

Grundwasser- überwachungsprogramm Ergebnisse der Beprobung 2003



Grundwasser- überwachungsprogramm Ergebnisse der Beprobung 2003



Herausgegeben von der
Landesanstalt für Umweltschutz
Baden-Württemberg
1. Auflage
Karlsruhe 2004

Impressum

Herausgeber	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg 76157 Karlsruhe • Postfach 21 07 52 http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de
ISSN	1437-0131 (Bd. 25, 2004)
Bearbeitung	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg Abteilung 4 • Wasser und Altlasten
Umschlaglayout	Stephan May • Grafik-Design, 76227 Karlsruhe
Titelbild	Jutta Ruloff • Dipl. Designerin, 76275 Ettlingen
Druck	Greiserdruck, 76437 Rastatt
Umwelthinweis	gedruckt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier
Bezug über	Verlagsauslieferung der LfU bei JVA Mannheim – Druckerei, Herzogenriedstr. 11, 68169 Mannheim Telefax: 0621 / 398-370
Preis	€ 15.-

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

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	6
Die wichtigsten Ergebnisse im Überblick	7
1 Grundwassermessnetz Baden-Württemberg	12
1.1 Zielsetzung	12
1.2 Organisation des Landesmessnetzes	12
1.3 Organisation des Kooperationsmessnetzes	13
1.4 Qualitätssicherungen im Rahmen des Messnetzbetriebes	15
1.4.1 Qualitätssicherung "Stammdaten"	15
1.4.2 Qualitätssicherung "Güte-Messwerte"	15
1.5 Datenverarbeitung für das Grundwassermessnetz	16
1.5.1 Zeitreihentestverfahren	16
1.5.2 Flurabstandskarten	17
1.5.3 Weiterentwicklung	18
2 Die Grundwassermengensituation 2003 in Baden-Württemberg	19
2.1 Hydrologische Situation	19
2.2 Grundwasserneubildung aus Niederschlägen	21
2.3 Die Grundwasservorräte 2003 in Baden-Württemberg	23
2.3.1 Datengrundlage und allgemeine Zustandsbeschreibung	23
2.3.2 Überregionale Grundwasserverhältnisse	23
2.4 Nitrat	27
2.4.1 Nitrat im Grundwassermessnetz der LfU (Landesmessnetz)	28
2.4.1.1 Statistische Kennzahlen für die verschiedenen Emittentengruppen	28
2.4.1.2 Räumliche Verteilung	29
2.4.1.3 Regionalisierung	29
2.4.1.4 Kurzfristige Veränderungen (Vergleich zum Vorjahr)	32
2.4.1.5 Mittelfristige Veränderungen (Entwicklung seit 1994)	36
2.4.1.6 Controlling ausgewählter zweimonatig beprobter Messstellen	38
2.4.1.7 Bewertung	40

2.4.2 Nitrat in Wasserschutzgebieten (SchALVO-Auswertungen)	41
2.4.2.1 Nitratklassengebiete: Kurzfristige zeitliche Veränderungen (Vergleich zu den beiden Vorjahren)	44
2.4.2.2 Nitratklassengebiete: Mittelfristige Veränderungen (Entwicklung seit 1994)	46
2.4.2.3 SchALVO-Kontroll- und Vergleichsmessstellen (Mittelfristige Veränderungen seit 1994)	47
2.4.2.4 Längerfristige z.T. historische Veränderungen der Nitratbelastung	49
2.4.3 Nitrat in der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)	55
2.4.3.1 Vorgaben der WRRL	55
2.4.3.2 Vorgehensweise in Baden-Württemberg	55
2.4.3.3 Ergebnisse der Abgrenzungen	58
2.4.3.4 Weitergehende Beschreibung	58
2.5 Pflanzenschutzmittel (PSM)	60
2.5.1 Zulassung, Verwendung, Klassifizierung, Umweltrelevanz	60
2.5.2 Probennahme und Analytik	61
2.5.3 Bisher untersuchte Wirkstoffe	62
2.5.4 Organochlorpestizide	64
2.5.5 PSM - Sanierungsgebiete in Baden - Württemberg	69
2.5.6 Bewertung der Gesamtsituation	71
2.6 Gadolinium - Sonderuntersuchungen	75
2.6.1 Natürliches Vorkommen, Eigenschaften	75
2.6.2 Anthropogene Herkunft und Emissionspfade, Problembeschreibung, Bedeutung	75
2.6.3 Pilotuntersuchungen, Ergebnisse, Bewertung	75
2.7 MTBE - Methyl-tertiär-butylether - Sonderuntersuchungen	77
2.7.1 Bisherige Untersuchungen und Ergebnisse	77
2.7.2 Weitergeführte Untersuchungen und Ergebnisse in 2003	77

3	Statistische Übersichten der Teilmessnetze	82
3.1	Trendmessnetz (TMN) – Menge - Grundwasser und Quellen	82
3.2	Gesamtmessnetz - Beschaffenheit	84
3.3	Basismessnetz (BMN)	86
3.4	Rohwassermessstellen (RW)	88
3.5	Emittentenmessstellen Landwirtschaft (EL)	90
3.6	Emittentenmessstellen Industrie (EI)	92
3.7	Emittentenmessstellen Siedlung (ES)	94
3.8	Quellmessnetz (QMN)	96
4	Ausblick und Berichtswesen	98
5	Literaturverzeichnis	101
5.1	Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg - Ergebnisse	101
5.2	Fachspezifische EDV - Fachanwendungen	105
	Anhang	107
A 1	Messstellenarten	107
A 2	Messprogramme im Herbst 2003	107
A 3	Statistische Verfahren	108
A 3.1	Rangstatistik	108
A 3.2	Rangstatistik und Boxplot	108
A 3.3	Zeitreihenstatistik: Trends an konsistenten und periodisch konsistenten Messstellengruppen	109
A 4	Bestimmungsgrenze, Rechenvorschriften, Grenzwert, Warnwert	109
A 5	Darstellung von Konzentrationen anhand von Messpunkten (Karten)	111
A 6	Hinweise zu den Statistiktabelle	111
A 7	Kopiervorlage mit Land- und Stadtkreisen zur Erstellung einer Orientierungsfolie für die Konzentrationskarten	112

Abkürzungsverzeichnis

AQS	=	Analytische Qualitätssicherung
BG	=	Bestimmungsgrenze
BMN	=	Basismessnetz
BW-PLUS	=	Förderprogramm: Baden-Württemberg Programm-Lebensgrundlage-Umwelt-und ihre-Sicherung
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
GW	=	Grenzwert d. WRRL bzw. der Trinkwasserverordnung vom 21.05.2001, gültig ab 01.01.2003
GWDB	=	Grundwasserdatenbank der Wasserwirtschaftsverwaltung
GWD-WV	=	Grundwasserdatenbank Wasserversorgung
LABDÜS	=	Labordatenübertragungssystem
MLR	=	Ministerium für Ernährung und ländlichen Raum
Mst.	=	Messstelle
Mw	=	Messwert
QMN	=	Quellmessnetz
RW	=	Rohwassermessnetz
RW-öWV	=	Rohwasser für die öffentliche Wasserversorgung
SchALVO	=	Schutzgebiets- und Ausgleichs-Verordnung
SE	=	Sonstige Emittentenmessstellen
StaLa	=	Statistisches Landesamt
TMN	=	Trendmessnetz Grundwassermenge, Grundwasserstand, Quellschüttung, Lysimeter
TrinkwV	=	Trinkwasserverordnung von 1990 bzw. 2001
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
WRRL	=	Wasserrahmenrichtlinie der EU
WVU	=	Wasserversorgungsunternehmen
WW	=	Warnwert des Grundwasserbeschaffenheitsmessnetzes

Chemische Parameter:

AMPA	=	Aminomethylphosphonsäure (Abbauprodukt des Pflanzenschutzmittelwirkstoffs Glyphosat)
DOC	=	Gelöster organischer Kohlenstoff (Dissolved Organic Carbon)
BTEX	=	Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol (Bestandteile des Ottokraftstoffes, organische Lösemittel)
DEA	=	Desethylatrazin (Abbauprodukt des Pflanzenschutzmittelwirkstoffs Atrazin)
EDTA	=	Ethylendiamintetraessigsäure (organischer Komplexbildner)
CKW	=	Chlorierte Kohlenwasserstoffe (organische Lösemittel)
MTBE	=	Methyl-tertiär-butylether (Benzinzusatz)
NTA	=	Nitrilotriessigsäure (organischer Komplexbildner)
PSM	=	Pflanzenschutzmittel
SAK	=	Spektraler Absorptionskoeffizient
Lindan	=	gamma-Hexachlorcyclohexan (Insektizid)
o,p-DDT	=	o,p-Dichlordiphenyltrichlorethan (Insektizid)
p,p'-DDE	=	p,p'-Dichlordiphenyldichlorethan (Insektizid)
p,p'-TDE	=	p,p'-Tetrachlordiphenylethan auch bezeichnet als p,p'-DDD (Insektizid)

Die wichtigsten Ergebnisse im Überblick

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

Der Überblick über die **Grundwassermengensituation** des Landes basiert für den vorliegenden Bericht auf den Daten von rund 220 Trendmessstellen.

Die Daten von weiteren rund 2.550 Landesmessstellen wurden erfasst und ausgewertet. Diese Daten spielen bei der Grundwasserbewirtschaftung und den zur Bilanzierung eingesetzten großräumigen Grundwassermodellen eine bedeutende Rolle.

Die **Grundwasserbeschaffenheit** wurde an insgesamt 2.090 Messstellen des LfU-Landesmessnetzes untersucht. Die Untersuchungskosten an diesen Messstellen trägt das Land. Diese Messstellen, aufgegliedert in verschiedene Teilmessnetze, dienen der Überwachung und Darstellung der landesweiten Grundwasserbeschaffenheit und dem flächendeckenden Grundwasser- und Umweltschutz auch außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten.

Die Wasserversorgungswirtschaft Baden-Württembergs stellte im Rahmen der neuen Kooperationsvereinbarung aus dem Jahre 2003 die von den Landratsämtern angeforderten Nitrat-Daten von 1.090 Analysen von 526 Messstellen in Wasserschutzgebieten bis zum Stichtag 31.03.2004 als Kooperationsbeitrag zur Verfügung. Diese Messstellen liegen alle in Trinkwasserschutzgebieten und umfassen zum größten Teil die Förderbrunnen. Über den Stichtag hinaus ging noch eine Vielzahl weiterer Analysen der Wasserversorger bei der LfU ein.

Im Gegensatz zu den LfU-Berichten der Beprobungen der letzten 14 Jahren wird dieser Kooperationsbeitrag gesondert ausgewertet, um eine getrennte Beurteilung zwischen dem für Trinkwasserzwecke genutzten Grundwasser in Was-

serschutzgebieten und dem gesamten nicht nur Nutzungsaspekten unterliegendem Grundwasser in Baden-Württemberg möglich zu machen.

Nachdem 1999 die „geogenen“, in 2000 die landwirtschaftstypischen und in 2001 die industrietypischen Parameter untersucht wurden, standen in 2002 und 2003 an den Landesmessstellen die landwirtschaftstypischen Untersuchungen im Vordergrund, in 2003 insbesondere Nitrat und die erstmals untersuchten Organo-Chlor-Pestizide, wie z.B. Lindan und DDT. Weiterhin wurden an einigen wenigen gefährdeten Messstellen die in den letzten Jahren begonnenen Untersuchungen auf den Benzinzusatzstoff MTBE und den Pflanzenschutzmittelwirkstoff Bentazon fortgeführt. Im Rahmen der INTERREG-Projekte wurden im grenzübergreifenden Projekt „Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben“ weitere Pflanzenschutzmittel u.a. Stoffe untersucht.

Wichtigste Ergebnisse und Fazit:

Die quantitative Grundwassersituation des Jahres 2003 stellt sich wie folgt dar:

Im Gegensatz zum sehr nassen Jahr 2002 war das Jahr 2003 sehr niederschlagsarm, wie zuletzt 1976 oder 1965. Dadurch kam es zu außergewöhnlich starken Absenkungen des Grundwasserspiegels, wie zuletzt in den Jahren 1966 und 1976/77. An vielen Messstellen haben sich die Grundwasserstände innerhalb eines Jahres vom langjährigen Maximalwert bis zum langjährigen Minimalwert verringert. Z.T. liegen die Grundwasserstände sogar unter dem langjährigen Minimalwert.

- Die Jahressummen der **Niederschläge** entsprachen insgesamt langjährig sehr unterdurchschnittlichen Verhältnissen. Die hohen Niederschläge in den Monaten Januar und Oktober konnten die ansonsten über das nahezu gesamte Jahr sehr trockenen Verhältnisse keinesfalls ausgleichen.

- Nach der nennenswerten **Grundwasserneubildung** zu Jahresbeginn wurden ab Februar außergewöhnlich lange Ausfallzeiten der Versickerung beobachtet. Die starken Oktoberniederschläge haben erst zum Jahresende eine allmähliche Wiederkehr der Grundwasserneubildung bewirkt.
- Insgesamt waren die **Grundwasserstände** und **Quellschüttungen** im Jahr 2003 überwiegend unterdurchschnittlich und lagen auf deutlich niedrigerem Niveau als im Vorjahr. Das sehr hohe Ausgangsniveau aus 2002 hat verhindert, dass die stark rückläufige Jahrestendenz zu extrem niedrigen Verhältnissen führte. Zum Jahresende sind dennoch insgesamt deutlich unterdurchschnittliche Werte zu verzeichnen.
- Die **kurzfristige Entwicklung (10 Jahre)** ist mit wenigen Ausnahmen weiterhin steigend.
- Die **mittelfristige Entwicklung (20 Jahre)** ist überwiegend ausgeglichen. Im Rhein-Neckar-Raum ist eine steigende Tendenz zu verzeichnen.
- Die **langfristige Entwicklung (50 Jahre)** der Grundwasserstände ist ausgeglichen nachdem in den letzten Jahren noch überwiegend fallende Trends zu beobachten waren.
- Die **kurzfristige Nitrat-Entwicklung (1 Jahr)** ist im landesweiten Mittel um minus 1 mg/l gesunken. An 40 % der LfU-Messstellen sind Zunahmen, an 54 % Abnahmen zu verzeichnen, 6 % verhalten sich indifferent.

Im Gegensatz zum Vorjahr sind Belastungszunahmen an Messstellen mit hohen bis sehr hohen Belastungen auffallend und zwar in den oberen Konzentrationsbereichen von 35 - 220 mg/l (23 % aller Messstellen). Dies unterstreicht die Wichtigkeit der ergriffenen landesumweltpolitischen SchALVO - Lenkungsmaßnahmen, besonders in den hoch belasteten Problem- und Sanierungsgebieten.

Der kurzfristige Vergleich mit dem Vorjahr ist von der Unsicherheit der extrem unterschiedlichen hydrologischen Verhältnisse beider Jahre begleitet.

Die weitere Entwicklung nach diesen beiden hydrologisch extremen Jahren ist abzuwarten. Es sind je nach günstigen oder ungünstigen hydrologischen, geologischen und anderen natürlichen Gegebenheiten und je nach Düngeverhalten der Landwirtschaft - regional wie auch lokal - sowohl weiter abnehmende wie auch zunehmende kurzfristige Konzentrationsverläufe zu erwarten, wie es das auch in 2003 registrierte dichte Nebeneinander von Zu- und Abnahmen und wie es die Nitratkonzentrationsganglinienbetrachtungen zeigen.

Trendbeobachtungen über einen Beobachtungszeitraum von zehn Jahren zeigen an regelmäßig in jedem Jahr im Herbst beproben - d.h. konsistenten - Messstellen im Vergleich zum Vorjahr leicht abnehmende Konzentrationen.

- Die **mittelfristige Nitrat-Entwicklung** seit 1994 an regelmäßig in jedem Jahr im Herbst beproben - d.h. konsistenten - Messstellen zeigt:

Der seit 1994 statistisch festgestellte fallende Trend setzt sich fort.

In 2003 liegen die Mittelwerte der Nitratkonzentrationen für alle Messnetze deutlich un-

Die qualitative Grundwassersituation des Jahres 2003 stellt sich wie folgt dar:

- Die **Nitrat-Belastung** ist nach wie vor flächenhaft hoch. Der Nitrat-Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms von 40 mg/l wird an jeder fünften LfU-Messstelle überschritten, der Grenzwert der Trinkwasserverordnung bzw. der WRRL von 50 mg/l an jeder neunten LfU-Messstelle.

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

ter den entsprechenden mittleren Gehalten aus dem Jahr 1994 und zwar mit mittleren Abnahmen von etwa 2 - 5 mg/l je nach Teilmessnetz bzw. Gesamtmessnetz. Im Teilmessnetz Landwirtschaft wird mit 5 mg/l die größte Abnahme festgestellt.

Im gesamten Landesmessnetz und im Landwirtschaftsmessnetz hat die mittlere Nitratkonzentration von 1994 bis 2003 um etwa 12 - 14,0 % abgenommen und zwar sowohl innerhalb wie auch außerhalb von Wasserschutzgebieten.

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.

- Die ersten Auswertungen zu den Auswirkungen der **SchALVO-Maßnahmen in Wasserschutzgebieten** zeigen bei Trendbeobachtungen über einen Beobachtungszeitraum von drei Jahren an regelmäßig mindestens einmal im Jahr beprobten - d.h. konsistenten - Messstellen im Vergleich zu den Vorjahren 2002 und 2001:
 - Wasserschutzgebiete mit Nitratklasse 1 - **Normalgebiete**: nahezu unveränderte mittlere Konzentrationen mit einer sehr leichten Abnahme um 0,3 mg/l von 2001 auf 2003.
 - Wasserschutzgebiete mit Nitratklasse 2 - **Problemgebiete**: nahezu unveränderte mittlere Konzentrationen mit einer auch über 2002 registrierten leichten Abnahme um 0,5 mg/l von 2001 auf 2003.
 - Wasserschutzgebiete mit Nitratklasse 3 - **Sanierungsgebiete**: nahezu unveränderte mittlere Konzentrationen mit einer sehr leichten Zunahme um 0,3 mg/l von 2001 auf 2003, von 2001 auf 2002 wurde eine leichte Abnahme um 0,7 mg/l registriert.

- Bei den **Pflanzenschutzmitteln (PSM)** wurden erstmals landesweite Untersuchungen zu „sehr alten“ - schon in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts eingesetzten - **Organochlor-Pestiziden** durchgeführt. Dabei handelt es sich meist um Insektizide, wie **Lindan, DDT** und **Hexachlorbenzol**. Sie wurden nicht nur in der Landwirtschaft eingesetzt, sondern auch in der Nahrungsmittelindustrie, in Gärtnereien und im Privathaushalt zur Schädlingsbekämpfung und bei der Lebensmittelbevorratung. Lindan kam in der Vergangenheit auch beim Holzschutz von Rohhölzern und Möbeln zum Einsatz. Hexachlorbenzol wurde auch in der Industrie eingesetzt, beispielsweise als Zwischenprodukt für andere chemische Produkte.

Erfreulicherweise werden nur an 15 von 2.087 untersuchten Messstellen positive Befunde festgestellt (0,7 %). Von den 19 untersuchten Organochlorpestiziden werden 9 Stoffe gefunden. Hexachlorbenzol und Lindan wurden an je 4 Messstellen gefunden, die anderen sieben Stoffe nur an je einer Messstelle. Die Stoffe treten nie gemeinsam an einer Messstelle auf. Im Teilmessnetz Landwirtschaft gibt es keinerlei positive Befunde, die meisten der insgesamt wenigen Befunde werden in den Teilmessnetzen Siedlungen und Industrie festgestellt. Das Auftreten auf Arealen ehemaliger und heutiger Chemiebetriebe mit bekannten Altlasten beruht offenbar weniger auf ehemaligen Anwendungen in der umgebenden Landwirtschaft, Garten und Haushalt, sondern auf Emissionen der Altlasten. So sind drei der vier Hexachlorbenzolfunde auf eine schon lange bekannte industrielle Hexachlorbenzol-Altlast zurückzuführen, die im Zusammenhang mit der Produktion von Chlorsilanen an diesem Standort steht.

- Die zur Beobachtung der weiteren Konzentrationsentwicklung des **Pflanzenschutzmittelwirkstoffs Bentazon** durchgeführten Sonderuntersuchungen an 21 Messstellen mit bekannten Grenzwertüberschreitungen zeigen weiterhin Grenzwertüberschreitungen an

etwa der Hälfte der Messstellen. Dies spricht wiederholt dafür, die Möglichkeit eines generellen Anwendungsverbots von Bentazon zu prüfen.

- Sämtliche Messstellen mit **Glyphosat-** und **AMPA-Funden** aus dem Vorjahr 2002 wurden in 2003/2004 einer weiteren Ursachenforschung unterzogen. Als Fazit kann festgehalten werden, dass vor dem Hintergrund einer Immobilität von Glyphosat und AMPA in Kulturböden als Ursachen für die im Rahmen des Grundwasserüberwachungsprogramms der LfU Karlsruhe im Grundwasser ermittelten Glyphosat- und AMPA-Gehalte ausschließlich siedlungs-, industrie- und gleisanlagenbedingte Einflüsse, gegebenenfalls unter Einbeziehung eines unsachgemäßen Umgangs mit Pflanzenschutzmitteln, verantwortlich sind.
- Aus den in 2002 im gesamten Oberrheingraben durchgeführten Sonderuntersuchungen ergaben sich keine Anhaltspunkte für einen diffusen **MTBE**-Eintrag über den Luftpfad und seine diffuse Verbreitung im Grundwasser, jedoch für eine Ausbreitung im Grundwasser nach punktuellm Eintrag. Aus den in 2003 an 25 Verdachtsmessstellen stichprobenhaft durchgeführten Untersuchungen zur weiteren Konzentrationsentwicklung ergibt sich keine eindeutige gemeinsame Trendaussage. Die aus den Vorjahren bekannten Belastungen haben sich überwiegend bestätigt. An drei Verdachtsmessstellen werden neue Belastungen festgestellt.
- Erstmals wurde das Element **Gadolinium** pilothaft an 22 gefährdeten Messstellen untersucht. Gadolinium gehört im Periodensystem zu der Gruppe der seltenen Erden und zählt zu den Übergangsmetallen. Neben dem häufigen natürlichen Vorkommen kann Gadolinium aufgrund seines technischen Einsatzes u.a. in Kerntechnik, Medizin und in der Metallveredlung in Flüsse und Grundwasser gelangen, wie es aus einigen Untersuchungen bekannt ist. Gadolinium wird in Kläranlagen nicht zurückgehalten. Die LfU-Untersuchungen erbrachten erfreulicherweise keine positiven Befunde.
- Die großräumigen industriellen und landwirtschaftlichen **Belastungsverhältnisse** des Grundwassers geben trotz einiger Verbesserungen bei der Belastungssituation weiterhin Anlass zur Besorgnis. Bereits eingeleitete Schutzmaßnahmen sind weiter zu verfolgen bzw. zu verbessern.

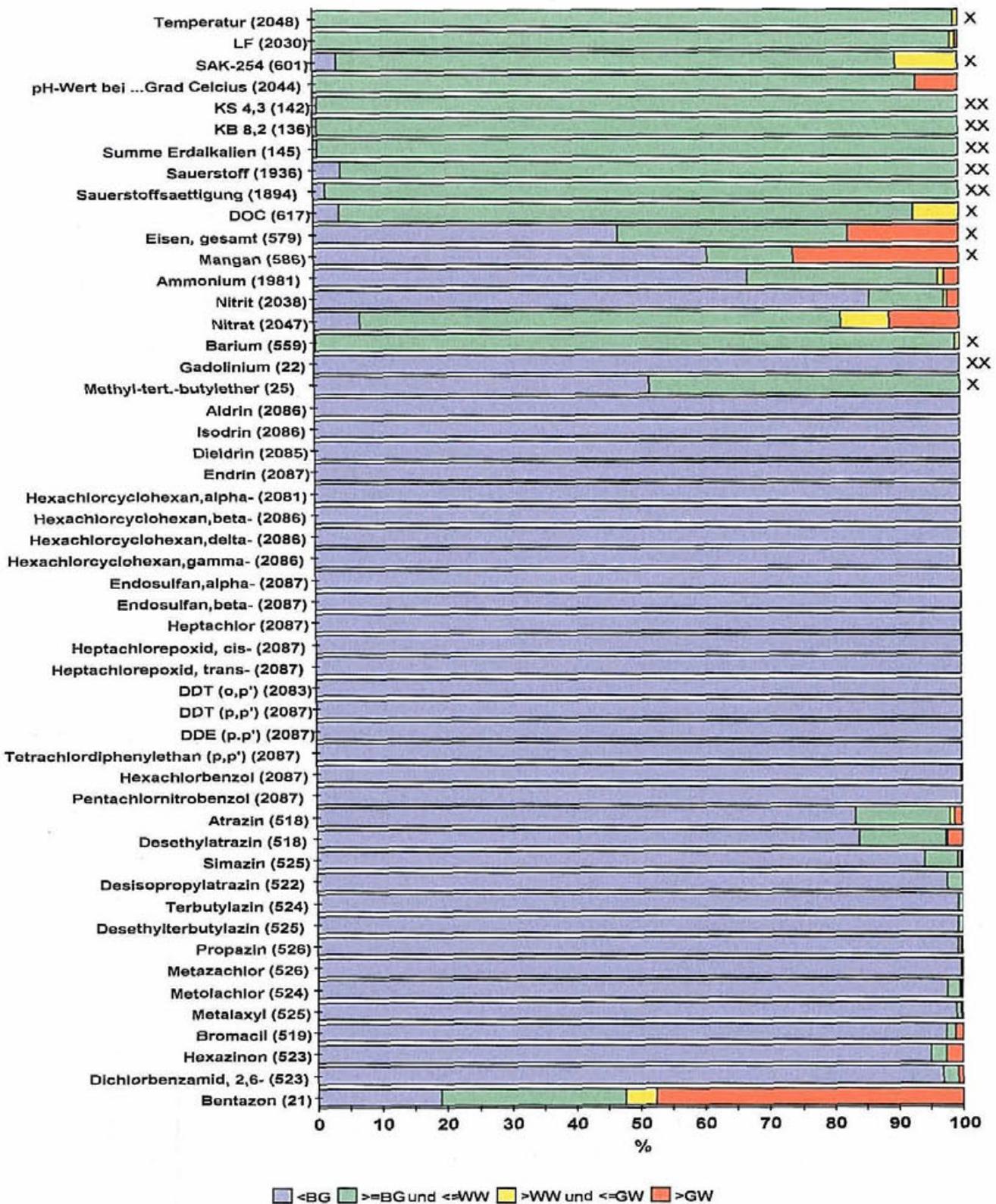


Abbildung 0.1: Übersicht über die Ergebnisse der Beprobung 2003: Prozentuale Verteilung der Messwerte (BG = Bestimmungsgrenze, WW = Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes), GW = Grenzwert der Trinkwasserverordnung v. 2001, < kleiner als, > größer als, ≤ kleiner gleich, ≥ größer gleich, in Klammern: 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 Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) 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, also Auswirkungen von Nutzungen auf das Grundwasser untersuchen und beurteilen.

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

Seit Dezember 2000 werden mit der Wasserrahmenrichtlinie der EU 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 auf die Anforderungen aus der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) angepasst werden. Die neue EU-Trinkwasserrichtlinie von 1998 wurde mit der „Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom 21.05.2001“ in deutsches Recht umgesetzt. Die neue TrinkwV gilt ab 01.01.2003 und führt zu z.T. erheblichen Änderungen hinsichtlich des Parameterumfangs und des Geltungsortes der Grenzwerte. Die hier im Bericht gemachten Auswertungen beziehen sich auf die Grenzwerte der TrinkwV 2003.

Ein repräsentatives Grundwassermessnetz mit den zugehörigen Untersuchungsprogrammen,

aktuellen Datendiensten und Bewertungen ist zugleich ein Frühwarnsystem für großräumige natürlich und anthropogen verursachte 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:
 - Rund 2.200 Messstellen, ca. 600 Quellen, 600 Beobachtungsrohre und 1.000 Brunnen, gegliedert nach Beeinflussungen im Eintragsgebiet und der Nutzung der Messstellen.
- Die Beauftragung der Analytik zu den rund 2.200 Messstellen erfolgt zentral durch die LfU.
- 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
 - 200 Trend-Messstellen mit wöchentlicher Wasserstandsmessung
 - Der größere Anteil an Grundwasserstands Landesmessstellen, rund 2.500 Messstellen, ist nicht Gegenstand dieses Berichts da er von den Gewässerdirektionen und deren Bereichen hinsichtlich regionaler Fragestellungen ausgewertet und verwaltet wird.
- dem Quellschüttungsmessnetz
 - 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
 - 30 Messstellen
 - tägliche bis wöchentliche Messung der Sickerwassermenge

Die Teilmessnetze und die zugehörige Messstellenanzahl sind in Tab. 1.2.1 gegenübergestellt. Die Organisation der Beprobung der Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen und der Messung von Grundwasserstands- bzw. Quellschüttungsmessstellen ist grundlegend 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 Organisationen haben die vedewa r.V. (Stuttgart) damit beauftragt, für die Rohwasseranalysen eine eigene Datenbank (GWD-WV) einzurichten und zu

betreiben. Die Ergebnisse der Wasserversorgungsunternehmen werden in jedem Jahr parallel in einem eigenständigen Bericht der GWD-WV dargestellt.

Ab 2003 gilt ein weiterer Kooperationsvertrag zwischen dem Land und der Wasserversorgungswirtschaft, der beinhaltet, dass die Wasserversorgungswirtschaft für jedes Wasserschutzgebiet Nitrat- und PSM-Werte für die im Rahmen der SchALVO notwendigen Wasserschutzgebiets-Einstufungen analysieren lässt und diese den Landratsämtern übermittelt. Die Landratsämter ihrerseits stufen die Wasserschutzgebiete ein und übermitteln die einzelnen Nitratwerte der LfU.

Über diesen Weg stellte die Wasserversorgungswirtschaft Baden-Württembergs zum Stichtag 31.03.2004 im Rahmen der neuen Kooperationsvereinbarung die von den Landratsämtern für die SchALVO-Nitratklasseneinstufung angeforderten Nitrat-Daten von 1.090 Analysen von 526 Messstellen in Trinkwasserschutzgebieten als Kooperationsbeitrag zur Verfügung.

Davon sind 53 Messstellen Überschneider, d.h. für diese Messstellen liegen schon Daten aus dem Landesmessnetz vor. Weitere 336 WVU-Analysen zu 31 Messstellen wurden der LfU übermittelt. Diese Analysen beinhalten mehr Parameter und Stoffe als Nitrat. Davon waren 19 Messstellen Überschneidermessstellen.

Letztlich erreichten die LfU-Grundwasserdatenbank für das Jahr 2003 zusätzlich zum von der LfU betriebenen Landesmessnetz die Nitratanalysen von 473 verschiedenen WVU-Messstellen plus 12 Messstellen mit mehr analysierten Parametern als Nitrat. Die Daten dieser 485 Messstellen gehen im vorliegenden Bericht ausschließlich in die Auswertungen des Kapitels über die SchALVO ein. Über den Stichtag hinaus ging noch eine Vielzahl weiterer WVU-Analysen bei der LfU ein.

Mit anderen Partnern wie z. B. der Industrie oder der Landwirtschaft stehen Kooperationsbeiträge in wünschenswertem Umfang nach wie vor aus.

Tabelle 1.2.1: Übersicht über die Teilmessnetze und ihre Messstellenanzahl, Herbst 2003.

Teilmessnetz	Abk.	Anzahl der beprobten Messstellen im Herbst 2003		
		Land	Kooperationsbeitrag Stichtag 31.03.2004	Gesamt
Basismessnetz	BMN	111		
Rohwassermessstellen für die öffentliche Wasserversorgung	RW	172		
Vorfeldmessstellen	VF	58		
Emittentenmessstellen Landwirtschaft	EL	664		
Emittentenmessstellen Industrie	EI	418		
Emittentenmessstellen Siedlung	ES	413		
Sonstige Emittentenmessstellen	SE	65		
Quellmessnetz	QMN	189		
Summe	Alle	2.090		
SchALVO-Messstellen in WSG	SAL	Davon: 494	473*	967
Grundwassermengennetz	Abk.	Anzahl der beobachteten Messstellen 2003		
		Trendmessnetz	Regionalmessnetz	Gesamt
Grundwasserstand	ST	200	2.663	2.863
Quellschüttung	QS	17	174	191
Lysimeter	Lys	6	29	35
Summe	Alle	223	2.866	3.089

*Darüber hinaus liegen für 19 plus 53 Mst. (insgesamt 72 Mst.) zu den Daten des Landes ergänzende Daten der WVU vor (Überschneider-Mst.). Für weitere 12 Mst., die nicht zum Landesmessnetz gehören, liegen WVU-Analysen vor. Diese Analysen werden ausser im SchALVO-Kapitel 2.4.2 nicht mit ausgewertet. Über den Stichtag 31.03.2004 hinaus ging noch eine Vielzahl weiterer WVU-Analysen bei der LfU ein.

Tabelle 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.	Grundwasserstand: an jedem Montag (Regelfall) Quellschüttung: wöchentlich Lysimeter: täglich bis mehrmals wöchentlich
Organisation	LfU und Regieunternehmen (Vergabe)	LfU, Gewässerdirektionen und deren Bereiche
Datenbeschaffung Auftragsnehmer (Messung, Probennahme, Analytik) Auftragsvoraussetzungen Qualitätssicherung	Probennahme und Analytik durch separate Probennehmer und chemische Labors. Nachweis der Qualifikation u. a. durch: • Akkreditierung nach DIN EN 45001 bzw. DIN EN ISO 17025 • Regelmäßige erfolgreiche Teilnahme an der Analytischen Qualitätssicherung (AQS) mit Ringversuchen und Laborvergleichsuntersuchungen und externen Laborauditierungen • auftragspezifische Qualitätssicherungsmaßnahmen • Teilnahme an Probennehmer-Lehrgängen I und II der LfU, Probennehmerkontrollen	Mengenmessung durch freiwillige oder vom Land verpflichtete Beobachter. Unterschiedlicher Datenfluss bei den „Trendmessstellen“ für die landesweite Zustandsbeschreibung und den „Regionalmessstellen“ für den übergebieltlichen Grundwasserschutz.
Messstelleneigentümer	Größtenteils wird auf Messstellen zurückgegriffen, die nicht in Landesbesitz sind. Private, gewerbliche und kommunale Betreiber stellen die Messstellen zur Probennahme/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 LfU bzw. per Vergabe an Büros.
Datenhaltung	Grundwasserdatenbank (GWDB) der LfU	
Datenplausibilisierung und Qualitätssicherung	Statistische und visuelle Plausibilisierungen beim Einlesen der Messwerte, ggf. Nachanalysen bei den Labors. Weiterhin: Mehrfachbestimmungen, vergleichende Untersuchungen, Analyse von Rückstellproben und Probennehmerkontrollen vor Ort.	Visuelle Belegprüfungen, Plausibilitätsprüfung beim Einlesen, Kontrolle der Ganglinien, Zeitreihenanalysen

1.4 Qualitätssicherungen im Rahmen des Messnetzbetriebes

1.4.1 Qualitätssicherung „Stammdaten“

Die systematische Überprüfung der Stammdaten der rund 2.200 von der LfU betriebenen Grundwasser-Beschaffenheits-Messstellen ist abgeschlossen. Laufend überprüft werden die Daten zu Bauformen, Ausbauten, Koordinaten, Probenahmestellen, Betreiberadressen, Ansprechpartnern und den Nutzungen der Aufschlüsse. Für einzelne Messstellen stehen noch spezielle Vor-Ort-Überprüfungen an.

Die Aktualisierung der Stammdaten zu den einzelnen Messstellen findet nach jeder Beprobungskampagne in Form der Aufarbeitung der von den Probennehmern zurückgesandten Beprobungsunterlagen statt. Um Messstellenverwechslungen bei der Probennahme auszuschließen werden z.B. Messstellenfotos der aktuellen Probennahme mit älteren Fotos verglichen, Informationen von Probennehmern zur Messstelle oder zur Probennahme gesichtet und gegebenenfalls auftretende Unstimmigkeiten mit den Probennehmern, den Messstellenbetreibern oder über die zuständigen Vor-Ort-Behörden geklärt.

1.4.2 Qualitätssicherung „Güte-Messwerte“

Im Grundwasserbeschaffenheitsmessnetz sind bei der Beauftragung von Probennahme und Analytik seit dem Jahr 2002 für die Auftragnehmer folgende Mindest-Qualifikationen erforderlich:

Analytik:

- Gültige, für die Grundwasseruntersuchung anwendbare und vollständige Akkreditierung nach DIN EN 45001 bzw. DIN EN ISO 17025 einer evaluierten Akkreditierungsstelle **oder**
- nur noch bis Ende 2003: gültige Zulassung nach § 19 Abs. 2 Satz 4 Trinkwasserverordnung (gem. VwV MLR Baden-Württemberg vom 4.12.1998 - Az. 38-5426/8 (GABl. 1999, S. 75)).

- Ab 2004: nur noch Akkreditierung
- Im Vorfeld der Herbstbeprobung 2003 wurde eine Laborvergleichsuntersuchung auf das Messprogramm „Chlorpestizide“ durchgeführt. Die erfolgreiche Teilnahme daran war Bedingung für den Analysenauftrag für diese ausgewählten Stoffe.
- Im Rahmen der einzelnen Beprobungsrunden finden zusätzlich zu den zentral durch die Analytische Qualitätssicherung (AQS) Baden-Württemberg durchgeführten Ringversuchen weitere Qualitätssicherungsmaßnahmen statt, z. B.:
 - Absicherung von Positiv-Befunden und Grenzwert-Überschreitungen bei PSM 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.

Probennahme:

- Erfolgreiche Teilnahme an den Lehrgängen I und II für Probennehmer beim Grundwassermessnetz, durchgeführt bei VEGAS (Universität Stuttgart)
- Der „Leitfaden für Probennahme und Analytik“ der LfU, der u. a. die „Anleitung zur Probennahme von Grund-, Roh- und Trinkwasser“ enthält, ist Vertragsbestandteil (LfU, 2000)
- Die Einhaltung der Probennahme-Vorgaben wird stichprobenartig durch unangekündigte Probennahmekontrollen vor Ort überprüft.

1.5 Datenverarbeitung für das Grundwassermessnetz

Im Jahr 2003 wurde die Grundwasserdatenbank („GWDB“) konsequent weiterentwickelt. Das WAABIS-Modul-8 wird bei 44 Landratsämtern und Stadtkreisen, bei 13 Gewässerdirektionsbereichen sowie bei der LfU routinemäßig eingesetzt.

Alle bisher realisierten Funktionalitäten wurden in einem vierteiligen Handbuch erläutert und als Lose-Blatt-Sammlung den betroffenen Dienststellen zur Verfügung gestellt (Abb. 1.5.2).

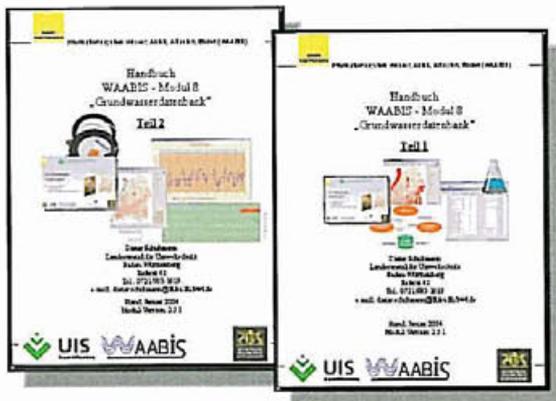


Abb. 1.5.1: Handbuch Grundwasserdatenbank.

Die Auswertungen und Darstellungen des vorliegenden Bericht, sowie die Regionalberichte der Gewässerdirektionsbereiche wurden wiederum in weiten Teilen mit der Grundwasserdatenbank erzeugt.

Die in JAVA programmierte „Grundwasserdatenbank“ wurde in einer weiteren Version 2.5.1 im Juli an die Dienststellen ausgeliefert, wichtige Neuerungen dabei waren:

- Implementierung von 3 Zeitreihentestverfahren zur Plausibilisierung von Messwerten in Messreihen
- Flurabstandskarten
- Objektzuordnungsdienst: Zuordnung von Objekten aus anderen WAABIS-Modulen zu Grundwassermessstellen. Dabei handelt es sich im ersten Schritt um Wasserschutzgebiete (WAABIS-Modul-7 „GewIS“) und die für die Festsetzung des Wasserentnahmeentgelts relevanten Entnahmestellen (WAABIS-Modul-11, „WEE“) zum Vergleich gemessener Entnahmemengen aus der Grundwasserdatenbank und festgesetzter Entnahmemengen aus dem WEE-Modul.

Ausgewählte Zeitreihentestverfahren und Flurabstandskarten sollen im Folgenden näher erläutert werden.

1.5.1 Zeitreihentestverfahren

Wenn chemisch-physikalische Messwerte ausgewertet und für andere Dienststellen bereitgestellt werden, muss großen Wert auf ihre Plausibilität gelegt werden.

Neben Einzelbetrachtungen innerhalb einer Analyse bieten sich zur Plausibilisierung definierte Zeitreihentests an, die auffällige Messwerte innerhalb einer Ganmlinie aussondern und dem Benutzer für tiefere Betrachtungen zusammenstellen.

In der Grundwasserdatenbank wurden mehrere Zeitreihentestverfahren zur Verfügung gestellt, davon soll über drei Verfahren ein kurzer Überblick gegeben werden:

A. Das Standardabweichungsverfahren:

Für die Messwerte einer Zeitreihe wird die Trendgerade berechnet, sowie der Standardfehler. Der Messwert gilt dann als auffällig, wenn der Betrag des Abstands zur Trendgeraden größer ist als ein wählbarer Faktor des Standardfehlers (Abb. 1.5.2).

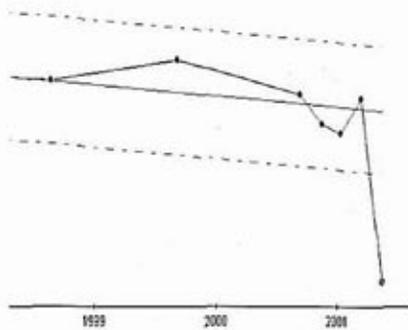


Abb. 1.5.2: Standardabweichungsverfahren (rot: auffälliger Messwert).

B. Das Differenzenverfahren

Aus einer Referenzliste erhält man einen minimalen und einen maximalen Differenzwert zwischen Messwerten und zwar jeweils absolut und prozentual. Der maximale Differenzwert ist in der Regel positiv und gibt eine Obergrenze an für die plausible Differenz zwischen einem Messwert des Parameters und seinem Vorgängerwert in der selben Zeitreihe. Der minimale Differenzwert ist in der Regel negativ und gibt eine Untergrenze an für diese Differenz (Abb. 1.5.3).

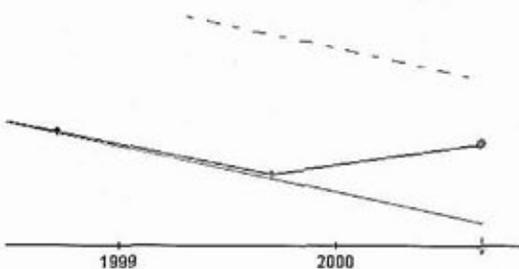


Abb. 1.5.3: Differenzenverfahren (rot: auffälliger Messwert).

C. Das Verfahren der auffälligen Negativbefunde

Geprüft werden hier generell nur Messwerte, die Negativbefunde darstellen, d.h. die mit der Messbedingung „kleiner Bestimmungsgrenze“ gekennzeichnet sind (Abb. 1.5.4).

Ein solcher Negativbefund gilt als auffällig, wenn unter den zu betrachtenden Messwerten der Zeitreihe mindestens eine wählbare Zahl Positivbefunde sind.

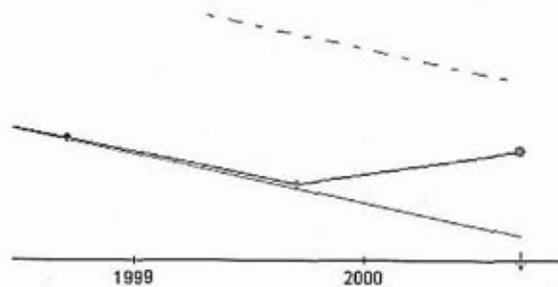


Abb. 1.5.4: Verfahren der auffälligen Negativbefunde (rot: auffällige Messwerte, grau: Messwerte kleiner als Bestimmungsgrenze).

Nach einer eingehenden Prüfung der erzeugten auffälligen Messwerte werden diese durch den Sachbearbeiter manuell endgültig eingestuft. Bestätigt sich das Ergebnis, können die unplausiblen Messwerte sofort nach Excel exportiert und laborweise zur Überprüfung an die Chemischen Untersuchungsinstitute und Labore versandt werden.

1.5.2 Flurabstandskarten

Flurabstandskarten geben die Differenz zwischen der Geländeoberkante und dem Grundwasserspiegel wieder und sind daher ein wichtiges Hilfsmittel für mengenmäßige Betrachtungen der Grundwasservorräte und lokale Fragestellungen, wie gebietsweises Vernässen oder Austrocknen (Abb. 1.5.5).

Die Grundwasserdatenbank bietet unter Verwendung des Digitalen Höhenmodells (DGM) eine schnelle Möglichkeit der Kartenerzeugung mit dem integrierten Geografischen Informationssystem GIStern. Mit den Grundwasserstandsdaten können mittlere, maximale und minimale Flurabstände angezeigt werden.

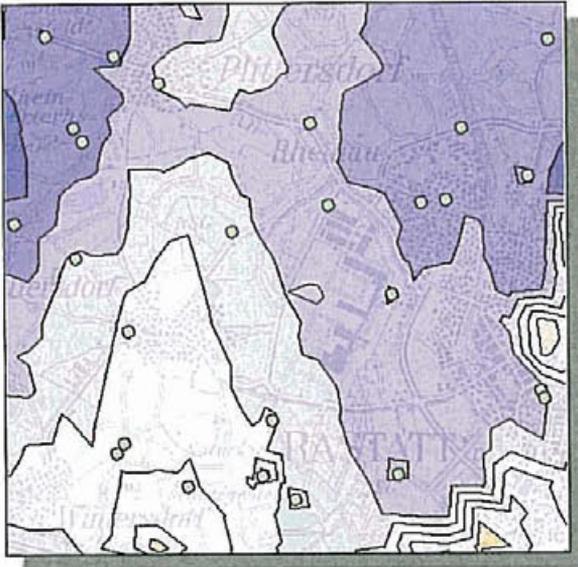


Abb. 1.5.5: Beispiel einer Flurabstandskarte.

1.5.3 Weiterentwicklung

Ein hoher Anteil der Weiterentwicklungen der Grundwasserdatenbank umfasst Optimierungen der bestehenden Datenhaltungs- und Auswertemöglichkeiten, besonders aber auch das Ziel, modulübergreifend über Objektzuordnungen weitere Daten heranziehen und mit den bewährten Methoden darstellen zu können.

Für das Jahr 2004 sind folgende weitere Funktionalitäten vorgesehen:

- Durchgängige Verarbeitung und Auswertung von Vergleichsanalysen und Nachproben zur Unterstützung der Plausibilisierungsmaßnahmen.
 - Objektzuordnung von Grundwassermessstellen zum Wasserrechtsdienst (WAABIS-Modul -1). Damit stehen die genehmigten Entnahmemengen für GWDB-Auswertungen zur Verfügung.
 - Einbindung von Standardselektionen und -diagrammen in den Objektzuordnungsdienst, so dass in anderen WAABIS-Anwendungen, primär aber z.B. im Altlastenmodul (WAABIS-Modul-6) Messwerte aus der Grundwasserdatenbank angezeigt werden können.
- Schaffung einer Import-/Exportschnittstelle zu der DV-Anwendung der Gesundheitsämter zum Austausch von Trinkwasserdaten.
 - Automatisierte Sammelzuordnung von Messstellen mit Flächenobjekten, z.B. Aquifer, Flurstück, Wasserschutzgebiet, Schutzgebietszonen und Gewässereinzugsgebieten sowie Aktualisierung der Einträge in der Beschreibung der Stammdaten.
 - Neue Standardberichtsformen, wie „Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch“, SchALVO - Listen, etc..
 - Datenmassenimport zur Bereitstellung von Bilddokumenten von Probenahmen und Messstellen im Intranet der Landesverwaltung. Dazu wird das Content-Management-System WEBGenesis verwendet. Ein entsprechender Link zeigt die Dokumente in den Stammdatenmasken der GWDB an.

Im September 2003 ist eine aktualisierte Ausgabe des „Elektronischen Jahresdatenkatalogs Grundwasser, 1995 bis 2002“ als CD-ROM erschienen, der die aktuellen chemisch-physikalischen Messwerte, Grundwasserstände und Quellschüttungen der Landesmessstellen der LfU besonders für die Zielgruppe „Ingenieurbüros“ tabellarisch, kartografisch und als Ganglinien bereitstellt (Abb. 1.5.6). Die jahresweise Aktualisierung wird auch in 2004 stattfinden.

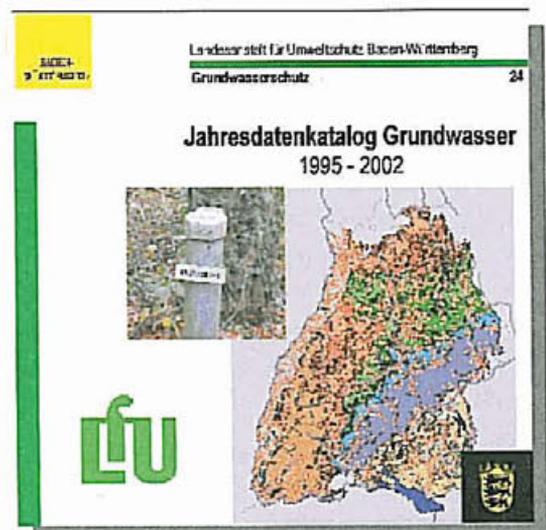


Abb. 1.5.6: CD: Jahresdatenkatalog Grundwasser 1995 - 2002.

2 Die Grundwassermengensituation 2003 in Baden-Württemberg

2.1 Hydrologische Situation

Das Jahr 2003 war im Vergleich zu den langjährig mittleren Verhältnissen deutlich unterdurchschnittlich regenreich. Das Flächenmittel der Niederschlagshöhen betrug 2003 in Baden-Württemberg 680 mm, das sind 70 % des langjährigen Niederschlagsmittelwertes von 1961-1990 (Abbildung 2.1.1). Dieser Zustand ist in allen Landesteilen erkennbar.

Die Niederschlagsverteilungen innerhalb des Jahres 2003 weichen von dem langjährig mittleren Gang erheblich ab. Das Jahr 2003 zeichnet sich durch permanente Niederschlagsdefizite mit markanten Ausnahmen in den Monaten Januar und Oktober aus. Für den Monat Oktober wurden für Baden-Württemberg im Flächenmittel 111 mm Niederschlag berechnet, das sind 166 % des langjährigen Monatsmittelwerts.

Die übrigen 10 Monate waren hingegen deutlich unterdurchschnittlich regenreich, wobei der Zeitraum von Februar bis April extrem trocken war. Für Februar wurden im Landesmittel 24 mm Niederschlag berechnet, entsprechend 36 % des langjährigen Durchschnitts. Insgesamt konnten die nassen Monate Januar und Oktober die ansonsten geringen Niederschläge keineswegs ausgleichen (Abbildung 2.1.2).

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

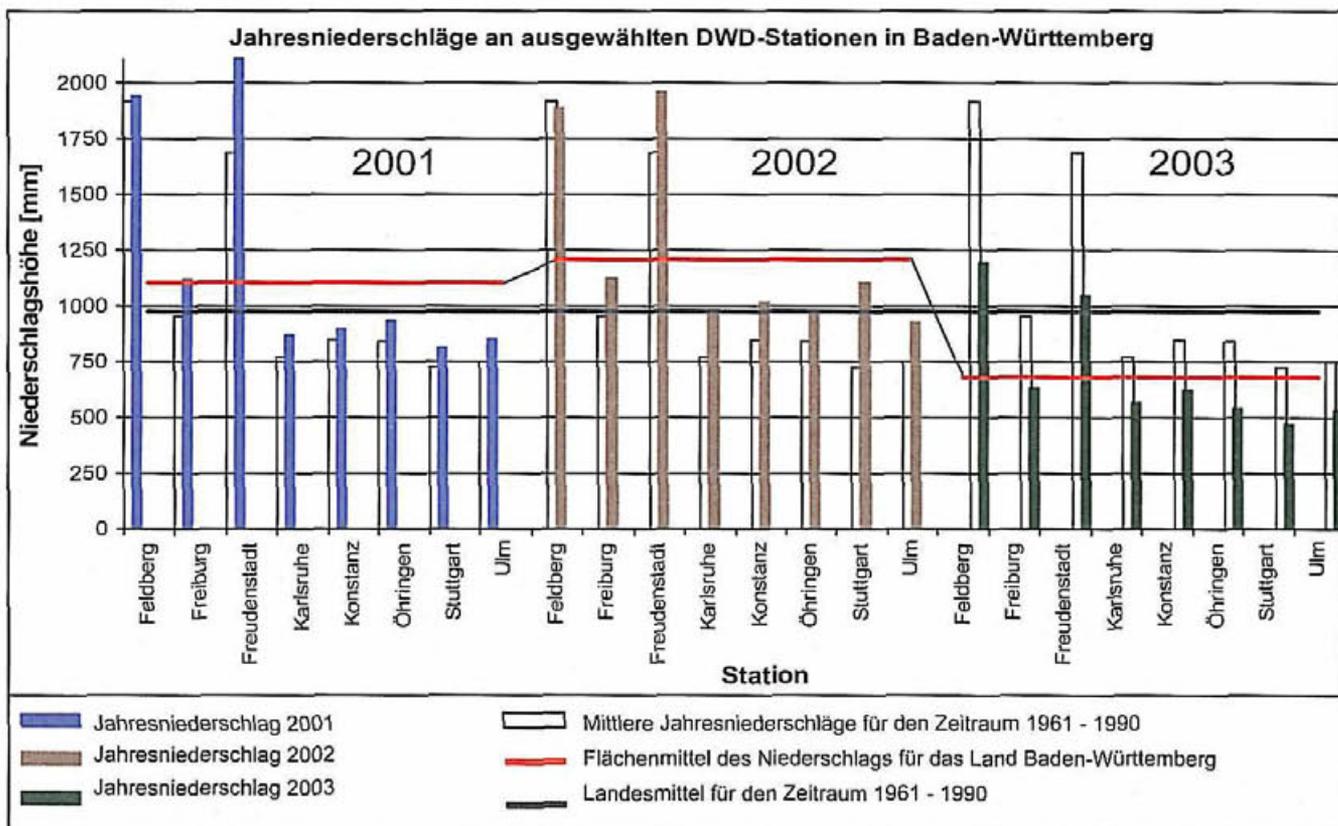
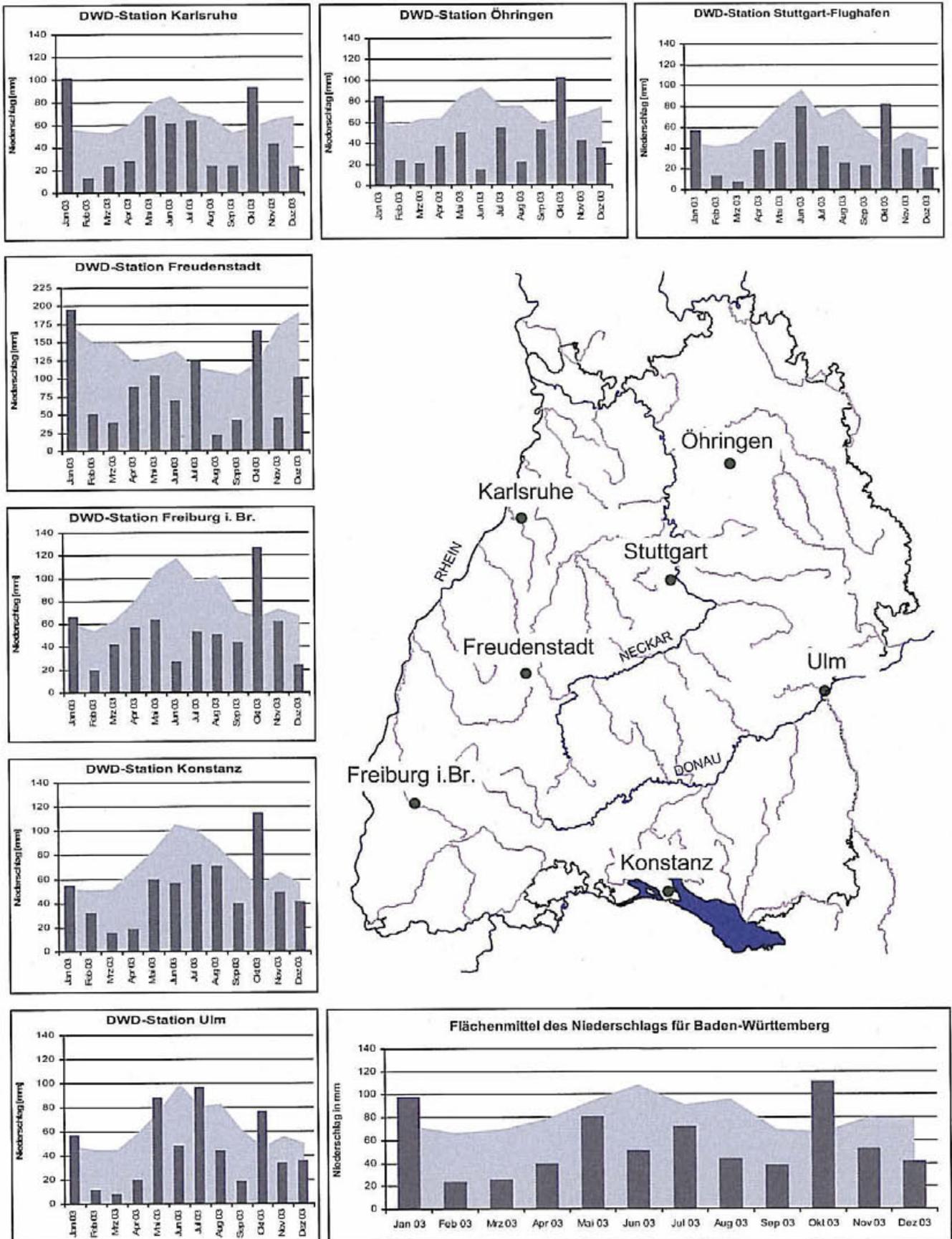


Abbildung 2.1.1: Jahresniederschläge an ausgewählten DWD-Stationen in Baden-Württemberg in den Jahren 2001, 2002 und 2003 (Quelle: DWD).



- Langjährig mittlere Monatsniederschlagssummen (mm) (1961-1990)
- Monatliche Niederschlagssumme (mm)

Abbildung 2.1.2: Monatliche Niederschlagshöhen an ausgewählten DWD-Stationen in Baden-Württemberg im Jahr 2003 (Quelle: DWD).

2.2 Grundwasserneubildung aus Niederschlägen

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlägen ist eine der wichtigsten Komponenten des Grundwasserhaushalts und 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 höchsten Versickerungsraten in den südöstlichen Lockergesteinsgebieten.

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlägen unterliegt einem ausgeprägten Jahresgang, wobei der versickernde Anteil der Winterniederschläge i.d.R. erheblich höher ist als der versickernde Anteil der Sommerniederschläge. Dies liegt unter anderem an der im Winter durch die 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 Willstätt, Steisslingen und Aitrach sowie dem Grundwasserstand an benachbarten Messstellen wird deutlich, dass ein Zufluss zum Grundwasser und damit 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 hydrolo-

gischen 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 und 1972 sowie 1989 bis 1991 einen deutlich spürbaren Einfluss auf die Grundwasserstände (Niedrigwasserperioden im Grundwasser) hatten.

Die Lysimeterbeobachtungen dokumentieren die im Jahr 2003 extrem geringe Grundwasserneubildung aus Niederschlägen in Baden-Württemberg. Die permanent unterdurchschnittlichen Niederschläge ab Februar 2003 haben außergewöhnlich lange Ausfallzeiten der Versickerungen bewirkt. Zahlreiche Lysimeter - insbesondere im Oberrheingraben - waren dadurch zum Jahresende 2003 immer noch trocken.

Die starken Niederschläge zur Jahreswende 2002/2003 hatten nennenswerte Versickerungen zur Folge, die sich bis in den März 2003 auswirkten und die Grundwasserstände auf ein hohes Niveau brachten. Der Bodenwasserspeicher lief jedoch im Laufe des trockenen Frühjahrs binnen etwa 2 Monaten aus. Erst die Oktoberniederschläge konnten bereichsweise eine allmähliche Wiederkehr der Sickerung zum Jahresende 2003 bewirken. Die fehlende Grundwasserneubildung führte zu einem besonders markanten Rückgang der Grundwasservorräte. Die Grundwasserstände lagen dadurch zum Jahresende 2003 auf sehr niedrigem Niveau.

Die bedeutenden Niederschläge in der ersten Oktoberhälfte trugen überwiegend zur Auffüllung des Bodenwasserspeichers bei und haben die Neubildungsverhältnisse im Beprobungszeitraum 2003 wenig beeinflusst. Mit überregionalen kurzfristigen Auswaschungs- und Verdünnungseffekten muss deshalb nicht 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).

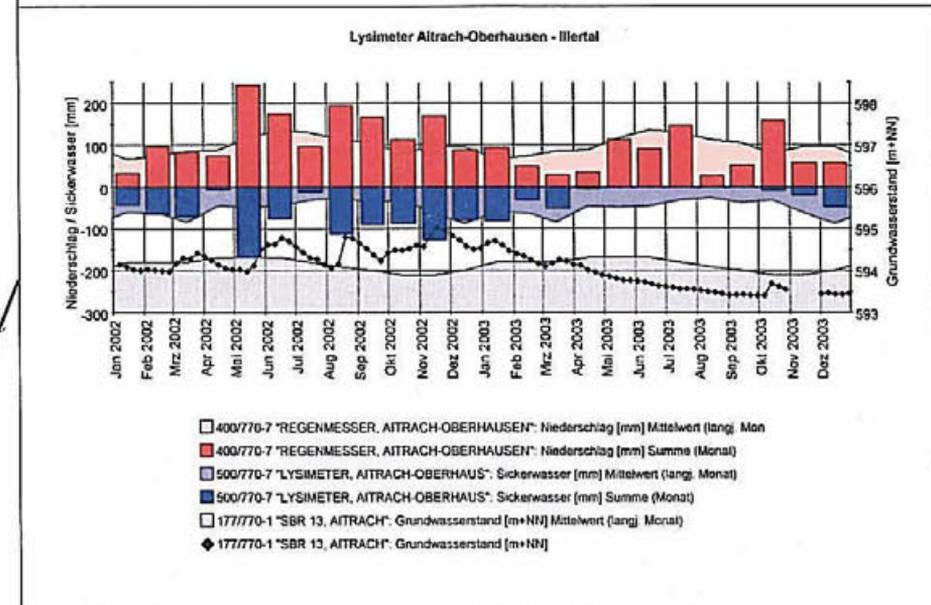
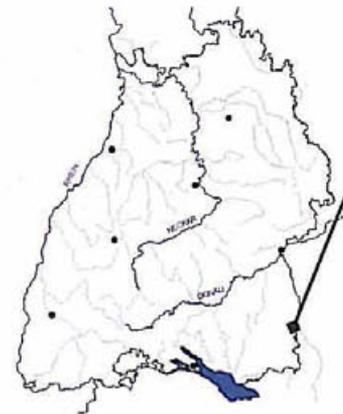
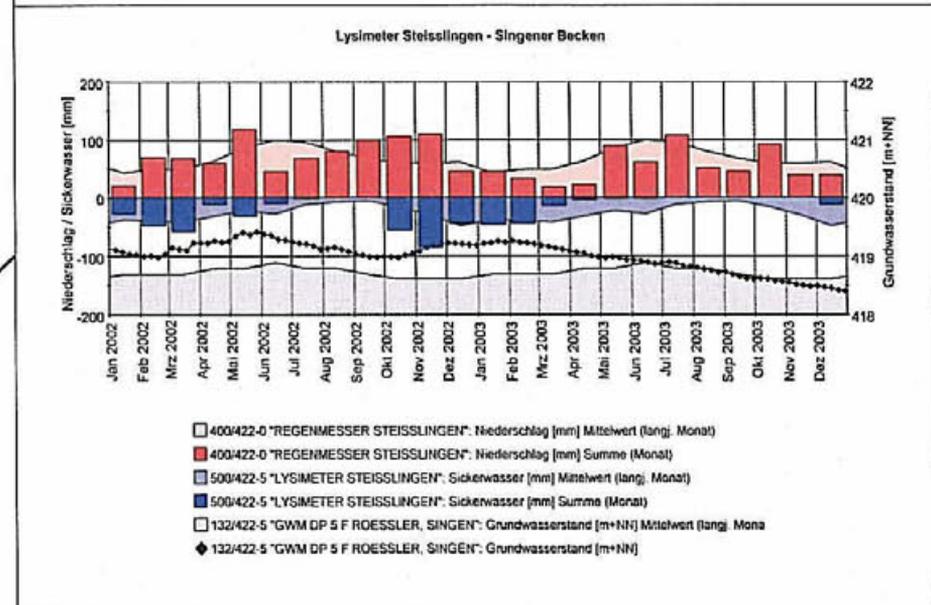
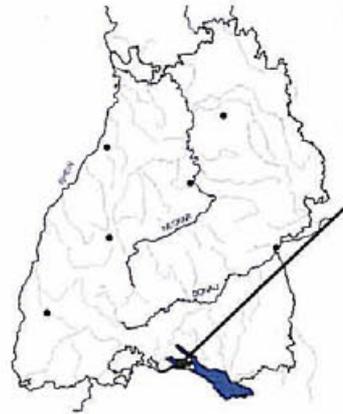
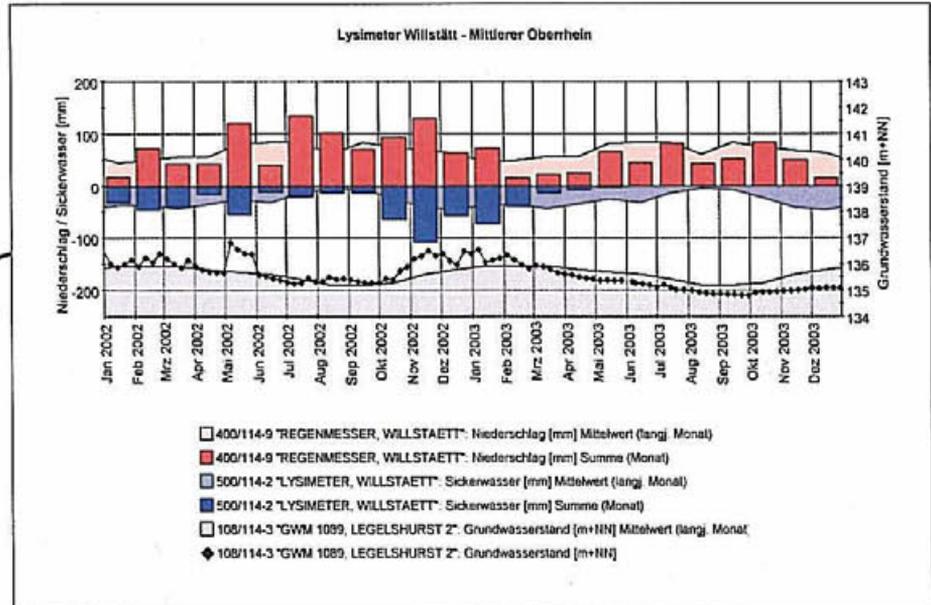


Abbildung 2.2.1: Niederschlag, Sickerung und Grundwasserstand an ausgewählten Lysimeteranlagen in den Jahren 2002 und 2003.

2.3 Die Grundwasservorräte 2003 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. Hierzu wird ein Überblick über die aktuelle Zustandsentwicklung der landesweiten Grundwasservorräte gegeben und die im Jahr 2003 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.

Die Grundwasservorräte im Jahr 2003 entsprechen im langjährigen Vergleich überwiegend unterdurchschnittlichen Verhältnissen. Sie haben sich im Jahresverlauf aufgrund der geringen Niederschläge stark rückläufig entwickelt und bewegen sich im Mittel - dank des hohen Aus-

gangsniveaus aus 2002 – auf insgesamt nur leicht unterdurchschnittlichem Niveau. Die Grundwasserstände bewegen sich im Rhein-Neckar-Raum nach wie vor auf hohem Niveau. Die anthropogen unbeeinflussten Quellschüttungen sind stark rückläufig.

2.3.2 Überregionale Grundwasserverhältnisse

Die messstellenbezogene Beurteilung der aktuellen quantitativen Grundwasserstandsverhältnisse wurde auf der Grundlage der Mittelwerte im Jahr 2003 im langjährigen 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 an **Hochrhein**, im **Wiesental** und **Klettgau** entwickelten sich im Jahresverlauf 2003 stark rückläufig von einer sehr hohen Ausgangssituation bis an die Untergrenze des Normalbereichs. Eine leichte Erholung ist zum Jahresende eingetreten (Messstelle 0110/073-8 in Abb. 2.3.2).

Im Bereich des **südlichen und mittleren Oberrheins** entwickelten sich die Grundwasserstände von den 20-jährigen Monatshöchstwerten zum Jahresanfang 2003 bis auf die 20-jährigen Monatsniedrigstwerte ab September (Messstelle 0112/115-3 in Abb. 2.3.1).

Die Grundwasserstände im **nördlichen Oberrhein** bewegten sich zum Jahresende 2003 trotz deutlicher Rückgänge anhaltend auf zumindest mittlerem Niveau (Messstelle 0153/308-1 in Abb. 2.3.1). Im **Rhein-Neckar-Raum** sind weiterhin hohe Grundwasserstände zu verzeichnen. Die 20-jährigen Trends sind steigend.

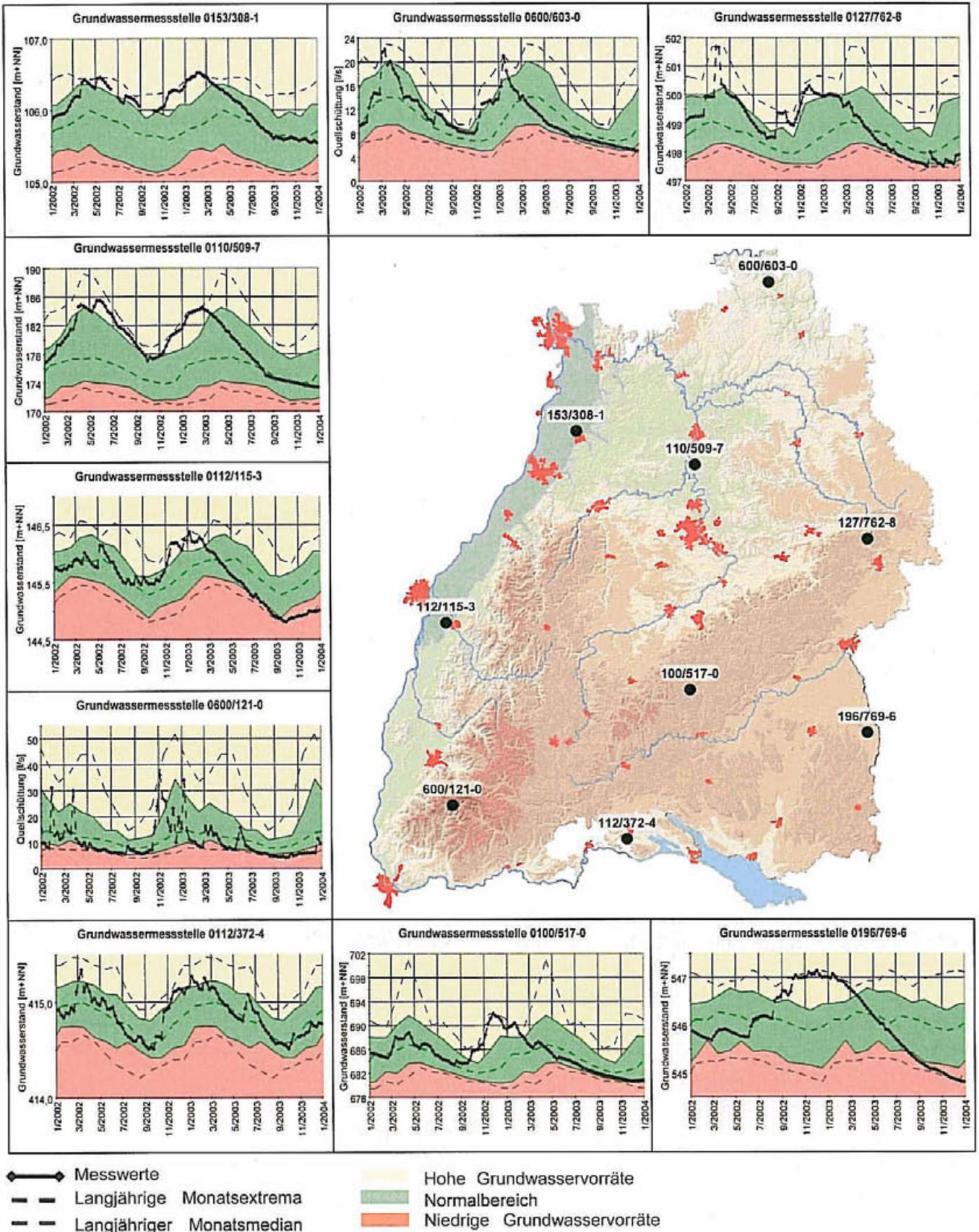


Abbildung 2.3.1: Grundwasserstand / Quellschüttung und zugehöriger Normalbereich an ausgewählten Grundwassermessstellen für die Jahre 2002 und 2003.

Nach überdurchschnittlichem Niveau zum Jahresbeginn 2003 verliefen die Grundwasservorräte im **Singener Becken** vergleichsweise zu den anderen Landesteilen ab etwa Jahresmitte un auffällig innerhalb des unteren Normalbereichs. (Messstelle 112/372-4 in Abb. 2.3.1).

Nach überdurchschnittlichen Werten zum Jahresbeginn 2003 gingen die Grundwasserstände in den quartären Talfüllungen des **Donautals** auf ein niedriges Niveau im Bereich der Untergrenze des Normalbereichs zurück (Messstelle 0100/270-7 in Abb. 2.3.2).

Die Grundwasservorräte der **Leutkircher Heide**, der **Iller- und Rißtäler** sowie im **Raum Isny** und im **Argendelta** entwickelten sich die Grundwasserstände bereichsweise von den 20-jährigen Monatshöchstwerten zum Jahresanfang 2003 bis auf die 20-jährigen Monatsniedrigstwerte ab September (Messstelle 0196/769-6 in Abb. 2.3.1). Die langfristige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Die Grundwasserstände und Quellschüttungen im Bereich der **Schwäbischen Alb** bewegten sich im Jahresverlauf 2003 stark rückläufig bis auf die Untergrenze des Normalbereichs. Die Jahresmittelwerte entsprechen aufgrund der sehr hohen Ausgangssituation einem insgesamt durchschnittlichen Niveau (Messstelle 0100/517-0 in Abb. 2.3.1). Ähnliche Verhältnisse sind im Bereich der Ostalb zu beobachten (Messstelle 0127/762-8 in Abb. 2.3.1). Zum Jahresende 2004 ist eine Erholung der Grundwasserstände

zu verzeichnen. Die 20-jährigen Trends sind ausgeglichen.

Die Grundwasserstände im Festgestein des **mittleren Neckarraumes** bewegen sich trotz deutlicher Rückgänge auf mittlerem Niveau. Der Jahresverlauf 2003 ist in diesem Gebiet unauffällig (Messstelle 0110/509-7 in Abb. 2.3.1).

Die Quellschüttungen in den Festgesteinen von **Nord-Württemberg** entwickelten sich im Jahr 2003 niederschlagsbedingt stark rückläufig bis unterhalb des Normalbereichs, teilweise auch – insbesondere zum Jahresende über den Normalbereich hinaus (Messstelle 0600/603-0 in Abb. 2.3.1). Die langjährige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Die Mehrzahl der **Schwarzwaldquellen** verfügt über kleinräumige Einzugsgebiete und weist daher starke, niederschlagsbedingte Schüttungsschwankungen auf. Die Abflüsse gingen daher im Jahr 2003 auf deutlich unterdurchschnittliche Werte, zeitweise unterhalb der Normalbereiche, zurück. (Messstelle 0600/121-0 in Abb. 2.3.1).

Insgesamt beschreiben die Grundwasserstände und Quellschüttungen im Jahr 2003 ein deutlich niedrigeres Niveau als im Jahr 2002 und entsprechen weitgehend deutlich unterdurchschnittlichen Verhältnissen. Ein langfristiger Trend (20 Jahre) ist insbesondere bei Quellen überwiegend nicht vorhanden (siehe Abb. 2.3.3).

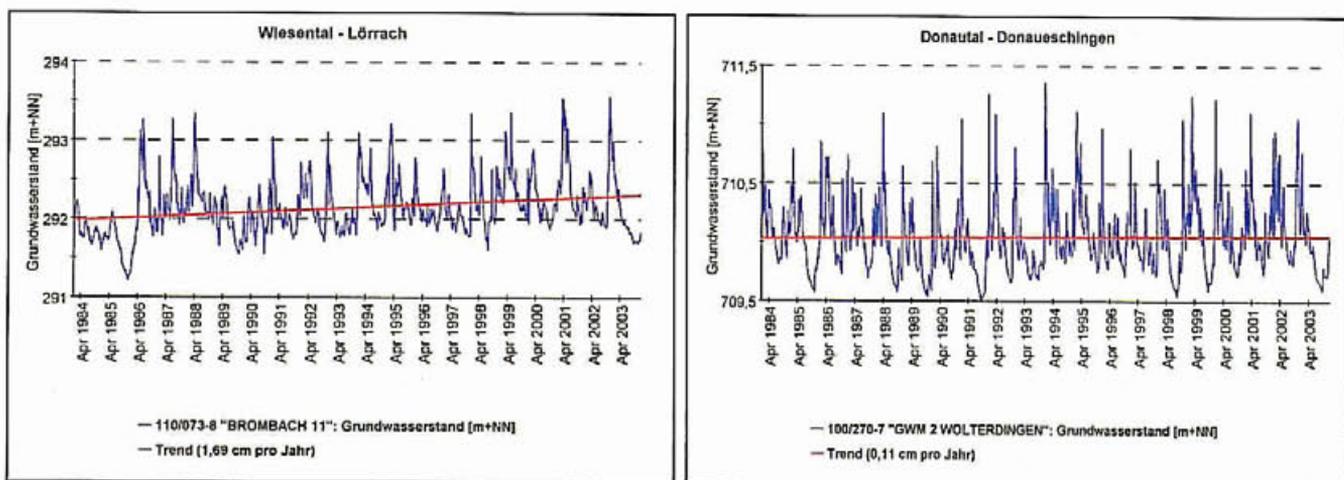
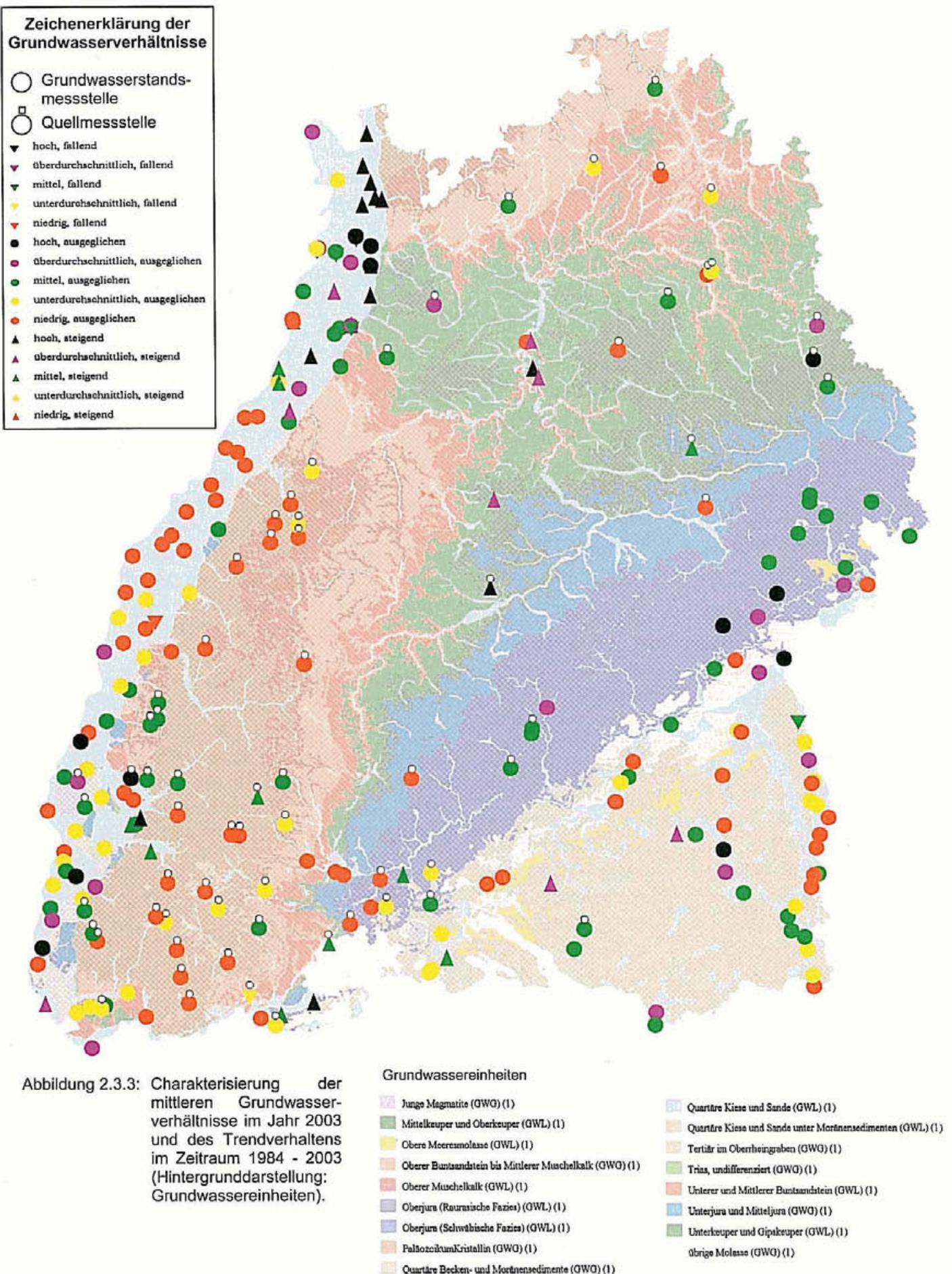


Abbildung 2.3.2: Ganglinien ausgewählter Grundwasserstandsmessstellen mit Trendbetrachtung (1984 - 2003).



2.4 Nitrat

Im Rahmen einer neuen zusätzlichen Kooperationsvereinbarung aus 2003 zwischen dem Land und der baden-württembergischen Wasserversorgungsunternehmen (WVU) erhält die LfU die Daten von der vedewa r.V., die ihrerseits die Nitrat- und Pflanzenschutzmittel-Messwerte im Auftrag der Wasserversorgungsunternehmen zusammenstellt.

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

Der LfU wurden bis zum Stichtag 31.03.2004 1.090 Nitratanalysenwerte zu 526 Messstellen in Wasserschutzgebieten übermittelt, davon befinden sich 53 Messstellen im LfU-Landesmessnetz (Überschneidermessstellen). Ferner erhielt die LfU weitere 336 Analysen zu weiteren 31 Messstellen mit 19 Überschneidern. Diese Daten gehen im vorliegenden Bericht in die Auswertungen des Kapitels 2.5.2 mit ein.

In den nächsten Jahren ist davon auszugehen, dass die Anzahl der von den Wasserversorgern übermittelten Werte weiter zunehmen wird. Insbesondere werden ab dem nächsten Jahr in der Datenlieferung mehr Analysenwerte von Pflanzenschutzmitteln enthalten sein.

Das Nitratkapitel gliedert sich in den ersten **Abschnitt 2.4.1** mit ausschließlichem **Bezug auf die Daten des von der LfU 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 kommerziellen Wasserversorgungsunternehmen.

Im zweiten **Abschnitt 2.4.2** wird über die Nitrat-situation in den nach SchALVO in drei Nitratklassen eingestufteten Wasserschutzgebieten berichtet.

In diesen Teil fließen - neben den LfU-Landesmessnetzdaten - die WVU-Nitrat-Kooperationsdaten für Wasserschutzgebiete gleichberechtigt mit ein.

Im dritten **Abschnitt 2.4.3** werden ausgesuchte zeitlich weit zurückreichende Nitratganglinien vorgestellt. Hier fließen Daten der Wasserversorgungsunternehmen und des Regierungspräsidiums Freiburg mit ein.

Im vierten **Abschnitt 2.4.4** werden die Arbeiten zur Nitratproblematik bei der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) vorgestellt.

2.4.1 Nitrat im Grundwasserbeschaffenheitsmessnetz der LfU (Landes-Messnetz)

Die Landesanstalt für Umweltschutz 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 2003 in diesem Landes-Messnetz ergeben, sind in diesem Kapitel zusammengestellt. Im Herbst 2003 wurde im Auftrag der LfU das Grundwasser von 2.047 Messstellen dieses Messnetzes hinsichtlich des Nitratgehaltes analysiert. Da im Vergleich zu den vorangegangenen Jahresberichten für dieses Kapitel eine andere Datengrundlage herangezogen werden musste, sind direkte Vergleiche mit den Ergebnissen älterer Berichte nicht möglich. In den Fällen, in denen ein Vergleich mit den Ergebnissen vorangegangener Jahre wünschenswert ist, werden entsprechende neue Auswertungen für das Landes-Messnetz mit der gleichen Datenbasis wie in 2003 dargestellt.

Das Basismessnetz (BMN) zeigt ein unterdurchschnittliches Belastungsniveau, die Emittentennetzstellen Landwirtschaft (EL) mit einem im Vergleich großen Anteil an Messstellen mit hohen Nitratbelastungen ein überdurchschnittliches Belastungsniveau (Abb. 2.4.1).

2.4.1.1 Statistische Kennzahlen für die verschiedenen Emittentengruppen

Die statistischen Auswertungen der Daten des gesamten Landes-Messnetzes 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 relativ hoch ist.

Die statistischen Kennzahlen des Gesamtnetznetzes sowie der Teilmessnetze Landwirtschaft (EL), Siedlungen (ES), Rohwasser (RW) und des Basismessnetzes (BMN) zeigt Tabelle 2.4.1.

In 2003 lag die Überschreitungshäufigkeit des Warnwertes des Grundwasserüberwachungsprogramms von 40 mg/l bei **18,6 %** und des Grenzwertes der TrinkwV bzw. der Umweltqualitätsnorm der WRRL von 50 mg/l bei **11,0 %** der Messstellen des Landes-Messnetzes (Abb. 2.4.1, Tab. 2.4.1).

Die statistischen Kennzahlen des Gesamtnetznetzes sowie der Teilmessnetze Landwirtschaft (EL), Siedlungen (ES), Rohwasser (RW) und des Basismessnetzes (BMN) zeigt Tabelle 2.4.1.

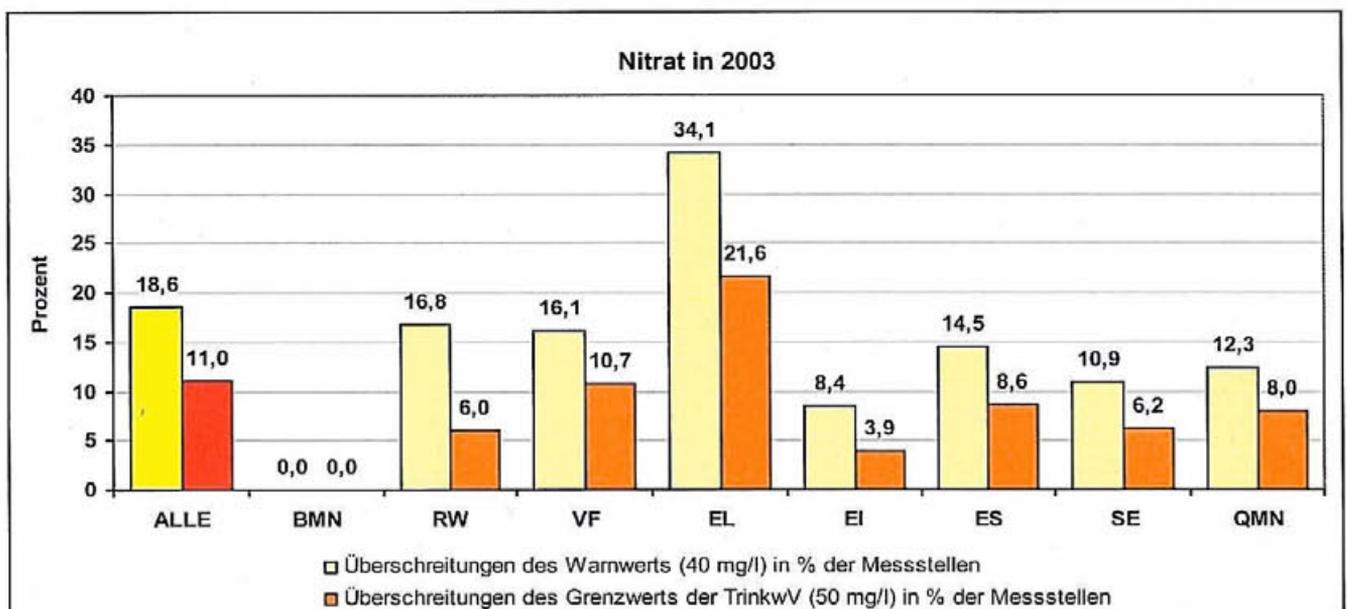


Abbildung 2.4.1: Prozentualer Anteil der Messstellen mit Warn- und Grenzwertüberschreitungen im Gesamtnetznetz und in den Teilmessnetzen in 2003 (Datenbasis: nur Landesmessstellen).

Tabelle 2.4.1: Statistische Kennzahlen Nitrat 2003 (Abkürzungen s. Anhang A1).

	Landes Messnetz	EL	ES	RW	BMN
Anzahl der Messstellen	2.047	649	407	167	111
Mittelwert in mg/l	23,9	33,4	22,8	21,1	7,7
Medianwert in mg/l	18,0	27,8	18,9	16,0	7,0
Überschreitungen des Warnwerts (40 mg/l) in % der Messstellen	18,6	34,1	14,5	16,8	0,0
Überschreitungen des Grenzwerts der WRRL bzw. TrinkwV (50 mg/l) in % der Messstellen	11,0	21,6	8,6	6,0	0,0

2.4.1.2 Räumliche Verteilung

Die großräumige regionale Verteilung der Nitratbelastung wird durch die Abbildungen 2.4.2 und 2.4.3 deutlich. Belastungsschwerpunkte findet man im Gebiet zwischen Mannheim, Heidelberg und Bruchsal, im Kraichgau, im Neckarraum nördlich von Stuttgart bis Heilbronn, im Main-Tauber-Kreis, im Markgräfler Land und in der Region Oberschwaben.

Neben diesen Hauptbelastungsregionen gibt es noch einige kleinere Gebiete mit lokal teilweise deutlich erhöhten Nitratkonzentrationen, wie das Singener Becken, das Gebiet um Forchheim/

Weisweil nördlich des Kaiserstuhls, das Gebiet um Neuried im Ortenaukreis und der östliche Ostalbkreis (Abb. 2.4.2).

Die konzentrationssenkenden Einflüsse von Flusswasserinfiltrationen, gering belasteten Randzuflüssen, hohem Denitrifikationspotential insbesondere in Gebieten mit niedrigen Sauerstoffgehalten und viel organischer Substanz, aber auch Erhöhungen z.B. unter trocken gelegten Niedermooren sind bereits in den Vorjahresberichten diskutiert worden.

2.4.1.3 Regionalisierung

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 abzulesen 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.

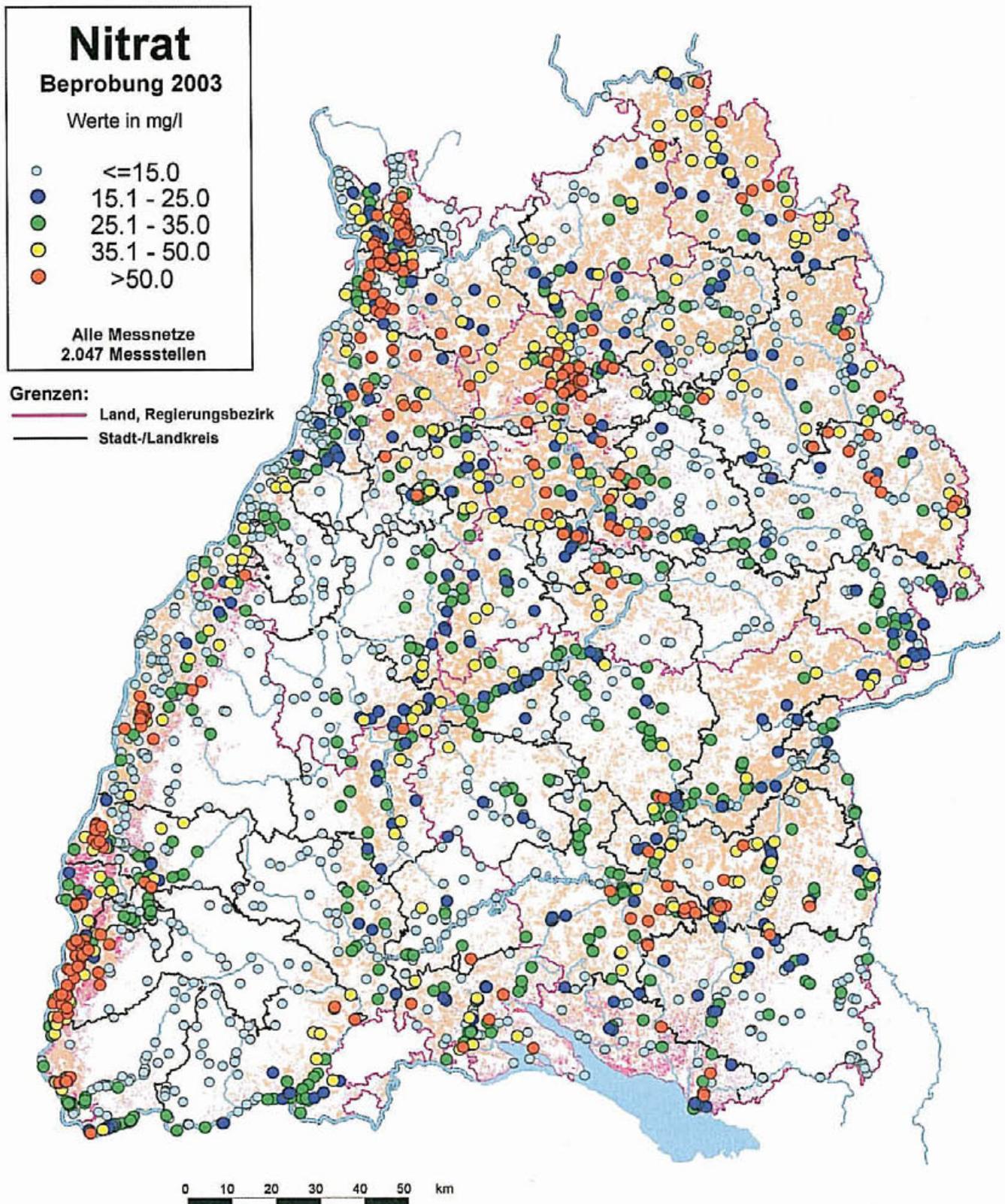


Abbildung 2.4.2:

Nitratgehalte 2003 (Gesamtmessnetz) und Landnutzungen Ackerbau (braun) und Weinbau (violett). (Quellenangabe für die Landnutzungsdarstellung: „Räumliches Informations- und Planungssystem (RIPS)“, Bearbeitung durch das Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der Universität Karlsruhe, 1993).

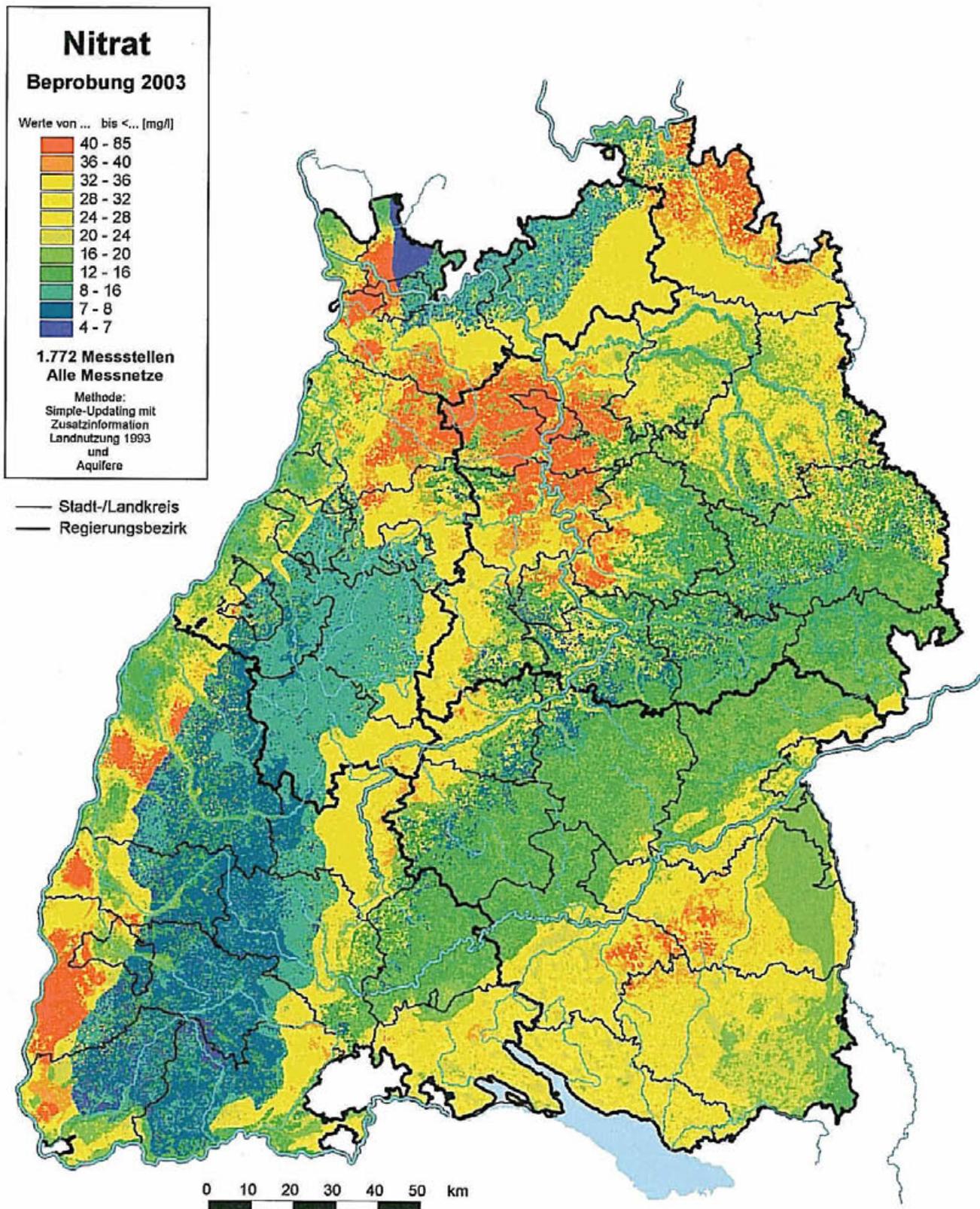


Abbildung 2.4.3:

Verteilung Nitratgehalte 2003 im oberflächennahen Grundwasser, regionalisierte Darstellung nur oberflächennaher Messstellen (Anm.: dargestellt sind 1.772 von insgesamt 2.047 Landesmessstellen, da ein Teil der Messstellen in tiefen Aquiferen verfiltert ist oder für Messstellen keine Aquifer- oder Landnutzungsbeziehung vorliegt).

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.

2.4.1.4 Kurzfristige Veränderungen (Vergleich zum Vorjahr)

Bei den wichtigsten summarischen Statistiken sind im gesamten Landes-Messnetz im Vergleich zum Vorjahr, für das die statistischen Daten neu berechnet werden mussten (s. o.), deutliche Veränderungen zu beobachten (Tab. 2.4.2). Vergleicht man die Ergebnisse der Beprobungskampagne Herbst 2003 mit denen aus dem Herbst 2002 so ergeben sich im Mittel Konzentrationsabnahmen.

Anders als im Jahr 2002, in dem der Medianwert der Nitratkonzentration bei 19,7 mg/l lag, ergibt sich für 2003 ein Medianwert von 18 mg/l.

Die Auswertung der Nitratkonzentration mit Hilfe des Mittelwertes zeigt, dass sich im Mittel die Belastung des Grundwassers mit Nitrat um 1 mg/l von 24,9 auf 23,9 mg/l verringert hat.

Tabelle 2.4.2: Statistische Kennzahlen der Nitratdaten von 2003 im Vergleich zu 2002.

	Landes- messnetz 2003	Landes- messnetz 2002
Anzahl der Messstellen	2.047	2.049
Mittelwert in mg/l	23,9	24,9
Medianwert in mg/l	18,0	19,7
Überschreitungen des Warnwerts (40 mg/l) in % der Messstellen	18,6	19,3
Überschreitungen des Grenzwerts der WRRL bzw. der TrinkwV (50 mg/l) in % der Messstellen	11,0	11,4

Die Beiträge der verschiedenen Messstellengruppen zur Gesamtbelastung sind wie im Vorjahr sehr unterschiedlich, wobei die Reihenfolge der Teilmessnetze nach ihrer Überschreitungshäufigkeit unverändert ist. Zum besseren Vergleich sind zusätzlich die Ergebnisse der Beprobungskampagne Herbst 2002 im gesamten Messnetz sowie in den einzelnen Teilmessnetzen graphisch in Abbildung 2.4.4 dargestellt.

Der Vergleich des Diagramms für 2003 mit dem für 2002 neu berechneten zeigt, dass im Teilmessnetz Landwirtschaft (EL) der prozentuale Anteil von Messstellen, an denen die Nitratbelastung über dem Grenzwert lag, von 22,6 % auf 21,6 % gesunken ist.

Dagegen haben sich im Rohwassermessnetz

und an den Vorfeldmessstellen die prozentualen Anteile der Messstellen mit Nitratbelastungen über 40 und über 50 mg/l leicht erhöht (Abb. 2.4.1 Abb. 2.4.4.). Die nähere Betrachtung der dieser Erhöhung zugrunde liegenden statistischen Daten zeigt jedoch, dass in beiden Messnetzen die Anzahl an Messstellen mit Grenzwertüberschreitungen nur um jeweils eine Messstelle zugenommen hat. Eine solche Veränderung liegt in der normalen statistischen Schwankungsbreite. Wie stark teilweise die Schwankungen sein können, wird auch durch die Ausführungen in Kapitel 2.4.1.6 deutlich.

Im Basismessnetz (BMN) stellt sich die Situation unverändert dar. Wie in 2002 sind an den Messstellen dieses Teilmessnetzes weder Warn- noch Grenzwertüberschreitungen festzustellen.

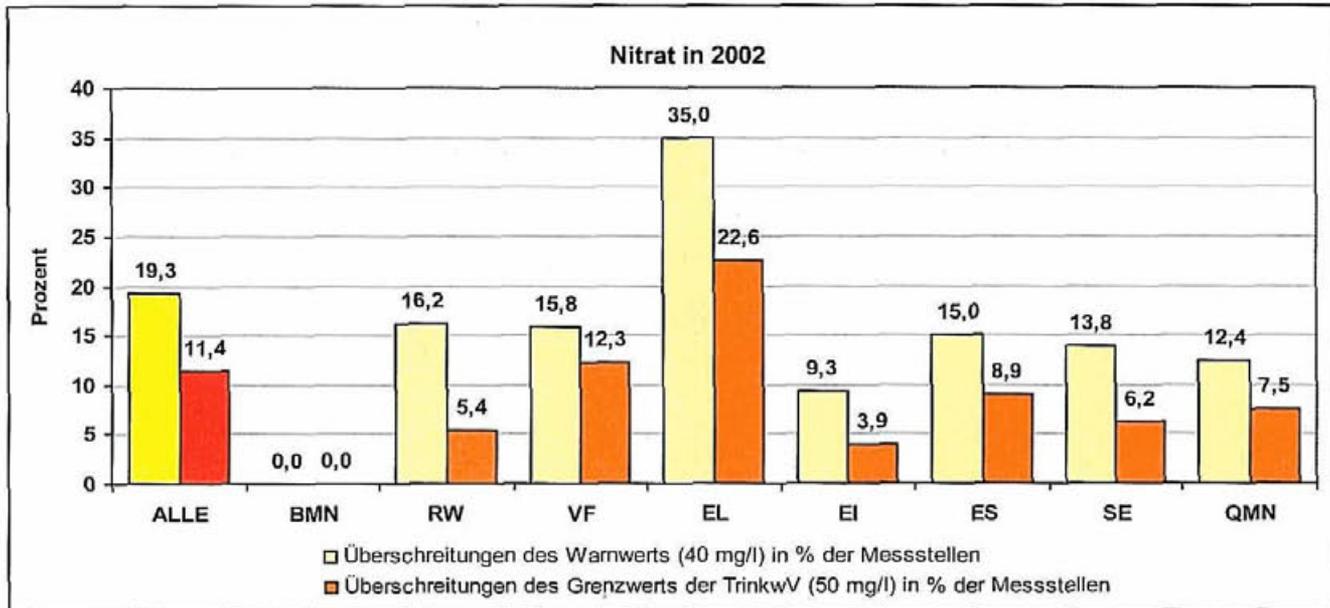


Abbildung 2.4.4: Prozentualer Anteil der Messstellen mit Warn- und Grenzwertüberschreitungen im Gesamtnetz und in den Teilmessnetzen in 2002 (Datenbasis: nur Landesmessstellen - Neuberechnung s. Text).

Betrachtet man ALLE Messstellen, die im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz im Herbst 2003 bzw. Herbst 2002 untersucht wurden, so ergibt sich ein Rückgang der über dem Warnwert belasteten Messstellen von 19,3 % auf 18,6 % und eine Verringerung der Quote an Grenzwertüberschreitungen von 11,4 auf 11,0%.

An 2.008 Messstellen des Landes-Messnetzes liegen Nitrat-Messwerte sowohl für 2003 als auch für 2002 vor. Beim direkten Vergleich der einzelnen Messstellen zeigt sich, dass 803 Zunahmen des Nitratwertes (maximal um + 67,0 mg/l) 1.078 Messstellen mit abgenommenen Nitratkonzentrationen (bis zu - 36,4 mg/l) gegenüberstehen. Dies entspricht bei 40,0 % Zunahmen im Vergleich zu 53,7 % Abnahmen einem Überwiegen der Abnahmen um das etwa 1,3-fache. Bei den restlichen 127 Messstellen sind die Nitratwerte im Vergleich zum Vorjahr unverändert.

Teilt man diese 2.008 Messwerte aus 2003 in sechs Konzentrationsklassen ein und bildet für jede Klasse den Mittelwert der sich aus den Veränderungen von 2003 im Vergleich zu 2002 ergebenden Differenzen, so erhält man die in Abbildung 2.4.5 dargestellte Graphik.

Durch die Einteilung der einzelnen Nitratwerte in Konzentrationsklassen werden die zugehörigen

Messstellen den verschiedenen Klassen zugeordnet. Da die Anzahl der Messstellen in den einzelnen Konzentrationsklassen sehr unterschiedlich sein kann und deshalb bei der Gesamtinterpretation berücksichtigt werden muss, sind auch diese in Abbildung 2.4.5 angegeben.

Anhand der Graphik lässt sich erkennen, dass die Konzentrationszunahmen im Mittel in den drei Konzentrationsklassen mit hohen Nitratgehalten (> 35 mg/l) liegen.

Dabei ist die geringste mittlere Zunahme (+ 0,6 mg/l) bei der Klasse mit 35 - 50 mg/l zu beobachten, während in der höchsten Konzentrationsklasse mit Nitratgehalten von größer bzw. gleich 80 mg/l auch gleichzeitig die größten Nitrat-Zunahmen festzustellen sind. Allerdings findet diese mittlere Zunahme von + 3,5 mg/l an nur 62 der 2.008 Messstellen statt.

Die übrigen vier Konzentrationsklassen, d. h. alle Klassen mit Gehalten kleiner 35 mg/l, weisen Nitrat-Abnahmen auf, die im Mittel zwischen -0,7 und -2,0 mg/l liegen. Dabei sind die drei Klassen mit den niedrigsten Konzentrationsbereichen (0 - 25 mg/l) gleichzeitig die drei Klassen mit den meisten Messstellen, da sich in diesen drei Konzentrationsklassen ca. zwei Drittel der 2.008 Messstellen befinden (Abb. 2.4.5).

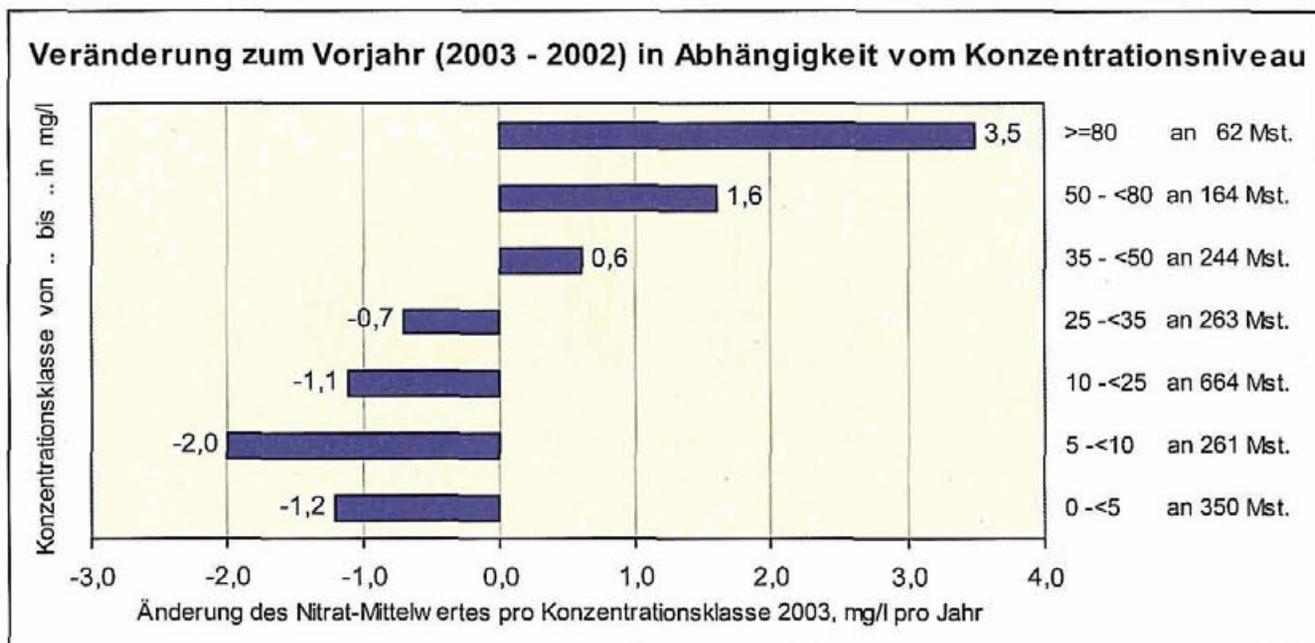


Abbildung 2.4.5: Mittlere Änderung 2003 gegen 2002 in den jeweiligen Konzentrationsklassen.

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. Dies wird beispielsweise daran deutlich, dass 46 der 62 zu der höchsten Konzentrationsklasse gehörenden Messstellen bereits 2002 zu dieser Klasse zuzählen waren. Während sich allerdings für das Jahr 2003 in dieser Konzentrationsklasse eine mittlere Zunahme von 3,5 mg/l ergibt (s. o.), führte die Auswertung in 2002 zu einer mittleren Abnahme von 5,2 mg/l. Diese 46 Messstellen, an denen die Nitratkonzentrationen so stark schwanken, liegen im südlichen Oberrheingraben zwischen Heitersheim und Offenburg, im Rhein-Neckar-Kreis und Kreis Heidelberg, im Kraichgau sowie in der Region zwischen Heilbronn und Stuttgart.

Stellt man die Messstellen mit zu- bzw. abnehmenden Nitratgehalten zwischen 2003 und 2002 graphisch dar, so ergibt sich die in Abbildung

2.4.6 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, dass die „großen“ Änderungen teilweise räumlich eng benachbart auftreten, wie beispielsweise im Raum Sigmaringen-Ravensburg oder im Singener Becken. Andererseits erkennt man auch Gebiete mit Häufungen starker Abnahmen (z. B. Region südlich von Ulm oder Karlsruhe) und Zunahmen, wie beispielsweise das Gebiet um Tauberbischofsheim.

In der Region südlich von Heidelberg bis nördlich von Mannheim beziehungsweise im südlichen Oberrheingraben zwischen Offenburg und Rheinfelden findet sich ein dichtes Nebeneinander von Zu- und Abnahmen, was für das Überwiegen sehr lokaler Einflüsse im Vergleich zu großräumigen Einflussgrößen, wie geologische Einheiten oder klimatischen Faktoren, spricht (Abb. 2.4.6).

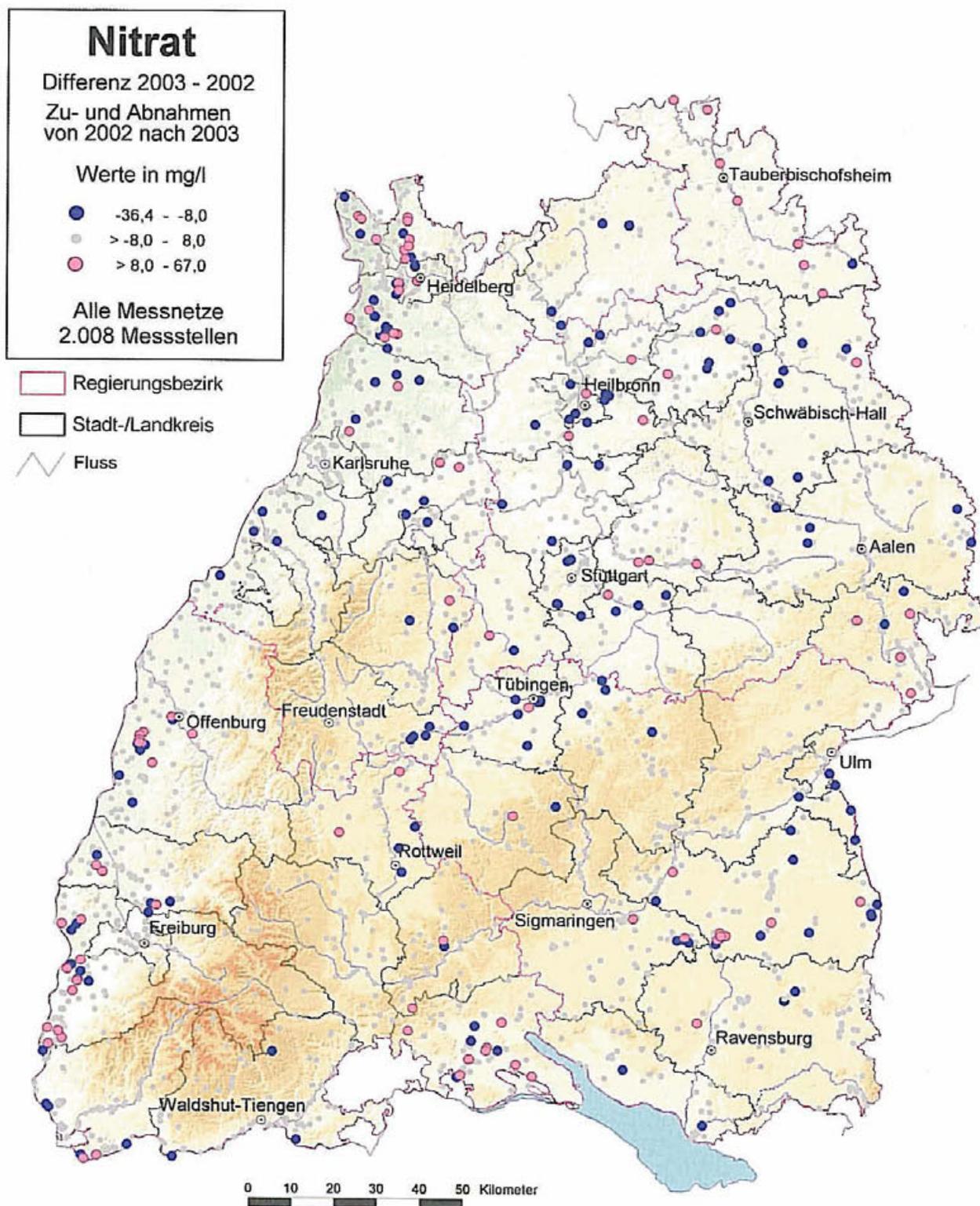


Abbildung 2.4.6: Räumliche Verteilung der kurzfristigen Änderungen der Nitratgehalte (2003 - 2002).

2.4.1.5 Mittelfristige Veränderungen (Entwicklung seit 1994)

Eine Mindestanforderung für eine zeitliche Vergleichbarkeit der Ergebnisse ist die Konsistenz der Messreihen. Messstellenkonsistenz bedeutet hier, dass für jede Messstelle aus jedem Jahr des betrachteten Zeitabschnitts ein Messwert vorliegt. Zur Begrenzung jahreszeitlicher Einflüsse werden darüber hinaus nur solche Messwerte verwendet, die aus der jährlich von der LfU 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 Landes-Messnetz, das einen repräsentativen Überblick für das gesamte Land ermöglicht, somit auch fundierte Aussagen in Bezug auf längerfristige zeitliche Entwicklungen treffen. Durch unvermeidbare Ausfälle einzelner Mess-

stellen in verschiedenen Beprobungsjahren werden die "konsistenten" Datenkollektive kleiner, je größer die betrachteten Zeiträume sind. Für Nitrat ist ein akzeptabler Kompromiss der Zeitraum **ab 1994**, für den bis 2003 insgesamt 1.723 konsistente Messreihen vorliegen. Das entspricht 84 % aller im Herbst 2003 beprobten 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 2.4.7 und 2.4.8 sind die Zeitreihen der konsistenten Messstellengruppen von 1994 bis 2003 jeweils mit den mittleren Nitratgehalten pro Jahr angegeben.

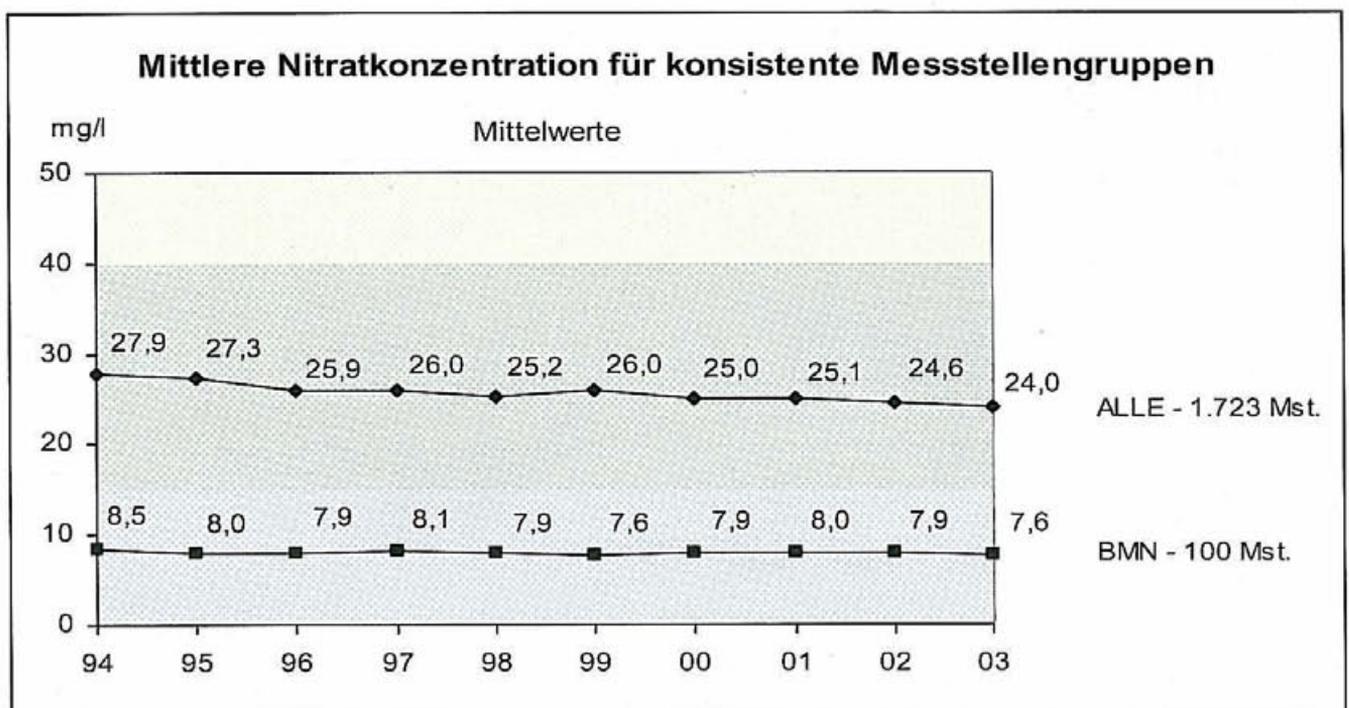


Abbildung 2.4.7: Entwicklung der Mittelwerte für Nitrat zwischen 1994 bis 2003 bei konsistenten Messstellengruppen im Beprobungszeitraum jeweils zwischen Anfang September und Ende Oktober.

Dabei ist in Abbildung 2.4.7 die Zeitreihe für das gesamte Landes-Messnetz (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. Diese Informationen bzw. Bereiche werden 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 Farb-

reich Nitrat-Konzentrationen mit geringen bis starken Belastungen. Die Grenze zwischen dem grünen und gelben Farbbereich stellt dabei die Konzentration von 40 mg/l, den Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms dar.

Betrachtet man in Abbildung 2.4.7 die Zeitreihe ALLE mit 1.723 konsistenten Messstellen, so lässt sich feststellen, dass der Mittelwert der Nitratkonzentration von 24,6 mg/l im Jahr 2002 auf 24,0 mg/l in 2003 gesunken ist. Wie zu erwarten, ergeben sich im Basismessnetz nur geringfügige Schwankungen. Der mittlere Nitratgehalt der 100 landesweit verteilten Messstellen liegt für 2003 mit 7,6 mg/l um 0,3 mg/l niedriger als im Vorjahr.

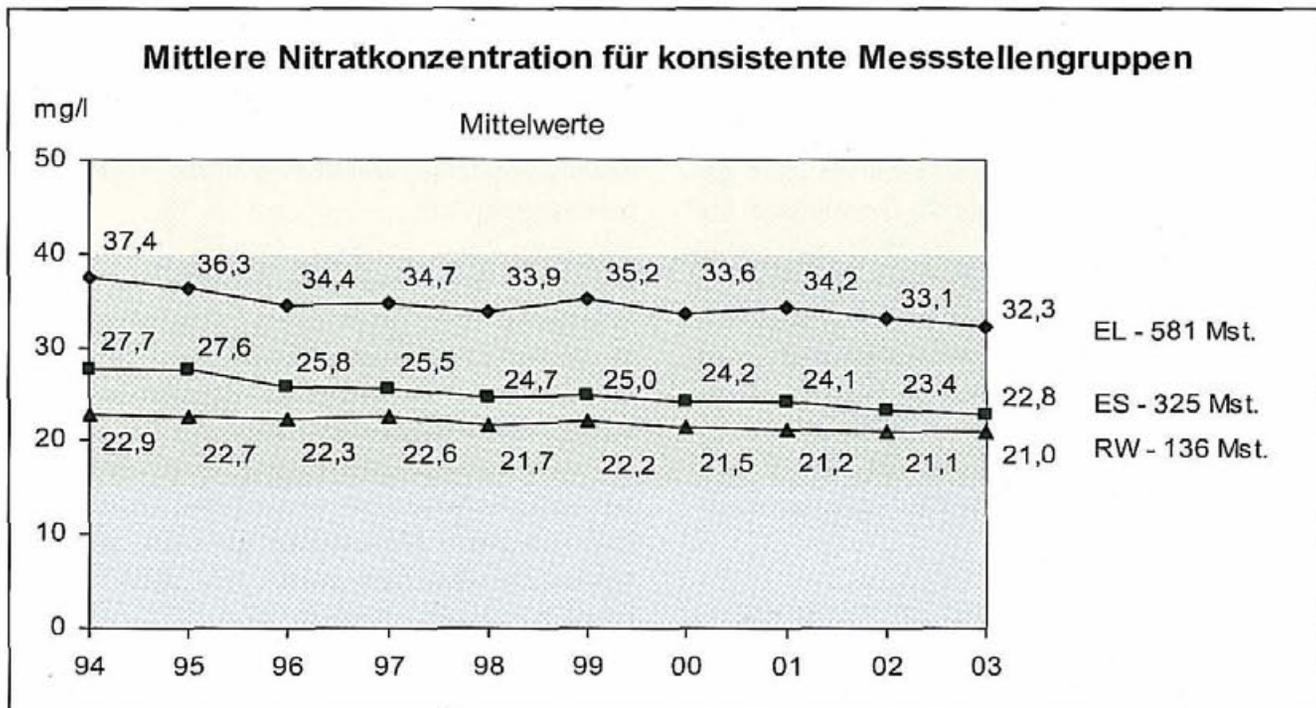


Abbildung 2.4.8: Entwicklung der Mittelwerte für Nitrat zwischen 1994 bis 2003 bei konsistenten Messstellengruppen im Beprobungszeitraum jeweils zwischen Anfang September und Ende Oktober.

In Abbildung 2.4.8 sind die Zeitreihen der konsistenten Messstellengruppen von 1994 bis 2003 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 weiter abgenommen haben. Im Vergleich zu 2002 hat sich der mittlere Nitratgehalt bei den Ermittlenmessstellen Siedlung (ES) um 0,6 mg/l auf 22,8 mg/l verringert.

Noch deutlicher ist der Rückgang der Nitratkonzentrationen im Landwirtschaftsmessnetz (EL). Insgesamt hat sich der Nitrat-Mittelwert der 581 konsistenten Messstellen dieses Messnetzes um 0,8 mg/l von 33,1 mg/l in 2002 auf 32,3 mg/l im Jahr 2003 abgeschwächt. Im Rohwassermessnetz (RW) hat der mittlere Nitratgehalt der 136 konsistenten Messstellen wie im Jahr zuvor nur minimal um 0,1 mg/l abgenommen und liegt jetzt bei 21 mg/l.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass sich der Trend der seit 1994 sinkenden Nitratbelastungen fortsetzt, sowohl an den konsistenten Messstellen des gesamten Messnetzes als auch an den Messstellen der Teilmessnetze.

In 2003 liegen die Mittelwerte der Nitratkonzentrationen für alle Messnetze mit konsistent beprobten Messstellen deutlich unter den entspre-

chenden mittleren Gehalten aus dem Jahr 1994 (Abb. 2.4.7 und Abb. 2.4.8).

Im gesamten Landes-Messnetz hat die mittlere Nitratkonzentration von 1994 bis 2003 um 14,0 % abgenommen.

Im Landwirtschaftsmessnetz ist sie um 13,6 % gesunken.

2.4.1.6 Controlling ausgewählter zweimonatig beprobter Messstellen

Neben der alljährlich im Herbst durchgeführten Beprobungskampagne, bei der alle Messstellen des Landesmessnetzes untersucht werden, findet in einem zweimonatigen Beprobungsrhythmus die Untersuchung ausgewählter Landesmessstellen statt. An diesen Messstellen werden die Nitratkonzentrationen sechsmal im Jahr gemessen, um eine ausreichende Datengrundlage zu gewährleisten. Wie im Rahmenkonzept Grundwassermessnetz ausgeführt, machen die innerhalb des Jahres teilweise erheblichen Schwankungen der Nitratkonzentrationen sowie die Absicht sich verändernde Trends an Messstellen bereits frühzeitig zu erkennen, einen solchen intensiven Messbetrieb notwendig (vgl. LfU, 2000, Rahmenkonzept Grundwassermessnetz).

Für das Jahr 2003 liegen an 488 Landesmessstellen Nitratmesswerte aus sechs über das Jahr verteilten Beprobungskampagnen vor. Neben der erwähnten Herbstbeprobung (September) wurden diese Messstellen im Januar, März, Mai, Juli und November beprobt und der vorliegende Nitratgehalt analysiert. Diese 488 Messstellen sind bezogen auf die Nitratgehalte innerhalb des Jahres 2003 konsistent, da aus jeder zweimonatigen Beprobungsrunde pro Messstelle jeweils ein Messwert vorliegt.

Für die in Abbildung 2.4.9 dargestellte Auswertung wurden diese 488 in 2003 konsistenten Messstellen berücksichtigt. Dabei wurde für jede einzelne Messstelle der Mittelwert aus den sechs Nitratwerten gebildet und die prozentuale

Schwankung um diesen Mittelwert berechnet, bezogen auf das Jahr 2003. Die sich ergebenden prozentualen Schwankungen wurden in sieben Klassen eingeteilt, die durch die farbigen Abschnitte des Kuchendiagramms in Abbildung 2.4.9 dargestellt sind. Die diesem Diagramm zugrunde liegenden Daten sind in der Tabelle zusammengestellt.

Beispielsweise weisen 168 der 488 untersuchten Messstellen eine prozentuale Schwankungsbreite um ihren jeweiligen Mittelwert von 10 - 25 % auf. Die bei jeder einzelnen Messstelle absolut vorliegenden Nitratkonzentrationen können dabei sehr unterschiedlich sein, da zu diesen regelmäßig untersuchten Messstellen sowohl sehr stark belastete Messstellen gehören, als auch solche, die über das ganze Jahr sehr niedrige Nitratkonzentrationen aufweisen.

Exemplarisch wurde aus vier der sieben Klassen jeweils eine relativ typische Messstelle ausgewählt und der jeweilige Jahresgang der Nitratgehalte für diese vier Messstellen in 2003 durch die abgebildeten Zeitreihen dargestellt.

Der mittlere Nitratgehalt des Jahres ist für jede der einzelnen Messstellen durch die gestrichelte horizontale Linie wiedergegeben. Die Beispiele zeigen unter anderem, dass die Nitratkonzentrationen hinsichtlich ihres jeweiligen „Jahresgangs“ sehr unterschiedlich sein können.

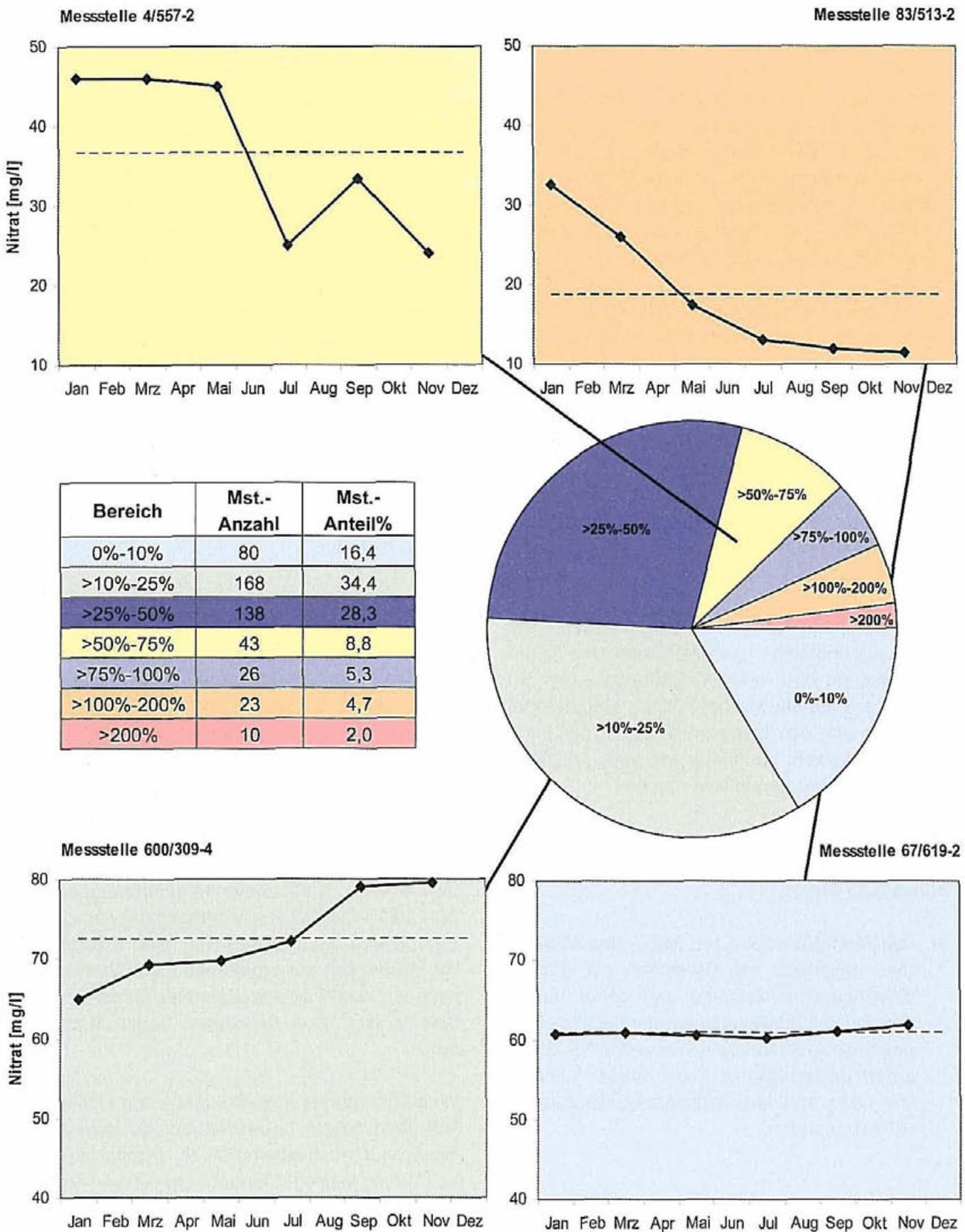


Abbildung 2.4.9: Jahrgang (2003) der Nitratkonzentrationen (in mg/l) exemplarisch ausgewählter Messstellen, die im 2-Monats-Rhythmus in 2003 untersucht wurden und Darstellung der prozentualen Schwankung um den Jahresmittelwert pro Messstelle von 488 im Jahr 2003 konsistenten Messstellen.

2.4.1.7 Bewertung

In 2003 liegen die Mittelwerte der Nitratkonzentrationen für alle Messnetze deutlich unter den entsprechenden mittleren Gehalten aus dem Jahr 1994 und zwar mit mittleren Abnahmen von etwa 2 - 5 mg/l je nach Teilmessnetz bzw. Gesamtmessnetz. Im Teilmessnetz Landwirtschaft wird mit 5 mg/l die größte Abnahme verzeichnet.

Auch unter Berücksichtigung, dass die beiden letzten Jahre hydrologisch extrem waren, ist die weitere Entwicklung abzuwarten. Es sind je nach hydrologischen, geologischen und anderen natürlichen Gegebenheiten und je nach Düngeverhalten der Landwirtschaft - regional wie auch lokal - sowohl weiter abnehmende wie auch zunehmende Konzentrationsverläufe zu erwarten, wie es das auch in 2003 registrierte dichte räumliche Nebeneinander von Zu- und Abnahmen zeigt.

Bei bestimmten für die landwirtschaftliche Nutzung „ungünstigen“ hydrologischen und hydrogeologischen oder auch längerfristig durch den Menschen geänderten natürlichen Gegebenheiten kann sich das Düngeverhalten in der Landwirtschaft sowohl kurzfristig wie auch langfristig im Grundwasser bemerkbar machen.

Beispiele für solche Situationen sind z.B. auch in den dargestellten regionalen Belastungsschwerpunkten zu finden:

- das Markgräflerland mit Mais- und Weinanbau: einerseits mit Bereichen mit großem Grundwasserflurabstand und daher mit einem hohen Nitratspeicherpotential in der ungesättigten Sickerzone: hier wäre bei verringerter Düngetätigkeit und in fluss-, bachferner Lage erst längerfristig mit Nitratabnahmen zu rechnen.
- das Markgräflerland mit Mais- und Weinanbau: andererseits mit Bereichen mit einem großem Beitrag der Fluss- und Bachversickerung an der Grundwasserneubildung und daher mit einem hohen Nitratverdünnungseffekt in Fluss- und Bachnähe: hier wäre bei verringerter Düngetätigkeit und in fluss-, bachnaher Lage auch kurzfristig mit Nitratabnahmen zu rechnen, eine geringe Nitratbelastung der Bäche und Flüsse vorausgesetzt.
- Main-Tauber-Kreis mit stark durchlässigem verkarstem Muschelkalkuntergrund und flachgründigen Böden: hier wäre bei verringerter Düngetätigkeit und in fluss-, bachferner Lage auch kurzfristig mit Nitratabnahmen zu rechnen.
- das Gebiet um die Ortschaften Ichenheim-Dundenheim in der Ortenau (Oberrheingraben) mit sehr geringem Grundwasserflurabstand, bei gleichzeitig hohem Düngemittelauwand auf den hier bewirtschafteten Gemüse- und Tabaksonderkulturen: hier wäre bei verringerter Düngetätigkeit aufgrund der geringen Grundwasserflurabstände auch kurzfristig mit Nitratabnahmen zu rechnen.

Bedenklich stimmt die Tatsache, dass in 2003 in den oberen Nitratkonzentrationsbereichen von 35 - 220 mg/l das Konzentrationsniveau gegenüber 2002 zugenommen hat. Dies unterstreicht die Wichtigkeit der ergriffenen landesumweltpolitischen SchalVO-Lenkungsmaßnahmen, besonders in den hoch belasteten Sanierungsgebieten.

Weiterhin gibt es Indizien, dass sich kleinere lokale Belastungen besonders im Grundwasserabstrom von Aussiedlerhöfen (s. Kapitel 3.5) und von benachbarten Weinanbaugebieten finden.

2.4.2 Nitrat in Wasserschutzgebieten (SchALVO-Auswertungen)

In Baden-Württemberg werden aufgrund der im Februar 2001 novellierten Schutz- 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.

Die Kriterien für die Einstufungen zeigt Abb. 2.4.10.

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 Wasserschutzgebietsgesamtläche von 2001 bis 2004 um 40.000 ha erweitert worden (Tab 2.4.4). Die Lage der Wasserschutzgebiete zeigt Abb. 2.4.11.

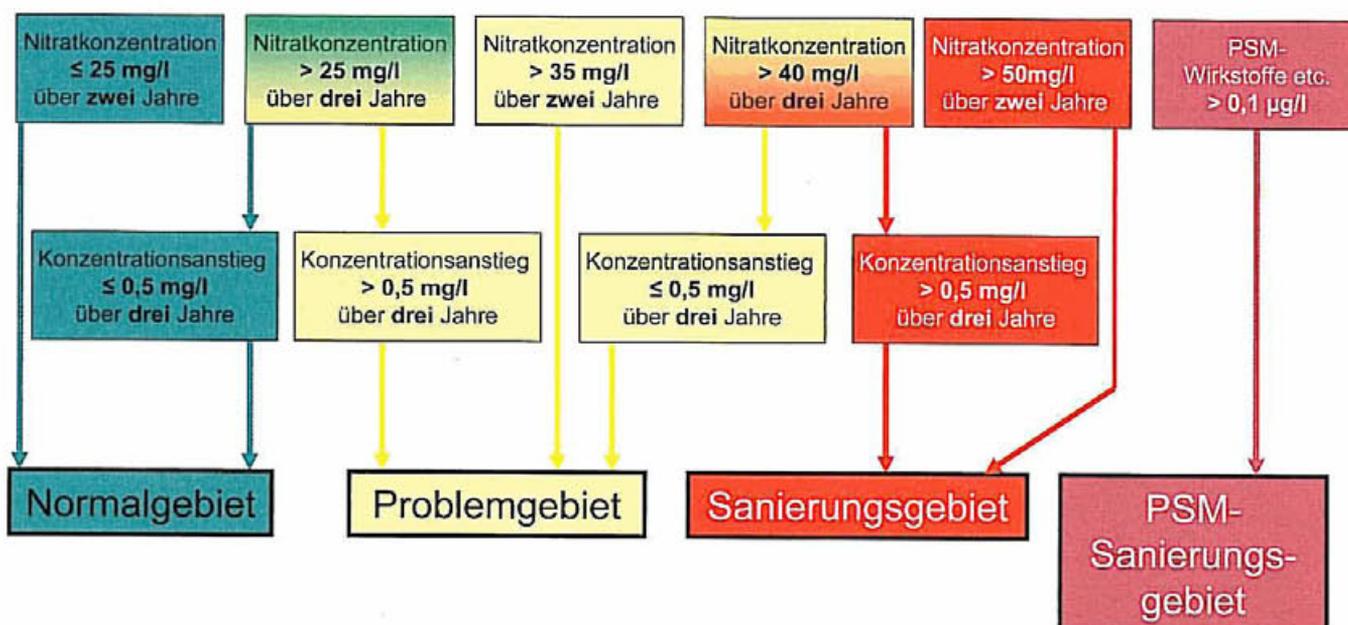


Abb. 2.4.10: Einstufung der Wasserschutzgebiete nach SchALVO.

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

Jahr	2001	2002	2003	2002
Normalgebiete	2.156	2.091	2.055	2.051
Problemgebiete	319	344	341	323
Sanierungsgebiete	182	177	169	155
Gesamt	2.657	2.612	2.565	2.529

Tab. 2.4.4: Gesamtfläche der baden-württembergischen Wasserschutzgebiete zwischen 2001 und 2004 und Flächenanteile der SchALVO-Wasserschutzgebiets-Nitratklassen.

	Stichtag 31.01.04		Stichtag 15.02.01	
	Fläche [ha]	Anteil [%]	Fläche [ha]	Anteil [%]
Normalgebiete	633.494	73,6	601.080	73,3
Problemgebiete	170.419	19,8	163.555	19,9
Sanierungsgebiete	57.304	6,7	55.505	6,8
Gesamtfläche	861.218	100,0	820.139	100,0

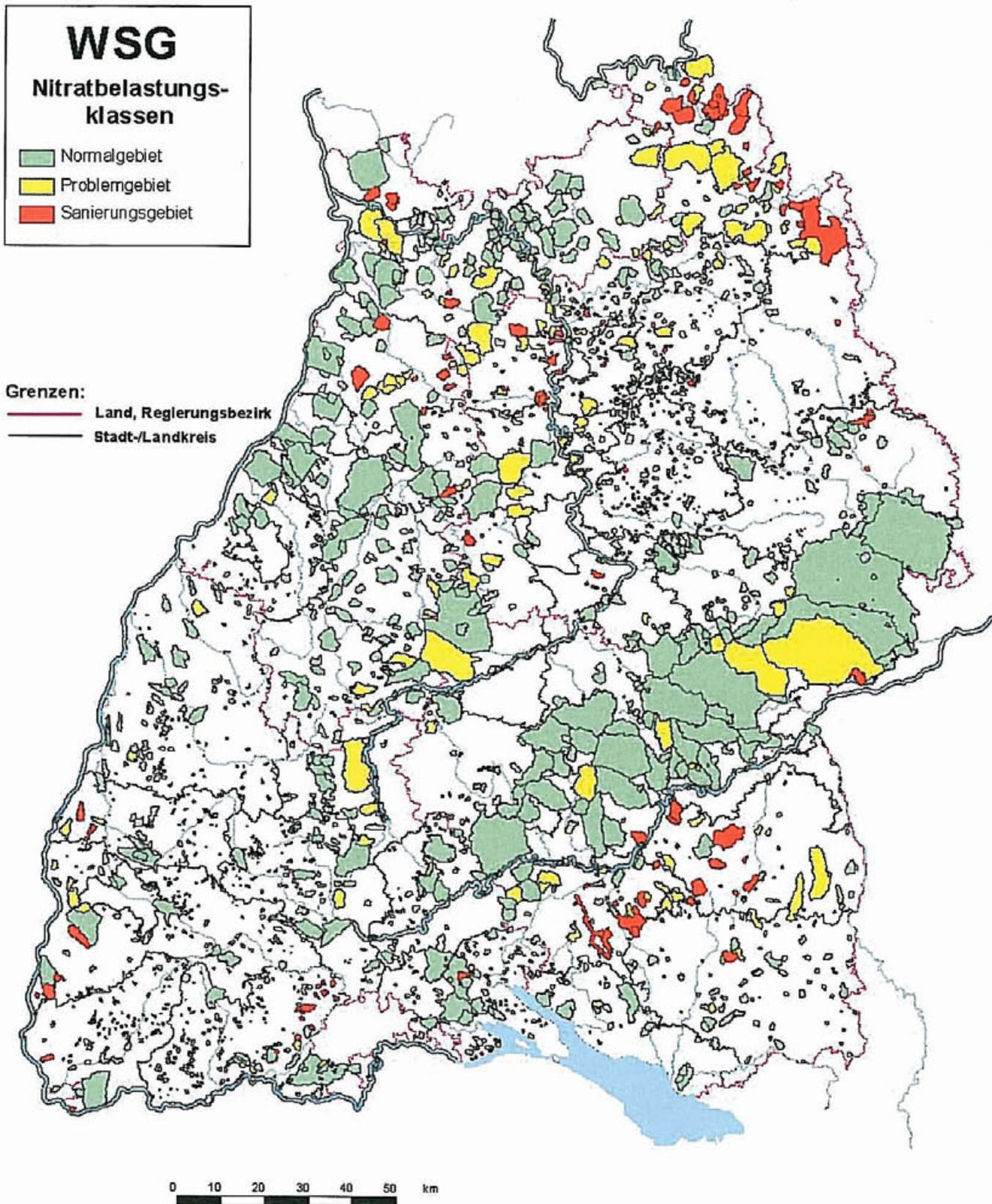


Abb. 2.4.11:

Lage der in drei Nitratklassen nach SchALVO eingeteilten Wasserschutzgebiete in Baden-Württemberg (Stand: Mai 2004).

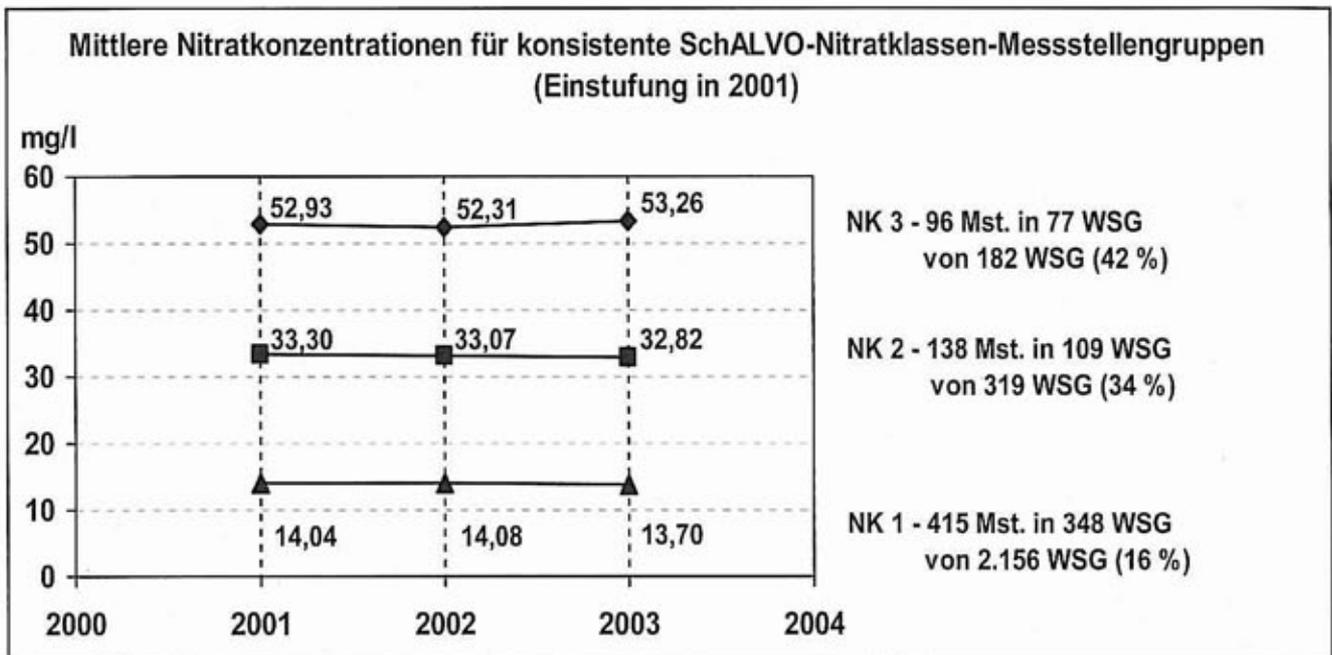


Abb. 2.4.12: Entwicklung der jährlichen Mittelwerte für Nitrat von 2001 bis 2003 für konsistente SchALVO-Nitratklassen-Messstellengruppen über alle pro Jahr und pro Messstelle zur Verfügung stehenden Nitratwerte (SchALVO-Einstufungsbasis: 2001), Abk. siehe Text.

2.4.2.1 Nitratklassengebiete: Kurzfristige Veränderungen (Vergleich zu den beiden Vorjahren)

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

Die erste Auswertung über die **konsistenten Nitratklassen - Messstellengruppen** aufgrund der erstmaligen SchALVO-Einstufungsbasis in 2001 zeigt in Abb. 2.4.12:

- Wasserschutzgebiete (WSG) mit Nitratklasse 1 (NK1) - **Normalgebiete**:

Nahezu unveränderte mittlere Konzentrationen mit einer sehr leichten **Abnahme um etwa minus 0,3 mg/l** von 2001 auf 2003.

Repräsentativität aufgrund der Ersteinstufung in 2001: 16 % der gesamten NK1 - WSG.

- Wasserschutzgebiete mit Nitratklasse 2 (NK2) - **Problemgebiete**:

Nahezu unveränderte mittlere Konzentrationen mit einer auch über 2002 registrierten leichten **Abnahme um etwa minus 0,5 mg/l** von 2001 auf 2003.

Repräsentativität aufgrund der Ersteinstufung in 2001: 34 % der gesamten NK2 - WSG.

- Wasserschutzgebiete mit Nitratklasse 3 (NK3) - **Sanierungsgebiete**:

Nahezu unveränderte mittlere Konzentrationen mit einer sehr leichten **Zunahme um etwa plus 0,3 mg/l** von 2001 auf 2003, von 2001 auf 2002 wurde eine Abnahme um etwa minus 0,7 mg/l registriert.

Repräsentativität aufgrund der Ersteinstufung in 2001: 42 % der gesamten NK3 - WSG).

Die zweite Auswertung über die **nicht konsistenten Nitratklassen - Messstellengruppen aufgrund der Basis der jeweiligen SchALVO-Einstufungsbasis in jedem Jahr** zeigt in Abb. 2.4.13 :

- Wasserschutzgebiete mit Nitratklasse 1 (NK1) - **Normalgebiete**:

Nahezu unveränderte mittlere Konzentrationen mit einer leichten **Zunahme um etwa plus 0,5 mg/l** von 2001 auf 2003, von 2001 auf 2002 wurde eine sehr leichte Abnahme um etwa minus 0,1 mg/l registriert.

Repräsentativität aufgrund der jährlichen Ersteinstufungen: 20 - 21 % der gesamten NK1-WSG pro Jahr.

- Wasserschutzgebiete mit Nitratklasse 2 (NK2) - **Problemgebiete**:

Veränderte mittlere Konzentrationen mit einer auch über 2002 registrierten **Abnahme um etwa minus 0,9 mg/l** von 2001 auf 2003.

Repräsentativität aufgrund der jährlichen Ersteinstufungen: 41 - 50 % der gesamten NK2-WSG pro Jahr.

- Wasserschutzgebiete mit Nitratklasse 3 (NK3) - **Sanierungsgebiete**:

Nahezu unveränderte mittlere Konzentrationen mit einer auch über 2002 registrierten sehr leichten **Zunahme um etwa plus 0,2 mg/l** von 2001 auf 2003.

Repräsentativität aufgrund der jährlichen Ersteinstufungen: 58 - 62 % der gesamten NK3-WSG pro Jahr.

Fazit: Bei den Problemgebieten lässt sich bei beiden Auswertungen eine Abnahme der jährlichen mittleren Konzentrationen feststellen. Bei den Normalgebieten ergibt sich eine widersprüchliche Aussage, wohingegen bei den Sanierungsgebieten ein sehr geringer Anstieg zu verzeichnen ist.

Aufgrund der erst kurzen Datenreihe ist die weitere Entwicklung abzuwarten.

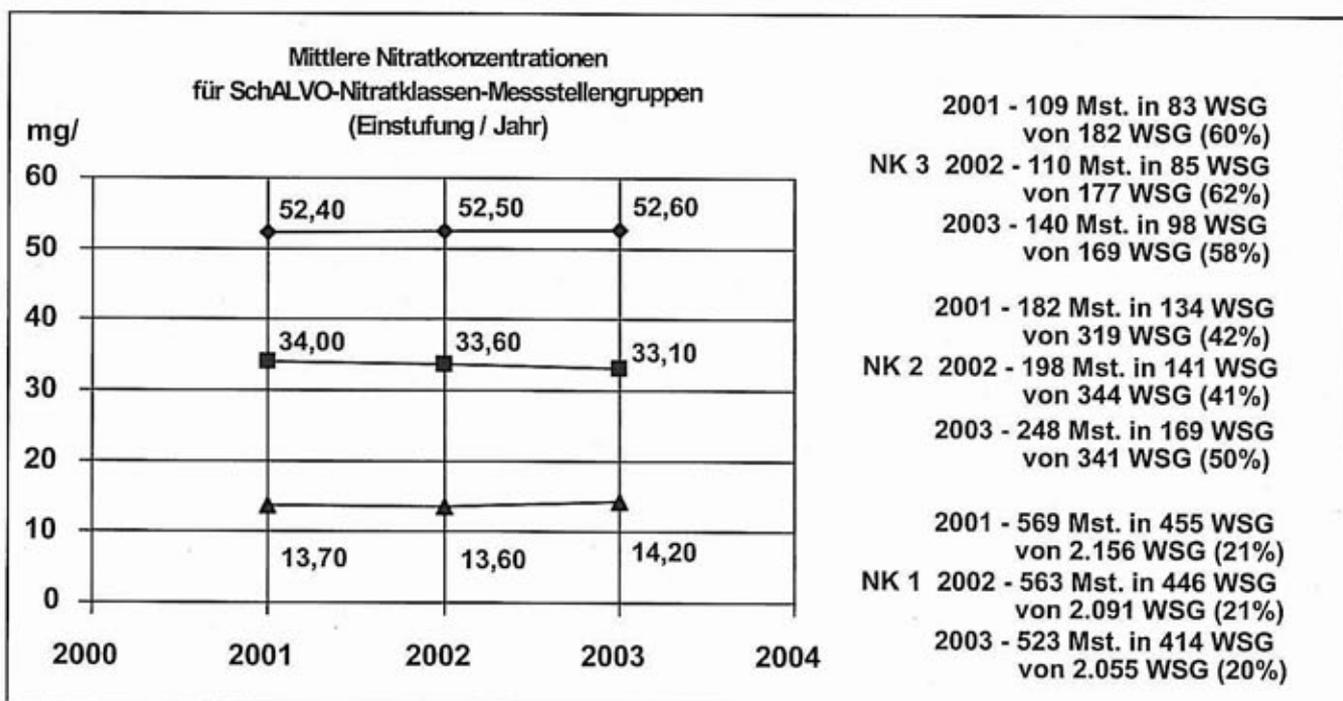


Abb. 2.4.13: Entwicklung der jährlichen Mittelwerte für Nitrat von 2001 bis 2003 für die pro Jahr eingestufteten SchALVO-Nitratklassen-Messstellengruppen über alle pro Jahr und pro Messstelle zur Verfügung stehenden Nitratwerte (SchALVO-Einstufungsbasis: 2001, 2002, 2003).

2.4.2.2 Nitratklassengebiete: Mittelfristige Veränderungen (Entwicklung seit 1994)

Eine dritte Auswertung (Abb. 2.4.14) zeigt die mittelfristige Entwicklung seit 1993 bzw. 1994, auch über **konsistente Nitratklassen - Messstellengruppen**, basierend auf den Messstellengruppen aus Abb. 2.4.12. und auf der erstmaligen **SchALVO-Einstufungsbasis in 2001**.

In allen Nitratklassen werden nach einem Anstieg von 1993 auf 1994 die jeweils höchsten mittleren Jahreswerte in 1994 gemessen, wie es schon aus den Auswertungen der LfU-Berichte 1994 bis 2002 bekannt ist. Daher dient das **Jahr 1994 als Vergleichsbasis** für die nachfolgende Trendbeurteilung und die zahlenmäßigen Veränderungen.

Ergebnisse:

- Wasserschutzgebiete (WSG) mit Nitratklasse 1 (NK1) - **Normalgebiete - 2001**:

Nahezu durchweg **sinkender Trend seit 1994** mit minus 0,26 mg/l pro Jahr mit zwei sehr leichten Zwischenanstiegen in 1997 und 2002.

Veränderte mittlere Konzentrationen mit einer **Abnahme um minus 2,6 mg/l** (- 16,1 %) von 1994 auf 2003.

Repräsentativität aufgrund der Ersteinstufung in 2001: 347 Mst. in 299 WSG von insgesamt 2.156 WSG: 14 % der gesamten NK1 - WSG.
- Wasserschutzgebiete mit Nitratklasse 2 (NK2) - **Problemgebiete - 2001**:

Nahezu durchweg **sinkender Trend seit 1994** mit minus 0,42 mg/l pro Jahr mit zwei sehr leichten bzw. leichten Zwischenanstiegen in 1999 bzw. 2002.

Veränderte mittlere Konzentrationen mit einer **Abnahme um minus 4,4 mg/l** (- 11,9 %) von 1994 auf 2003.

Repräsentativität aufgrund der Ersteinstufung in 2001: 88 Mst. in 82 WSG von insgesamt 319 WSG: 26 % der gesamten NK2 - WSG.

- Wasserschutzgebiete mit Nitratklasse 3 (NK3) - **Sanierungsgebiete - 2001**:

Allgemein **sinkender Trend seit 1994** mit minus 0,56 mg/l pro Jahr, aber mit einem sehr leichten Zwischenanstieg in 2000 und zwei größeren Anstiegen von 1 - 1,5 mg/l in 1996 und 2003.

Veränderte mittlere Konzentrationen mit einer **Abnahme um minus 4,5 mg/l** (- 7,5 %) von 1994 auf 2003,.

Repräsentativität aufgrund der Ersteinstufung in 2001: 61 Mst. in 54 WSG von insgesamt 182 WSG: 30 % der gesamten NK3 - WSG.

Fazit: Bei Betrachtung der mittelfristigen Entwicklung von über zehn Jahre konsistent mindestens einmal im Jahr beprobten Nitratklassen-Messstellengruppen mit insgesamt etwa 500 Messstellen lassen sich von 1994 bis 2003 in allen drei Klassen allgemein abnehmende Trends von minus 0,26 bis minus 0,56 mg/l pro Jahr beobachten.

Die absoluten Abnahmen gegenüber 1994 betragen für 2003 im Mittel in Nitratklasse-NK1-Normalgebiete minus 2,6 mg/l (-16 %), in Nitratklasse-NK2-Problemgebiete minus 4,4 mg/l (-12 %) bzw. in Nitratklasse-NK3-Sanierungsgebiete minus 4,5 mg/l (- 8 %).

Die mittelfristigen Konzentrationsabnahmen in den Wasserschutzgebieten bewegen sich damit im gleichen Rahmen der in Kapitel 2.4.1.5 über den gleichen Zeitraum festgestellten mittleren Abnahmen im Gesamtmessnetz (- 14 %) und im Teilmessnetz Landwirtschaft (- 13,6 %).

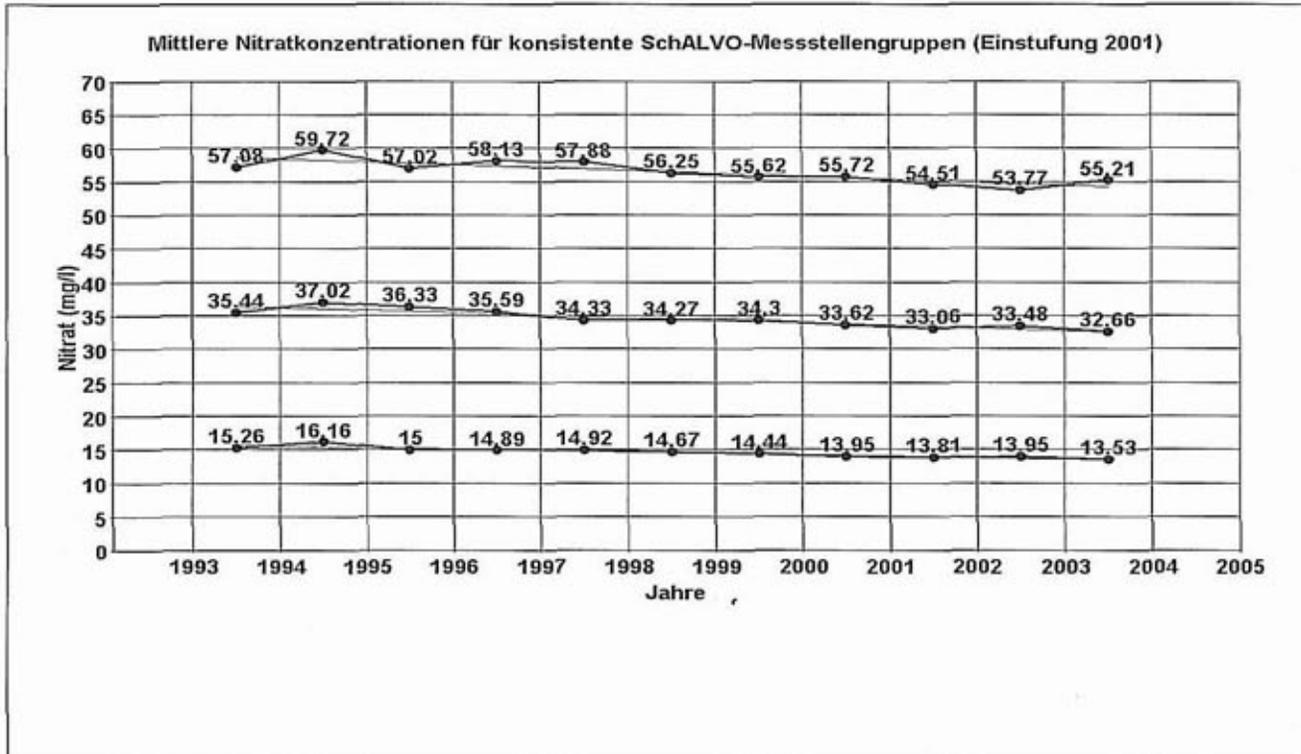


Abb. 2.4.14: Entwicklung der jährlichen Mittelwerte für Nitrat von 1993 bis 2003 für konsistente SchALVO-Nitratklassen-Messstellengruppen über alle pro Jahr und pro Messstelle zur Verfügung stehenden Nitratwerte (SchALVO-Einstufungsbasis: 2001), Erläuterung: obere, mittlere, untere Ganglinie: NK3-Sanierungsgebiete: 61 Mst. in 54 WSG (30 %); NK2-Problemgebiete: 88 Mst. in 82 WSG (26 %); NK1-Normalgebiete: 347 Mst. in 299 WSG (14 %).

2.4.2.3 SchALVO-Kontroll- und Vergleichsmessstellen (Mittelfristige Veränderungen seit 1994)

Eine weitere vierte Auswertung soll die **mittelfristige Entwicklung von Messstellen innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten** untersuchen (Abb. 2.4.15).

Datenbasis:

Neben der alljährlich im Herbst durchgeführten Beprobungskampagne, bei der alle Messstellen des Landesmessnetzes untersucht werden, findet an z.Zt. 549 ausgewählten Messstellen eine zweimonatige Beprobung statt. Diese Messstellen wurden in den Jahren 1996 ausgewählt und seit 1997 bzw. manche seit 1992 meist sechsmal im Jahr untersucht, um jahreszeitlich bedingte Nitratkonzentrationsschwankungen zu beschreiben und zu analysieren.

Ein Teil dieser Messstellen liegt in damals nach alter SchALVO relevanten Wasserschutzgebieten, nämlich die Teilgruppe „**SchALVO-Kontroll-Messstellen**“ mit 377 Messstellen. Diese Messstellen sind aus den Teilmessnetzen BMN, QMN, RW, VF, VMI und VML und mussten als weitere Auswahlbedingung im Einzugsgebiet mindestens eine landwirtschaftlich genutzte Teilfläche von 1 Hektar aufweisen.

Für die andere Teilgruppe - die sogenannten 172 „**SchALVO-Vergleichs-Messstellen**“ galten als Auswahlbedingungen: Lage außerhalb von Wasserschutzgebieten und im Einzugsbereich einer landwirtschaftlichen Nutzung und rekrutierten sich daher alle aus dem Teilmessnetz Landwirtschaft-VML.

Auch diese Auswertung zeigt wiederholt den **seit 1994** auch landesweit abnehmenden Trend auf.

Die konsistente Messstellengruppe „**SchALVO-Vergleichs-Messstellen**“ **außerhalb der damals bestehenden Wasserschutzgebiete** (obere Ganglinie) hat - ausgehend von einem weit höheren Ausgangskonzentrationsniveau als die untere Ganglinie - einen **abnehmenden Trend** von minus 0,57 mg/l pro Jahr mit einer **Abnahme von etwa - 6,1 mg/l** von 1994 auf 2003 (- 13,8 %).

Die konsistente Messstellengruppe „**SchALVO-Kontroll-Messstellen**“ **innerhalb der damals bestehenden Wasserschutzgebiete** (untere Ganglinie) hat - ausgehend von einem weit niedrigeren Ausgangskonzentrationsniveau als die obere Ganglinie - einen **abnehmenden Trend** von minus 0,43 mg/l pro Jahr mit einer **Abnahme**

von etwa - 4,0 mg/l von 1994 auf 2003 (-12,4 %).

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

Die Maßnahmen zur Reduzierung der Nitratbelastung im Umweltbereich, in der Landwirtschaft und von seiten der Wasserversorgungswirtschaft haben zu einer in den letzten zehn Jahren erfreulichen Entwicklung geführt. Die Nitratkonzentrationen sind zwar gesunken, jedoch ist die Nitratbelastung in weiten Teilen des Landes nach wie vor hoch, auch in Wasserschutzgebieten. Dies unterstreicht die Wichtigkeit der ergriffenen landesumweltpolitischen SchALVO-Lenkungsmaßnahmen, besonders in den hoch belasteten Problem- und Sanierungsgebieten einzugreifen.

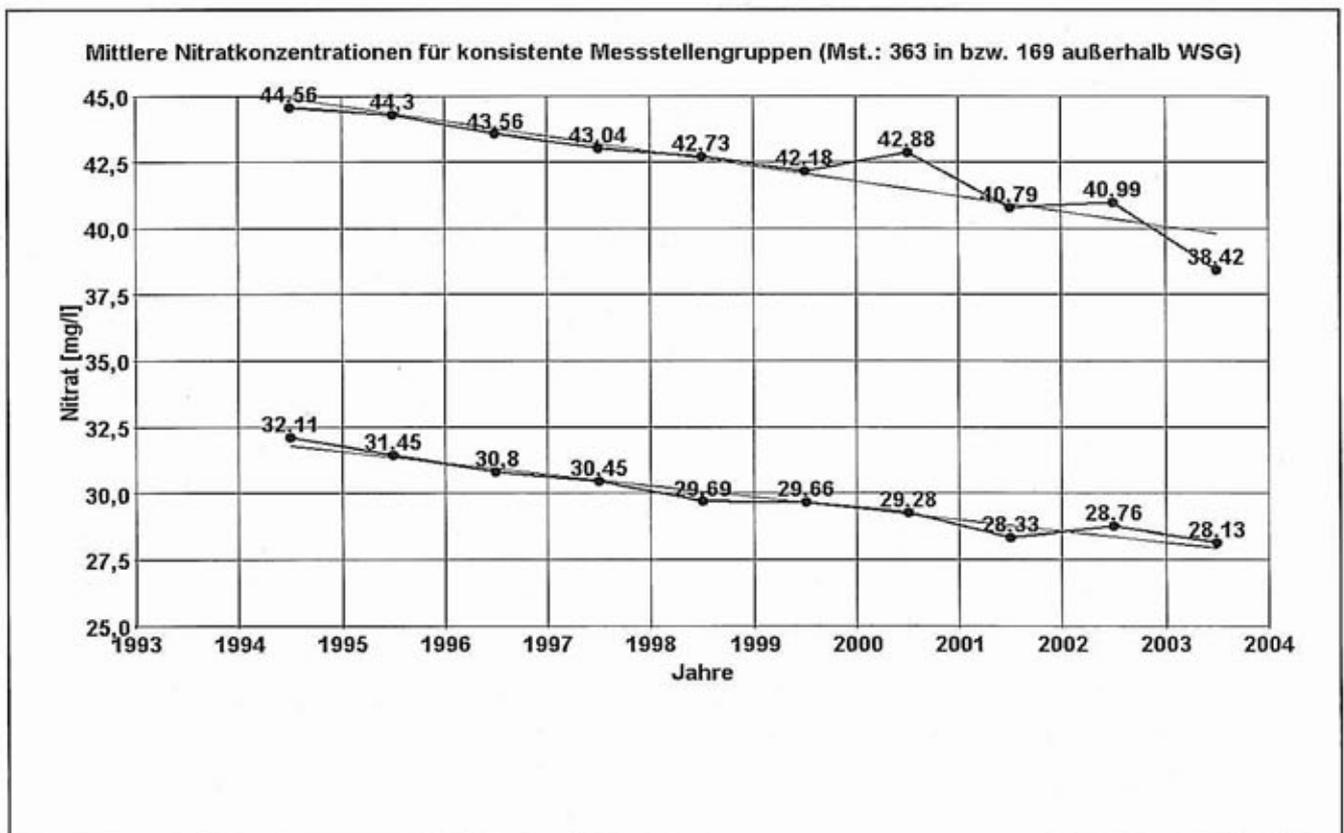


Abb. 2.4.15: Entwicklung der jährlichen Mittelwerte für Nitrat von 1994 bis 2003 für 363 konsistente **SchALVO-Kontroll-Messstellen** in Wasserschutzgebieten (WSG) und für 169 konsistente **SchALVO-Vergleichs-Messstellen** außerhalb von Wasserschutzgebieten (WSG) über alle pro Jahr und pro Messstelle zur Verfügung stehenden Nitratwerte, Erläuterung: obere Ganglinie: 169 Mst. außerhalb von WSG, untere Ganglinie: 363 Mst. in WSG; siehe auch Text.

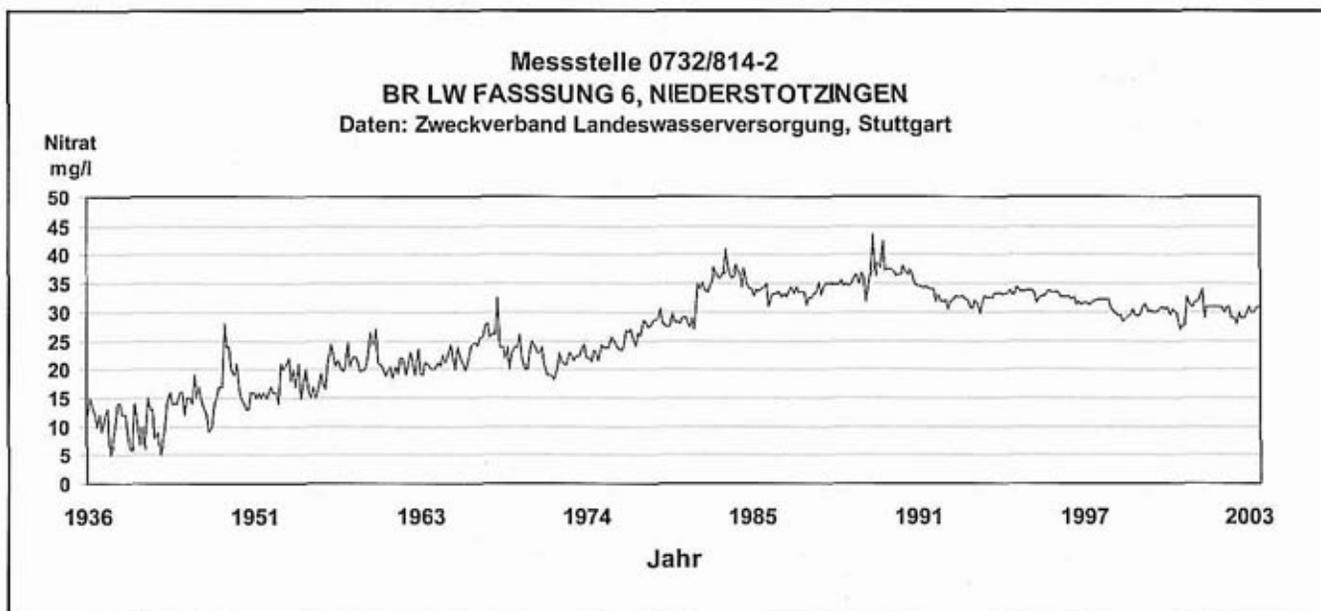
2.4.2.4 Längerfristige z.T. historische Entwicklungen und Veränderungen der Nitratbelastung

In diesem Kapitel soll die Nitratbelastungssituation anhand ausgewählter Nitratkonzentrationsverläufe dargestellt werden, die z.T. auch historische Interpretationen zulassen. Nahezu alle ausgewählten Messstellen sind Messstellen des Teil- bzw. Verdichtungsmessnetzes Landwirtschaft (VML) und liegen in Wasserschutzgebieten.

Datengrundlage für die Beispiele ist der Datenbestand der LfU-Grundwasserdatenbank und die dankenswerterweise vom Regierungspräsidium Freiburg und einigen Wasserversorgungsunternehmen zur Verfügung gestellten Datenreihen.

Von Seiten der Wasserversorgungsunternehmen waren an der Datenrecherche beteiligt: der Zweckverband Landeswasserversorgung (Stuttgart), die Badenova (Freiburg) und die Stadtwerke Karlsruhe. Mit den Datenreihen der Landeswasserversorgung lässt sich die historische Entwicklung z.T. bis in die 20er Jahre des letzten Jahrhunderts zurückzuverfolgen.

Die Daten des Regierungspräsidiums Freiburg stammen aus dem über 20 Jahre lang verfolgten Nitrat-Untersuchungsprogramm Markgräflerland / Kaiserstuhl).



Brunnen Fassung 6, Niederstotzingen

Die Ganglinie des Brunnens Fassung 6 in Niederstotzingen reicht bis 1936 zurück und zeigt die damals sehr niedrigen Nitratgehalte von unter 15 mg/l, die weitgehend dem als heutzutage geltenden geogenen Hintergrund entsprechen. Nach dem zweiten Weltkrieg steigen die Nitratgehalte z.T. auf über 25 mg/l, was wahrscheinlich mit dem Beginn der wieder einsetzenden landwirtschaftlichen Tätigkeit und beginnenden intensivierten Düngetechnik im Zusammenhang steht. Nach dem zweiten Weltkrieg begann der großflächige Einsatz von industriell erzeugten Nitratdüngesalzen. Mit der Entwicklung des Ha-

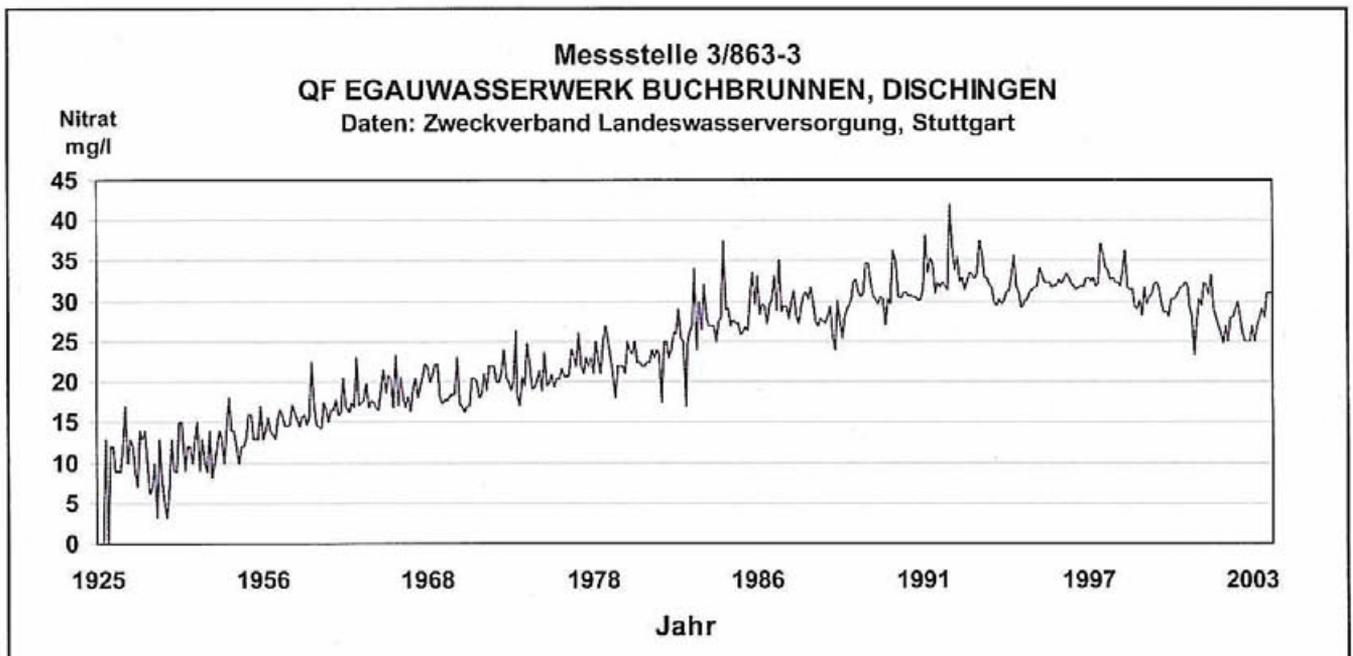
ber-Bosch-Verfahrens (1905 - 1916) zur großtechnischen Gewinnung von Ammoniak aus Luftstickstoff und dem Ostwald-Verfahren zur katalytischen Gewinnung von Ammonium-Nitrat aus Ammoniak war der Weg zur Herstellung vollsynthetischer Dünger geebnet.

Ab Mitte der fünfziger Jahre bis Anfang der achtziger Jahre wird ein Konzentrationsniveau von 20 bis 30 mg/l erreicht, danach - bis 1990 - bewegen sich die Gehalte auf einem Niveau von 30 bis 45 mg/l, wahrscheinlich aufgrund des in dieser Zeit einsetzenden Grünlandumbruchs.

Nach 1992/1993 bis 1998 fallen die Nitratwerte auf ein Niveau von 30 - 35 mg/l ab. In der darauffolgenden Periode bis 2003 werden erstmals wieder Werte von unter 30 mg/l erreicht, was offenbar im Zusammenhang mit den in den achtziger Jahren eingeleiteten Maßnahmen zur Reduzierung der Nitratbelastung seitens des Wasserversorgungsunternehmens, der Umweltpolitik und der Landwirtschaft steht.

Buchbrunnenquelle, Egauwasserwerk, Dischingen

Die auch von der Landeswasserversorgung zur Verfügung gestellte Ganglinie des Buchbrunnens in Dischingen zeigt ein ähnliches Verhalten wie der Brunnen Fassung 6 Niederstotzingen.



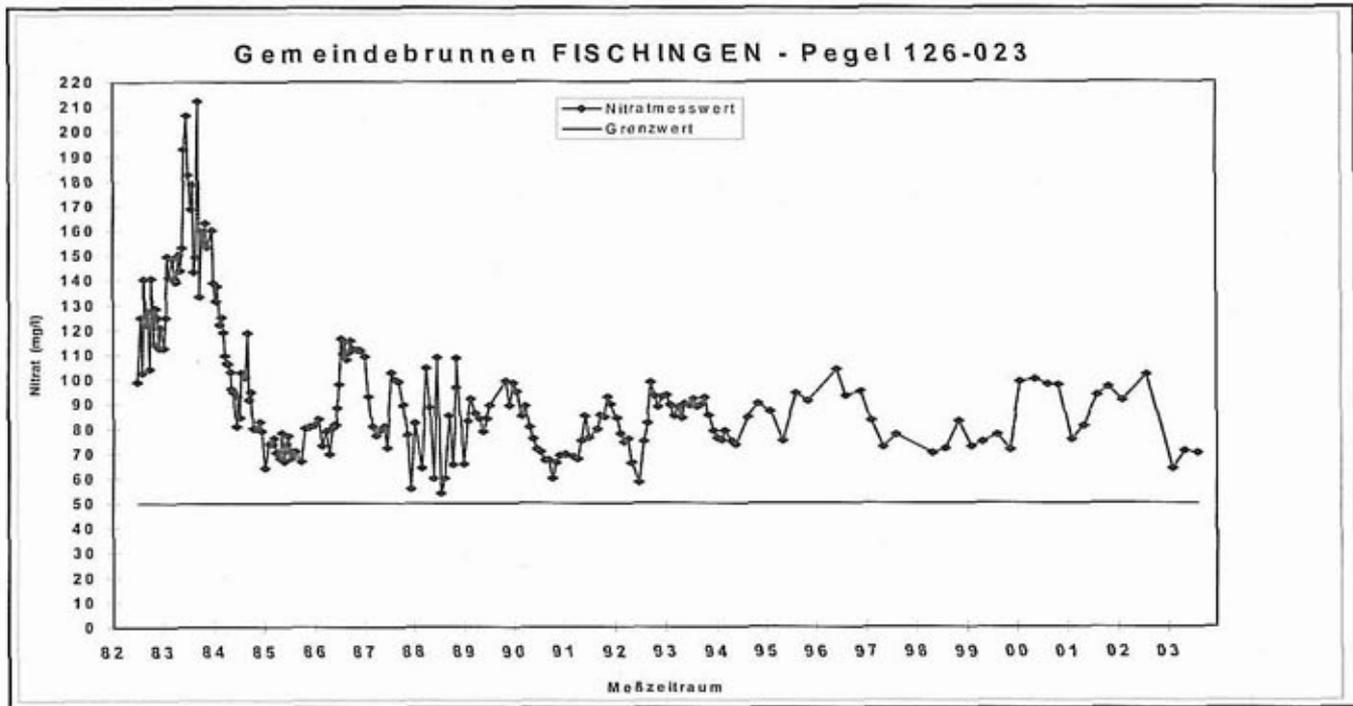
Die vom Regierungspräsidium Freiburg zur Verfügung gestellte **Ganglinie des Gemeindebrunnens Fischingen** zeigt Anfang der achtziger Jahre sehr hohe Nitratgehalte von 100 bis 215 mg/l.

Der Brunnen liegt in der Oberrheinebene im Markgräflerland am Fuß eines in der Vorbergzone gelegenen Rebtales bei der Ortschaft Fischingen. Das lößbedeckte Tal mit intensivem Weinanbau entwässert über Bäche und Grundwasser in die Oberrheinebene mit Maisanbau. Bis 2002 lag das Rebtal außerhalb des Wasserschutzgebietes des Brunnens.

Bei den sehr hohen Nitratgehalten in den achtziger Jahren spielen wahrscheinlich nicht nur direkte Düngeeinflüsse aus Wein- und Maisanbau eine Rolle, sondern auch Flurbereinigungsmaßnahmen im Rebtal - mit großen Erdbewegungen und dadurch bedingter Nitratlösung aus der Bo-

denkrume. Ab Mitte der achtziger Jahre sinken die Gehalte und bewegen sich bis heute zwischen 50 und 100 bis 110 mg/l. Inzwischen wurde das gesamte Rebtal in ein Wasserschutzgebiet für den in der Rheinebene vorgelagerten Brunnen miteinbezogen. Z.Zt. wird ein Nitratsanierungskonzept erarbeitet.

Bei den in diesem Gebiet vorhandenen großen Grundwasserflurabständen von ca. 17 m und den hier - durch Untersuchungen des LGRB (Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau) - nachgewiesenen großen Stickstoffvorräten in der ungesättigten Zone ist auch bei zukünftig verringerter Düngetätigkeit erst längerfristig mit einer Abnahme der Nitratbelastung zu rechnen. Dass aber auch hier geringere Nitratgehalte erreichbar sind, zeigen die in der Ganglinie zwischenzeitlich erreichten Werte zwischen 50 und 60 mg/l.

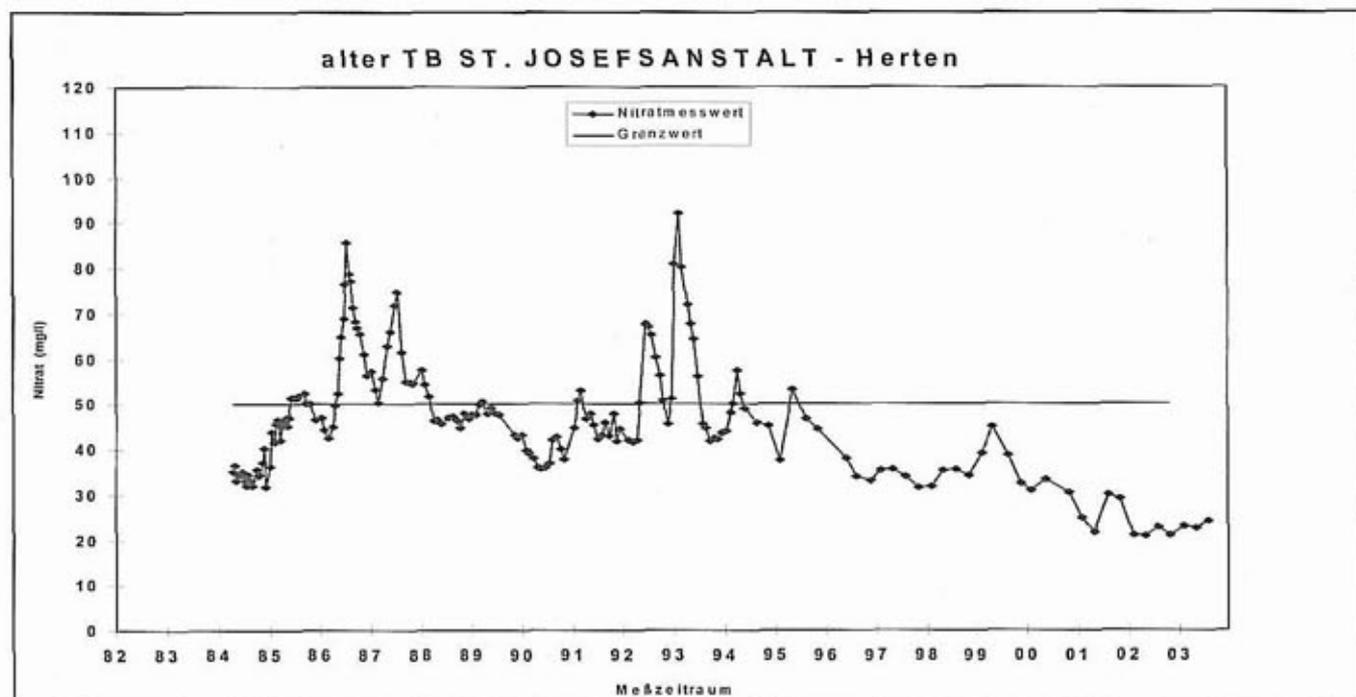


Die folgenden Ganglinien von Messstellen aus dem Datenbestand des Regierungspräsidiums Freiburg und der LfU zeigen über die letzten zwanzig bis zehn Jahre z.T. sinkende bis stark sinkende Nitrat-Konzentrationen, z.T. bis unter den im Oktober 1986 eingeführten Trinkwassergrenzwert von 50 mg/l.

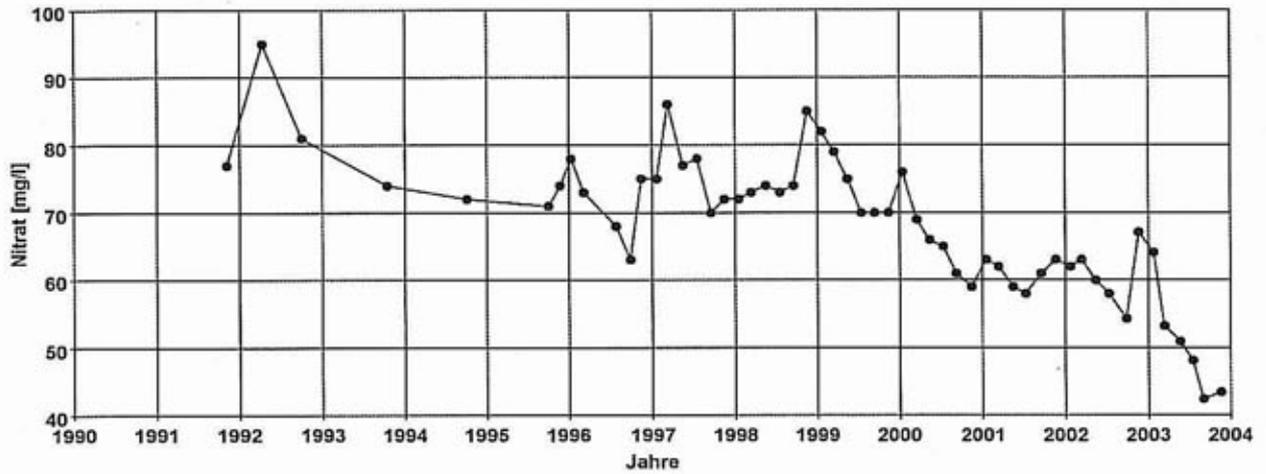
Bei der Betrachtung der Ganglinien fällt häufig auf, dass die Nitratgehalte ab 1993/1994 erheblich sinken, wie es schon bei den statistischen Auswertungen in den vorangegangenen Kapiteln belegt wurde. Dieser Zeitpunkt kann durchaus als ein - durch die Sickerzeiten, die Grundwasseraufenthaltszeiten von etwa 5 Jahren und um

die drei Jahre anhaltende Trockenperiode von 1989 - 1991 - verzögertes Resultat der Einführung der ersten Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) interpretiert werden. Zu berücksichtigen ist auch, dass der Nitrat-Trinkwassergrenzwert vor 1990 über viele Jahre erheblich höher als 50 mg/l lag (90 mg/l bis 1986) und es gilt, eine Reaktionszeit des Sicker- und Grundwassersystems abzuwarten.

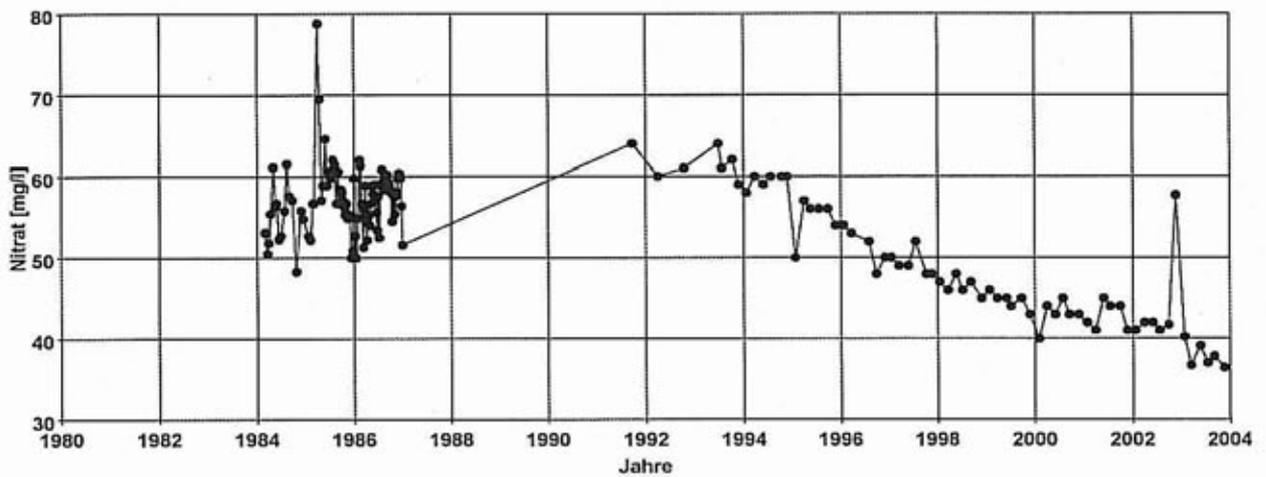
Diese Beispiele können durchaus als positive Dokumente der längerfristigen umweltpolitischen Erfolge in Wasserwirtschaft, Wasserversorgung, Landwirtschaft und Umweltpolitik gewertet werden.



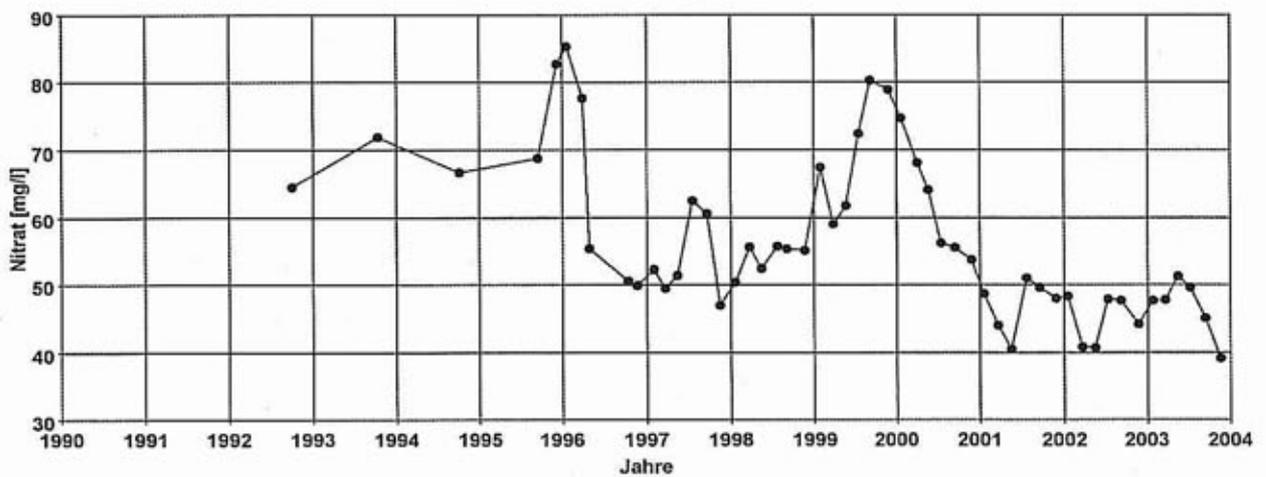
VML-Messstelle 0102/660-8 QF 3 FALZENBERGQUELLE, UNTERROT



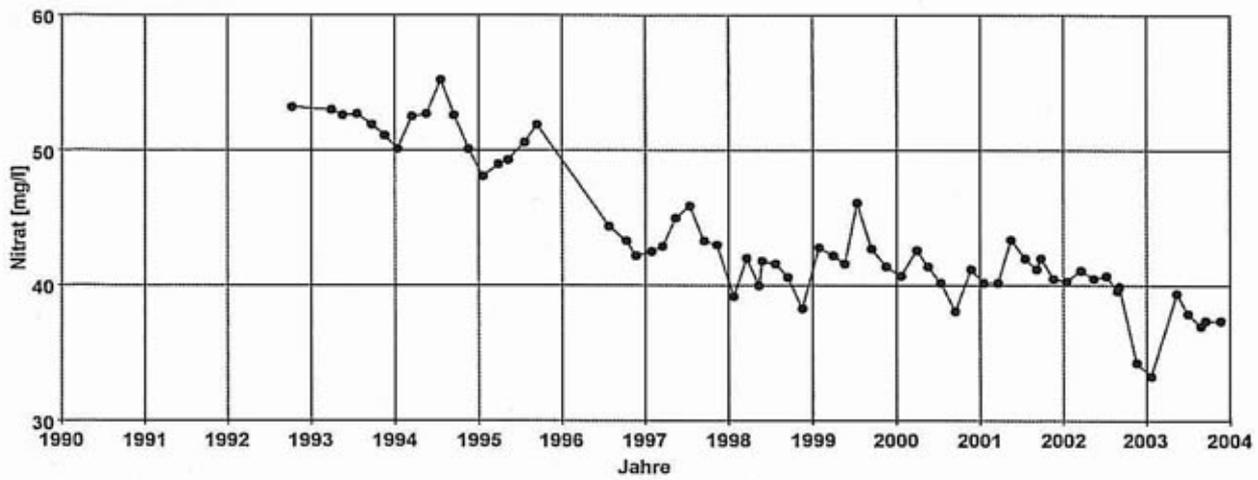
QMN-Messstelle 0003/709-3 QF UNTERE HALDENQUELLE, BÜHLERTANN



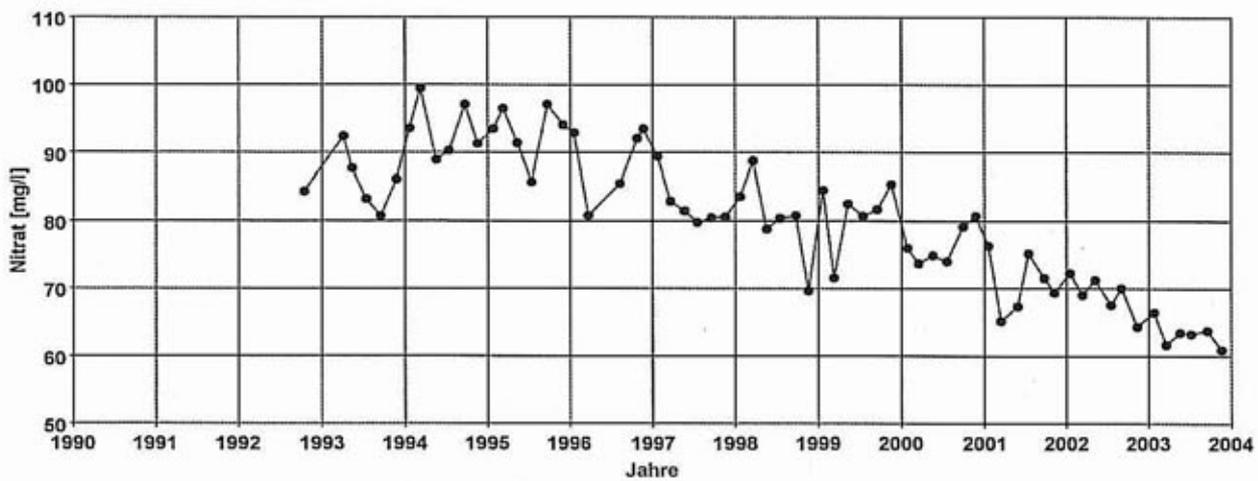
VML-Messstelle 0048/623-2 GWM 8906, LANGENARGEN



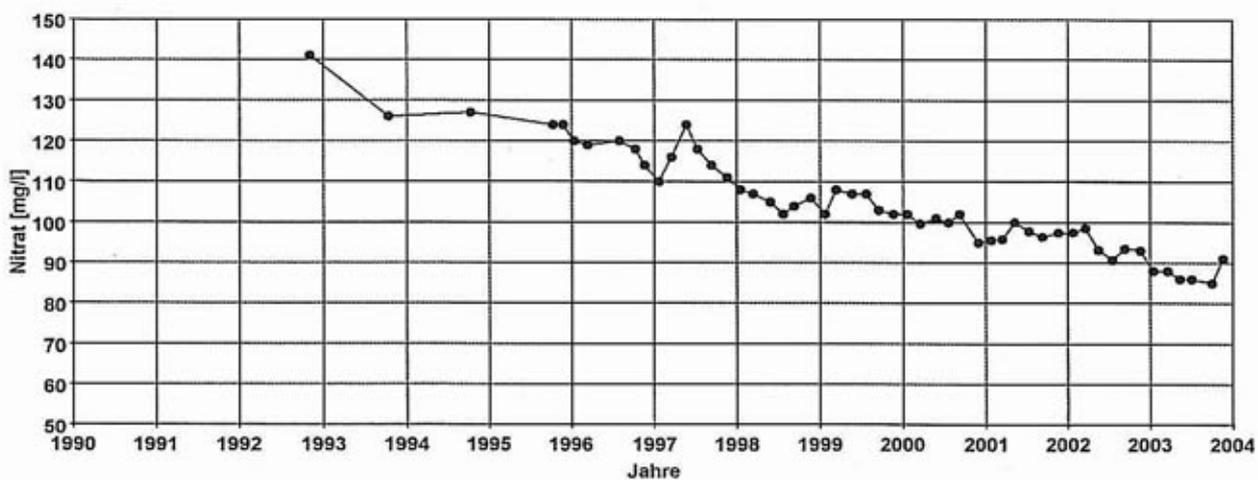
VML-Messstelle 0001/571-7 QF NEUBRUNN, ILLMENSEE

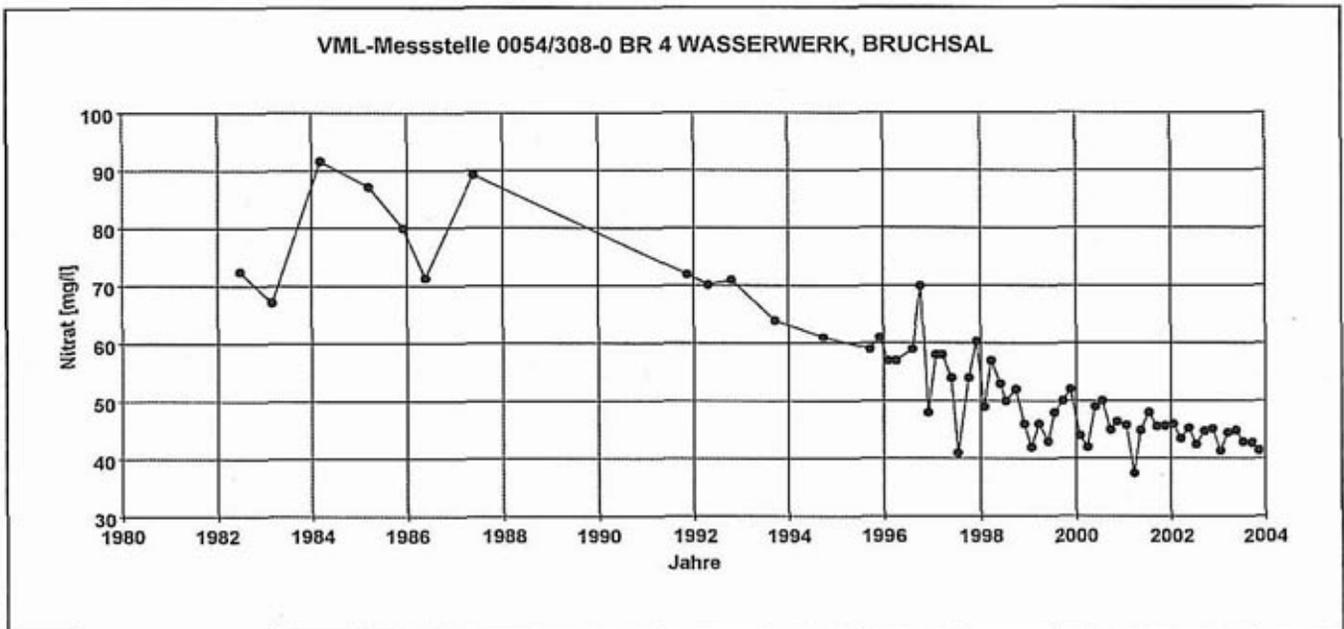


VML-Messstelle 0021/567-2 QF HEILBRONNEN, GOSENZUG



VML-Messstelle 0011/508-3 TB III Buchern, Flein



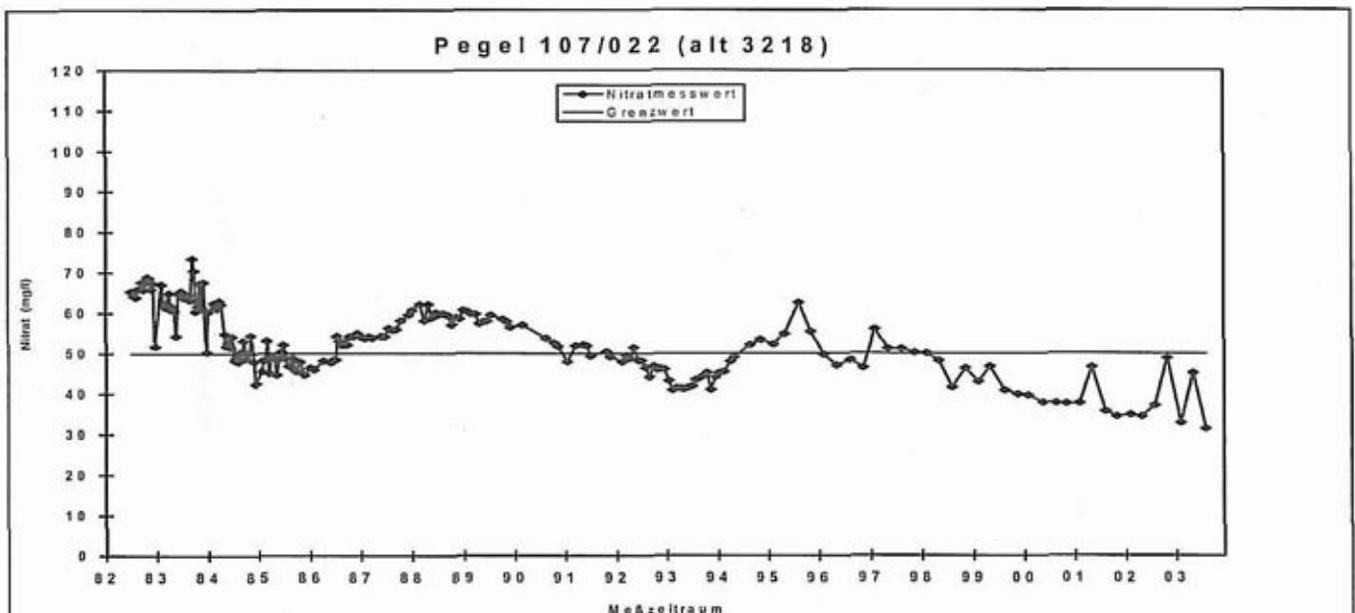


Brunnen 4 Wasserwerk Bruchsal

Der Brunnen der oben dargestellten Ganglinie ist einer von mehreren Förderbrunnen im Wasserschutzgebiet Bruchsal, nördlich von Karlsruhe gelegen. In den achtziger Jahren werden hohe Nitratkonzentrationen bis über 90 mg/l erreicht. Grund dafür war die landwirtschaftliche Düngung im Einzugsgebiet mit u.a. düngintensivem Spargelanbau. Seit 1989 werden an den meisten Vorfeldmessstellen im Wasserschutzgebiet signifikante Konzentrationsabnahmen beobachtet. Seit 1995/1996 werden auch in den Förderwässern der Brunnen 2 und 3 mit landwirtschaftlich genutztem Einzugsgebiet Abnahmen der Nitratkonzentrationen festgestellt, wie auch hier im Brunnen 4.

Ab 1999 fallen die Nitratkonzentrationen unter den Trinkwassergrenzwert von 50 mg/l.

Die Konzentrationsabnahmen sind als Erfolg der im Rahmen des Pilotprojektes „Grundwasserschonender Spargelanbau“ (1988 - 1992) erreichten Reduzierung des Nitratauswaschungspotentials sowie der langjährigen und konsequenten Kontrollaktionen des Wasserversorgungsunternehmens Energie- und Wasserversorgung Bruchsal GmbH (EBW) zu werten, verbunden mit einer engen Zusammenarbeit mit dem Amt für Landwirtschaft, Landschafts- und Bodenkultur (ALLB) Bruchsal und dessen konsequenter Beratungstätigkeit.



2.4.3 Nitrat in der Wasserrahmenrichtlinie

2.4.3.1 Vorgaben der WRRL

Nach der am 22.12.2000 in Kraft getretenen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) sind Grundwasserkörper (GWK) abzugrenzen und deren Zustand zu bewerten. Die Bewertung bezieht sich auf den mengenmäßigen und den qualitativen Zustand. In Abhängigkeit von dem Ergebnis der Bewertung sind anschließend unterschiedliche Monitoringprogramme durchzuführen und ggf. Maßnahmenpläne vorzubereiten, die gewährleisten, dass für alle GWK - von Ausnahmen abgesehen - bis 2012 ein guter Zustand erreicht wird.

Die Beurteilung des Risikos, dass die Grundwasserkörper die Umweltziele nicht erfüllen, erfolgt in einer **erstmaligen Beschreibung** bis Ende 2004, in der Lage und Grenzen der GWK, hydrogeologische und hydraulische Eigenschaften des GWK und der darüber liegenden Schichten, existierende und mögliche Belastungen und direkt abhängige Oberflächengewässer-Ökosysteme oder Landökosysteme beschrieben werden.

Anschließend werden in einer **weitergehenden Beschreibung** der gefährdeten GWK das Ausmaß des Risikos genauer beurteilt und die erforderlichen Maßnahmen zur Erreichung der Umweltziele ermittelt.

2.4.3.2 Vorgehensweise in Baden - Württemberg

Entscheidend für eine sachgerechte Einstufung ist die Abgrenzung der GWK. Das Vorgehen in Baden-Württemberg soll im Folgenden am Beispiel des wichtigsten Parameters Nitrat erläutert werden.

In der WRRL sind nur zwei Beurteilungsstufen vorgesehen: „Guter Zustand“, bzw. „Umweltziele nicht erreicht“. Dazu wird eine Mittelbildung über den GWK erforderlich. Da eine Mittelbildung wegen der möglichen Unterdrückung von Belastungsspitzen durch einen großen Gebietsanteil

in unkritischem Zustand immer problematisch ist, wurde als erste Bedingung gefordert, die Problemgebiete **zielgenau** abzugrenzen.

Aus demselben Grund sollte der GWK (ein „Körper“) möglichst homogen sein (überall ähnliche Eigenschaften haben). Aus quantitativer/hydraulischer Sicht bedeutet das, dass keine Wasserflüsse über die Grenzen erfolgen sollen, d. h. es ist nach Wasserscheiden und Fließwegen abzugrenzen. Das ist im Lockergestein sinnvoll, erfordert aber ein dichtes Messnetz zur Ermittlung der hydraulischen Grenzen. Im Festgestein können die Wasserscheiden großräumig etwa deckungsgleich mit oberirdischen Einzugsgebieten angesetzt werden.

Aus qualitativer Sicht ist aber eine gleichartige Wasserbeschaffenheit im GWK zu fordern. Die Beschaffenheit des Grundwassers ist primär abhängig von der Hydrogeologie und darüber hinaus von der Landnutzung. Da die qualitative Belastung in Baden-Württemberg maßgebend ist, wurden im ersten Schritt die bundesweit einheitlich definierten Hydrogeologischen Teilräume (HTR) als Begrenzung der GWK festgelegt.

In einem zweiten Schritt werden der Immissionszustand sowie existierende und potentielle Belastungen flächendeckend beschrieben, so dass am Ende der erstmaligen Beschreibung eine Abgrenzung „gefährdeter GWK“ erfolgen kann.

Die erstmalige Beschreibung erfolgt in Teilbearbeitungsgebieten (TBG), in denen jeweils Teile der GWK liegen und beschrieben werden.

Immission: Zur Beurteilung der Immissionssituation wurden Daten des landesweiten Grundwassermessnetzes und die Einstufung der WSG in Anlehnung an SchALVO nach folgenden Kriterien herangezogen:

- Nitratkonzentration >50 mg/l (Herbstbe-
probung 2001), regionalisiert mit SIMIK+

- Steigender Trend > 1 mg/l im Zeitraum 1996-2001 in Gebieten mit Nitratkonzentrationen zwischen 25 mg/l und 50 mg/l
- Sanierungs- oder Problemgebiet nach SchALVO (Stand: 12/2002)

Vor dem Hintergrund der Hydrogeologischen Teilräume und der Landnutzung nach CORINE wurden Gebiete mit Überschreitungen dieser Kriterien zu sogenannten Typ-1-Flächen zusammengefasst. Typ 1-Flächen von weniger als 25 km² wurden ausgeschieden (Abb. 2.4.3.1, Abb. 2.4.3.2).

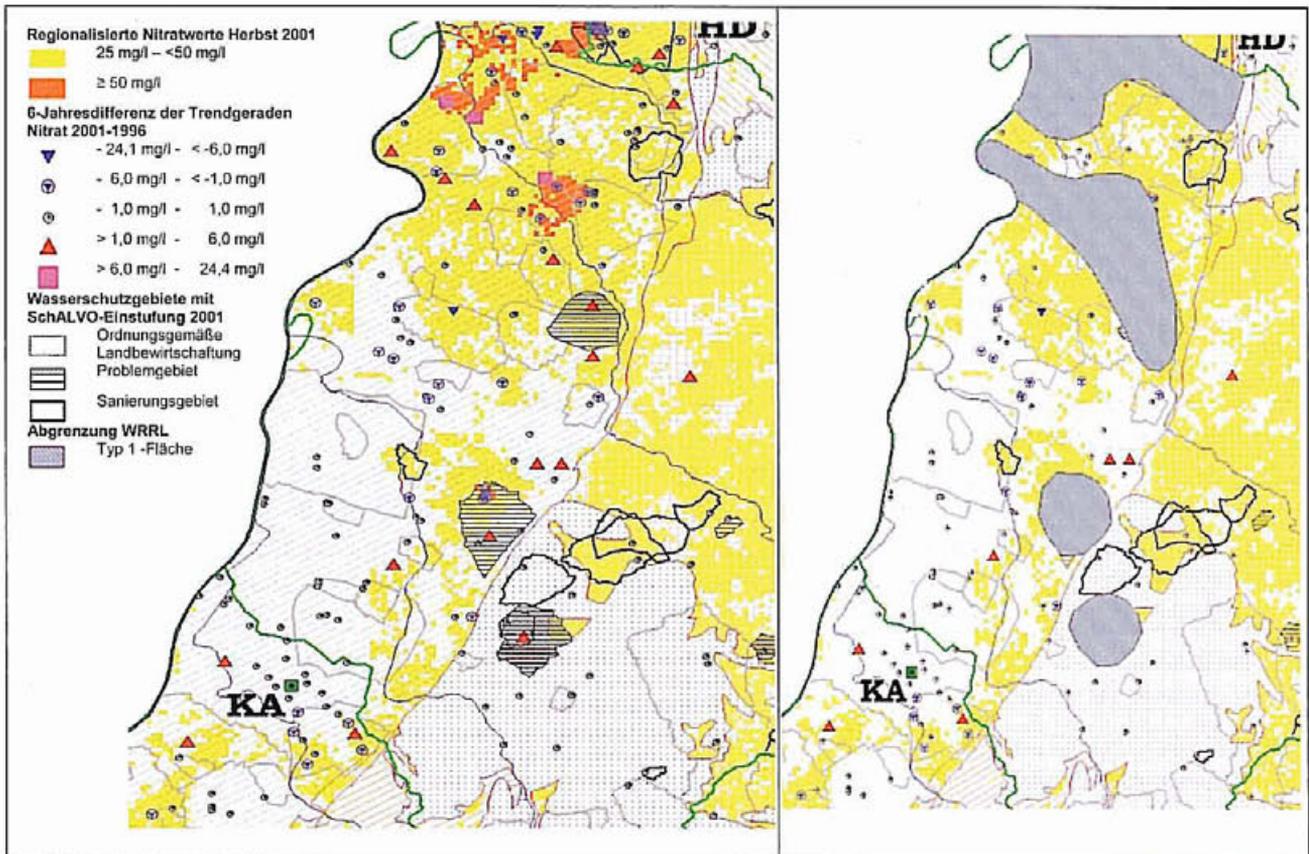


Abb. 2.4.3.1: Immissionssituation, Beispielgebiet südlich Heidelberg.

Abb. 2.4.3.2: Typ 1-Flächen im Beispielgebiet.

Standorteigenschaften: In einem zweiten Schritt wird die Nitrat-Auswaschungsgefährdung bewertet. Grundlage ist das Konzept der AG Bodenkunde in einer Anwendung des LGRB für den WABOA-Atlas.

Berechnet wird der N-Bilanz-Überschuss für die Ackerflächen einer Gemeinde, der maximal zulässig ist um eine Nitratkonzentration von 50 mg/l im Sickerwasser der Gemeinde nicht zu überschreiten. Durch den Bezug auf die Gemeindefläche wird eine entsprechende Vermischung vorausgesetzt. Dabei wird für die Wald-,

Grünland- und Siedlungsgebiete mit einer Sickerwasserkonzentration von 10 mg/l gerechnet.

In Abhängigkeit von den vorherrschenden Böden wird eine Denitrifikation von 10 bis 30 kg N/ha und Jahr berücksichtigt. Die Sickerwassermenge (nicht die Grundwasserneubildung!) wird nach GwN-BW als langjähriger Mittelwert (1961-1990) angesetzt.

Mit dem Umrechnungsfaktor 443 zwischen kg N/ha a, mm Sickerwasser/Jahr und mg NO₃/l folgt daraus die Gleichung:

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

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

Nach dieser Methode wurden alle Gemeinden abgegrenzt, für die $N_{\text{Bil},A} \leq 65 \text{ kg N /ha a}$ ist (Typ 2-Flächen).

Dabei wurden vereinzelt liegende Gemeinden mit geringer Unterschreitung des Schwellenwertes ausgeschieden. Gemeinden mit einem sehr geringen Anteil an landwirtschaftlich genutzter Fläche wurden nicht bewertet.

Emissionsbetrachtung: Ein zunächst verfolgtes Rasterverfahren zur Abschätzung der potentiellen Emission wurde wegen der Beliebigkeit der so genannten Signifikanzgrenzen nicht weiter verfolgt.

Für die weitergehende Beschreibung sollen aber nach Verfügbarkeit plausibler Ergebnisse Stickstoff-Bilanz-Rechnungen auf Gemeindeebene herangezogen werden. Es wird nicht erwartet, dass dadurch weitere gefährdete GWK ausgewiesen werden müssen.

Überlagerung: Die aus beiden ersten Schritten resultierenden Gebiete wurden in erster Linie unter Berücksichtigung von Hydrogeologie und Landnutzung und soweit wie möglich der Grenzen der Teilbearbeitungsgebiete zu

„gefährdeten GWK“ (gGWK) zusammengefasst, wobei die Umfassungen auch für die Typ 1-Flächen den Gemeindegrenzen folgen (Abb. 2.4.3.3).

Wünschenswert war ein Zusammenfallen der Grenzen der Grundwasserkörper mit denen der oberirdischen Wasserkörper. Dies ist jedoch nur großräumig, z. B. bei Betrachtung von Flusseinzugsgebieten von einigen tausend Quadratkilometern gegeben.

Darum wurden nur die gGWK, die die Grenzen der Bearbeitungsgebiete (BG) überschreiten, entlang der BG-Grenzen geteilt und entsprechend mit „-H“ (Hauptfläche im hauptsächlich betroffenen BG) und „-R“ (Restfläche im untergeordneten BG) gekennzeichnet.

Außerhalb der gGWK verbleiben die Restflächen der Hydrogeologischen Teilräume. Diese unterliegen nach der bisher durchgeführten Gefährdungsabschätzung keinem besonderen Risiko.

Sie werden deshalb jeweils als ein zusammenhängender GWK behandelt.

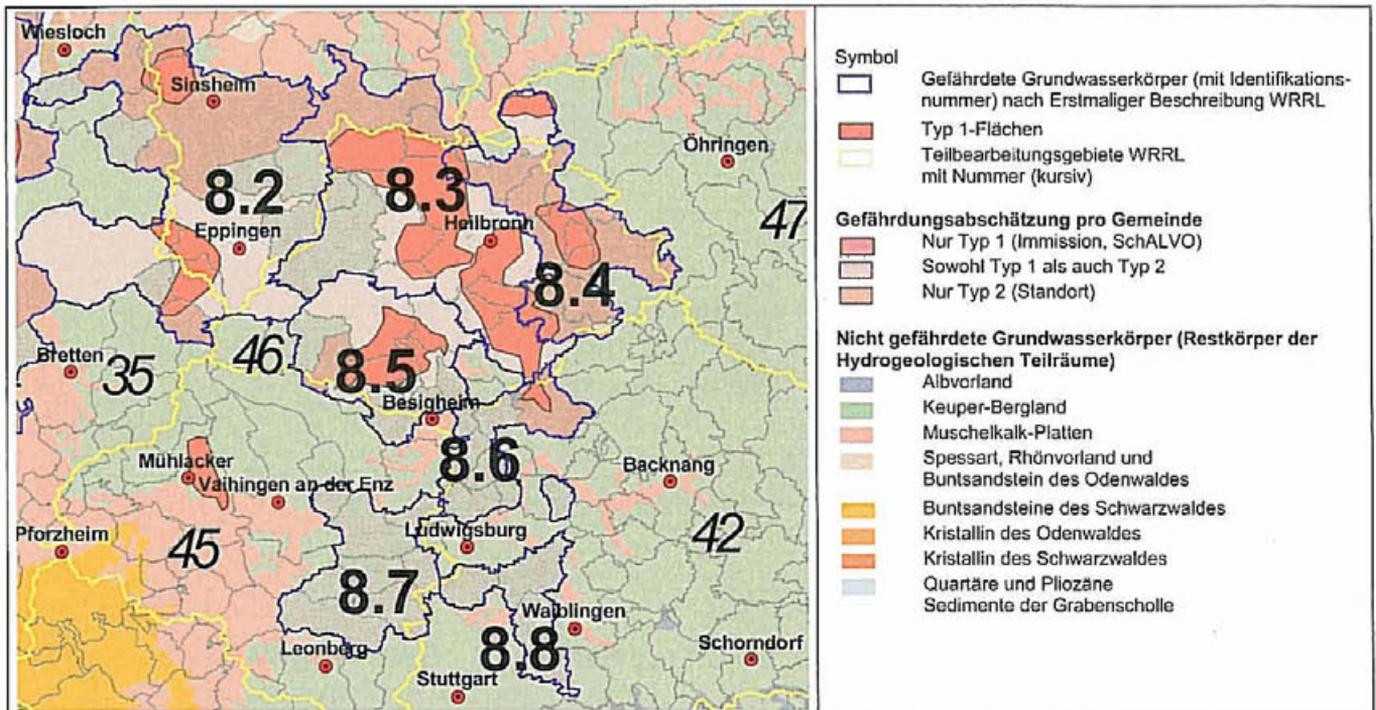


Abb. 2.4.3.3: Beispiel für Überlagerung von Typ1- und Typ2-Flächen und Abgrenzung nach Gemeindegrenzen im Raum Stuttgart - Heilbronn (vor Unterteilung nach Bearbeitungsgebieten (*kursive Nummern*)).

2.4.3.3 Ergebnisse der Abgrenzungen

Landesweit sind wegen der Belastung durch Nitrat 23 gGWK mit Flächen zwischen 65,1 km² und 619,4 km² abgegrenzt worden (Abb. 2.4.3.4). Fünf von diesen gGWK überschreiten BG-Grenzen.

2.4.3.4 Weitergehende Beschreibung

In der weitergehenden Beschreibung werden nur für die gefährdeten GWK insbesondere die hydrogeologischen und hydrologischen Bedingungen sowie die Landnutzung detaillierter beschrieben, damit Grundlagen für Monitoring-Programme und in der Folge ggf. für Maßnahmenpläne geschaffen werden. Es ist möglich, dass durch die weitergehende Beschreibung das Risiko für einzelne, vorläufig als gefährdet eingestufte GWK verneint werden kann.

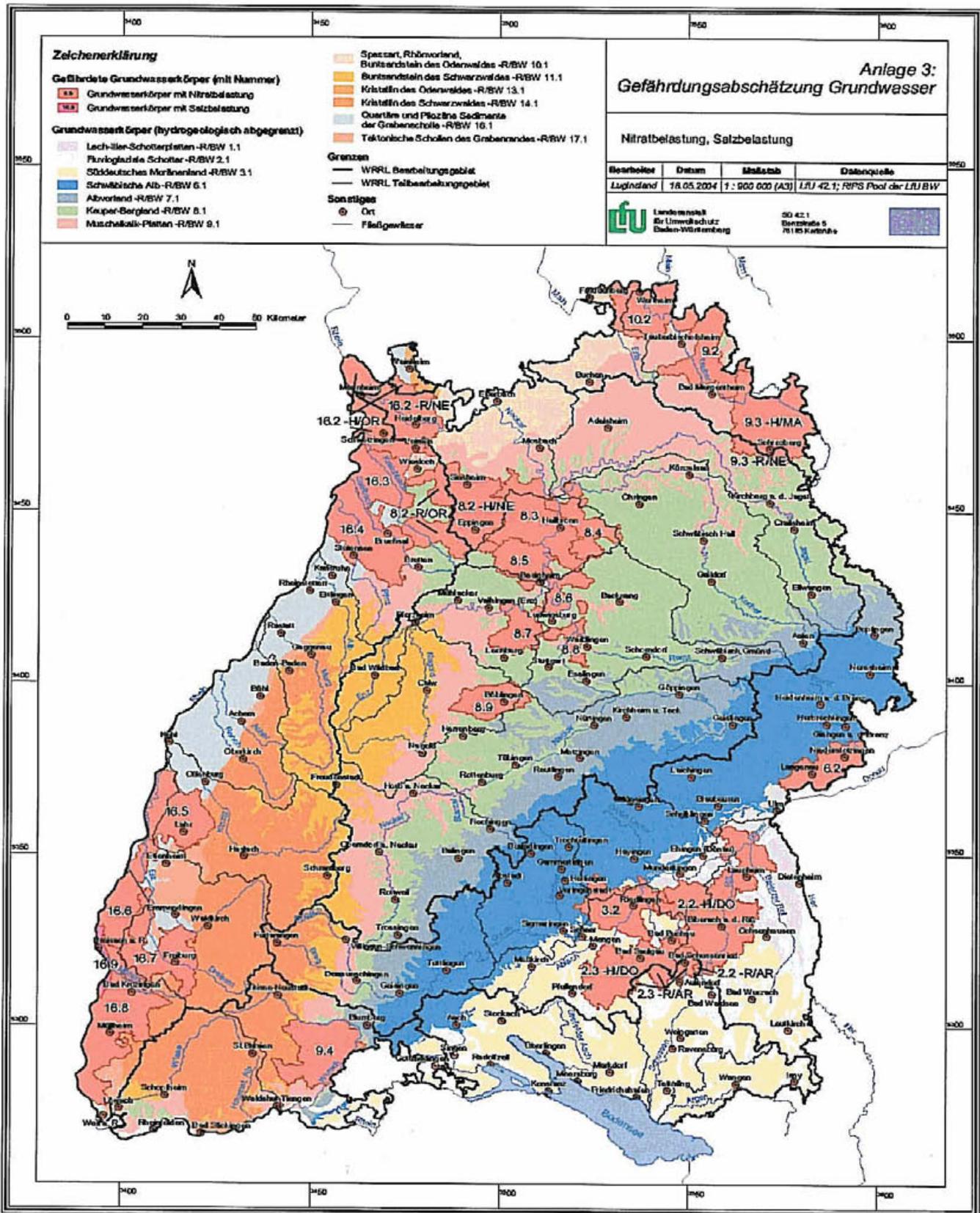


Abb. 2.4.3.4: Gefährdungsabschätzung Grundwasser (rote Flächen = Grundwasserkörper mit Nitratbelastung)

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 01.01.2004) in der Bundesrepublik Deutschland 230 PSM-Wirkstoffe zugelassen, die in 844 Handelsprodukten auf dem Markt sind. Die Absatzmenge an PSM-Wirkstoffen belief sich im Jahr 2003 auf 28.601 Tonnen, wobei etwas über die Hälfte dieser Menge auf die Wirkstoffklasse der Herbizide entfiel. Der Anteil an fungiziden Mitteln betrug rund 34 %,

während an Insektiziden 895 Tonnen abgesetzt wurden, was einem 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.

Ein weiterer Herbizidanwendungsbereich ist auf Nichtkulturland wie auf und an Böschungen, gepflasterten oder nicht versiegelten Brach- und Betriebsflächen, Flugplätzen, Gleisanlagen, Strassen sowie Parkplätze, um diese Flächen von Pflanzenbewuchs freizuhalten.

Tabelle 2.5.1: Abgesetzte Wirkstoffmengen in Deutschland 2003 (IVA-Mitgliedsfirmen).

Wirkstoffklasse	abgesetzte Wirkstoffmenge in t	Anteil in %
Herbizide	15.153	53
Fungizide	9.720	34
Insektizide	895	3
Sonstige	2.833	10
Summe	28.601	100

Quelle: Jahresbericht 2003/2004 des Industrieverbandes Agrar e.V. (IVA).

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: 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 Anwen-

dungsverbot 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.

- **Carbonsäurederivate:**

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

Daneben gibt es zahlreiche Wirkstoffe, die nicht den genannten Stoffklassen zuzuordnen sind. Solche Stoffe enthalten beispielsweise sowohl Stickstoff- als auch Phosphoratom und/oder darüber hinaus noch Chlor, Brom, Schwefel, Zinn, usw.

Nach der Umweltqualitätsnorm der WRRL bzw. der TrinkwV vom 21.05.2001, die zum 01.01.2003 in Kraft getreten ist, gilt generell bezogen auf den Einzelwert für PSM-Wirkstoffe und deren relevante Abbauprodukte ein Grenzwert von 0,1 µg/l. Eine Ausnahme bilden hierbei die vier Organochlorpestizide Aldrin, Dieldrin,

Heptachlor und Heptachlorepoxyd, für die nach der neuen TrinkwV ein deutlich niedriger Grenzwert von 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, 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 von ng/l bis µg/l.

Bereits die Probenahme muss daher mit entsprechender Sorgfalt durchgeführt werden. Die Vorgehensweise ist im „Leitfaden für Probenahme und Analytik von Grundwasser“ (LfU, 2000) beschrieben.

Demnach sind Proben bei Quellen an der vorgegebenen Austrittsstelle und bei Förderbrunnen nach dem Abpumpen des Standwassers am Entnahmehahn abzufüllen.

Bei Grundwasserbeobachtungsrohren muss vor der Probennahme mindestens 15 Minuten und mindestens das zweifache Standwasservolumen bis zur Konstanz der Elektrischen Leitfähigkeit abgepumpt werden.

Die verwendeten Schläuche und Probennahmegeräte dürfen keine Verfälschungen der Probe hervorrufen. Die Proben sind bis zur Analyse gekühlt in Braunglasflaschen zu transportieren und aufzubewahren. Das für die Bestimmung der PSM erforderliche Probenvolumen beträgt üblicherweise ein bis zwei Liter je Aufbereitungsgang.

Für die Untersuchung der gängigsten PSM liegen DIN-Normen vor. Viele der dort nicht genannten Wirkstoffe können jedoch mit den vorhandenen Verfahren analysiert werden. Darüber hinaus gibt es noch weitere, bisher nicht genormte oder im Normungsverfahren befindliche, Bestimmungsmethoden.

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

Die einzelnen Verfahrensschritte bedingen jeweils Ergebnisunschärfen, so dass man bei der PSM-Analytik mit ihren niedrigen Konzentrationen mit insgesamt höheren Toleranzbereichen als beispielsweise bei der Bestimmung von Nitrat rechnen muss.

Die Bestimmungsgrenzen sind von Labor zu Labor unterschiedlich. Sie liegen für die meisten 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). Daher können sich bei Auswertungen von Messwerten mit Konzentrationen von größer oder gleich der Bestimmungsgrenze höhere Anzahlen von Positivbefunden ergeben als in früheren Jahren.

In 2003 konnten alle PSM-Befunde mit Grenzwertüberschreitungen an Landesmessstellen durch direkte Paralleluntersuchungen, Analysen von Rückstellproben oder durch erneute Beprobungen mit dreifach parallelen Untersuchungen verschiedener Labore abgesichert werden.

Diese teilweise finanziell und logistisch sehr aufwendigen qualitätssichernden Maßnahmen für

Grenzwertüberschreitungen bei Pflanzenschutzmitteln sind nicht zuletzt auch deshalb notwendig, da das Land in einer jährlichen Berichtspflicht dem Umweltbundesamt 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 Pflanzenschutzmittel in Deutschland weiterhin eine Zulassung erhält.

2.5.3. Bisher untersuchte Wirkstoffe

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.

Die Übersicht in Tab 2.5.2 zeigt, dass in Baden-Württemberg bezüglich der Belastungsbeurteilung für sehr viele Wirkstoffe und Abbauprodukte eine große und statistisch verlässliche Datenbasis zur Verfügung steht. Der Wiederholungsturnus landesweiter Messungen macht dabei auch Aussagen zu Trendentwicklungen möglich.

Tabelle 2.5.2: Gesamtzahl der auf PSM untersuchten Messstellen im Grundwassermessnetz 1990 - 2003. Darstellungsvoraussetzung für Wirkstoffe und Abbauprodukte: mindestens 250 untersuchte Messstellen in mindestens einem der Untersuchungsjahre von 1990 - 2003, pro folgendem Untersuchungsjahr nur Nennung von Analysezahlen ≥ 99 ; im Fettdruck: Wirkstoffe mit mehr als 2.000 untersuchten Messstellen in mindestens einem Jahr. Quelle: Grundwasserdatenbank, Ergebnisse für 1990-2003 - Stand 04/2004.

Wirkstoff	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4D)		294	334				593				155		2157	
2,6-Dichlorbenzamid								2109	213	652	2300	2290	887	652
Aldrin			112		122	121	134							2188
Atrazin	1100	1127	1916	2376	2582	2473	2595	729	1135	1110	2622	2580	1166	653
Bentazon		266	299				558				2150		2135	
Bromacil	365	444	1554	2106	2356	2234	2348	323	910	835	2365	2343	909	643
Carbofuran	106		143	287	268	275	301	144	119	134	120			
Chlorpyrifos								343					2135	
Chlortoluron			100	109	758	2056	105	271			2216		2191	
Cyanazin	198	194	284	263	267	308	535	208	242	283	462	660	249	
DDE, p,p'		115	733				114					99		2189
DDT,o,p'			752				114					99		2184
DDT,p,p'		115	684				114					99		2189
Desethylatrazin	1096	1124	1915	2376	2587	2473	2596	737	1135	1110	2623	2591	1166	653
Desethylterbutylazin	343	883	1775	2268	2483	1193	2494	555	1070	1027	2576	2541	1118	656
Desisopropylatrazin	508	923	1819	2301	2520	1246	2524	536	1097	1034	2577	2545	1126	652
Diazinon	168	118	216	201	165	165	173	2218	222	102			2215	
Dicamba													2133	
Dichlobenil			202	188	228	237	270	2191	236	125	264	287	189	
Dichlorprop (2,4-DP)		291	331				590				155		2162	
Dieldrin														2186
Dimethoat	158	110	196	224	128	201	146	2190	195		100		2215	
Disulfoton								305					2135	
Diuron		138	378	509	772	2062	114	606			2220		2192	
Endosulfan, - α		113	752				112							2189
Endosulfan, - β		113	752				112							2189
Endrin														2189
Fenitrothion				114			111	2165	160				2184	
Glyphosat								300					196	
Heptachlor														2189
Heptachlorepoxyd, cis-														2189
Heptachlorepoxyd, trans-														2189
Hexachlorbenzol			187				112							2189
Hexachlorcyclohexan, - α		113	755				114					314		2183
Hexachlorcyclohexan, - β		113	754				114					313		2188
Hexachlorcyclohexan, - γ (Lindan)			767	142	143	130	173					317		2188
Hexachlorcyclohexan, - δ												314		2188
Hexazinon	348	748	1625	2115	2344	2226	2363	357	940	866	2397	2374	946	647
Isodrin														2188
Isoproturon		107	144	174	797	2096	129	2196	143		2233		2191	
Linuron				128	754	2016					118		2163	
Malathion				125	121			2171	162				2189	
MCPA							190				155		2160	
Mecoprop (MCP)		292	332				590				156		2162	
Metalaxyl	281	720	1591	2092	2277	963	2267	271	886	767	2318	2291	857	645
Metazachlor	1080	1080	1899	2361	2576	1289	2577	591	1136	1088	2605	2565	1149	657
Methabenzthiazuron			99	109	730	2021		243			164		2163	
Metolachlor	1070	1090	1902	2362	2571	1239	2577	610	1135	1087	2605	2550	1126	655
Metribuzin	104	127	202	259	226	236	277	110	139	114	186	181		
Parathion-ethyl (E 605)	140	142	248	200	350	251	350	2203	265	133	211	173	2221	
Parathion-methyl	180	167	251	252	368	283	304	143	156	133	117			
Pendimethalin		131	212	198	223	199	309	2231	245	175	288	270	2201	
Pentachlornitrobenzol (Quintocen)														2189
Propazin	429	893	1739	2235	2482	1254	2471	537	1047	981	2530	2500	1087	657
Sebutylazin		104	291	192	244	204	255	2226	256	192	261	242	2274	
Simazin	1091	1109	1908	2368	2587	2471	2594	668	1137	1108	2623	2588	1165	656
TDE,p,p'		113	699				114							2189
Terbutylazin	1081	1098	1905	2368	2589	2470	2595	690	1134	1108	2622	2588	1164	658
Triallat			226	421	468	308	497	206	188	249	354	294	177	
Trifluralin			164				130	2159	173		141	126	2174	

2.5.4. Organochlorpestizide

Bei den PSM-Untersuchungen lag der Schwerpunkt in 2003 auf der Analyse von Organochlorpestiziden, die in diesem Jahr erstmals landesweit, d. h. an ca. 2.100 Messstellen, untersucht wurden. Insgesamt wurden dabei 19 Organochlorverbindungen analysiert, wobei teilweise neben den eigentlichen Pestizid-Wirkstoffen auch die wichtigsten Metabolite untersucht wurden.

Zu diesen 19 untersuchten Stoffen gehören unter anderem die bereits erwähnten Verbindungen Aldrin, Dieldrin, Heptachlor sowie cis- und trans-Heptachlorepoxyd, denen aufgrund ihrer Sonderstellung durch den auf 0,03 µg/l verringerten Grenzwert in der neuen TrinkwV eine besondere Bedeutung zukommt. Neben diesen fünf Parametern wurden die Grundwasserproben der Messstellen des Landesmessnetzes auf Isodrin, Endrin, alpha-Hexachlorcyclohexan (α -HCH), beta-Hexachlorcyclohexan (β -HCH), delta-Hexachlorcyclohexan (δ -HCH), gamma-Hexachlorcyclohexan (Lindan), alpha-Endosulfan, beta-Endosulfan, Hexachlorbenzol (HCB), Pentachloronitrobenzol (Quintocen), o,p-Dichlordiphenyltrichlorethan (o,p-DDT), p,p'-Dichlordiphenyltrichlorethan (p,p'-DDT), p,p'-Tetrachlordiphenylethan (p,p'-TDE), und p,p'-Dichlordiphenyldichlorethan (p,p'-DDE) untersucht.

Alle genannten PSM-Wirkstoffe sind Stoffe, die in Anlage 1 der aktuell gültigen Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung (Bundesgesetzblatt Teil I) genannt werden, was bedeutet, dass für diese Wirkstoffe in Deutschland ein vollständiges Anwendungsverbot gilt. Viele dieser Organochlorverbindungen sind schon sehr lange verboten, wie beispielsweise DDT, dessen Herstellung, Ein- und Ausfuhr, Erwerbung, Anwendung sowie das in Verkehr bringen bereits seit dem 07.08.1972 untersagt ist und Zuwiderhandlungen strafrechtlich verfolgt werden (DDT-Gesetz). Trotz solcher bereits langjähriger Verbote besitzen die Organochlorpestizide auch heute noch umweltpolitische Relevanz, da diese Verbindungen extrem persistent und damit sehr langlebig sind.

Die Organochlorverbindungen wurden überwiegend als Insektizide eingesetzt, wobei sie als Berührungs-, Fraß- und teilweise Atemgifte oft eine große Wirkungsbreite aufweisen. Die Anwendungen reichten vom Einsatz gegen beißende und fressende Insekten im Acker-, Obst-, Gemüse- und Weinanbau über die Verwendung im Forst bis zum Einsatz als Saatgutpuder oder kombinierte Beizmittel. Hexachlorbenzol (HCB) und Quintocen (Pentachloronitrobenzol) wurden darüber hinaus als Fungizide verwendet.

Die chemischen Eigenschaften dieser Verbindungen bedingen auch gleichzeitig deren umweltpolitische und humantoxische Relevanz. Bei den Organochlorverbindungen handelt es sich um sehr lipophile („fettliebende“) Substanzen, die sich über die Nahrungskette Pflanze - Tier - tierische Lebensmittel im menschlichen Fettgewebe anreichern können. So waren diese persistenten Stoffe in den letzten Jahren immer wieder in der Diskussion, wie beispielsweise im Zusammenhang mit belasteter Muttermilch bei Frauen oder jüngste Meldungen über erhöhte Befunde von Organochlorpestiziden bei in der Nordsee gezüchteten Lachsen. Die meisten der aufgeführten Organochlorverbindungen sind giftig und stehen im Verdacht Krebs auszulösen. Diesen toxikologischen Aspekten wurde in der neuen Trinkwasser-Verordnung dadurch Rechnung getragen, dass für die besonders problematischen Stoffe Aldrin, Dieldrin, Heptachlor und Heptachlorepoxyd nun ein deutlich niedrigerer Grenzwert von 0,03 µg/l gilt.

Vor diesem Hintergrund ergab sich für die Beprobungskampagne 2003 die Notwendigkeit die 19 wichtigsten Organochlorpestizide im gesamten Landesmessnetz zu untersuchen. Obwohl durch die sehr geringe Wasserlöslichkeit die früher in großen Mengen eingesetzten Pestizide noch heute eher ein Problem belasteter Bodenpassagen sind, stellt sich die Frage inwieweit Organochlorverbindungen bis in die Grundwasserleiter verlagert wurden. Diese Fragestellung interessiert natürlich auch aufgrund des Umstandes, dass die Trinkwasserversorgung in Baden-

Württemberg zu ca. 70 % mittels Grundwasser gewährleistet wird.

Statistische Kennzahlen

Die 19 angeführten Organochlorverbindungen wurden in 2003 landesweit an ca. 2.100 Messstellen analysiert. Die sich aus diesen Untersuchungen für das gesamte Landesmessnetz ergebenden statistischen Daten sind in Tabelle 2.5.3 zusammengestellt.

Die Auflistung verdeutlicht das erfreuliche Ergebnis, dass das baden-württembergische Grundwasser quasi frei von Belastungen durch Organochlorpestizide ist. An lediglich 15 der 2.087 untersuchten Messstellen wurden positive Befunde festgestellt, wobei die Bestimmungsgrenze bei 0,01 µg/l lag. Die Tabellenspalte mit den jeweiligen Maximalwerten verdeutlicht, dass die meisten der Positivbefunde im Bereich dieser Bestimmungsgrenze liegen.

Lindan wurde in den Proben von vier Messstellen gefunden, wobei auch in diesen Fällen die festgestellten Konzentrationen im Bereich der

Bestimmungsgrenze lagen und lediglich an einer der vier ein Lindangehalt von 0,05 µg/l vorlag.

Hexachlorbenzol ist der zweite Parameter mit vier positiven Befunde.

Drei der vier Messstellen wiesen Hexachlorbenzol-Konzentrationen von 0,01 µg/l, 0,04 µg/l und 0,05 µg/l auf, während in der Probe einer vierten Messstelle ein HCB-Gehalt von 0,11 µg/l und damit eine Grenzwertüberschreitung nach der TrinkwV registriert wurde.

Diese Messstelle liegt in Rheinfelden auf dem Betriebsgelände einer Chemiefirma und ist als Landesmessstelle dem Industrie-Teilmessnetz zugeordnet.

Im Allgemeinen ist eine Ursachenzuordnung bei HCB-Befunden schwierig, da Hexachlorbenzol neben dem früheren Einsatz in der Landwirtschaft auch in der Industrie beispielsweise als Zwischenprodukt für andere chemische Produkte eingesetzt wurde und wird.

Tabelle 2.5.3: Überschreitungshäufigkeiten von Bestimmungsgrenze, Warn- und Grenzwert der TrinkwV für ausgewählte Organochlorverbindungen in 2003.

Parameter	Dimension	Anzahl Mst	>BG		>WW		>GW		Max
			Mst.	%	Mst.	%	Mst.	%	
Hexachlorcyclohexan, alpha-	µg/l	2081	0	0.0	0	0.0	0	0.0	-
Hexachlorcyclohexan, beta-	µg/l	2086	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0.010
Hexachlorcyclohexan, delta-	µg/l	2086	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0.020
Lindan (Hexachlorcyclohexan, gamma-)	µg/l	2086	4	0.2	0	0.0	0	0.0	0.050
Endosulfan, alpha-	µg/l	2087	0	0.0	0	0.0	0	0.0	-
Endosulfan, beta-	µg/l	2087	0	0.0	0	0.0	0	0.0	-
o,p'-DDT (o,p'-Dichlordiphenyltrichlorethan)	µg/l	2083	0	0.0	0	0.0	0	0.0	-
p,p'-DDT (p,p'-Dichlordiphenyltrichlorethan)	µg/l	2087	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0.010
p,p'-TDE (p,p'-Tetrachlordiphenylathan)	µg/l	2087	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0.010
p,p'-DDE (p,p'-Dichlordiphenyldichlorethan)	µg/l	2087	0	0.0	0	0.0	0	0.0	-
Hexachlorbenzol (HCB)	µg/l	2087	4	0.2	1	0.0	1	0.0	0.110
Pentachlornitrobenzol (Quintocen)	µg/l	2087	0	0.0	0	0.0	0	0.0	-
Aldrin	µg/l	2086	0	0.0	0	0.0	0	0.0	-
Isodrin	µg/l	2086	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0.010
Endrin	µg/l	2087	0	0.0	0	0.0	0	0.0	-
Dieldrin	µg/l	2085	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0.020
Heptachlor	µg/l	2087	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0.010
Heptachlorepoxyd, cis-	µg/l	2087	0	0.0	0	0.0	0	0.0	-
Heptachlorepoxyd, trans-	µg/l	2087	0	0.0	0	0.0	0	0.0	-

Allerdings lässt sich in diesem Fall eine landwirtschaftliche Herkunft eindeutig ausschließen, da in diesem Bereich eine durch die Industrie verursachte Hexachlorbenzol-Altlast schon lange bekannt ist, die im Zusammenhang mit der Produktion von Chlorsilanen an diesem Standort steht.

Bei den fünf Parametern, für die nach der neuen, am 01.01.2003 in Kraft getretenen, Trinkwasser-Verordnung ein Grenzwert von $0,03 \mu\text{g/l}$ gilt, waren keine Grenzwertüberschreitungen zu beanstanden. Dieldrin und Heptachlor wurden an jeweils einer Messstelle des Landesmessnetzes festgestellt, wobei die gefundenen Konzentrationen bei $0,02 \mu\text{g/l}$ bzw. $0,01 \mu\text{g/l}$ lagen (vgl. Tab 2.5.3). Die Analyse von Aldrin sowie cis- und trans-Heptachlorepoxyd ergab für keine der 2.086 bzw. 2.087 Messstellen einen positiven Befund.

Regionale Verteilung

Die regionalen Verteilungen der Messergebnisse gehen aus den Abbildungen 2.5.1 und 2.5.2 hervor.

In Abbildung 2.5.1 ist die Konzentrationsverteilung der Parameter dargestellt, für die nach alter und neuer Trinkwasser-Verordnung ein Grenzwert von $0,1 \mu\text{g/l}$ gilt. Wie bereits ausgeführt, findet sich die einzige Überschreitung dieses Grenzwertes im südbadischen Ort Rheinfeldern. Auch die weiteren HCB-Befunde wurden auf dem oben genannten Chemiegelände festgestellt. Lindan wurde vor allem an Messstellen in der Region um Stuttgart-Feuerbach nachgewiesen.

Die Konzentrationsverteilung der Parameter, für die nach der neuen TrinkwV ein Grenzwert von $0,03 \mu\text{g/l}$ gilt, sind in Abbildung 2.5.2 graphisch dargestellt. Die Karte zeigt, dass Heptachlor ($0,01 \mu\text{g/l}$) im Kreis Sigmaringen in der Nähe von Pfullendorf gefunden wurde, während Dieldrin mit einer Konzentration von $0,02 \mu\text{g/l}$ bei Riedlingen im Kreis Biberach nachgewiesen wurde.

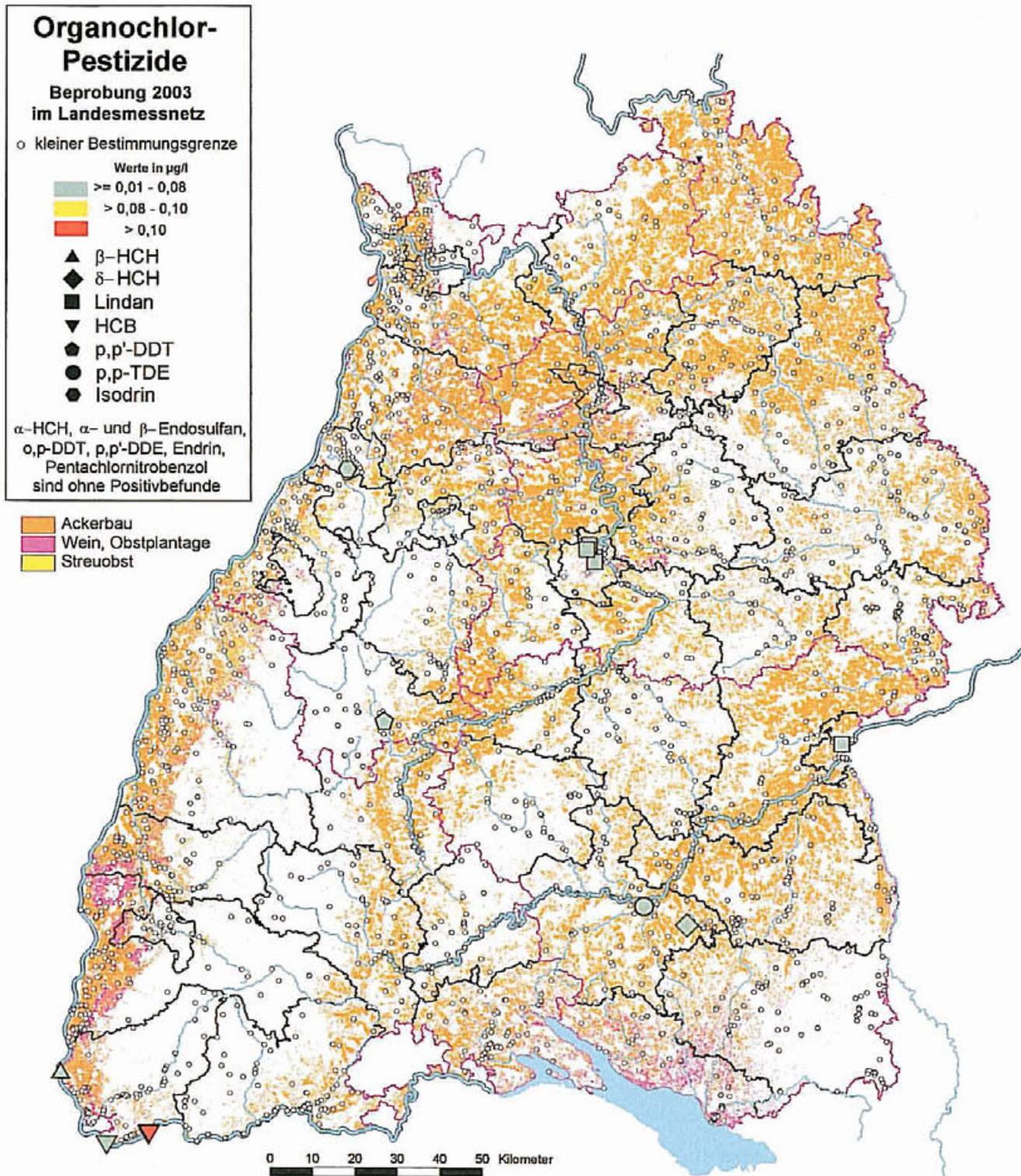


Abbildung 2.5.1: Konzentrationsverteilung der **Organochlorpestizide** β-HCH, δ-HCH, Lindan, HCB, p,p'-DDT, p,p'-TDE, Isodrin im Jahr 2003 mit Landnutzungen - (α-HCH, α- und β-Endosulfan, Endrin und Quintocen wurden nicht gefunden).

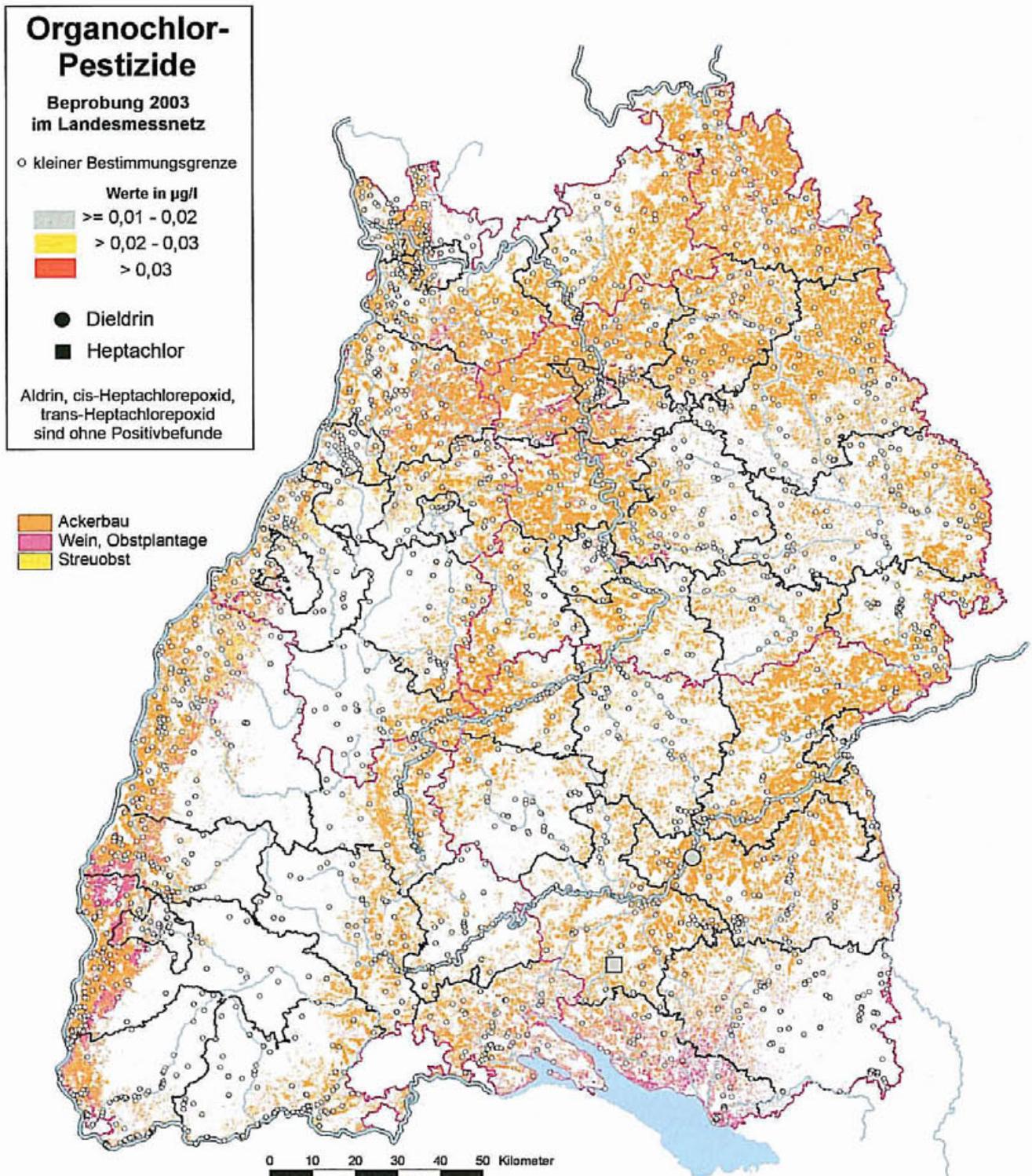


Abbildung 2.5.2: Konzentrationsverteilung der **Organochlorpestizide** Dieldrin und Heptachlor im Jahr 2003 mit Landnutzungen - (Aldrin, cis- und trans-Heptachlorepoxid wurden nicht gefunden).

2.5.5. PSM-Sanierungsgebiete in Baden-Württemberg

Nach §5 der baden-württembergischen Schutzgebiets- und Ausgleichs-Verordnung - SchALVO ist ein Wasserschutzgebiet als Pflanzenschutzmittelsanierungsgebiet einzustufen, wenn ein Pflanzenschutzmittelwirkstoff oder Pflanzenstärkungsmittel oder eines seiner Abbauprodukte eine Konzentration von 0,1 µg/l überschreitet. Die Wasserbehörde kann mittels Allgemeinverfügung die Anwendung des Wirkstoffs bzw. die diesen Wirkstoff enthaltenden Mittel in belasteten Wasserschutzgebieten verbieten.

Eine derartige Allgemeinverfügung wird im Bedarfsfall für solche Pflanzenschutzmittel erlassen, die nach der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung keine W-Auflage haben, d.h. die in Wasserschutzgebieten eingesetzt werden dürfen.

In Baden-Württemberg gibt es derzeit zwei Pflanzenschutzmittel-Sanierungsgebiete, deren räumliche Lage in Abbildung 2.5.3 dargestellt ist.

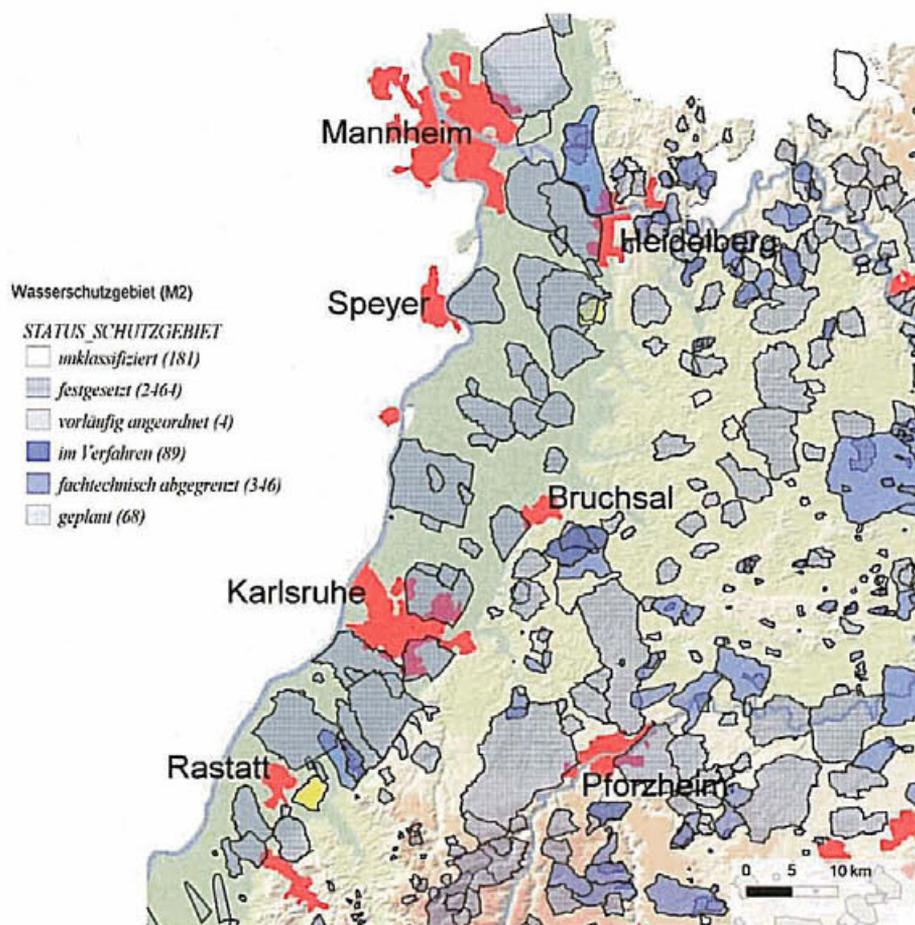


Abbildung 2.5.3: PSM-Sanierungsgebiete in Baden-Württemberg 2004: Lage der zwei gelb markierten Sanierungsgebiete in der nördlichen Oberrheinebene.

Die Karte zeigt den nordwestlichen Teil Baden-Württembergs von Mannheim bis Rastatt/Baden-Baden. Die beiden Wasserschutzgebiete, die für 2004 als PSM - Sanierungsgebiete eingestuft wurden, sind in der Karte gelb markiert. Zum einen handelt es sich um das in der Zuständigkeit zum Rhein - Neckar - Kreis gehörende Wasserschutzgebiet Nußloch, das südlich von Heidel-

berg bei der gleichnamigen Gemeinde liegt. Das zweite gelb markierte Wasserschutzgebiet liegt östlich von Rastatt und trägt die WSG-Bezeichnung „Stadtwerke Gaggenau und Rastatt“. In diesem Fall wurde nicht das komplette WSG-Gebiet als PSM - Sanierungsgebiet eingestuft, sondern lediglich das Teileinzugsgebiet Rauental.

PSM-Sanierungsgebiet Nußloch

Das PSM-Sanierungsgebiet „Nußloch“ wurde festgesetzt, da in einem Brunnen Konzentrationen des PSM-Wirkstoffes Mecoprop gefunden wurden, die über dem Grenzwert der TrinkwV von 0,1 µg/l liegen. Inzwischen wurde vom Landratsamt ein Untersuchungsprogramm zur Ursachenforschung aufgelegt.

Bei **Mecoprop** handelt es sich um eine Phenoxyalkancarbonsäure, die als selektives Herbizid

vor allem bei verschiedenen Getreidekulturen zur Anwendung kommt. Darüber hinaus wird Mecoprop in Kernobstkulturen, auf Grünland und Rasenflächen sowie im Weinbau eingesetzt.

Mecoprop wurde landesweit d.h. an 2.137 Messstellen letztmalig im Herbst 2002 untersucht, wobei der prozentuale Messstellenanteil positiver Befunde 0,5 % des Gesamtmessnetzes ausmachte.

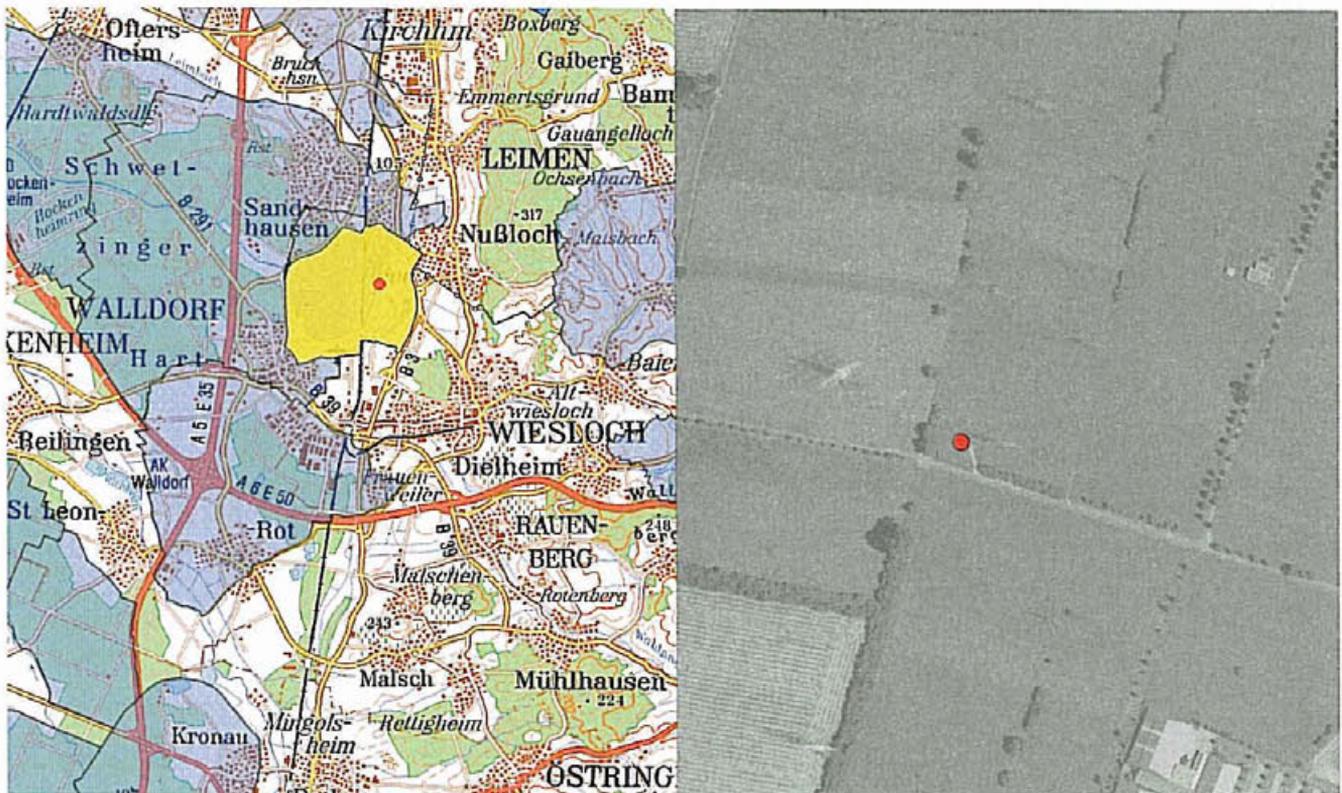


Abbildung 2.5.4: links: Übersichtskarte PSM-Sanierungsgebiet Nußloch (betreffendes WSG gelb; Messstelle rot markiert) rechts: Luftbild der unmittelbaren Gegend um Messstelle in PSM-Sanierungsgebiet Nußloch.

Das als PSM-Sanierungsgebiet eingestufte Wasserschutzgebiet Nußloch ist in der in Abbildung 2.5.4 dargestellten Übersichtskarte (links) gelb und die Messstelle, an der die über dem Grenzwert liegenden Mecoprop-Konzentrationen

festgestellt wurden, rot markiert. Bei dem rechten Bild von Abbildung 2.5.4 handelt es sich um eine Luftbildaufnahme der unmittelbaren Gegend um die Messstelle, die auch in diesem Bild als roter Punkt eingetragen ist.

PSM-Sanierungsgebiet Rauental (Teileinzugsgebiet)

Das Teileinzugsgebiet „Rauental“ des Wasserschutzgebietes „Stadtwerke Gaggenau und Rastatt“ wurde aufgrund von **Bentazon**gehalten im Grundwasser von bis zu 0,9 µg/l durch das

Landratsamt Rastatt als zuständige Wasserbehörde zum PSM-Sanierungsgebiet erklärt und eingestuft.

In der Übersichtskarte in Abbildung 2.5.5 ist das gesamte Wasserschutzgebiet „Stadtwerke Gaggenau und Rastatt“ gelb markiert. Die einzelnen Teileinzugsgebiete sind dabei nicht darstellbar.

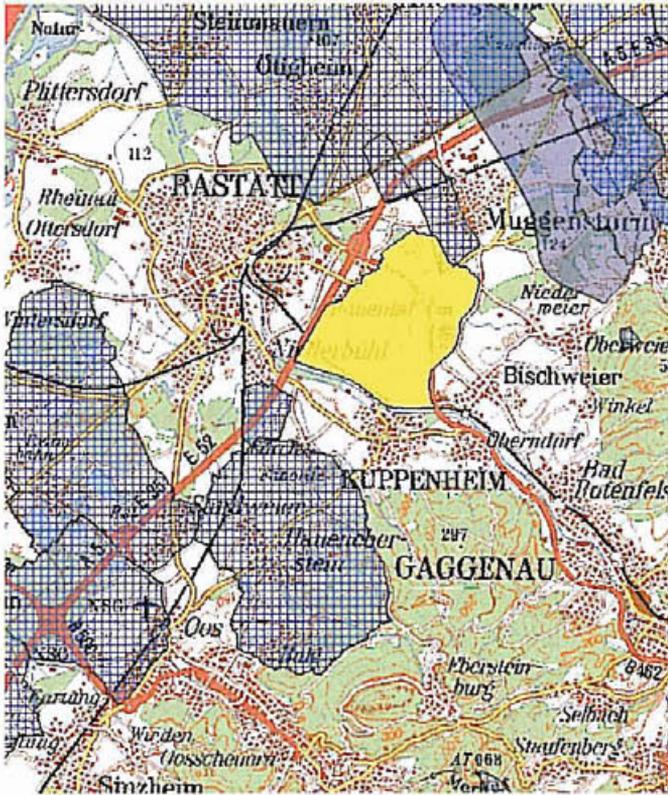


Abb. 2.5.5: Übersichtskarte PSM-Sanierungsgebiet Rauental.

In Tabelle 2.5.4 sind die Bentazon-Konzentrationen zusammengestellt, die für die Einstufung des Teileinzugsgebiets Rauental als PSM-Sanierungsgebiet verantwortlich waren. Die Trinkwasserversorgung der Bevölkerung wurde zwischenzeitlich über ein anderes Wassergewinnungsgebiet gewährleistet. Das Wasserversorgungsunternehmen hat über eingeleitete wasserwirtschaftliche Maßnahmen einen weiteren Konzentrationsanstieg verhindert.

2.5.6 Bewertung der Gesamtsituation

In der Grundwasserdatenbank liegen derzeit Analyseergebnisse von 164 PSM-Wirkstoffen und deren Abbauprodukten vor. Davon wurden diejenigen 90 Wirkstoffe ausgewertet und in Tabelle 2.5.5 zusammengestellt, die im Zeitraum von 1992 bis 2003 jeweils an insgesamt mindes-

Aufgrund ihrer herbiziden Wirkung werden bentazonhaltige Pflanzenschutzmittel vor allem im Mais-, Getreide-, Kartoffel- und Gemüseanbau eingesetzt. Wie für Mecoprop gelten für Bentazon derzeit keine Anwendungsbeschränkungen, was bedeutet, dass auch dieser Wirkstoff prinzipiell in Wasserschutzgebieten eingesetzt werden darf.

Dies gilt für Bentazon allerdings erst seit dem 24.01.1997. Bis zu diesem Zeitpunkt waren bentazonhaltige Pflanzenschutzmittel mit einer W-Auflage gekennzeichnet und durften somit nicht in Wasserschutzgebieten und Heilquellenschutzgebieten angewandt werden.

Landesweit wurde das Grundwasser zuletzt im Herbst 2000 und 2002 auf Bentazon untersucht, wobei diese Beprobungskampagnen zeigten, dass die Anzahl der Messstellen mit Bentazonbelastungen, die über dem Grenzwert der TrinkwV von 0,1 µg/l liegen, von 2000 nach 2002 zugenommen haben. Besonders deutlich war dabei die Zunahme im Landwirtschaftsmessnetz, in dem der prozentuale Anteil von Messstellen mit Grenzwertüberschreitungen von 2,1 % auf 3,6% angestiegen ist (vgl. Beprobungsbericht 2002).

Tabelle 2.5.4: Bentazon-Konzentrationen im PSM-Sanierungsgebiet Rauental.

Bentazon-Konzentrationen in µg/l		
Im Förderbrunnen Rauental		Im Vorfeldpegel P1
0,22	Jan 2003	0,81
0,14	März 2003	0,91
0,12	Mai 2003	0,80

tens 200 Messstellen untersucht wurden, wobei bei Vorliegen mehrerer Messwerte der Medianwert über den Gesamtzeitraum der betreffenden Messstelle bewertet wurde.

31 Wirkstoffe sind an keiner Messstelle nachweisbar. Zur PSM-Belastung, d.h. mit positiven

Befunden im Grundwasser, tragen 59 Wirkstoffe und deren Abbauprodukte bei. Davon werden 30 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 sechs langlebige Wirkstoffe bzw. deren Abbauprodukte bei, die meist schon seit längerer Zeit nicht mehr zugelassen oder verboten sind, aber deren Stoffkonzentrationen an 1 bis 5,4 % der Messstellen über dem Grenzwert der Umweltqualitätsnorm der WRRL bzw. der TrinkwV vom 21.05.2001 liegen. In der Reihenfolge ihrer **Nachweishäufigkeit 1992-2003** sind dies: **Desethylatrazin** (30,9 %), **Atrazin** (23,7 %), **2,6-Dichlorbenzamid** (6,3 %), **Bentazon** (4,3 %), **Hexazinon** (3,9 %) und **Bromacil** (3,2 %). Ursachen sind nicht nur ehemalige Anwendungen im landwirtschaftlichen Bereich z.B. im Mais-, Wein- und Obstanbau sowie Erwerbsgärtnereien, sondern auch auf Nichtkulturland wie z.B. Gleisanlagen und andere Verkehrsflächen.

Atrazin und Desethylatrazin (DEA) sind hierbei mit immer noch zweistelligen Nachweisquoten die Hauptvertreter. Die inzwischen nicht nur gegenüber den 90er Jahren sondern auch gegenüber den Vorjahren stark rückläufige landesweite Tendenz bei den hohen Belastungen mit Warn- und Grenzwertüberschreitungen ist als umweltpolitischer Erfolg der baden-württembergischen und bundesweiten vollständigen Atrazin-Anwendungsverbote von 1988 bzw. 1991 zu werten.

2,6-Dichlorbenzamid ist von allen seit 1992 in Baden-Württemberg untersuchten PSM-Wirkstoffen und PSM-Abbauprodukten die am dritthäufigsten nachzuweisende Substanz. 2,6-Dichlorbenzamid ist das Abbauprodukt von Dichlobenil, dessen bereits eingeschränkte Zulassung seit März 2001 - nun verlängert bis zum 31.12.2004 - ruht.

Bentazon wird bei den landesweiten Untersuchungen in Baden-Württemberg am vierthäufigsten gefunden. Der Vergleich konsistenter Mess-

stellen bei den Beprobungskampagnen in 2000 und 2002 zeigte, dass die Warn- und Grenzwertüberschreitungen für diesen Wirkstoff angestiegen sind. Bentazon ist von den sechs als Hauptbelastungsparameter genannten Wirkstoffen (Desethylatrazin, Atrazin, 2,6-Dichlorbenzamid, Bentazon, Bromacil und Hexazinon) das einzige Pflanzenschutzmittel für das derzeit keine rechtlichen Einschränkungen bestehen (s. a. Kapitel 2.5.5). Bedenklich ist dies nicht nur aufgrund der angeführten Analyseergebnisse, sondern auch vor dem Hintergrund der Untersuchungen durch die baden-württembergische Landesanstalt für Pflanzenschutz (LfP), deren Studien die hohe Mobilität und die damit verbundene Gefahr der Verlagerung bentazonhaltiger Mittel ins Grundwasser zeigen. Auch aufgrund dieser Problematik untersucht die LfU Bentazon an 21 Messstellen mit bekannten Grenzwertüberschreitungen im zweimonatigen Beprobungsrhythmus. Während des gesamten Jahres 2003 waren an über der Hälfte diesen ausgewählten Messstellen Grenzwertüberschreitungen festzustellen, die teilweise in solchen Konzentrationsbereichen lagen, dass der Grenzwert der TrinkwV um das über 20-fache überschritten wurde.

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.

Sämtliche Messstellen mit **Glyphosat-** und **AMPA-**Funden aus dem Vorjahr 2002 wurden in 2003/2004 einer weiteren Ursachenforschung unterzogen. Als Fazit kann festgehalten werden, dass vor dem Hintergrund einer Immobilität von Glyphosat und AMPA in Kulturböden als Ursachen für die im Rahmen des Grundwasserüberwachungsprogramms der LfU Karlsruhe im Grundwasser ermittelten Glyphosat- und AMPA-Gehalte ausschließlich siedlungs-, industrie- und gleisanlagenbedingte Einflüsse, gegebenenfalls unter Einbeziehung eines unsachgemäßen Umgangs mit Pflanzenschutzmitteln, verantwortlich sind.

Die langjährigen PSM-Auswertungen zeigen aufgrund der auch noch in 2003 hohen Befundraten

die Langlebigkeit der Wirkstoffe und ihrer Abbauprodukte auf. Da nur bei mit Anwendungsbeschränkungen oder Verboten versehenen PSM-Wirkstoffen mit der Zeit fallende Nachweistendenzen feststellbar sind, verweist dies auf die Notwendigkeit derartiger Maßnahmen. Die regionale Verteilung der Messstellen mit den sechs Hauptbelastungsparametern Desethylatrazin, Atrazin, 2,6-Dichlorbenzamid Bentazon, Bromacil und Hexazinon aus Tabelle 2.5.5 ist in Ab-

bildung 2.5.6 graphisch wiedergegeben.

Für diese Darstellung wurden die Messwerte dieser sechs Wirkstoffe mit Konzentrationen über 0,1 µg/l, die innerhalb der letzten drei Jahre gemessen wurden, berücksichtigt, wobei bei Vorliegen mehrerer Grenzwertüberschreitungen an einer Messstelle nur jeweils der neuste Analysenwert pro Parameter für die Abbildung herangezogen wurde.

Tabelle 2.5.5: Belastung der Messstellen des Grundwassermessnetzes mit PSM-Wirkstoffen, die im Gesamtzeitraum von 1992-2003 an jeweils insgesamt mindestens 200 Messstellen untersucht wurden, wobei bei Vorliegen mehrerer Messwerte der Medianwert über den Gesamtzeitraum der betreffenden Messstelle bewertet wurde.

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
2,4-DB 2,4,5-T Aldrin Ametryn Azinphos-ethyl Carbofuran Chlorfenvinphos Desmetryn Dimethoat Endosulfan, α- Endosulfan, β- Endrin Etrinfos Fenoprop (2,4,5-TP) Formothion HCH, β - Heptachlorepoxyd, cis- Heptachlorepoxyd, trans- MCPB Monolinuron Monuron Neburon o,p'-DDE o,p'-TDE (o,p'-DDD) Parathion-methyl Propoxur Quintocen Terbazil Terbutryn Triadimenol Vinclozolin	2,4-D Alachlor Aldicarb Chloridazon Chlorpyrifos Chlortoluron Cyanazin Diazinon Dicamba Dieldrin HCH, α- HCH, δ - Heptachlor Isodrin Malathion MCPA Metamitron Metazachlor Methabenzthiazuron Metobromuron Metoxuron Metribuzin o,p'-DDT p,p'-DDT p,p'-TDE (p,p'-DDD) Parathion-ethyl (E-605) Pendimethalin Prometryn Triallat Trifluralin	AMPA Desethylterbutylazin Desisopropylatrazin Dichlobenil Dichlorprop (2,4-DP) Dimefuron Disulfoton Diuron Fenitrothion Glyphosat HCH, γ - (Lindan) Hexachlorbenzol (HCB) Isoproturon Linuron Mecoprop (MCP) Metalaxyl Metolachlor Oxadixyl p,p'-DDE Propazin Sebutylazin Simazin Terbutylazin	2,6-Dichlorbenzamid Atrazin Bentazon Bromacil Hexazinon	Desethylatrazin

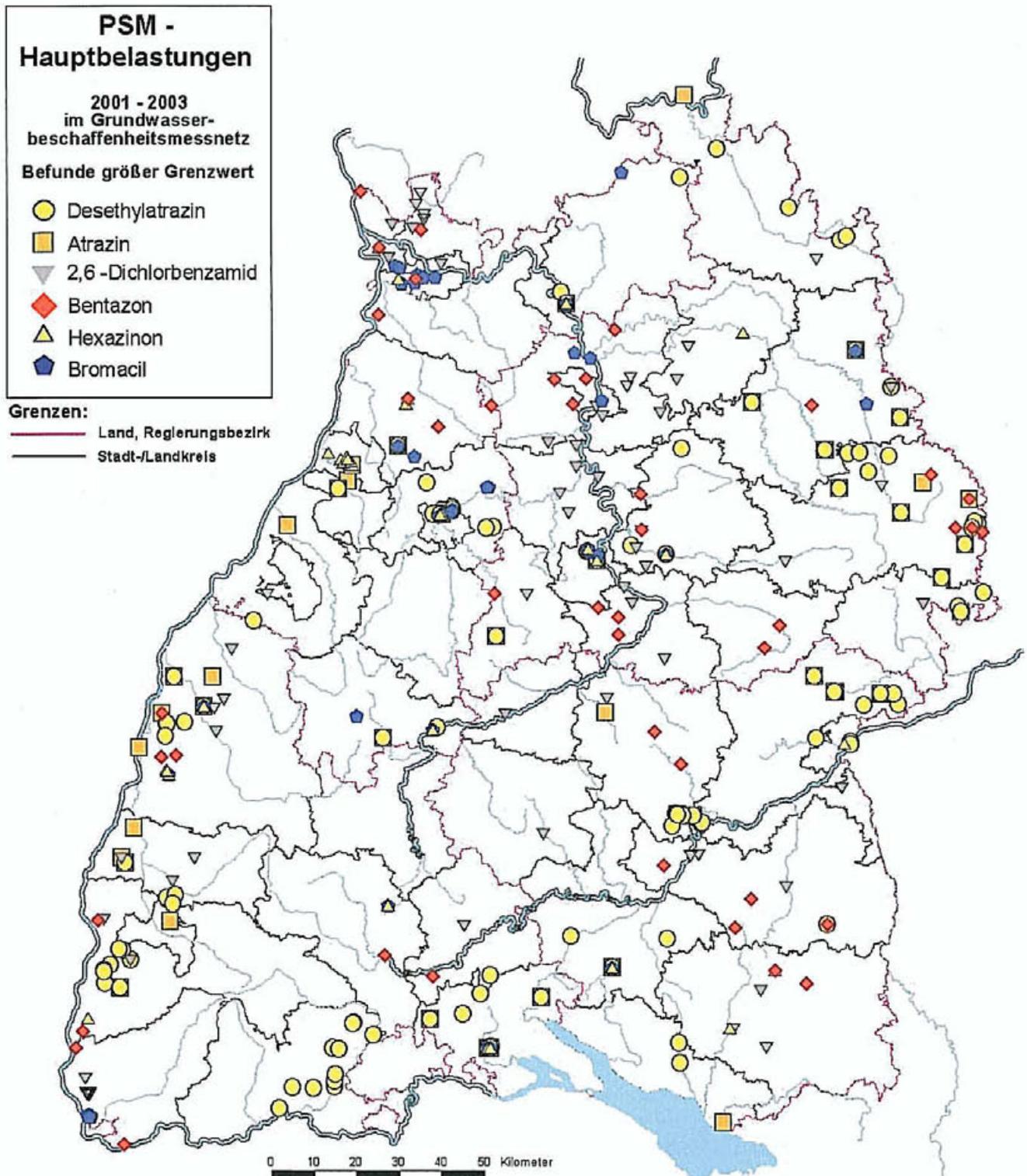


Abbildung 2.5.6: Messstellen mit Befunden über dem PSM-Grenzwert der TrinkwV für die 6 Hauptbelastungs-Parameter; pro Messstelle jeweils der neuste Messwert aus dem Zeitraum 2001 bis 2003 für den jeweiligen PSM-Parameter.

2.6 Gadolinium-Sonderuntersuchungen

Gadolinium (Gd) wird in Kläranlagen nicht zurückgehalten und gelangt mit dem gereinigten Abwasser aus technischen und medizinischen Betrieben in die Flüsse und über das Uferfiltrat in das Grundwasser. Auch ist der Emissionspfad über undichte Abwasserkanäle denkbar. Daher kann sich Gadolinium als Tracer für die Identifikation solcher Belastungspfade eignen. Untersuchungen u.a. im norditalienischen Alpenraum und im Stadtgebiet von Berlin weisen Gd in Flüssen mit gereinigtem Abwasser nach. Für Baden-Württemberg wurde daher in 2003 eine erste Sonderuntersuchung an einigen wenigen Messstellen durchgeführt.

2.6.1 Natürliches Vorkommen, Eigenschaften

Gadolinium (Gd) gehört im Periodensystem zu der Gruppe der seltenen Erden (Lanthanoide) und zählt zu den Übergangsmetallen. Das Element wurde 1880 von de Marignac entdeckt. Es wurde nach dem finnischen Chemiker Gadolin benannt, der schon vorher - 1794 - die Erde Gadolinit in der Nähe von Stockholm entdeckte und beschrieben hatte.

Die Namensgebung „Erde“ bezieht auf das oxidierte Gd-Vorkommen auf und in der Erdkruste. Die Erden haben sich bei der Erstarrung des Magmas in den Restschmelzen in Lagerstättenform angereichert und sind auf der Erde auf die äußere silikatische Gesteinshülle beschränkt. Abbauregionen finden sich weltweit, z.B. in der UdSSR (Halbinsel Kola), USA, Indonesien, Malaysia, Burundi und Madagaskar.

Reines Gd ist ein silberweißes oder schwach gelbliches, schmiedbares Metall. Es oxidiert an feuchter Luft, reagiert langsam mit Wasser und löst sich bereits in verdünnten Mineralsäuren auf. Die Salze sind farblos.

Gd hat den größten Absorptionsquerschnitt für thermische Neutronen unter allen Elementen, ferner zeigt es hohe Leitfähigkeiten und ist ferromagnetisch.

2.6.2 Anthropogene Herkunft, Emissionspfade, Problembeschreibung, Bedeutung

Neben dem häufigen natürlichen Vorkommen kann Gadolinium aufgrund seines Einsatzes in Technik und Medizin in die Umwelt gelangen. Es findet Verwendung in der Kerntechnik als Neutronenfänger, in der Medizin als Kontrastmittel bei Blutkreislaufuntersuchungen mittels Kernspintomografie und bei der Metallveredelung, u.a. bei der Herstellung von Katalysatoren, Magneten, Elektronikteilen und von Glas und Keramik.

Allgemein gelten die Seltenen Erden als nur wenig giftig. Früher bekannt gewordene Gesundheitsschäden beim technischen Arbeiten mit diesen Stoffen führt man auf den erst heute bekannten, natürlichen Gehalt an radioaktiven Substanzen in den damals noch nicht so reinen Präparaten zurück. Im Tierversuch führen Injektionen zu Leberschäden, Krämpfen, Abfall des Blutdrucks und der Atmungstätigkeit (Römpp Chemie Lexikon, 1995).

2.6.3 Pilotuntersuchungen, Ergebnisse, Bewertung

Bei der Herbstbeprobung wurden pilothaft 22 besonders gefährdete Messstellen auf Gadolinium untersucht. Es sind dieselben Messstellen, welche in den letzten Jahren auf Arzneimittelrückstände untersucht wurden.

Die Auswahl der Messstellen berücksichtigte insbesondere Standorte im Grundwasserabstrom von Kläranlagen und von Lagen in Flussnähe mit oberstromigen Kläranlagen. Die Karte in Abb. 2.6.1 zeigt die Lage der Messstellen.

Die Untersuchung wurde mittels ICP mit Massenspektrometrie (MS) im LfU-Labor durchgeführt. Die untere Bestimmungsgrenze lag bei 0,0001 mg/l. Es gab erfreulicherweise keine positiven Befunde.

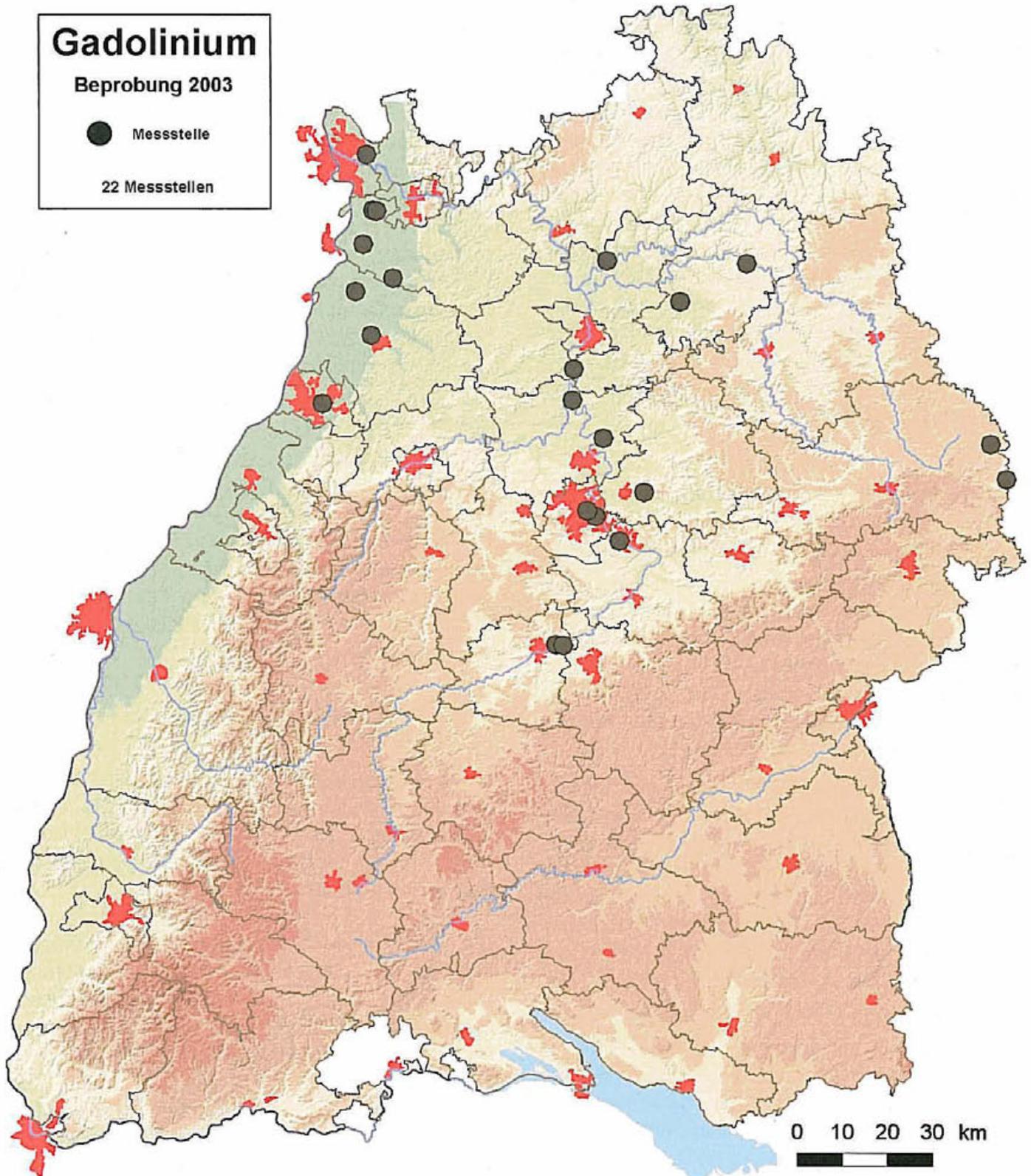


Abbildung 2.6.1:

Lage der in 2003 auf **Gadolinium** untersuchten 22 Messstellen, alle Messstellen mit Befunden kleiner Bestimmungsgrenze.

2.7 MTBE-Methyl-tertiär-butylether - Sonderuntersuchungen

2.7.1 Bisherige Untersuchungen und Ergebnisse

MTBE (Methyl-tertiär-butylether) wird in Deutschland seit etwa Mitte der 80er Jahre als Kraftstoffzusatz verwendet, in den USA bereits seit den 70er Jahren. Gelangt es ins Grundwasser macht es sich aufgrund seines bereits in geringen Konzentrationen unangenehmen Geruchs und Geschmacks stark bemerkbar (s. Bericht „Ergebnisse der Beprobung 2002“).

In **2002** wurde MTBE erstmals nicht nur an besonders gefährdeten Grundwassermessstellen mit punktuellen MTBE-Einträgen untersucht, sondern an 420 Messstellen im Oberrheingraben und den angrenzenden Höhenlagen. Konzeptionelles Ziel war es, mit einer gegenüber den letzten Jahren niedrigeren Bestimmungsgrenze von 0,05 µg/l neben den punktuellen Verunreinigungen mit z.T. hohen Konzentrationen, auch möglicherweise vorliegende geringer konzentrierte diffuse Grundwasserbelastungen resultierend aus Schadstoffausbreitungsvorgängen im Grundwasser und evtl. auch aus Lufteinträgen zu erfassen.

Überraschenderweise war die Nachweisquote in 2002 mit 15,5 % sehr hoch. Jedoch zeigten nur zwei Analysen MTBE-Gehalte über dem Geruchsschwellenwert von 5 µg/l und viele der positiven Befunde akkumulierten sich in einzelnen Städten, wie z.B. in Karlsruhe. Die gemessenen Konzentrationen lagen zwischen 0,05 und 18 µg/l.

Die überwiegende Anzahl der positiven Befunde steht nahezu immer in offensichtlich ursächlichem Zusammenhang mit benachbarten kraftstoffherstellenden, -lagernden und -handelnden Betrieben und Einrichtungen. Diese Betriebe existieren zum größeren Teil heute nicht mehr und sind meist als altlastverdächtige Flächen/Altlasten bekannt.

Es gibt derzeit keine Anzeichen für die Existenz eines diffusen luftgetragenen MTBE-Eintrags in das Grundwasser. MTBE breitet sich im Grundwasser von der Eintragstelle bis in Entfernungen von meist mehreren hundert Metern aus, in Einzelfällen werden auch 2 bis 3 km erreicht.

2.7.2 Weitergeführte Untersuchungen und Ergebnisse in 2003

In **2003** sind im Oberrheingraben 25 besonders gefährdete Messstellen aus der Gruppe der in 2002 untersuchten Messstellen mehrmals im Jahr untersucht worden, um nähere Erkenntnisse zum zeitlichen Verlauf von sich im Grundwasser verbreitenden mittleren MTBE-Belastungen im Konzentrationsbereich zwischen 0,03 µg/l (neue niedrigere Bestimmungsgrenze) und 1,0 µg/l zu erlangen.

Diese Messstellen sollten daher bisher nicht sehr hohe, sondern mittlere MTBE-Konzentrationen aufweisen und nicht unmittelbar an der Emissionsquelle liegen (12 Messstellen).

Weiterhin war es ein Anliegen, weitere gefährdete Verdachtsmessstellen ohne bisherige MTBE-Nachweise zu überprüfen (13 Messstellen). Zwei dieser Messstellen wiesen als Gefährdungsindizien positive BTXE- oder KW-Befunde auf. Diese Teilmenge dient im Rahmen der analytischen Qualitätssicherung auch zur Verifizierung von bisherigen Negativbefunden, obwohl starke Verdachtsmomente eher positive Befunde erwarten ließen.

Logistische Gründe in 2003 führten weiterhin zu einer räumlichen Beschränkung auf den Oberrheingraben. Die Lage der Messstellen zeigt Abb. 2.7.1.

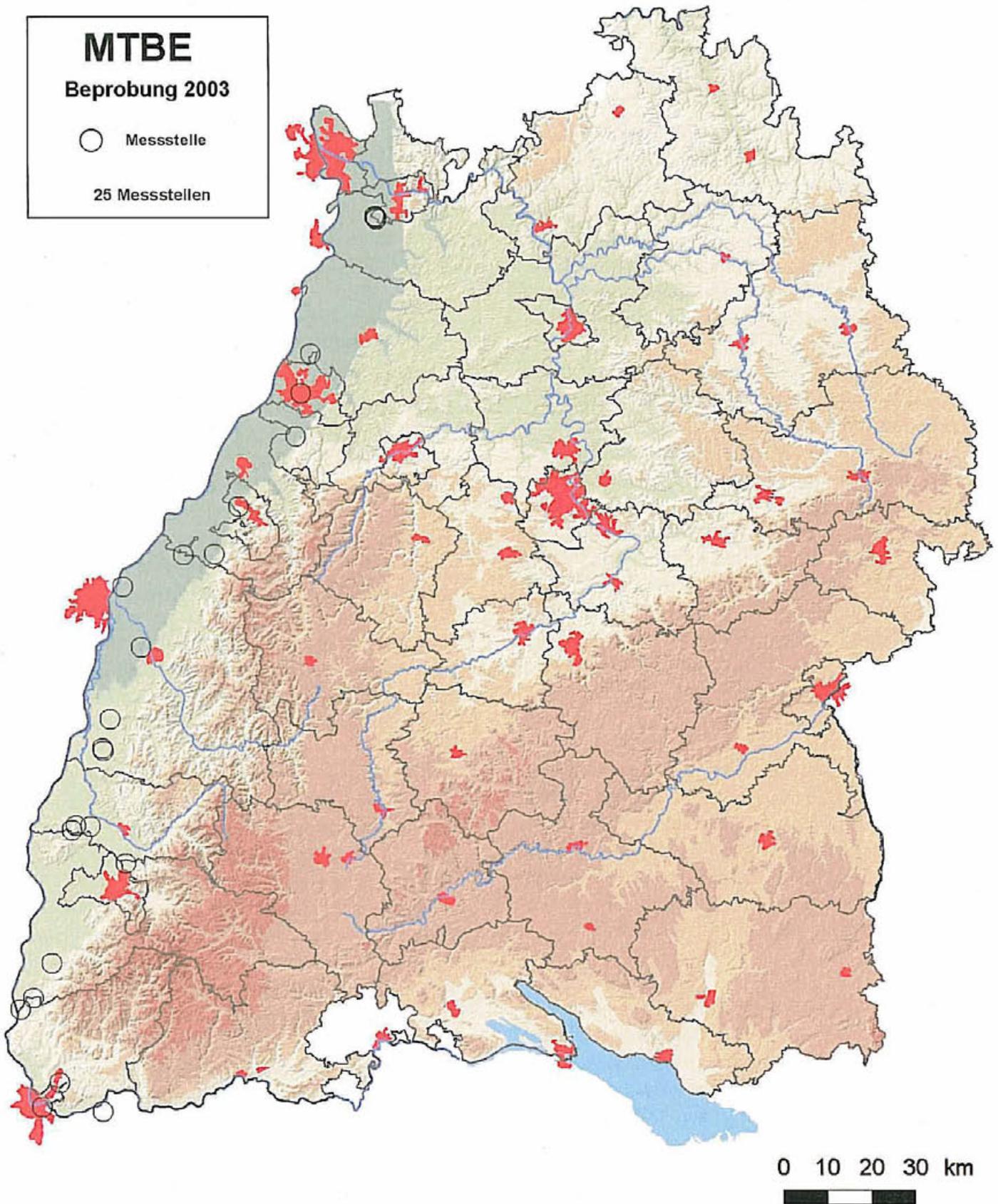


Abb. 2.7.1: MTBE- Methyl-tertiär-butylether 2003: Lage der in 2003 untersuchten 25 Messstellen.

Die Tabellarische Auswertung und die Trendbeurteilung der Ergebnisse 2003 im Vergleich zu den aus 2002 vorliegenden Ergebnissen zeigt Tabelle 2.7.1. Die Abb. 2.7.1 zeigt vier Beispiele für die Trendbeurteilung.

Ergebnisse sind (Tabelle 2.7.1, Abb. 2.7.1):

- Zeile 1 und 2: an insgesamt 10 Mst., bis 2002: keine Befunde, in 2003: keine Befunde.
- Zeile 3: an 2 Mst., bis 2002: Befunde, in 2003: kein Befund, Tendenz fallend.
- Zeile 4: an 3 Mst., bis 2002: Befunde, in 2003: eindeutig fallende Konzentrationen (Abb. 2.7.1d - Mst. 0054/306-9), Tendenz fallend.
- Zeile 5: an 5 Mst., bis 2002: Befunde, in 2003: nicht eindeutige Konzentrationsänderungen (Abb. 2.7.1c - Mst. 0076/306-9), Tendenz indifferent.
- Zeile 6: an 2 Mst., bis 2002: Befunde, in 2003: eindeutig steigende Konzentrationen (Abb. 2.7.1b - Mst. 0141/114-3), Tendenz steigend.

- Zeile 7: an 3 Mst., bis 2002: keine Befunde, in 2003: Befunde (Abb.2.7.1a - Mst. 0988/119-3), Tendenz steigend.

Fazit: Bei den in 2003 im 2-Monatsturnus durchgeführten MTBE-Untersuchungen an 25 Verdachtsmessstellen stehen nach der Konzentrationstrendbeurteilung gegenüber den Befunden von 2002, 5 Mst. mit fallendem Trend je 5 Mst. mit steigendem und indifferentem Trend - gegenüber.

An drei von diesen Messstellen, die in 2002 ohne Befund waren, wurden in 2003 positive Befunde detektiert. An zehn der 13 Messstellen mit in 2002 negativen Befunden werden nach wie vor keine positiven Befunde registriert.

Das Land Baden-Württemberg lässt im Rahmen eines Forschungsprojekts mit der Universität Tübingen die MTBE-Problematik weiter untersuchen. In Abhängigkeit von den Forschungsergebnissen werden ggf. künftig weitere Messungen durchgeführt.

Tab. 2.7.1: **MTBE:** Generalisierte Ergebnisse der 2-monatlichen Untersuchungen an 25 Mst. in 2003 mit Gegenüberstellung zu den MTBE- und BTXE- bzw. KW-Ergebnissen bis 2002 und Beurteilung der Tendenz der Konzentrationsentwicklung.

Zeile	Anzahl Mst. 25	Positiver Befund MTBE bis 2002	Positiver Befund BTXE o. KW bis 2002	Mindestens 1 positiver MTBE-Befund in 2003	MTBE - Tendenz 2002 - 2003
1	8	Nein	Nein	Nein	Kein Nachweis
2	2	Nein	Ja	Nein	Kein Nachweis
3	2	Ja	Nein	Nein	-
4	3	Ja	Ja/Nein	Ja	-
5	5	Ja	Nein	Ja	+ -
6	2	Ja	Nein	Ja	+
7	3	Nein	Nein	Ja	+

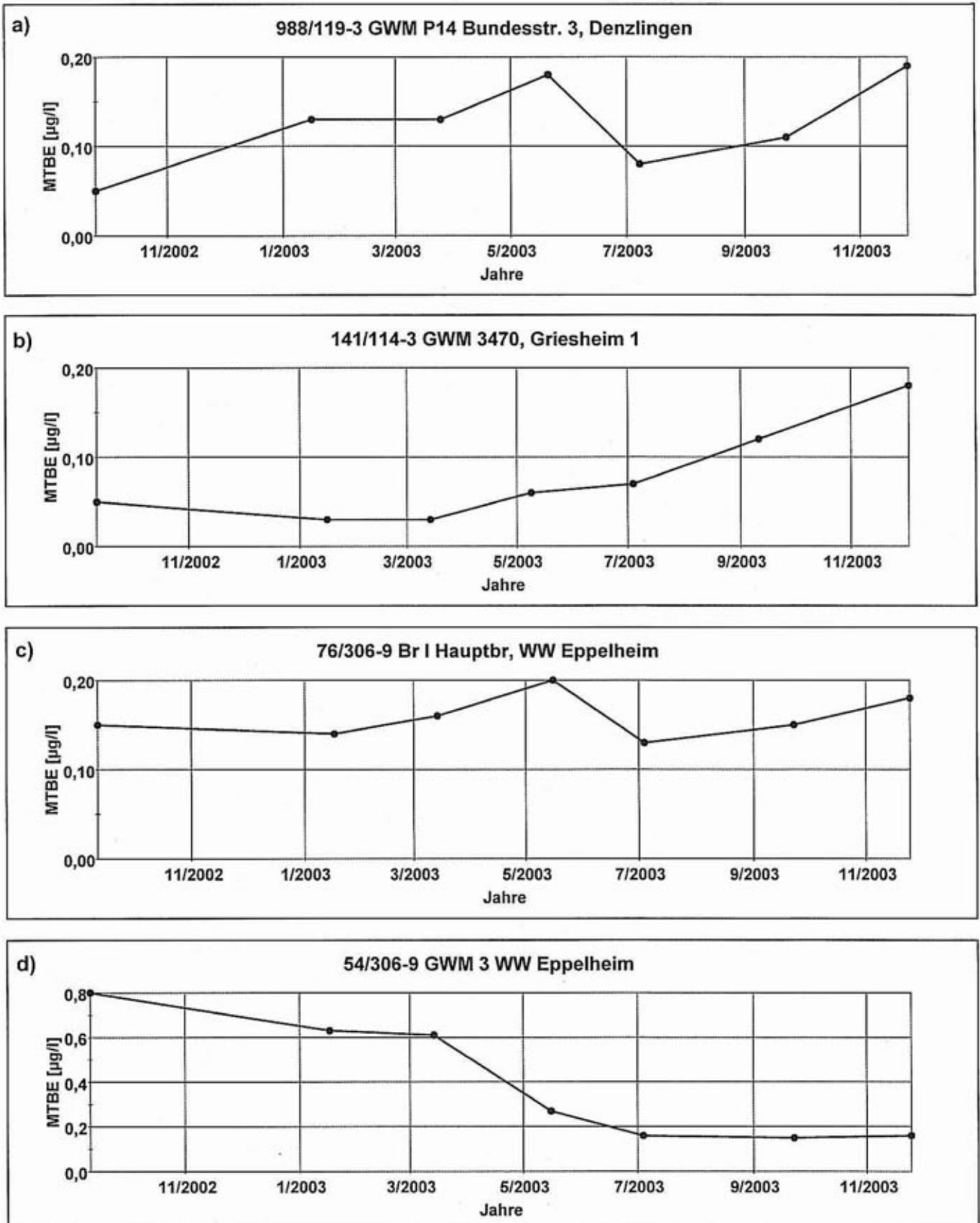


Abb. 2.7.1 a -d: **MTBE- Methyl-tertiär-butylether 2003**: Beispiele für Trendbeurteilungen mit mindestens einem positiven MTBE-Befund in 2002 oder 2003

- a) Tendenz steigend - in 2002 ohne positiven Befund z.B. Mst. 0988/119-3
- b) Tendenz steigend - in 2002 mit positivem Befund z.B. Mst. 0141/114-3
- c) Tendenz indifferent - in 2002 mit positivem Befund z.B. Mst. 0076/306-9
- d) Tendenz fallend - in 2002 mit positivem Befund z.B. Mst. 0054/306-9.

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.



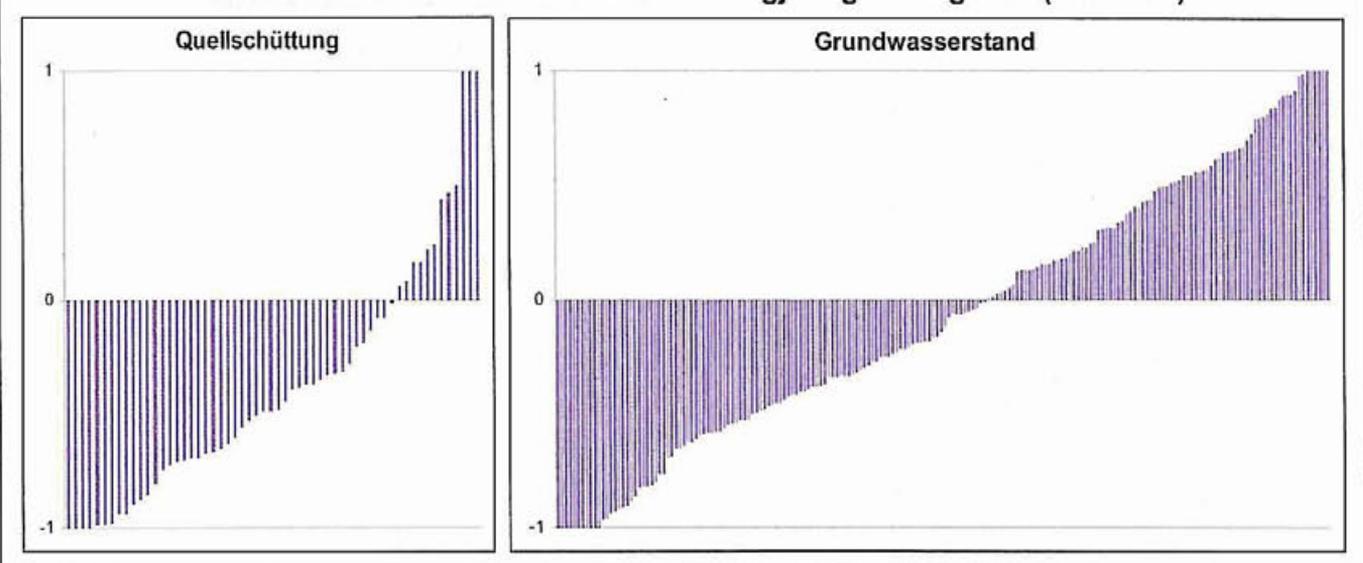
Datengrundlage

Auswahl von rd. 220 repräsentativen Messstellen mit beschleunigter Datenübermittlung: rd. 200 Grundwasserstandsmessstellen (wöchentlicher Beobachtungsturnus), 15 Quellen (wöchentliche bis monatliche Messung) und 5 Lysimeter (tägliche bis wöchentliche Beobachtung).

Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Insgesamt bewegten sich die Grundwasserstände und Quellschüttungen im **Jahr 2003** auf niedrigerem Niveau als im Vorjahr und entsprachen weitgehend unterdurchschnittlichen Verhältnissen. Der kurzfristige Trend (10 Jahre) ist nach wie vor steigend, wobei die mittelfristige (20 Jahre) und langfristige Entwicklung (50 Jahre) insgesamt ausgeglichen sind.
- Nachdem die **Grundwasserstände** zum Jahresbeginn ein ausgesprochen hohes Niveau erreicht hatten, wurden zum Jahresende aufgrund der stark rückläufigen Entwicklung deutlich unterdurchschnittliche Werte beobachtet. Der Rhein-Neckar-Raum bildet eine markante Ausnahme mit zwar leicht fallenden, jedoch anhaltend hohen Grundwasserverhältnissen.
- Die **Quellschüttungen** sind vom Niederschlag entscheidend geprägt. Die mittleren Jahreswerte der Schüttungen deuten auf eine unterdurchschnittliche Niederschlagsmenge hin. Die geringen Jahresniederschläge haben zu deutlichen Rückgängen geführt, wobei zum Jahresende aufgrund starker Oktoberniederschläge gebietsweise ein leichter Anstieg beobachtet wurde. Die kurzfristigen (10 Jahre), mittelfristigen (20 Jahre) und langfristigen Entwicklungen (50 Jahre) sind weitgehend unauffällig.

Normierte Jahresmittelwerte 2003 im langjährigen Vergleich (seit 1954)



Erläuterung: Dargestellt wird pro Messstelle der, gegen den seit 1954 jeweils kleinsten (-1) bzw. größten (+1) Jahresmittelwert, normierte Jahresdurchschnitt im Jahr 2003.

Ergebnisse 2003 Baden-Württemberg TMN Grundwasserstand (Auswahl)										
Messstelle	Naturraum	Grundwasser-Landschaft	Jahresminimum		Jahresmaximum		Mittelwert 2003	Trend		
			2003		2003			[cm/Jahr]		
			[m+NN]	Datum	[m+NN]	Datum		10 Jahre	20 Jahre	50 Jahre
116/022-0	Markgräfler Rheinebene	Quartär	216,16	29.12.	217,07	07.01.	216,28	-1,2	-0,9	-2,2
124/023-8	Markgräfler Rheinebene	Quartär	239,89	24.11.	241,73	06.01.	240,76	7,4	4,7	-1,7
115/066-9	Offenburger Rheinebene	Quartär	152,67	29.09.	154,57	06.01.	153,26	-0,9	1,6	0,2
115/067-0	Offenburger Rheinebene	Quartär	160,28	10.11.	161,78	13.01.	160,86	0,9	1,1	-
133/068-0	Offenburger Rheinebene	Quartär	170,82	24.11.	171,96	06.01.	171,23	0,3	1,1	0,3
102/070-7	Freiburger Bucht	Quartär	216,88	22.09.	218,65	06.01.	217,66	-1,8	0,6	0,0
130/070-4	Markgräfler Rheinebene	Quartär	200	27.10.	202,3	20.01.	200,95	1,5	1,9	-2,1
140/073-4	Dinkelberg	Quart. Talfüllungen	316,2	06.10.	317,34	06.01.	316,64	1,6	1,5	-
112/074-9	Hochrheintal	Quart. Talfüllungen	260,78	15.12.	261,94	06.01.	261,25	2,2	1,5	-
109/113-6	Offenburger Rheinebene	Quartär	124,51	29.09.	125,89	06.01.	124,84	-0,2	0,7	0,1
126/114-5	Offenburger Rheinebene	Quartär	138,84	22.09.	140,4	07.01.	139,31	-0,1	1,2	0,1
103/115-2	Offenburger Rheinebene	Quartär	144,17	22.09.	145,78	06.01.	144,55	-7,9	-5,7	-0,9
110/116-6	Offenburger Rheinebene	Quartär	155,45	29.09.	157,22	06.01.	156,09	1,2	1,2	-1,6
124/119-0	Freiburger Bucht	Quartär	221,82	29.12.	225,38	03.03.	223,76	21,2	10,5	0,4
124/123-1	Dinkelberg	Quart. Talfüllungen	329,26	08.09.	330,17	06.01.	329,45	-0,8	-0,4	-
134/123-7	Hochschwarzwald	Quart. Talfüllungen	385,04	14.07.	387,03	06.01.	385,55	-3,6	-2,0	-
105/164-3	Offenburger Rheinebene	Quartär	156,73	29.12.	158,28	10.02.	157,47	0,9	2,2	0,2
110/210-0	Nördliche Oberrhein-Niederung	Quartär	105,45	29.09.	107,04	06.01.	105,85	0,6	0,9	-
115/211-5	Nördliche Oberrhein-Niederung	Quartär	109,74	29.09.	111,04	06.01.	110,06	-0,9	-0,2	-0,1
712/256-2	Nördliche Oberrhein-Niederung	Quartär / tief	92,88	29.09.	94,32	06.01.	93,36	7,1	-4,2	-
118/258-2	Nördliche Oberrhein-Niederung	Quartär	96,31	29.09.	99,42	06.01.	97,2	0,4	2,0	1,1
227/259-1	Hardlebenen	Quartär	108,96	29.12.	109,56	03.03.	109,25	2,5	1,0	2,0
150/260-6	Hardlebenen	Quartär	112,44	28.04.	113,57	10.02.	112,93	-0,6	-1,1	2,1
733/304-4	Hessische Rheinebene	Quartär / tief	91,91	15.12.	93,35	10.02.	92,5	13,8	5,5	-
104/305-6	Neckar-Rheinebene	Quartär	87,24	29.09.	90,89	06.01.	88,27	0,7	1,9	0,1
107/305-0	Neckar-Rheinebene	Quartär	96,46	06.01.	96,58	27.01.	96,52	9,7	5,9	0,3
747/305-0	Neckar-Rheinebene	Quartär / tief	95,15	24.11.	96,33	17.02.	95,68	9,9	6,3	-
742/306-9	Hardlebenen	Quartär / tief	96,72	29.12.	97,4	10.03.	97,13	15,3	-1,2	-
100/307-1	Hardlebenen	Quart. Hangschutt	99,61	29.12.	100,31	03.02.	99,92	8,5	0,6	-1,8
108/308-7	Hardlebenen	Quartär	106,28	22.12.	106,72	07.04.	106,49	0,1	0,4	-1,3
101/320-1	Baar	Quart. Talfüllungen	674,51	18.08.	675,3	06.01.	674,76	-0,1	0,5	-1,1
117/320-4	Baar	Quart. Talfüllungen	670,84	29.09.	671,39	06.01.	671,06	-2,8	-1,5	-
100/355-1	Bergstraße	Quartär	97,1	29.09.	98,1	10.02.	97,64	6,2	6,5	1,2
101/372-4	Hegau	Quartär	413,23	29.09.	414,2	06.01.	413,58	-0,1	0,1	-
100/516-6	Mittlere Kuppenalb	Malm Weißjura	689,6	29.12.	696,62	20.01.	692,61	0,3	4,7	-
115/619-0	Donau-Ablach-Platten	Quartär	579,52	29.12.	581,86	20.01.	580,55	0,0	2,6	-
130/623-6	Bodenseebecken	Quartär	399,04	22.09.	400,16	06.01.	399,4	1,3	2,3	-
163/669-2	Riss-Aitrach-Platten	Quartär	539,73	28.04.	540,06	06.01.	539,79	0,1	-0,2	-
101/713-8	Albuch und Härtsfeld	Malm Weißjura	537,09	29.09.	548,22	06.01.	539,7	1,3	1,1	-
103/714-0	Lonetal-Flächenalb	Malm Weißjura	538,97	29.12.	556,46	07.01.	546,79	54,6	7,9	-
125/721-3	Riss-Aitrach-Platten	Quartär	651,6	01.12.	653,57	06.01.	652,37	0,3	1,1	-
102/762-4	Albuch und Härtsfeld	Malm Weißjura	500,12	24.11.	506,44	27.01.	502,4	-3,1	4,8	-
125/762-9	Albuch und Härtsfeld	Malm Weißjura	489,09	22.12.	492,94	10.02.	491,18	-2,3	3,5	-
154/767-1	Unteres Illertal	Quartär	506,98	29.09.	508,1	06.01.	507,25	2,4	1,9	-
161/768-5	Unteres Illertal	Quartär	532,14	29.09.	533,11	06.01.	532,43	0,0	0,0	-
160/770-4	Unteres Illertal	Quartär	607,15	22.09.	608,68	07.01.	607,53	-2,3	-0,3	-
138/771-6	Riss-Aitrach-Platten	Quartär	627,47	24.11.	628,67	07.01.	627,9	-0,4	-0,1	-
145/771-8	Westallgäuer Hügelland	Quartär	644,52	22.12.	651,31	07.01.	647,42	8,7	4,4	-
110/773-2	Adelegg	Quartär	712,12	29.09.	715,03	06.01.	713,72	1,0	0,5	-
113/813-6	Lonetal-Flächenalb	Malm Weißjura	458,96	03.11.	468,01	13.01.	460,47	6,1	0,3	-
121/814-4	Lonetal-Flächenalb	Quart. Talfüllungen	453,94	29.12.	455,33	07.01.	454,56	3,7	-0,1	-
100/863-0	Ries-Alb	Malm / tief	447,97	08.12.	452,91	22.01.	450,24	11,2	2,0	-

Ergebnisse 2003 Baden-Württemberg TMN Quellschüttung (Auswahl)										
Messstelle	Naturraum	Grundwasser-Landschaft	Jahresminimum		Jahresmaximum		Mittelwert 2003	Trend		
			2003		2003			[l/s/Jahr]		
			[l/s]	Datum	[l/s]	Datum		10 Jahre	20 Jahre	50 Jahre
602/116-1	Mittlerer Schwarzwald	Buntsandstein	1,19	03.11.	1,81	15.02.	1,45	0,0	0,0	-
600/173-8	Hochschwarzwald	Kristallin	2,93	29.11.	7,06	22.03.	4,72	-0,1	-0,1	0,0
600/220-3	Südöstlicher Schwarzwald	Buntsandstein	0,68	13.12.	4,00	15.03.	1,45	0,0	0,0	0,0
600/222-6	Hochschwarzwald	Kristallin	1,03	27.09.	2,56	11.04.	1,57	0,0	0,0	0,0
600/263-6	Nördlicher Talschwarzwald	Buntsandstein	3,57	06.10.	20,78	06.01.	8,35	-0,3	0,0	-0,1
602/320-8	Baar-Alb und Oberes Donautal	Malm Weißjura	0,34	29.09.	5,26	13.01.	1,93	-0,1	0,0	0,0
600/359-8	Kraichgau	Lettenkeuper	1,75	08.12.	2,50	05.05.	2,09	0,0	0,0	0,0
600/468-4	Baar-Alb und Oberes Donautal	Malm Weißjura	39,00	04.08.	426,00	06.01.	125,63	4,5	3,5	-
602/521-3	Oberschwäbisches Hügelland	Quartär Moränen	0,72	15.12.	7,55	15.01.	2,85	0,0	0,1	0,0
600/554-9	Bauland	Muschelkalk	16,10	01.12.	98,41	06.01.	44,26	-0,4	0,1	0,0
600/605-4	Tauberland	Muschelkalk	4,01	10.11.	25,30	24.02.	7,28	-0,6	-0,1	0,0
600/607-8	Hohenloher-Haller-Ebenen	Lettenkeuper	1,44	29.12.	6,31	03.02.	2,77	0,0	0,0	0,0
603/657-5	Kocher-Jagst-Ebenen	Muschelkalk	0,19	22.09.	5,00	06.01.	1,00	-0,1	0,0	0,0
601/759-1	Schwäbisch-Fränkische Berge	Höherer Keuper	1,94	24.11.	6,90	07.01.	3,71	0,1	0,1	0,0

3.2 Gesamtmessnetz - Beschaffenheit

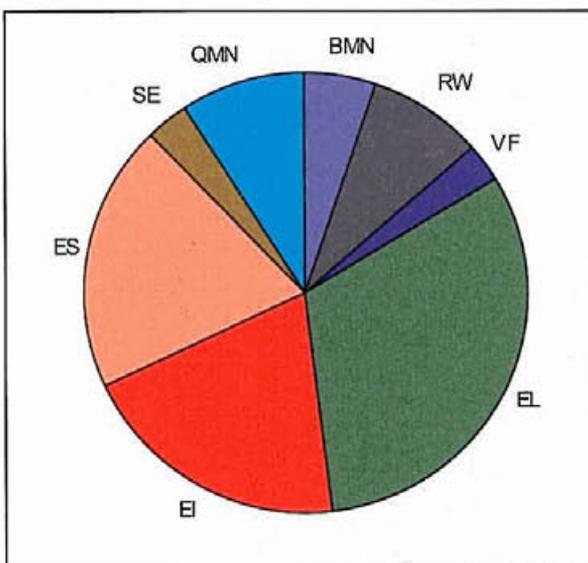
Messnetzziel

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

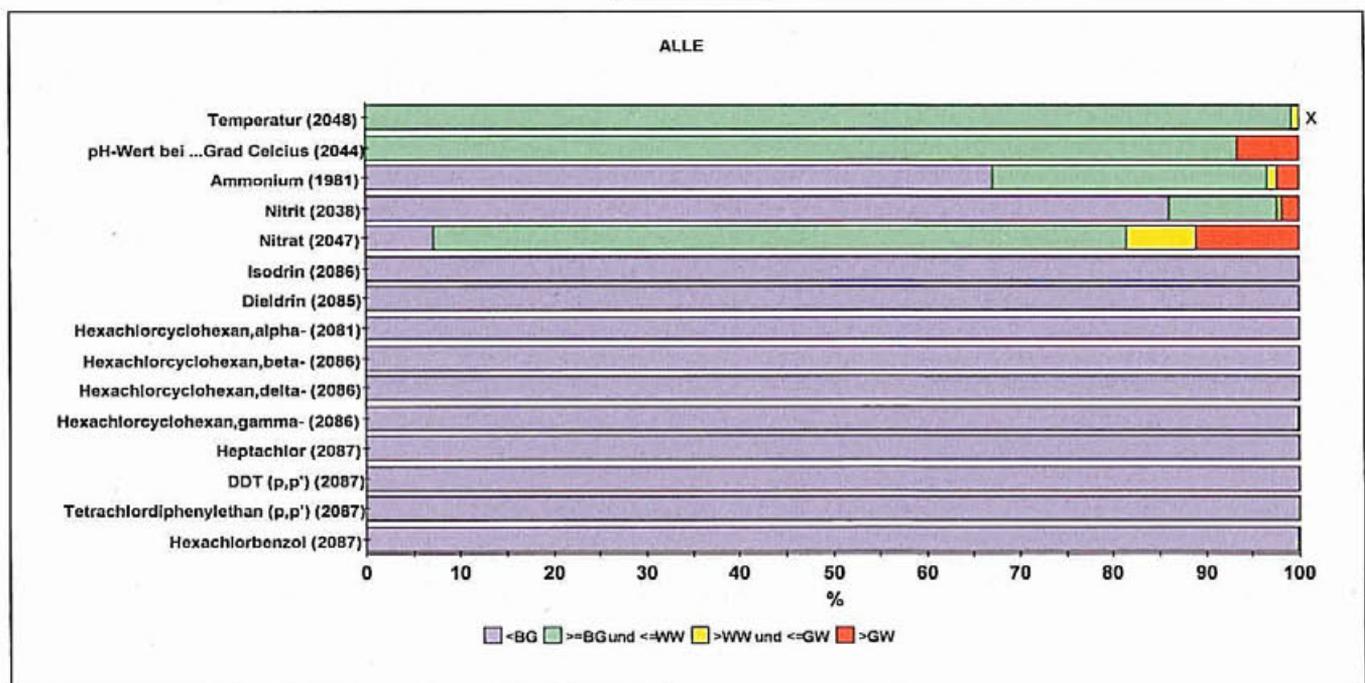
Datengrundlage

Ausgewertet wurden für das Jahr 2003 die Daten von insgesamt 2.090 Landesmessstellen. Die vom Land betriebenen Messstellen wurden auf folgende landesweiten Messprogramme untersucht (Parameter und zusätzliche Sonderuntersuchungen von PSM, MTBE und Gadolinium: s. Anhang A2):

MESSPROGRAMM	BMN	RW/VF	EL	EI/ES/SE	QMN
Vor-Ort-Parameter	•	•	•	•	•
Messprogramm Organochlor-Pestizide	•	•	•	•	•
Messprogramm Landwirtschaft	•	•	•	•	•



Messnetz	Messstellen Anzahl	Messstellen Anteil %
BMN	111	5.3
RW	172	8.2
VF	58	2.8
EL	664	31.8
EI	418	20.0
ES	413	19.8
SE	65	3.1
QMN	189	9.0
Summe	2090	100



Ergebnisse 2003:		Baden-Württemberg ALLE						(ohne WVU-Kooperationsbeitrag)			
Parameter	Dimension	Anz. Mst.	>BG		>WW		>GW		P50 (Median)	P90	Maximum (Minimum)
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	Grad C	2048	2048	100,0	15	0,7	-	-	12,2	15,7	46,9
Leitfähigkeit,elektrisch bei ...Grad Celsius	mS/m	2030	2030	100,0	22	1,1	8	0,4	65,8	100,8	1072,0
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm	1/m	601	579	96,3	58	9,7	-	-	1,5	5,0	20,5
pH-Wert bei ...Grad Celsius	-	2044	2044	100,0	134	6,6	134	6,6	7,17	7,46	(4,83)/9,07
Saeurekapazitaet bis pH 4,3 bei ...Grad Celsius	mmol/l	142	141	99,3	-	-	-	-	5,07	6,77	9,16
Basekapazitaet bis pH 8,2 bei ...Grad Celsius	mmol/l	136	135	99,3	-	-	-	-	0,62	1,25	4,59
Summe Erdalkalien	mmol/l	145	144	99,3	-	-	-	-	3,01	5,00	18,58
Sauerstoff	mg/l	1936	1853	95,7	-	-	-	-	6,0	9,7	12,0
Sauerstoffsaeatigung	%	1894	1856	98,0	-	-	-	-	60,2	93,0	113,0
Kohlenstoff, geloester organischer	mg/l	617	592	95,9	43	7,0	-	-	0,96	2,50	13,60
Eisen, gesamt	mg/l	579	306	52,8	-	-	100	17,3	0,010	1,010	18,000
Mangan	mg/l	586	230	39,2	-	-	151	25,8	<0,010	0,350	2,690
Ammonium	mg/l	1981	653	33,0	65	3,3	46	2,3	<0,010	0,050	18,500
Nitrit	mg/l	2038	284	13,9	47	2,3	38	1,9	<0,010	0,010	2,800
Nitrat	mg/l	2047	1899	92,8	381	18,6	226	11,0	18,0	52,9	224,0
Barium	mg/l	559	558	99,8	4	0,7	-	-	0,120	0,307	0,995
Gadolinium	mg/l	22	0	0,0	-	-	-	-	<0,00010	<0,00010	-
Methyl-tert.-butylether	ug/l	25	12	48,0	0	0,0	-	-	<0,04	0,35	0,60
Aldrin	ug/l	2086	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Isodrin	ug/l	2086	1	0,0	-	-	-	-	<0,010	<0,010	0,010
Dieldrin	ug/l	2085	1	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	0,020
Endrin	ug/l	2087	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorcyclohexan,alpha-	ug/l	2081	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorcyclohexan,beta-	ug/l	2086	1	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	0,010
Hexachlorcyclohexan,delta-	ug/l	2086	1	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	0,020
Hexachlorcyclohexan,gamma-	ug/l	2086	4	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	0,050
Endosulfan,alpha-	ug/l	2087	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Endosulfan,beta-	ug/l	2087	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Heptachlor	ug/l	2087	1	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	0,010
Heptachlorepoxyd, cis-	ug/l	2087	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Heptachlorepoxyd, trans-	ug/l	2087	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Dichlordiphenyltrichlorethan (o,p')	ug/l	2083	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Dichlordiphenyltrichlorethan (p,p')	ug/l	2087	1	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	0,010
Dichlordiphenyldichlorethan (p,p')	ug/l	2087	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Tetrachlordiphenylethan (p,p')	ug/l	2087	1	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	0,010
Hexachlorbenzol	ug/l	2087	4	0,2	1	0,0	1	0,0	<0,010	<0,010	0,110
Pentachlornitrobenzol	ug/l	2087	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Atrazin	ug/l	518	86	16,6	10	1,9	6	1,2	<0,02	0,03	0,30
Desethylatrazin	ug/l	518	84	16,2	14	2,7	12	2,3	<0,05	<0,05	0,34
Simazin	ug/l	525	31	5,9	4	0,8	1	0,2	<0,02	<0,02	0,16
Desisopropylatrazin	ug/l	522	12	2,3	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,07
Terbutylazin	ug/l	524	3	0,6	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	0,04
Desethylterbutylazin	ug/l	525	3	0,6	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,05
Propazin	ug/l	526	4	0,8	1	0,2	1	0,2	<0,05	<0,05	0,46
Metazachlor	ug/l	526	1	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,02
Metolachlor	ug/l	524	12	2,3	2	0,4	1	0,2	<0,05	<0,05	0,11
Metalaxyl	ug/l	525	5	1,0	1	0,2	1	0,2	<0,05	<0,05	0,12
Bromacil	ug/l	519	13	2,5	7	1,3	7	1,3	<0,05	<0,05	1,10
Hexazinon	ug/l	523	26	5,0	13	2,5	13	2,5	<0,05	<0,05	1,20
Dichlorbenzamid, 2,6-	ug/l	523	16	3,1	4	0,8	4	0,8	<0,05	<0,05	0,20
Bentazon	ug/l	21	17	81,0	11	52,4	10	47,6	0,10	1,27	2,30

3.3 Basismessnetz (BMN)

Messnetzziel

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

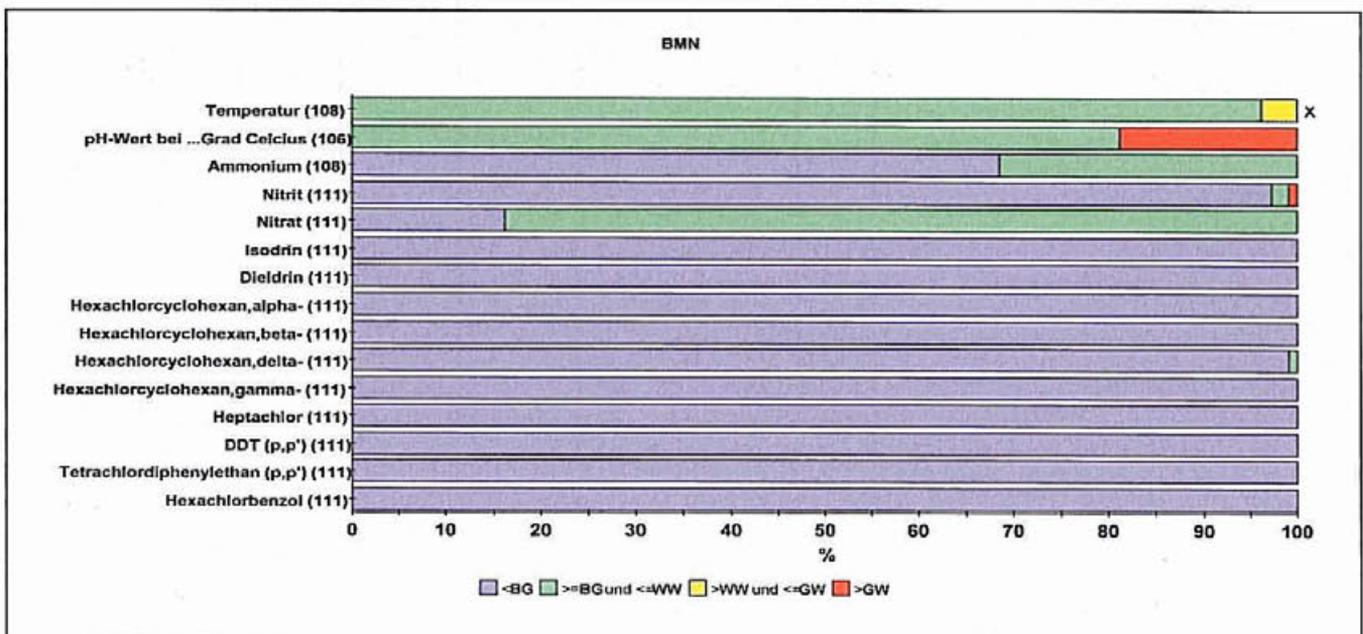


Datengrundlage

Beprobte wurden 111 Messstellen in verschiedenen Grundwasserlandschaften Baden-Württembergs. Generell wurde untersucht auf die Messprogramme: „Vor-Ort“, „Organochlor-Pestizide“, „Landwirtschaft“. Von den z.T. durchgeführten Sonderuntersuchungen auf Bentazon, MTBE und Gadolinium war das Basismessnetz ausgeschlossen.

Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Die **Nitrat**gehalte im BMN sind im Vergleich mit anderen Teilmessnetzen die niedrigsten, nach wie vor ohne Warn- und Grenzwertüberschreitungen. Die Betrachtung der mittleren Konzentrationsentwicklung an konsistenten Mst. in den letzten zehn Jahren zeigt Abnahmen gegenüber 1994 (s. Kap. Nitrat, Abb. 2.4.7).
- **Windwurfschäden:** In den letzten vier Jahren vereinzelt auftretende Nitratzunahmen an einigen Waldquellen im Festgestein und auch an Rohwasserförderbrunnen im Lockergestein sind auf die Folgen der Windwurfschäden von 1999 zurückzuführen. Es werden einige Zunahmen von einigen Milligramm bis zu Spitzenwerten von 15 mg/l registriert, z.T. aber nur bei niederschlagsbedingten hohen Quellschüttungseinzelergebnissen. Jahreszeitlich bedingt werden Gesamtgehalte bis zu 25 mg/l registriert, wie schon z.T. nach den Stürmen in 1990. Jedoch zeigt die Entwicklung in 2003 bereits wieder fallende Konzentrationen. An einer Quelle mit Windwurfschäden im Wald sinken die jährlichen Nitratspitzenkonzentrationen von 20 mg/l in 2001 und von 25 mg/l in 2002 auf maximal 17 mg/l in 2003.
- Die Messstelle mit dem landwirtschaftlich verursachten Nitratmaximum von über 30 mg/l wird aus dem BMN entfernt.
- Der einzelne Nachweis eines **Organochlor-Pestizids** ohne Grenzwertüberschreitung, nämlich von **delta-Hexachlorcyclohexan**, befindet sich an einer sehr tiefen Messstelle, an einer Thermalwasserbohrung im Alpenvorland. **Anderer PSM-Wirkstoffe** weisen keinerlei Positivbefunde auf.
- **pH-Wert:** Die hohe Quote von Grenzwertunterschreitungen von nahezu 19 % ist durch saure Quellen in den Höhenlagen von Schwarzwald, Odenwald und Keuperbergland verursacht.

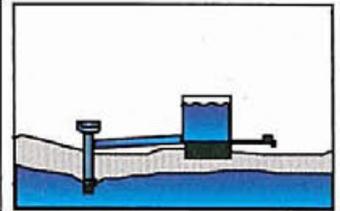


Ergebnisse 2003: Baden-Württemberg BMN											
Parameter	Dimen- sion	Anz. Mst.	>BG		>WW		>GW		P50 (Median)	P90	Maximum (Minimum)
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	Grad C	108	108	100,0	4	3,7	-	-	9,9	13,5	46,9
Leitfaehigkeit,elektrisch bei ...Grad Celsius	mS/m	109	109	100,0	0	0,0	0	0,0	43,5	62,5	86,8
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm	1/m	39	37	94,9	3	7,7	-	-	1,4	4,1	9,1
pH-Wert bei ...Grad Celcius	-	106	106	100,0	20	18,9	20	18,9	7,32	7,75	(4,83)/9,07
Saeurekapazitaet bis pH 4,3 bei ...Grad Celsius	mmol/l	34	33	97,1	-	-	-	-	0,68	5,85	6,94
Basekapazitaet bis pH 8,2 bei ...Grad Celsius	mmol/l	32	32	100,0	-	-	-	-	0,44	0,79	1,07
Summe Erdalkalien	mmol/l	35	35	100,0	-	-	-	-	0,29	3,45	4,07
Sauerstoff	mg/l	97	90	92,8	-	-	-	-	8,8	10,9	11,7
Sauerstoffsaeatigung	%	97	90	92,8	-	-	-	-	84,0	99,0	104,0
Kohlenstoff, geloester organischer	mg/l	41	36	87,8	2	4,9	-	-	0,80	2,00	4,00
Eisen, gesamt	mg/l	36	10	27,8	-	-	5	13,9	<0,010	0,478	2,000
Mangan	mg/l	40	13	32,5	-	-	9	22,5	<0,008	0,248	0,420
Ammonium	mg/l	108	34	31,5	0	0,0	0	0,0	<0,010	0,140	0,360
Nitrit	mg/l	111	3	2,7	1	0,9	1	0,9	<0,010	<0,010	0,170
Nitrat	mg/l	111	93	83,8	0	0,0	0	0,0	7,0	14,8	35,5
Barium	mg/l	26	26	100,0	1	3,8	-	-	0,096	0,320	0,828
Aldrin	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Isodrin	ug/l	111	0	0,0	-	-	-	-	<0,010	<0,010	-
Dieldrin	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Endrin	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorcyclohexan,alpha-	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorcyclohexan,beta-	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorcyclohexan,delta-	ug/l	111	1	0,9	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	0,020
Hexachlorcyclohexan,gamma-	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Endosulfan,alpha-	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Endosulfan,beta-	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Heptachlor	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Heptachlorepoxyd, cis-	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Heptachlorepoxyd, trans-	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Dichlordiphenyltrichlorethan (o,p')	ug/l	110	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Dichlordiphenyltrichlorethan (p,p')	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Dichlordiphenyldichlorethan (p,p')	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Tetrachlordiphenylethan (p,p')	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorbenzol	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Pentachlormitrobenzol	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Atrazin	ug/l	9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	-
Desethylatrazin	ug/l	9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Simazin	ug/l	9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	-
Desisopropylatrazin	ug/l	9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Terbutylazin	ug/l	9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	-
Desethylterbutylazin	ug/l	9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Propazin	ug/l	9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Metazachlor	ug/l	9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Metolachlor	ug/l	9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Metalaxyl	ug/l	9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Bromacil	ug/l	9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Hexazinon	ug/l	9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Dichlorbenzamid, 2,6-	ug/l	9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-

3.4 Repräsentatives Rohwassermessnetz (RW)

Messnetzziel

Landesweiter repräsentativer Überblick über das zur öffentlichen Wasserversorgung genutzte Grundwasser.

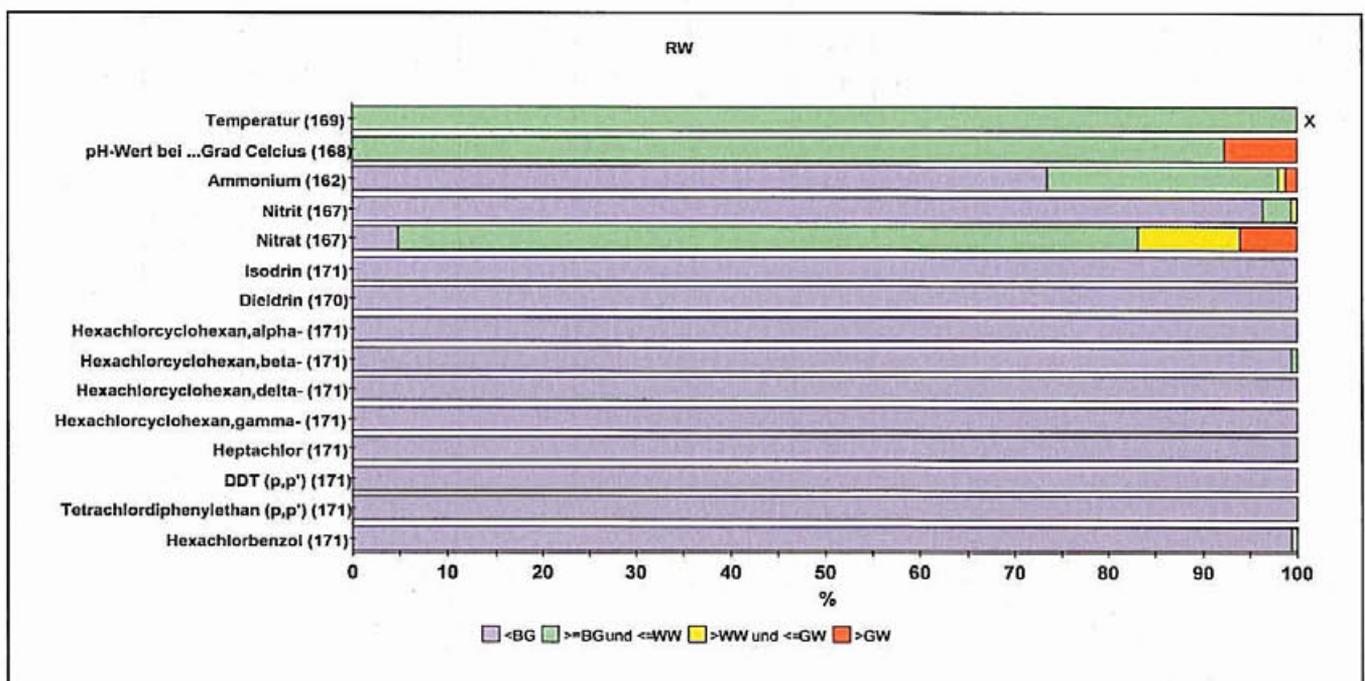


Datengrundlage

Ausgewertet wurden 172 repräsentative Rohwassermessstellen aus dem Landesmessnetz. Generell wurde untersucht auf die Messprogramme: „Vor-Ort“, „Organochlor-Pestizide“, „Landwirtschaft“ und z.T. auf MTBE. Von den z.T. durchgeführten Sonderuntersuchungen auf Bentazon und Gadolinium war das Rohwassermessnetz ausgeschlossen.

Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- **Anmerkung:** 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 nahezu jeder sechsten Messstelle liegt der Nitratgehalt über dem Warnwert von 40 mg/l, an jeder siebzehnten Messstelle über dem Grenzwert der TrinkwV und der WRRL.
- Zwei **Organochlor-Pestizide** werden an zwei Messstellen am Hochrhein in unmittelbarer Rheinnähe gefunden, nämlich „**beta-Hexachlorcyclohexan**“ und „**Hexachlorbenzol-HCB**“, aber ohne Grenzwertüberschreitungen. Die Mst. mit dem positiven Hexachlorbenzolfund liegt im selben Stadtteil von Rheinfelden am Rheinknie, wie die HCB-Befunde beim Teilmessnetz Industrie. Die Befunde stehen im Zusammenhang mit der Messstellenlage auf einem Chemie-Werksgelände mit bekannten HCB-Altlasten aus der früheren Produktion von Chlorsilanen.
- **MTBE** wurde an keiner der zwei untersuchten Messstellen nachgewiesen.
- **pH-Wert:** Die hohe Quote von Grenzwertunterschreitungen von nahezu 8 % ist durch saure Quellen in den Höhenlagen von Schwarzwald, Odenwald und Keuperbergland verursacht.



Ergebnisse 2003: Parameter	Baden-Württemberg RW (ohne WVU-Kooperationsbeitrag)										
	Dimen- sion	Anz. Mst.	>BG		>WW		>GW		P50 (Median)	P90	Maximum (Minimum)
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	Grad C	169	169	100,0	0	0,0	-	-	11,5	13,7	16,5
Leitfaehigkeit,elektrisch bei ...Grad Celsius	mS/m	167	167	100,0	0	0,0	0	0,0	63,5	91,3	128,5
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm	1/m	32	29	90,6	1	3,1	-	-	1,4	2,7	5,7
pH-Wert bei ...Grad Celcius	-	168	168	100,0	13	7,7	13	7,7	7,20	7,46	(5,60)/7,90
Saeurekapazitaet bis pH 4,3 bei ...Grad Celsius	mmol/l	2	2	100,0	-	-	-	-	5,77	5,89	5,89
Basekapazitaet bis pH 8,2 bei ...Grad Celsius	mmol/l	2	2	100,0	-	-	-	-	1,09	1,20	1,20
Summe Erdalkalien	mmol/l	2	2	100,0	-	-	-	-	4,10	4,62	4,62
Sauerstoff	mg/l	159	155	97,5	-	-	-	-	5,7	9,4	10,8
Sauerstoffsaeatigung	%	153	152	99,3	-	-	-	-	56,0	88,5	102,0
Kohlenstoff, geloester organischer	mg/l	33	32	97,0	0	0,0	-	-	0,84	1,50	1,65
Eisen, gesamt	mg/l	35	16	45,7	-	-	9	25,7	<0,010	1,690	4,400
Mangan	mg/l	34	13	38,2	-	-	11	32,4	<0,010	0,340	0,540
Ammonium	mg/l	162	43	26,5	3	1,9	2	1,2	<0,010	0,030	1,110
Nitrit	mg/l	167	6	3,6	1	0,6	0	0,0	<0,010	<0,010	0,090
Nitrat	mg/l	167	159	95,2	28	16,8	10	6,0	16,0	47,0	90,9
Barium	mg/l	35	34	97,1	0	0,0	-	-	0,131	0,230	0,500
Methyl-tert.-butylether	ug/l	2	0	0,0	0	0,0	-	-	<0,04	<0,04	-
Aldrin	ug/l	171	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Isodrin	ug/l	171	0	0,0	-	-	-	-	<0,010	<0,010	-
Dieldrin	ug/l	170	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Endrin	ug/l	171	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorcyclohexan,alpha-	ug/l	171	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorcyclohexan,beta-	ug/l	171	1	0,6	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	0,010
Hexachlorcyclohexan,delta-	ug/l	171	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorcyclohexan,gamma-	ug/l	171	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Endosulfan,alpha-	ug/l	171	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Endosulfan,beta-	ug/l	171	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Heptachlor	ug/l	171	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Heptachlorepoxyd, cis-	ug/l	171	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Heptachlorepoxyd, trans-	ug/l	171	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Dichlordiphenyltrichlorethan (o,p')	ug/l	171	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Dichlordiphenyltrichlorethan (p,p')	ug/l	171	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Dichlordiphenyldichlorethen (p,p')	ug/l	171	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Tetrachlordiphenylethan (p,p')	ug/l	171	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorbenzol	ug/l	171	1	0,6	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	0,040
Pentachlornitrobenzol	ug/l	171	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Atrazin	ug/l	35	4	11,4	1	2,9	1	2,9	<0,02	0,02	0,18
Desethylatrazin	ug/l	35	4	11,4	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,05
Simazin	ug/l	35	2	5,7	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	0,08
Desisopropylatrazin	ug/l	35	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Terbutylazin	ug/l	35	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	-
Desethylterbutylazin	ug/l	35	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Propazin	ug/l	35	1	2,9	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,01
Metazachlor	ug/l	35	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Metolachlor	ug/l	35	1	2,9	1	2,9	1	2,9	<0,05	<0,05	0,11
Metaxyl	ug/l	35	1	2,9	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,03
Bromacil	ug/l	34	1	2,9	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,02
Hexazinon	ug/l	35	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Dichlorbenzamid, 2,6-	ug/l	35	1	2,9	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,05

3.5 Emittentenmessstellen Landwirtschaft (EL)

Messnetzziel

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



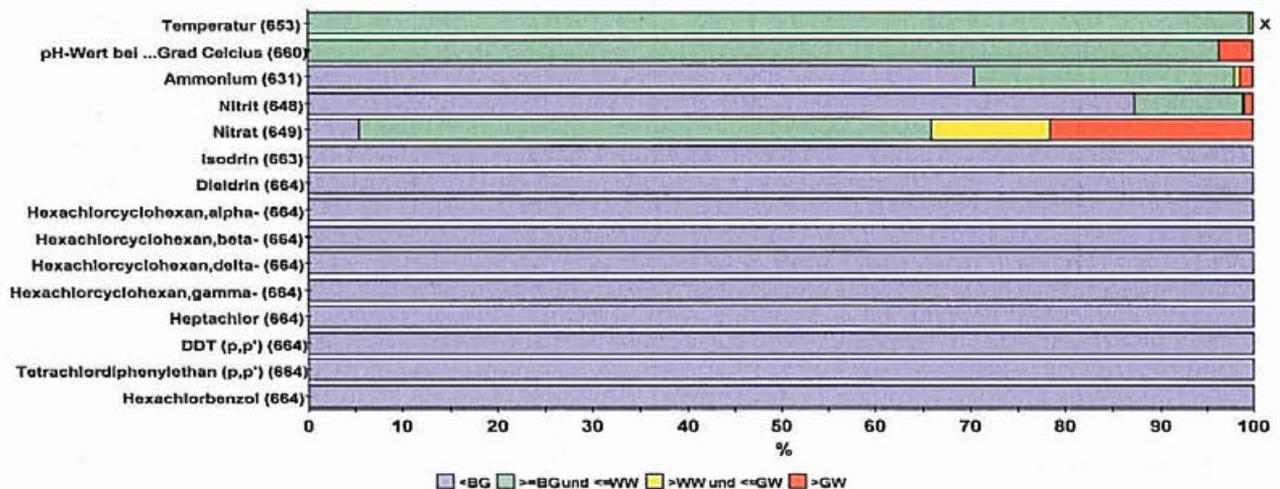
Datengrundlage

Die insgesamt 664 beprobten Emittentenmessstellen Landwirtschaft wurden generell auf die Messprogramme untersucht: „Vor-Ort“, „Organochlor-Pestizide“, „Landwirtschaft“, z.T. auf den diesjährigen PSM-Zusatzparameter Bentazon und auf MTBE und Gadolinium.

Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Die **Nitrat**belastung ist nach wie vor die höchste aller Teilmessnetze, an jeder dritten Messstelle liegen Warnwert-, an jeder fünften Grenzwertüberschreitungen vor. Im Gegensatz zu 2002 liegt in 2003 das landesweite Maximum wieder über 200 mg/l. Jedoch zeigt die Betrachtung der mittleren Konzentrationsentwicklung an konsistenten Mst. in den letzten zehn Jahren eindeutige Abnahmen (s. Kap. Nitrat, Abb. 2.4.8), die auch auf die eingeleiteten Maßnahmen zur Belastungsreduzierung zurückgeführt werden können. Das landesweite **Ammonium**-Maximum mit 18,50 mg/l findet sich an einem Aussiedlerhof. Hier finden sich trotz geringer O₂-Gehalte auch sehr hohe Nitratwerte von ca. 190 mg/l. Die gleichzeitig sehr hohen Werte des SAK-254, des DOC- und Kaliumgehalts u. der Leitfähigkeit deuten auf starke fäkale Verunreinigungen durch Mastviehhaltung hin. Die hier in 2003 immer noch positiven Atrazin- und Simazinwerte unterstreichen die Rolle dieses lokalen Emittenten. Eine entfernte Abwasserleitung kann als Ursache nahezu ausgeschlossen werden.
- Organochlor-Pestizide**: Obwohl diese Pestizide früher in der Landwirtschaft breite Anwendung fanden, ist erfreulicherweise kein Positivbefund zu vermelden. **Andere PSM**: Die zur Beobachtung des noch zugelassenen PSM-Wirkstoffs **Bentazon** durchgeführten Untersuchungen an wenigen besonders gefährdeten Messstellen zeigen weiterhin Grenzwertüberschreitungen an mehr als der Hälfte der Messstellen (60 %). Hier findet sich das landesweite Maximum von 2,3 µg/l, das ist mehr als das 20fache des TrinkwV/WRRL-Grenzwertes von 0,1 µg/l. Dies spricht dafür, die Möglichkeit eines generellen Bentazon-Anwendungsverbots zu prüfen.
- MTBE** wird an vier der elf untersuchten Messstellen gefunden. Alle MTBE-Befunde - auch das Maximum von 0,15 µg/l - liegen unter dem Geruchsschwellenwert von 5 µg/l. Drei der Befunde, einschließlich des Maximums, finden sich abstromig eines Bereiches mit einer Militärsiedlung und mit als Altlasten bekannten Tankstellen und Abtlagerungen, der vierte Befund an einer Bundesstrasse mit bekanntem Benzinunfall. Bei **Gadolinium** gab es keine positiven Befunde.

EL

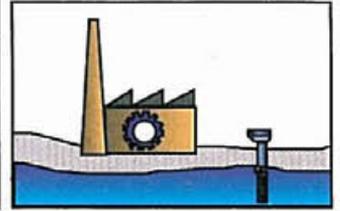


Ergebnisse 2003:		Baden-Württemberg EL									
Parameter	Dimen- sion	Anz. Mst.	>BG		>WW		>GW		P50 (Median)	P90	Maximum (Minimum)
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	Grad C	653	653	100,0	2	0,3	-	-	11,8	15,1	21,9
Leitfaehigkeit,elektrisch bei ...Grad Celsius	mS/m	646	646	100,0	2	0,3	0	0,0	66,2	94,8	207,0
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm	l/m	206	201	97,6	21	10,2	-	-	1,6	5,3	16,0
pH-Wert bei ...Grad Celcius	-	660	660	100,0	24	3,6	24	3,6	7,17	7,44	(5,29)/7,97
Saeurekapazitaet bis pH 4,3 bei ...Grad Celsius	mmol/l	36	36	100,0	-	-	-	-	6,12	7,46	8,57
Basekapazitaet bis pH 8,2 bei ...Grad Celsius	mmol/l	33	33	100,0	-	-	-	-	0,91	2,15	4,59
Summe Erdalkalien	mmol/l	36	36	100,0	-	-	-	-	3,92	5,14	14,05
Sauerstoff	mg/l	635	618	97,3	-	-	-	-	6,8	9,7	11,3
Sauerstoffsaeatigung	%	626	618	98,7	-	-	-	-	67,0	93,7	112,0
Kohlenstoff, geloester organischer	mg/l	215	214	99,5	19	8,8	-	-	0,90	2,77	12,00
Eisen, gesamt	mg/l	208	111	53,4	-	-	30	14,4	0,010	1,000	18,000
Mangan	mg/l	206	66	32,0	-	-	44	21,4	<0,010	0,324	1,970
Ammonium	mg/l	631	186	29,5	12	1,9	9	1,4	<0,010	0,030	18,500
Nitrit	mg/l	648	82	12,7	7	1,1	6	0,9	<0,010	0,010	0,590
Nitrat	mg/l	649	614	94,6	221	34,1	140	21,6	27,8	70,2	224,0
Barium	mg/l	188	188	100,0	1	0,5	-	-	0,160	0,327	0,915
Gadolinium	mg/l	3	0	0,0	-	-	-	-	<0,00010	<0,00010	-
Methyl-tert.-butylether	ug/l	11	4	36,4	0	0,0	-	-	<0,04	0,15	0,15
Aldrin	ug/l	664	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Isodrin	ug/l	663	0	0,0	-	-	-	-	<0,010	<0,010	-
Dieldrin	ug/l	664	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Endrin	ug/l	664	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorcyclohexan,alpha-	ug/l	664	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorcyclohexan,beta-	ug/l	664	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorcyclohexan,delta-	ug/l	664	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorcyclohexan,gamma-	ug/l	664	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Endosulfan,alpha-	ug/l	664	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Endosulfan,beta-	ug/l	664	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Heptachlor	ug/l	664	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Heptachlorepoxyd, cis-	ug/l	664	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Heptachlorepoxyd, trans-	ug/l	664	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Dichlordiphenyltrichlorethan (o,p')	ug/l	664	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Dichlordiphenyltrichlorethan (p,p')	ug/l	664	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Dichlordiphenyldichlorethen (p,p')	ug/l	664	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Tetrachlordiphenylethan (p,p')	ug/l	664	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorbenzol	ug/l	664	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Pentachlornitrobenzol	ug/l	664	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Atrazin	ug/l	185	34	18,4	2	1,1	1	0,5	<0,02	0,03	0,30
Desethylatrazin	ug/l	182	38	20,9	9	4,9	9	4,9	<0,05	0,06	0,27
Simazin	ug/l	188	9	4,8	1	0,5	0	0,0	<0,02	<0,02	0,10
Desisopropylatrazin	ug/l	188	3	1,6	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,06
Terbutylazin	ug/l	186	1	0,5	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	0,02
Desethylterbutylazin	ug/l	187	1	0,5	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,05
Propazin	ug/l	188	2	1,1	1	0,5	1	0,5	<0,05	<0,05	0,46
Metazachlor	ug/l	188	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Metolachlor	ug/l	186	5	2,7	1	0,5	0	0,0	<0,05	<0,05	0,10
Metalaxyl	ug/l	187	2	1,1	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,07
Bromacil	ug/l	188	1	0,5	1	0,5	1	0,5	<0,05	<0,05	0,16
Hexazinon	ug/l	186	4	2,2	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,06
Dichlorbenzamid, 2,6-	ug/l	186	5	2,7	2	1,1	2	1,1	<0,05	<0,05	0,17
Bentazon	ug/l	10	9	90,0	6	60,0	6	60,0	0,37	2,15	2,30

3.6 Emittentenmessstellen Industrie (EI)

Messnetzziel

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

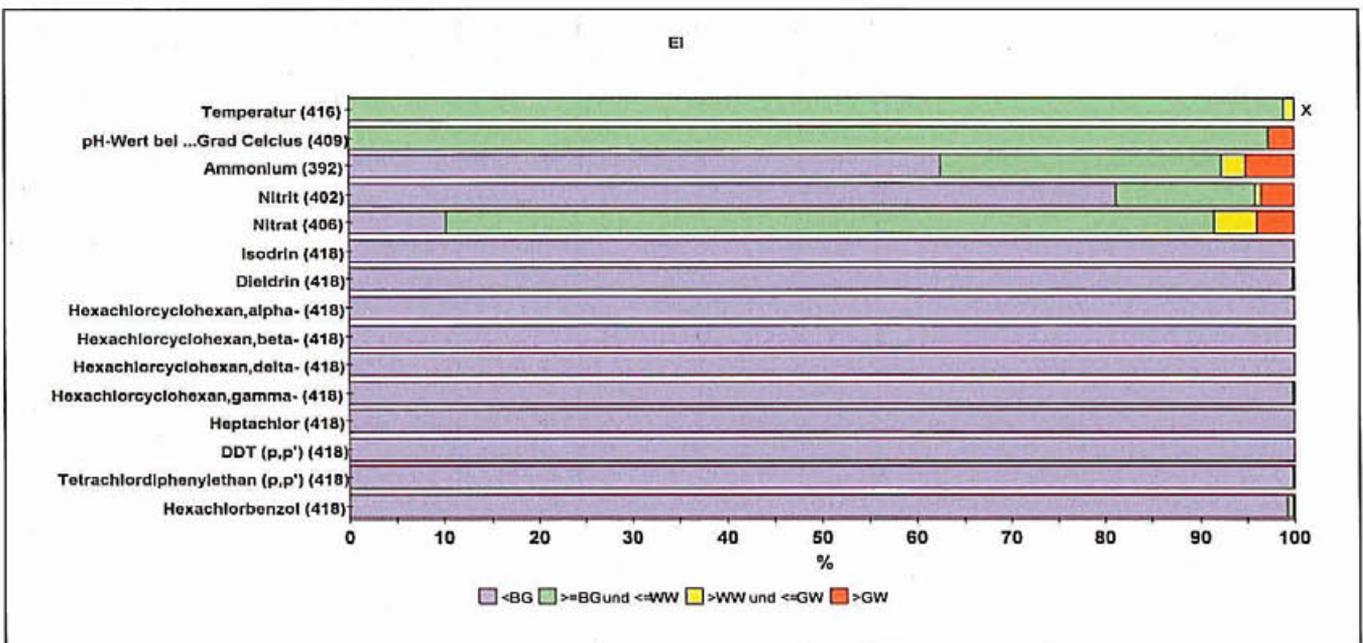


Datengrundlage

Die 418 Emittentenmessstellen Industrie wurden generell auf die Messprogramme: „Vor-Ort“, „Organochlor-Pestizide“, „Landwirtschaft“, z.T. auf den diesjährigen PSM-Zusatzparameter Bentazon, auf MTBE und Gadolinium.

Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Vier **Organochlor-Pestizide** werden an sechs Messstellen gefunden, nämlich an je einer Mst. ohne Grenzwertüberschreitung: Dieldrin, gamma-Hexachlorcyclohexan (=Lindan) , **p,p'-Tetrachlordiphenylethan** (p,p'-TDE = p,p'-DDD) - und an drei Mst. Hexachlorbenzol mit einer Grenzwertüberschreitung. Die **Hexachlorbenzol-HCB**-Befunde werden alle in Rheinfeldern am Hochrhein gefunden und liegen allesamt auf einem Firmengelände in einem Stadtteil mit einer langen Chemietradition, bzw. benachbart dazu. Ursache ist die Messstellenlage auf einem Chemie-Werksge-lände mit bekannten HCB-Altlasten. Hier wurde früher HCB bei der Produktion von Chlorsilanen eingesetzt. **Lindan**- und **Dieldrin** werden in Flussnähe von Donau und Riss gefunden, z.T. auf alten Industriearalen mit Deponiealtlasten und Abwassersammlern in der Nähe, aber auch mit landwirtschaftlicher Nutzung im Umkreis.
- **Andere PSM: Bentazon** findet sich an zwei der vier untersuchten Messstellen mit landwirtschaftlich genutzter Umgebung und zwar mit einer Grenzwertüberschreitung.
- **MTBE** wird allen sechs untersuchten Messstellen gefunden. Alle MTBE-Befunde liegen unter dem Geruchsschwellenwert von 5 µg/l. Die maximal vorgefundene Konzentration beträgt 0,60 µg/l. Die Befunde finden sich abstromig von Bereichen mit als Altlasten bekannten Tankstellen, von Betriebe der Mineralölverarbeitung und des Kraftstoffhandels mit Tanklagern, eines Fahrzeugteilehersteller, einer chemischen Firma mit einer Sonderabfalldéponie (Altlast) und eines heute zivil genutzten früheren Militärflughafens.
- An den vier auf **Gadolinium** untersuchten Messstellen gab es keine positiven Befunde.



Ergebnisse 2003:		Baden-Württemberg EI									
Parameter	Dimen- sion	Anz. Mst.	>BG		>WW		>GW		P50 (Median)	P90	Maximum (Minimum)
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	Grad C	416	416	100,0	4	1,0	-	-	13,8	17,5	23,0
Leitfaehigkeit,elektrisch bei ...Grad Celsius	mS/m	401	401	100,0	11	2,7	3	0,7	71,2	121,7	1072,0
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm	1/m	80	77	96,2	12	15,0	-	-	1,7	5,7	19,8
pH-Wert bei ...Grad Celcius	-	409	409	100,0	11	2,7	11	2,7	7,16	7,48	(6,08)/8,91
Saeurekapazitaet bis pH 4,3 bei ...Grad Celsius	mmol/l	6	6	100,0	-	-	-	-	6,18	7,86	7,86
Basekapazitaet bis pH 8,2 bei ...Grad Celsius	mmol/l	6	6	100,0	-	-	-	-	0,86	3,15	3,15
Summe Erdalkalien	mmol/l	6	6	100,0	-	-	-	-	4,16	5,12	5,12
Sauerstoff	mg/l	391	360	92,1	-	-	-	-	4,2	8,0	11,0
Sauerstoffsaeatigung	%	378	364	96,3	-	-	-	-	44,0	80,3	109,0
Kohlenstoff, geloester organischer	mg/l	88	88	100,0	7	8,0	-	-	1,20	2,50	8,70
Eisen, gesamt	mg/l	78	50	64,1	-	-	24	30,8	0,028	1,700	15,100
Mangan	mg/l	81	44	54,3	-	-	29	35,8	<0,010	0,520	2,690
Ammonium	mg/l	392	147	37,5	30	7,7	20	5,1	<0,010	0,200	9,100
Nitrit	mg/l	402	76	18,9	16	4,0	14	3,5	<0,010	0,020	1,200
Nitrat	mg/l	406	364	89,7	34	8,4	16	3,9	15,8	37,5	125,0
Barium	mg/l	83	83	100,0	0	0,0	-	-	0,110	0,300	0,650
Gadolinium	mg/l	4	0	0,0	-	-	-	-	<0,00010	<0,00010	-
Methyl-tert.-butylether	ug/l	6	6	100,0	0	0,0	-	-	0,20	0,60	0,60
Aldrin	ug/l	418	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Isodrin	ug/l	418	0	0,0	-	-	-	-	<0,010	<0,010	-
Dieldrin	ug/l	418	1	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	0,020
Endrin	ug/l	418	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorcyclohexan, alpha-	ug/l	418	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorcyclohexan, beta-	ug/l	418	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorcyclohexan, delta-	ug/l	418	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorcyclohexan, gamma-	ug/l	418	1	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	0,030
Endosulfan, alpha-	ug/l	418	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Endosulfan, beta-	ug/l	418	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Heptachlor	ug/l	418	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Heptachlorepoxyd, cis-	ug/l	418	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Heptachlorepoxyd, trans-	ug/l	418	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Dichlordiphenyltrichlorethan (o,p')	ug/l	418	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Dichlordiphenyltrichlorethan (p,p')	ug/l	418	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Dichlordiphenyldichlorethen (p,p')	ug/l	418	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Tetrachlordiphenylethan (p,p')	ug/l	418	1	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	0,010
Hexachlorbenzol	ug/l	418	3	0,7	1	0,2	1	0,2	<0,010	<0,010	0,110
Pentachlornitrobenzol	ug/l	418	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Atrazin	ug/l	81	14	17,3	0	0,0	0	0,0	<0,02	0,03	0,06
Desethylatrazin	ug/l	82	9	11,0	1	1,2	1	1,2	<0,05	<0,05	0,34
Simazin	ug/l	83	2	2,4	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	0,02
Desisopropylatrazin	ug/l	80	2	2,5	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,05
Terbutylazin	ug/l	83	1	1,2	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	0,03
Desethylterbutylazin	ug/l	83	1	1,2	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,05
Propazin	ug/l	83	1	1,2	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,03
Metazachlor	ug/l	83	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Metolachlor	ug/l	83	2	2,4	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,02
Metalaxyl	ug/l	83	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Bromacil	ug/l	83	2	2,4	1	1,2	1	1,2	<0,05	<0,05	0,11
Hexazinon	ug/l	83	6	7,2	4	4,8	4	4,8	<0,05	<0,05	0,29
Dichlorbenzamid, 2,6-	ug/l	83	2	2,4	1	1,2	1	1,2	<0,05	<0,05	0,12
Bentazon	ug/l	4	2	50,0	1	25,0	1	25,0	<0,05	0,20	0,20

3.7 Emittentenmessstellen Siedlung (ES)

Messnetzziel

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

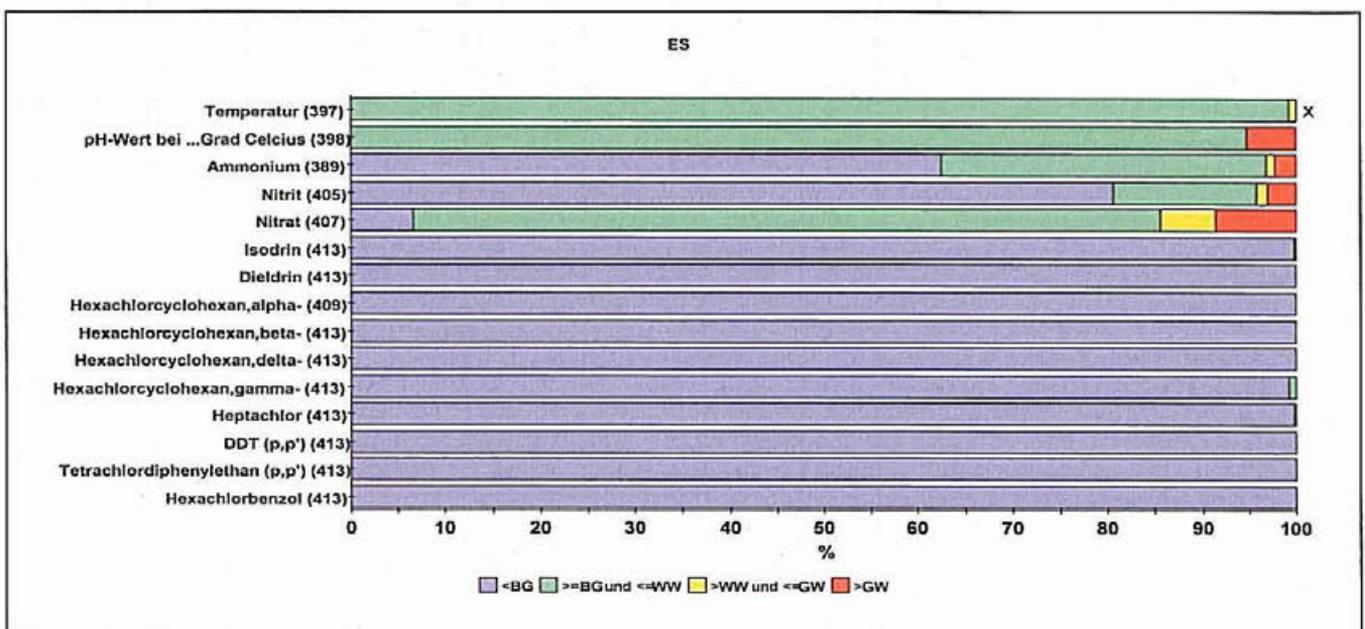


Datengrundlage

Die insgesamt 413 beprobten Emittentenmessstellen Siedlungen wurden generell untersucht auf die Messprogramme: „Vor-Ort“, „Organochlor-Pestizide“, „Landwirtschaft“, z.T. auf den diesjährigen PSM-Zusatzparameter Bentazon, auf MTBE und Gadolinium.

Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Drei **Organochlor-Pestizide** werden an fünf Messstellen gefunden, aber ohne Grenzwertüberschreitungen: Isodrin und Heptachlor mit niedrigen Konzentrationen im Bereich der Bestimmungsgrenze an je einer Messstelle, gamma-Hexachlorcyclohexan (= Lindan) an drei Messstellen. **Isodrin** wird in einer Großstadt (Karlsruhe) gefunden, abstromig von einer als Altlast bekannten Deponie, von landwirtschaftlichen Flächen und von Grünanlagen in der Nähe eines Bachs, **Heptachlor** in einer mittelgroßen Stadt (Pfullendorf) mit landwirtschaftlicher Umgebung im Alpenvorland mit Nähe zu Bahnanlagen und einem Baggersee. Die **Lindan**befunde - u.a. mit dem landesweiten Maximum von 0,050 µg/l - treten in zwei Fällen gemeinsam in einem Stadtteil einer Großstadt (Suttgart) mit einer langen Chemie-Tradition auf. Hier kommt neben den als Altlasten bekannten ehemaligen Chemiebetrieben auch eine als Altlast bekannte Sonderabfalldeponie im Einzugsgebiet der Messstellen in Betracht. Beim dritten positiven Befund kommen als Ursache ehemalige Anwendungen in einem Park oder ein Abwassersammler in Betracht.
- **Andere PSM:** Bei den vier auf **Bentazon** untersuchten Messstellen finden sich drei positive Befunde mit einer maximalen Konzentration von 1,2 µg/l. Hier wird der Grenzwert um das 12fache überschritten. Als mögliche Ursachen im Grundwasser oberstrom der Messstelle kommen in Frage: Kläranlage, unmittelbar an das Klärwerksgelände anschließende Ackerbauflächen und in das Grundwasser infiltrierendes evtl. belastetes Wasser eines etwas entfernten Baches.
- An den drei auf **MTBE** untersuchten Messstellen gab es einen positiven Befund unter dem Geruchsschwellenwert von 5 µg/l. Der Befund findet sich abstromig einer als Altlast bekannten Tankstelle.
- An den 12 auf **Gadolinium** untersuchten Messstellen gab es keine positiven Befunde.

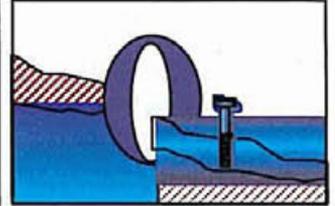


Ergebnisse 2003:		Baden-Württemberg ES									
Parameter	Dimen- sion	Anz. Mst.	>BG		>WW		>GW		P50 (Median)	P90	Maximum (Minimum)
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	Grad C	397	397	100,0	3	0,8	-	-	13,1	16,0	21,4
Leitfähigkeit, elektrisch bei ...Grad Celsius	mS/m	404	404	100,0	6	1,5	3	0,7	72,8	119,4	374,0
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm	l/m	144	135	93,8	14	9,7	-	-	1,6	5,0	12,7
pH-Wert bei ...Grad Celsius	-	398	398	100,0	21	5,3	21	5,3	7,14	7,38	(5,05)/7,85
Säurekapazität bis pH 4,3 bei ...Grad Celsius	mmol/l	9	9	100,0	-	-	-	-	5,28	9,16	9,16
Basekapazität bis pH 8,2 bei ...Grad Celsius	mmol/l	7	7	100,0	-	-	-	-	0,58	2,07	2,07
Summe Erdalkalien	mmol/l	9	9	100,0	-	-	-	-	3,58	7,05	7,05
Sauerstoff	mg/l	372	357	96,0	-	-	-	-	4,6	8,7	10,9
Sauerstoffsättigung	%	363	358	98,6	-	-	-	-	46,8	86,0	112,2
Kohlenstoff, gelöster organischer	mg/l	143	134	93,7	8	5,6	-	-	1,00	2,20	13,60
Eisen, gesamt	mg/l	125	78	62,4	-	-	21	16,8	0,018	0,570	10,200
Mangan	mg/l	128	62	48,4	-	-	39	30,5	<0,010	0,466	2,500
Ammonium	mg/l	389	146	37,5	12	3,1	9	2,3	<0,010	0,080	3,470
Nitrit	mg/l	405	79	19,5	17	4,2	12	3,0	<0,010	0,030	2,800
Nitrat	mg/l	407	380	93,4	59	14,5	35	8,6	18,9	47,2	125,9
Barium	mg/l	136	136	100,0	0	0,0	-	-	0,110	0,280	0,540
Gadolinium	mg/l	12	0	0,0	-	-	-	-	<0,00010	<0,00010	-
Methyl-tert.-butylether	ug/l	3	1	33,3	0	0,0	-	-	<0,04	0,04	0,04
Aldrin	ug/l	412	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Isodrin	ug/l	413	1	0,2	-	-	-	-	<0,010	<0,010	0,010
Dieldrin	ug/l	413	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Endrin	ug/l	413	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorcyclohexan, alpha-	ug/l	409	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorcyclohexan, beta-	ug/l	413	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorcyclohexan, delta-	ug/l	413	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorcyclohexan, gamma-	ug/l	413	3	0,7	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	0,050
Endosulfan, alpha-	ug/l	413	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Endosulfan, beta-	ug/l	413	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Heptachlor	ug/l	413	1	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	0,010
Heptachlorepoxyd, cis-	ug/l	413	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Heptachlorepoxyd, trans-	ug/l	413	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Dichlordiphenyltrichlorethan (o,p')	ug/l	412	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Dichlordiphenyltrichlorethan (p,p')	ug/l	413	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Dichlordiphenyldichlorethan (p,p')	ug/l	413	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Tetrachlordiphenylethan (p,p')	ug/l	413	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorbenzol	ug/l	413	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Pentachlornitrobenzol	ug/l	413	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Atrazin	ug/l	140	18	12,9	3	2,1	2	1,4	<0,02	<0,02	0,27
Desethylatrazin	ug/l	142	18	12,7	3	2,1	1	0,7	<0,03	<0,05	0,17
Simazin	ug/l	141	14	9,9	2	1,4	1	0,7	<0,02	<0,02	0,16
Desisopropylatrazin	ug/l	141	5	3,5	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,06
Terbutylazin	ug/l	142	1	0,7	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	0,04
Desethylterbutylazin	ug/l	142	1	0,7	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,02
Propazin	ug/l	142	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Metazachlor	ug/l	142	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,03	<0,05	-
Metolachlor	ug/l	142	1	0,7	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,01
Metalaxyl	ug/l	142	2	1,4	1	0,7	1	0,7	<0,05	<0,05	0,12
Bromacil	ug/l	141	5	3,5	4	2,8	4	2,8	<0,03	<0,05	1,10
Hexazinon	ug/l	141	8	5,7	6	4,3	6	4,3	<0,05	<0,05	1,20
Dichlorbenzamid, 2,6-	ug/l	141	5	3,5	1	0,7	1	0,7	<0,05	<0,05	0,20
Bentazon	ug/l	4	3	75,0	1	25,0	1	25,0	0,06	1,20	1,20

3.8 Quellmessnetz (QMN)

Messnetzziel

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

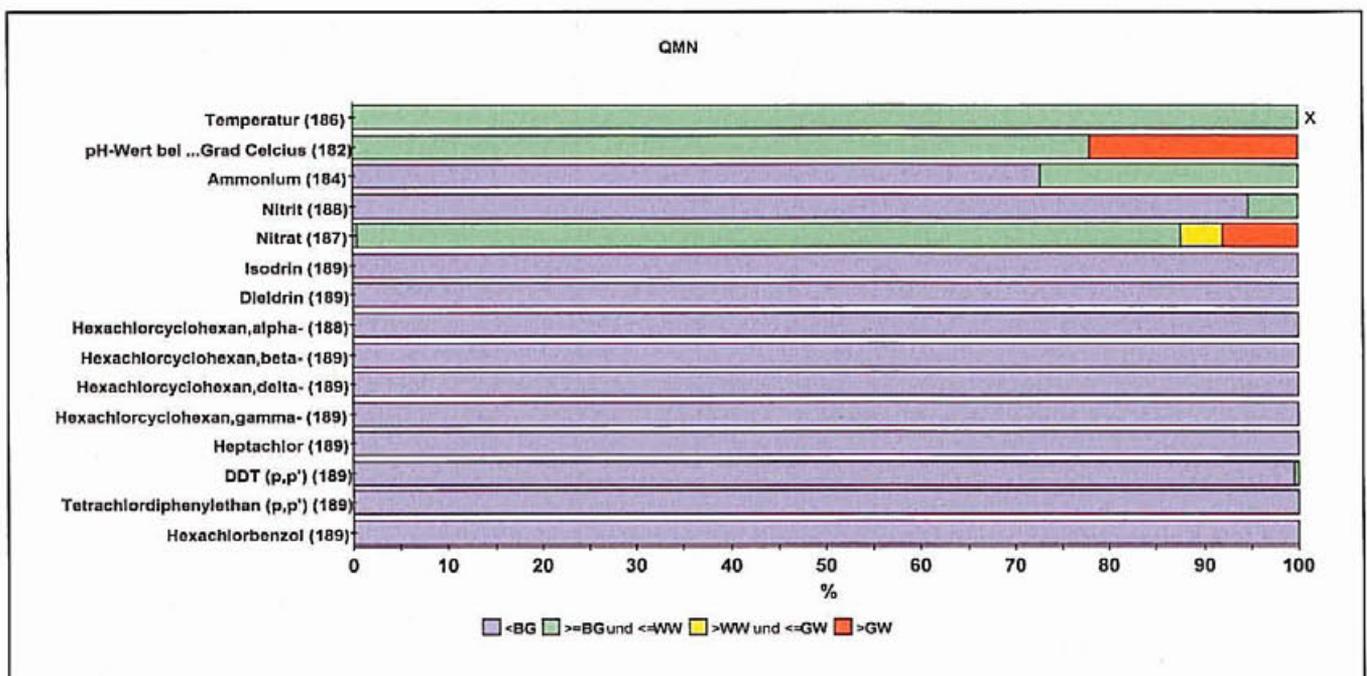


Datengrundlage

Die insgesamt 189 beprobten Quellen wurden generell untersucht auf die Messprogramme: „Vor-Ort“, „Organochlor-Pestizide“, „Landwirtschaft“, z.T. auf den diesjährigen PSM-Zusatzparameter Bentazon. Von den z.T. durchgeführten Sonderuntersuchungen auf MTBE und Gadolinium war das Quellmessnetz ausgeschlossen.

Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- **Nitrat:** Als Resultat der landwirtschaftlichen Düngeeinflüsse in Ackerbau- und Weinbauregionen liegt der Nitratgehalt nach wie vor an jeder achten Quelle über dem Warnwert von 40 mg/l und an jeder dreizehnten über dem Grenzwert der TrinkwV und der WRRL (50 mg/l). Die maximal vorgefundene Konzentration liegt bei 80 mg/l.
- Der einzelne Nachweis eines **Organchlor-Pestizids** im Bereich der Bestimmungsgrenze, also ohne Grenzwertüberschreitung, nämlich von **p,p'-Dichlordiphenyltrichlorethan (p,p'-DDT)**, befindet sich an einer Quelle mit Landwirtschaft im Einzugsgebiet.
- **Andere PSM: Bentazon** findet sich an der einen untersuchten Messstellen mit einer Grenzwertüberschreitung. An der betroffenen Quelle mit landwirtschaftlich genutzter Umgebung fanden und finden sich auch immer wieder andere PSM-Wirkstoffe wie Atrazin und das Abbauprodukt 2,6-Dichlorbenzamid.
- An jeder fünften Quelle finden sich **pH** - Grenzwertunterschreitungen. Im QMN finden sich mehr Messstellen mit Unterschreitungen des unteren TrinkwV-Grenzwertes von pH 6,5 als im Basismessnetz.



Ergebnisse 2003:		Baden-Württemberg QMN									
Parameter	Dimension	Anz. Mst.	>BG		>WW		>GW		P50 (Median)	P90	Maximum (Minimum)
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	Grad C	186	186	100,0	0	0,0	-	-	10,0	11,8	16,0
Leitfaehigkeit,elektrisch bei ...Grad Celsius	mS/m	185	185	100,0	3	1,6	2	1,1	53,5	76,4	261,6
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm	1/m	51	51	100,0	0	0,0	-	-	1,4	2,0	3,6
pH-Wert bei ...Grad Celcius	-	182	182	100,0	40	22,0	40	22,0	7,22	7,54	(4,84)/8,29
Saeurekapazitaet bis pH 4,3 bei ...Grad Celsius	mmol/l	50	50	100,0	-	-	-	-	0,79	6,30	6,90
Basekapazitaet bis pH 8,2 bei ...Grad Celsius	mmol/l	51	50	98,0	-	-	-	-	0,60	1,02	1,93
Summe Erdalkalien	mmol/l	52	51	98,1	-	-	-	-	0,52	4,38	18,58
Sauerstoff	mg/l	167	167	100,0	-	-	-	-	9,4	10,6	12,0
Sauerstoffsaeatigung	%	168	168	100,0	-	-	-	-	89,0	99,0	113,0
Kohlenstoff, geloester organischer	mg/l	51	43	84,3	0	0,0	-	-	0,80	1,10	1,70
Eisen, gesamt	mg/l	50	7	14,0	-	-	0	0,0	<0,010	0,012	0,030
Mangan	mg/l	51	8	15,7	-	-	1	2,0	<0,005	<0,010	0,069
Ammonium	mg/l	184	50	27,2	0	0,0	0	0,0	<0,010	0,018	0,070
Nitrit	mg/l	188	10	5,3	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	0,028
Nitrat	mg/l	187	186	99,5	23	12,3	15	8,0	12,8	44,0	80,0
Barium	mg/l	42	42	100,0	2	4,8	-	-	0,083	0,375	0,995
Aldrin	ug/l	189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Isodrin	ug/l	189	0	0,0	-	-	-	-	<0,010	<0,010	-
Dieldrin	ug/l	189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Endrin	ug/l	189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorcyclohexan,alpha-	ug/l	188	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorcyclohexan,beta-	ug/l	189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorcyclohexan,delta-	ug/l	189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorcyclohexan,gamma-	ug/l	189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Endosulfan,alpha-	ug/l	189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Endosulfan,beta-	ug/l	189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Heptachlor	ug/l	189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Heptachlorepoxyd, cis-	ug/l	189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Heptachlorepoxyd, trans-	ug/l	189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Dichlordiphenyltrichlorethan (o,p')	ug/l	188	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Dichlordiphenyltrichlorethan (p,p')	ug/l	189	1	0,5	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	0,010
Dichlordiphenyldichlorethen (p,p')	ug/l	189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Tetrachlordiphenylethan (p,p')	ug/l	189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Hexachlorbenzol	ug/l	189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Pentachlornitrobenzol	ug/l	189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,010	<0,010	-
Atrazin	ug/l	18	2	11,1	1	5,6	1	5,6	<0,02	0,03	0,13
Desethylatrazin	ug/l	19	5	26,3	1	5,3	1	5,3	<0,05	0,06	0,16
Simazin	ug/l	19	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	-
Desisopropylatrazin	ug/l	19	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Terbutylazin	ug/l	19	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	-
Desethylterbutylazin	ug/l	19	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,05	-
Propazin	ug/l	19	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,05	-
Metazachlor	ug/l	19	1	5,3	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,02
Metolachlor	ug/l	19	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,05	-
Metaxyl	ug/l	19	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Bromacil	ug/l	19	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Hexazinon	ug/l	19	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,05	-
Dichlorbenzamid, 2,6-	ug/l	19	2	10,5	0	0,0	0	0,0	<0,05	0,07	0,08
Bentazon	ug/l	1	1	100,0	1	100,0	1	100,0	0,11	0,11	0,11

4 Ausblick und Berichtswesen

Messnetzbetrieb

Im Jahr 2004 steht wieder die Zustandserhebung des Grundwassers auf industrierelevante Parameter auf dem Programm. Dabei werden neben LHKW und PAK auch Mineralölkohlenwasserstoffe, Cyanid und die Komplexbildner EDTA, NTA und DTPA untersucht. 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).

Die zweimonatlichen Untersuchungen auf den PSM-Wirkstoff Bentazon werden schwerpunktmäßig weitergeführt, an einigen wenigen belasteten Grundwassermessstellen, wie auch die Langzeituntersuchungen im Hinblick auf die Versauerung. Die Untersuchungen sollen eine Beobachtung des kurz- und längerfristigen Belastungsverlaufs möglich machen.

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 2003 wurde die „Grundwasserdatenbank“ (WAABIS-Modul-8, „GWDB“), die von den ca. 70 Dienststellen der Landes- und Kommunalverwaltung genutzt wird, weiter ausgebaut.

Neben den Optimierungen bei den bisher realisierten Funktionalitäten konnte die Grundidee des WAABIS-Projekts weiter verfolgt werden, durch Verknüpfung der WAABIS-Anwendungen redundanzfrei modulübergreifende Auswertungen zu ermöglichen.

Über den Objektzuordnungsdienst können Wasserschutzgebiete (WAABIS-Modul-7 „GewIS“) und für die Festsetzung des Wasserentnahmentgelts relevante Entnahmestellen (WAABIS-

Modul-11, „WEE“) mit den Grundwasserobjekten der „GWDB“ verknüpft werden. Damit stehen auch alle Objektdaten und Messwerte für die gewohnten Auswertungsmöglichkeiten der „GWDB“ bereit. Beispielsweise können gemessene Entnahmemengen aus der Grundwasserdatenbank und festgesetzte Entnahmemengen aus dem WEE-Modul in einem gemeinsamen Diagramm oder Standardbericht gegenübergestellt und verglichen werden.

Für das Jahr 2004 ist eine konsequente Weiterführung der Verknüpfungsmöglichkeiten mit anderen WAABIS-Modulen vorgesehen. Weitere Objektzuordnungen der Grundwassermessstellen zum Wasserrechtsdienst (WAABIS-Modul-1) und zum Altlastenmodul (WAABIS-Modul-6, „FIS-AGB“) werden realisiert.

Weitere standardisierte Berichte sowie die strukturierte Führung von Vergleichsanalysen und Nachproben werden ebenfalls Teil der nächsten WAABIS-Auslieferung sein.

Berichtswesen-Neuerscheinungen-Projekte

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 zahlenmäßige 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.lfu.baden-wuerttemberg.de/lfu/abt4/guq>. Auf den Internetseiten der LfU werden unter Umweltinformationen-Wasser auch Auszüge der jährlichen Berichte „**Ergebnisse der Beprobungen**“ angeboten, z.T. auch die kompletten Berichte.

Die LfU-Berichte sind unter der **Bezugsadresse** der Justizvollzugsanstalt (JVA) Mannheim erhältlich (Adresse s. Anhang oder Impressum).

Die „**Regionalberichte 2002** des Grundwasserüberwachungsprogramms“ - sind von folgenden Gewässerdirektionen und Bereichen veröffentlicht worden: **Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein: Bereich Rottweil** für die Landkreise Rottweil, Tuttlingen, Konstanz und den Schwarzwald-Basar-Kreis, **Bereich Waldshut-Tiengen** für den Stadtkreis Freiburg, die Landkreise Waldshut, Lörrach, Breisgau-Hochschwarzwald; **Gewässerdirektion Nördlicher Oberrhein: Bereich Freudenstadt** für die Landkreise Freudenstadt, Calw, Enzkreis und die Stadt Pforzheim, **Bereich Karlsruhe** für die Landkreise Karlsruhe, Rastatt und die Städte Karlsruhe und Baden-Baden; **Gewässerdirektion Neckar: Bereich Künzelsau** für den Hohenlohekreis und den Main-Tauber-Kreis, **Bereich Kirchheim** für die Landkreise Böblingen, Esslingen und Göppingen, **Bereich Besigheim** für die Stadtkreise Heilbronn und Stuttgart und für die Landkreise Rems-Murr, Ludwigsburg und Heilbronn, **Bereich Ellwangen** für den Ostalbkreis und die Landkreise Schwäbisch-Hall und Heidenheim; **Gewässerdirektion Donau-Bodensee: Bereich Riedlingen**, für den Zollernalbkreis und die Landkreise Sigmaringen und Biberach.

Die „**Regionalberichte für 2003** - Ergebnisse der Beprobung“ werden wieder in bewährter Weise für die einzelnen Stadt- und Landkreise ausgewertet und von den regionalen Behörden - Gewässerdirektionen und Bereichen - zur Verfügung gestellt.

In Form einer zweiten Mappe wurde die Fortschreibung der **Hydrogeologischen Erkundung Taubertal** fertiggestellt (HGE Taubertal - Mappe 2, 2003). Neben der aktualisierten Hydrologischen Grundkarte aus Mappe 1 (2000) mit einem Überblick über die wasserwirtschaftlichen Messeinrichtungen und die Wasserschutzgebiete, liegen nun auch die abgedeckte Hydrogeologische Karte, Schichtlagerungskarten und hydrogeologische Schnitte vor.

Ebenfalls im letzten Jahr fertiggestellt wurde die Mappe 1 der **Hydrogeologischen Erkundung Mittlere Alb** (HGE Mittlere Alb 1, 2003). Sie ent-

hält die Hydrologische Grundkarte mit einem Überblick über die wasserwirtschaftlichen Messeinrichtungen und die Wasserschutzgebiete. Im Beiheft sind in umfangreichen Tabellen die im großen Erkundungsgebiet zahlreich vorkommenden Messeinrichtungen aufgelistet.

Die Regionalberichte sind über die **Bezugsadressen** der verschiedenen Gewässerdirektionen beziehbar, die Karten der beiden o.g. Hydrogeologischen Erkundungen (HGE) über die Gewässerdirektion Neckar, Bereich Künzelsau bzw. Gewässerdirektion Donau/Bodensee, Bereiche Ulm und Riedlingen. Die HGE-Karten mit Beiheften sind für den konkreten Planungsgebrauch in Behörden und Planungsbüros auch als CD erhältlich.

Das grenzüberschreitende **INTERREG-III-Projekt** der EU zur Modellierung der Grundwasserbelastung durch Nitrat (MONIT) im Oberrheingraben läuft weiter (Elsaß, Schweiz, Baden-Württemberg). Hauptanliegen ist es, die **Nitrat-einträge** 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 sollen untersucht und in einem sozio-ökonomischen Modell nachgebildet werden. Dadurch kann eine Abschätzung der Effizienz von geplanten Maßnahmen zur langfristigen Reduzierung von Stickstoff im Boden und damit auch von Nitrat im Grundwasser erfolgen.

Die 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 sollen helfen, die bisherigen Kenntnisse über die Herkunft des Nitrat 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 wie z.B. mit Hilfe von flussseismischen Untersuchungen bei. Auf Grundlage des grenzüberschreitenden Grundwasserströmungsmodells werden Berechnungen des regionalen historischen Nitrattransports im Grundwasser durchgeführt und Betrachtungen zur zukünftigen Entwicklung angestellt. Erste Ergebnisse wurden am Tag des Wassers im März 2004 gemeinsam mit dem Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau in Freiburg vorgestellt.

Neben der „Nitratmodellierung“ werden weitere Interreg-III-Projekte in Zusammenarbeit mit französischen und Schweizer Partnern durchgeführt: 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.

Die Beprobung und Analytik bei der grenzüberschreitenden **Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben 2003** ist abgeschlossen. Die Auswertung und Darstellung der Ergebnisse ist in Bearbeitung. Das Projektgebiet erstreckt sich im Gegensatz zur Nitratmodellierung weiter bis in den nördlichen Oberrheingraben hinein. Beteiligte Länder sind neben den o.g. INTERREG-Projektpartnern auch Rheinland-Pfalz und Hessen, so dass das Projekt nahezu den gesamten Oberrheingraben erfasst.

Das Projekt Erhebung und Beschreibung der **Grundwasserfauna Baden-Württembergs** wurde weiter fortgeführt. Gemeinsam mit dem Institut für regionale Umweltforschung und Umweltbildung (IFU) am Institut für Biologie der Universität Koblenz-Landau wurden von der LfU 250 geeignete Messstellen ausgesucht. Die Fangkampagnen sind erfolgreich abgeschlossen. Das Identifizieren und Auszählen der Grundwassertiere und die Ergebnisdarstellung ist in Bearbeitung. Auf einer Tagung der LfU am 19. November 2003 wurden die ersten Ergebnisse vorgestellt.

Im Herbst 2004 wird eine aktualisierte Ausgabe des „Elektronischen **Jahresdatenkatalogs Grundwasser**“ als CD-ROM erscheinen, der die aktuellen chemisch-physikalischen Messwerte, Grundwasserstände und Quellschüttungen der Landesmessstellen der LfU - besonders für die Zielgruppe „Ingenieurbüros“ - tabellarisch, kartografisch und als Ganglinien bereitstellt.

Die **Überarbeitung des Basismessnetzes** einschließlich der Auswahl von neuen Messstellen, die menschlich weitgehend unbelastetes Grundwasser erfassen, hat begonnen und wird im nächsten Jahr weitergeführt, wie auch die Überarbeitung des **Quellmessnetzes**. Auch die Inbetriebnahme eines Teils eines **neuen Messnetzes mit tiefen Messstellen** ist in einem ersten Teilschritt erfolgt. Einige geeignete Messstellen - z.T. aus den bestehenden Teilmessnetzen - wurden bereits im Herbst 2003 beprobt, die übrigen müssen vor ihrer ersten Beprobung erst mittels geophysikalischer Untersuchungen auf ihre technische Eignung untersucht werden. Dieses Messnetz soll zukünftig Auskunft über den Zustand der zunehmend gefährdeten tiefen Grundwässer geben. Diese messstellenspezifischen Arbeiten greifen durch die teilweise vorzunehmende Teilmessnetzneuzuordnung von Messstellen in die bisher bestehenden Teilmessnetze ein.

5. Literaturverzeichnis

Veröffentlichungen der letzten 5 bis 6 Jahren mit Beteiligung der LfU.

Weitere Veröffentlichungen - LfU-Reihe-Grundwasserschutz und über Umweltinformationen - Wasser - sind im Internet unter <http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de> zusammengestellt. Der monatlich aktualisierte Zustandsbericht über den Entwicklungsstand der Grundwasservorräte in Baden-Württemberg (Grundwasserstände und Quellschüttungen-GuQ) ist unter <http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de/lfu/abt4/guq/> in Karten, Ganglinien und Textform abrufbar.

5.1 Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg - Ergebnisse

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, 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 u.a., 2003

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

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 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, Große Kreisstadt Pforzheim, Landratsamt Enzkreis, Gewässerdirektion Nördlicher Oberrhein - Bereich Freudenstadt: „Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg Enztal - Pforzheim - Mappe 2“. - Neu überarbeitete Hydrologische Grundkarte mit Wasserschutzgebieten, Beiheft mit Tabellen der hydrologischen Messeinrichtungen und Schubert: 6 Schichtlagerungskarten, 1 hydrogeologischer Schnitt, 1 Grundwassergleichenplan, 1 CD-ROM, Bezug über Gewässerdirektions-Bereich Freudenstadt, 2002.

LfU u.a., 2003

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

LfU u.a., 2003

LfU - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), Landratsamt Main-Tauber-Kreis, Gewässerdirektion Neckar - Bereich Künzelsau: „Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg Taubertal Mappe 2“. - Hydrologischer Bau, Beiheft mit Tabellen, 6 Karten, 1 CD-ROM, Bezug über LGRB, Freiburg, 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 Measurement 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 Einzelkar-

ten, Reihe Grundwasserschutz: Nr. 19, Karlsruhe, 2001.

LfU, 2001

Landesanstalt für Umweltschutz Baden - Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm - Grundwasseroberfläche 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 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 - Ergebnisse der Beprobung 1999“. - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 14, Karlsruhe, 2000.

LfU, 2000

Landesanstalt für Umweltschutz Baden - Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm - Grundwasseroberfläche im Oktober 1986 und April 1998 im Oberrheingraben zwischen Karlsruhe und Basel“. - 22 Seiten, Anhang mit 10 Grundwasserhöhengleichenkarten, Reihe Grundwasserschutz: Nr. 12, Karlsruhe, 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.

LfU u.a., 2000

LfU - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Landratsamt Main-Tauberkreis, Gewässerdirektion Neckar-Bereich Künzelsau: „Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg - Taubertal“. - Hydrologische Grundkarte, Beiheft mit Tabellen der hydrologischen Messeinrichtungen, Bezug über Gewässerdirektions-Bereich Künzelsau, 2000.

LfU u.a., 2000

LfU - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Große Kreisstadt Pforzheim, Landratsamt Enzkreis, Gewässerdirektion Nördlicher Oberrhein-Bereich Freudenstadt: „Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg - Enztal“. - Hydrologische Grundkarte, Beiheft mit Tabellen der hydrologischen Messeinrichtungen, Bezug über Gewässerdirektions-Bereich Freudenstadt, 2000.

Pruess u.a., 2000

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

Grimm-Strele, 1999

Grimm-Strele, J.: „GWM - Grundlage für einen nachhaltigen Grundwasserschutz in Baden - Württemberg“. - In: Dresdner Grundwasserforschungszentrum e.V. (Hrsg.): 7. DVGW-Forschungstag - Fachtagung Grundwasser - Monitoring 1999 - Anforderungen, Probleme und Lösungen, Proceedings des DGFZ e.V. H. 17, S. 143 - 156, Dresden, 1999.

LfU, 1999

Landesanstalt für Umweltschutz Baden - Württemberg: „Pilotprojekt Karlsruhe: Änderung der Grundwasserbeschaffenheit auf dem Fließweg unter der Stadt - Auswertung und Ergebnisse“. - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 7, Karlsruhe, 1999.

LfU, 1999

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm - Ergebnisse der Beprobung 1998“. - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 6, Karlsruhe, 1999.

LfU, 1999

Landesanstalt für Umweltschutz Baden - Württemberg (Hrsg.): „Grundwasserüberwachungsprogramm - Beprobung von Grundwasser - Literaturstudie“. - Reihe Grundwasserschutz: 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.

UVM u.a., 1999

Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten, Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz (Hrsg.): „Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Rhein-Neckar-Raum - Fortschreibung 1983 - 1998“. - Schubert mit 155 S., 18 Karten zu hydrogeologischen Schnitten, Grundwasseroberfläche, Druckverteilung, Grundwasserneubildung, Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung, Boden, Grundwasserbeschaffenheit, Ergebnisse des großräumigen Grundwassermodells, 1 CD-ROM, Stuttgart, Wiesbaden, Mainz, 1999.

Wingering, 1999

Wingering, M.: „Die Anwendung der Clusteranalyse bei der Auswahl repräsentativer Grundwassermessstellen in Baden-Württemberg“. -

Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, HW 43, H. 4: 174 - 183, Koblenz, 1999.

5.2 Fachspezifische EDV-Anwendungen

LfU, 2004

D. Schuhmann: Handbuch Grundwasserdatenbank:

Teil1: Einführung, Benutzerdefinierte Objekte, Objektarten und Stammdaten, Gütemesswerte und Probenahmedaten

Teil 2: Mengennesswerte, GISterm, Der Diagrammdienst

Teil 3: Berichte, Das SchALVO-Einstufungsmodul, Importfunktionen, Labdüs, Exportfunktionen

Teil 4: Datenaustauschdienst, GeoPro3D, Anhang

Lose-Blatt-Reihe für die WAABIS-Dienststellen, Karlsruhe, 2004.

IPF, LfU 2003

D. Hilbring, J. Wiesel (Institut für Photogrammetrie, Universität Karlsruhe), B. Schneider (LfU): „GISterm3D – Erstellung und Implementierung eines Konzepts für die Visualisierung von digitalen Geländemodellen in GISterm 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.

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: „Jahresdatenkatalog 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.

IITB, 2000

Usländer, Th., Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung (IITB): „Entscheidungskriterien und Architekturvarianten beim Einsatz von Java am Beispiel eines datenbankgestützten Umwelt-Informationssystems“ - Fachkonferenz „Java-based E-Business“ der IIR-Deutschland GmbH, München, 2000.

IITB u. LfU, 2000

Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung (IITB), Landesanstalt für Umweltschutz: „Weiterentwicklung der Entwicklungsumgebung WAABIS am Beispiel der Fachanwendung Grundwasser“. - In: R. Mayer-Föll, A. Keitel, A. Jaeschke (Hrsg.): „Projekt AJA - Anwendung JAVA-basierter Lösungen in den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung-Phase-I-2000“-Berichte des Forschungszentrums Karlsruhe - FZKA 6565, Karlsruhe, 2000.

S&K, 2000

Schmidt und Krejci GbR: „Projekt Labdüs 2.0 - Beschreibung Schnittstellen“. -Karlsruhe, 2000.

IITB, 1999

Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung: „Anwenderforderungen für die Grundwasserdatenbank“. - Karlsruhe, 1999.

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	=	Rohwassermessstellen der öffentlichen Wasserversorgung
VF	=	Vorfeldmessstellen
EL	=	Emittentenmessstellen Landwirtschaft
EI	=	Emittentenmessstellen Industrie
ES	=	Emittentenmessstellen Siedlung
SE	=	Sonstige Emittentenmessstellen
QMN	=	Messstellen des Quellschichtmessnetzes

A 2 Messprogramme im Herbst 2003

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

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 „Organo-Chlor-Pestizide“ - landesweit an allen Messstellen

alpha-Hexachlorcyclohexan, beta-Hexachlorcyclohexan, delta-Hexachlorcyclohexan, gamma-Hexachlorcyclohexan (= Lindan), Aldrin, Isodrin, Dieldrin, Endrin, alpha-Endosulfan, beta-Endosulfan, Heptachlor, cis-Heptachlorepoxyd, trans-Heptachlorepoxyd, o,p-Dichlordiphenyltrichlorethan (o,p-DDT), p,p'-Dichlordiphenyltrichlorethan (p,p'-DDT), p,p'-Dichlordiphenyldichlorethan (p,p'-DDE), p,p'-Tetrachlordiphenylethan (p,p'-TDE = p,p'-DDD), Hexachlorbenzol, Pentachlormitrobenzol.

Aus dem Messprogramm „Landwirtschaft“ - landesweit an allen Messstellen

Ammonium, Nitrat, Nitrit.

Zusätzliche Sonderuntersuchungen grenzüberschreitende Bestandsaufnahme 2003 - Messstellen im Oberrheingraben

Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm (SAK-254), Barium, Eisen, Mangan, Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), PSM: Atrazin, Desethylatrazin, Simazin, Desisopropylatrazin (=Desethylsimazin), Terbutylazin, Desethylterbutylazin, Propazin, Metazachlor, Metolachlor, Metalaxyl, Bromacil, Hexazinon, 2,6-Dichlorbenzamid.

„Zusätzliche Sonderuntersuchung Pflanzenschutzmittel an 21 ausgewählten gefährdeten Standorten“

Bentazon.

„Zusätzliche Sonderuntersuchung im Oberrheingraben an 25 ausgewählten gefährdeten Standorten“

Methyl-tertiär-butylether (MTBE).

„Zusätzliche Sonderuntersuchung an 22 ausgewählten gefährdeten Standorten“

Gadolinium.

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 noch 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).

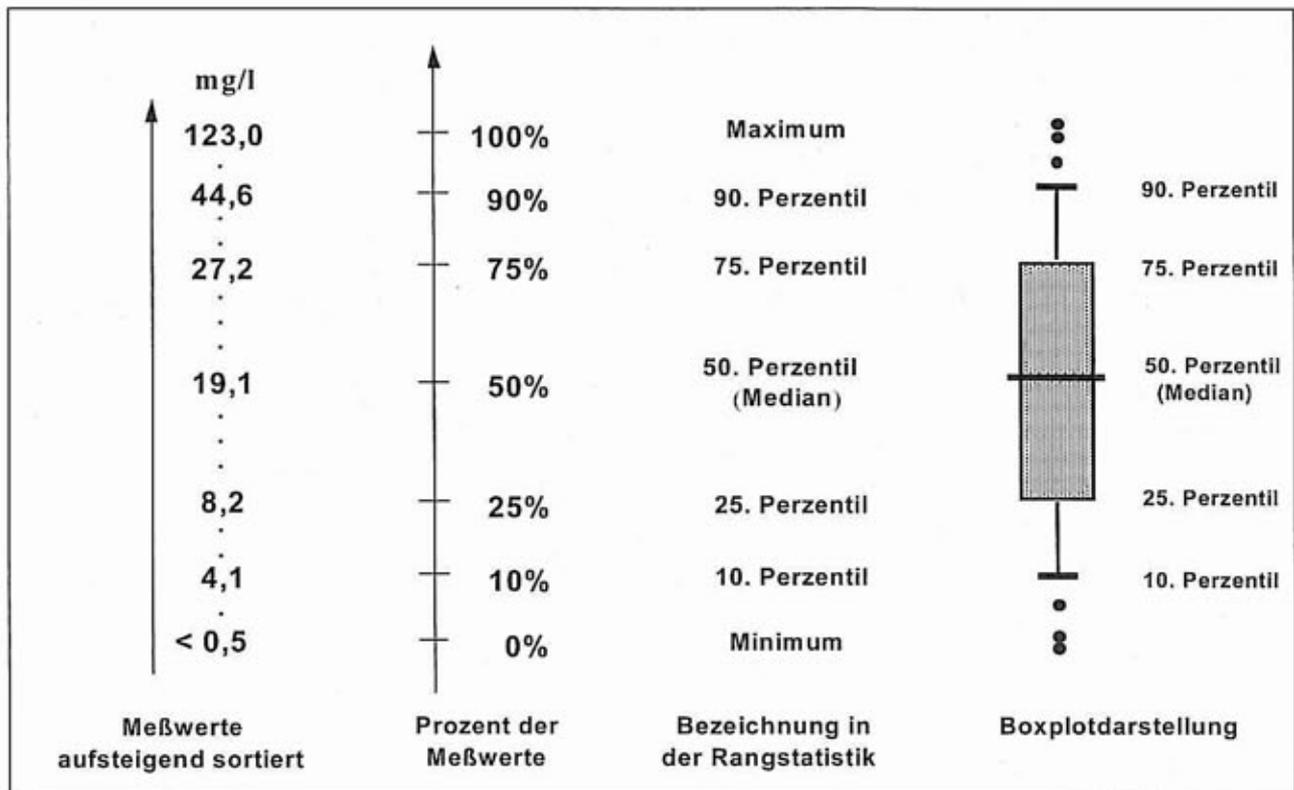


Abbildung A1: Beispiel für die Rangstatistik und die Boxplotdarstellung.

A 3.3 Zeitreihenstatistik: Trends an konsistenten und periodisch konsistenten Messstellen- gruppen

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 weitgehendst 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.

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

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

Parameter	Dimension	Anz.Mst. MW<BG	Bestimmungsgrenzen *	Mindestbestimmungsgrenzen	WW	GW
Temperatur	Grad C	0	entfällt	entfällt	20,0	-
Leitfähigkeit,elektrisch bei ...Grad Celsius	mS/m	0	entfällt	entfällt	200,0	250,0
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm	1/m	22	0,1 / 1,0	entfällt	5,0	-
pH-Wert bei ...Grad Celsius	-	0	entfällt	entfällt	6,50 / 9,50	6,50 / 9,50
Säurekapazität bis pH 4,3 bei ...Grad Celsius	mmol/l	1	0,10	entfällt	-	-
Basikapazität bis pH 8,2 bei ...Grad Celsius	mmol/l	1	0,05	entfällt	-	-
Summe Erdalkalien	mmol/l	1	0,05	entfällt	-	-
Sauerstoff	mg/l	83	0,1 / 0,2 / 0,5	0,5	-	-
Sauerstoffsättigung	%	38	1,0 / 5,0	entfällt	-	-
Kohlenstoff, gelöster organischer	mg/l	25	0,10 / 0,20 / 0,30 / 1,00	0,20	3,00	-
Eisen, gesamt	mg/l	273	0,010	0,010	-	0,200
Mangan	mg/l	356	0,002 / 0,003 / 0,005 / 0,010	0,010	-	0,050
Ammonium	mg/l	1328	0,010	0,010	0,400	0,500
Nitrit	mg/l	1754	0,010	0,010	0,080	0,100
Nitrat	mg/l	148	0,1 / 0,4 / 0,5	0,5	40,0	50,0
Barium	mg/l	1	0,010	0,010	0,800	-
Gadolinium	mg/l	22	0,00010	entfällt	-	-
Methyl-tert.-butylether	ug/l	13	0,04	0,05	30,00	-
Aldrin	ug/l	2086	0,005 / 0,010	0,010	0,020	0,030
Isodrin	ug/l	2085	0,005 / 0,010	0,010	0,080	0,100
Dieldrin	ug/l	2084	0,005 / 0,010	0,010	0,020	0,030
Endrin	ug/l	2087	0,005 / 0,010	0,010	0,080	0,100
Hexachlorcyclohexan,alpha-	ug/l	2081	0,005 / 0,010	0,010	0,080	0,100
Hexachlorcyclohexan,beta-	ug/l	2085	0,005 / 0,010	0,010	0,080	0,100
Hexachlorcyclohexan,delta-	ug/l	2085	0,005 / 0,010	0,010	0,080	0,100
Hexachlorcyclohexan,gamma-	ug/l	2082	0,005 / 0,010	0,010	0,080	0,100
Endosulfan,alpha-	ug/l	2087	0,005 / 0,010	0,010	0,080	0,100
Endosulfan,beta-	ug/l	2087	0,005 / 0,010	0,010	0,080	0,100
Heptachlor	ug/l	2086	0,005 / 0,010	0,010	0,020	0,030
Heptachlorepoxyd, cis-	ug/l	2087	0,005 / 0,010	0,010	0,020	0,030
Heptachlorepoxyd, trans-	ug/l	2087	0,005 / 0,010	0,010	0,020	0,030
Dichlordiphenyltrichlorethan (o,p')	ug/l	2083	0,005 / 0,010	0,010	0,080	0,100
Dichlordiphenyltrichlorethan (p,p')	ug/l	2086	0,005 / 0,010	0,010	0,080	0,100
Dichlordiphenyldichlorethan (p,p')	ug/l	2087	0,005 / 0,010	0,010	0,080	0,100
Tetrachlordiphenylethan (p,p')	ug/l	2086	0,005 / 0,010	0,010	0,080	0,100
Hexachlorbenzol	ug/l	2083	0,005 / 0,010	0,010	0,080	0,100
Pentachlornitrobenzol	ug/l	2087	0,005 / 0,010	0,010	0,080	0,100
Atrazin	ug/l	432	0,01 / 0,02	0,02	0,08	0,10
Desethylatrazin	ug/l	434	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,02	0,08	0,10
Simazin	ug/l	494	0,01 / 0,02	0,02	0,08	0,10
Desisopropylatrazin	ug/l	510	0,01 / 0,02 / 0,05	0,02	0,08	0,10
Terbutylazin	ug/l	521	0,01 / 0,02	0,02	0,08	0,10
Desethylterbutylazin	ug/l	522	0,01 / 0,02 / 0,05	0,02	0,08	0,10
Propazin	ug/l	522	0,01 / 0,02 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Metazachlor	ug/l	525	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Metolachlor	ug/l	512	0,01 / 0,02 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Metalaxyl	ug/l	520	0,01 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Bromacil	ug/l	506	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Hexazinon	ug/l	497	0,01 / 0,02 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Dichlorbenzamid, 2,6-	ug/l	507	0,01 / 0,05	0,05	0,08	0,10
Bentazon	ug/l	4	0,05	0,05	0,08	0,10

Tabelle A2: Bei der Beprobung 2003 häufig auftretende Bestimmungsgrenzen sowie Warnwerte (WW) des Grundwasserüberwachungsprogramms und Grenzwerte (GW) nach Trinkwasserverordnung vom 21.05.2001. (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.

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, mit Ausnahme der Karten der beprobten MTBE und Gadolinium-Messstellen, gilt folgende Farbcodierung:

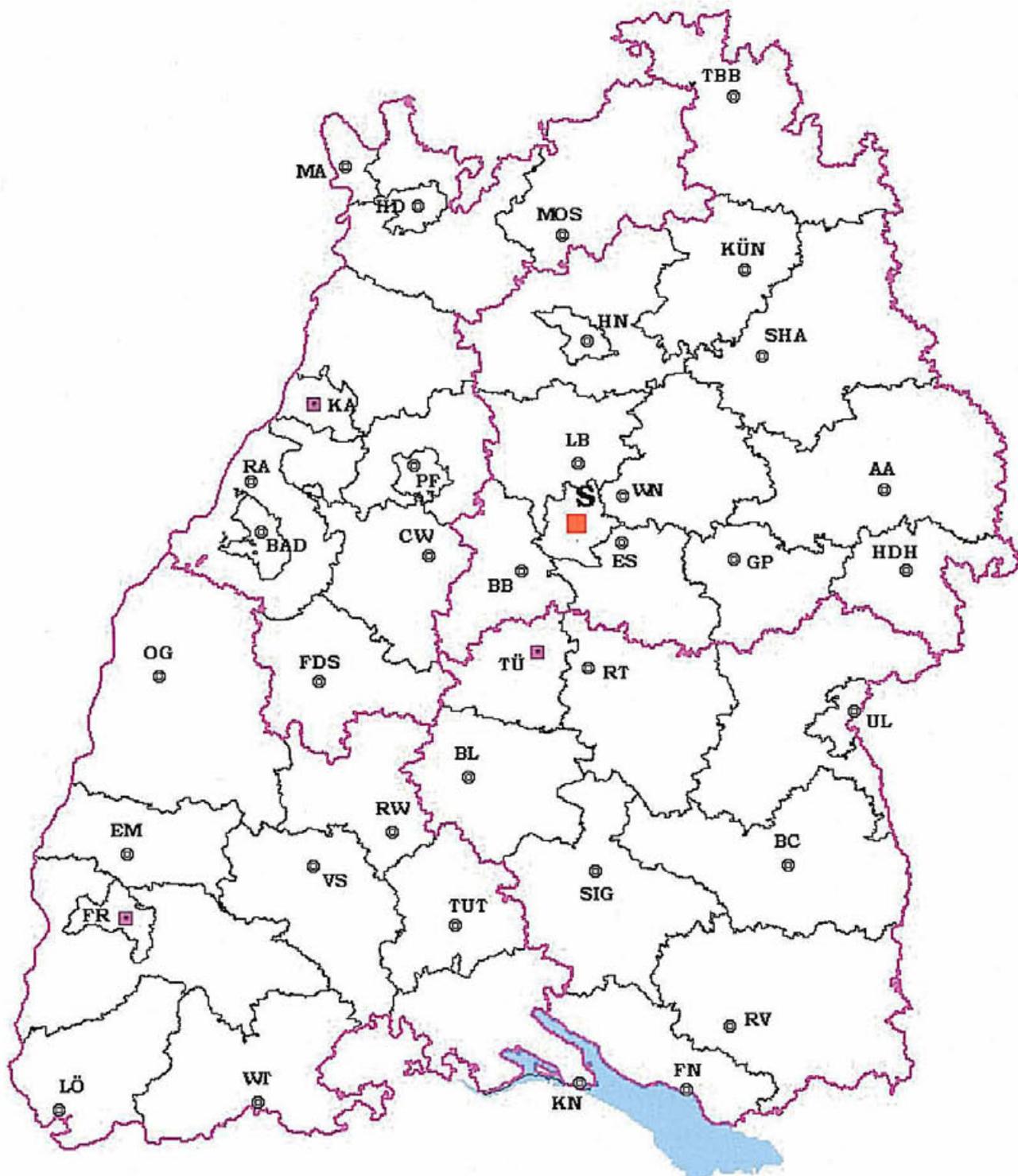
- | | | |
|---|---|---|
| • Hellblau, oder kleiner weißer Punkt | = | geogene Hintergrundbeschaffenheit, oder bei grundwasserfremden Stoffen Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze |
| • dunkelblau | = | Konzentrationen bis etwas oberhalb der Hintergrundbeschaffenheit |
| • grün | = | Konzentrationen merklich oberhalb der Hintergrundbeschaffenheit oder bei grundwasserfremden Stoffen geringfügig erhöhte Konzentrationen |
| • gelb | = | Überschreitung des Warnwertes des Grundwasserüberwachungsprogramms bzw. deutlich erhöhte Konzentrationen (beim pH-Wert: Überschreitung des oberen Grenzwertes von 9,5; bei Nitrat > 35 mg/l) |
| • rot | = | Überschreitung des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung von 1990 bzw. stark erhöhte Konzentrationen (beim pH-Wert: Unterschreitung des unteren Grenzwertes von 6,5) |
| • großer schwarzer Punkt oder violetter Punkt | = | Konzentrationen weit über dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 1990 bzw. dem Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms (bei pH-Wert: weit unterhalb des unteren Grenzwertes von 6,5) |

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

A 6 Hinweise zu den Statistiktabelle

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

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



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



LANDESANSTALT FÜR
UMWELTSCHUTZ
BADEN-WÜRTTEMBERG