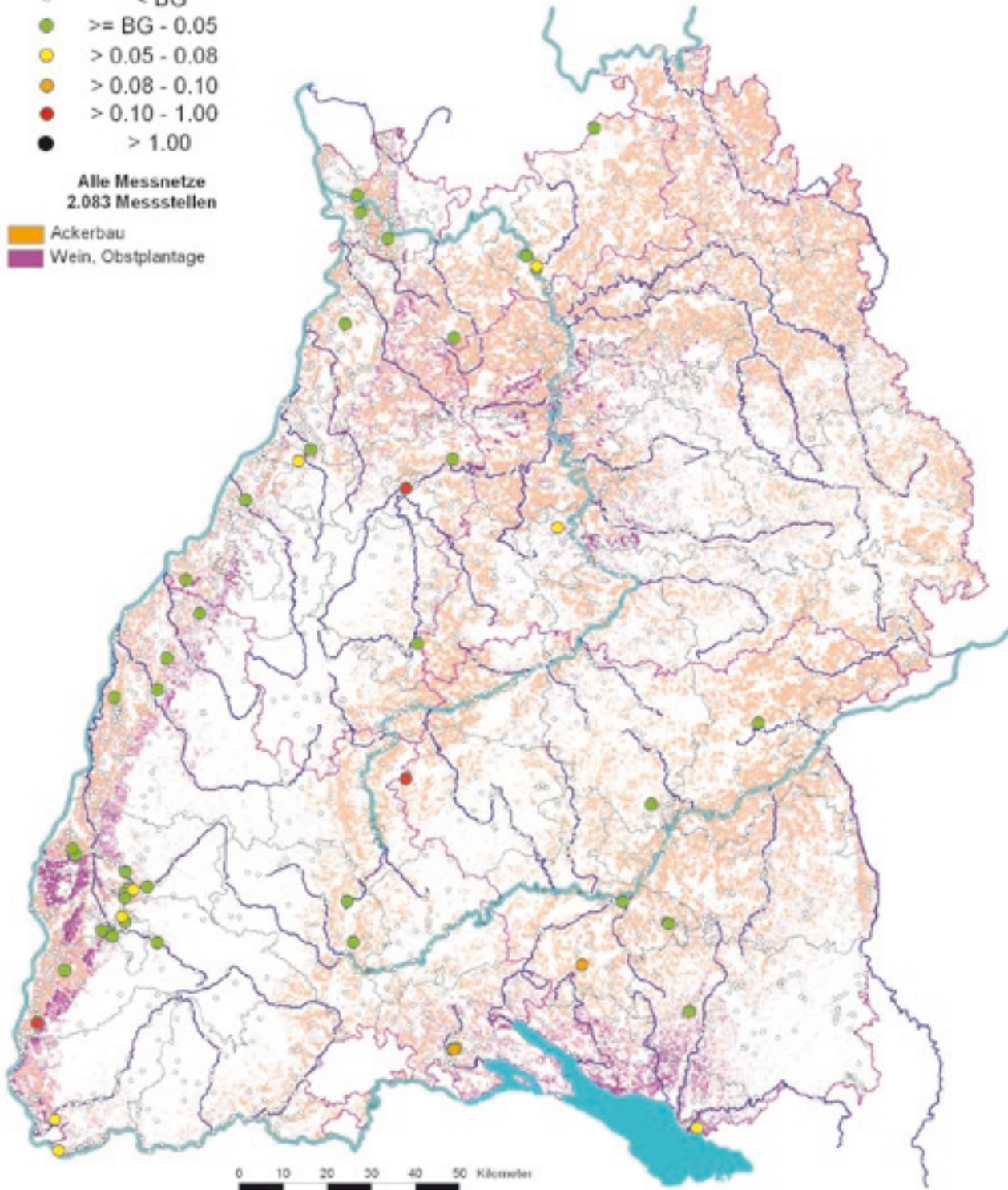


Abb. 2.5.7: Konzentrationsverteilung **Desiospropylatrazin** (= **Desethylsimazin**) 2005.

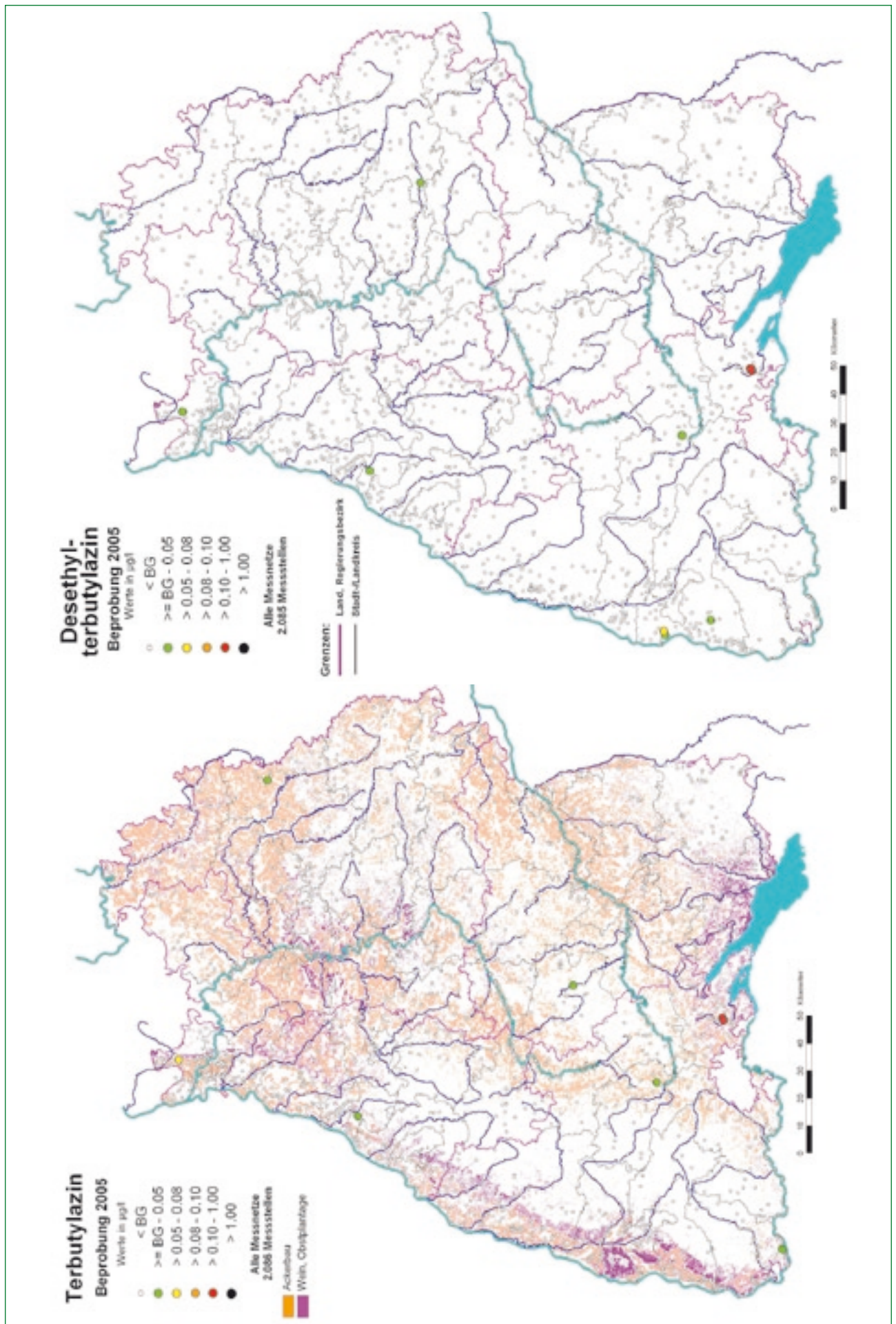
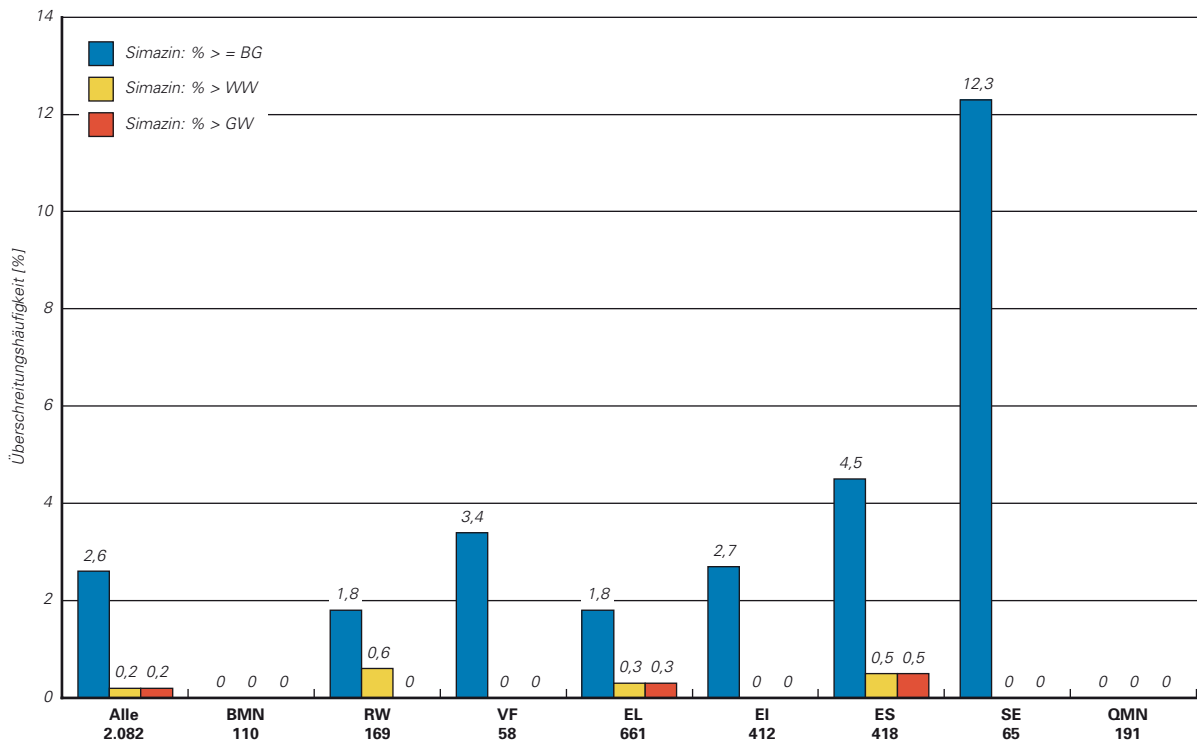


Abb. 2.5.8: Konzentrationsverteilung **Terbutylazin** und **Desethylterbutylazin** 2005.

Simazin



Terbutylazin

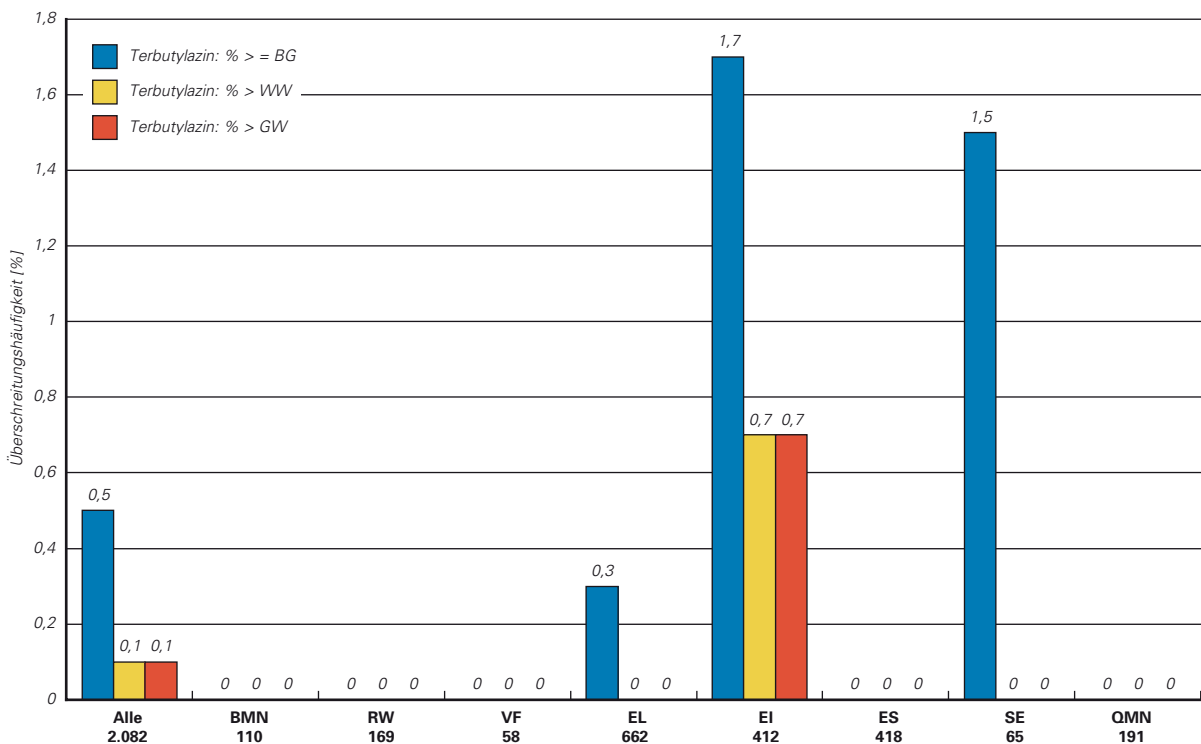


Abb. 2.5.9: Prozentuale Überschreitungshäufigkeiten der **Simazin-** und **Terbutylazin**konzentrationen in 2005 im Gesamtnetz und in den Teilmessnetzen (Datengrundlagen: Landesmessstellen, Abk. s. Anhang A1):
 a) der Bestimmungsgrenzen (größer oder gleich der BG)
 b) der Konzentration von 0,08 µg/l (Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms)
 c) der Konzentration von 0,10 µg/l (Grenzwert der Trinkwasserverordnung bzw. der EU-Wasserrahmenrichtlinie).

festgestellt. Schon in 2001 und 2000 wurde die heute übliche niedrige Bestimmungsgrenze von 0,02 und 0,01 µg/l an nahezu 100 % der Messstellen erreicht, so dass hier bei der Interpretation der Terbutylazin-Nachweishäufigkeit die labor-technische Verbesserung der Bestimmungsgrenzen keine Rolle spielt.

In 2005 hat sich die Belastung gegenüber 2001 erfreulicherweise weiter reduziert. In 2005 liegt die landesweite Nachweishäufigkeit für Terbutylazin an 10 Messstellen bei 0,5 %, die Grenzwertüberschreitungsquote mit 3 Messstellen bei 0,1 % (Abb. 2.5.8).

Desethylterbutylazin als Abbauprodukt von Terbutylazin wird in 2005 mit einer gegenüber 2001 niedrigeren Nachweishäufigkeit gefunden, trotz der gegenüber 2001 - wie bei DEA - in 2005 auch für diesen Stoff erreichten empfindlicheren Bestimmungsanalytik. In 2005 wurden die niedrigeren Bestimmungsgrenzen von 0,02 und 0,01 µg/l an nahezu 100 % der Messstellen erreicht, in 2001 dagegen nur an etwa 53 %. In 2001 lagen elf Nachweise mit fünf Grenzwertüberschreitungen vor. In 2005 sind es elf Nachweise. Mit nur noch drei Grenzwertüberschreitungen hat auch hier die Belastung abgenommen (Abb. 2.5.8). Die betroffenen Messstellen liegen ausschließlich im Industriebereich. Es liegen gleichzeitig sehr hohe Terbutylazinkonzentrationen mit Grenzwertüberschreitungen vor (Abb. 2.5.8).

REGIONALE VERTEILUNG UND URSACHEN

Aufgrund der geringen Anzahl von Grenzwertüberschreitungen in 2005 gibt es bei Simazin und Terbutylazin und bei ihren Abbauprodukten keine Belastungsschwerpunkte (Abb. 2.5.6, 2.5.7, 2.5.8).

Eintragsquellen sind meist z.B. Anwendungen im Mais- und Weinanbau, in Gärtnereien und im Obstanbau, auf städtischen Grünflächen und auf Nichtkulturland z.B. auf Gleisanlagen.

Einzig auffällig ist die erhöhte Nachweisbarkeit von Simazin und seinem Abbauprodukt im südlichen Oberrheingraben und die Anhäufung der je drei Grenzwertüberschreitungen bei Terbutylazin und seinem Abbauprodukt im Bereich von Singen. Letztere erscheinen auf der Karte in Abb. 2.5.8 aufgrund ihrer nahen Lage zueinander als nur eine Messstelle. In Singen liegt ein bekannter industriebedingter Schadensfall mit

Terbutylazin vor. Auch andere PSM-Wirkstoffe wie Bromacil und Hexazinon werden dort gefunden, die aber offenbar auf PSM-Applikationen auf benachbarten Gleisanlagen zurückzuführen sind. Mittlerweile wird hier das Grundwasser saniert.

Bei Simazin sind in den Teilmessnetzen „Emittenten Industrie (EI) und Emittenten Siedlungen (ES)“ höhere Nachweisquoten zu finden als bei den „Emittenten Landwirtschaft (EL)“ (Abb. 2.5.9). Bei den „Sonstigen Emittenten (SE)“ - im Bereich von Gleis- und Kläranlagen - ist für Simazin die Nachweisquote mit 12 % am höchsten. Von den landesweit vier Grenzwertüberschreitungen sind je zwei bei den „Emittentenmessstellen Landwirtschaft (EL)“ und bei den „Emittentenmessstellen Siedlungen (ES)“.

Bei Terbutylazin ist im Teilmessnetz „Emittenten Industrie (EI)“ die höchste Nachweisquote festzustellen (Abb. 2.5.9). Hier finden sich auch die o.g. drei landesweit einzigen Grenzwertüberschreitungen.

2.5.5 PHENYLHARNSTOFFE UND ANDERE STICKSTOFFHALTIGE HERBIZIDE

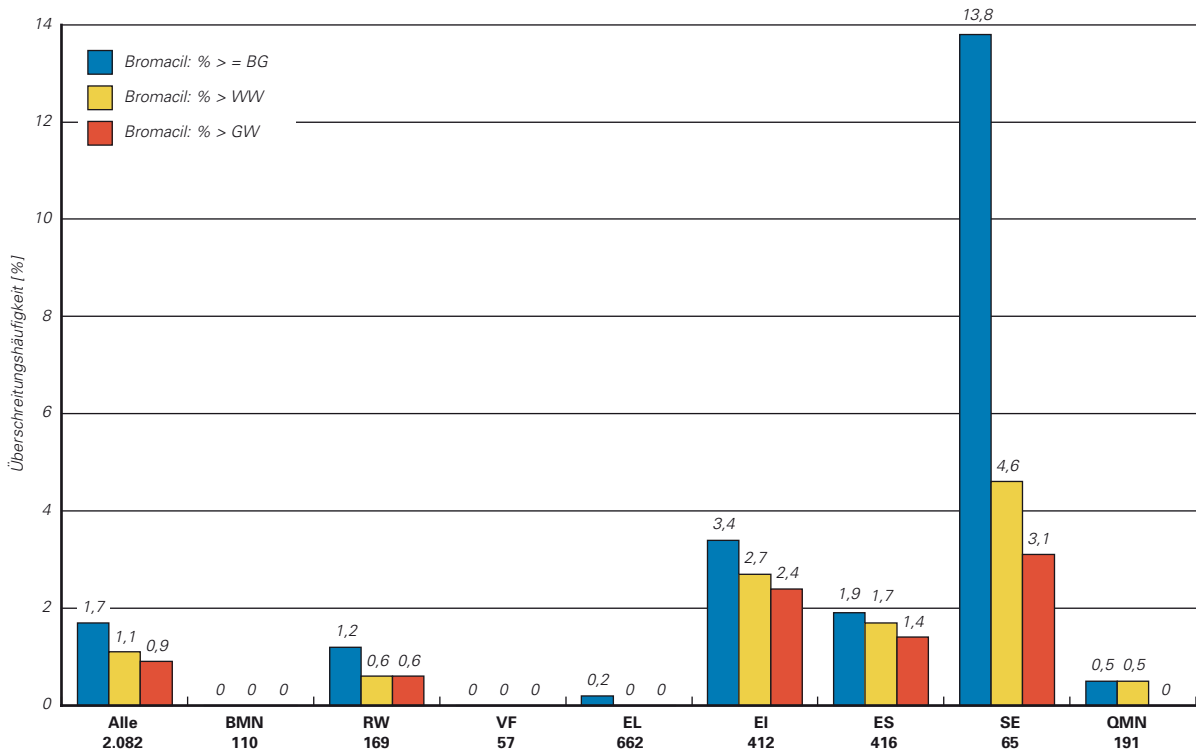
REGIONALE VERTEILUNG UND BELASTUNGSURSACHEN

Für Bromacil gilt seit 1992 ein vollständiges Anwendungsverbot. Hexazinon hat seit den 90iger Jahren keine Zulassung mehr, außerdem ist die Anwendung in Wasser- und Heilquellenschutzgebieten verboten.

Die Wirkstoffe Bromacil und Hexazinon fanden in erster Linie als Totalherbizide auf Nichtkulturland wie Wegen, Plätzen, Verkehrs- und Betriebsflächen etc. Verwendung. Dies zeigt sich im Grundwasser darin, dass man diese Wirkstoffe bei durch Industrie und Siedlung beeinflussten Messstellen sowohl überproportional häufiger als auch in höheren Konzentrationen findet, als im landwirtschaftlichen Bereich (Abb. 2.5.10, Messstellengruppen EI, ES und EL).

Beide Wirkstoffe wurden früher auch zur Vegetationskontrolle auf Bahnanlagen verwendet und treten dort aufgrund ihrer Langlebigkeit noch immer oft und in vergleichsweise hohen Konzentrationen auf (Abb. 2.5.11, 2.5.12). Deshalb werden im Teilmessnetz „Sonstige Emittenten (SE)“ an Gleisanlagen und auch an Kläranlagen immer noch zweistellige höchste Nachweisquoten von 14 - 23 % und die

Bromacil



Hexazinon

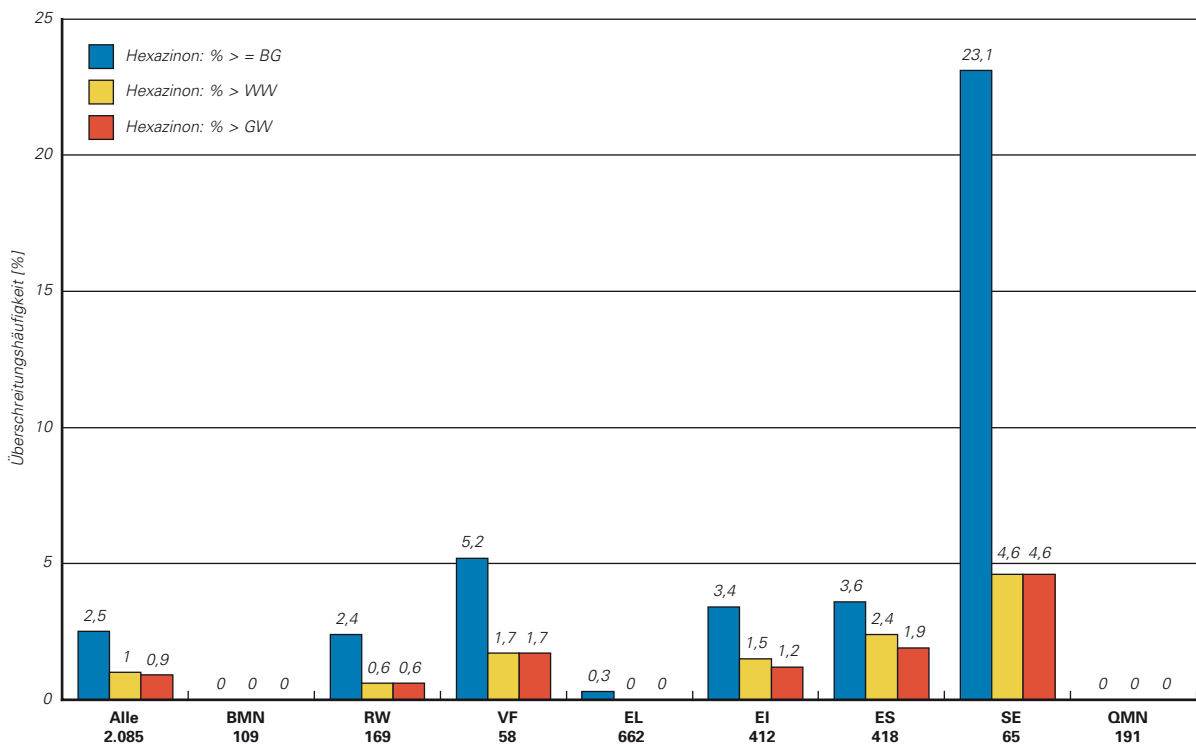


Abb. 2.5.10: Prozentuale Überschreitungshäufigkeiten der **Bromacil**- und **Hexazinon**konzentrationen in 2005 im Gesamtnetz und in den Teilmessnetzen (Datengrundlagen: Landesmessstellen, Abk. s. Anhang A1):
 a) der Bestimmungsgrenzen (größer oder gleich der BG)
 b) der Konzentration von 0,08 µg/l (Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms)
 c) der Konzentration von 0,10 µg/l (Grenzwert der Trinkwasserverordnung bzw. der EU-Wasserrahmenrichtlinie).

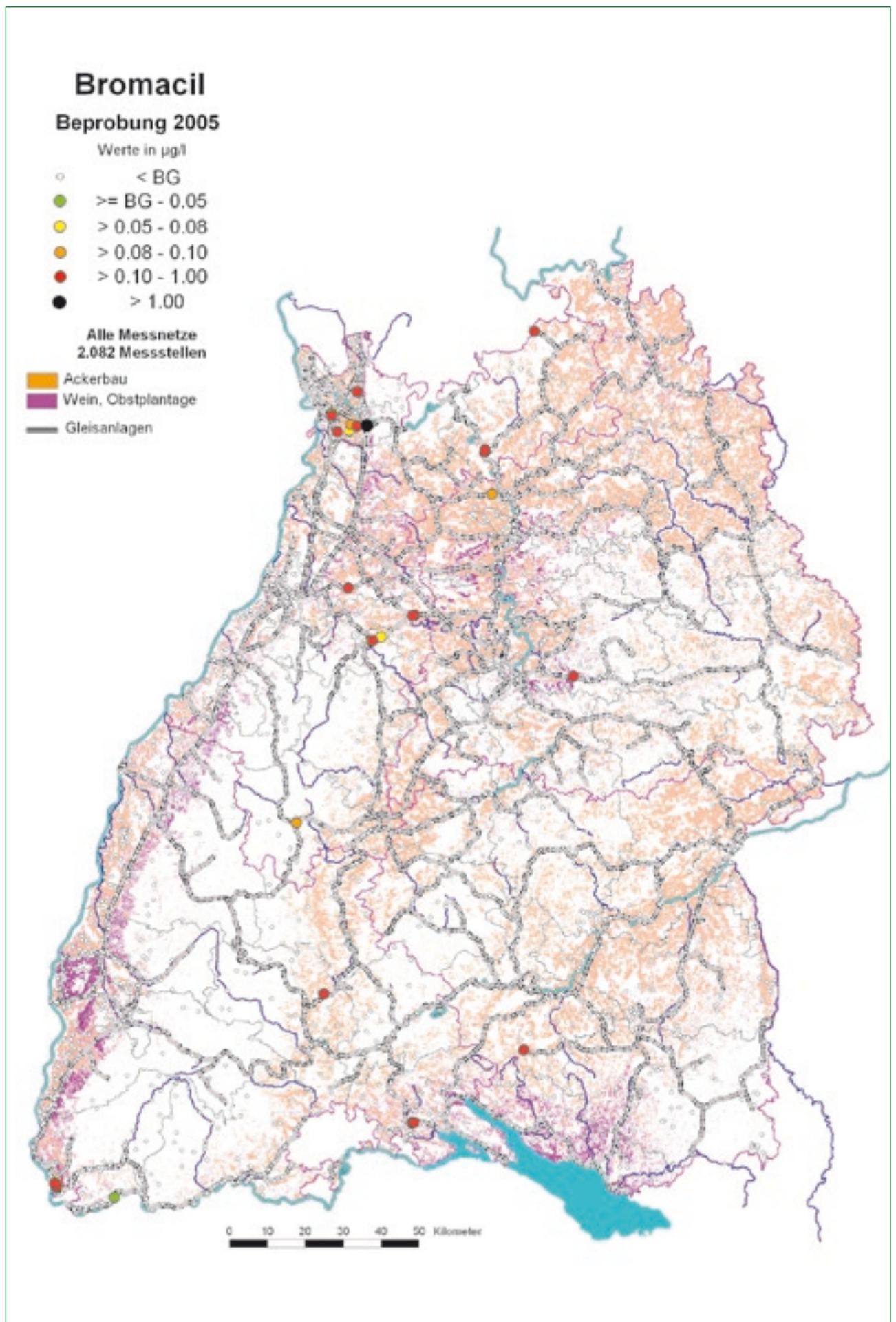


Abb. 2.5.11: Konzentrationsverteilung **Bromacil** 2005.

Hexazinon

Beprobung 2005

Werte in $\mu\text{g/l}$

- < BG
- $\geq \text{BG} - 0.05$
- > 0.05 - 0.08
- > 0.08 - 0.10
- > 0.10 - 1.00
- > 1.00

Alle Messnetze
2.085 Messstellen

- Ackerbau
- Wein, Obstplantage
- Gleisanlagen

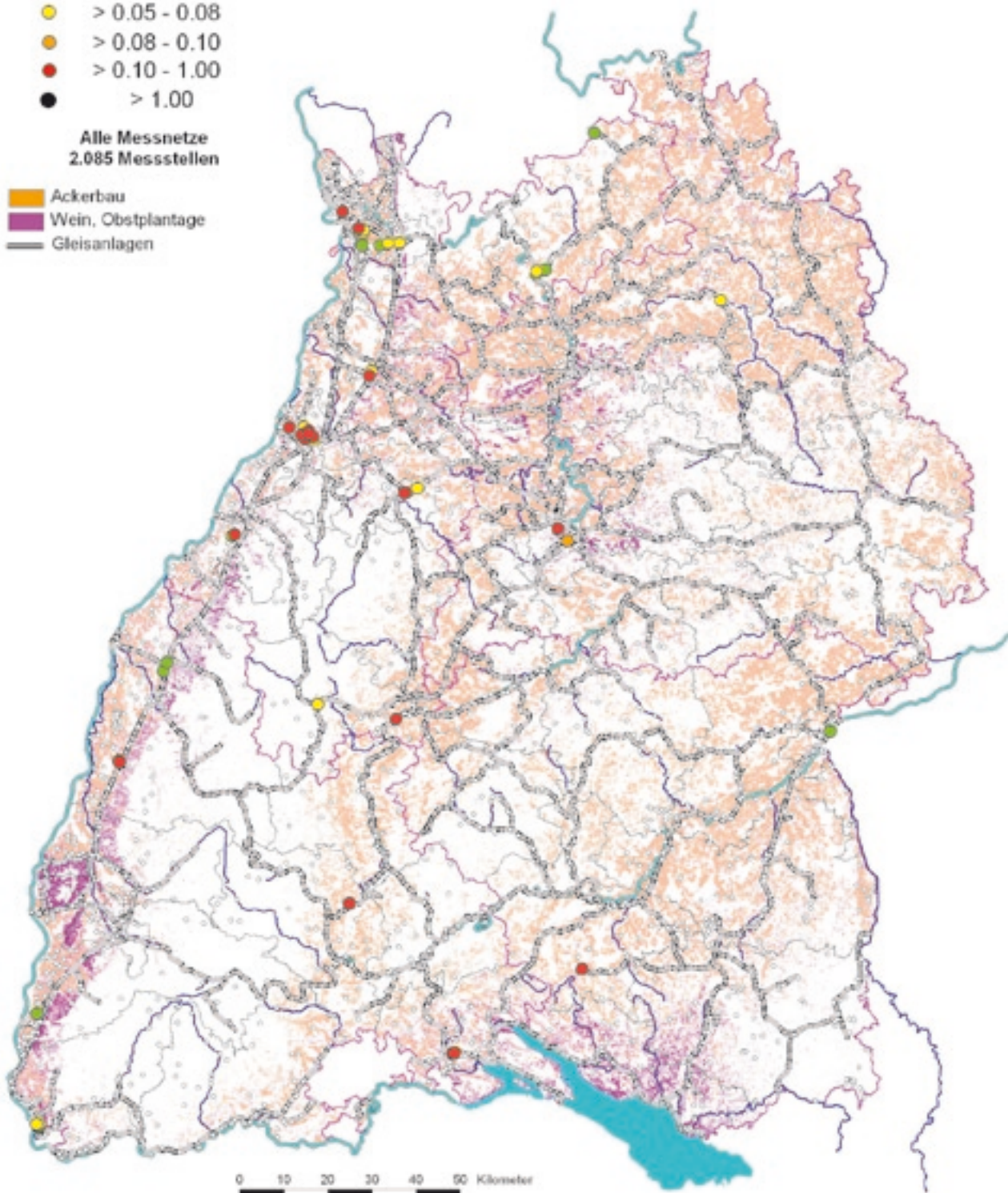


Abb. 2.5.12: Konzentrationsverteilung **Hexazinon** 2005.

höchsten Grenzwertüberschreitungsquoten von 3 - 4,5 % gefunden (Abb. 2.5.10). Die Gleisanlagenbereiche sind die Belastungsschwerpunkte.

Die unterschiedlichen Größenordnungen zwischen landesweiten Befunden (Messstellengruppe Alle) und den sehr hohen Befundraten im Teilmessnetz Sonstige Emittenten (SE) (Messstellengruppe SE) verdeutlicht auch die Abb. 2.5.13 mit den Darstellungen der zeitlichen Entwicklung an konsistenten Messstellen.

STATISTISCHE KENNZAHLEN UND ZEITLICHE ENTWICKLUNG

Bei Bromacil und Hexazinon betragen die landesweiten Grenzwertüberschreitungsquoten je etwa 1 % und die Nachweisquoten je etwa 1,5 bis 2,5 % (Abb. 2.5.10).

Gegenüber den 1990er Jahren haben in 2005 die landesweite Nachweisquote und die Grenzwertüberschreitungsquote abgenommen, wie es auch die Abb. 2.5.13 mit der Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Hexazinonkonzentrationen an konsistenten Messstellen zeigt. Früher wurden die Wirkstoffe landesweit an etwa je 70 - 100 Messstellen ge-

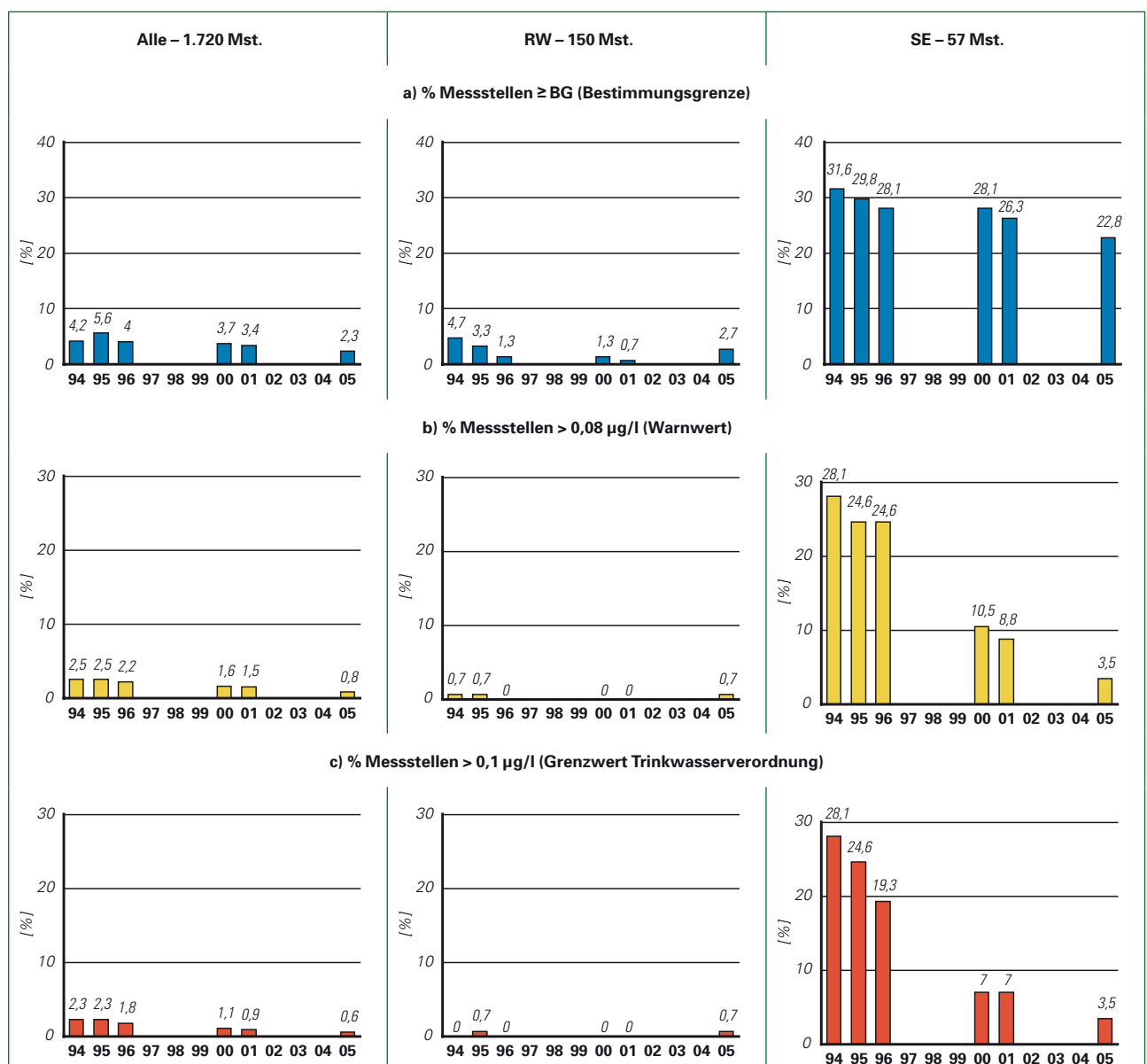


Abb. 2.5.13: Prozentuale Überschreitungshäufigkeiten der **Hexazinon**konzentrationen an konsistenten Messstellengruppen von 1994 bis 2005 (Datengrundlagen: Landesmessstellen, konsistente Messstellengruppen 1994 bis 1996, 2000 bis 2001 und 2005, Beprobungszeitraum jeweils September bis Oktober, Abk. s. Anhang A1):

a) der Bestimmungsgrenzen (größer oder gleich der BG)

b) der Konzentration von 0,08 µg/l (Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms)

c) der Konzentration von 0,10 µg/l (Grenzwert der Trinkwasserverordnung bzw. der EU-Wasserrahmenrichtlinie).

funden, davon mit Konzentrationen über dem Grenzwert an etwa je 40 - 60 Messstellen. In 2005 werden Bromacil an 35 und Hexazinon landesweit an 53 Messstellen gefunden, Grenzwertüberschreitungen stellt man an 19 bzw. 18 Messstellen fest. Dies entspricht einem Belastungsrückgang auf die Hälfte bzw. einem Drittel.

Jedoch existiert bei Hexazinon bei der Interpretation der Nachweishäufigkeit von 2005 gegenüber 2000/2001 eine Unsicherheit, da es bei der analytischen Bestimmung eine Verschlechterung im Bereich der sehr kleinen Konzentrationen gegeben hat. Bei Hexazinon wurden in 2001 noch 50 % aller Analysen mit Bestimmungsgrenzen von 0,02 und 0,01 µg/l durchgeführt, in 2005 nur noch etwa 20 %. Jedoch wirkt sich dieser Sachverhalt nicht auf die Interpretation der hohen Befunde größer 0,05 µg/l aus, wie z.B. auf die Warn- und Grenzwertüberschreitungshäufigkeiten.

Nach Abb. 2.5.13 mit den Darstellungen der zeitlichen Entwicklung an konsistenten Messstellen, ist bei Hexazinon bei den Messstellengruppen „Alle“ und „Sonstige Emittenten (SE)“ bei der Nachweisquote bzw. bei den Warn- und Grenzwertüberschreitungen ein gesunkenes bzw. stark gesunkenes Belastungsniveau zu verzeichnen. Bei den „Rohwasser-Messstellen (RW)“ tritt im Gegensatz zu 2000/2001 wieder an einer Messstelle im Bereich der Bahnanlagen von Mannheim eine Grenzwertüberschreitung auf, welche die Erhöhung der Grenzwertüberschreitungquote ausmacht. Dieser Befund ist durch eine von der LUBW veranlasste Nachbeprobung verifiziert.

2.5.6 WEITERE HERBIZIDE UND FUNGIZIDE

Metalaxyl wurde hauptsächlich als Fungizid im Gemüseanbau eingesetzt, findet aber auch im Obstanbau, z.B. auf Erdbeerfeldern Verwendung. Dort findet sich in 2005 auch der landesweit einzige Nachweis, der den Grenzwert überschreitet (Abb. 2.5.14). In den 1990er Jahren wurde Metalaxyl noch an 10 bis 20 Messstellen mit bis zu 10 Grenzwertüberschreitungen gefunden. Auch bei diesem Wirkstoff ist somit ein Belastungsrückgang festzustellen. Seit Ende 2005 sind einige Metalaxyl haltige Produkte nicht mehr zugelassen.

Auch die lokalen Belastungen mit den Wirkstoffen **Metazachlor** bzw. **Metolachlor** sind in 2005 gegenüber den 1990er

Jahren rückläufig. Metolachlor wird im Mais- und Rübenanbau als Bodenherbizid gegen Gräser verwendet, Metazachlor im Raps-, Rüben- und Kohlanbau.

In den 1990er Jahren fanden sich landesweite Nachweise an bis zu fünf bzw. bis zu 20 Messstellen, in 2005 an drei bzw. sieben Messstellen. Bei Metolachlor gibt es zwei aktuelle Grenzwertüberschreitungen in Ackerbaugebieten (Abb. 2.5.14) gegenüber sieben in den 1990er Jahren. Metazachlorgrenzwertüberschreitungen gab es früher an bis zu zwei Messstellen. In 2005 wird keine Grenzwertüberschreitung mehr festgestellt (Abb. 2.5.14). Auch bei diesen Wirkstoffen ist damit ein Belastungsrückgang festzustellen.

Propazin ist ein Herbizid, welches früher meist mit anderen Wirkstoffen als Totalherbizid auf Nichtkulturland eingesetzt wurde. Seit 2004 ist es in der EU nicht mehr zugelassen. Vorher durfte es schon in Wasserschutzgebieten nicht mehr angewendet werden. In den 1990er Jahren fand es sich an bis zu 50 Messstellen mit bis zu 10 Grenzwertüberschreitungen. In 2005 wird der Wirkstoff an drei Messstellen nachgewiesen (Abb. 2.5.14). Zwei dieser Messstellen liegen in Industriegebieten, eine weitere mit der landesweit einzigen grenzwertüberschreitenden Konzentration in einem Ackerbaugebiet neben einer Autobahn. Auch bei Propazin ist somit ein Belastungsrückgang festzustellen.

Dichlobenil ist ein Totalherbizid, das früher hauptsächlich im Weinbau - auch in Trinkwasserschutzgebieten - eingesetzt wurde. Seit 1991 war die Anwendung in Trinkwasserschutzgebieten generell verboten. Weiterhin verboten wurde es für den Obstanbau und zur Anwendung auf Nichtkulturland (z.B. Brachflächen, Verkehrsflächen). Zugelassen war es auch auf Grünland zur Ampferbekämpfung, im Gartenbau zur Unkrautbekämpfung unter Ziergehölzen, sowie im Forst und in Baumschulen unter Schutzpflanzungen und Laub- und Nadelbäumen. Vom März 2001 bis 2004 ruhte die Zulassung von Dichlobenil.

Seit 23. August 2004 ist die Zulassung für Dichlobenil endgültig widerrufen, auch aufgrund der Ergebnisse aus Baden-Württemberg. Damit ist auch jeglicher Einsatz dichlobenilhaltiger Handelsprodukte wie das Aufbrauchen von Restbeständen verboten, da mit der widerrufenen Zulassung ein vollständiges Anwendungsverbot verbunden ist.

Im Grundwasser wird in der Regel nicht Dichlobenil gefunden, sondern das Abbauprodukt 2,6-Dichlorbenzamid. Die landesweiten Befunde dieses Stoffes waren in 2000/2001 mit positiven Befunden an etwa über 130 Messstellen und mit Grenzwertüberschreitungen an nahezu 50 Messstellen auffällig hoch. Gegenüber 1997 hatten sich in 2000/2001 die Nachweis- und die Grenzwertüberschreitungquoten erhöht. 2,6-Dichlorbenzamid war in 2000/2001 von allen seit

1992 in Baden-Württemberg untersuchten PSM-Wirkstoffen und PSM-Abbauprodukten die am dritthäufigsten nachzuweisende Substanz.

Auch in 2005 ist 2,6-Dichlorbenzamid die landesweit am dritthäufigsten nachweisbare PSM-Substanz mit der landesweit zweithäufigsten Grenzwertüberschreitungquote nach Desethylatrazin. Es findet sich derzeit landesweit an

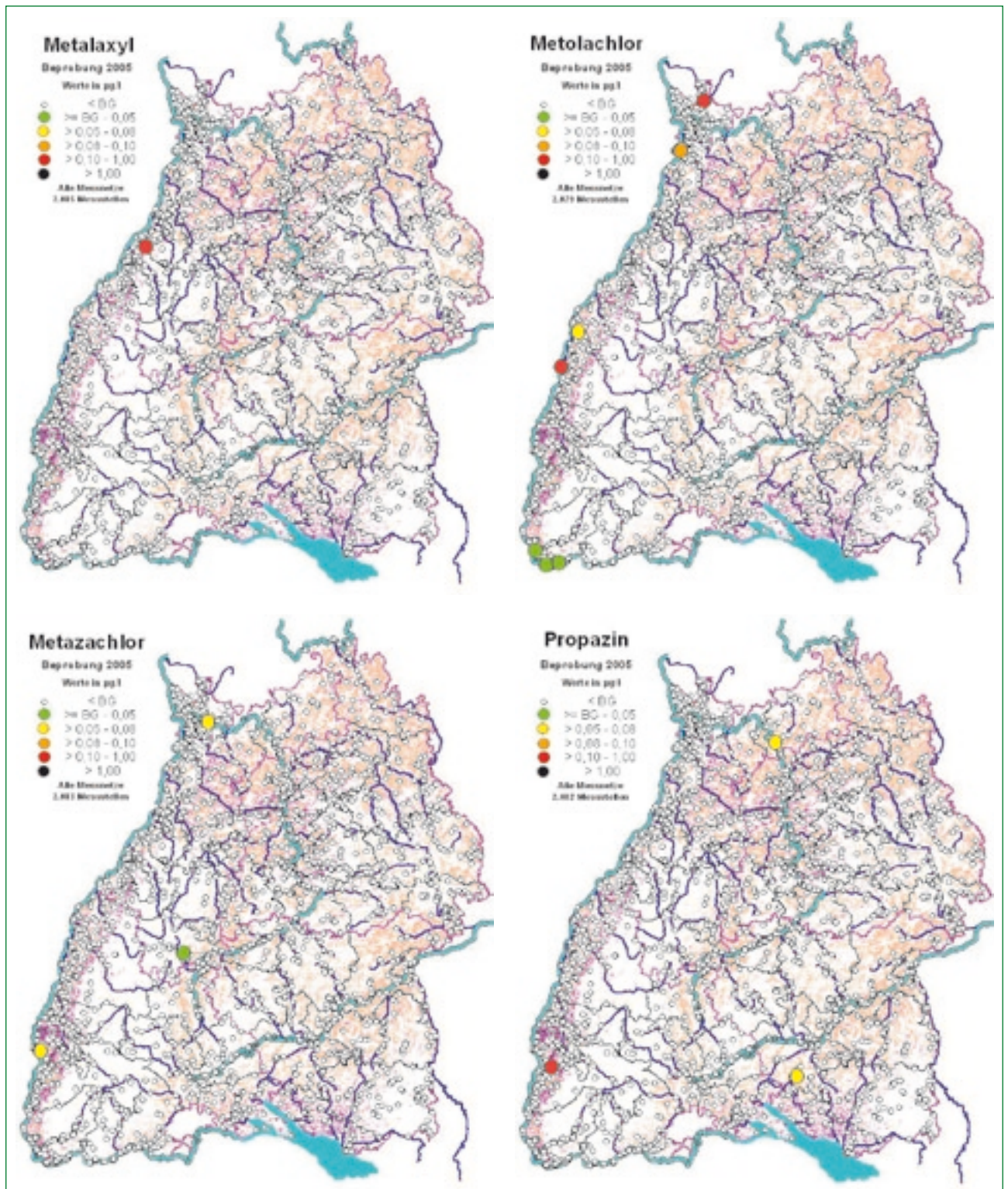


Abb. 2.5.14: Konzentrationsverteilung von **Metalaxyl**, **Metolachlor**, **Metazachlor** und **Propazin** 2005.

2,6-Dichlorbenzamid

Beprobung 2005

Werte in µg/l

- < BG
- ≥ BG - 0.05
- > 0.05 - 0.08
- > 0.08 - 0.10
- > 0.10 - 1.00
- > 1.00

Alle Messnetze
2.082 Messstellen

- Ackerbau
- Wein, Obstplantage

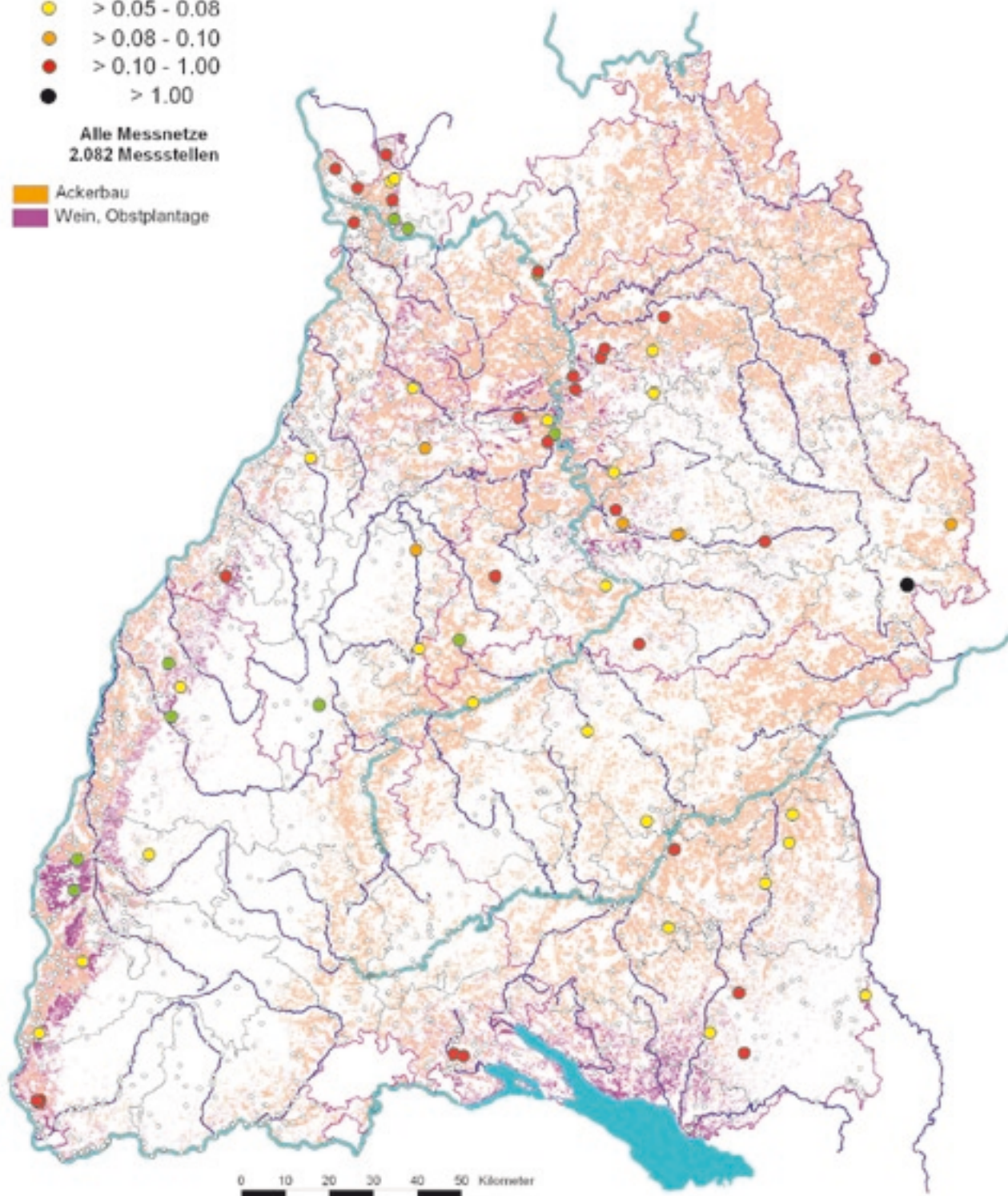


Abb. 2.5.15: Konzentrationsverteilung von **2,6-Dichlorbenzamid** 2005.

70 Messstellen (Abb. 2.5.15), d.h. an jeder dreißigsten Messstelle, gegenüber jeder fünfzehnten in 2000. An 30 Messstellen d.h. an 1,4 % aller Messstellen existieren Grenzwertüberschreitungen, gegenüber 2,1 % in 2000 und 2001. Auch hier zeichnet sich ein Belastungsrückgang ab.

den niedrigen Bestimmungsgrenzen von 0,02 und 0,01 µg/l durchgeführt, in 2005 nur noch etwa 5 %. Jedoch wirkt sich dieser Sachverhalt nicht auf die Interpretation der hohen Befunde größer 0,05 µg/l aus, wie z.B. auf die Warn- und Grenzwertüberschreitungshäufigkeiten.

Jedoch existiert bei 2,6-Dichlorbenzamid bei der Interpretation der Nachweishäufigkeit von 2005 gegenüber 2000/2001 eine Unsicherheit, da es bei der analytischen Bestimmung eine Verschlechterung im Bereich der sehr kleinen Konzentrationen gegeben hat. Bei 2,6-Dichlorbenzamid wurden in 2001 noch 20 % aller Analysen mit

Die Auswertungen an konsistenten Messstellen zeigen einheitlich den Belastungsrückgang (Abb. 2.5.16).

Mit Ausnahme des Basismessnetzes findet sich 2,6-Dichlorbenzamid in allen Teilmessnetzen mit Nachweisquoten von 1 bis 5 % und mit Grenzwertüberschreitungsquoten bis zu

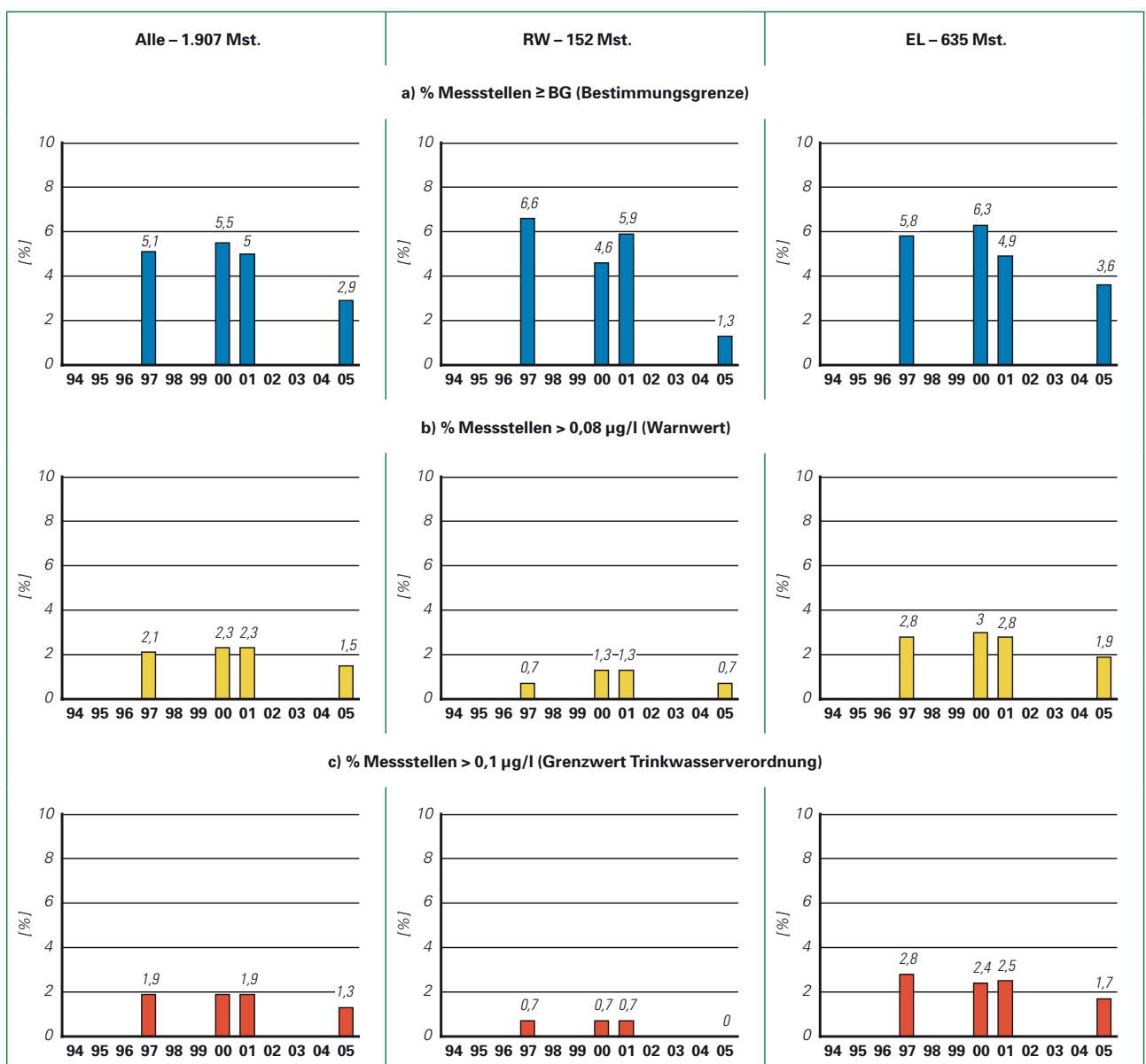


Abb. 2.5.16: Prozentuale Überschreitungshäufigkeiten der **2,6-Dichlorbenzamid**konzentrationen an konsistenten Messstellengruppen von 1997 bis 2005 (Datengrundlagen: Landesmessstellen, konsistente Messstellengruppen 1997, 2000 bis 2001 und 2005, Beprobungszeitraum jeweils September bis Oktober, Abk. s. Anhang A1):

a) der Bestimmungsgrenzen (größer oder gleich der BG)

b) der Konzentration von 0,08 µg/l (Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms)

c) der Konzentration von 0,10 µg/l (Grenzwert der Trinkwasserverordnung bzw. der EU-Wasserrahmenrichtlinie).

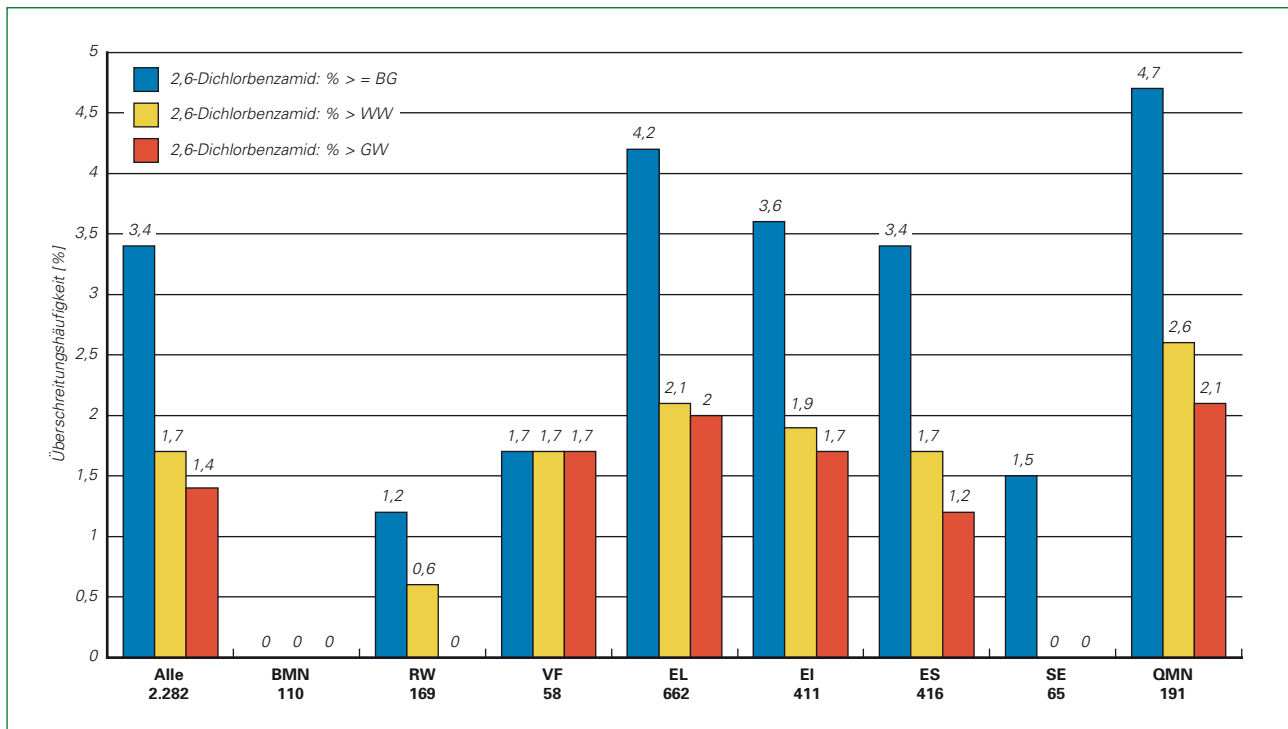


Abb. 2.5.17: Prozentuale Überschreitungshäufigkeiten der **2,6-Dichlorbenzamid**konzentrationen in 2005 im Gesamtmessnetz und in den Teilmessnetzen (Datengrundlagen: Landesmessstellen, Abk. s. Anhang A1):

a) der Bestimmungsgrenzen (größer oder gleich der BG)

b) der Konzentration von 0,08 µg/l (Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms)

c) der Konzentration von 0,10 µg/l (Grenzwert der Trinkwasserverordnung bzw. der EU-Wasserrahmenrichtlinie).

2 % (Abb. 2.5.17). Viele der betroffenen Messstellen liegen in oder am Rande von Weinanbaugebieten.

Häufig wird 2,6-Dichlorbenzamid auch im Abstrom von Siedlungs- und Industriebereichen mit Nachweisquoten von etwa 3,5 % gefunden. Das Totalherbizid wurde offenbar nicht nur auf Kulturland (Gärtnereien mit Ziergehölzen, Hausgärten, Obst- und Weinbau), sondern auch auf Nichtkulturland wie Brachen, Wegen, Plätzen, Friedhöfen, Straßenränder und Gleisanlagen angewandt. Dies führt zu o.g. Grundwasserbelastungen.

Das Abbauprodukt 2,6-Dichlorbenzamid des Totalherbizids Dichlobenil stellt sich in 2005 weniger problematisch dar als in den Vorjahren, da die in den 1990er Jahren zunehmende Belastung inzwischen wieder abnimmt. Es ist aber immer noch eines der sechs am häufigsten gefundenen PSM-Wirkstoffe bzw. Abbauprodukte (Abb. 2.5.19).

2.5.7 SONDERMESSPROGRAMME BENTAZON

Der in den letzten Jahren von der LUBW mit Sorge beobachtete Wirkstoff Bentazon wurde auch in 2005 weiterhin in einem Sonderprogramm untersucht. Bentazon wurde seit

1996 mit steigender Nachweishäufigkeit und hohen Konzentrationen über dem Grenzwert der TrinkwV/WRRL von 0,10 µg/l nachgewiesen und zählt zu den PSM-Hauptbelastungen (Abb. 2.5.19). An 68 in den Vorjahren auffälligen Messstellen mit z.T. hohen Bentazonbefunden werden auch in 2005 immer noch positive Befunde an jeder zweiten bis dritten Messstelle gefunden, davon an jeder sechsten in Konzentrationen über dem Grenzwert. Dies zeigt wie nachhaltig die Grundwasserunreinigung mit dem Herbizid Bentazon ist. Zur allgemeinen Qualitätssicherung von Bentazonbefunden wurden an weiteren neun Messstellen auch Analysen durchgeführt, so dass sich insgesamt ein Untersuchungsumfang von 77 Messstellen ergibt (s. Tabelle im Anhang, Kap. 3.2).

Im Rahmen eines dreijährigen Sonderprojektes von 2002 bis 2004 wurden eine Reihe ausgewählter Messstellen in einem mindestens zweimonatigen Beprobungsrhythmus auf Bentazon untersucht, um eine breitere Datengrundlage zur Entwicklung und Verlauf der Bentazonkonzentrationen belasteter Messstellen zu erhalten. Auch diese Ergebnisse zeigen im Vergleich mit den Analysewerten von 2005 an konsistenten Messstellen die weiterhin hohe Belastung mit Bentazon auf (Abb. 2.5.18), jedoch deutet sich für 2005 ein Belastungsrückgang an.

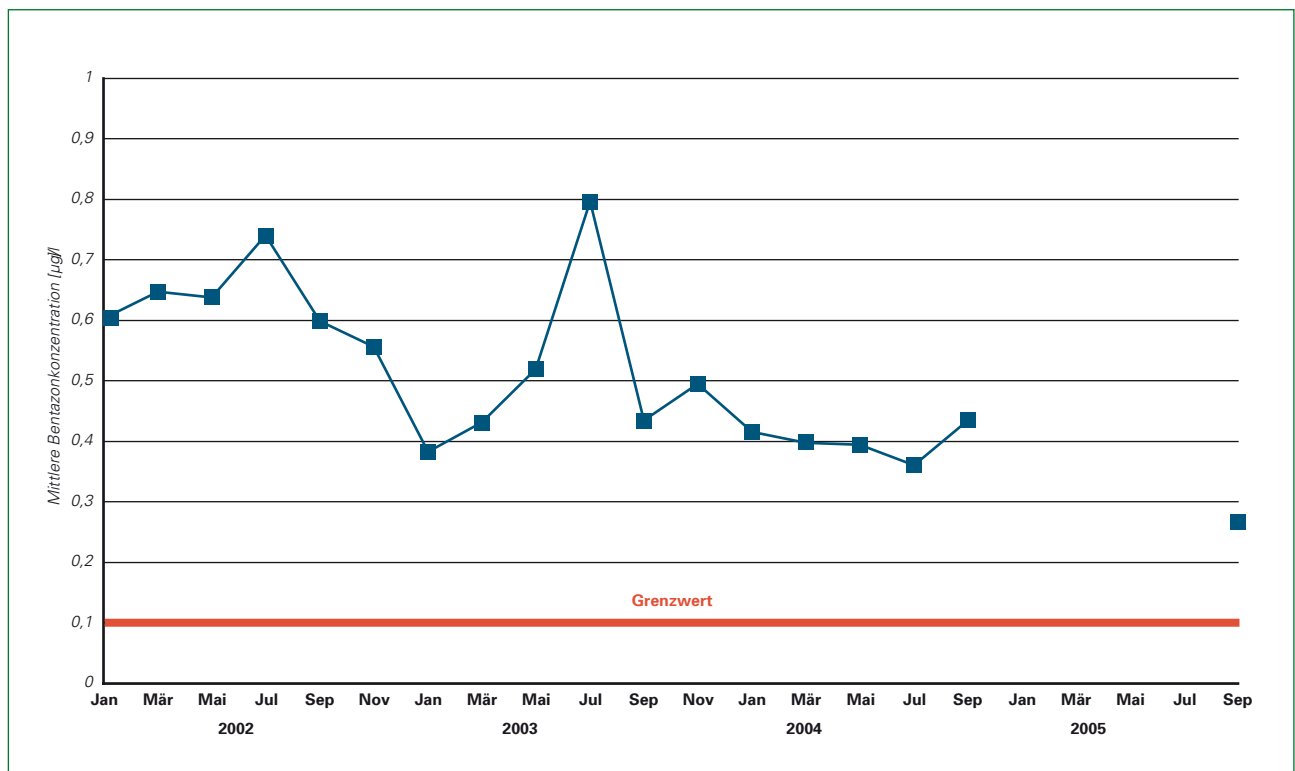


Abb. 2.5.18: Entwicklung der mittleren Bentazonkonzentration zwischen 2002 bis 2005 an einer Messstellengruppe mit 13 konsistenten Messstellen.

Die mittlere Bentazonkonzentration dieser konsistenten Messstellen liegt über den gesamten Zeitraum von knapp 3 Jahren und in 2005 auf sehr hohem Niveau und weit über dem Trinkwasser-Grenzwert von 0,1 µg/l. Durch die in der Abbildung wiedergegebene zeitliche Entwicklung der Konzentrationen wird deutlich, wie nachhaltig sich die Verunreinigung von Grundwässern mit dem Herbizid Bentazon auswirkt. Wird Bentazon infolge seiner hohen Mobilität ins Grundwasser verlagert, bleibt es dort über einen sehr langen Zeitraum erhalten und die Konzentrationen nehmen, unter der Voraussetzung, dass Bentazon nicht weiterhin kontinuierlich eingetragen wird, nur sehr langsam wieder ab.

In den letzten Jahren haben vor allem aufgrund der Ergebnisse aus Baden-Württemberg intensive Round-Table-Gespräche stattgefunden u.a. mit dem Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, dem baden-württembergischen Umweltministerium und dem Ministerium für Ernährung und ländlichen Raum, der LUBW und der baden-württembergischen Landesanstalt für Pflanzenschutz (LfP) und der Herstellerfirma. LUBW, LfP und die Herstellerfirma haben auch die Messstellen mit sehr hohen Bentazonbefunden aufgesucht und mit den Anwendern gesprochen, um zukünftig eine Grundwasserbelastung zu vermeiden.

Im Ergebnis dieser Fundaufklärungskampagne hat das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit im April 2005 Einschränkungen für die Bentazonanwendung erlassen. Seitdem ist die Anwendung von bentazonhaltigen Pflanzenschutzmitteln vor dem 15. April eines Kalenderjahres untersagt. Ebenso gilt seit diesem Zeitpunkt die Anwendungsbestimmung, dass Bentazon auf „hydrogeologisch ungünstigen Standorten“ mit den Bodenarten reiner Sand, schwach schluffiger Sand und schwach toniger Sand nicht angewendet werden darf.

Darüber hinaus haben sich die baden-württembergischen Ministerien darauf verständigt, die Anwendung bei Getreide und Mais in Wasserschutzgebieten nicht mehr zu empfehlen. Weiterhin werden für Getreide- und Maiskulturen in und außerhalb von Wasserschutzgebieten bentazonhaltige Mittel nicht mehr empfohlen, wenn es sich bei den Getreide- und Maisflächen um für Baden-Württemberg typische „hydrogeologisch ungünstige Standorte“ auf karsichtigen und zerklüfteten Böden handelt. Durch das baden-württembergische - über die Schutzgebiets- und Ausgleichs-Verordnung (SchALVO) geregelte - Anwendungsverbot von Terbutylazin in Wasserschutzgebieten ist es auch nicht erlaubt, Kombinationspräparate, welche neben Bentazon auch Terbutylazin enthalten, in den Wasserschutzgebieten des Landes einzusetzen.

2.5.8 BEWERTUNG DER GESAMTSITUATION

In der Grundwasserdatenbank liegen derzeit Analysenergebnisse von 164 PSM-Wirkstoffen und deren Abbauprodukte vor. Davon wurden diejenigen 90 Wirkstoffe ausgewertet und in Tabelle 2.5.2 zusammengestellt, die im Zeitraum der letzten zehn Jahre von 1996 bis 2005 jeweils an insgesamt mindestens 200 Messstellen untersucht wurden. Bei Vorliegen mehrerer Messwerte wurde der Medianwert über den Gesamtzeitraum der betreffenden Messstelle bewertet.

26 Wirkstoffe sind an keiner Messstelle nachweisbar. Zur PSM-Belastung, d.h. mit positiven Befunden im Grundwasser, tragen 52 Wirkstoffe und deren Abbauprodukte bei. Davon werden 24 Stoffe in Konzentrationen unter dem Trinkwassergrenzwert von 0,1 µg/l nachgewiesen. Weitere 23 Wirkstoffe führen zu Überschreitungen des Grenzwertes an bis zu 1 % der Messstellen.

Zur landesweiten Hauptbelastung tragen vier langlebige Wirkstoffe bzw. deren Abbauprodukte bei, die meist schon seit längerer Zeit nicht mehr zugelassen oder verboten sind, aber deren Stoffkonzentrationen an 1 bis 3,7 % der Messstellen über dem Grenzwert der Umweltqualitätsnorm der WRRL bzw. der TrinkwV vom 21.05.2001 liegen.

In der Reihenfolge ihrer Nachweishäufigkeit 1996-2005 sind die Hauptbelastungsstoffe: **Desethylatrazin** (25 %), **Atrazin** (16,8 %), **2,6-Dichlorbenzamid** (5,2 %) und **Bromacil** (2,4 %).

Ursachen sind nicht nur ehemalige Anwendungen im landwirtschaftlichen Bereich z.B. im Mais- und Wein- und Obstanbau, Erwerbsgärtnereien, sondern auch auf Nichtkulturland, wie z.B. auf Gleisanlagen und auf anderen Verkehrsflächen sowie auch in Hausgärten.

Die Nachweise des in Tab. 2.5.2 in den beiden Hauptbelastungsklassen befindlichen Glyphosat-Abbauprodukts **AMPA** sind nicht auf Anwendungen in der Landwirtschaft zurückzuführen, sondern auf industrielle Ursachen und Abbauprodukte von Reinigungsmitteln zurückzuführen. Letztere gelangen über Kläranlagen/Flüsse/Uferfiltration ins flussnahe Grundwasser. Dies ergaben die eigens von der LUBW und der Landesanstalt für Pflanzenschutz (LfP) durchgeführten Fundaufklärungsrecherchen und die gemeinsamen Vor-Ort-Termine.

Die in Tabelle 2.5.2 dargestellte Übersicht über die langfristigen PSM-Befunde gestaltet sich in diesem Jahr anders als im Vorjahr 2004. **Bentazon** bzw. **Hexazinon** sind nicht mehr bei den Hauptbelastungen zu finden, da bei ihnen - trotz Nachweisquoten von 2,3 % bzw. 2,6 % - der Grenzwert nur an weniger als 1 % der Messstellen überschritten wird, nämlich nur 0,7 % bzw. 0,8 %. Dies ist nicht nur auf die in 2005 erfolgte Einschränkung der Berechnungsbasis auf die letzten zehn Jahre zurückzuführen, sondern auch auf den tatsächlich eingesetzten Belastungsrückgang, wie er für Hexazinon im Kapitel 2.5.5 beschrieben wird und wie er sich für Bentazon in Kapitel 2.5.7 andeutet.

Bei den statistischen Auswertungen ist ferner zu beachten: Durch die neue Kooperationsvereinbarung des Landes mit den Wasserversorgungsunternehmen aus dem Jahre 2003 sind für Bentazon für 2004 mittlerweile 400 Messstellenwerte als Nachmeldungen in der Grundwasserdatenbank erfasst, für 2005 etwa 700. Für Hexazinon liegen für 2005 zusätzlich zu den Landesmessstellen etwa 1.100 Werte von Kooperationsmessstellen der Wasserversorger vor. Da viele dieser Daten von Wasserfassungen mit bewaldeten Einzugsgebieten naturgemäß Werte kleiner der Bestimmungsgrenze - also keine PSM-Nachweise beinhalten, sinkt die statistisch ermittelte Belastungsquote. Andererseits erlaubt die nur in diesem Kapitel vorgenommene Einbeziehung der Kooperationsdaten ein umfassendes Bild über die landesweite PSM-Belastung.

Jedoch finden sich Bentazon und Hexazinon immer noch unter den sechs Hauptbelastungsstoffen der Jahre 2001 bis 2005 (Abb. 2.5.19).

Die regionale Verteilung der Messstellen mit den sechs Hauptbelastungsparametern Desethylatrazin, Atrazin, 2,6-Dichlorbenzamid, Bromacil, Hexazinon und Bentazon ist in Abbildung 2.5.19 graphisch wiedergegeben. Für diese Darstellung wurde der jeweils aktuellste Messwert dieser sechs Stoffe, der innerhalb der letzten fünf Jahre gemessen wurde, berücksichtigt. Dieser Wert wurde daraufhin geprüft, ob er den Grenzwert über 0,1 µg/l überschreitet. Nur solche Überschreitungen werden dargestellt.

Atrazin und Desethylatrazin (DEA) sind mit immer noch zweistelligen Nachweisquoten die Hauptbelastungsstoffe (Abb. 2.5.19). Die inzwischen nicht nur gegenüber den 90er

Tabelle 2.5.2: Belastung der Messstellen mit PSM-Wirkstoffen und ihren Abbauprodukten in den letzten zehn Jahren.
Anm.: PSM, die im Gesamtzeitraum von 1996-2005 an jeweils insgesamt mindestens 200 Messstellen untersucht wurden, wobei bei Vorliegen mehrerer Messwerte der Medianwert über den Gesamtzeitraum der betreffenden Messstelle bewertet wurde (Datenquelle: Landesmessstellen und Kooperationsmessstellen der Wasserversorgung, Anzahl Mst. pro Stoff: 200 bis 4.000 Mst.).

Negative Befunde an allen Messstellen	Positive Befunde an			
	Messstellen, jedoch mit Konzentrationen unter oder gleich 0,1 µg/l	0 bis 1 % der Messstellen mit Konzentrationen über 0,1 µg/l	> 1 bis 3 % der Messstellen mit Konzentrationen über 0,1 µg/l	> 3 % der Messstellen mit Konzentrationen über 0,1 µg/l
Alachlor	Chlorpyrifos	2,4-D	2,6-Dichlorbenzamid	Desethylatrazin
Aldicarb	Chlortoluron	Bentazon	*AMPA	
Aldrin	Diazinon	Cyanazin	Atrazin	
Ametryn	Dieldrin	Desethylterbutylazin	Bromacil	
Carbofuran	HCH, α-	Desisopropylatrazin		
Chlorfenvinphos	HCH, δ -	Dicamba		
Chloridazon	HCH, γ - (Lindan)	Dichlobenil		
Desmetryn	Heptachlor	Dichlorprop (2,4-DP)		
Dimethoat	Isodrin	Dimefuron		
Endrin	Linuron	Disulfoton		
Endosulfan, α-	Malathion	Diuron		
Endosulfan, β-	MCPA	Fenitrothion		
Formothion	Metamitron	Glyphosat		
Heptachlorepoxyd, cis-	Metazachlor	*Hexachlorbenzol (HCB)		
Heptachlorepoxyd, trans-	Methabenzthiazuron	Hexazinon		
HCH, β -	Metribuzin	Isoproturon		
HCH, δ -	p,p'-DDT	MCPP (Mecoprop)		
Metobromuron	p,p'-TDE (p,p'-DDD)	Metalaxyl		
Metoxuron	Parathion-ethyl (E-605)	Metolachlor		
Neburon	Parathion-methyl	Propazin		
o,p'-DDT	Pendimethalin	Sebutylazin		
p,p'-DDE	Prometryn	Simazin		
Quintocen	Triallat	Terbutylazin		
Terbazil	Trifluralin			
Terbutryn				
Vinclozolin				

* Diese Befunde sind nicht auf Anwendungen in der Landwirtschaft zurückzuführen, sondern auf industrielle Ursachen (HCB) und Abbauprodukte von Reinigungsmitteln, welcher über Kläranlagen/Flüsse/Uferfiltration ins flussnahe Grundwasser gelangt sind.

Jahren sondern auch gegenüber 2000/2001 stark rückläufige landesweite Tendenz bei den hohen Belastungen mit Warn- und Grenzwertüberschreitungen wie auch bei den Nachweishäufigkeiten ist als umweltpolitischer Erfolg der baden-württembergischen und bundesweiten Atrazin-Verbote von 1988 bzw. 1991 zu werten.

2,6-Dichlorbenzamid ist von allen seit 1996 in Baden-Württemberg untersuchten PSM-Wirkstoffen und PSM-Abbauprodukten die am dritthäufigsten nachzuweisende Substanz mit der zweithöchsten Grenzwertüberschreitungsquote nach Desethylatrazin. 2,6-Dichlorbenzamid ist das Abbauprodukt von Dichlobenil, dessen bereits eingeschränkte Zulassung seit März 2001 ruhte. Seit 2004 besteht für Dichlobenil ein Zulassungswiderruf, auch aufgrund der Ergebnisse aus Baden-Württemberg. Mit dem Zulassungswiderruf ist auch ein vollständiges Anwendungsverbot verbunden, welches jeglichen Einsatz dichlobenilhaltiger

Handelsprodukte wie das Aufbrauchen von Restbeständen verbietet. Die Belastungssituation in 2005 stellt sich weniger problematisch dar als in den Vorjahren, da die in den 1990er Jahren zunehmende Belastung inzwischen wieder abnimmt. Es ist aber immer noch eines der sechs am häufigsten gefundenen PSM-Wirkstoffe bzw. Abbauprodukte (Abb. 2.5.19).

Hexazinon und Bromacil wurden im Gleis- und Kläranlagenbereich in 2001 mit nach wie vor hohen zweistelligen Nachweishäufigkeiten gefunden. Bei den hohen Belastungen mit Warn- und Grenzwertüberschreitungen ist hier die Tendenz gegenüber den 90er Jahren stark rückläufig, offenbar als Erfolg der Anwendungseinschränkungen. Für Bromacil existiert seit 1992 ein vollständiges Anwendungsverbot. Hexazinon hat seit den 90iger Jahren keine Zulassung mehr, außerdem existiert ein Anwendungsverbot in Wasser- und Heilquellenschutzgebieten.

PSM - Hauptbelastungen

2001 - 2005
im Grundwasser-
beschaffenheitsmessnetz

Befunde > 0,10 µg/l

- ▲ Desethylatrazin
- Atrazin
- 2,6 -Dichlorbenzamid
- ◆ Bentazon
- ◆ Bromacil
- ▼ Hexazinon

Grenzen:

- Land, Regierungsbezirk
- Stadt-/Landkreis

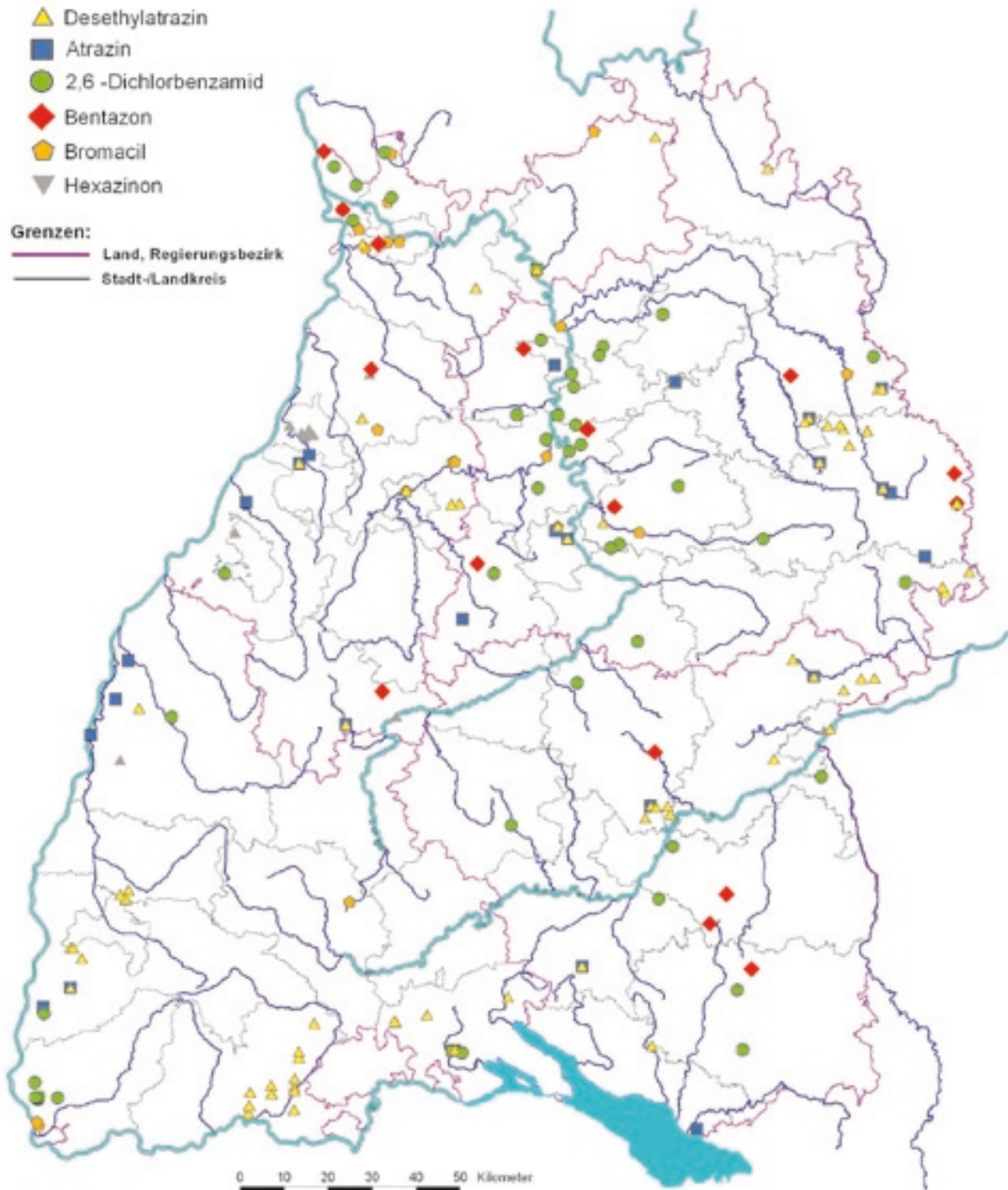


Abb. 2.5.19: 182 Messstellen mit 215 Befunden über dem PSM-Grenzwert der TrinkwV für die sechs PSM-Hauptbelastungs-Parameter (Anm.: Landesmessstellen und Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen, pro Messstelle jeweils der aktuellste Messwert aus dem Zeitraum 2001 bis 2005 für den jeweiligen PSM-Parameter).

Bentazon wird bei den landesweiten Untersuchungen in Baden-Württemberg an Landesmessstellen am vierthäufigsten gefunden und ist von den sechs als Hauptbelastungsparameter genannten Wirkstoffen das einzige Pflanzenschutzmittel, das derzeit in der Bundesrepublik Deutschland zugelassen ist.

Von 1975 bis Anfang 1997 waren bentazonhaltige Pflanzenschutzmittel mit einer W-Auflage gekennzeichnet, was bedeutet, dass sie nicht in Wasserschutzgebieten angewandt werden durften. 1997 wurde u. a. aufgrund der Herabsetzung der einzusetzenden Aufwandsmenge der Anwendung bentazonhaltiger Handelsprodukte in Wasserschutzgebieten zugelassen.

Studien der baden-württembergischen Landesanstalt für Pflanzenschutz (LfP) zeigen die hohe Mobilität und die damit verbundene Gefahr der Verlagerung bentazonhaltiger Mittel ins Grundwasser.

Ein Blick zu den europäischen Nachbarn macht deutlich, dass Bentazon nicht nur ein bundesdeutsches Problem darstellt. So ist im Jahresbericht 2002 des österreichischen Umweltbundesamtes nachzulesen, dass Bentazon dort das Pflanzenschutzmittel mit der dritthöchsten Überschreitungsquote des Trinkwasser-Grenzwertes (0,1 µg/l) ist. Höhere Belastungen finden sich in Österreich nur bei Desethylatrazin und Atrazin.

Die zahlreichen Bentazonbefunde in bundesdeutschen Grundwässern führten Anfang April 2005 zu einigen bundesweiten Konkretisierungen der Anwendungsbestimmungen, die für bentazonhaltige Handelsprodukte gelten. Neben dem Verbot von Bentazon auf besonders durchlässigen Böden wie reinem, schwach schluffigem und schwach tonigem Sand, ist seitdem der generelle Einsatz vor dem 15. April eines Kalenderjahres untersagt. Neben den bundesweiten Einschränkungen wurden in Baden-Württemberg einige zusätzliche Anwendungseinschränkungen empfohlen.

Bei den letzten landesweiten Bentazon-Untersuchungen in 2004 wurde Bentazon an 2,3% der Landesmessstellen nachgewiesen. Grenz- und Warnwertüberschreitungen lagen an 0,9 % bzw. 1,2 % der Landesmessstellen vor.

Langjährige Untersuchungen mit kurzen Beprobungsintervallen an ausgewählten Messstellen und die Ergebnisse

bentazonbelasteter Messstellen in Wasserschutzgebieten verweisen auf die nach wie vor nicht zu unterschätzende Bentazon-Problematik.

Die langjährigen PSM-Auswertungen zeigen die Langlebigkeit der Wirkstoffe und ihrer Abbauprodukte. Nur bei mit Anwendungsbeschränkungen oder Verboten versehenen PSM-Wirkstoffen sind mit der Zeit fallende Nachweistendenzen feststellbar.

Die Situation bei der PSM-Belastung des Grundwassers in Baden-Württemberg hat sich über die letzten Jahre entspannt. Dazu haben die vielfältigen Aktivitäten der baden-württembergischen Umwelt- und Landwirtschaftsverwaltung, die z.T. Verbote oder Anwendungseinschränkungen auf Landesebene und Bundesebene nach sich zogen, beigetragen.

2.6 VERSAUERUNG, pH-WERT

2.6.1 PROBLEMBESCHREIBUNG, BEDEUTUNG

Zum Schutz des Verbrauchers bzw. zum Schutz der Trinkwasserleitungen vor Korrosion gibt die TrinkwV einen zulässigen pH-Bereich von 6,5 bis 9,5 vor.

Durch „sauren Regen“ können pH-Werte kleiner als 6,5 und toxische Aluminium- und Schwermetallkonzentrationen erreicht werden, da saures Wasser die natürliche bzw. korrosionsbedingte Schwermetallfreisetzung im Grundwasser bzw. im Leitungswasser erhöht. Daher müssen solche Wässer für die Nutzung als Trinkwasser vor Abgabe an die Verbraucher aufbereitet werden. Eine technische Maßnahme zur Entsäuerung ist z.B. die pH-Werterhöhung durch Aufkalkung.

2.6.2 LANDESWEITE SITUATION, RÄUMLICHE VERTEILUNG, TENDENZEN, BEWERTUNG

Der obere Grenzwert nach TrinkwV von pH 9,5 wird in 2005 an keiner Messstelle überschritten. Nur an neun Messstellen liegt der pH-Wert über 8,0. Sie sind geogen und anthropogen bedingt. Diese naturbedingt höheren Werte werden im tiefen Grundwasser der Oberen Meeresmolasse im Alpenvorland und im Keuper mit Muschelkalkeinfluss gemessen. Das Maximum liegt bei pH 9,03.

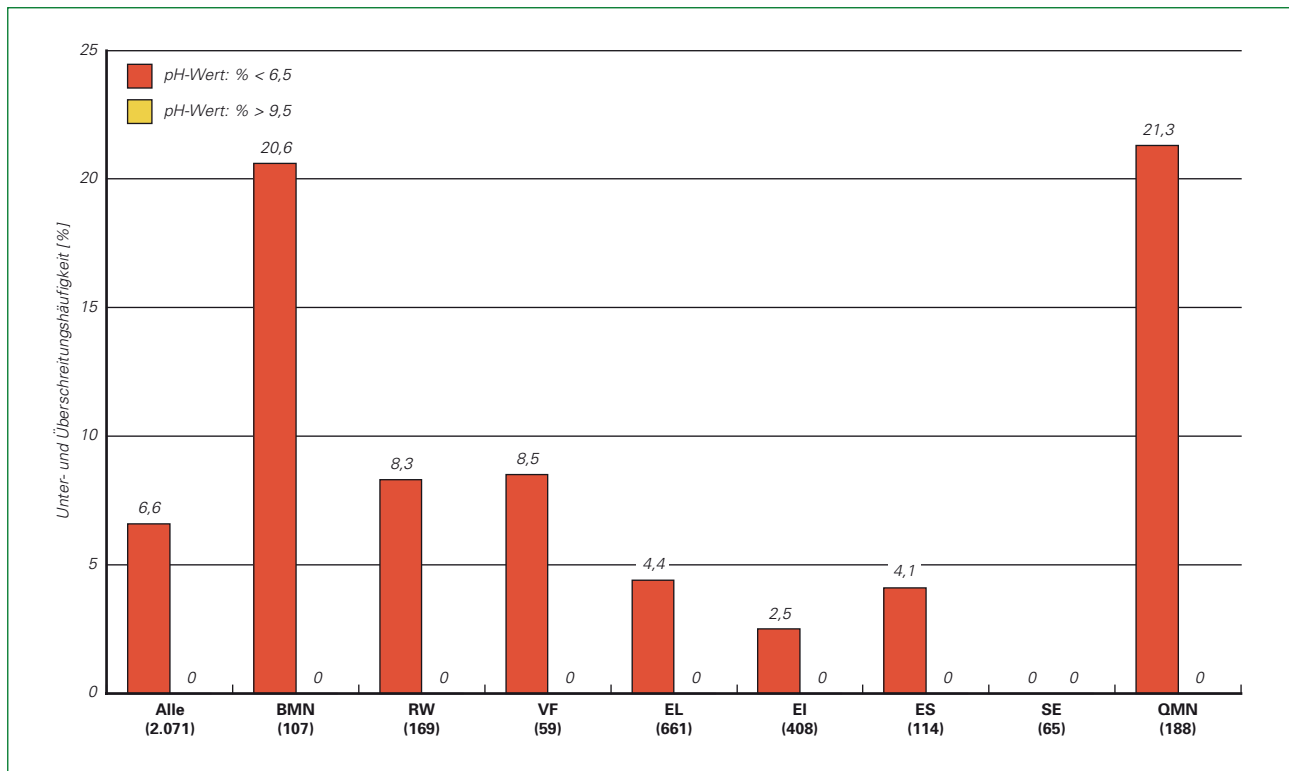


Abb. 2.6.1: pH-Wert 2005: Unter- und Überschreitungshäufigkeiten des unteren/oberen Grenzwertes der Trinkwasserverordnung (pH 6,5/9,5) (Anm.: Es liegen keine Überschreitungen des oberen Grenzwertes vor).

Der untere Grenzwert nach TrinkwV von pH 6,5 wird im Gesamtmessnetz an 6,6 % der Messstellen unterschritten, meist im Basismessnetz und Quellmessnetz mit Unterschreitungsquoten von etwa 21 % (Abb. 2.6.1).

Diese Messstellen - meist Quellen - liegen nahezu alle im westlichen Landesteil (Abb. 2.6.4) in den Festgesteinen von Schwarzwald und Odenwald (Buntsandstein, Kristallin, Rotliegendes). Das landesweite Minimum von pH 4,81 wird an einer Quelle im Nordschwarzwald gemessen.

Schwerpunkte der Versauerung mit besonders niedrigen pH-Werten von kleiner pH 6,0 (53 Messstellen) liegen hauptsächlich in den Buntsandstein- und Granitgebieten im Odenwald und im Schwarzwald. Grund dafür ist die dortige besondere Armut an „pufferwirksamen“ Gesteinsbestandteilen. Dagegen enthalten Gneisgesteine etwas mehr „Puffersubstanzen“.

Saures Quellwasser mit pH-Werten kleiner pH 6,5 kommt hier z.T. natürlich vor, ist aber durch anthropogene Säureeinträge über Luft und Regen um etwa 1 pH-Einheit erniedrigt. Unbelastetes Regenwasser kann einen maximalen pH-Wert von 5,6 erreichen, so dass hiesiges Quellwasser, welches hauptsächlich vom Niederschlag gespeist wird, nur natürlicherweise maximale pH-Werte von etwa 5,6 bis 6,5 erreichen kann.

Zusätzlich finden sich einige andere Messstellen mit saurem Grundwasser auch in den Gebirgsrandbereichen und in den Lockergesteinen 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.

Auch im östlichen Landesteil finden sich einige wenige Grenzwertunterschreitungen in den ebenfalls versauerungsgefährdeten Sandsteinen des Keuperberglands, so z.B. im Murrhardter Wald und am nordöstlichen Rand der Schwäbischen Alb (Dalkinger Heide, Goldshöfer Sande).

Versauerungsbedingte Überschreitungen des Aluminiumgrenzwertes der TrinkwV von 0,2 mg/l können im Herbst 2005 lokal an nur zwei Messstellen in Schwarzwald und Odenwald beobachtet werden.

Die mittel- bis längerfristige Versauerungstendenz seit 1994 ist in Abbildung 2.6.2 anhand von 1.630 konsistenten Mess-

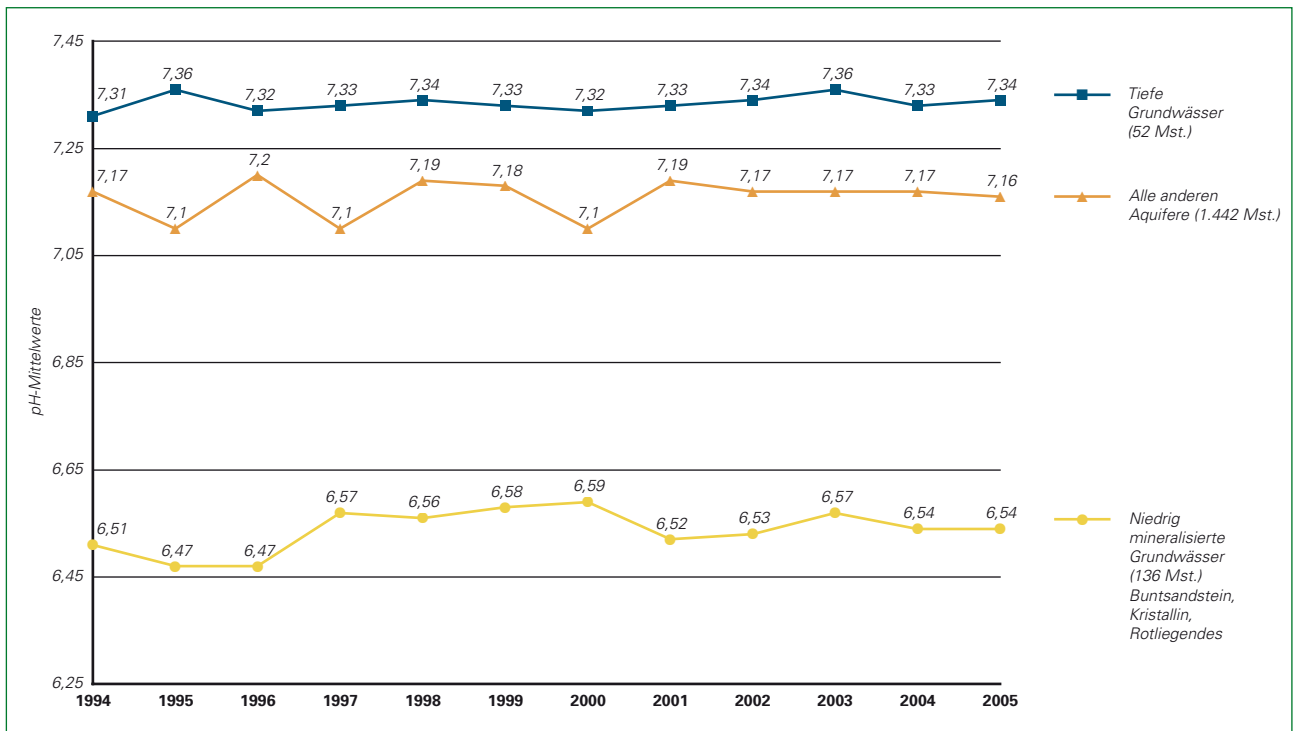


Abb. 2.6.2: Entwicklung der pH-Wert-Mittelwerte von 1994 bis 2005 für konsistente Messstellen für verschiedene Aquifergruppen. Beprobungszeitraum jeweils September - Oktober.

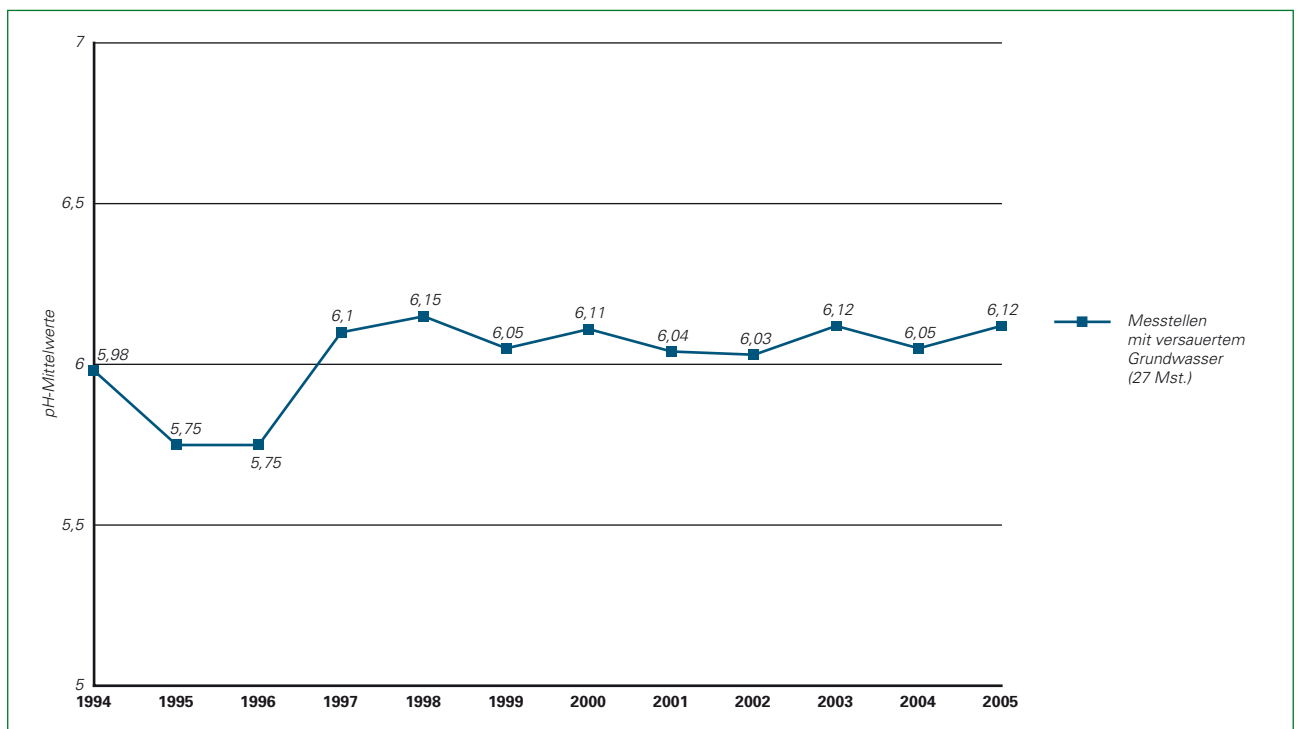


Abb. 2.6.3: Entwicklung der pH-Wert-Mittelwerte von 1994 bis 2005 für eine konsistente Messstellengruppe von 27 Messstellen mit versauertem Grundwasser-Beprobungszeitraum jeweils September - Oktober.

stellen dargestellt, aufgeteilt in drei verschiedene Aquifergruppen.

Die unterste Gruppe besteht aus 136 Messstellen mit „niedrig mineralisierten Grundwässern“. Sie umfasst meist Schwarzwald- und Odenwaldquellen mit jungen, auf Nie-

derschläge schnell reagierenden Grundwässern, deren Mineralisationsgrad meist unter 20 mS/m (Elektrische Leitfähigkeit bei 20 °C) liegt. Diese Grundwässer sind aufgrund ihrer geringen Mineralisation versauert oder versauerungsgefährdet.

pH - Wert

Beprobung 2005

- < 6,00
- 6,00 - 6,49
- 6,50 - 9,50
- > 9,50

Alle Messnetze
2.071 Messstellen

- Granite
- Gneise
- Buntsandsteine
- Keupersandsteine

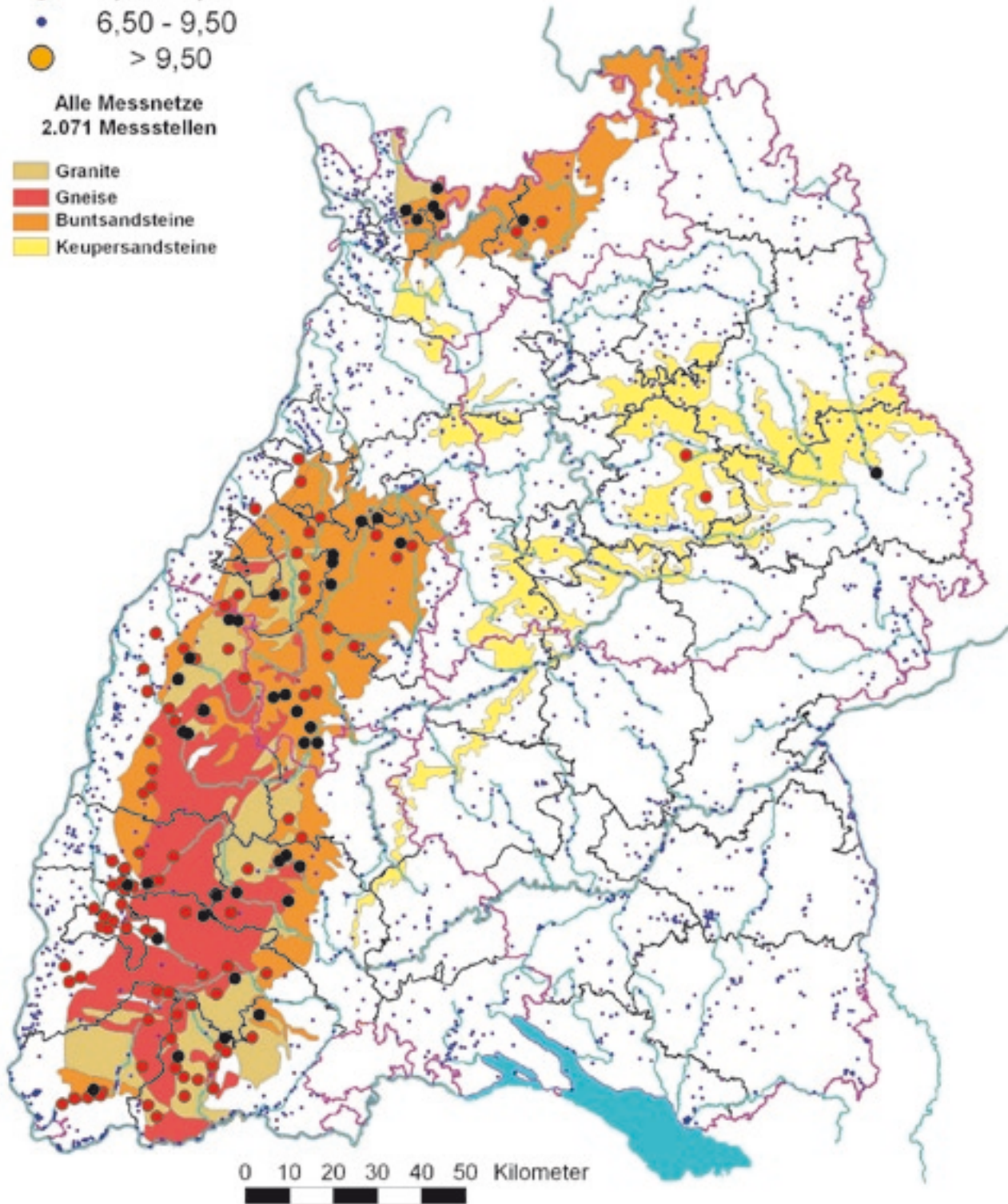


Abbildung 2.6.4: Verteilung pH-Werte 2005.

In 1995 und 1996 ist ein Absinken des Mittelwertes bis knapp unter den unteren Grenzwert auffällig (Abb. 2.6.2). Grund dafür dürften die im nassen Jahr 1995 offenbar höheren Säureinträge über die Niederschläge und aus den Böden sein. In 1996 war es zum Zeitpunkt der Herbstprobennahme sehr regenreich. Danach stabilisiert sich die Situation und der pH-Wert stagniert knapp über dem Grenzwert zwischen pH 6,5 und 6,6.

An einer Teilmenge dieser 136 „niedrig mineralisierten Grundwässer“, nämlich an 27 Messstellen mit bereits versauertem Grundwasser ist in den o.g. Jahren sogar ein Abfallen des pH-Wertes auf knapp pH 5,7 zu beobachten (Abb. 2.6.3). Jedoch stabilisiert sich auch hier die Situation in den Folgejahren.

Bei den beiden anderen Gruppen (Abb. 2.4.2) mit höher mineralisierten Wässern bleiben die Mittelwerte über die Jahre auf nahezu gleichem Niveau von etwa pH 7,1 bis 7,4.

Diese Gruppen umfassen meist Messstellen in kalkhaltigen Aquiferen im Festgestein oder tiefe Messstellen mit älteren Grundwässern in den Lockergesteinsaquiferen.

Solche Grundwässer reagieren auf saure Niederschläge langsam und/oder können den Säureeintrag über die mächtigere Bodenschicht, längere Grundwasseraufenthaltszeiten und den größeren Kalkgehalt im Boden und im Grundwasserleiter ausgleichen.

2.7 „GEOGENE“ PARAMETER

2.7.1 NATÜRLICHES VORKOMMEN UND BEFUNDE

Geogene Stoffe und Parameter lassen sich in großer Werte- und Konzentrationsvielfalt nachweisen. **Schwermetalle** und andere **Spurenelemente** sind aufgrund der geologischen Vielfalt Baden-Württembergs häufig, aber in meist niedrigen Konzentrationen messbar. Schon manche natürlich auftretende Konzentrationen in einzelnen Regionen entsprechen nicht den Trinkwasseranforderungen. Durch die vielfältigen Einflüsse der Landnutzung werden die natürlichen Konzentrationen anthropogen überprägt bis hin zur Überschreitung von Warn- und Grenzwerten.

Eine Beurteilung der anthropogenen Konzentrationsänderungen setzt die Kenntnis der geogenen Hintergrundkonzentration voraus. Diese Werte sind nur teilweise aus einer Auswertung von Daten aus dem Basismessnetz bekannt (LfU, 1996). Stattdessen muss hier als Vergleichsmaßstab auf die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung, bzw. die Warnwerte des Grundwasserüberwachungsprogramms zurückgegriffen werden.

Geogene Stoffe und Parameter mit Grenzwertüberschreitungen an mehr als 1 % aller Messstellen sind: Trübung (20 %), Mangan (14 %), Eisen (12 %), Nitrat (11 %), pH (Überschreitungen: 6,6 %), Färbung-SAK-436 (2,4 %), Sulfat (4,4 %), Arsen (1,7%), Ammonium (2,0 %), Nitrit (1,7 %) (s. Statistiktafel in Kap. 3.2 und/oder Abb. 0.1). Parameter mit Grenzwertüberschreitungshäufigkeiten von gleich oder weniger als 1 % sind: Natrium, Chlorid, Bor, Selen, Fluorid, Aluminium und die Elektrische Leitfähigkeit.

Die Grenzwertüberschreitungen sind sowohl auf natürliche wie auch auf siedlungs-, industriebedingte Ursachen zurückzuführen.

Einige der sehr hohen Chloridbefunde über dem Grenzwert der TrinkwV von 250 mg/l findet man im Bereich des Salzabbaus bei Bad Wimpfen/Friedrichshall/Heilbronn und im Markgräfler Land im Abstrom des Salzstocks und ehemaligen Bergwerkes bei Buggingen-Heitersheim bis nach Breisach bzw. abstromig der dortigen Salzlaugeneinleitung aus der elsässischen Kaliindustrie in den Rhein bei Fessenheim (Abb. 2.7.1). Letzteres verursacht im Grundwasser entlang des Rheins eine bis nach Breisach reichende Chloridfahne. Dieses Gebiet ist im Rahmen der Arbeiten zur EU-Wasserrahmenrichtlinie als ein durch Chlorid gefährdeter Grundwasserkörper ausgewiesen worden.

Von den Stoffen und Parametern, für die es in der TrinkwV keine Grenzwerte gibt, für die jedoch im Grundwasserüberwachungsprogramm Warnwerte existieren, fallen durch höhere Warnwertüberschreitungshäufigkeiten von größer 1 % auf: **Kalium (4,5 %), DOC-Gelöster organischer Kohlenstoff (3,8 %), SAK-254 (6,3 %) und Magnesium (10,0 %).**

Auch weitere Stoffe und Parameter, für die jedoch keine Grenz- und Warnwerte existieren, wurden untersucht. Sie sind z. T. für die Ökologie von natürlichen fließenden und

Chlorid

Beprobung 2005

Werte in mg/l

- ≤ 5,0
- > 5,0 - 15,0
- > 15,0 - 30,0
- > 30,0 - 60,0
- > 60,0 - 250,0
- > 250,0

Alle Messnetze
2.078 Messstellen

Grenzen:

- Land, Regierungsbezirk
- Stadt-/Landkreis

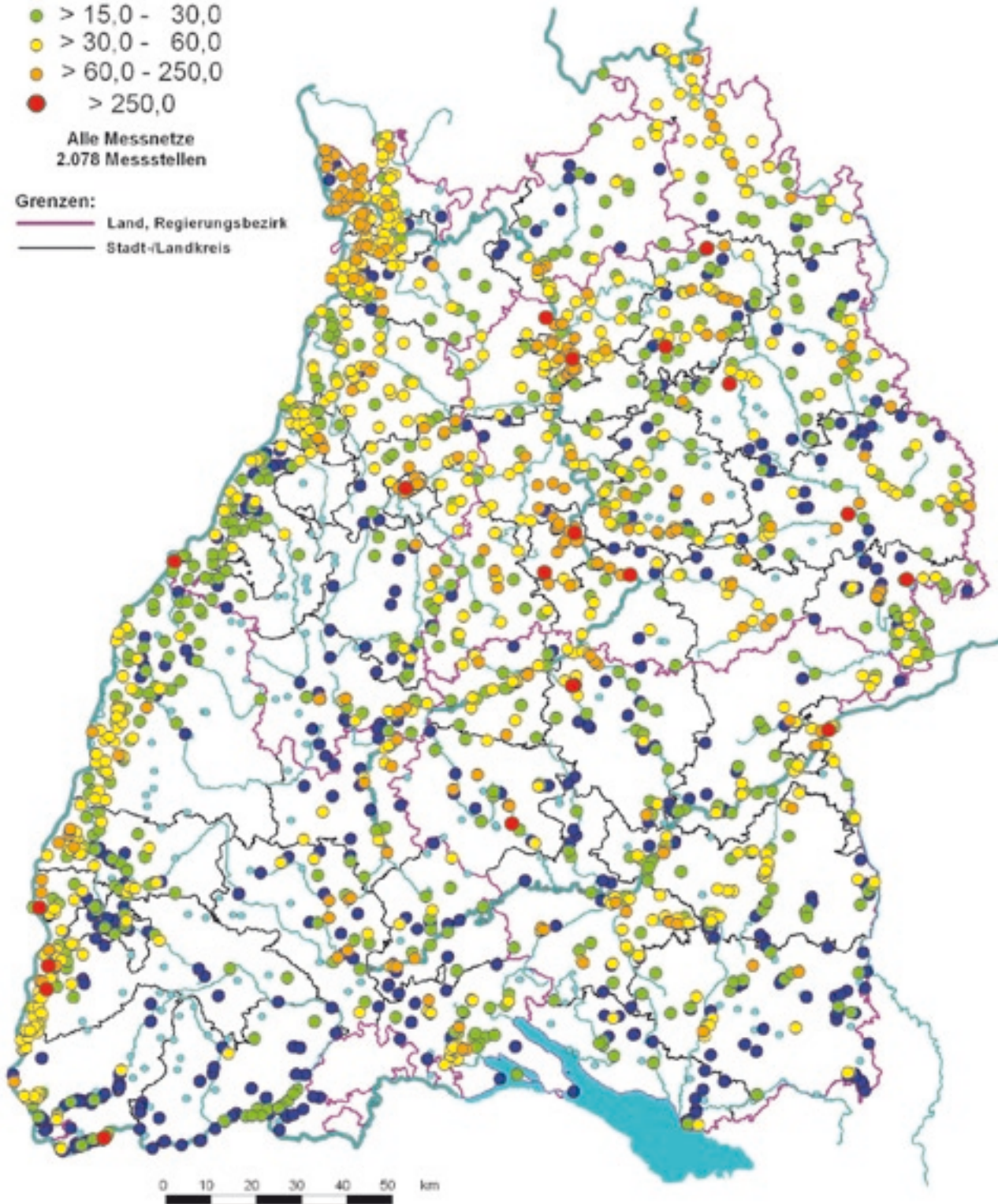


Abb. 2.7.1: Chloridgehalte 2005.

stehenden Gewässern, von künstlich angelegten Baggerseen oder für die Trinkwassernutzung wichtig, wie z.B. **Sauerstoff**, **Sauerstoffsättigung**, **Silikat**, **Summe Erdalkalien (Gesamthärte)**, **Säure- und Basekapazität**.

Eutrophierungswirksame **Phosphate** finden sich an 55 bis 75 % aller Messstellen. Alle messstellenspezifischen Werte sind über die CD „Jahresdatenkatalog“ gegen Ende des Jahres 2006 bei der LUBW erhältlich und damit für die Aufgaben von Umwelt- und Ingenieurbüros nutzbar.

Bei den u.g. **Schwermetallen** und bei **Arsen** sind häufigere Überschreitungen der Trinkwassergrenzwerte nur beim **Arsen** (1,7 %) festzustellen. Bei den Grenzwertüberschreitungen liegen neben natürlichen Ursachen in etwa zwei Drittel der Fälle auch direkte anthropogene Belastungen vor. **Arsen** fällt auch durch eine hohe Nachweishäufigkeit auf (53 %), wie auch **Zink** (76 %) und **Kupfer**. **Kupfer** wird an 62 % aller Messstellen nachgewiesen, jedoch existieren keinerlei Grenzwert- oder Warnwertüberschreitungen.

Bei allen anderen untersuchten Schwermetallen finden sich Grenzwertüberschreitungshäufigkeiten von weniger als 0,5 %, also nur einzelne lokale Belastungen, wie z.B. bei **Nickel** (0,5 %), **Cadmium** (0,1 %), **Antimon** (0,1 %) und **Blei** (0,1 %). Für einige der gemessenen Schwermetalle gibt es keinen Grenzwert, wie z.B. für **Zink**.

Versauerungsbedingte Überschreitungen des **Aluminium**-grenzwertes der TrinkwV von 0,2 mg/l können im Herbst 2005 lokal an nur zwei Messstellen in Schwarzwald und Odenwald beobachtet werden. Die weiteren landesweit feststellbaren sechs Grenzwertüberschreitungen sind hauptsächlich auf aluminiumhaltige Trübstoffe zurückzuführen. Nach 1999 wurden in 2005 die Elemente **Strontium** und **Uran** landesweit zum zweitenmal untersucht. Diese Ele-

mente sind für ihr weitverbreitetes natürliches Vorkommen bekannt und daher an 70 - 100 % aller Landesmessstellen nachweisbar. Die TrinkwV sieht keine Grenzwerte vor. Die Konzentrationen liegen nahezu durchweg in den Bereichen des ubiquitären geogenen Vorkommens. **Strontium** begleitet als natürliches Erdalkalimetall die anderen Erdalkalimetalle **Calcium**, **Magnesium** und **Barium**. Daher sind die höchsten Konzentrationen von mehr als 1 mg/l in den sehr hoch mineralisierten Grundwässern der Festgesteine von Gipskeuper, Keuper und Muschelkalk zu finden. Von den neun Messstellen mit den landesweit höchsten **Uran**-Konzentrationen von größer 0,005 mg/l liegen drei am Hochrhein bei Rheinfelden und zwei in Stuttgart-Feuerbach. Dies sind bekannte Altlastenstandorte. Auch liegen z.T. Sonder- und Mischmülldeponien und Abwasseranlagen im Einzugsgebiet, welche neben den Altlasten als weitere Ursachen in Frage kommen. Teilweise begleiten höhere **Strontium**befunde von mehr als 1 mg/l die o.g. höheren **Uran**befunde.

2.7.2 BEWERTUNG

Hohe Schwermetallkonzentrationen kommen nur vereinzelt vor und stellen, abgesehen von lokalen Kontaminationen, keine großräumige Belastung dar.

Von den gesundheitlich relevanten Schwermetallen und Spurenstoffen weist **Arsen** die höchste Grenzwertüberschreitungquote auf.

Die Sanierung der teilweise anthropogenen Belastungsursachen muss weiter betrieben werden.

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.



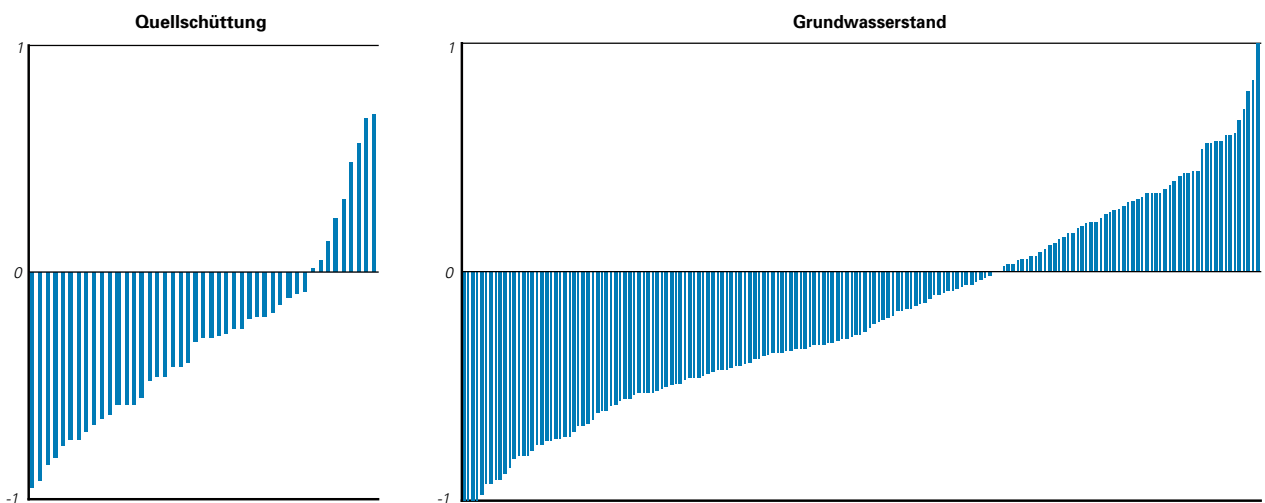
DATENGRUNDLAGE

Auswahl von ca. 340 repräsentativen und funktionsfähigen Messstellen mit beschleunigter Datenübermittlung: 204 Grundwasserstandsmessstellen (wöchentlicher Beobachtungsturnus), 126 Quellen (wöchentliche bis monatliche Messung) und 5 Lysimeter (tägliche bis wöchentliche Beobachtung).

WICHTIGE ERGEBNISSE/AUFFÄLLIGKEITEN

- Insgesamt bewegen sich die Grundwasserstände und Quellschüttungen im Jahr 2005 auf etwas höherem Niveau als im Vorjahr, entsprechen dennoch leicht unterdurchschnittlichen Verhältnissen.
- Die Grundwasserstände bewegen sich in den meisten Landesteilen auf höherem Niveau als im Jahr 2004 und entsprechen im langjährigen Vergleich überwiegend unterdurchschnittlichem Niveau. Die starken Niederschläge in der ersten Jahreshälfte konnten einen signifikanten Anstieg bewirken. In den südöstlichen Landesteilen und im mittleren Oberrheingraben war dabei die deutlichste Erholung zu verzeichnen. Der kurzfristige Trend (10 Jahre) ist überwiegend ausgeglichen mit Ausnahme des südlichen Oberrheingrabens, der mittelfristige Trend (20 Jahre) ist nach wie vor steigend. Die langfristige Tendenz (50 Jahre) ist ausgeglichen bis leicht rückläufig.
- Die mittleren Jahreswerte der Quellschüttungen sind mit einigen Ausnahmen im Schwarzwald leicht unterdurchschnittlich. Die sehr ungleiche Niederschlagsverteilung über das Jahr 2005 findet sich im Gang der Quellschüttungen wieder, wonach hohe Werte zu Jahresbeginn festzustellen waren. Der kurzfristige (10 Jahre) Trend ist fallend, die mittelfristigen (20 Jahre) und langfristigen Entwicklungen (50 Jahre) sind weitgehend unauffällig.

Normierte Jahresmittelwerte 2005 im langjährigen Vergleich (seit 1956)



Erläuterung: Dargestellt wird pro Messstelle der - gegen den seit 1956 jeweils kleinsten (-1) bzw. größten (+1) Jahresmittelwert - normierte Jahresdurchschnitt im Jahr 2005.

Ergebnisse 2005 Baden-Württemberg TMN Grundwasserstand (Auswahl)										
Messstelle	Naturraum	Grundwasser-Landschaft	Jahresminimum		Jahresmaximum		Mittelwert 2005	Trend		
			2005		2005			[cm/Jahr]		
			[m+NN]	Datum	[m+NN]	Datum		[m+NN]	10 Jahre	20 Jahre
110/018-1	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	171,94	26.12.	172,32	22.08.	172,14	0,6	0,4	0,2
104/019-6	Markgräfler Rheinebene	Quart. Talfüllungen	190,19	05.09.	190,62	09.05.	190,38	-0,8	0,7	1,1
115/019-6	Markgräfler Rheinebene	Quart. Talfüllungen	182,95	28.02.	183,30	22.08.	183,08	1,0	0,6	0,5
124/023-8	Markgräfler Rheinebene	Quart. Talfüllungen	239,68	19.12.	240,35	06.06.	240,15	2,0	4,1	-1,3
133/068-0	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	171,07	26.12.	171,75	16.05.	171,41	-0,6	0,7	0,3
102/070-7	Freiburger Bucht	Quart. Talfüllungen	217,47	05.09.	218,65	09.05.	217,93	-0,7	0,4	0,0
104/071-8	Markgräfler Hügelland	Quart. Talfüllungen	253,47	19.12.	256,32	16.05.	254,95	-4,3	-0,6	-
102/073-1	Hochschwarzwald	Quart. Talfüllungen	336,83	05.12.	338,28	14.02.	337,31	2,9	2,4	-0,8
110/073-8	Dinkelberg	Quart. Talfüllungen	291,76	28.11.	292,70	02.05.	292,04	-1,6	0,1	-1,5
126/114-5	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	139,12	24.10.	140,13	14.02.	139,57	0,3	0,7	0,2
103/115-2	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	144,08	21.02.	145,22	21.03.	144,66	-6,1	-6,8	-1,0
131/115-0	Mittlerer Schwarzwald	Quart. Talfüllungen	159,51	28.11.	161,38	10.01.	160,21	-0,9	-0,6	-
100/119-1	Freiburger Bucht	Quart. Talfüllungen	206,13	04.12.	207,30	24.04.	206,67	-0,7	0,4	-1,7
124/123-1	Dinkelberg	Quart. Talfüllungen	329,22	28.11.	330,23	21.02.	329,53	-0,2	-0,5	-0,3
103/161-0	Nördliche Oberrhein-Niederung	Quart. Talfüllungen	109,56	05.12.	111,05	29.08.	110,28	0,1	-0,1	0,0
143/161-2	Nördliche Oberrhein-Niederung	Quart. Talfüllungen	114,87	14.03.	115,35	12.12.	115,09	-0,4	-0,6	0,7
120/162-0	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	120,95	24.10.	121,57	18.04.	121,17	-0,9	0,0	0,1
157/162-8	Offenburger Rheinebene	Quart. Talfüllungen	121,74	19.12.	122,71	25.04.	122,15	-2,5	-1,0	0,2
115/211-5	Nördliche Oberrhein-Niederung	Quart. Talfüllungen	109,76	28.11.	110,60	25.04.	110,18	0,2	-0,5	-0,1
124/211-6	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	115,69	28.11.	116,25	14.02.	115,94	-0,5	0,2	0,0
160/223-0	Hochrheintal	Quart. Talfüllungen	316,91	28.11.	317,87	29.08.	317,41	-0,4	0,4	-
227/259-1	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	108,63	03.01.	108,91	06.06.	108,76	-1,9	0,8	1,9
150/260-6	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	112,24	12.12.	112,78	30.05.	112,49	-0,3	-1,8	1,9
133/304-6	Hessische Rheinebene	Quart. Talfüllungen	93,97	27.06.	94,24	25.04.	94,11	5,6	5,5	-
733/304-4	Hessische Rheinebene	Quart. Talfüllungen	91,69	19.12.	91,98	23.05.	91,82	6,4	5,4	-
104/305-6	Neckar-Rheinebene	Quart. Talfüllungen	87,29	05.12.	89,21	25.04.	88,3	-1,7	-0,2	0,0
100/307-1	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	99,35	26.12.	99,59	09.05.	99,45	2,7	1,3	-1,6
108/308-7	Hardtebenen	Quart. Talfüllungen	106,08	12.12.	106,38	25.04.	106,21	-2,8	0,0	-1,3
101/320-1	Baar	Quart. Talfüllungen	674,54	26.09.	675,18	06.01.	674,76	-1,5	-0,2	-1,2
100/321-9	Hegau-Alb	Muschelkalk	683,42	28.11.	684,60	04.04.	683,95	-3,4	-0,2	-0,7
100/355-1	Bergstraße	Quart. Talfüllungen	96,73	07.02.	97,12	25.04.	96,93	1,4	6,2	1,6
105/370-3	Hegau-Alb	Quart. Talfüllungen	651,75	02.05.	656,39	12.09.	652,74	1,1	3,7	2,4
132/422-5	Hegau	Quart. Talfüllungen	418,33	21.03.	418,71	20.06.	418,51	0,7	1,7	-
167/508-9	Neckarbecken	Quart. Talfüllungen	153,96	27.06.	154,39	14.02.	154,15	-0,7	2,5	-
100/516-6	Mittlere Kuppenalb	Malm Weißjura	690,00	03.01.	696,41	18.04.	692,51	4,1	2,3	-
100/517-0	Hohe Schwabenalb	Malm Weißjura	681,19	26.12.	691,66	11.04.	684,66	-2,4	-1,3	-
3/568-8	Donau-Ablach-Platten	nicht bearbeitet	524,56	14.02.	525,48	28.03.	524,83	0,1	0,2	-
110/623-5	Oberschwäbisches Hügelland	nicht bearbeitet	411,61	28.02.	412,18	31.10.	411,92	0,6	0,7	-
130/623-6	Bodenseebcken	Quart. Talfüllungen	398,95	31.01.	399,64	29.08.	399,24	-0,5	1,5	-
107/666-2	Mittlere Flächenalb	nicht bearbeitet	517,21	03.01.	523,82	02.05.	521,3	13,7	0,9	-
148/717-0	Flachland der unteren Riss	nicht bearbeitet	492,59	03.01.	493,27	25.04.	492,87	1,4	0,8	-
125/721-3	Riss-Aitrach-Platten	Quart. Talfüllungen	651,62	03.01.	652,51	05.09.	652,19	2,1	-0,4	-
102/762-4	Albuch und Härtsfeld	Malm Weißjura	501,40	28.11.	505,53	25.04.	503,03	4,5	3,2	-
109/768-9	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	530,21	03.01.	530,86	29.08.	530,45	0,6	-0,8	0,4
132/768-3	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	516,47	17.01.	517,40	29.08.	516,68	0,2	1,5	-1,0
111/769-0	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	552,23	05.12.	552,76	05.09.	552,45	-1,0	-0,3	0,4
104/770-4	Unteres Illertal	Quart. Talfüllungen	572,56	31.01.	573,72	31.10.	573,03	1,0	-0,1	-0,8
177/770-1	Riss-Aitrach-Platten	Quart. Talfüllungen	593,51	03.01.	594,46	11.04.	593,94	-0,8	-0,9	-
110/773-2	Westallgäuer Hügelland	Quart. Talfüllungen	713,50	28.11.	715,01	28.03.	713,98	1,8	0,2	-
102/814-8	Donauried	Quart. Talfüllungen	443,14	03.01.	445,33	23.05.	444,35	-2,1	2,2	-1,3
121/814-4	Lonetal-Flächenalb (Niedere Alb)	Quart. Talfüllungen	453,63	10.01.	454,47	02.05.	454,17	6,6	0,1	0,2
100/863-0	Ries-Alb	Malm / tief	447,58	01.01.	451,30	09.05.	449,22	13,3	-0,2	-

Ergebnisse 2005 Baden-Württemberg TMN Quellschüttung (Auswahl)										
Messstelle	Naturraum	Grundwasser-Landschaft	Jahresminimum		Jahresmaximum		Mittelwert 2005	Trend		
			2005		2005			[l/s/Jahr]		
			[l/s]	Datum	[l/s]	Datum		[l/s]	10 Jahre	20 Jahre
600/069-3	Kaiserstuhl	mächtiger Löss	0,53	07.01.	0,77	02.06.	0,64	0,0	0,0	0,0
600/171-5	Hochschwarzwald	Kristallin	0,04	01.08.	0,62	18.02.	0,24	0,0	0,0	0,0
601/212-5	Nördlicher Talschwarzwald	Buntsandstein	0,62	21.11.	7,19	24.01.	2,44	-0,2	0,0	0,0
600/263-6	Nördlicher Talschwarzwald	Buntsandstein	4,34	19.12.	29,18	14.02.	11,91	-0,6	-0,1	-0,1
602/320-8	Baar-Alb und Oberes Donautal	Malm Weißjura	0,83	28.11.	5,13	28.03.	2,53	-0,1	0,0	0,0
600/321-0	Hegau-Alb	Tertiär	0,60	19.12.	2,50	02.05.	1,38	-0,1	0,0	0,0
600/407-7	Kraichgau	Höherer Keuper	1,69	03.01.	4,63	21.03.	2,98	-0,2	-0,1	0,0
600/468-4	Baar-Alb und Oberes Donautal	Malm Weißjura	66,00	12.12.	478,00	04.04.	145,40	1,8	1,4	-
600/521-4	Oberschwäbisches Hügelland	Quartär Kies+Sand	1,13	31.01.	3,52	30.05.	1,90	0,0	0,1	0,0
600/564-8	Mittleres (Schwäb.) Albvorland	Lias und Dogger	0,03	11.04.	0,05	17.10.	0,04	0,0	0,0	0,0
600/607-8	Hohenloher-Haller-Ebenen	Lettenkeuper	2,05	05.12.	4,32	02.05.	2,89	-0,1	0,0	0,0
603/657-5	Kocher-Jagst-Ebenen	Muschelkalk	0,28	05.09.	5,00	14.02.	1,47	-0,1	0,0	0,0
600/662-8	Östliches (Schwäb.) Albvorland	Lias und Dogger	0,06	17.10.	0,71	14.02.	0,23	0,0	0,0	0,0
601/759-1	Schwäb.-Fränk. Waldberge	Höherer Keuper	2,48	03.01.	5,85	09.05.	3,80	0,0	0,0	0,0

3.2 GESAMTMESSNETZ - BESCHAFFENHEIT

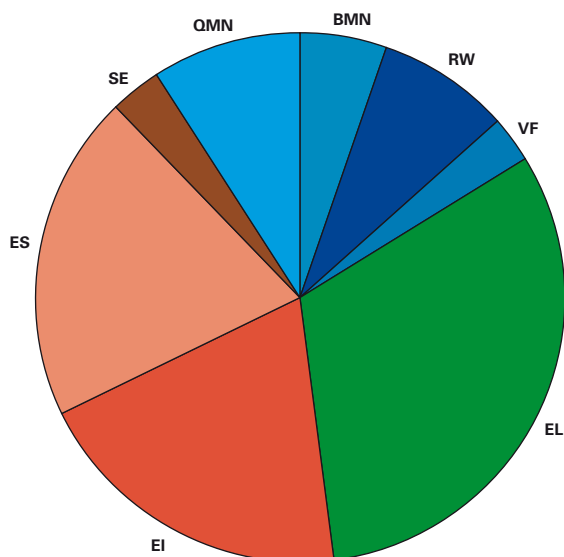
MESSNETZZIEL

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

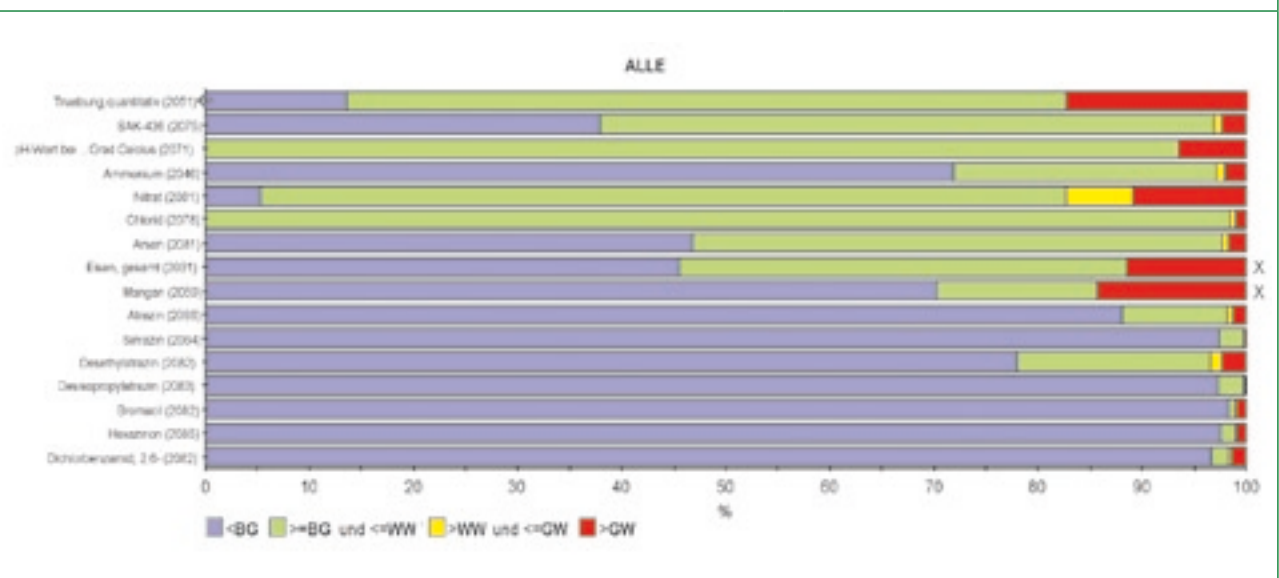
DATENGRUNDLAGE

Ausgewertet wurden für das Jahr 2005 die Daten von insgesamt 2.088 Landesmessstellen. Die vom Land betriebenen Messstellen wurden auf folgende landesweiten Messprogramme untersucht (Messprogramm-Parameter: s. Anhang A2):

Messprogramm	BMN	RW/VF	EL	EI/ES/SE	QMN
Vor-Ort-Parameter	●	●	●	●	●
Messprogr. PSM - 1 u.a.	●	●	●	●	●
Messprogr. Schwermetalle 7	●	●	●	●	●
Messprogramm Geogen (= G, Vollanalyse)	●	●	●	●	●



Messnetz	Messstellen Anzahl	Messstellen Anteil %
BMN	110	5,3
RW	169	8,1
VF	59	2,8
EL	662	31,7
EI	414	19,8
ES	418	20,0
SE	65	3,1
QMN	191	9,1
Summe	2.088	100



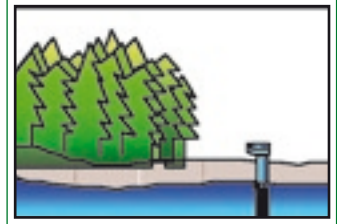
Ergebnisse 2005: Baden-Württemberg ALLE											
Parameter	Dimen- sion	Anz. Mst.	>BG		>WW		>GW		P50 (Median)	P90	Maximum (Minimum)
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	°C	1983	1983	100,0	12	0,6	-	-	12,2	15,2	47,2
Trübung,quantitativ	FNU	2051	1773	86,4	355	17,3	400	19,5	0,24	2,65	391,00
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436nm	1/m	2075	1288	62,1	65	3,1	50	2,4	0,060	0,160	5,800
Leitfähigkeit,elektrisch bei ...Grad Celsius	mS/m	2076	2076	100,0	27	1,3	9	0,4	65,2	100,0	750,0
pH-Wert bei ...Grad Celcius	-	2071	2071	100,0	137	6,6	137	6,6	7,16	7,42	(4,81)/9,03
Saeurekapazitaet bis pH 4,3 bei ...Grad Celsius	mmol/l	2072	2071	100,0	-	-	-	-	5,65	7,20	15,30
Basekapazitaet bis pH 8,2 bei ...Grad Celsius	mmol/l	2035	2028	99,7	-	-	-	-	0,68	1,34	7,50
Summe Erdalkalien	mmol/l	2054	2054	100,0	-	-	-	-	3,61	5,49	22,25
Sauerstoff	mg/l	1944	1855	95,4	-	-	-	-	6,0	9,7	12,1
Sauerstoffsaeatigung	%	1859	1853	99,7	-	-	-	-	60,0	92,0	116,0
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm	1/m	2068	1983	95,9	130	6,3	-	-	1,1	3,6	132,0
Kohlenstoff, geloester organischer	mg/l	2019	1937	95,9	77	3,8	-	-	0,73	1,80	22,60
Calcium	mg/l	2073	2073	100,0	30	1,4	-	-	115,0	166,0	722,0
Magnesium	mg/l	2063	2060	99,9	207	10,0	-	-	17,8	40,1	121,0
Natrium	mg/l	2065	2064	100,0	14	0,7	10	0,5	10,3	33,0	1040,0
Kalium	mg/l	2080	2003	96,3	93	4,5	-	-	1,90	6,00	271,00
Ammonium	mg/l	2046	574	28,1	59	2,9	41	2,0	<0,010	0,060	8,400
Eisen, gesamt	mg/l	2031	1106	54,5	-	-	233	11,5	0,010	0,270	28,800
Mangan	mg/l	2059	611	29,7	-	-	296	14,4	<0,010	0,150	4,100
Chlorid	mg/l	2078	2077	100,0	34	1,6	20	1,0	25,0	68,0	1610,0
Nitrat	mg/l	2081	1970	94,7	360	17,3	227	10,9	19,5	52,0	178,8
Nitrit	mg/l	2072	206	9,9	40	1,9	35	1,7	<0,01	<0,01	1,00
Sulfat	mg/l	2068	2067	100,0	91	4,4	91	4,4	36,6	148,0	2320,0
Phosphat,ortho-	mg/l	1918	1049	54,7	-	-	-	-	<0,030	0,190	8,494
Phosphor, gesamt	mg/l	1892	1391	73,5	-	-	-	-	0,016	0,080	2,930
Silikat	mg/l	2061	2061	100,0	-	-	-	-	9,8	14,0	38,1
Bor	mg/l	1982	1203	60,7	181	9,1	9	0,5	0,028	0,100	5,700
Fluorid	mg/l	2035	1683	82,7	8	0,4	4	0,2	0,100	0,250	2,780
Aluminium	mg/l	1840	795	43,2	9	0,5	8	0,4	<0,005	0,018	0,691
Antimon	mg/l	2083	21	1,0	2	0,1	2	0,1	<0,001	<0,001	0,007
Arsen	mg/l	2081	1108	53,2	49	2,4	36	1,7	<0,0005	0,0024	0,0970
Barium	mg/l	2061	2014	97,7	14	0,7	-	-	0,079	0,270	1,600
Blei	mg/l	2082	157	7,5	4	0,2	3	0,1	<0,0010	<0,0010	0,0371
Cadmium	mg/l	2082	216	10,4	4	0,2	2	0,1	<0,00010	0,00010	0,01080
Kupfer	mg/l	2079	1282	61,7	0	0,0	0	0,0	0,0013	0,0055	0,3448
Nickel	mg/l	2078	679	32,7	17	0,8	11	0,5	<0,0010	0,0027	0,1153
Selen	mg/l	2082	976	46,9	5	0,2	4	0,2	0,0005	0,0011	0,0185
Strontium	mg/l	2082	2082	100,0	-	-	-	-	0,367	1,013	14,252
Uran	mg/l	2082	1499	72,0	-	-	-	-	0,0008	0,0030	0,0997
Zink	mg/l	2081	1577	75,8	-	-	-	-	0,019	0,141	7,613
Atrazin	µg/l	2086	249	11,9	38	1,8	24	1,2	<0,02	0,02	0,70
Simazin	µg/l	2084	55	2,6	5	0,2	4	0,2	<0,02	<0,02	0,21
Terbutylazin	µg/l	2086	10	0,5	3	0,1	3	0,1	<0,02	<0,02	0,85
Desethylatrazin	µg/l	2082	457	22,0	72	3,5	49	2,4	<0,02	0,04	0,66
Desisopropylatrazin	µg/l	2083	56	2,7	5	0,2	3	0,1	<0,02	<0,02	0,19
Desethylterbutylazin	µg/l	2085	11	0,5	4	0,2	3	0,1	<0,02	<0,02	0,95
Propazin	µg/l	2085	3	0,1	1	0,0	1	0,0	<0,05	<0,05	0,35
Metalaxyl	µg/l	2086	1	0,0	1	0,0	1	0,0	<0,05	<0,05	0,22
Metazachlor	µg/l	2086	3	0,1	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,07
Metolachlor	µg/l	2086	7	0,3	3	0,1	2	0,1	<0,05	<0,05	0,16
Bromacil	µg/l	2082	35	1,7	23	1,1	19	0,9	<0,05	<0,05	1,18
Hexazinon	µg/l	2085	53	2,5	21	1,0	18	0,9	<0,05	<0,05	0,91
Dichlorbenzamid, 2,6-	µg/l	2082	70	3,4	36	1,7	30	1,4	<0,05	<0,05	4,00
Bentazon	µg/l	77	27	35,1	17	22,1	11	14,3	<0,05	0,22	1,70

Hinweise siehe Anhang A6

3.3 BASISMESSNETZ (BMN)

MESSNETZZIEL

Landesweiter Überblick über Zustand und Entwicklung der natürlichen, von anthropogenen Einflüssen möglichst wenig beeinflussten Grundwasserbeschaffenheit.

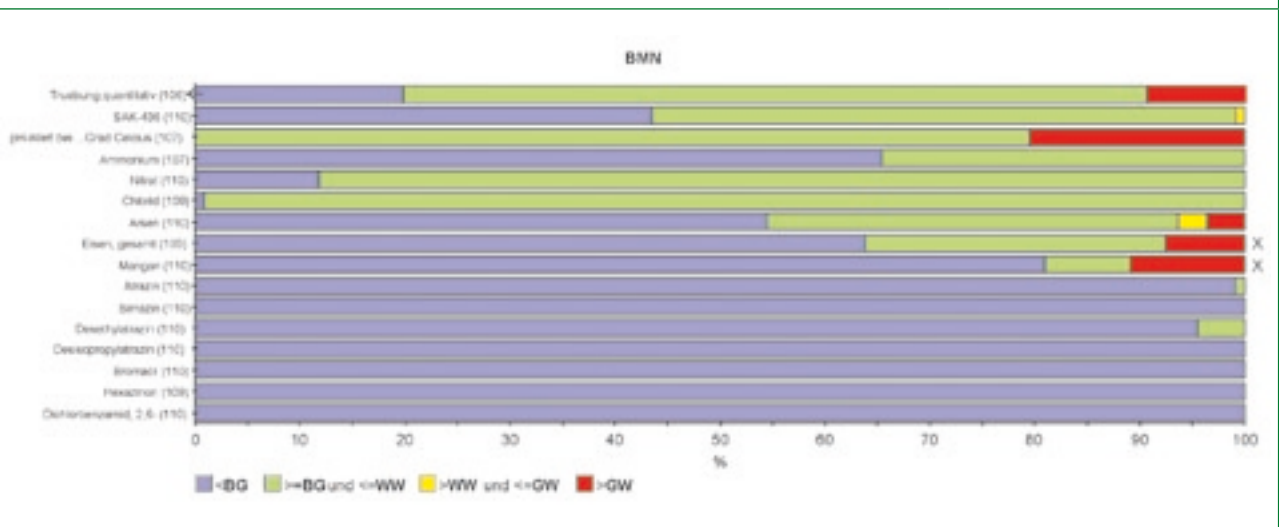


DATENGRUNDLAGE

Beprobt wurden 110 Messstellen in verschiedenen Grundwasserlandschaften Baden-Württembergs. Generell wurde untersucht auf die Messprogramme: „Vor-Ort“, „Geogen“, „Schwermetalle“, „PSM-1“ und die diesjährigen Zusatzparameter.

WICHTIGE ERGEBNISSE/AUFFÄLLIGKEITEN

- Beim **Nitrat** liegen 90 % aller Messstellen unter 15,2 mg/l (P-90-Wert), was in etwa als die Obergrenze des natürlichen Nitratgehaltes (15 mg/l) angesetzt werden kann. Die Hälfte aller Messstellen weist sogar noch kleinere Konzentrationen von weniger als 7,3 mg/l (P-50-Wert) auf.
- Die vereinzelt **PSM-Nachweise** von Triazin finden sich an fünf Tiefbrunnen und Quellen im verkarsteten Muschelkalk und Malm mit Ackerbau, Dörfern, Straßen und Deponien im Einzugsgebiet. Der **Bentazon-Nachweis** mit einer hohen, den Grenzwert überschreitenden Konzentration liegt an einer Messstelle mit einem großen bewaldeten Einzugsgebiet, an das sich ein ackerbaulich genutztes Teileinzugsgebiet anschließt. Andere PSM sind im BMN nicht nachweisbar.
- Die hohen **Temperaturen** von über 40 °C werden an Thermalwässern vorgefunden.
- **Schwermetalle:** Der einzige **Antimon-Befund** in grenzwertüberschreitender Konzentration findet sich an einer tiefen Messstelle mit artesisch gespanntem Grundwasser in der Oberen Meeresmolasse im Alpenvorland. Hier liegt auch der **Arsengehalt** über dem Grenzwert. Auch begleiten andere Schwermetallnachweise die Befunde. Die gleichzeitige Sauerstoff- und Nitratfreiheit des Wassers und Isotopenuntersuchungen deuten auf ein ausgezehrtes und sehr altes Grundwasser hin. Daher können die Schwermetallnachweise auf natürliche geogene Ursachen zurückgeführt werden. Auch die anderen z.T. grenzwertüberschreitenden Befunde bei **Eisen, Mangan, Arsen, Cadmium, Kupfer, Zink und Blei** sind zumeist geogen. Einige der Schwermetallbefunde werden auch an Waldquellen mit Erzvorkommen im Einzugsgebiet gemessen.
- Die hohe **pH - Grenzwertunterschreitungsquote** von 20,6 % ist durch saure Quellwässer in den Höhenlagen von Schwarzwald, Odenwald und Keuperbergland verursacht. Das Maximum und Minimum im BMN sind gleichzeitig die landesweiten Extremwerte. pH 9,03 findet sich an einer sehr tiefen, in der Oberen Meeresmolasse verfilterten Messstelle am Bodensee, pH 4,81 an einer sauren Quelle im mittleren Schwarzwald. An dieser Waldquelle wird eine der zwei landesweit festgestellten versauerungsbedingten **Aluminium-Grenzwertüberschreitungen** registriert.



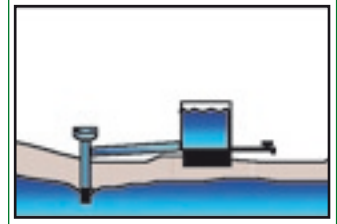
Ergebnisse 2005: Baden-Württemberg BMN											
Parameter	Dimen- sion	Anz. Mst.	>BG		>WW		>GW		P50 (Median)	P90	Maximum (Minimum)
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	°C	97	97	100,0	5	5,2	-	-	9,5	14,5	47,2
Trübung,quantitativ	FNU	106	85	80,2	10	9,4	11	10,4	0,20	1,10	37,40
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436nm	1/m	110	62	56,4	1	0,9	0	0,0	0,050	0,120	0,460
Leitfaehigkeit,elektrisch bei ...Grad Celsius	mS/m	108	108	100,0	0	0,0	0	0,0	42,2	61,7	91,3
pH-Wert bei ...Grad Celcius	-	107	107	100,0	22	20,6	22	20,6	7,24	7,67	(4,81)/9,03
Saeurekapazitaet bis pH 4,3 bei ...Grad Celsius	mmol/l	109	108	99,1	-	-	-	-	4,48	6,45	7,67
Basekapazitaet bis pH 8,2 bei ...Grad Celsius	mmol/l	108	104	96,3	-	-	-	-	0,40	0,83	1,54
Summe Erdalkalien	mmol/l	104	104	100,0	-	-	-	-	2,44	3,72	5,47
Sauerstoff	mg/l	96	93	96,9	-	-	-	-	9,2	10,7	11,4
Sauerstoffsaeatigung	%	92	92	100,0	-	-	-	-	87,0	99,0	102,0
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm	1/m	109	101	92,7	2	1,8	-	-	0,6	1,6	10,1
Kohlenstoff, geloester organischer	mg/l	101	93	92,1	2	2,0	-	-	0,49	1,40	3,40
Calcium	mg/l	107	107	100,0	0	0,0	-	-	71,0	113,5	153,0
Magnesium	mg/l	107	106	99,1	5	4,7	-	-	11,5	34,9	45,9
Natrium	mg/l	109	109	100,0	1	0,9	0	0,0	3,2	12,4	181,0
Kalium	mg/l	110	99	90,0	0	0,0	-	-	1,10	2,02	5,40
Ammonium	mg/l	107	37	34,6	0	0,0	0	0,0	<0,010	0,140	0,360
Eisen, gesamt	mg/l	105	38	36,2	-	-	8	7,6	<0,010	0,068	4,580
Mangan	mg/l	110	21	19,1	-	-	12	10,9	<0,010	0,060	0,540
Chlorid	mg/l	109	108	99,1	0	0,0	0	0,0	3,6	13,2	44,0
Nitrat	mg/l	110	97	88,2	0	0,0	0	0,0	7,3	15,2	32,6
Nitrit	mg/l	109	1	0,9	1	0,9	1	0,9	<0,01	<0,01	0,13
Sulfat	mg/l	108	108	100,0	0	0,0	0	0,0	15,4	49,0	203,0
Phosphat,ortho-	mg/l	106	54	50,9	-	-	-	-	<0,030	0,142	0,470
Phosphor, gesamt	mg/l	102	68	66,7	-	-	-	-	0,012	0,053	0,140
Siilikat	mg/l	109	109	100,0	-	-	-	-	10,0	16,0	23,5
Bor	mg/l	104	29	27,9	4	3,8	0	0,0	<0,020	0,047	0,220
Fluorid	mg/l	103	77	74,8	2	1,9	0	0,0	0,079	0,320	1,500
Aluminium	mg/l	106	52	49,1	1	0,9	1	0,9	<0,005	0,022	0,413
Antimon	mg/l	110	1	0,9	1	0,9	1	0,9	<0,001	<0,001	0,006
Arsen	mg/l	110	50	45,5	7	6,4	4	3,6	<0,0005	0,0026	0,0329
Barium	mg/l	105	94	89,5	1	1,0	-	-	0,076	0,510	1,022
Blei	mg/l	110	6	5,5	1	0,9	1	0,9	<0,0010	<0,0010	0,0317
Cadmium	mg/l	110	14	12,7	0	0,0	0	0,0	<0,00010	0,00010	0,00060
Kupfer	mg/l	110	42	38,2	0	0,0	0	0,0	<0,0010	0,0024	0,0409
Nickel	mg/l	110	22	20,0	0	0,0	0	0,0	<0,0010	0,0018	0,0055
Selen	mg/l	110	16	14,5	1	0,9	1	0,9	<0,0005	0,0006	0,0147
Strontium	mg/l	110	110	100,0	-	-	-	-	0,164	0,637	3,632
Uran	mg/l	110	51	46,4	-	-	-	-	<0,0005	0,0022	0,0092
Zink	mg/l	110	75	68,2	-	-	-	-	0,012	0,064	0,914
Atrazin	µg/l	110	1	0,9	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	0,03
Simazin	µg/l	110	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	-
Terbutylazin	µg/l	110	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	-
Desethylatrazin	µg/l	110	5	4,5	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	0,08
Desisopropylatrazin	µg/l	110	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	-
Desethylterbutylazin	µg/l	110	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	-
Propazin	µg/l	110	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Metalaxyl	µg/l	110	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Metazachlor	µg/l	110	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Metolachlor	µg/l	110	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Bromacil	µg/l	110	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Hexazinon	µg/l	109	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Dichlorbenzamid, 2,6-	µg/l	110	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Bentazon	µg/l	2	1	50,0	1	50,0	1	50,0	0,12	0,20	0,20

Hinweise siehe Anhang A6

3.4 REPRÄSENTATIVES ROHWASSERMESSNETZ (RW)

MESSNETZZIEL

Landesweiter repräsentativer Überblick über das zur öffentlichen Wasserversorgung genutzte Grundwasser.



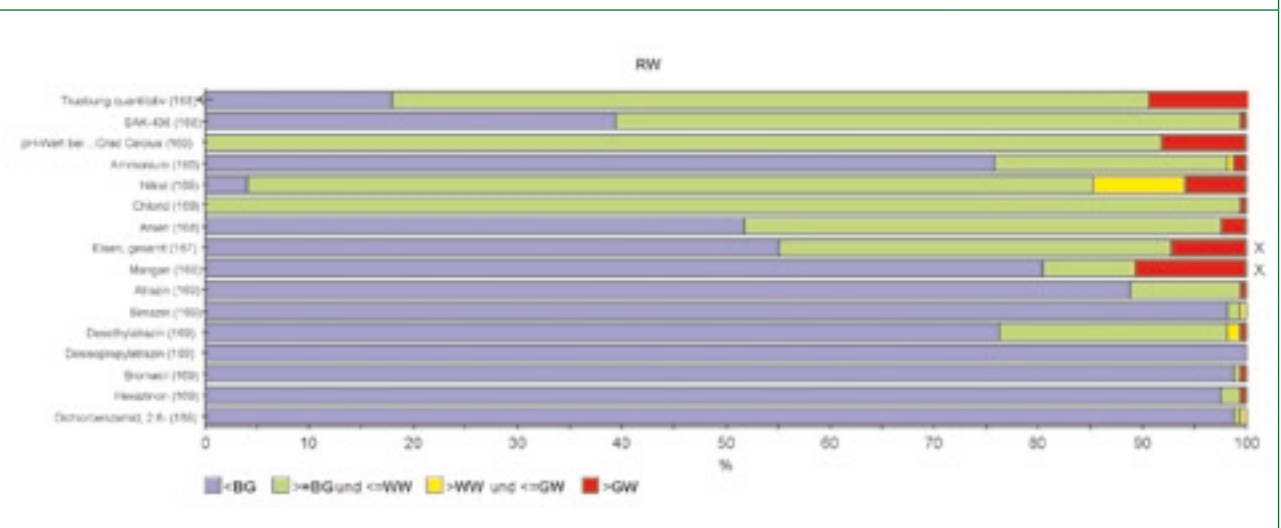
DATENGRUNDLAGE

Ausgewertet wurden 169 repräsentative Rohwassermessstellen aus dem Landesmessnetz. Generell wurde untersucht auf die Messprogramme: „Vor-Ort“, „Geogen“, „Schwermetalle“, „PSM-1“ und die diesjährigen Zusatzparameter.

WICHTIGE ERGEBNISSE/AUFFÄLLIGKEITEN

Sämtliche genannten Grenzwertüberschreitungen beziehen sich auf das Grundwasser als Rohwasser, ungeachtet dessen, inwieweit dieses Wasser für die Trinkwasserversorgung noch aufbereitet oder mit weniger belastetem Wasser gemischt wird.

- **Nitrat:** An jeder siebzehnten Messstelle liegt der Nitratgehalt über dem Grenzwert von 50 mg/l. Der P-90-Wert liegt bei 43,6 mg/l, der P-50-Wert bei 18,1 mg/l. An 15 % aller Messstellen wird der Warnwert von 40 mg/l überschritten. Weniger als die Hälfte aller Messstellen (42 %) weisen natürliche Nitratgehalte von weniger als 15 mg/l auf.
- **PSM-Nachweise** finden sich bei DEA, Atrazin, Simazin, Metolachlor, Bromacil, Hexazinon und 2,6-Dichlorbenzamid. Jedoch werden an nur fünf Messstellen die Einzelstoffgrenzwerte überschritten. Drei der Grenzwertüberschreitungen von **DEA**, **Atrazin** und **Metolachlor** finden sich gleichzeitig an einer Messstelle mit einem ackerbaulich genutzten Teileinzugsgebiet. Auch die beiden Grenzwertüberschreitungen von **Bromacil** und **Hexazinon** sind räumlich eng begrenzt, nämlich auf zwei Messstellen in einem Wasserschutzgebiet unterstromig einer Gleisanlage.
- **Schwermetalle:** Arsen, Blei, Cadmium, Eisen, Kupfer, Mangan, Nickel und Zink konnten nachgewiesen werden. Antimon findet sich an keiner Messstelle. Warn- und Grenzwerte werden nur bei **Arsen**, **Eisen**, **Mangan** und **Nickel** überschritten. Diese sind meist geogen bedingt und finden sich oft in tieferen Grundwässern. Eine der Grenzwertüberschreitungen bei Arsen findet sich im Raum Wiesloch, einem ehemaligen Kalk- und Erzabbaugebiet im anstehenden Muschelkalk. Hier wurden schon von Kelten und Römern die u.a. auch stark arsenhaltigen Galmei- und Bleiglanzvorkommen abgebaut. Die Bergbauaktivität zog sich über das Mittelalter bis in das 19. Jahrhundert hinein. Durch Erosion wurden Teile der Abraumhalden und damit auch die Schwermetalle bis in die Täler der Rheinebenflüsse und in die Oberrheinebene getragen. Die Grenzwertüberschreitung bei Nickel findet sich im Bereich von schwermetallreichen Juratongesteinen.
- Beim **pH-Wert** wird der untere Grenzwert an 8,3 % der Messstellen unterschritten, meist im mittleren und südlichen Schwarzwald. Es gibt keine Warnwertüberschreitungen bei **Aluminium**.



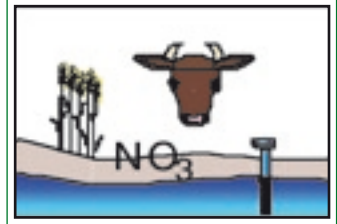
Ergebnisse 2005: Baden-Württemberg RW											
Parameter	Dimen- sion	Anz. Mst.	>BG		>WW		>GW		P50 (Median)	P90	Maximum (Minimum)
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	°C	162	162	100,0	0	0,0	-	-	11,5	13,4	15,9
Trübung,quantitativ	FNU	168	138	82,1	16	9,5	19	11,3	0,16	1,20	49,00
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436nm	1/m	168	102	60,7	1	0,6	1	0,6	0,038	0,110	0,700
Leitfähigkeit,elektrisch bei ...Grad Celsius	mS/m	169	169	100,0	0	0,0	0	0,0	62,0	91,5	179,3
pH-Wert bei ...Grad Celcius	-	169	169	100,0	14	8,3	14	8,3	7,21	7,41	(5,80)/7,76
Saeurekapazitaet bis pH 4,3 bei ...Grad Celsius	mmol/l	169	169	100,0	-	-	-	-	5,62	6,84	10,80
Basekapazitaet bis pH 8,2 bei ...Grad Celsius	mmol/l	162	162	100,0	-	-	-	-	0,60	1,20	1,99
Summe Erdalkalien	mmol/l	168	168	100,0	-	-	-	-	3,38	4,92	7,07
Sauerstoff	mg/l	162	155	95,7	-	-	-	-	6,2	9,6	10,9
Sauerstoffsattigung	%	158	158	100,0	-	-	-	-	59,5	93,0	100,0
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm	1/m	168	165	98,2	1	0,6	-	-	0,8	2,3	5,3
Kohlenstoff, geloester organischer	mg/l	167	152	91,0	1	0,6	-	-	0,60	1,25	3,37
Calcium	mg/l	168	168	100,0	0	0,0	-	-	110,0	145,0	195,7
Magnesium	mg/l	168	168	100,0	17	10,1	-	-	18,2	40,8	75,5
Natrium	mg/l	168	168	100,0	1	0,6	1	0,6	8,4	23,5	216,0
Kalium	mg/l	169	166	98,2	1	0,6	-	-	1,80	3,80	37,70
Ammonium	mg/l	165	40	24,2	3	1,8	2	1,2	<0,010	0,040	0,830
Eisen, gesamt	mg/l	167	75	44,9	-	-	12	7,2	<0,010	0,070	4,700
Mangan	mg/l	168	33	19,6	-	-	18	10,7	<0,010	0,090	0,810
Chlorid	mg/l	169	169	100,0	1	0,6	1	0,6	19,8	55,3	266,0
Nitrat	mg/l	169	162	95,9	25	14,8	10	5,9	18,1	43,6	94,0
Nitrit	mg/l	169	4	2,4	2	1,2	0	0,0	<0,01	<0,01	0,09
Sulfat	mg/l	168	168	100,0	2	1,2	2	1,2	35,4	138,0	288,0
Phosphat,ortho-	mg/l	162	79	48,8	-	-	-	-	<0,030	0,120	1,600
Phosphor, gesamt	mg/l	158	100	63,3	-	-	-	-	0,010	0,053	0,610
Silikat	mg/l	167	167	100,0	-	-	-	-	9,1	13,1	24,6
Bor	mg/l	163	95	58,3	9	5,5	1	0,6	0,022	0,070	1,230
Fluorid	mg/l	167	136	81,4	0	0,0	0	0,0	0,100	0,250	0,718
Aluminium	mg/l	162	69	42,6	0	0,0	0	0,0	<0,005	0,015	0,110
Antimon	mg/l	168	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,001	<0,001	-
Arsen	mg/l	168	81	48,2	4	2,4	4	2,4	0,0005	0,0027	0,0970
Barium	mg/l	167	159	95,2	0	0,0	-	-	0,085	0,266	0,750
Blei	mg/l	168	11	6,5	0	0,0	0	0,0	<0,0010	<0,0010	0,0057
Cadmium	mg/l	168	12	7,1	0	0,0	0	0,0	<0,00010	<0,00010	0,00060
Kupfer	mg/l	168	124	73,8	0	0,0	0	0,0	0,0015	0,0048	0,0331
Nickel	mg/l	168	35	20,8	1	0,6	1	0,6	<0,0010	0,0019	0,0214
Selen	mg/l	168	72	42,9	0	0,0	0	0,0	<0,0005	0,0010	0,0045
Strontium	mg/l	168	168	100,0	-	-	-	-	0,398	1,021	3,896
Uran	mg/l	167	115	68,9	-	-	-	-	0,0007	0,0026	0,0110
Zink	mg/l	168	131	78,0	-	-	-	-	0,018	0,097	0,216
Atrazin	µg/l	169	19	11,2	1	0,6	1	0,6	<0,02	0,02	0,19
Simazin	µg/l	169	3	1,8	1	0,6	0	0,0	<0,02	<0,02	0,09
Terbutylazin	µg/l	169	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	-
Desethylatrazin	µg/l	169	40	23,7	3	1,8	1	0,6	<0,02	0,04	0,20
Desisopropylatrazin	µg/l	169	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	-
Desethylterbutylazin	µg/l	169	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	-
Propazin	µg/l	169	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Metalaxyl	µg/l	169	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Metazachlor	µg/l	169	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Metolachlor	µg/l	169	2	1,2	1	0,6	1	0,6	<0,05	<0,05	0,12
Bromacil	µg/l	169	2	1,2	1	0,6	1	0,6	<0,05	<0,05	0,24
Hexazinon	µg/l	169	4	2,4	1	0,6	1	0,6	<0,05	<0,05	0,11
Dichlorbenzamid, 2,6-	µg/l	169	2	1,2	1	0,6	0	0,0	<0,05	<0,05	0,09
Bentazon	µg/l	3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-

Hinweise siehe Anhang A6

3.5 EMITTENTENMESSSTELLEN LANDWIRTSCHAFT (EL)

MESSNETZZIEL

Landesweiter Überblick über Zustand und Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit im Wirkungsbereich von landwirtschaftlichen Bodennutzungen.

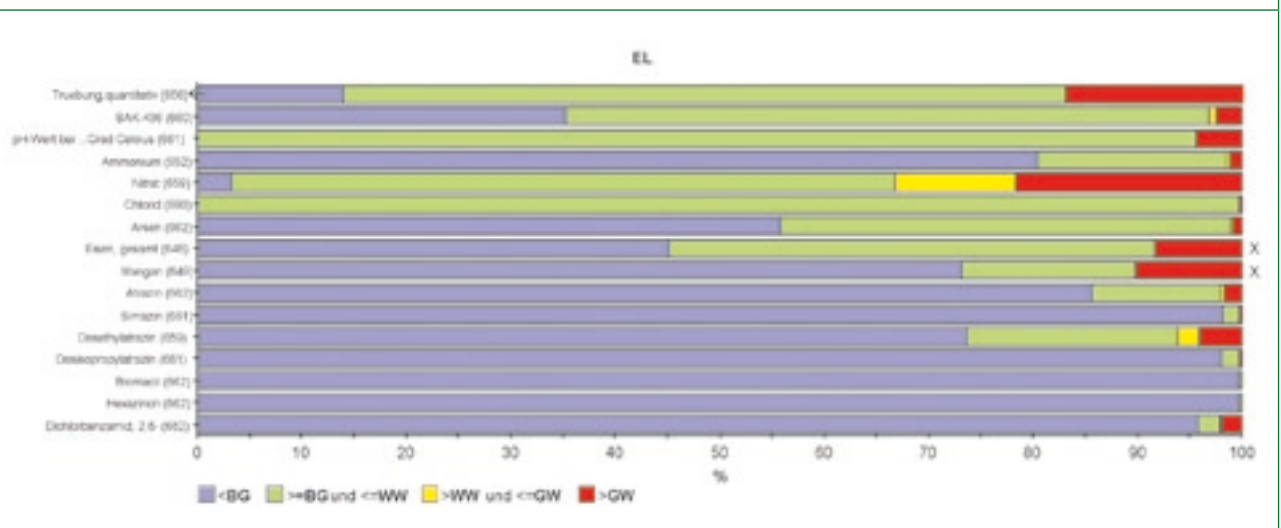


DATENGRUNDLAGE

Die insgesamt 662 beprobten Emittentenmessstellen Landwirtschaft wurden generell untersucht auf die Messprogramme: „Vor-Ort“, „Geogen“, „Schwermetalle“, „PSM-1“ und die diesjährigen Zusatzparameter.

WICHTIGE ERGEBNISSE/AUFFÄLLIGKEITEN

- **Nitrat:** An jeder fünften Messstelle liegt der Nitratgehalt über dem Grenzwert von 50 mg/l. Der P-90-Wert liegt bei 69,0 mg/l, der P-50-Wert bei 29 mg/l. An einem Drittel aller Messstellen (33 %) wird der Warnwert von 40 mg/l überschritten. An fast drei Viertel aller Messstellen (74 %) liegen die Konzentrationen über dem natürlichen Nitratgehalt von 15 mg/l.
- **PSM:** Bei vielen PSM finden sich hier die meisten Nachweise aller Teilmessnetze in z.T. landesweit höchsten Konzentrationen. An 66 Messstellen werden die Einzelstoffgrenzwerte überschritten. Bei den elf Atrazin-Grenzwertüberschreitungen finden sich in sechs Fällen solche auch bei DEA, in zwei Fällen auch Simazinnachweise. Die beiden Simazingrenzwertüberschreitungen finden sich auf einem Hofgelände und an einem Weinhang nahe einer Bahnstrecke. Der landesweit einzige grenzwertüberschreitende Propazinbefund liegt neben einer Autobahn, die Grenzwertüberschreitungen bei Metalaxyl bzw. Metolachlor an einem Erdbeerfeld bzw. an einem Hof in einem Ackerbaugelände. Neun der 13 Grenzwertüberschreitungen bei 2,6-Dichlorbenzamid finden sich an Weinhängen, fünf dieser Befunde in einem einzigen Weinanbaugebiet im Markgräflerland. Die acht Bentazon-Grenzwertüberschreitungen liegen durchweg in Ackerbaugeländen.
- **Schwermetalle:** Grenzwertüberschreitungen gibt es bei Arsen, Nickel, Eisen und Mangan. Antimon findet sich ohne Grenzwertüberschreitung an zwei Messstellen, in Begleitung von Arsen, Kupfer und teilweise Nickel. Auffällig ist in einem Fall die Nähe zu Abwasser- und Regenwasseranlagen, deren Einfluß durch hohe Bor-, EDTA- und Kaliumbefunde angezeigt wird. Auch bei den Arsengrenzwertüberschreitungen existiert ein solcher Zusammenhang, wenn auch nicht so häufig wie im VMI und VMS. Die im Vergleich zum VMI und VMS wenigen grenzwertüberschreitenden Eisen- und Mangankonzentrationen sind z.T. auf die höheren Sauerstoffgehalte unter den landwirtschaftlich genutzten Böden zurückzuführen. Mit 65,5 % Sättigung ist der P-50-Wert hier höher. Der höhere Sauerstoffgehalt, wie auch die hier geringere Häufigkeit der Existenz des anthropogen eingetragenen Komplexbildners EDTA verringern die Schwermetalllöslichkeit.



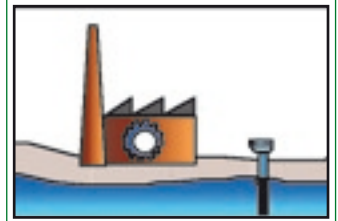
Ergebnisse 2005: Baden-Württemberg EL											
Parameter	Dimen- sion	Anz. Mst.	>BG		>WW		>GW		P50 (Median)	P90	Maximum (Minimum)
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	°C	634	634	100,0	1	0,2	-	-	11,8	14,4	20,7
Trübung,quantitativ	FNU	656	564	86,0	110	16,8	119	18,1	0,22	2,16	124,00
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436nm	1/m	660	427	64,7	21	3,2	16	2,4	<0,050	0,120	4,400
Leitfähigkeit,elektrisch bei ...Grad Celsius	mS/m	662	662	100,0	0	0,0	0	0,0	65,2	92,7	188,0
pH-Wert bei ...Grad Celcius	-	661	661	100,0	29	4,4	29	4,4	7,16	7,40	(5,33)/7,88
Saeurekapazitaet bis pH 4,3 bei ...Grad Celsius	mmol/l	659	659	100,0	-	-	-	-	5,74	7,27	15,30
Basekapazitaet bis pH 8,2 bei ...Grad Celsius	mmol/l	653	652	99,8	-	-	-	-	0,68	1,34	4,37
Summe Erdalkalien	mmol/l	653	653	100,0	-	-	-	-	3,70	5,22	11,21
Sauerstoff	mg/l	628	605	96,3	-	-	-	-	6,8	9,6	11,8
Sauerstoffsattigung	%	598	595	99,5	-	-	-	-	65,5	92,0	104,0
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm	1/m	658	651	98,9	39	5,9	-	-	1,1	3,4	132,0
Kohlenstoff, geloester organischer	mg/l	650	631	97,1	23	3,5	-	-	0,70	1,60	22,60
Calcium	mg/l	659	659	100,0	3	0,5	-	-	117,0	163,0	345,0
Magnesium	mg/l	654	654	100,0	49	7,5	-	-	17,8	37,9	121,0
Natrium	mg/l	660	660	100,0	2	0,3	1	0,2	8,2	18,4	204,0
Kalium	mg/l	659	621	94,2	19	2,9	-	-	1,50	4,58	80,10
Ammonium	mg/l	652	128	19,6	10	1,5	7	1,1	<0,010	0,024	5,470
Eisen, gesamt	mg/l	646	354	54,8	-	-	54	8,4	0,010	0,122	19,300
Mangan	mg/l	649	174	26,8	-	-	66	10,2	<0,010	0,053	2,081
Chlorid	mg/l	660	660	100,0	2	0,3	1	0,2	23,4	50,8	304,5
Nitrat	mg/l	659	637	96,7	219	33,2	143	21,7	29,0	69,0	178,8
Nitrit	mg/l	661	59	8,9	10	1,5	10	1,5	<0,01	<0,01	1,00
Sulfat	mg/l	658	657	99,8	16	2,4	16	2,4	35,5	118,0	827,0
Phosphat,ortho-	mg/l	627	285	45,5	-	-	-	-	<0,030	0,134	1,580
Phosphor, gesamt	mg/l	621	429	69,1	-	-	-	-	0,012	0,055	0,582
Silikat	mg/l	658	658	100,0	-	-	-	-	10,0	13,8	36,5
Bor	mg/l	637	319	50,1	32	5,0	0	0,0	<0,020	0,064	1,000
Fluorid	mg/l	648	527	81,3	0	0,0	0	0,0	0,100	0,220	0,819
Aluminium	mg/l	630	287	45,6	1	0,2	1	0,2	<0,005	0,014	0,691
Antimon	mg/l	662	2	0,3	0	0,0	0	0,0	<0,001	<0,001	0,003
Arsen	mg/l	662	292	44,1	7	1,1	6	0,9	0,0005	0,0017	0,0196
Barium	mg/l	661	649	98,2	6	0,9	-	-	0,079	0,291	1,200
Blei	mg/l	662	45	6,8	0	0,0	0	0,0	<0,0010	<0,0010	0,0076
Cadmium	mg/l	662	64	9,7	1	0,2	0	0,0	<0,00010	<0,00010	0,00220
Kupfer	mg/l	661	387	58,5	0	0,0	0	0,0	0,0012	0,0049	0,0858
Nickel	mg/l	660	191	28,9	5	0,8	3	0,5	<0,0010	0,0022	0,0304
Selen	mg/l	662	283	42,7	0	0,0	0	0,0	<0,0005	0,0010	0,0038
Strontium	mg/l	662	662	100,0	-	-	-	-	0,369	0,773	10,680
Uran	mg/l	662	486	73,4	-	-	-	-	0,0009	0,0027	0,0246
Zink	mg/l	662	498	75,2	-	-	-	-	0,020	0,156	7,613
Atrazin	µg/l	662	95	14,4	14	2,1	11	1,7	<0,02	0,03	0,30
Simazin	µg/l	661	12	1,8	2	0,3	2	0,3	<0,02	<0,02	0,21
Terbutylazin	µg/l	662	2	0,3	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	0,07
Desethylatrazin	µg/l	659	173	26,3	40	6,1	27	4,1	<0,02	0,06	0,46
Desisopropylatrazin	µg/l	661	13	2,0	2	0,3	2	0,3	<0,02	<0,02	0,19
Desethylterbutylazin	µg/l	661	5	0,8	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	0,06
Propazin	µg/l	662	1	0,2	1	0,2	1	0,2	<0,05	<0,05	0,35
Metalaxyl	µg/l	662	1	0,2	1	0,2	1	0,2	<0,05	<0,05	0,22
Metazachlor	µg/l	662	1	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,06
Metolachlor	µg/l	662	3	0,5	2	0,3	1	0,2	<0,05	<0,05	0,16
Bromacil	µg/l	662	1	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,07
Hexazinon	µg/l	662	2	0,3	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,05
Dichlorbenzamid, 2,6-	µg/l	662	28	4,2	14	2,1	13	2,0	<0,05	<0,05	0,64
Bentazon	µg/l	40	20	50,0	14	35,0	8	20,0	0,06	0,45	1,05

Hinweise siehe Anhang A6

3.6 EMITTENTENMESSSTELLEN INDUSTRIE (EI)

MESSNETZZIEL

Landesweiter Überblick über Zustand und Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit unterhalb von Industriestandorten.

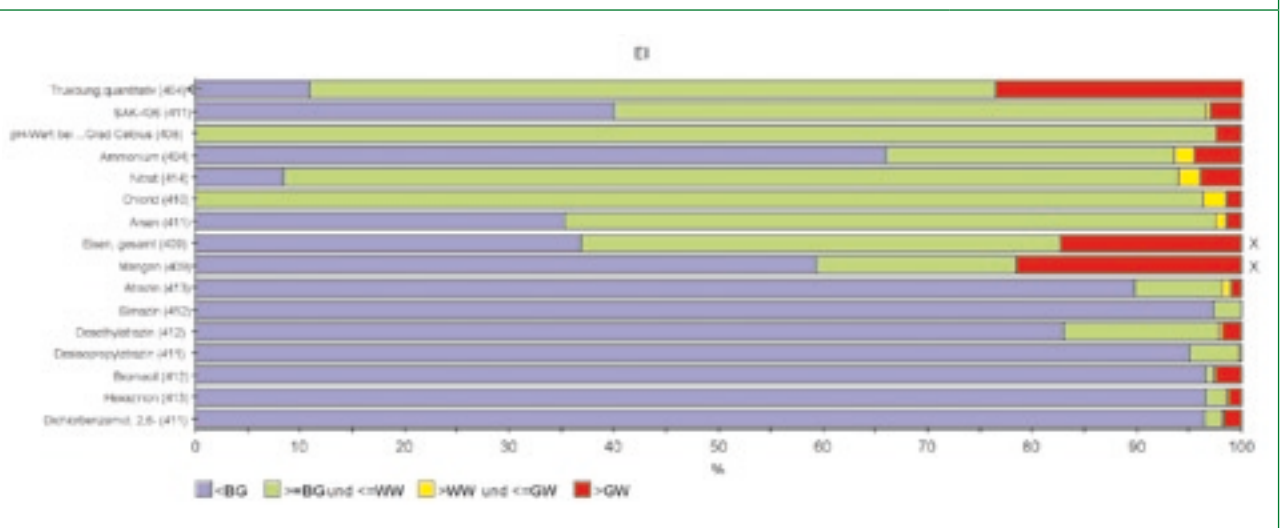


DATENGRUNDLAGE

Die 414 Emittentenmessstellen Industrie wurden generell untersucht auf die Messprogramme: „Vor-Ort“, „Geogen“, „Schwermetalle“, „PSM-1“ und die diesjährigen Zusatzparameter.

WICHTIGE ERGEBNISSE/AUFFÄLLIGKEITEN

- **Nitrat:** An jeder 26. Messstelle liegt der Nitratgehalt über dem Grenzwert von 50 mg/l. Der P-90-Wert liegt bei 35,6 mg/l, der P-50-Wert bei 16,5 mg/l. An mehr als 90 % aller Messstellen (94 %) wird der Warnwert von 40 mg/l unterschritten. An etwa der Hälfte aller Messstellen (53 %) liegen die Konzentrationen über dem natürlichen Nitratgehalt von 15 mg/l.
- **PSM-Nachweise** gibt es bei vielen PSM. An 40 Messstellen werden die Einzelstoffgrenzwerte überschritten. Bei **Terbutylazin**, **Desethylterbutylazin** und **DEA** liegen die landesweit höchsten Konzentrationen vor. Bei den vier **Atrazin**-Grenzwertüberschreitungen gibt es durchweg auch solche von **DEA**, z.T. auch von Terbutylazin, Desethylterbutylazin, Bromacil, Hexazinon und 2,6-Dichlorbenzamid. Nur zwei der sieben Grenzwertüberschreitungen bei 2,6-Dichlorbenzamid finden sich an Messstellen in Weinanbaugebieten, sonst sind offenbar ehemalige Anwendungen auf Nichtkulturland die Ursache. Die **Bromacil-** und **Hexazinongrenzwertüberschreitungen** finden sich meist im Bereich von Bahnanlagen. An drei Messstellen gibt es Grenzwertüberschreitungen für beide Stoffe. In Singen liegt ein industriebedingter **Terbutylazinschadensfall**, welcher die drei landesweit einzigen Grenzwertüberschreitungen verursacht. Auch andere PSM-Wirkstoffe wie Bromacil und Hexazinon werden dort gefunden, die aber offenbar auf PSM-Applikationen auf benachbarten Gleisanlagen zurückzuführen sind. Mittlerweile wird hier das Grundwasser saniert.
- **Schwermetalle:** Grenzwertüberschreitungen existieren bei **Antimon**, **Arsen**, **Blei**, **Cadmium**, **Nickel**, **Eisen** und **Mangan**. Antimon findet sich mit einer Grenzwertüberschreitung an acht Messstellen, meist in Begleitung von Arsen und Kupfer. Auffällig ist hier die oftmalige Nähe zu Industrieanlagen, deren Einfluß durch hohe Bor-, EDTA-, LHKW- und Kaliumbefunde belegt wird. Auch bei den Arsen-, Blei-, Nickel und Cadmiumgrenzwertüberschreitungen existiert dieser Zusammenhang, u.a. zur Metallindustrie und zu Tankstellen. Die im Vergleich zu anderen Teilmessnetzen sehr vielen grenzwertüberschreitenden Eisen- und Mangankonzentrationen sind mit auf die niedrigen Sauerstoffgehalte zurückzuführen. Mit einem P-50-Wert von 45 % Sättigung ist die Hälfte aller Messstellen stark sauerstoffuntersättigt. Der geringe Sauerstoffgehalt, wie auch das Vorhandensein des anthropogen eingetragenen Komplexbildners EDTA erhöhen die Schwermetalllöslichkeit.



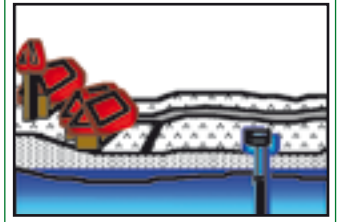
Ergebnisse 2005: Baden-Württemberg EI											
Parameter	Dimen- sion	Anz. Mst.	>BG		>WW		>GW		P50 (Median)	P90	Maximum (Minimum)
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	°C	398	398	100,0	4	1,0	-	-	13,7	16,3	22,1
Trübung,quantitativ	FNU	404	360	89,1	95	23,5	105	26,0	0,28	6,60	391,00
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436nm	1/m	411	246	59,9	14	3,4	12	2,9	<0,100	0,200	3,400
Leitfähigkeit,elektrisch bei ...Grad Celsius	mS/m	410	410	100,0	15	3,7	4	1,0	72,1	130,8	750,0
pH-Wert bei ...Grad Celsius	-	408	408	100,0	10	2,5	10	2,5	7,13	7,44	(6,12)/8,70
Saeurekapazitaet bis pH 4,3 bei ...Grad Celsius	mmol/l	407	407	100,0	-	-	-	-	5,77	7,25	13,80
Basekapazitaet bis pH 8,2 bei ...Grad Celsius	mmol/l	404	403	99,8	-	-	-	-	0,75	1,40	4,33
Summe Erdalkalien	mmol/l	405	405	100,0	-	-	-	-	3,84	6,13	22,25
Sauerstoff	mg/l	376	354	94,1	-	-	-	-	4,3	8,1	11,7
Sauerstoffsattigung	%	363	362	99,7	-	-	-	-	45,0	83,0	109,7
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm	1/m	407	382	93,9	39	9,6	-	-	1,3	4,8	45,0
Kohlenstoff, geloester organischer	mg/l	397	385	97,0	26	6,5	-	-	0,90	2,30	12,00
Calcium	mg/l	411	411	100,0	16	3,9	-	-	120,9	187,0	722,0
Magnesium	mg/l	406	406	100,0	56	13,8	-	-	19,8	46,0	120,0
Natrium	mg/l	406	406	100,0	4	1,0	3	0,7	17,0	57,5	1040,0
Kalium	mg/l	412	410	99,5	25	6,1	-	-	2,60	8,00	44,30
Ammonium	mg/l	404	137	33,9	26	6,4	18	4,5	<0,010	0,150	8,400
Eisen, gesamt	mg/l	409	258	63,1	-	-	71	17,4	0,018	0,855	28,800
Mangan	mg/l	409	166	40,6	-	-	88	21,5	<0,010	0,310	4,100
Chlorid	mg/l	410	410	100,0	15	3,7	6	1,5	36,4	107,5	1400,0
Nitrat	mg/l	414	379	91,5	25	6,0	16	3,9	16,5	35,6	115,0
Nitrit	mg/l	410	62	15,1	13	3,2	11	2,7	<0,01	0,02	0,34
Sulfat	mg/l	408	408	100,0	39	9,6	39	9,6	49,0	235,0	2320,0
Phosphat,ortho-	mg/l	360	218	60,6	-	-	-	-	0,038	0,282	6,248
Phosphor, gesamt	mg/l	355	278	78,3	-	-	-	-	<0,020	0,119	2,124
Silikat	mg/l	400	400	100,0	-	-	-	-	9,9	14,8	30,8
Bor	mg/l	390	308	79,0	83	21,3	5	1,3	0,045	0,160	5,700
Fluorid	mg/l	403	351	87,1	5	1,2	3	0,7	0,130	0,311	2,780
Aluminium	mg/l	273	114	41,8	0	0,0	0	0,0	<0,005	0,020	0,160
Antimon	mg/l	412	8	1,9	1	0,2	1	0,2	<0,001	<0,001	0,007
Arsen	mg/l	411	266	64,7	10	2,4	6	1,5	0,0006	0,0034	0,0215
Barium	mg/l	406	400	98,5	2	0,5	-	-	0,076	0,218	1,600
Blei	mg/l	411	41	10,0	2	0,5	1	0,2	<0,0010	<0,0010	0,0110
Cadmium	mg/l	411	44	10,7	1	0,2	1	0,2	<0,00010	0,00010	0,01080
Kupfer	mg/l	410	308	75,1	0	0,0	0	0,0	0,0017	0,0097	0,3448
Nickel	mg/l	409	191	46,7	6	1,5	6	1,5	<0,0010	0,0045	0,0804
Selen	mg/l	411	261	63,5	2	0,5	1	0,2	0,0006	0,0014	0,0185
Strontium	mg/l	411	411	100,0	-	-	-	-	0,432	1,518	14,252
Uran	mg/l	412	335	81,3	-	-	-	-	0,0009	0,0033	0,0327
Zink	mg/l	411	338	82,2	-	-	-	-	0,025	0,167	1,533
Atrazin	µg/l	413	42	10,2	8	1,9	4	1,0	<0,02	0,02	0,48
Simazin	µg/l	412	11	2,7	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	0,07
Terbutylazin	µg/l	413	7	1,7	3	0,7	3	0,7	<0,02	<0,02	0,85
Desethylatrazin	µg/l	412	70	17,0	9	2,2	8	1,9	<0,02	0,03	0,66
Desisopropylatrazin	µg/l	411	20	4,9	1	0,2	0	0,0	<0,02	<0,02	0,10
Desethylterbutylazin	µg/l	413	5	1,2	4	1,0	3	0,7	<0,02	<0,02	0,95
Propazin	µg/l	412	1	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,08
Metalaxyl	µg/l	413	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Metazachlor	µg/l	413	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Metolachlor	µg/l	413	1	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,01
Bromacil	µg/l	412	14	3,4	11	2,7	10	2,4	<0,05	<0,05	0,53
Hexazinon	µg/l	413	14	3,4	6	1,5	5	1,2	<0,05	<0,05	0,55
Dichlorbenzamid, 2,6-	µg/l	411	15	3,6	8	1,9	7	1,7	<0,05	<0,05	0,70
Bentazon	µg/l	10	1	10,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	0,06	0,08

Hinweise siehe Anhang A6

3.7 EMITTENTENMESSSTELLEN SIEDLUNG (ES)

MESSNETZZIEL

Landesweiter Überblick über Zustand und Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit unterhalb von Siedlungsgebieten.

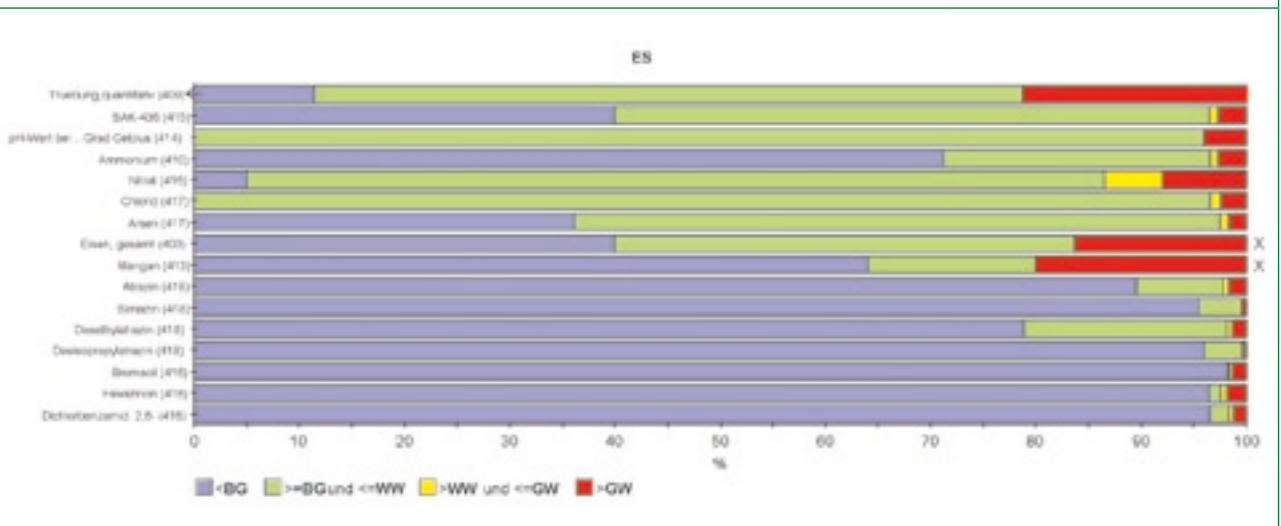


DATENGRUNDLAGE

Die insgesamt 418 beprobten Emittentenmessstellen Siedlungen wurden generell untersucht auf die Messprogramme: „Vor-Ort“, „Geogen“, „Schwermetalle“, „PSM-1“ und die diesjährigen Zusatzparameter.

WICHTIGE ERGEBNISSE/AUFFÄLLIGKEITEN

- **Nitrat:** An jeder dreizehnten Messstelle liegt der Nitratgehalt über dem Grenzwert von 50 mg/l. Der P-90-Wert liegt bei 46,1 mg/l, der P-50-Wert bei 19,6 mg/l. Etwas mehr als 10 % aller Messstellen (14 %) überschreiten den Warnwert von 40 mg/l. An nahezu zwei Drittel aller Messstellen (62 %) liegen die Konzentrationen über dem natürlichen Nitratgehalt von 15 mg/l.
- **PSM-Nachweise** gibt es bei vielen PSM. An 36 Messstellen werden die Einzelstoffgrenzwerte überschritten. Bei Atrazin, Bromacil, Hexazinon, 2,6-Dichlorbenzamid und Bentazon liegen die landesweit höchsten Konzentrationen vor. Bei den sieben **Atrazin**-Grenzwertüberschreitungen finden sich in je zwei Fällen solche auch bei **DEA** und **Simazin**, in einem Fall bei Hexazinon, in drei bzw. einem Fall auch Nachweise von Desisopropylatrazin bzw. Propazin. Drei der fünf Grenzwertüberschreitungen bei **2,6-Dichlorbenzamid** finden sich an Messstellen in Mannheim im Bereich von Bundesstrassen, Autobahnen und Bahn-, Grün-, und Sportanlagen. Der landesweit höchste **Bentazon**-Befund existiert an einer Kläranlage. Die meisten **Bromacil**- und **Hexazinon**grenzwertüberschreitungen finden sich Karlsruhe, Stuttgart, Pforzheim und Heidelberg, meist im Bereich von Bahnhöfen. An vier Messstellen gibt es Grenzwertüberschreitungen für beide Stoffe.
- **Schwermetalle:** Grenzwertüberschreitungen gibt es bei **Arsen, Cadmium, Nickel, Eisen und Mangan**. Antimon findet sich ohne Grenzwertüberschreitung an acht Messstellen, meist in Begleitung von Arsen, Kupfer und Nickel. Auffällig ist hier die oftmalige Nähe zu Abwasser- und Regenwasseranlagen, deren Einfluß durch hohe Bor-, EDTA- und Kaliumbefunde angezeigt wird. Auch bei den Arsen-, Nickel und Cadmiumgrenzwertüberschreitungen existiert ein solcher Zusammenhang. Die im Vergleich zu anderen Teilmessnetzen sehr hohen grenzwertüberschreitenden Eisen- und Mangankonzentrationen sind mit auf die niedrigen Sauerstoffgehalte zurückzuführen. Mit einem P-50-Wert von 46,0 % Sättigung ist die Hälfte aller untersuchten Messstellen stark sauerstoffuntersättigt. Der geringe Sauerstoffgehalt, wie auch das Vorhandensein des anthropogen eingetragenen Komplexbildners EDTA erhöhen die Schwermetalllöslichkeit.



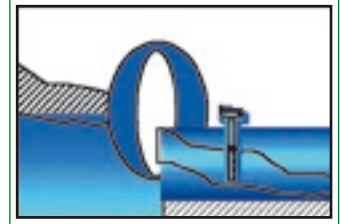
Ergebnisse 2005: Baden-Württemberg ES											
Parameter	Dimen- sion	Anz. Mst.	>BG		>WW		>GW		P50 (Median)	P90	Maximum (Minimum)
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	°C	395	395	100,0	2	0,5	-	-	13,1	15,7	22,2
Trübung,quantitativ	FNU	409	362	88,5	87	21,3	100	24,4	0,27	4,32	113,00
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436nm	1/m	415	249	60,0	15	3,6	11	2,7	<0,100	0,160	5,800
Leitfaehigkeit,elektrisch bei ...Grad Celsius	mS/m	415	415	100,0	9	2,2	3	0,7	71,7	121,2	471,0
pH-Wert bei ...Grad Celcius	-	414	414	100,0	17	4,1	17	4,1	7,12	7,35	(5,41)/7,87
Saeurekapazitaet bis pH 4,3 bei ...Grad Celsius	mmol/l	416	416	100,0	-	-	-	-	5,88	7,64	13,60
Basekapazitaet bis pH 8,2 bei ...Grad Celsius	mmol/l	415	415	100,0	-	-	-	-	0,75	1,55	4,22
Summe Erdalkalien	mmol/l	416	416	100,0	-	-	-	-	3,86	6,45	17,35
Sauerstoff	mg/l	388	360	92,8	-	-	-	-	4,4	8,5	10,7
Sauerstoffsaeatigung	%	364	362	99,5	-	-	-	-	46,0	84,0	103,0
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm	1/m	416	398	95,7	32	7,7	-	-	1,3	4,0	20,0
Kohlenstoff, geloester organischer	mg/l	401	389	97,0	14	3,5	-	-	0,90	2,00	6,40
Calcium	mg/l	416	416	100,0	9	2,2	-	-	123,0	190,0	579,0
Magnesium	mg/l	418	417	99,8	48	11,5	-	-	19,0	43,1	116,4
Natrium	mg/l	412	411	99,8	5	1,2	4	1,0	15,8	41,0	540,0
Kalium	mg/l	417	414	99,3	45	10,8	-	-	2,90	11,00	271,00
Ammonium	mg/l	410	118	28,8	14	3,4	11	2,7	<0,010	0,060	3,100
Eisen, gesamt	mg/l	403	242	60,0	-	-	66	16,4	0,018	0,690	13,300
Mangan	mg/l	413	149	36,1	-	-	83	20,1	<0,010	0,250	2,380
Chlorid	mg/l	417	417	100,0	14	3,4	10	2,4	36,9	95,2	1610,0
Nitrat	mg/l	415	394	94,9	56	13,5	33	8,0	19,6	46,1	130,0
Nitrit	mg/l	410	60	14,6	10	2,4	9	2,2	<0,01	0,02	0,70
Sulfat	mg/l	413	413	100,0	26	6,3	26	6,3	48,0	200,0	1320,0
Phosphat,ortho-	mg/l	376	240	63,8	-	-	-	-	0,040	0,240	6,600
Phosphor, gesamt	mg/l	373	303	81,2	-	-	-	-	0,020	0,113	2,000
Silikat	mg/l	417	417	100,0	-	-	-	-	10,1	14,1	19,8
Bor	mg/l	383	302	78,9	40	10,4	2	0,5	0,040	0,105	2,470
Fluorid	mg/l	411	353	85,9	1	0,2	1	0,2	0,100	0,240	2,110
Aluminium	mg/l	368	140	38,0	4	1,1	3	0,8	<0,005	0,020	0,534
Antimon	mg/l	417	8	1,9	0	0,0	0	0,0	<0,001	<0,001	0,003
Arsen	mg/l	417	266	63,8	11	2,6	7	1,7	0,0006	0,0029	0,0327
Barium	mg/l	416	415	99,8	1	0,2	-	-	0,080	0,240	1,000
Blei	mg/l	417	44	10,6	0	0,0	0	0,0	<0,0010	0,0010	0,0077
Cadmium	mg/l	417	53	12,7	2	0,5	1	0,2	<0,00010	0,00010	0,00510
Kupfer	mg/l	416	296	71,2	0	0,0	0	0,0	0,0015	0,0056	0,1102
Nickel	mg/l	417	173	41,5	5	1,2	1	0,2	<0,0010	0,0039	0,1153
Selen	mg/l	417	251	60,2	2	0,5	2	0,5	0,0006	0,0015	0,0154
Strontium	mg/l	417	417	100,0	-	-	-	-	0,382	1,144	9,021
Uran	mg/l	417	331	79,4	-	-	-	-	0,0010	0,0036	0,0297
Zink	mg/l	417	331	79,4	-	-	-	-	0,022	0,172	2,160
Atrazin	µg/l	418	44	10,5	9	2,2	7	1,7	<0,02	0,02	0,70
Simazin	µg/l	418	19	4,5	2	0,5	2	0,5	<0,02	<0,02	0,16
Terbutylazin	µg/l	418	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	-
Desethylatrazin	µg/l	418	88	21,1	8	1,9	6	1,4	<0,02	0,04	0,48
Desisopropylatrazin	µg/l	418	17	4,1	2	0,5	1	0,2	<0,02	<0,02	0,11
Desethylterbutylazin	µg/l	418	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	-
Propazin	µg/l	418	1	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,06
Metalaxyl	µg/l	418	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Metazachlor	µg/l	418	1	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,07
Metolachlor	µg/l	418	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Bromacil	µg/l	416	8	1,9	7	1,7	6	1,4	<0,05	<0,05	1,18
Hexazinon	µg/l	418	15	3,6	10	2,4	8	1,9	<0,05	<0,05	0,91
Dichlorbenzamid, 2,6-	µg/l	416	14	3,4	7	1,7	5	1,2	<0,05	<0,05	4,00
Bentazon	µg/l	10	2	20,0	1	10,0	1	10,0	<0,05	0,88	1,70

Hinweise siehe Anhang A6

3.8 QUELLMESSNETZ (QMN)

MESSNETZZIEL

Landesweiter Überblick über die Grundwasserbeschaffenheit im Festgesteinsbereich unter Berücksichtigung von Nutzungseinflüssen sowie der Schüttungsmengen.

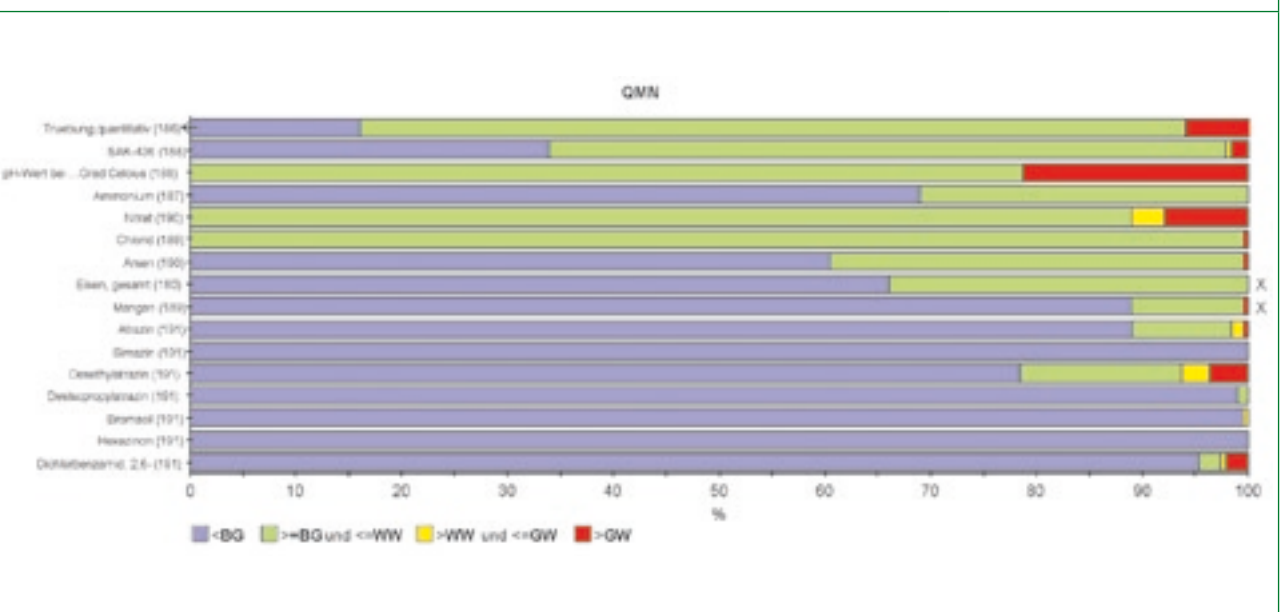


DATENGRUNDLAGE

Die insgesamt 191 beprobten Quellen wurden generell untersucht auf die Messprogramme: „Vor-Ort“, „Geogen“, „Schwermetalle“, „PSM-1“ und die diesjährigen Zusatzparameter.

WICHTIGE ERGEBNISSE/AUFFÄLLIGKEITEN

- **Nitrat:** An jeder dreizehnten Messstelle liegt der Nitratgehalt über dem Grenzwert von 50 mg/l. Der P-90-Wert liegt bei 43,1 mg/l, der P-50-Wert bei 13,8 mg/l. An etwas mehr als 10 % aller Messstellen (11 %) wird der Warnwert von 40 mg/l überschritten. Etwa die Hälfte der Quellen (53 %) weist natürliche Nitratgehalte von weniger als 15 mg/l auf.
- **PSM-Nachweise** gibt es bei DEA, Atrazin, Desisopropylatrazin, Metazachlor, Bromacil, Bentazon und 2,6-Dichlorbenzamid. Jedoch werden an nur zwölf Messstellen die Einzelstoffgrenzwerte überschritten. An den sieben Messstellen mit Grenzwertüberschreitungen bei **DEA** finden sich durchweg immer noch hohe Konzentrationen des Ausgangswirkstoffs **Atrazin**, in einem Fall mit einer Grenzwertüberschreitung. Zwei der vier Grenzwertüberschreitungen bei **2,6-Dichlorbenzamid** finden sich an Quellen unterhalb von Weinhängen. Bei den anderen PSM liegen keine Grenzwertüberschreitungen vor.
- **Schwermetalle:** Arsen, Blei, Cadmium, Eisen, Kupfer, Mangan, Nickel und Zink konnten nachgewiesen werden. Auch Antimon findet sich an zwei Messstellen, u.a. an einer Quelle im Südschwarzwald in einem ehemaligen Erzabbaugebiet. An dieser Quelle sind auch nahezu alle anderen Schwermetalle nachweisbar, **Arsen** und **Blei** mit grenzwertüberschreitenden Konzentrationen. Im QMN werden Warn- und Grenzwerte nur bei Arsen, Blei und Mangan überschritten. Diese sind geogen oder erzabbaubedingt. Die im Vergleich zu den anderen Teilmessnetzen sehr niedrigen Eisen- und **Mangankonzentrationen** mit nur einer Grenzwertüberschreitung sind auf den sehr hohen Sauerstoffgehalt der meist jungen Quellwässer zurückzuführen. Mit einem P-90-Wert von 99,0 % Sättigung sind fast alle untersuchten Quellen nahezu sauerstoffgesättigt. Ein hoher Sauerstoffgehalt verringert die Schwermetalllöslichkeit.
- Nahezu an jeder fünften Quelle (21,3 %) finden sich Unterschreitungen des **pH-Grenzwertes**, meist im Odenwald und Schwarzwald. Beim **Aluminium** ist nur eine der zwei Grenzwertüberschreitungen versauerungsbedingt.



Ergebnisse 2005: Baden-Württemberg QMN											
Parameter	Dimen- sion	Anz. Mst.	>BG		>WW		>GW		P50 (Median)	P90	Maximum (Minimum)
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	°C	175	175	100,0	0	0,0	-	-	9,8	11,7	15,8
Trübung,quantitativ	FNU	186	156	83,9	11	5,9	13	7,0	0,22	0,75	18,00
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436nm	1/m	188	124	66,0	4	2,1	3	1,6	0,080	0,120	0,990
Leitfähigkeit,elektrisch bei ...Grad Celsius	mS/m	188	188	100,0	3	1,6	2	1,1	54,0	77,4	263,0
pH-Wert bei ...Grad Celcius	-	188	188	100,0	40	21,3	40	21,3	7,18	7,50	(5,10)/7,80
Saeurekapazitaet bis pH 4,3 bei ...Grad Celsius	mmol/l	189	189	100,0	-	-	-	-	5,00	6,63	8,05
Basekapazitaet bis pH 8,2 bei ...Grad Celsius	mmol/l	170	170	100,0	-	-	-	-	0,50	1,03	1,55
Summe Erdalkalien	mmol/l	186	186	100,0	-	-	-	-	2,97	4,64	19,33
Sauerstoff	mg/l	174	174	100,0	-	-	-	-	9,5	10,6	12,1
Sauerstoffsattigung	%	172	172	100,0	-	-	-	-	89,0	99,0	116,0
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm	1/m	187	169	90,4	4	2,1	-	-	0,8	1,7	7,9
Kohlenstoff, geloester organischer	mg/l	184	169	91,8	1	0,5	-	-	0,50	1,10	3,30
Calcium	mg/l	188	188	100,0	2	1,1	-	-	92,0	134,0	650,0
Magnesium	mg/l	188	187	99,5	23	12,2	-	-	9,2	42,1	82,0
Natrium	mg/l	188	188	100,0	1	0,5	1	0,5	4,7	11,6	300,0
Kalium	mg/l	189	170	89,9	0	0,0	-	-	1,20	2,40	6,20
Ammonium	mg/l	187	58	31,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	0,020	0,130
Eisen, gesamt	mg/l	180	61	33,9	-	-	0	0,0	<0,010	0,030	0,200
Mangan	mg/l	189	21	11,1	-	-	1	0,5	<0,010	<0,010	0,081
Chlorid	mg/l	189	189	100,0	1	0,5	1	0,5	13,0	34,0	602,0
Nitrat	mg/l	190	190	100,0	21	11,1	15	7,9	13,8	43,1	79,4
Nitrit	mg/l	190	2	1,1	0	0,0	0	0,0	<0,01	<0,01	0,01
Sulfat	mg/l	189	189	100,0	5	2,6	5	2,6	16,4	90,4	1600,0
Phosphat,ortho-	mg/l	177	102	57,6	-	-	-	-	0,040	0,166	0,521
Phosphor, gesamt	mg/l	175	128	73,1	-	-	-	-	0,017	0,067	0,173
Silikat	mg/l	188	188	100,0	-	-	-	-	8,8	13,1	38,1
Bor	mg/l	185	57	30,8	5	2,7	1	0,5	<0,020	0,040	1,720
Fluorid	mg/l	181	136	75,1	0	0,0	0	0,0	0,080	0,202	1,150
Aluminium	mg/l	183	85	46,4	2	1,1	2	1,1	<0,005	0,022	0,450
Antimon	mg/l	190	2	1,1	0	0,0	0	0,0	<0,001	<0,001	0,003
Arsen	mg/l	190	75	39,5	1	0,5	1	0,5	<0,0005	0,0015	0,0122
Barium	mg/l	185	177	95,7	3	1,6	-	-	0,059	0,350	1,165
Blei	mg/l	190	5	2,6	1	0,5	1	0,5	<0,0010	<0,0010	0,0371
Cadmium	mg/l	190	16	8,4	0	0,0	0	0,0	<0,00010	<0,00010	0,00140
Kupfer	mg/l	190	45	23,7	0	0,0	0	0,0	<0,0010	0,0016	0,0132
Nickel	mg/l	190	23	12,1	0	0,0	0	0,0	<0,0010	0,0011	0,0051
Selen	mg/l	190	32	16,8	0	0,0	0	0,0	<0,0005	0,0006	0,0020
Strontium	mg/l	190	190	100,0	-	-	-	-	0,166	0,866	9,021
Uran	mg/l	190	86	45,3	-	-	-	-	<0,0005	0,0024	0,0193
Zink	mg/l	189	98	51,9	-	-	-	-	0,010	0,068	0,158
Atrazin	µg/l	191	21	11,0	3	1,6	1	0,5	<0,02	0,02	0,22
Simazin	µg/l	191	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	-
Terbutylazin	µg/l	191	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	-
Desethylatrazin	µg/l	191	41	21,5	12	6,3	7	3,7	<0,02	0,05	0,20
Desisopropylatrazin	µg/l	191	2	1,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	0,03
Desethylterbutylazin	µg/l	191	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	-
Propazin	µg/l	191	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Metalaxyl	µg/l	191	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Metazachlor	µg/l	191	1	0,5	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,02
Metolachlor	µg/l	191	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Bromacil	µg/l	191	1	0,5	1	0,5	0	0,0	<0,05	<0,05	0,10
Hexazinon	µg/l	191	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Dichlorbenzamid, 2,6-	µg/l	191	9	4,7	5	2,6	4	2,1	<0,05	<0,05	0,48
Bentazon	µg/l	9	2	22,2	0	0,0	0	0,0	<0,05	0,05	0,05

Hinweise siehe Anhang A6

4 Ausblick und Berichtswesen

MESSNETZBETRIEB

Im Jahr 2006 steht wieder die landesweite Zustandserhebung des Grundwassers auf landwirtschaftstypische Stoffe und Parameter auf dem Programm. Daneben werden die bisher durchgeführten Controllingprogramme sowie die Untersuchungen im Rahmen verschiedener Berichtspflichten gegenüber dem Bund und der EU weitergeführt (u.a. Nitrit, Nitrat, Ammonium, PSM).

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

QUALITÄTSVERBESSERUNG

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

DATENVERARBEITUNG

Im Jahr 2005 wurde die „Grundwasserdatenbank“ (WAA-BIS-Modul-8, „GWDB“), die von den ca. 50 Dienststellen der Landes- und Kommunalverwaltung genutzt wird, weiter ausgebaut.

Neben den Optimierungen der bisherigen Funktionalitäten konnten für die aktuelle Version besonders hydrogeologische Auswertungen (Visualisierung von Schichten- und Ausbauprofilen, Objektanzeige Bohrarchiv) und weitere Zuordnungen zu Gebieten (Messstelleneinzugsgebiete, Sammelzuordnung über automatisierte Geometriever-schneidungen, etc.) realisiert werden.

Für das Jahr 2006 werden weitere Anforderungen der Dienststellen umgesetzt. Dazu zählen unter anderem die automatisierte Lageplanerstellung, Streudiagramme (Boxplots) und die Darstellung von Isoflächen auch für chemisch-physikalische Messwerte.

BERICHTSWESEN-NEUERSCHEINUNGEN-PROJEKTE

Als LUBW-Dokumentation erschien im Sommer 2005 das Handbuch Grundwasserdatenbank, welches anhand von vielen grafisch aufbereiteten Beispielen die zahlreichen statistischen Auswertungs- und Darstellungsmöglichkeiten von Grundwasserstands-, Quellschüttungsdaten und chemisch-physikalischen Messwerten aufzeigt. Das Handbuch erleichtert somit das Datenhandling im Dienstgebrauch und dient sowohl dem Lerneinstieg für Erstbenutzer als auch als Nachschlagewerk für den routinierten Anwender.

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 und darüber hinaus. Texte bewerten die Situation, technische Stammdaten und Fotos liefern weitere Informationen: <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/2688/>. Seit Herbst 2004 sind auch die Messergebnisse des wägbaren **Lysimeters Büchig-Blankenloch** (bei Karlsruhe) abrufbar. Dargestellt sind hier die Ganglinien der Parameter Niederschlag, Bodenwassergehalt, Versickerung, Lufttemperatur, Globalstrahlung und Verdunstung.

Auf den Internetseiten der LUBW <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/9162/> werden u.a. unter der Rubrik „Service – Information – Publikationen - Wasser – Grundwasser“ auch Auszüge der jährlichen Berichte „**Ergebnisse der Beprobungen**“ angeboten, z.T. auch die kompletten Berichte. Die LUBW-Berichte in Papierform sind unter der **Bezugsadresse** der Justizvollzugsanstalt (JVA) Mannheim erhältlich (Adresse siehe Impressum).

Der „**Regionalbericht 2004** des Grundwasserüberwachungsprogramms“ ist vom Regierungspräsidium Tübingen veröffentlicht worden und beschreibt die regionale Situation.

Die „**Regionalberichte für 2005 - Ergebnisse der Beprobung**“ werden von den Regierungspräsidien zur Verfügung gestellt.

Bei der Fortschreibung der **Hydrogeologischen Erkundung Taubertal - Main-Tauber-Kreis** wurde die dritte Mappe fertig gestellt (HGE Taubertal - Mappe 3, 2005). Neben der aktualisierten **Hydrologischen Grundkarte** mit einem Überblick über die wasserwirtschaftlichen Bauwerke und hydrologischen Messeinrichtungen, liegen nun auch Karten und andere Auswertungen zur **Grundwasserdynamik**, zum **Grundwasserhaushalt** und **Grundwasserschutz** vor. Die sechs Karten umfassen die Themen Grundwassergleichenplan für den Muschelkalkaquifer, Markierungsversuche, Grundwasserneubildung, Niederschlag, Verdunstung, Anteil des Basisabflusses am Gesamtabfluss, Mittlere Niedrigwasserabflussspenden, Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung und Dolinen, Landnutzung. Nahezu alle zur Auswertung erhobenen Rohdaten liegen in für den Benutzer weiter auswertbarer Form auf einer CD bei (WORD, EXCEL, ARC-VIEW).

Bei der **Hydrogeologischen Erkundung Singen** wurde die erste Mappe zum Thema Hydrogeologischer Bau fertig gestellt (HGE Singen - Mappe 1, 2005). Die acht Karten umfassen die Themen Geologische Aufschlüsse, Hydrogeologische Schnitte und Lage der Basis und der Oberflächen der verschiedenen Grundwasserleiter. Nahezu alle zur Auswertung erhobenen Rohdaten liegen in für den Benutzer weiter auswertbarer Form auf einer CD bei (WORD, EXCEL, ARC-VIEW).

Die anderen von den Regierungspräsidien, vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, der LUBW und den unteren Wasserbehörden bearbeiteten HGE-Projekte **Mittlere Alb**, **Würm-Schwippe**, **Enztal-Pforzheim**, **Enzkreis**, **Kraichgau**, **Odenwald-Kraichgau** werden weitergeführt. Das Projekt **Taubertal-Main-Tauber-Kreis** ist nach dem Erscheinen aller drei Mappen erfolgreich beendet. Die Bearbeitung des Rotach-Gebietes wurde zurückgestellt. Die nach der Verwaltungsreform erfolgte Weiterführung der HGE-Arbeiten durch die Regierungspräsidien - anstelle der aufgelösten Gewässerdirektionen - verläuft erfolgreich.

Die Mappen der Hydrogeologischen Erkundungen sind ab 2005 über die **Bezugsadressen** der LUBW Landesanstalt für Umweltschutz, Messungen und Naturschutz und des Regierungspräsidiums Freiburg - Abteilung 9 - Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) beziehbar, z.T. auch über die Regierungspräsidien Karlsruhe und Tübingen

(Tübingen, oder <http://www.rp.baden-wuerttemberg.de/>; <http://www.rp.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/Menu/1100437/index.html>; <http://www.rp.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/Menu/1156405/index.html>). Die HGE-Karten mit Beiheften sind für den konkreten Planungsgebrauch in Behörden und Planungsbüros auch als CD erhältlich.

Das grenzüberschreitende von der EU geförderte **INTERREG-III-Projekt** zur Modellierung der Grundwasserbelastung durch Nitrat (**MoNit**) im Oberrheingraben wurde im Juli 2006 unter Einbeziehung aller schweizerischen, französischen und deutschen Projektpartner mit einem Abschluss-symposium beendet, Hauptanliegen war, die **Nitrateinträge** genauer zu beschreiben und deren Transport zu modellieren, um die Wirksamkeit von Maßnahmen zur Reduzierung der Nitratbelastung im Grundwasser besser bewerten zu können. Verhaltensänderungen von Landwirten als Reaktion auf politische Maßnahmen wurden untersucht und in einem sozio-ökonomischen Modell nachgebildet. Dadurch kann eine Abschätzung der Effizienz von geplanten Maßnahmen zur langfristigen Reduzierung von Stickstoff im Boden und damit auch von Nitrat im Grundwasser erfolgen.

Stickstoffumsätze im Boden-Pflanze-System sowie der Nitratreintrag aus dem Boden ins Grundwasser werden unter Berücksichtigung der angebauten Kulturarten, klimatischen Faktoren, Bodenparameter und der Bewirtschaftungsweise (z.B. Düngungspraxis, Zwischenfrüchte) modelliert. Bodenkundliche Vor-Ort-Untersuchungen und Analysen der Stickstoffisotope in Bodenlösung, Sicker- und Grundwasser helfen, die bisherigen Kenntnisse über die Herkunft des Nitrats aus anthropogenen oder natürlichen Quellen und Prozessen zu erweitern.

Mit einem grenzüberschreitenden Grundwasserströmungsmodell werden u.a. detaillierte Untersuchungen zum Wasseraustausch zwischen Oberflächengewässern und Grundwasser durchgeführt. Dazu trägt auch die weiterführende Erkundung des hydrogeologischen Aufbaus des Oberrheingrabens bei, wie z.B. mit Hilfe von flusseismischen Untersuchungen. Auf Grundlage des grenzüberschreitenden Grundwasserströmungsmodells werden Berechnungen des regionalen historischen Nitrattransports im Grundwasser durchgeführt und Betrachtungen zur zukünftigen Entwicklung angestellt.

Neben der „Nitratmodellierung“ sind weitere Interreg-III-Projekte in Zusammenarbeit mit französischen und Schweizer Partnern durchgeführt worden: Die Erarbeitung von **Indikatoren** zur Überwachung der Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers im Oberrheingraben und die Erstellung von **pädagogischen Modellen** über die Funktionsweise des Grundwassers, um die Öffentlichkeit zu sensibilisieren. Alle Interreg-III-Projekte werden von der EU zu 50 % mitfinanziert.

Ergebnisse der o.g. Projekte wurden u.a. am „Tag des Wassers“ im März 2004 und 2005, auf einem Kolloquium der LUBW im April 2005 und auf dem Abschluss Symposium im Juli 2006 vorgestellt, weiterhin auch auf anderen Tagungen wie RÈALISE - Resau Alsace de Laboratoires en Ingènièrie de Sciences pour l'Environnement in Strasbourg.

Seit April 2004 präsentiert sich das Projekt **MoNit** unter der Verantwortlichkeit der LUBW im Internet: <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/2708/>.

Die Beprobung und Analytik bei der grenzüberschreitenden **Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben 2003** ist abgeschlossen. Die Daten von 1.728 Mst. wurden ausgewertet und erste Karten erstellt. Diese Ergebnisse wurden auf einer Pressekonferenz im April 2005 vorgestellt. Weitere Karten und ein zweisprachiger Bericht zu den Ergebnissen sind in Bearbeitung. Das Projektgebiet erstreckt sich im Gegensatz zur Nitratmodellierung weiter bis in den nördlichen Oberrheinbereich hinein. Beteiligte

Länder sind neben den o.g. INTERREG-Projektpartnern auch Rheinland-Pfalz und Hessen, so dass das Projekt den gesamten Oberrheingraben erfasst.

Das Projekt Erhebung und Beschreibung der **Grundwasserfauna Baden-Württembergs** ist beendet. Gemeinsam mit dem Institut für regionale Umweltforschung und Umweltbildung (IFU) am Institut für Biologie der Universität Koblenz-Landau wurden von der LUBW 250 geeignete Messstellen ausgesucht. Die Fangkampagnen und das Identifizieren und Auszählen der Grundwassertiere und die Ergebnisdarstellung sind abgeschlossen. Die Berichte sind in Bearbeitung und werden in den nächsten Monaten erscheinen. Auf einem LfU-Kolloquium im November 2003 wurden erste Ergebnisse vorgestellt.

Für den Herbst 2006 ist wieder eine aktualisierte Ausgabe des „Elektronischen **Jahresdatenkatalogs Grundwasser**“ als CD-ROM geplant, die die aktuellen chemisch-physikalischen Messwerte, Grundwasserstände und Quellschüttungen der Landesmessstellen der LUBW - besonders für die Zielgruppe „Ingenieurbüros“ - tabellarisch, kartografisch und als Ganglinien für den Zeitraum von 1995 bis 2005 bereitstellt.

Die **Reduktion des Beobachtungsumfangs im Grundwasserstandsmessnetz** wird derzeit von den Regierungspräsidien umgesetzt. Ziel ist es, rund ein Drittel der laufenden Beobachtungskosten einzusparen.

5 Literaturverzeichnis

Veröffentlichungen der letzten 5 bis 7 Jahre mit Beteiligung der LUBW/LfU.

Weitere Veröffentlichungen – LUBW/LfU-Reihe-Grundwasserschutz sind im Internet unter <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/9162/> unter den Rubriken „Themen - Wasser - Grundwasser - Grundwasserüberwachungsprogramm“ zusammengestellt. Der monatlich aktualisierte Zustandsbericht über den Entwicklungsstand der Grundwasservorräte in Baden-Württemberg (Grundwasserstände und Quellschüttungen - „GuQ“) ist unter <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/2688/> in Karten, Ganglinien und Textform abrufbar.

5.1 GRUNDWASSERÜBERWACHUNGSPROGRAMM BADEN-WÜRTTEMBERG - ERGEBNISSE

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): „Ackererschlagsbezogene Modellierung des Nitrataustrags - das Modell STICS“. - In: LfU (Hrsg.): „MONIT - Entwicklung von Prognosewerkzeugen - Zwischenpräsentation -Tagung 15.04.2005 in Karlsruhe“. - Tagungsband: 75 - 82, Karlsruhe, 2005.

Beha u.a. 2005

Beha, A., Finck, M., Korte, S., van Dijk, P., Casper, M. (2005): „Beurteilung der Effizienz von Maßnahmen zur Verringerung des Nitrataustrags - prozessorientierte Modellierung mit STICS“. - In: VD-LUFA Kongress 2005 - Kurzfassung der Referate, Bonn, 2005.

Casper u.a., 2005

Casper, M., Grimm-Strele, J., Gudera, T., Korte, S., Lambrecht, H., Schneider, B., van Dijk, P., Rinaudo, J. D., Finck,

M. (2005): „Das EU-Projekt MoNit: Entscheidungshilfesystem zur Bewertung der Wirkung von Maßnahmen und veränderten Rahmenbedingungen auf die Nitratbelastung des Grundwassers im Oberrheingraben: Modellkopplung und Szenarienabbildung“. - In: Tagungsunterlagen - <http://www.lfi.rwth-aachen.de/TDH2005> - Tag der Hydrologie 2005, Aachen, 2005.

Casper u.a. 2005

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

Fink u.a., 2005

Fink, M., Steiner, M., Auckenthaler, A., Korte, S. (2005): „Datengrundlagen für die N-Modelle 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 resources, Conference Proceedings, Menton, 7-10 September, Menton, 2005.

Grimm-Strele u.a. 2005

Grimm-Strele, J., Schrempp, S., Casper, M., Elsass, Ph. (2005): „Modellierungskonzept: Auswahl von Bausteinen“.

- In: LfU (Hrsg.): „MONIT - Entwicklung von Prognosewerkzeugen - Zwischenpräsentation - Tagung 15.04.2005 in Karlsruhe“. - Tagungsband: 19 - 25, Karlsruhe, 2005.
- Grimm - Strele u.a., 2005
- Grimm - Strele, J., Casper, M., Korte, S., Lambrecht, H. (2005): „Modellkopplung und Szenarien“. - In: LfU (Hrsg.): „MONIT - Entwicklung von Prognosewerkzeugen - Zwischenpräsentation - Tagung 15.04.2005 in Karlsruhe“. - Tagungsband: 155 - 164, Karlsruhe, 2005.
- Gudera u.a., 2005
- Gudera, T., Koch, P., Wingerling, M., Toulet, F. (2005): „Länderübergreifende Modellierung der Grundwasserverhältnisse im Oberrheingraben zwischen Karlsruhe und Basel - 1995 bis 2005“. - In: LfU (Hrsg.): „MONIT - Entwicklung von Prognosewerkzeugen - Zwischenpräsentation - Tagung 15.04.2005 in Karlsruhe“. - Tagungsband: 41 - 60, Karlsruhe, 2005.
- LfU, 2005
- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2004“. - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 27, Karlsruhe, 2005.
- LfU u.a., 2005
- LfU - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Freiburg Abt. 9 Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (RP-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 RP-LGRB-Freiburg, 2005.
- LfU u.a., 2005
- LfU - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Freiburg Abt. 9 Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (RP-LGRB), Regierungspräsidium Stuttgart, Landratsamt Main-Tauber-Kreis, Gewässerdirektion Neckar - Bereich Künzelsau: „Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg Taubertal - Main-Tauberkreis-Mappe 3 - Grundwasserdynamik, Grundwasserhaushalt, Grundwasserschutz.“ - Mappe mit Beiheft, Tabellen, 7 Karten (u.a. aktualisierte Hydrologische Grundkarte, Grundwassergleichenplan, Markierungsversuche, Grundwasserneubildung, Niederschlag, Verdunstung, Basisabfluss/Gesamtabfluss, Niedrigwasserabflussspenden, Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung, Landnutzung), 1 CD-ROM; Bezug über LUBW oder RP-LGRB-Freiburg; Künzelsau, 2005.
- 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 STOFFBILANZ“. - In: LfU (Hrsg.): „MONIT - Entwicklung von Prognosewerkzeugen - Zwischenpräsentation - Tagung 15.04.2005 in Karlsruhe“. - Tagungsband: 97 - 104, Karlsruhe, 2005.
- Simon, 2005
- Simon, M. (2005): „Das Untersuchungsgebiet Oberrheingraben“. - In: LfU (Hrsg.): „MONIT - Entwicklung von Prognosewerkzeugen - Zwischenpräsentation - Tagung 15.04.2005 in Karlsruhe“. - Tagungsband: 11 - 26, Karlsruhe, 2005.
- Casper u.a., 2004
- Casper, M., Grimm-Strele, J., Gudera, T., Simon, M., van Dijk, P., Resch, K.: „Modellierung des Nitratreintrages und Nitrattransportes im Grundwasser des Oberrheingrabens - Modellierungskonzept und Datenmanagement in einem länderübergreifenden Projekt (MoNit)“. - In: Tagungsunterlagen - Tag der Hydrologie 2004, Potsdam, 2004.
- Gudera u.a., 2002
- Gudera, T., Lang, U., Rausch, R.: „Modellierung des regionalen Grundwasserhaushalts für das Gebiet der Heilbronner Mulde“. - Zeitschrift Grundwasser 7: 224 - 232, 2002.
- 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, RP-LGRB-Freiburg oder RP-Tübingen; Ulm, 2004.
- LfU u.a., 2004
LfU - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), Landratsamt Enzkreis, Große Kreisstadt Pforzheim, Gewässerdirektion Nördlicher Oberrhein - Bereich Freudenstadt: „Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg Enztal - Pforzheim Mappe 3 - Grundwasserdynamik, Grundwasserhaushalt, Grundwasserschutz.“ - Mappe mit Beiheft, Tabellen, 7 Karten (u.a. vier Grundwassergleichenpläne, Markierungsversuche, Grundwasserneubildung, Niederschlag, Verdunstung, Basisabfluss/ Gesamtabfluss, Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung), 1 CD-ROM; Bezug über LUBW, RP-Karlsruhe oder RP-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 RP-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.: „Regionalisierte Darstellung der Grundwasserbeschaffenheit mit Hilfe des geostatistischen Interpolationsverfahrens SIMIK-Plus“. - Workshop des Arbeitskreises „Umweltdatenbanken“ der Fachgruppe 4.6.1 „Informatik im Umweltschutz“ der Gesellschaft für Informatik (GI).
- Bárdossy u.a., 2003
Bárdossy, A., Giese, H., Grimm - Strele, J., Barufke, K.-P.: „SIMIK+ - GIS - implementierte Interpolation von Grundwasserparametern mit Hilfe von Landnutzungs- und Geologiedaten“. - HW - Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 47, H. 1: 13 - 20, 2003.
- Böhm, u.a., 2003
Böhm, S., Grimm-Strele, J., Schmidt, V., Schneider, B.: „Untersuchung der Grundwasserbeschaffenheit in Baden - Württemberg mit Methoden der räumlichen Statistik“. - HW - Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 47, H. 1: 2 - 12, 2003.
- Böhm, 2003
Böhm, S.: „Asymptotische Signifikanztests für stationäre zufällige Mengen und ihre Anwendung bei der Untersuchung der Grundwasserbeschaffenheit in Baden - Württemberg“. - Berichte aus der Mathematik, Shaker Verlag Aachen, 200 S., 2003.
- LfU, 2003
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2002“.- Reihe Grundwasserschutz: Nr.23, Karlsruhe, 2003.

LfU u.a., 2003

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, LGRB - Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg und Büro Hydrag: „Hydrogeologische Kartierung - Ostalb“. - Textheft 131 S., Schuber mit 10 Karten: Hydrologische Messeinrichtungen, Quellen, Geologie, hydrogeologische Schnitte, Grundwasseroberfläche, Klimatische Wasserbilanz, Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung, Landnutzung, 1 CD-ROM, Bezug über LGRB, Freiburg, 2003.

Blankenhorn, 2002

Blankenhorn, I.: „MTBE - Messungen im Grundwasser Baden - Württemberg“. - In: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): „ MTBE - Fachgespräch am 21.02.2002 in Karlsruhe - Tagungsband“. - Reihe Luftqualität, Lärm, Verkehr Nr. 5: S. 49 - 56, Karlsruhe 2002.

Gudera u.a., 2002

Gudera, T., Lang, U., Rausch, R.: „ Modellierung des regionalen Grundwasserhaushalts für das Gebiet der Heilbronner Mulde“. - Zeitschrift Grundwasser 7: 224 - 232, 2002.

LfU, 2002

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2001“. - Reihe Grundwasserschutz: Nr.21, Karlsruhe, 2002.

LfU u. a., 2002

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg und LGRB - Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden - Württemberg (Hrsg.): „Fortschreibung Hydrogeologische Karte und regionales Grundwassermodell - Heilbronner Mulde“. - 36 S., Anhang mit drei Karten zur Grundwasseroberfläche im Unteren Keuper und im Muschelkalk, 1 CD-ROM, Reihe Grundwasserschutz: Nr. 22, Karlsruhe, Freiburg, 2002.

LfU u.a., 2002

LfU - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), Große Kreisstadt Pforzheim, Landratsamt Enzkreis, Gewässerdirektion Nördlicher Oberrhein - Bereich Freudenstadt: „Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg Enzthal - Pforzheim - Mapped 2 - Hydrogeologischer Bau, Grundwas-

sergleichen“. - Neu überarbeitete Hydrologische Grundkarte mit Wasserschutzgebieten, Beiheft mit Tabellen der hydrologischen Messeinrichtungen und Schuber: 6 Schichtlagerungskarten, 1 hydrogeologischer Schnitt, 1 Grundwassersergleichenplan, 1 CD-ROM; Bezug über RP-Karlsruhe, LUBW oder RP-LGRB-Freiburg; Freudenstadt, 2002.

LfU u.a., 2003

LfU - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), Gewässerdirektion Donau - Bodensee - Bereich Ulm: „Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg Mittlere Alb 1 - Hydrologische Grundkarte“. - Hydrologische Grundkarte mit Wasserschutzgebieten, Beiheft mit Tabellen der hydrologischen Messeinrichtungen, 1 CD-ROM; Bezug über LUBW, RP-LGRB-Freiburg oder RP-Tübingen; Ulm, 2003.

LfU u.a., 2003

LfU - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), Landratsamt Main-Tauber-Kreis, Gewässerdirektion Neckar - Bereich Künzelsau: „Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg Taubertal Mapped 2 - Hydrogeologischer Bau“. - Beiheft mit Tabellen, 6 Karten (u.a. Schichtlagerung, Hydrogeologische Schnitte, abgedeckte hydrogeologische Karte, quartäre Überdeckung), 1 CD-ROM; Bezug über LUBW, RP-LGRB-Freiburg; Künzelsau, 2003.

Reinstorf u.a., 2002

Reinstorf, F., Binder, M., Walther, W., Hölscher, J., Bittersohl, J., Grimm-Strele, J.: „Regionalization of Diffuse Air Born Impacts on Basis of Data from Existing Measurment Networks in Lower Saxony and Saxony (Germany) - Assessment of the Suitability Of Interpolation Methods“. - 3rd International Conference on Water Resources and Environment Research (ICWRER), 22.-25.07.2002 in Dresden.

Walther u.a., 2002

Walther, W., Reinstorf, F., Hölscher, J., Bittersohl, J., Grimm - Strele, J.: „Regionalisierung luftgetragener diffuser Stoffeinträge anhand von Daten aus bestehenden Messnetzen in Niedersachsen und Sachsen - ein Methodenvergleich“. - KA - Korrespondenz Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall (49), Nr. 6: 816 - 825, 2002.

- Wingering, 2002
Wingering, M.: „Grundwasserstände und Quellschüttungen „GuQ“ im Internet“. - HW - Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 46, H. 3: 110 - 118, 2002.
- Grimm-Strele, 2001
Grimm-Strele, J.: „Grundwasser im Blickpunkt“. - In: Brauner-Noack, M.: „Trinkwasser-Grundwasserschutz“. - WWT-Wasserwirtschaft-Wassertechnik, 1/2001: 50 - 52, 2001.
- Grimm-Strele, 2001
Grimm-Strele, J.: „Grenzüberschreitender Gewässerschutz am Oberrhein“. - gwa-Gas-Wasser-Abwasser (Schweiz) 12/2001: 817 - 823, 2001.
- Grimm-Strele, 2001
Grimm-Strele, J.: „Regionalisierung der Grundwasserbeschaffenheit in Baden-Württemberg“. - In: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (Hrsg.): „Aufbruch nach Europa - Hydrogeologie vor neuen Aufgaben“. Tagung 14./15.11.2001-Geozentrum Hannover. Arbeitshefte Wasser 1/2001: 59-63, 2001.
- LfU, 2001
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Atlas des Grundwasserzustandes in Baden-Württemberg“. - Flächendeckende Übersicht über den qualitativen Grundwasserzustand für 55 chemisch-physikalische Parameter wie z.B. Nitrat, Chlorid, Phosphat, Sauerstoff, Schwermetalle u.a. Strontium, Tritium, Uran, Molybdän, Pflanzenschutzmittel, Chlorierte Kohlenwasserstoffe, EDTA; Regionalisierung der Punktdaten mittels Simple-Updating-Kriging und flächenhafte Darstellung in 55 Einzelkarten, Reihe Grundwasserschutz: Nr. 19, Karlsruhe, 2001.
- LfU, 2001
Landesanstalt für Umweltschutz Baden - Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm - Grundwasser Oberfläche im Oktober 1986, April 1998 und September 1991 im Oberrheingraben zwischen Karlsruhe und Mannheim“. - 30 Seiten, Anhang mit 6 Grundwasserhöhengleichenkarten, Reihe Grundwasserschutz: Nr. 18, Karlsruhe, 2001.
- LfU, 2001
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 2000“. - Reihe Grundwasserschutz: Nr.16, Karlsruhe, 2001.
- LfU, 2001
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Statistische Signifikanztests zur Bewertung von Änderungen der Grundwasserbeschaffenheit“. - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 17, Karlsruhe, 2001.
- LfU u.a., 2001
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 (Erste Kartenlieferung, weitere Themen folgen in Ergänzungslieferungen), Atlas, 1 CD-ROM, Karlsruhe, 2001.
- LfU, 2001
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm: Geogen geprägte Hintergrundbeschaffenheit - Ergebnisse aus dem Basismessnetz“. Nachdruck der 2. unveränderten Auflage von 1994, Karlsruhe, 2001.
- LfU, 2000
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm-Ergebnisse der Beprobung 1999“. - Reihe Grundwasserschutz: Nr.14, Karlsruhe, 2000.
- LfU u.a., 2000
Région Alsace, LfU - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau u.a.: „Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben - Basel bis Raum Rastatt - Lauterbourg“. - Fünf Teilberichte u.a. zu: Ergebnisse der Beprobungskampagne 1996/ 1997, Ergebnisse in tiefen Grundwasserbereichen, Maßnahmenvorschläge zur Bekämpfung der Belastung des Grundwassers im Oberrheingraben, Zusammenfassung und Empfehlungen, Vorbereitungsarbeiten, 50 Karten zur Grundwasserbeschaffenheit u.a.: Nitrat, Chlorid, Sulfat, Sauerstoff, Pflanzenschutzmittel, Schwermetalle, Chlorierte Kohlenwasserstoffe, Europäisches Programm INTERREG II und PAMINA, Strasbourg, 2000.

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

LfU, 2000
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
(Hrsg.): „Arzneimittelrückstände und endokrin wirkende
Stoffe in der aquatischen Umwelt - Literaturrecherche“. -
Reihe Grundwasserschutz: Nr. 8, Karlsruhe, 2000.

Pruess u.a., 2000
In: Pruess, A., Borho, W., Kohl, R., Grimm-Strele, J., Wil-
pert, K., Hug, R. (2000): „Depositionsmessungen in Ba-
den-Württemberg“. - In: Ihle, P. (Hrsg.): „Atmosphärische
Stoffeinträge in der Bundesrepublik Deutschland“. - B.G.
Teubner Verlag, Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden, 2000.

LfU, 1999
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
(Hrsg.): „Grundwasserüberwachungsprogramm - Beprobung
von Grundwasser - Literaturstudie“. - Reihe Grundwasser-
schutz: Nr. 9, 4. unveränderte Auflage, Karlsruhe, 1999.

LfU, 1999
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg:
„Dem Wasser auf der Spur - Ein Film über das Lebenselixier
Wasser“. - VHS-Video, 15 Minuten, Karlsruhe, 1999.

5.2 FACHSPEZIFISCHE EDV-ANWENDUNGEN

LfU, 2005
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Jah-
resdaten-katalog Grundwasser 1995-2004“. - Physikalisch-
chemische Messwerte für ca. 2.300 Messstellen, Grundwasser-
standsdaten und Quellschüttungen für ca. 300 Messstellen
für die Jahre 1995 bis 2002; Grafische Benutzeroberfläche,
Kartografische und tabellarische Darstellungsmöglich-
keiten, Diagramme und Zeitreihen, Exportmöglichkeiten
in MS-EXCEL und MS-ACCESS, Reihe Grundwasserschutz:
Nr. 29, 1 CD-ROM mit Beiheft, Karlsruhe, 2004.

LfU, 2005
D. Schuhmann: „Handbuch Grundwasserdatenbank“, CD-

ROM, Überarbeitete Ausgabe, Lose-Blatt-Reihe für die
WAABIS-Dienststellen, Karlsruhe, 2005.

Teil 1: Einführung, Benutzerdefinierte Objekte, Objektar-
ten und Stammdaten, Gütemesswerte und Probenahme-
daten

Teil 2: Mengemesswerte, GIS-Server, Der Diagrammdienst

Teil 3: Berichte, SchALVO-Vollzugsunterstützung, Import-
funktionen, Labdüs, Exportfunktionen

Teil 4: Objektzuordnungen, Datenaustauschdienst, Geo-
Pro3D, Anhang

Disy, 2004

C. Hofmann u.a. (Fa. Disy Informationssysteme GmbH):
„disy Cadenza: Plattform für Berichts- und Auswertesyste-
me insbesondere im Umweltbereich“. - In: Mayer-Föll, R.
(Hrsg.): Project AJA - Anwendung Java-basierter und an-
derer leistungsfähiger Lösungen in den Bereichen Umwelt,
Verkehr und Verwaltung - Phase V 2004. - Wissenschaft-
liche Berichte des Forschungszentrums Karlsruhe (FZKA)
Nr. 7077, 2004.

IPF, LfU 2004

D. Hilbring, J. Wiesel (Institut für Photogrammetrie, Uni-
versität Karlsruhe), B. Schneider (LfU): „GIS-Server 3D - In-
tegration und Visualisierung von hoch auflösenden Gelän-
demodellen und Weiterentwicklung von GeoPro3D“. - In:
Mayer-Föll, R. (Hrsg.): Project AJA - Anwendung Java-ba-
sierter und anderer leistungsfähiger Lösungen in den Be-
reichen 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): „WaterF-
rame - Integrierte Gewässerinformationssysteme in Baden-
Württemberg, Thüringen und Bayern“. - In: Mayer-Föll, R.
(Hrsg.): Project AJA - Anwendung Java-basierter und an-
derer leistungsfähiger Lösungen in den Bereichen Umwelt,
Verkehr und Verwaltung - Phase V 2004. - Wissenschaft-
liche Berichte des Forschungszentrums Karlsruhe (FZKA)
Nr. 7077, 2004.

IPF, LfU 2003

D. Hilbring, J. Wiesel (Institut für Photogrammetrie, Uni-
versität Karlsruhe), B. Schneider (LfU): „GIS-Server 3D - Er-
stellung und Implementierung eines Konzepts für die Visu-

- alisierung von digitalen Geländemodellen in GIStern und Weiterentwicklung in GeoPro“. - In: Mayer-Föll, R. (Hrsg.): Project AJA – Anwendung Java-basierter und anderer leistungsfähiger Lösungen in den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung – Phase VI. - Wissenschaftliche Berichte des Forschungszentrums Karlsruhe (FZKA) Nr. 6950, 2003.
- LfU, 2004
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Jahresdaten-katalog Grundwasser 1995-2003“. - Physikalisch-chemische Messwerte für ca. 2.300 Messstellen, Grundwasserstandsdaten und Quellschüttungen für ca. 300 Messstellen für die Jahre 1995 bis 2002; Grafische Benutzeroberfläche, Kartografische und tabellarische Darstellungsmöglichkeiten, Diagramme und Zeitreihen, Exportmöglichkeiten in MS-EXCEL und MS-ACCESS, Reihe Grundwasserschutz: Nr. 26, CD-ROM, Karlsruhe, 2004.
- IITB, LfU u.a., 2003
„WRRL-IS: Innovative Fachdienste für Gewässerinformationssysteme“. - In: Mayer-Föll, R. (Hrsg.): Project AJA - Anwendung Java-basierter und anderer leistungsfähiger Lösungen in den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung - Phase VI. - Wissenschaftliche Berichte des Forschungszentrums Karlsruhe (FZKA) Nr. 6950, 2003.
- Disy, 2003
C.Hofmann u.a. (Fa. Disy Informationssysteme GmbH): „disy Cadenza: Übersicht und ausgewählte Lösungsbeispiele für Berichts- und Auswertesysteme“ - In: Mayer-Föll, R. (Hrsg.): Project AJA - Anwendung Java-basierter und anderer leistungsfähiger Lösungen in den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung – Phase VI. - Wissenschaftliche Berichte des Forschungszentrums Karlsruhe (FZKA) Nr. 6950, 2003.
- LfU, 2003
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Jahresdaten-katalog Grundwasser 1995-2002“. - Physikalisch-chemische Messwerte für ca. 2.300 Messstellen, Grundwasserstandsdaten und Quellschüttungen für ca. 300 Messstellen für die Jahre 1995 bis 2002; Grafische Benutzeroberfläche, Kartografische und tabellarische Darstellungsmöglichkeiten, Diagramme und Zeitreihen, Exportmöglichkeiten in MS-EXCEL und MS-ACCESS, Reihe Grundwasserschutz: Nr. 24, CD-ROM, Karlsruhe, 2003.
- IPF, 2002
Hilbring, D: (Institut für Photogrammetrie, Universität Karlsruhe): „3D-Grundwasseranalyse von Bauvorhaben mittels GeoPro3D“ - In: Proceedings of the 16th International Conference: Informatics for Environmental Protection. - Vienna, 2002.
- IITB, 2002
Usländer, T., Bonn G. (Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung IITB): „Layered Information System Architecture for the Implementation of the European Water Framework Directive“. - In: Proceedings of the 16th International Conference: Informatics for Environmental Protection. - Vienna 2002.
- IPF, LfU 2002
D. Hilbring, J. Wiesel (Institut für Photogrammetrie, Universität Karlsruhe), B. Schneider (LfU): „GIStern3D - Weiterentwicklung von GeoPro3D und Neuentwicklung des Height-Service für die Integration digitaler Geländemodelle“. In: Mayer-Föll, R. (Hrsg.): Project AJA - Anwendung Java-basierter und anderer leistungsfähiger Lösungen in den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung - Phase-III. - Wissenschaftliche Berichte des Forschungszentrums Karlsruhe (FZKA) Nr. 67, 2002.
- IITB, 2002
Usländer, T. (IITB): „Kooperative Weiterentwicklung der Fachanwendungen WAABIS-Grundwasser in Baden-Württemberg und FIS Gewässer in Thüringen“. - In: Mayer-Föll, R. (Hrsg.): Project AJA - Anwendung Java-basierter und anderer leistungsfähiger Lösungen in den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung - Phase-III. - Wissenschaftliche Berichte des Forschungszentrums Karlsruhe (FZKA) Nr. 67, 2002.
- LfU, 2001
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Jahresdaten-katalog Grundwasser 1995-2000“. - Physikalisch-chemische Messwerte für ca. 2.300 Messstellen, Grundwasserstandsdaten und Quellschüttungen für ca. 300 Messstellen für die Jahre 1995 bis 2000; Grafische Benutzeroberfläche, Kartografische und tabellarische Darstellungsmöglichkeiten, Diagramme und Zeitreihen, Exportmöglichkeiten in MS-EXCEL und MS-ACCESS, Reihe Grundwasserschutz: Nr. 20, CD-ROM, Karlsruhe, 2001.

IITB, 2001

Usländer, Th., Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung (IITB): „Informationsaufbereitung in der WAABIS-Fachanwendung Grundwasser in Baden-Württemberg unter Berücksichtigung von Anforderungen des Freistaates Thüringen“ in: Mayer-Föll, R.; Keitel, A.; Geiger, W. (Hrsg.): Abschlussbericht Projekt AJA Phase II, 2001.

IITB, 2001

Usländer, Th., Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung (IITB): „Nutzung von GIS-Komponenten in der Verwaltung - Die Fachanwendung Grundwasser

als Teil des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg“ - GIS-Forum: Kommunale GIS: Von Anforderungen zu Lösungen“ im Rahmen des Kongresses Zukunft Kommune 2001, Karlsruhe.

IITB, 2001

Usländer, Th., Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung (IITB): „Die Fachanwendung Grundwasser des UIS Baden-Württemberg auf der Grundlage des WAABIS – Dienstekonzeptes“ - GI-Workshop Umweltdatenbanken Jena, 2001.

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 2005

Messprogramm „Vor-Ort-Parameter“

Grundwasserstand und Pumpenförderstrom/Quellschüttung, Farbe-qualitativ, Trübung-qualitativ, Geruch-qualitativ, Temperatur, Elektrische Leitfähigkeit (bei 20°C), pH-Wert (bei ...°C), Sauerstoffkonzentration, Sauerstoffsättigungsindex, z.T.: Säure- und Basekapazität, Summe Erdalkalien.

Messprogramm „Geogen - weitgehend identisch mit Messprogramm G (Vollanalyse)“

Trübung TE/F, Farbe/SAK-436, Säurekapazität bis pH 8,2 bzw. bis pH 4,3 (bei ...°C), Basekapazität bis pH 4,3 bzw. bis 8,2 (bei ... °C), Summe Erdalkalien (Gesamthärte), SAK-254, DOC, Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium, Ammonium, Eisen-gesamt, Mangan-gesamt, Chlorid, Nitrat, Nitrit, Sulfat, Ortho-Phosphat, Phosphor-gesamt, Bor, Fluorid, Silikat, Aluminium-gelöst.

„Zusätzlicher Parameter“

Selen

Aus dem Messprogramm „Schwermetalle“

Antimon, Arsen, Barium, Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel, Zink.

„Zusätzliche Parameter“

Strontium, Uran.

Messprogramm „Pflanzenschutzmittel-PSM-1“

Atrazin, Simazin, Terbutylazin, Metolachlor, Metazachlor, Desethylatrazin, Desisopropylatrazin, Desethylterbutylazin, Propazin, Bromacil, Hexazinon, Metalaxyl.

„Zusätzliche Pflanzenschutzmittel“

2,6-Dichlorbenzamid an allen Landesmessstellen, z.T. Bentazon an 77 Messstellen.

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.), undefiniert ist.
- Bei kleineren Teilkollektiven wirkt sich die hohe Variabilität der Extremwerte besonders stark auf die Mittelwerte aus. Medianwerte sind hier 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. Parallel dazu wird der Mittelwert angegeben.

A 3.2 RANGSTATISTIK UND BOXPLOT

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

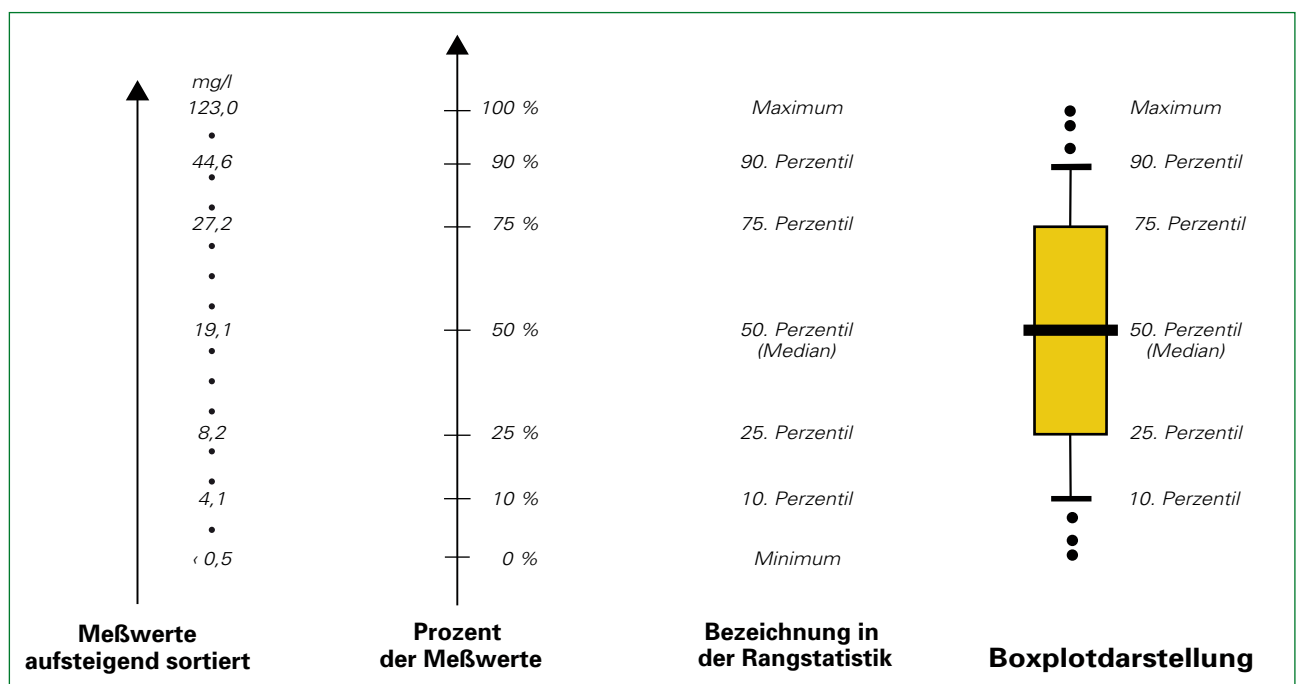


Abbildung A1: Beispiel für die Rangstatistik und die Boxplotdarstellung.

A 3.3 ZEITREIHENSTATISTIK: TRENDS AN KONSISTENTEN UND PERIODISCH KONSISTENTEN MESSSTELLENGRUPPEN

Soll der Trend nicht für einzelne Messstellen, sondern für ganze Gruppen von Messstellen beschrieben werden, muss es sich aus Gründen der Vergleichbarkeit hierbei um immer die gleichen Messstellen handeln (konsistente Messstellengruppen). Im betrachteten Zeitraum muss aus jedem Jahr mindestens ein Messwert vorliegen. Bezüglich 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 ein oder mehrere einzelne Jahre vorhanden sind (Perioden) - d.h. mit einzelnen Unterbrechungsperioden, so handelt es sich um eine periodisch-konsistente Messstellengruppe. Sollen bei bestimmten Auswertungen mögliche jahreszeitliche Schwankungen sehr weitgehend vermieden werden, werden nur die Messwerte der Herbstbeprobung, oder der Monate September bis Oktober oder bis November herangezogen. Liegen innerhalb dieses Zeitfensters mehrere Analysen vor, wird der Medianwert für die betreffende Messstelle berechnet.

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

A 4 BESTIMMUNGSGRENZE, RECHENVORSCHRIFTEN, GRENZWERT, WARNWERT

- 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 zum Summenwert addiert, Werte „< BG“ bleiben außer Betracht.

Tabella 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 2005** häufig auftretende Bestimmungsgrenzen sowie Warnwerte (WW) des Grundwasserüberwachungsprogramms und Grenzwerte (GW) nach Trinkwasserverordnung vom 21.05.2001, soweit nicht anders angegeben. (MW = Messwert). Hinweise zu Tabelle A 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. Die im Grundwasserüberwachungsprogramm geforderten Mindestbestimmungsgrenzen sind extra aufgeführt. Die Anzahl der vorkommenden Werte „> BG“ ergibt sich aus der statistischen Übersicht des Gesamtmessnetzes (Kap. 3.2). Bei Angabe „-“ ist der betreffende Wert nicht festgelegt oder noch nicht festgelegt.

Parameter	Dimension	Anz.Mst. MW<BG	Bestimmungsgrenzen *	Mindestbestimmungsgrenzen	WW	GW
Temperatur	°C	0	entfällt	entfällt	20,0	-
Trübung,quantitativ	FNU	278	0,01 / 0,05	0,05	1,20	1,00
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436nm	1/m	787	0,010 / 0,020 / 0,050 / 0,100	entfällt	0,400	0,500
Leitfaehigkeit,elektrisch bei ...Grad Celsius	mS/m	0	entfällt	entfällt	200,0	250,0
pH-Wert bei ...Grad Celcius	-	0	entfällt	entfällt	6,50 / 9,50	6,50 / 9,50
Saeurekapazitaet bis pH 4,3 bei ...Grad Celsius	mmol/l	1	0,10	entfällt	-	-
Basekapazitaet bis pH 8,2 bei ...Grad Celsius	mmol/l	7	0,02 / 0,05	entfällt	-	-
Summe Erdalkalien	mmol/l	0	entfällt	entfällt	-	-
Sauerstoff	mg/l	89	0,1 / 0,2 / 0,5	0,5	-	-
Sauerstoffsattigung	%	6	1,0 / 5,0	entfällt	-	-
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm	1/m	85	0,1 / 0,5	entfällt	5,0	-
Kohlenstoff, geloester organischer	mg/l	82	0,20	0,20	3,00	-
Calcium	mg/l	0	entfällt	1,0	320,0	-
Magnesium	mg/l	3	0,5	0,5	40,0	-
Natrium	mg/l	1	0,5	0,5	160,0	200,0
Kalium	mg/l	77	0,50	0,50	10,00	-
Ammonium	mg/l	1472	0,010	0,010	0,400	0,500
Eisen, gesamt	mg/l	925	0,005 / 0,010	0,010	-	0,200
Mangan	mg/l	1448	0,001 / 0,003 / 0,005 / 0,010	0,010	-	0,050
Chlorid	mg/l	1	0,5	0,5	200,0	250,0
Nitrat	mg/l	111	0,1 / 0,4 / 0,5	0,5	40,0	50,0
Nitrit	mg/l	1866	0,01	0,01	0,08	0,10
Sulfat	mg/l	1	0,5	1,0	240,0	240,0
Phosphat,ortho-	mg/l	869	0,010 / 0,030	0,030	-	-
Phosphor, gesamt	mg/l	501	0,003 / 0,004 / 0,005 / 0,020	0,005	-	-
Silikat	mg/l	0	entfällt	1,0	-	-
Bor	mg/l	779	0,010 / 0,020	0,020	0,100	1,000
Fluorid	mg/l	352	0,040 / 0,050 / 0,200	0,050	1,200	1,500
Aluminium	mg/l	1045	0,003 / 0,005	0,005	0,160	0,200
Antimon	mg/l	2062	0,001	0,001	0,004	0,005
Arsen	mg/l	973	0,0005	0,0005	0,0080	0,0100
Barium	mg/l	47	0,010	0,010	0,800	-
Blei	mg/l	1925	0,0010	0,0010	0,0080	0,0100
Cadmium	mg/l	1866	0,00010	0,00010	0,00200	0,00500
Kupfer	mg/l	797	0,0010	0,0010	1,6000	2,0000
Nickel	mg/l	1399	0,0010	0,0010	0,0160	0,0200
Selen	mg/l	1106	0,0005	0,0010	0,0080	0,0100
Strontium	mg/l	0	entfällt	0,050	-	-
Uran	mg/l	583	0,0005	0,0005	-	-
Zink	mg/l	504	0,010	0,010	-	-
Atrazin	µg/l	1837	0,01 / 0,02	0,02	0,08	0,10
Simazin	µg/l	2029	0,01 / 0,02	0,02	0,08	0,10
Terbutylazin	µg/l	2076	0,01 / 0,02	0,02	0,08	0,10
Desethylatrazin	µg/l	1625	0,01 / 0,02	0,02	0,08	0,10
Desisopropylatrazin	µg/l	2027	0,01 / 0,02	0,02	0,08	0,10
Desethylterbutylazin	µg/l	2074	0,01 / 0,02	0,02	0,08	0,10
Propazin	µg/l	2082	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Metalaxyl	µg/l	2085	0,01 / 0,02 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Metazachlor	µg/l	2083	0,01 / 0,02 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Metolachlor	µg/l	2079	0,01 / 0,02 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Bromacil	µg/l	2047	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Hexazinon	µg/l	2032	0,01 / 0,02 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Dichlorbenzamid, 2,6-	µg/l	2012	0,02 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Bentazon	µg/l	50	0,05	0,05	0,08	0,10

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

GRENZWERTE UND WARNWERTE

- Die in Tabelle A2 zusammengestellten Grenzwerte (GW) für chemische Stoffe und einzelne Parameter sind der Trinkwasserverordnung vom 21.05.2001 bzw. der WRRL entnommen. Die Grenzwerte gelten für Trinkwasser mit Ausnahme der Grenzwerte für Nitrat und Pflanzenschutzmittel, welche in der WRRL auch für das Grundwasser festgeschrieben sind. 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. Für das Grundwasser gilt das Vorsorgeprinzip, das die Festlegung von Grenzwerten, Richtwerten oder ähnlichen Vorgaben ausschließt. Grundwasserfremde Stoffe dürfen grundsätzlich nicht ins Grundwasser gelangen. Die Trinkwasserverordnung vom 05.12.1990 war bis zum 31.12.2002 gültig, ab 01.01.2003 gilt die Trinkwasserverordnung vom 21.05.2001.
- Warnwerte (WW) wurden im Rahmen des Grundwasserüberwachungsprogramms festgelegt und haben keinen rechtlichen Charakter. Sie orientieren sich i.a. an gesetzlichen Grenz- und Richtwerten sowie an sonstigen Empfehlungen (z.B. 80 % des Trinkwassergrenzwertes). Sie werden bei Bedarf neueren Erkenntnissen angepasst.

A 5 DARSTELLUNG VON KONZENTRATIONEN ANHAND VON MESSSTELLENPUNKTEN (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:

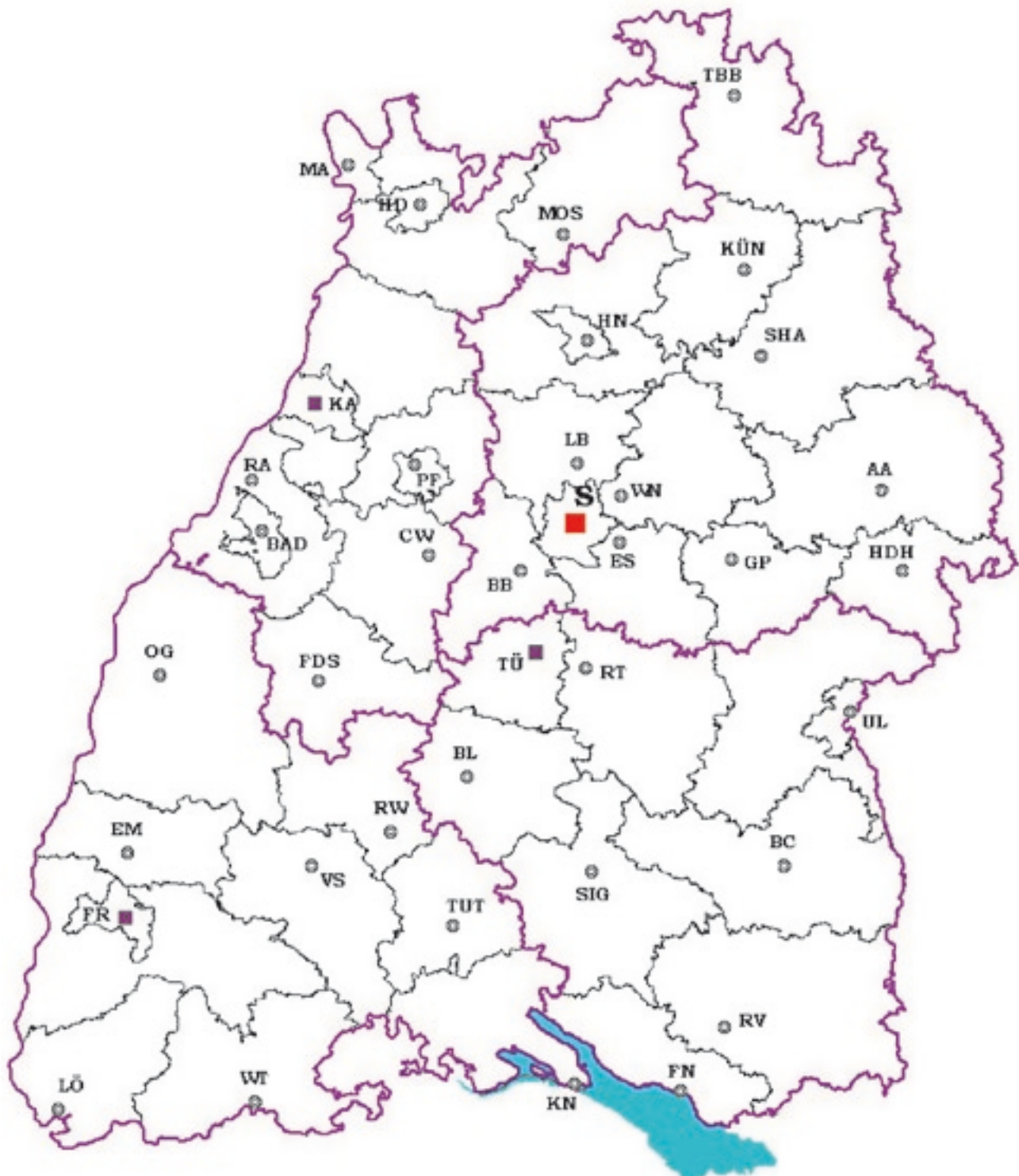
Hellblau, oder kleiner grauer o. weißer Punkt	=	geogene Hintergrundbeschaffenheit oder bei grundwasserfremden Stoffen Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze
Dunkelblau	=	Konzentrationen bis etwas oberhalb der Hintergrundbeschaffenheit
grün	=	Konzentrationen merklich oberhalb der Hintergrundbeschaffenheit 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, Nitratwarnwert = 40 mg/l)
orange	=	Überschreitung des Warnwertes des Grundwasserüberwachungsprogramms (Ausnahme Nitrat s. gelb) bzw. deutlich erhöhte Konzentrationen
rot	=	Überschreitung des Grenzwertes der neuen Trinkwasserverordnung ab 2003 bzw. stark erhöhte Konzentrationen (beim pH-Wert: Unterschreitung des unteren Grenzwertes von 6,5)
violett	=	Überschreitung des Grenzwertes der alten Trinkwasserverordnung von 1990 gültig bis Ende 2002
schwarzer Punkt	=	variabel

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

A 6 HINWEISE ZU DEN STATISTIKTABELLEN

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

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



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

