

# Grundwasser- überwachungsprogramm Ergebnisse der Beprobung 2002





# **Grundwasser- überwachungsprogramm Ergebnisse der Beprobung 2002**



Herausgegeben von der  
Landesanstalt für Umweltschutz  
Baden-Württemberg  
1. Auflage  
Karlsruhe 2003

**Impressum**

<b>Herausgeber</b>	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg  76157 Karlsruhe • Postfach 21 07 52 <a href="http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de">http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de</a>
<b>ISSN</b>	1437-0131 (Bd. 23, 2003)
<b>Bearbeitung</b>	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg Abteilung 4 • Wasser und Altlasten
<b>Umschlaglayout</b>	Stephan May • Grafik-Design, 76227 Karlsruhe
<b>Titelbild</b>	Jutta Ruloff • Dipl. Designerin, 76275 Ettlingen
<b>Druck</b>	Greiserdruck, 76437 Rastatt
<b>Umwelthinweis</b>	gedruckt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier
<b>Bezug über</b>	Verlagsauslieferung der LfU bei JVA Mannheim – Druckerei, Herzogenriedstr. 11, 68169 Mannheim Telefax: 0621 / 398-370
<b>Preis</b>	€ 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
<b>1 Grundwassermessnetz Baden-Württemberg .....</b>	<b>11</b>
1.1 Zielsetzung .....	11
1.2 Organisation des Landesmessnetzes .....	11
1.3 Organisation des Kooperationsmessnetzes .....	12
1.4 Qualitätssicherungen im Rahmen des Messnetzbetriebes .....	12
1.4.1 Qualitätssicherung "Stammdaten" .....	15
1.4.2 Qualitätssicherung "Güte-Messwerte" .....	15
1.5 Datenverarbeitung für das Grundwassermessnetz .....	16
1.5.1 SchaLVO - Einstufungsmodul .....	16
1.5.2 Isolinien .....	16
1.5.3 GeoPro 3D .....	17
1.5.4 Weiterentwicklung .....	17
<b>2 Das Grundwasser 2002 in Baden-Württemberg .....</b>	<b>19</b>
2.1 Hydrologische Situation .....	19
2.2 Grundwasserneubildung aus Niederschlägen .....	21
2.3 Die Grundwasservorräte 2002 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 Statistische Kennzahlen für die verschiedenen Emittentengruppen .....	27
2.4.2 Räumliche Verteilung .....	27
2.4.3 Regionalisierung .....	29
2.4.4 Kurzfristige zeitliche Veränderungen (Vergleich zum Vorjahr).....	31
2.4.5 Mittelfristige Veränderungen .....	32
2.4.6 Nitratentwicklung innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten .....	34
2.4.7 Bewertung .....	35

2.5	Pflanzenschutzmittel (PSM) .....	36
2.5.1	Zulassung, Verwendung, Klassifizierung, Umweltrelevanz .....	36
2.5.2	Probennahme und Analytik .....	37
2.5.3	Bisher untersuchte Wirkstoffe .....	39
2.5.4	Phenylharnstoffe .....	39
2.5.5	Phenoxyalkancarbonsäuren .....	43
2.5.6	Weitere Herbizide .....	46
2.5.7	Insektizide .....	49
2.5.8	Bewertung der Gesamtsituation .....	51
2.6	Versauerung - pH-Wert .....	53
2.6.1	Problembeschreibung, Bedeutung .....	53
2.6.2	Landesweite Situation, räumliche Verteilung, Tendenzen, Bewertung .....	53
2.7	MTBE - Methyl-tertiär-butylether .....	56
2.7.1	Technische Verwendung, Stoffeigenschaften, Eintragspfade .....	56
2.7.2	Ergebnisse der Untersuchungen 1999 - 2001 .....	57
2.7.3	Ergebnisse der Untersuchungen 2002 .....	59
2.7.4	Bewertung .....	60
<b>3</b>	<b>Statistische Übersichten der Teilmessnetze .....</b>	<b>62</b>
3.1	Trendmessnetz (TMN) – Menge - Grundwasser und Quellen .....	62
3.2	Gesamtmessnetz - Beschaffenheit .....	64
3.3	Basismessnetz (BMN) .....	66
3.4	Rohwassermessstellen (RW) .....	68
3.5	Emittentenmessstellen Landwirtschaft (EL) .....	70
3.6	Emittentenmessstellen Industrie (EI) .....	72
3.7	Emittentenmessstellen Siedlung (ES) .....	74
3.8	Quellmessnetz (QMN) .....	76
<b>4</b>	<b>Ausblick und Berichtswesen .....</b>	<b>77</b>

<b>5</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>80</b>
5.1	Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg - Ergebnisse .....	80
5.2	Fachspezifische EDV - Fachanwendungen .....	83
	<b>Anhang .....</b>	<b>85</b>
A 1	Messstellenarten .....	85
A 2	Messprogramme im Herbst 2002 .....	85
A 3	Statistische Verfahren .....	86
A 3.1	Rangstatistik .....	86
A 3.2	Rangstatistik und Boxplot .....	86
A 3.3	Zeitreihenstatistik: Trends an konsistenten und periodisch konsistenten Messstellengruppen .....	87
A 4	Bestimmungsgrenze, Rechenvorschriften, Grenzwert, Warnwert .....	87
A 5	Darstellung von Konzentrationen anhand von Messpunkten (Karten) .....	89
A 6	Hinweise zu den Statistiktabelle .....	89
A 7	Kopiervorlage mit Land- und Stadtkreisen zur Erstellung einer Orientierungsfolie für die Konzentrationskarten .....	90

## 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 der Trinkwasserverordnung vom 05.12.1990 bzw. der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)
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-öVV	=	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 oder 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)
AOX	=	Adsorbierbare, organisch gebundene Halogene
DOC	=	Gelöster organischer Kohlenstoff
DON	=	Gelöster organischer Stickstoff
BTEX	=	Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol (Bestandteil des Ottokraftstoffes, organische Lösemittel)
DEA	=	Desethylatrazin (Abbauprodukt des Pflanzenschutzmittelwirkstoffs Atrazin)
EDTA	=	Ethylendiamintetraessigsäure (organischer Komplexbildner)
CKW	=	Chlorierte Kohlenwasserstoffe (organische Lösemittel)
MCPA	=	4-Chlor-2-methylphenoxyessigsäure (Pflanzenschutzmittelwirkstoff)
MTBE	=	Methyl-tertiär-butylether (Benzinzusatz)
NTA	=	Nitrilotriessigsäure (organischer Komplexbildner)
o-PO4	=	(gelöstes) ortho-Phosphat
P-Ges.	=	Gesamtphosphor
PSM	=	Pflanzenschutzmittel
SAK	=	Spektraler Absorptionskoeffizient
2,4 - D	=	2,4 - Dichlorphenoxyessigsäure (Pflanzenschutzmittelwirkstoff)



## Die wichtigsten Ergebnisse im Überblick

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 2.696 Messstellen des Landesmessnetzes untersucht. Die Untersuchungskosten an 2.113 Messstellen trägt das Land. Die Wasserversorgungswirtschaft stellte die Daten von 995 Analysen von 778 Messstellen als Kooperationsbeitrag zur Verfügung.

Nachdem 1999 die „geogenen“, in 2000 die landwirtschaftstypischen und in 2001 die industrietypischen Parameter untersucht wurden, standen in 2002 wieder die landwirtschaftstypischen Untersuchungen im Vordergrund. Der Benzinzusatzstoff MTBE wurde in einem auf den Oberrheingraben ausgeweiteten Projekt untersucht.

### Wichtigste Ergebnisse und Fazit:

#### Die quantitative Grundwassersituation des Jahres 2002 stellt sich wie folgt dar:

- Die Jahressummen der **Niederschläge** entsprachen insgesamt langjährig deutlich überdurchschnittlichen Verhältnissen. Die zweite Jahreshälfte - insbesondere der Monat November - zeichnet sich durch landesweit hohe Niederschlagsmengen aus. Die Monate Januar, April und Juni waren dagegen allgemein unterdurchschnittlich.
- Der Jahresgang der **Grundwasserneubildung** entsprach der erwartungsgemäßen Dynamik in der ersten Jahreshälfte. Die Herbstniederschläge verursachten zum Jahresende außergewöhnlich hohe Versickerungsraten.

- Insgesamt waren die **Grundwasserstände** und **Quellschüttungen** im Jahr 2002 sehr deutlich überdurchschnittlich, lagen auf insgesamt höherem Niveau als im Vorjahr.
- Die **kurzfristige Entwicklung (10 Jahre)** ist mit wenigen Ausnahmen weiterhin stark steigend.
- Bei der **mittelfristigen Entwicklung (20 Jahre)** werden nun erstmals überwiegend steigende Trends beobachtet, nachdem in den letzten Jahren ausgeglichene Verhältnisse dominierten.
- Die **langfristige Entwicklung (50 Jahre)** der Grundwasserstände ist mittlerweile erstmals ausgeglichen nachdem in den letzten Jahren noch überwiegend fallende Trends zu beobachten waren.

#### Die qualitative Grundwassersituation des Jahres 2002 stellt sich wie folgt dar:

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

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

- Die **kurzfristige Entwicklung (1 Jahr)** ist im Mittel nahezu unverändert. Auffallend sind die im Vergleich zum Vorjahr großen Belastungsabnahmen im oberen Konzentrationsbereich.

Die landesweiten mittleren Kennzahlen sind gegenüber dem Vorjahr gleichbleibend bis fallend.

Trendbeobachtungen über einen Beobachtungszeitraum von elf Jahren zeigen an regelmäßig in jedem Jahr im Herbst beprobten

- d.h. konsistenten - Messstellen im Vergleich zum Vorjahr leicht abnehmende Konzentrationen.

Die **mittelfristige** Entwicklung seit 1994 zeigt:

Der seit 1994 statistisch leicht fallende Nitrat-Trend bleibt trotz der Konstanz der landesweiten mittleren Kennzahlen zwischen 2001 und 2002 erhalten, hat sich aber abgeschwächt, wie es die Trendbeobachtungen an regelmäßig in jedem Jahr im Herbst beprobten - konsistenten - Messstellen zeigen.

Die landesweiten Warn- und Grenzwertüberschreitungsquoten sind die niedrigsten seit 1992. Die Grenzwertüberschreitungsquote ist mit 9,6 % erstmals einstellig.

Der seit 1994 statistisch feststellbare fallende Trend tritt gleichermaßen innerhalb wie außerhalb von Wasserschutzgebieten auf.

- Bei den **Pflanzenschutzmitteln** (PSM) sind die **Atrazin-** bzw. **Desethylatrazin**belastungen immer noch so hoch, dass sie bei der Nachweishäufigkeit der Pflanzenschutzmittel immer noch die Hauptbelastungen darstellen. Jedoch hat die Belastung in den letzten Jahren stark abgenommen.

Bei Betrachtung der Grenzwertüberschreitungsquoten aller in 2002 untersuchten PSM-Wirkstoffe - einschließlich der Abbauprodukte, ist das PSM-Abbauprodukt **2,6-Dichlorbenzamid** erstmals die PSM-Substanz mit der höchsten Grenzwertüberschreitungsquote, nicht mehr wie in den Vorjahren das PSM-Abbauprodukt Desethylatrazin.

Bei dem diesjährig landesweit durchgeführten PSM-Screening auf z.T. noch niemals landesweit oder zuletzt in 1997/2000 untersuchte PSM-Wirkstoffe wurden am häufigsten **Bentazon** an 93 Messstellen (Nachweisquote 4,4 %), **Diuron** an 32 und **Isoproturon** an 9 Messstellen nachgewiesen.

Gegenüber den Vorjahren wird Isoproturon mit steigender Nachweishäufigkeit nachgewiesen. Bei Diuron wird im Bereich von Gleisanlagen, Hauptverkehrsstrassen und Kläranlagen eine etwas steigende Grenz-

wertüberschreitungsquote festgestellt. Bei Bentazon ist zwar die landesweite Nachweishäufigkeit gesunken, jedoch ist die landesweite Grenzwertüberschreitungsquote stark gestiegen, auf nahezu 2 %.

Die für einige der o.g. PSM-Wirkstoffe in der Vergangenheit bereits ergangenen **Pflanzenschutzmittel-Nichtzulassungen sowie Anwendungs- und Teilanwendungsverbote**, wie z.B. für **Diuron**, sollten beibehalten werden. Die hohen Nachweis- und Grenzwertüberschreitungsquoten von Bentazon und 2,6-Dichlorbenzamid sprechen dafür, die Möglichkeit eines generellen Anwendungsverbots für **Bentazon** und **Diclobenil** - dem Ausgangswirkstoff von 2,6-Dichlorbenzamid - zu prüfen.

Die pilotmäßig bei dieser Beprobungskampagne untersuchten „neuen“ PSM-Wirkstoffe **Glyphosat**, sein Abbauprodukt **AMPA** und **Dimefuron** waren dreizehnmal nachweisbar mit sechs Grenzwertüberschreitungen.

**Andere untersuchte PSM** - wie auch einige **Insektizide** - wurden landesweit nicht oder jeweils nur an maximal 10 Messstellen nachgewiesen. Der Grenzwert der Trinkwasserverordnung bzw. der Wasserrahmenrichtlinie wurde dabei in vier Fällen überschritten.

- Die in 2002 ausgeweiteten Untersuchungen auf den Benzinzusatzstoff **MTBE-Methyltertiär-butylether** erbrachten eine überraschend hohe Nachweisquote von rund 15 %.

Jedoch waren die gemessenen Spitzenkonzentrationen deutlich niedriger als in den Pilotuntersuchungen der letzten Jahre. Nur in zwei Fällen wurde die als Geruchs- und Geschmacksschwellenwert geltende Konzentration von 5 µg/l überschritten.

Die Nachweise finden sich als Folge von punktuellen Einträgen nahezu immer im Abstrom von benachbarten ehemaligen und noch existenten kraftstoffherstellenden, -lagernden und -handelnden Betrieben und Einrichtungen - überwiegend Tankstellen und Tanklager (Altlasten).

- Es gibt keine Anhaltspunkte für einen **diffusen MTBE-Eintrag** über den Luftpfad und seine diffuse Verbreitung im Grundwasser, jedoch für eine Ausbreitung im Grundwasser nach punktuellen Eintrag.
- Bei der **Grundwasserversauerung** kann es weiterhin keine Entwarnung geben. Die Versauerungstendenz stagniert gegenüber dem Vorjahr und gegenüber den letzten Jahren.
- 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.

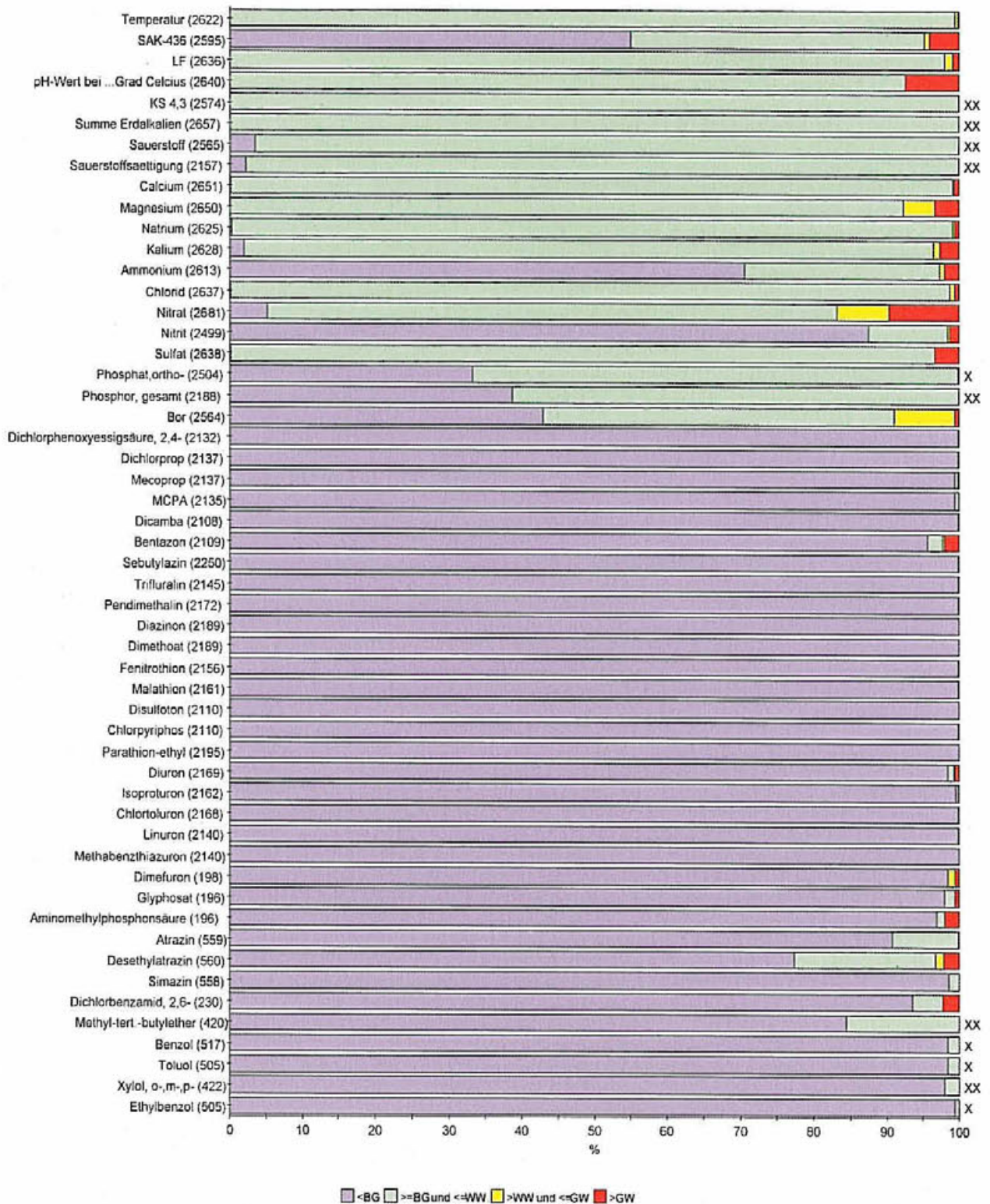


Abbildung 0.1: Übersicht über die Ergebnisse der Beprobung 2002: Prozentuale Verteilung der Messwerte (BG = Bestimmungsgrenze, WW = Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes), GW = Grenzwert der Trinkwasserverordnung v. 1990, < kleiner als, > größer als, ≤ kleiner gleich, ≥ größer gleich, in Klammern: 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 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 noch auf die Grenzwerte der alten TrinkwV von 1990.

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 Landesmessnetz Grundwasser besteht aus:

- dem Grundwasserbeschaffenheitsmessnetz:
    - Rund 2.700 Messstellen, gegliedert nach Beeinflussungen im Einzugsgebiet, nach der Bauform und der Nutzung der Messstellen.
- Die Beauftragung der Analytik erfolgt für rund 1.950 Messstellen und die rund 200 Quellmessstellen zentral durch die LfU. Für die übrigen Messstellen stellen die Wasserversorger im Rahmen der Kooperation Analysen bereit.
- 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 ist nicht Gegenstand dieses Berichts (rund 2.500 Messstellen), da er von den Gewässerdirektionen und deren Bereichen hinsichtlich regionaler Fragestellungen ausgewertet und verwaltet wird.
- dem Quellmessnetz
  - rund 200 Messstellen
  - z. Z. an rund 150 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 nur gemeinsam mit den Wasserversorgungsunternehmen weitergeführt werden.

Grundlage für den Betrieb des Kooperationsmessnetzes ist eine Vereinbarung zwischen VGW, DVGW-Landesgruppe, VKU, Städtetag und Gemeindetag.

Die genannten Organisationen haben die wave-GmbH (zuvor: vedewa r.V., Stuttgart) damit beauftragt, für die Rohwasseranalysen eine eigene Datenbank (GWD-WV) einzurichten und zu betreiben.

Im Frühjahr 2003 wurde diese Kooperation wesentlich erweitert, so dass künftig zusätzliche Messstellen zur Verfügung stehen.

Die dort eingehenden Daten werden der LfU für die landesweite Berichterstattung übermittelt. Die Ergebnisse der Wasserversorgungsunternehmen werden parallel in einem eigenständigen Bericht der GWD-WV dargestellt.

Zum Stichtag 27.02.2003 wurden aus der GWD-WV insgesamt 995 Analysen von 778 verschiedenen WVU-Messstellen (Fassungen der öffentlichen Wasserversorgung) bereitgestellt.

Davon konnten 77 Analysen von 62 Messstellen bei der LfU aus verschiedenen Gründen bisher nicht ausgewertet werden.

Letztlich konnten für das Jahr 2003 zusätzlich zum vom Land betriebenen Messnetz 918 WVU-Analysen von 716 verschiedenen WVU-Messstellen in die Grundwasserdatenbank der LfU eingelesen, ausgewertet und im vorliegenden Bericht interpretiert werden (Stichtag 20.05.2003). Für 133 Messstellen liegen zu den Daten des Landes ergänzende Daten der WVU vor (Überschneider).

Die regionale Verteilung dieser WVU-Kooperationsmessstellen zeigt Abbildung 1.3.1.

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 2002.

Teilmessnetz				
		Anzahl der beprobten Messstellen im Herbst 2002		
Grundwasserbeschaffenheitsmessnetz	Abk.	Land	Kooperationsmessnetz	Gesamt
Basismessnetz	BMN	111		111
Rohwassermessstellen für die öffentliche Wasserversorgung	RW	169	583* (+ 133 + 62 = 778)	752
Vorfeldmessstellen	VF	58		58
Emittentenmessstellen Landwirtschaft	EL	670		670
Emittentenmessstellen Industrie	EI	427		427
Emittentenmessstellen Siedlung	ES	423		423
Sonstige Emittentenmessstellen	SE	67		67
Quellmessnetz	QMN	188		188
<b>Summe</b>	<b>Alle</b>	<b>2.113</b>	<b>583</b>	<b>2.696</b>
Anzahl der beobachteten Messstellen 2002				
Grundwassermengenmessnetz	Abk.	Trendmessnetz	Regionalmessnetz	Gesamt
Grundwasserstand	ST	200	2.663	2.863
Quellschüttung	QS	17	174	191
Lysimeter	Lys	6	29	35
<b>Summe</b>	<b>Alle</b>	<b>223</b>	<b>2.866</b>	<b>3.089</b>

- Darüber hinaus liegen für 133 Mst. zu den Daten des Landes ergänzende Daten der WVU vor. Bei weiteren 62 Messstellen gibt es momentan noch Probleme bei der Übertragung und Zuordnung.

Tabelle 1.2.2: Organisation der vom Land betriebenen Teilmessnetze.

Organisation	Grundwasserbeschaffenheit	Grundwasserstand/Quellschüttung
<b>Messturnus</b>	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
<b>Organisation</b>	LfU und Regieunternehmen (Vergabe)	LfU, Gewässerdirektionen und deren Bereiche
<b>Messung</b>	<p>Probennahme und Analytik durch chemische Labors. Nachweis der Qualifikation u. a. durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelmäßige erfolgreiche Teilnahme an der Analytischen Qualitätssicherung (AQS) mit Ringversuchen und externen Laborauditorien</li> <li>• Teilnahme an Probennahme-Lehrgängen der LfU</li> </ul>	Mengenmessung durch freiwillige oder vom Land verpflichtete Beobachter. Unterschiedlicher Datenfluss bei den „Trendmessstellen“ für die landesweite Zustandsbeschreibung und den „Regionalmessstellen“ für den übergeordneten Grundwasserschutz.
<b>Messstelleneigentümer</b>	Größtenteils wird auf Messstellen zurückgegriffen, die nicht in Landesbesitz sind. Private, gewerbliche und kommunale Betreiber stellen die Messstellen zur Probennahme/Beobachtung zur Verfügung.	
<b>Kosten</b>	Die Kosten für Probennahme und Analytik bzw. Beobachtung trägt das Land.	
<b>Datenerfassung und Übermittlung</b>	Die mittels LABDÜS (LABorDatenÜbertragungsSystem) von den chemischen Labors erfassten Analysen werden der LfU per Diskette oder E-Mail übermittelt.	Die Beobachter übersenden Belege mit den eingetragenen Messdaten. Die Erfassung erfolgt durch die LfU bzw. per Vergabe an Büros.
<b>Datenhaltung</b>	Grundwasserdatenbank (GWDB) der LfU	
<b>Datenplausibilisierung</b>	Statistische und visuelle Plausibilisierungen beim Einlesen der Messwerte, ggf. Nachanalysen bei den Labors. Weiterhin: Mehrfachbestimmungen, vergleichende Untersuchungen, Analyse von Rückstellproben und Probennahmekontrollen vor Ort.	Visuelle Belegprüfungen, Plausibilitätsprüfung beim Einlesen, Kontrolle der Ganglinien, Zeitreihenanalysen sind vorgesehen.

- Landesmessstellen, welche auch von den Kooperationspartnern beprobt wurden (Überschneider)
- Kooperationsmessstellen

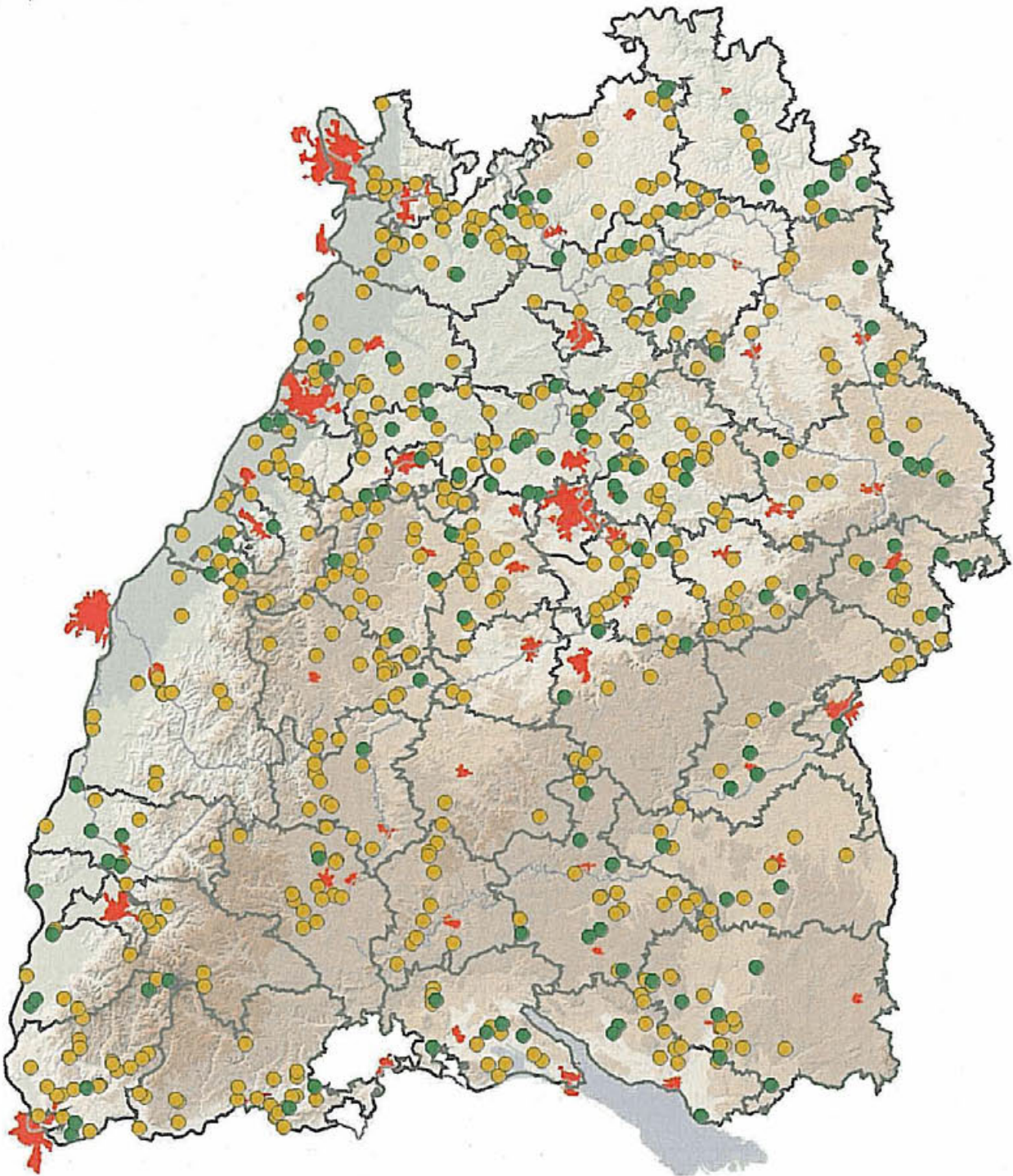


Abbildung 1.3.1: Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen (WVU) im Rohwassermessnetz: Regionale Verteilung im Jahre 2002.



## 1.4 Qualitätssicherungen im Rahmen des Messnetzbetriebes

### 1.4.1 Qualitätssicherung „Stammdaten“

Die systematische Überprüfung der Stammdaten der rd. 2.300 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 die 200 Trendmessstellen des Grundwasserstandsnetztes und für die 200 Quellen stehen noch einzelne Vor-Ort-Überprüfungen an.

Die laufende Stammdatenaktualisierung der einzelnen Messstellen findet nach jeder Beprobungskampagne in Form der Aufarbeitung der von den Probennehmern zurückgesandten Beprobungsunterlagen statt. Dabei werden z.B. aktuelle Messstellenfotos 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 ISO 17025 einer evaluierten Akkreditierungsstelle **oder**
- 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)).

- Im Vorfeld der Herbstbeprobung 2002 wurde eine Laborvergleichsuntersuchung auf ausgewählte PBSM 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 PSM-Grenzwert-Überschreitungen 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 PSM.

#### Probennahme:

- Erfolgreiche Teilnahme an den Lehrgängen I und II für Probennehmer beim Grundwassermessnetz
- 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 2002 lag der Schwerpunkt der Entwicklung der Grundwasserdatenbank (WAABIS Modul 8 - bei 44 Landratsämtern und Stadtkreisen, 13 Gewässerdirektionsbereichen sowie bei der LfU in Betrieb) auf der Einbindung von Verfahren zur Plausibilisierung von Messwerten und tiefergehenden Auswertungen, wie z.B. Isolinien für Grundwasserstände oder die Verfeinerung der dreidimensionalen Darstellungen der Hydrogeologie mittels „GeoPro 3D“.

Die Auswertungen und Darstellungen des vorliegenden Bericht wurden wiederum in weiten Teilen mit der Grundwasserdatenbank erzeugt.

Die in JAVA programmierte „Grundwasserdatenbank“ wurde in zwei weiteren Versionen im Mai und im Dezember 2002 an die Dienststellen ausgeliefert, wichtige Neuerungen dabei waren:

- Grafischer Diagrammeditor zur Plausibilisierung von Mengennmesswerten (Grundwasserstände, Quellschüttungen etc.)
- Einführung von Vertrauensklassen zur Einteilung von Messwerten (vertrauenswürdig, auffällig, unsicher), Prüf- und Bearbeitungsvermerken
- Selektionsmöglichkeiten von Punktobjekten und Punkt-Flächen-Verschneidungen im integrierten GIS-System zur Weiterverarbeitung des Ergebnisses in der Grundwasserdatenbank
- Durchgängige Erfassung und Auswertung von Entnahmemengendaten

An drei Beispielen soll erläutert werden, wie die Grundwasserdatenbank flexibel zur Vollzugsunterstützung SchALVO oder zur Auswertung von Grundwasserstandsdaten genutzt werden kann.

### 1.5.1 SchALVO - Einstufungsmodul

§ 5 „Besondere Schutzbestimmungen in Problem- und Sanierungsgebieten“ der Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung SchALVO bestimmt die Klassifizierung von Wasserschutzgebieten über die durchschnittlichen Konzentrationen von Nitrat (und Pflanzenschutzmitteln) und über den mittleren jährlichen Konzentrationsanstieg von Nitrat.

Die Grundwasserdatenbank bietet hierzu ein leicht zu bedienendes Einstufungsmodul, das die geforderten Daten tabellarisch wie auch grafisch ausgibt und die Unteren Verwaltungsbehörden mit einem Einstufungsvorschlag unterstützt (Abb. 1.5.1).

#### SchALVO-Einstufung für Wasserschutzgebiet Test

Einstufungsvorschlag: OGL

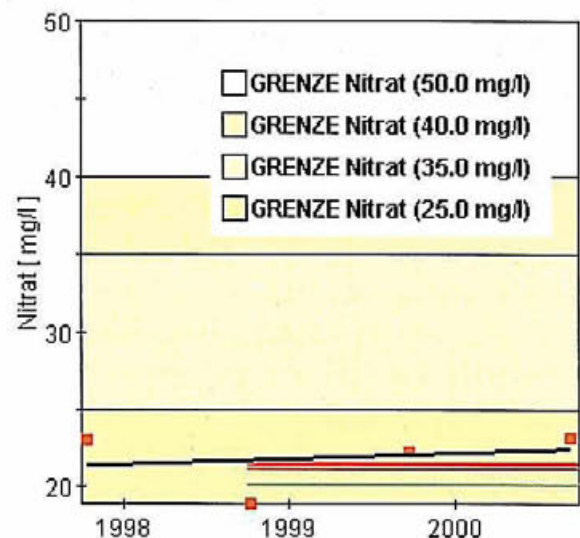


Abb. 1.5.1: SchALVO-Einstufungsmodul.

Im Beispiel sind die Nitratmesswerte aller im Wasserschutzgebiet liegenden Messstellen, der Versorgungsanlage in der Fassungszone, ihre Trends, sowie die Konzentrationsgrenzen für die Einstufung dargestellt. In diesem Fall schlägt die Grundwasserdatenbank „OGL“ (= Ordnungsgemäße Landbewirtschaftung, Normalgebiet) vor.

## 1.5.2 Isolinien

Die Isolinien werden nach dem Verfahren „Inverse-Distance-Weighted-Interpolation“ erzeugt: Bei diesem Verfahren werden eine vorgebbare Anzahl von Stützstellen in der Nachbarschaft gesucht. Näher liegende Stützstellen werden bei der Interpolation stärker berücksichtigt als weiter entfernte. Der Exponent mit dem die Entfernung berücksichtigt wird, ist frei wählbar.

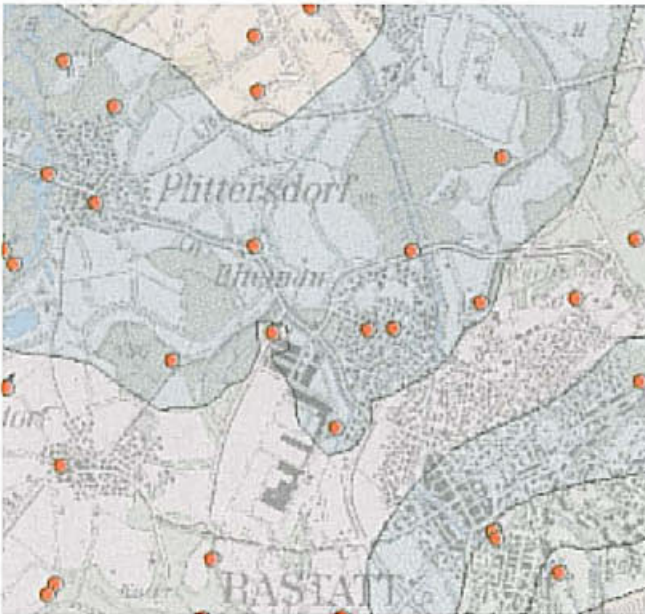


Abb. 1.5.2: Isolinien Grundwasserstand im Raum Rastatt.

## 1.5.3 GeoPro 3D

Das in die Grundwasserdatenbank eingebettete Modul „GeoPro 3D“ erlaubt die dreidimensionale Darstellung von hydrogeologischen Schichtenprofilen sowie des maximalen, durchschnittlichen und minimalen Grundwasserstands eines Gebietes.

Besonders ist „GeoPro 3D“ auch als Hilfsmittel geeignet, um Auftriebsprobleme an Gebäuden oder Kellervernässungen vorhersagen zu können.

Das oder die zu untersuchenden Gebäude werden in eine Karte im Geografischen Informationssystem GIS eingetragene und die vorliegenden Grundwasserstände und Profile z. B. über Selektion „Bounding Box“ direkt aus der

Grundwasserdatenbank ausgelesen und visualisiert.

Die Darstellung kann auch als 2D-Profileschnitt ausgegeben werden. Die Integration digitaler Höhenmodelle ist vorgesehen.

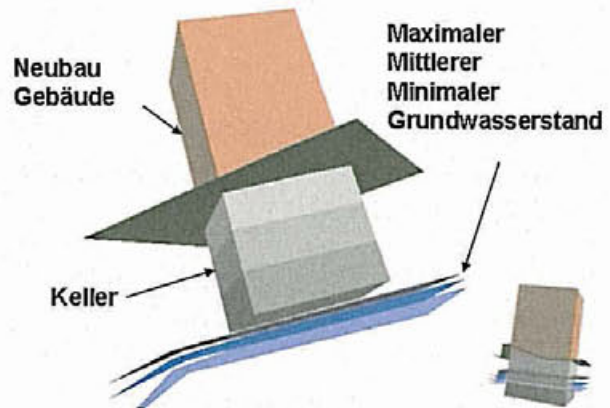


Abb. 1.5.3: GeoPro 3D: Lage der Grundwasserstände relativ zur Gebäudesohle.

## 1.5.4 Weiterentwicklung

Mit Abschluss der Entwicklungen des Jahres 2002 verfügt die Grundwasserdatenbank über die erforderlichen Funktionalitäten zur Erfassung, Speicherung, sowie zur einfachen und tiefergehenden Auswertung und Darstellung von Messstellendaten und Messwerten.

Im Rahmen der AJA-Kooperation („Anwendung JAVA-basierter und anderer leistungsfähiger Lösungen den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung“) wird weiterhin eine eng abgestimmte Entwicklung unter weitgehender Nutzung vorhandener Dienste zwischen dem Projekt „Fachinformationssystem Gewässer“ des Landes Thüringen und der Grundwasserdatenbank Baden-Württemberg angestrebt.

Besonders länderübergreifende Maßnahmen, wie Auswertungen im Rahmen der europäischen Wasserrahmenrichtliche oder die Bereitstellung von Berichten an das Umweltbundesamt oder die Europäische Umweltagentur werden künftig standardisiert bereitgestellt.

In Abweichung zu den letzten Jahren wird eine neue Version der WAABIS-Module nur noch einmal pro Jahr im Sommer ausgeliefert.

Für das Jahr 2003 sind folgende weitere Funktionalitäten vorgesehen:

- Standardisierte Ausgabe nationaler und europäischer Berichte
- Verfeinerung der Isoliniendarstellung für Grundwasserstände, Ausgabemöglichkeit einer Flurabstandskarte
- Korrelationsdiagramm und Differenzganglinien für Grundwasserstandsdaten
- Einbindung der Änderungen durch die Novellierung der Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001
- Verknüpfung der Grundwasserdatenbank mit dem WAABIS-Modul 11 „Wasserentnahmentgelt“ über den Objektzuordnungsdienst mit der Möglichkeit, festgesetzte und erklärte Entnahmemengen dort selektieren und über die Auswertemöglichkeiten der Grundwasserdatenbank darstellen zu können
- Bereitstellung von drei Zeitreihentestverfahren für chemisch-physikalische Messwerte (Standardabweichungsverfahren, Differenzverfahren, Verfahren der auffälligen Negativbefunde) zur Erkennung auffälliger Messwerte.

Desweiteren wird im Sommer 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.

## 2 Das Grundwasser 2002 in Baden-Württemberg

### 2.1 Hydrologische Situation

Das Jahr 2002 war im Vergleich zu den langjährig mittleren Verhältnissen deutlich überdurchschnittlich regenreich. Das Flächenmittel der Niederschlagshöhen betrug 2002 in Baden-Württemberg 1.201 mm, das sind 125 % des langjährigen Niederschlagsmittelwertes von 1961-1990 (Abbildung 2.1.1). Dieser Zustand ist in allen Landesteilen erkennbar.

Die innerjährlichen Niederschlagsverteilungen im Jahr 2002 weichen von dem langjährig mittleren Gang erheblich ab. Das Jahr 2002 ist durch eine Reihenfolge von außergewöhnlichen Abschnitten gekennzeichnet. Insbesondere die zweite Jahreshälfte zeichnet sich durch landesweit hohe Niederschlagsmengen aus. 160 mm Niederschlag wurden für Baden-Württemberg im Flächenmittel für den Monat November berechnet, das sind 198 % des langjährigen Mittelwerts.

Die Monate Januar, April und - im nördlichen Landesteil - der ansonsten regenreiche Monat Juni waren hingegen allgemein unterdurchschnittlich. Im Januar wurden im Landesmittel 31 mm Niederschlag berechnet, entsprechend 39 % des langjährigen Durchschnitts. Insgesamt liegen der landesweit deutlich überdurchschnittlichen Jahressumme von 1.201 mm Niederschlag stark variierende monatliche Verhältnisse zugrunde (Abbildung 2.1.2).

Niederschläge beeinflussen wegen der Transportzeiten durch die Deckschichten und im Grundwasserleiter (Tage bis mehrere Jahre) meist nicht unmittelbar die gemessenen Stoffkonzentrationen im Grundwasser. Sie wirken sich in Form von Auswaschungs- bzw. Verdünnungseffekten mit zeitlichem Verzug aus.

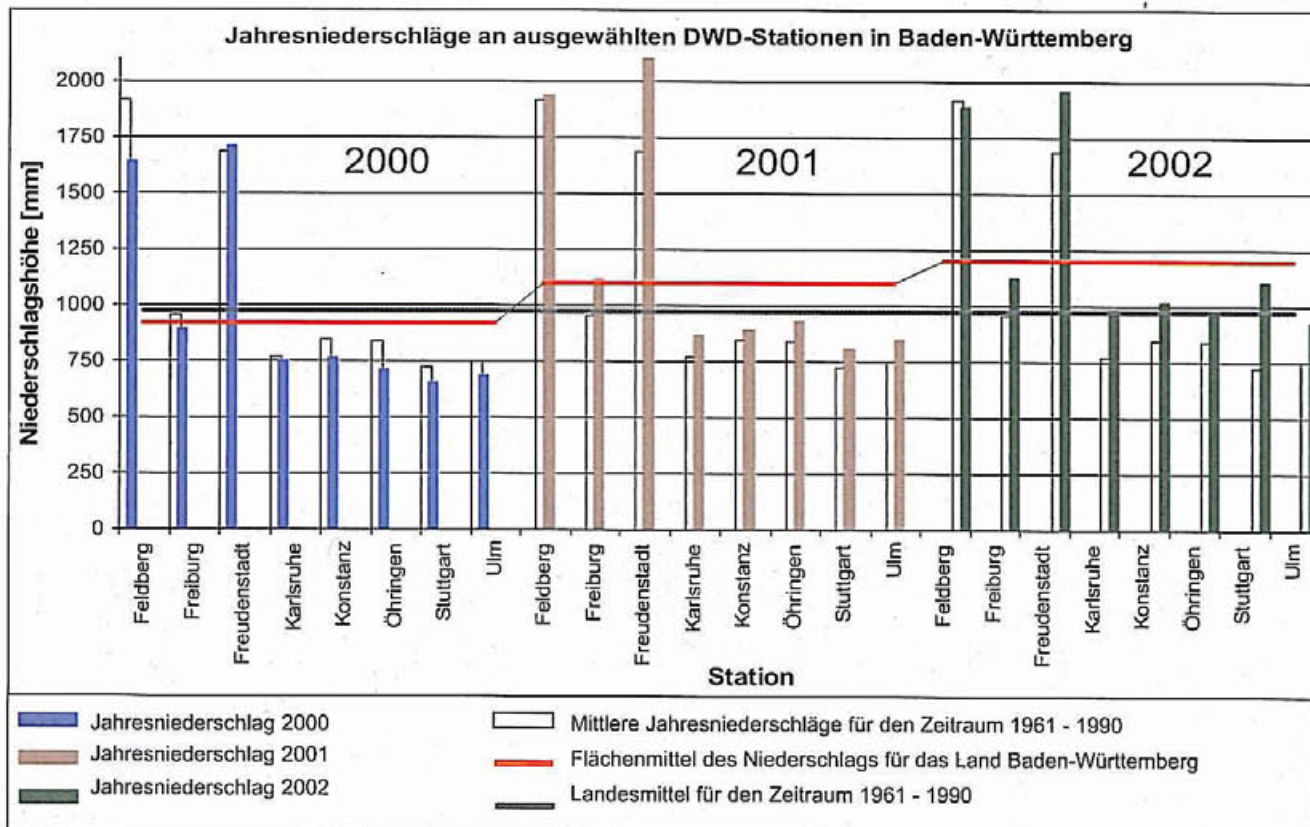
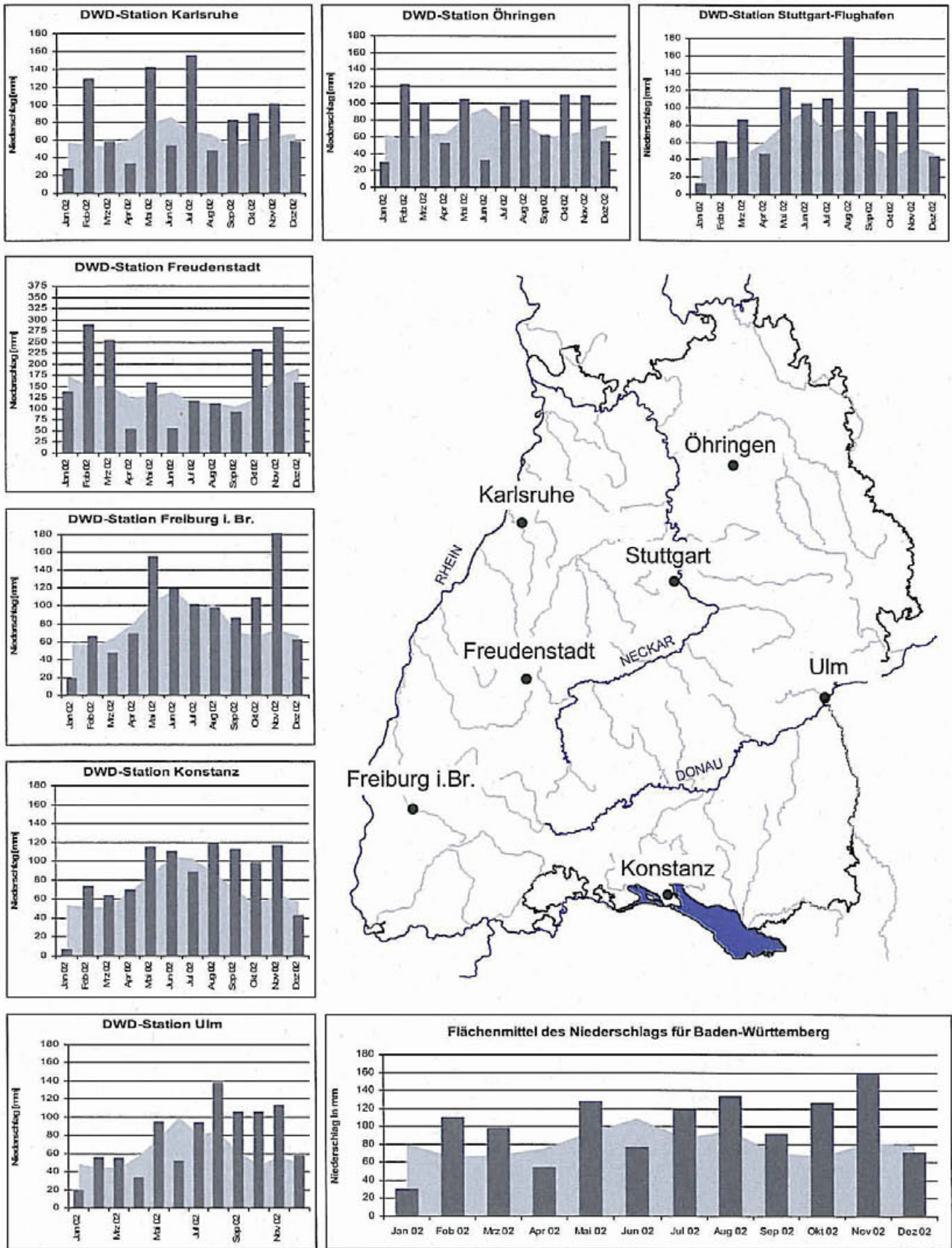


Abbildung 2.1.1: Jahresniederschläge an ausgewählten DWD-Stationen in Baden-Württemberg in den Jahren 2000, 2001 und 2002 (Quelle: DWD).



■ Langjährig mittlere Monatsniederschlagssummen (mm) (1961-1990)

■ Monatliche Niederschlagssumme (mm)

Abbildung 2.1.2: Monatliche Niederschlagshöhen an ausgewählten DWD-Stationen in Baden-Württemberg im Jahr 2002 (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 Egelsee 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 Grund-

wasserstand steigt i.a. von November bis Februar an und fällt dann bis zum Ende des hydrologischen Jahres in den Monaten September / Oktober ab. Die Analyse langjähriger Beobachtungsreihen von Niederschlag und Grundwasserstand deutet darauf hin, dass besonders die niederschlagsarmen Winterhalbjahre 1963, 1971 und 1972 sowie 1989 bis 1991 einen deutlich spürbaren Einfluss auf die Grundwasserstände (Niedrigwasserperioden im Grundwasser) hatten.

Die Lysimeterbeobachtungen dokumentieren die im Jahr 2002 differenzierten Grundwasserneubildungsverhältnisse in Baden-Württemberg. Die starken Sommerniederschläge in Oberrheingebiet und Illertal haben insbesondere im Illertal außergewöhnlich hohe Versickerungen bewirkt. Der Trendlysimeter im Singener Becken war im Gegensatz dazu von Mitte Juni bis einschließlich September 2002 trocken.

Insgesamt entsprach die Versickerung im ersten Halbjahr 2002 den langjährigen Mittelwerten, wobei der April durch unterdurchschnittliche Verhältnisse charakterisiert ist. Die deutlich überdurchschnittlichen Jahresniederschläge bewirkten erst zum Jahresende nennenswerte Versickerungen, die zu einem starken Grundwasseranstieg führten. Im Illertal führte dies bereits zur Jahresmitte zu einem besonders markanten Grundwasseranstieg. Die Grundwasserstände lagen zum Jahresende 2002 auf generell überdurchschnittlichem Niveau.

Die Neubildungsverhältnisse im Beprobungszeitraum 2002 entsprachen den langjährigen Mittelwerten. 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).

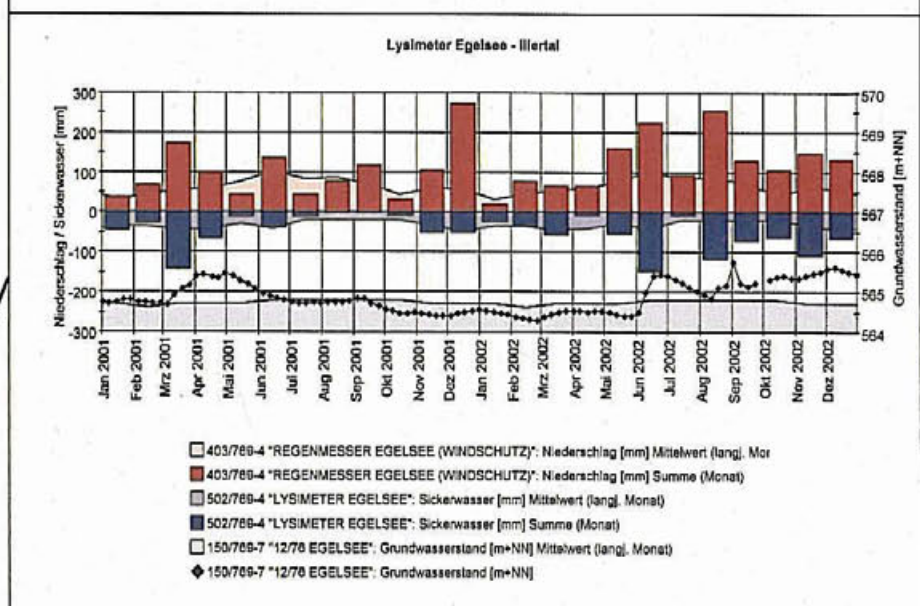
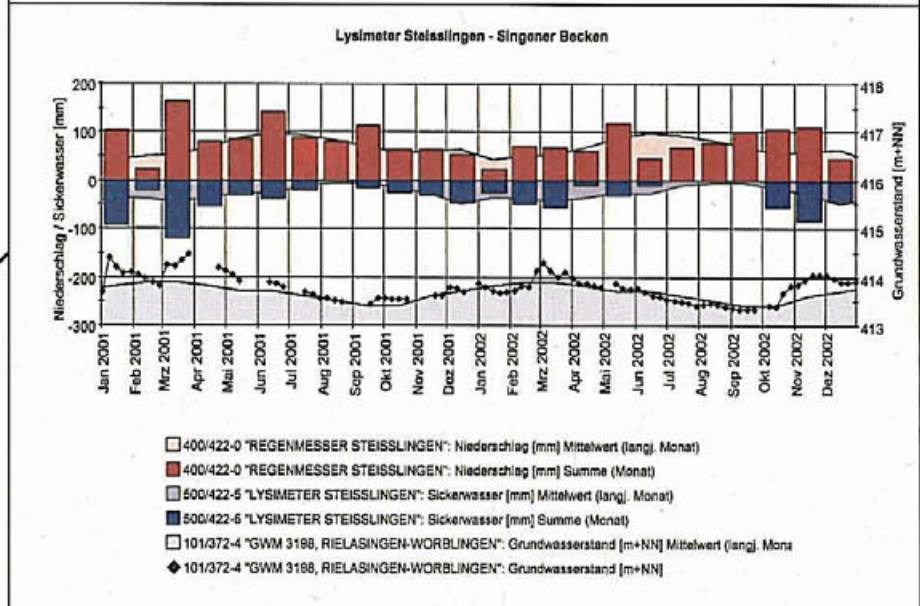
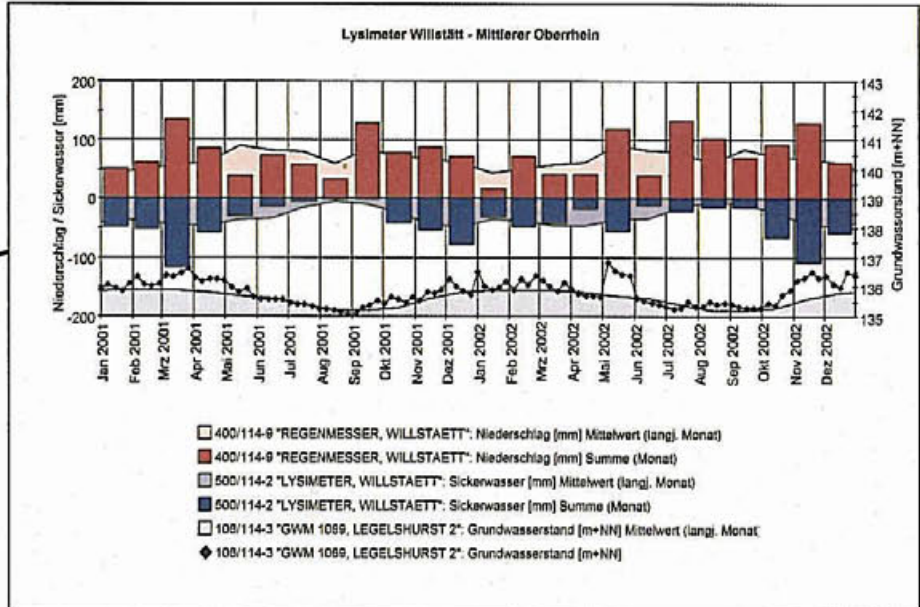
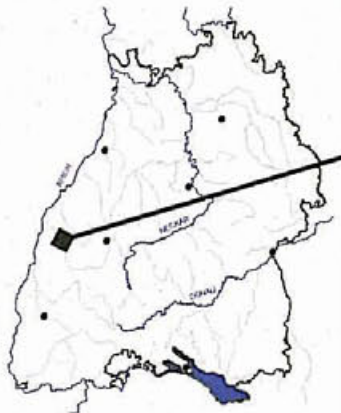


Abbildung 2.2.1: Niederschlag, Sickerung und Grundwasserstand an ausgewählten Lysimeteranlagen in den Jahren 2001 und 2002.



## 2.3 Die Grundwasservorräte 2002 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 2002 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 2002 sind im langjährigen Vergleich deutlich überdurchschnittlich. Das bereits erhöhte Ausgangsniveau wurde durch die erheblichen Jahresniederschläge weiter angehoben. Die Grundwasserstände bewe-

gen sich im Rhein-Neckar-Raum auf extrem hohem Niveau. In den südöstlichen Landesteilen sind die Grundwasserverhältnisse auf ein hohes Niveau deutlich angestiegen. Die anthropogen unbeeinflussten Quellschüttungen sind vorwiegend überdurchschnittlich.

### 2.3.2 Überregionale Grundwasserverhältnisse

Die messstellenbezogene Beurteilung der aktuellen quantitativen Grundwasserstandsverhältnisse wurde auf der Grundlage der Mittelwerte im Jahr 2002 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 Entwicklung der Grundwasserstände an **Hochrhein**, im **Wiesental** und **Klettgau** entsprach in der ersten Jahreshälfte von 2002 mittleren Verhältnissen. Ergiebige Niederschläge bewirkten zum Jahresende einen steilen Anstieg auf überdurchschnittliche Verhältnisse (Messstelle 0160/223-0 in Abb. 2.3.2).

Im Bereich des **südlichen und mittleren Oberrheins** bewegten sich die Grundwasserstände im Jahr 2002 auf überdurchschnittlichem Niveau. Ab Oktober war eine signifikante Aufwärtsbewegung zu verzeichnen (Messstelle 0126/114-5 in Abb. 2.3.1).

Die Grundwasserstände im **nördlichen Oberrhein** bewegten sich im Jahr 2002 anhaltend auf extrem hohem Niveau in allen Aquiferstockwerken (Messstelle 0107/305-0 in Abb. 2.3.1). Im **Rhein-Neckar-Raum** wurden die höchsten Grundwasserstände seit 30 Jahren beobachtet.

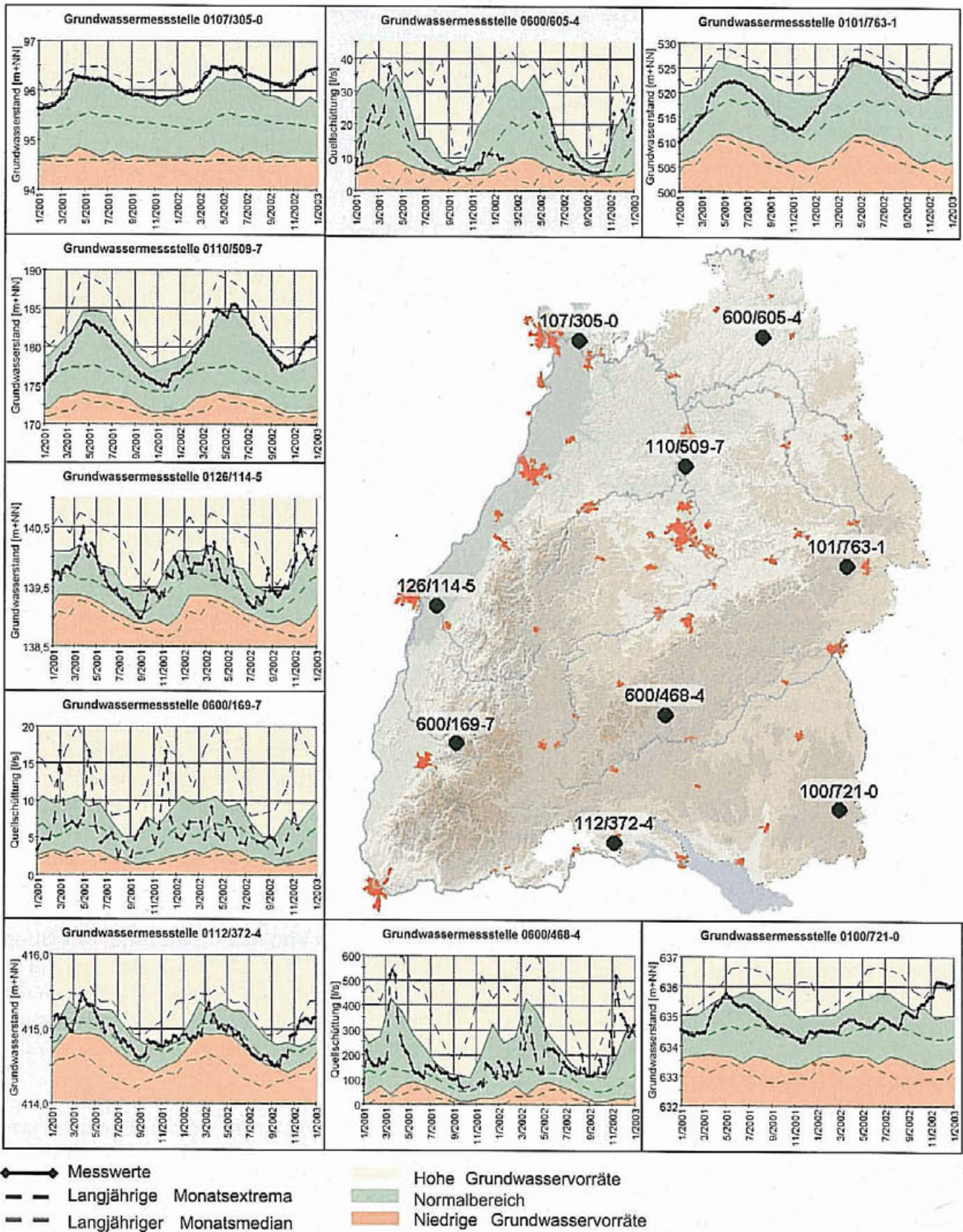


Abbildung 2.3.1: Grundwasserstand/Quellschüttung und zugehöriger Normalbereich an ausgewählten Grundwassermessstellen für die Jahre 2001 und 2002.

Die Entwicklung der Grundwasservorräte im **Singener Becken** verlief in der ersten Jahreshälfte 2002 unauffällig innerhalb des Normalbereichs. Nach den ergiebigen Herbstniederschläge wurde eine Erhöhung der Grundwasserstände und Quellschüttungen auf ein überdurchschnittliches Niveau beobachtet (Messstelle 112/372-4 in Abb. 2.3.1).

Die Grundwasserstände in den quartären Talfüllungen des **Donautals** bewegten sich auf insgesamt überdurchschnittlichem Niveau. Die langfristige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen (Messstelle 0001/569-0 in Abb. 2.3.2).

Die Grundwasservorräte der **Leutkircher Heide**, der **Iller- und Rißtäler** sowie im **Raum Isny** und im **Argendelta** sind im Jahresverlauf deutlich angestiegen. Nach einer unauffälligen Entwicklung innerhalb des Normalbereichs führten die starken Herbstniederschläge zum Jahresende 2002 einen steilen Anstieg der Grundwasservorräte bis auf das höchste Dezemberniveau seit 20 Jahren (Messstelle 0100/721-0). Die langfristige Entwicklungstendenz ist ausgeglichen.

Die Grundwasserstände und Quellschüttungen im Bereich der **Schwäbischen Alb** bewegten sich in der ersten Jahreshälfte 2002 innerhalb des Normalbereichs auf überdurchschnittlichem Niveau. Die starken Herbstniederschläge, die kurzfristige und steile Grundwasseranstiege auf 20-jährige Monatshöchstwerte auslösten, entsprachen der gängigen Dynamik in Karstaquifereen (Messstelle 0101/763-1 in Abb. 2.3.1). Die Quellschüttungen waren zum Jahresende be-

reits rückläufig an der Obergrenze des Normalbereichs (Messstelle 0600/468-4 in Abb. 2.3.1). Die 20-jährigen Trends sind ausgeglichen.

Die Grundwasserstände im Festgestein des **mittleren Neckarraumes** bewegten sich im Jahr 2002 an der Obergrenze des Normalbereichs und stiegen zum Jahresende auf das höchste Dezemberniveau seit 20 Jahren (Messstelle 0110/509-7 in Abb. 2.3.1).

Die Quellschüttungen in den Festgesteinen von **Nord-Württemberg** entwickelten sich im Jahr 2002 im oberen Normalbereich, teilweise auch – insbesondere niederschlagsbedingt zum Jahresende über den Normalbereich hinaus (Messstelle 0600/605-4 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 Schüttungen stiegen daher niederschlagsbedingt zeitweise über die Normalbereiche hinaus, entsprachen insgesamt jedoch den langjährigen Mittelwerten (Messstelle 0600/169-7 in Abb. 2.3.1).

Insgesamt beschrieben die Grundwasserstände und Quellschüttungen ein leicht höheres Niveau als im Jahr 2001 und entsprachen weitgehend deutlich überdurchschnittlichen Verhältnissen. Ein langfristiger Trend (20 Jahre) ist insbesondere bei Quellen überwiegend nicht vorhanden (siehe Abb. 2.3.3).

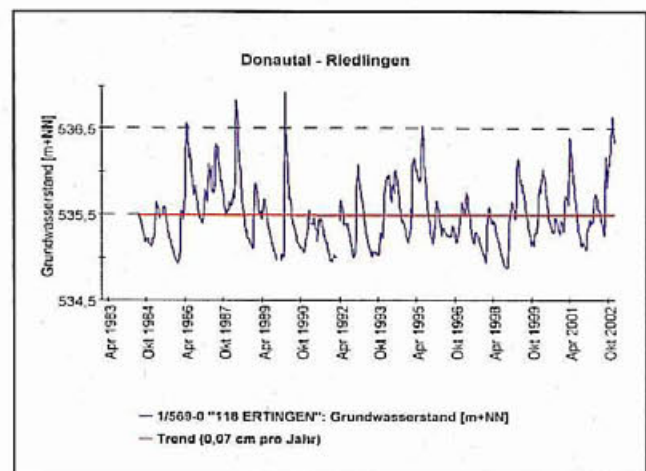
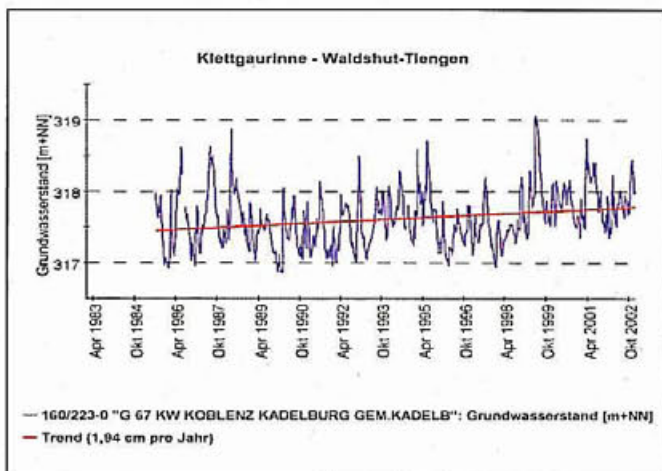


Abbildung 2.3.2: Ganglinien ausgewählter Grundwasserstandsmessstellen mit Trendbetrachtung (1983 - 2002).

**Zeichenerklärung der Grundwasserverhältnisse**

- Grundwasserstands-  
messstelle
- Quellmessstelle
- ▼ hoch, fallend
- ▼ überdurchschnittlich, fallend
- ▼ mittel, fallend
- ▼ unterdurchschnittlich, fallend
- ▼ niedrig, fallend
- hoch, ausgeglichen
- überdurchschnittlich, ausgeglichen
- mittel, ausgeglichen
- unterdurchschnittlich, ausgeglichen
- niedrig, ausgeglichen
- ▲ hoch, steigend
- ▲ überdurchschnittlich, steigend
- ▲ mittel, steigend
- ▲ unterdurchschnittlich, steigend
- ▲ niedrig, steigend

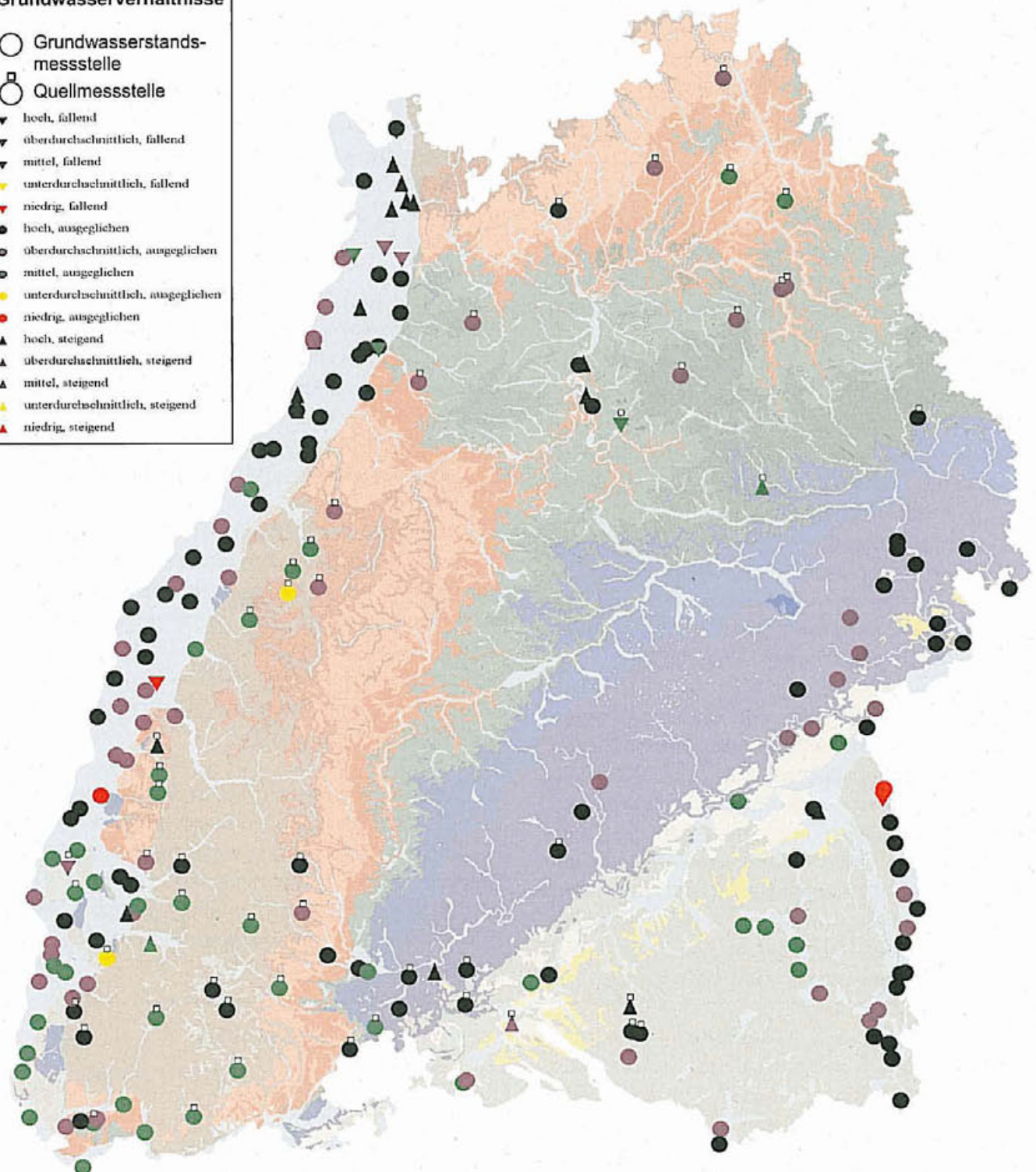


Abbildung 2.3.3: Charakterisierung der mittleren Grundwasserverhältnisse im Jahr 2002 und des Trendverhaltens im Zeitraum 1983 - 2002 (Hintergrunddarstellung: Grundwassereinheiten).

**Grundwassereinheiten**

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

## 2.4 Nitrat

### 2.4.1 Statistische Kennzahlen für die verschiedenen Emittentengruppen

Das allgemeine Konzentrationsniveau der Nitrat-Belastung ist anhaltend hoch.

Es hat keine wesentlichen Veränderungen zu den beiden Vorjahren gegeben. Das zeigen die Überschreitungshäufigkeiten des Grundwasserüberwachungsprogramms von 40 mg/l an **16,7%** und des Grenzwertes der WRRL bzw. TrinkwV von 50 mg/l an **9,6%** der Messstellen des Gesamtmessnetzes, d.h. inklusive der Kooperationsdaten der Wasserversorger (Tab. 2.4.1).

Die Beiträge der verschiedenen Messstellengruppen zur Gesamtbelastung sind wie in den Vorjahren sehr unterschiedlich, wobei die Rei-

henfolge der Teilmessnetze nach ihrer Überschreitungshäufigkeit unverändert ist.

So zeigen z.B. die Emittentenmessstellen Landwirtschaft (EL) ein überdurchschnittliches und das Basismessnetz (BMN) ein unterdurchschnittliches Belastungsniveau (Abb. 2.4.1). Die statistischen Kennzahlen dieser Teilmessnetze und die Daten der Teilmessnetze Siedlungen (ES) und Rohwasser (RW) zeigt Tabelle 2.4.1.

Daneben veranschaulicht auch Abb. 2.4.1 den im Vergleich großen Anteil an Messstellen mit hohen Nitratbelastungen im Teilmessnetz Landwirtschaft (EL).

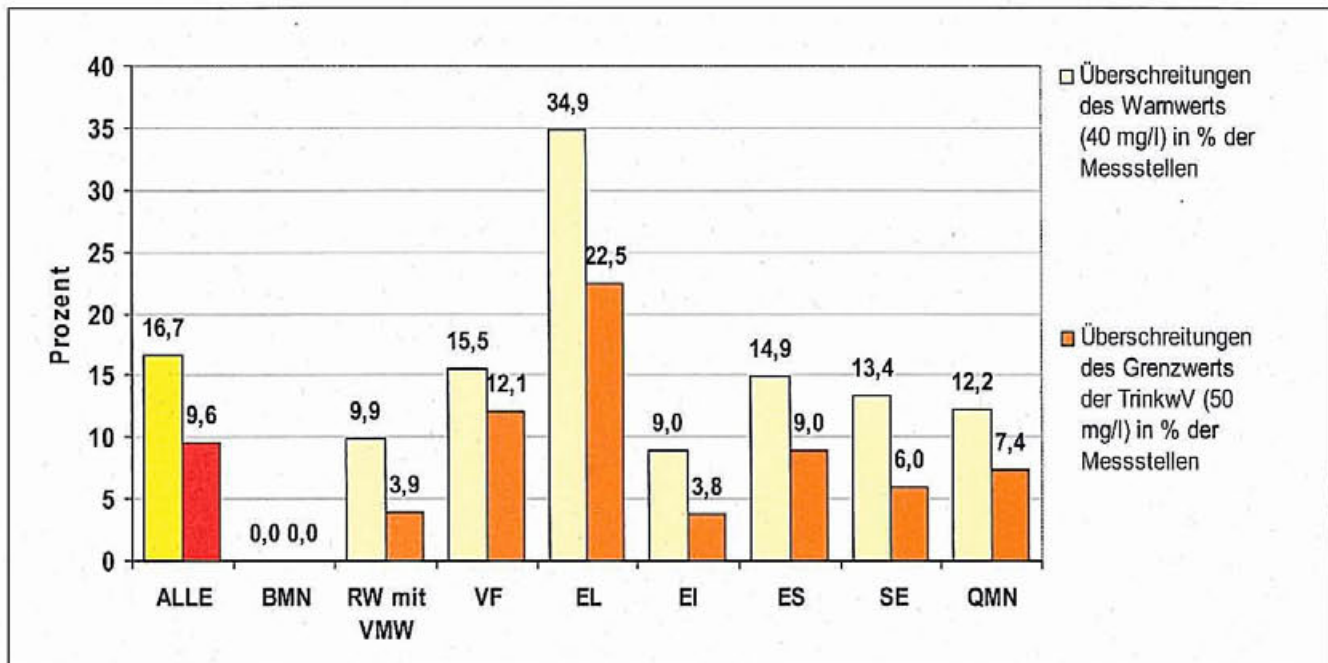


Abb. 2.4.1: Prozentualer Anteil der Messstellen mit Warn- und Grenzwertüberschreitungen im Gesamtmessnetz und in den Teilmessnetzen (Abkürzungen s. Anhang A1).

### 2.4.2 Räumliche Verteilung

Die regionale Verteilung der Nitratbelastung ist im Vergleich zu den Vorjahren großräumig unverändert. 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 Kaiser-

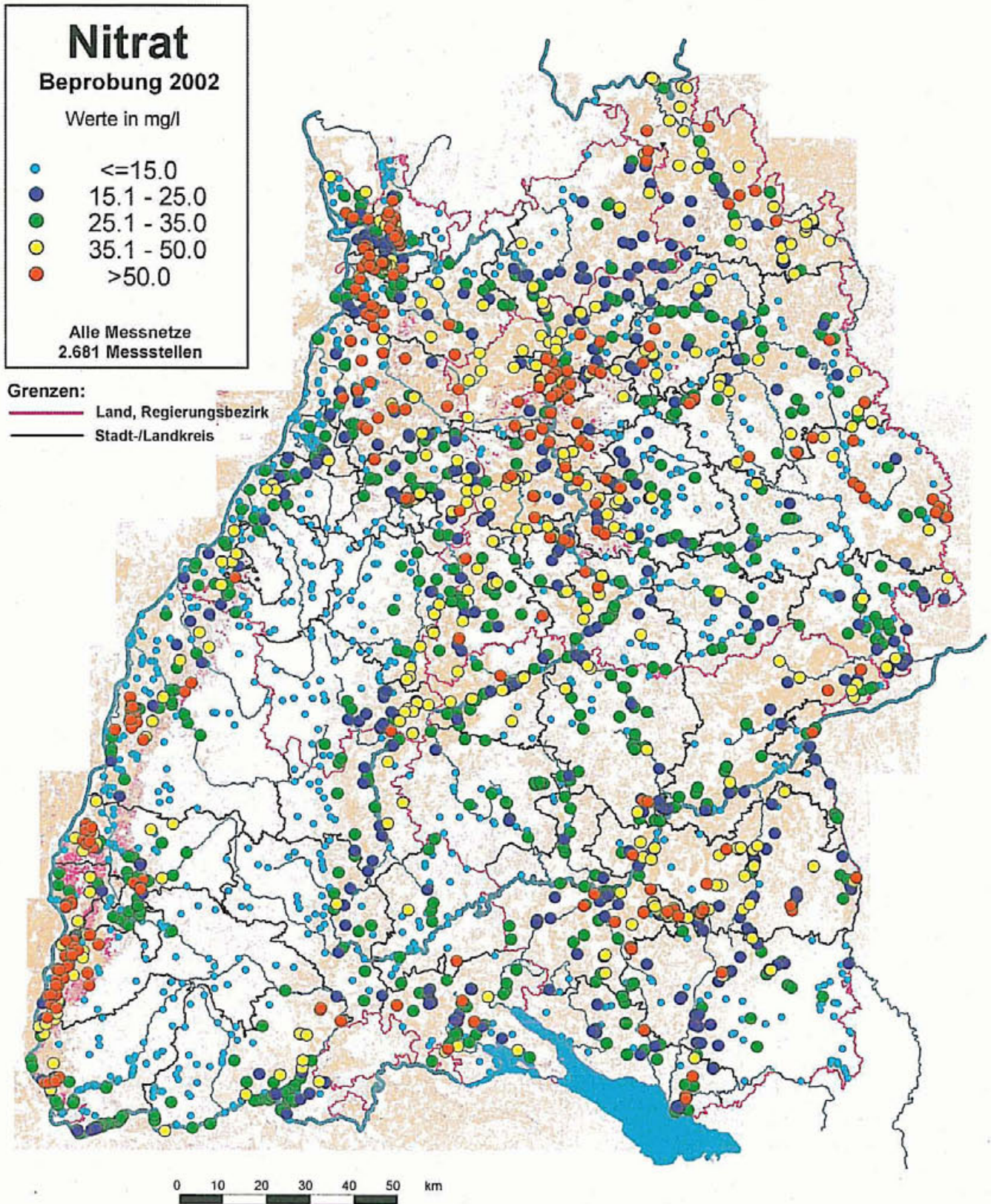


Abbildung 2.4.2:

**Nitratgehalte 2002 (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).

stuhls, das Gebiet um Ichenheim im Ortenaukreis und der östliche Ostalbkreis (Abb. 2.4.2).

Die konzentrationsenkenden 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.

Tabelle 2.4.1: Statistische Kennzahlen Nitrat 2002 (Abkürzungen s. Anhang A1).

	Gesamt messnetz	EL	ES	RW mit VMW	BMN
Anzahl der Messstellen	2.681	668	422	747	111
Mittelwert in mg/l	23,6	34,8	23,5	19,6	8,1
Medianwert in mg/l	19,0	29,5	19,7	16,3	7,4
Überschreitungen des Warnwerts (40 mg/l) in % der Messstellen	16,7	34,9	14,9	9,9	0,0
Überschreitungen des Grenzwerts der WRRL bzw. TrinkwV (50 mg/l) in % der Messstellen	9,6	22,5	9,0	3,9	0,0

### 2.4.3 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 aber dazu verleiten, aus dieser Darstellung lokale Einzelmesswerte abzulesen zu wollen.

Dies ist DV-technisch natürlich 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 verwendet, in dem die beiden Haupteinflussfaktoren Landnutzung in 16 Klassen und Hydrogeologie („Oberflächen-nahe Aquifere“) in 21 Klassen berücksichtigt werden. Tiefe Messstellen wurden ausgeschlossen.

Abbildung 2.4.3 verdeutlicht die Hauptbelastungsgebiete. Angegeben sind die Konzentrationen der 300 m x 300 m - Rasterelemente. Durch die räumliche Integrationswirkung werden dabei die punktuellen Extremwerte an den Messstellen nicht erreicht.

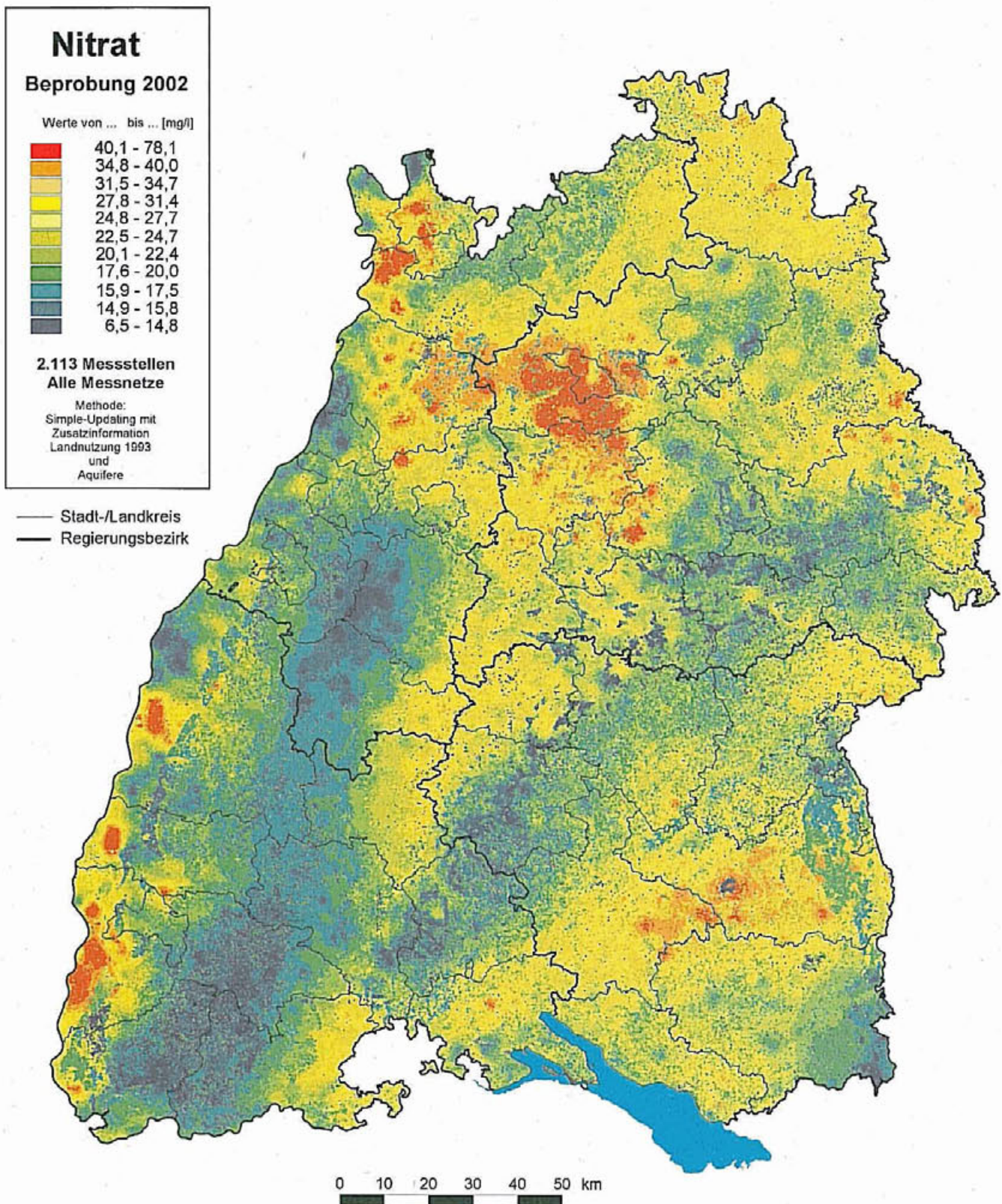


Abbildung 2.4.3:

Verteilung Nitratgehalte 2002 im oberflächennahen Grundwasser, regionalisierte Darstellung, nur oberflächennahe Messstellen (Anm.: Dargestellt sind 2.113 von insgesamt 2.681 Messstellen, da ein Teil der Messstellen in tiefen Aquiferen verfiltert ist oder für Messstellen keine Aquifer- oder Landnutzungsbezeichnung vorliegt).



#### 2.4.4 Kurzfristige zeitliche Veränderungen (Vergleich zum Vorjahr)

Bei den wichtigsten summarischen Statistiken sind im gesamten „landesweiten“ Messnetz im Vergleich zum Vorjahr keine relevanten Veränderungen zu beobachten (Tab. 2.4.2).

Der Medianwert der Nitratkonzentration liegt wie im Jahr 2001 bei 19 mg/l, während beim Mittelwert eine leichte Abnahme von 24,0 auf 23,6 mg/l festzustellen ist.

Tabelle 2.4.2: Statistische Kennzahlen der Nitratdaten von 2002 im Vergleich zu 2001.

	Gesamt- messnetz 2002	Gesamt- messnetz 2001
Anzahl der Messstellen	2.681	2.651
Mittelwert in mg/l	23,6	24,0
Medianwert in mg/l	19,0	19,0
Überschreitungen des Warnwerts (40 mg/l) in % der Messstellen	16,7	17,3
Überschreitungen des Grenzwerts der WRRL bzw. der TrinkwV (50 mg/l) in % der Messstellen	9,6	10,1

An 2.606 Messstellen des landesweiten Messnetzes liegen Nitrat-Messwerte sowohl für 2002 als auch für 2001 vor. Beim direkten Vergleich der einzelnen Messstellen zeigt sich, dass 1.070 Zunahmen des Nitratwertes (maximal um + 87,9 mg/l) 1.361 Messstellen mit abgenommenen Nitratkonzentrationen (bis zu - 76,1 mg/l) gegenüber stehen. Dies entspricht bei 41,1 % Zunahmen im Vergleich zu 52,2 % Abnahmen einem

Überwiegen der Abnahmen um das etwa 1,3-fache. Bei den restlichen 175 Messstellen sind die Nitratwerte im Vergleich zum Vorjahr unverändert.

Betrachtet man alle konsistenten Messstellen aus 2002 und 2001, so ergibt sich im Vergleich zum Vorjahr im Mittel eine etwas stärkere Abnahme (**0,5 mg/l**) als beim Vergleich der Gesamtmessnetze (**0,4 mg/l**, vgl. Tab.2.4.2).

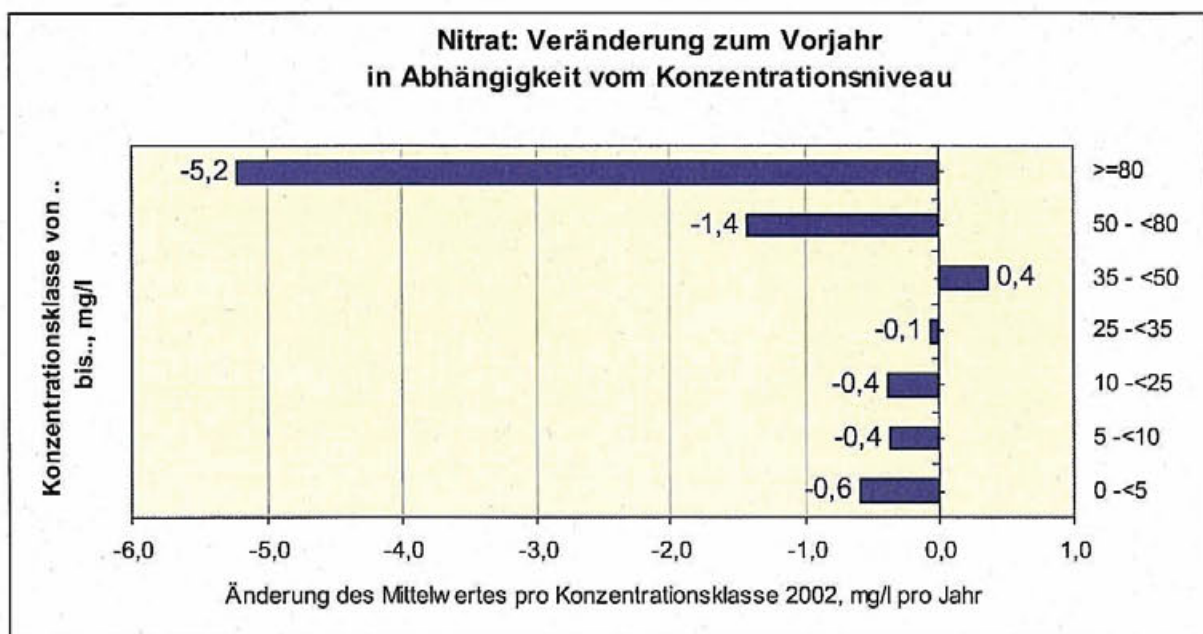


Abbildung 2.4.4: Mittlere Änderung 2002 gegen 2001 in den jeweiligen Konzentrationsklassen.

Teilt man diese Änderungen gegenüber dem Vorjahr (Werte von 2.606 Messstellen) in sechs Konzentrationsklassen ein (Abb. 2.4.4), so erkennt man, dass die mittleren Zunahmen von 0,4 mg/l im mittleren bzw. hohen Konzentrationsbereich von 35-50 mg/l liegen. Alle anderen Konzentrationsklassen weisen im Mittel abnehmende Nitratgehalte auf, wobei diese Abnahmen außer bei der Klasse über 80 mg/l in einem verhältnismäßig engen Bereich (zwischen -0,1 und -1,4 mg/l) liegen. In der höchsten Konzentrationsklasse ( $\geq 80$  mg/l) findet sich die stärkste mittlere Abnahme von -5,2 mg/l.

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.

So ergibt sich beispielsweise auch für die Karte der zu- und abnehmenden Nitratgehalte zwischen den Jahren 2002 und 2001 (Abb. 2.4.5)

## 2.4.5 Mittelfristige Veränderungen

### Veränderungen seit 1992

Eine Mindestanforderung für eine zeitliche Vergleichbarkeit der Ergebnisse ist die Konsistenz der Messreihen (s. a. Beprobungsbericht 2000). 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 dem Zeitraum zwischen Anfang September und Ende Oktober stammen.

Durch unvermeidbare Ausfälle einzelner Messstellen in verschiedenen Beprobungsjahren werden die "konsistenten" Datenkollektive immer kleiner, je größer die betrachteten Zeiträume sind. Für Nitrat ist ein akzeptabler Kompromiss der Zeitraum **ab 1992**, für den bis 2002 insgesamt 1.214 konsistente Messreihen vorliegen. Das entspricht 45 % aller im Herbst 2002 beprobten Messstellen.

regional betrachtet ein völlig anderes Bild als für die im Beprobungsbericht 2001 (Bericht 2001, Abb. 2.4.4) dargestellte Karte.

Während zwischen 2001 und 2000 im Oberrheingraben vor allem Konzentrationsanstiege festzustellen waren, überwiegen zwischen 2002 und 2001 bei gleicher Konzentrationsklasseneinteilung in diesem Gebiet eher die Abnahmen (Abb. 2.4.5).

Umgekehrt verhält es sich im Großraum Heilbronn-Stuttgart-Tübingen. Während im Beprobungsbericht 2001 in dieser Region vor allem Konzentrationsabnahmen auftraten, finden sich jetzt in diesem Raum vorherrschend Nitratzunahmen. Im Gebiet südlich von Heidelberg bis nördlich von Mannheim findet man erneut ein dichtes Nebeneinander von Zu- und Abnahmen, was für das Überwiegen sehr lokaler Einflüsse im Vergleich zu großräumigen Einflüssen wie geologische Einheiten oder klimatischen Faktoren spricht.

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.

Beispielsweise liegt der Gesamtmittelwert der konsistenten Reihe 2002 für das Jahr 1997 bei 26,3 mg/l (Abb. 2.4.6), während er in der konsistenten Reihe [1994-2001] bei 26,2 mg/l lag (Beprobungsbericht 2001). Der tatsächliche aktuelle Zustand wird am besten durch den Mittelwert aller 2.681 im Herbst 2002 beprobten Messstellen beschrieben (23,6 mg/l), vgl. Abschnitt 2.4.2.

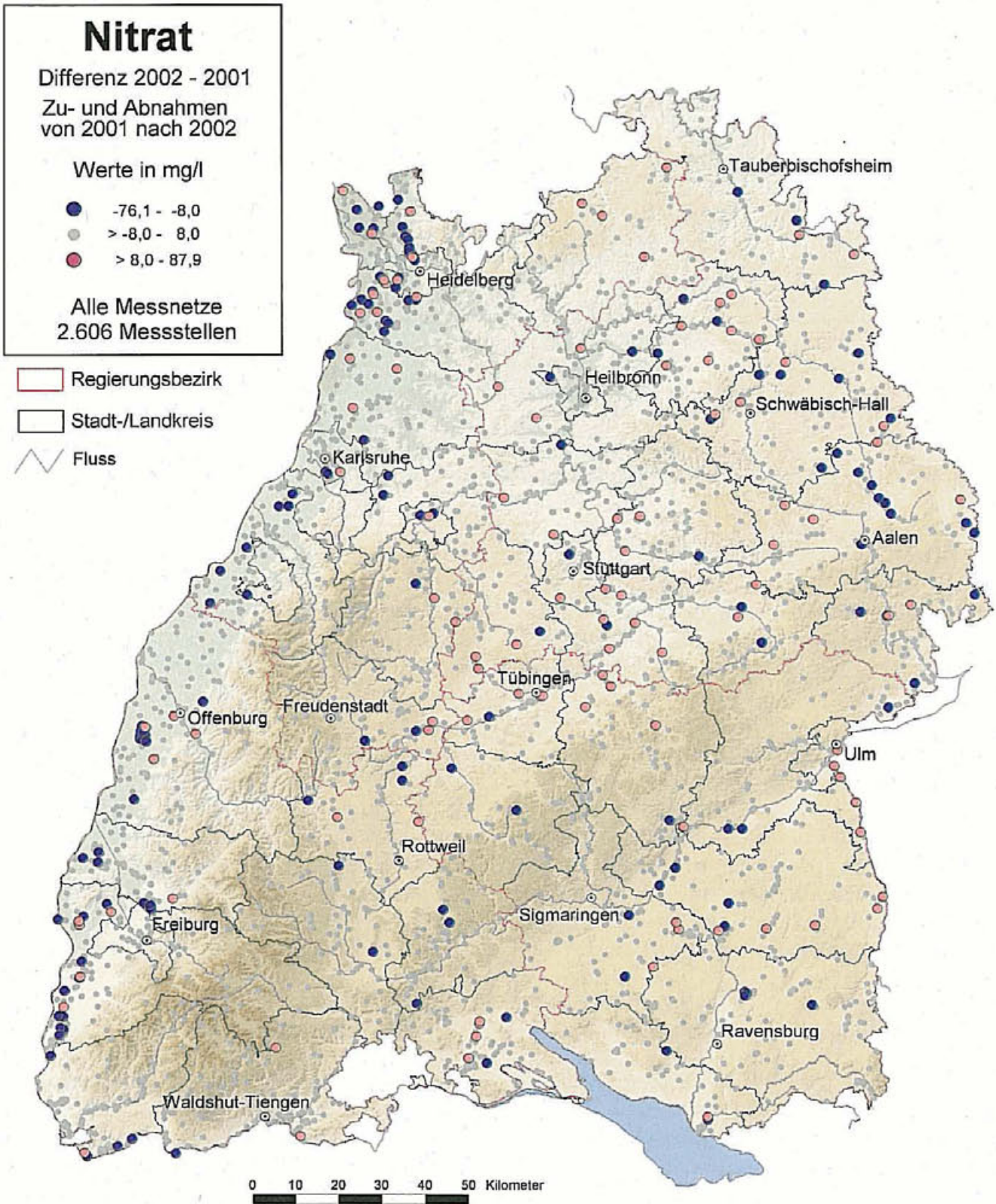


Abb. 2.4.5: Räumliche Verteilung der kurzfristigen Änderungen der Nitratgehalte (2002 - 2001).

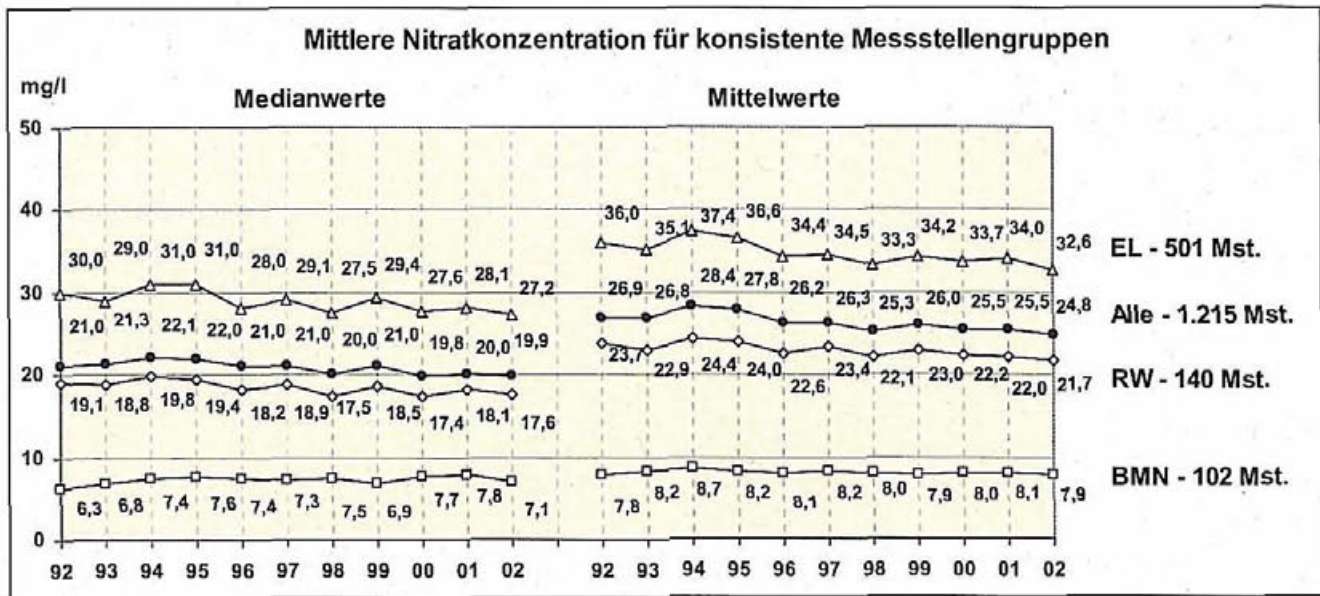


Abb. 2.4.6: Entwicklung der Median- und Mittelwerte Nitrat 1992 bis 2002 für konsistente Messstellengruppen, Beprobungszeitraum jeweils September bis November.

Betrachtet man die Zeitreihen der konsistenten Messstellengruppen von 1992 bis 2002, so sind im Gesamtmessnetz sowie in allen Teilmessnetzen im Vergleich zum Vorjahr leichte Abnahmen der Nitratkonzentrationen festzustellen (Abbildung 2.4.6).

Im Gesamtmessnetz sowie Landwirtschafts- und Rohwassermessnetz liegen die Median- und Mittelwerte leicht unter den Nitratkonzentrationen von 1992 beziehungsweise deutlich unter den Werten von 1994, dem Jahr, in dem eine Trendumkehr stattfand. Anders verhält es sich im Basismessnetz, in dem seit 1992 die mittleren Nitratkonzentrationen angestiegen sind.

Im Vergleich zum Vorjahr ergeben sich für das Gesamtmessnetz, Rohwasser- und Basismessnetz nur geringfügige Veränderungen. Etwas deutlicher ist die Abnahme der Nitratkonzentrationen im Landwirtschaftsmessnetz.

Bei der näheren Betrachtung und Interpretation dieser Zeitreihen darf man nicht vergessen, dass sich durch die Konsistenzbedingung über einen Zeitraum von nunmehr elf Jahren nur noch ein Teil des landesweiten Messnetzes in diesen Reihen widerspiegelt wird. Wie bereits ausgeführt, umfasst das Messnetz „Alle“ nur noch 45% der in 2002 insgesamt beprobten Messstellen.

#### 2.4.6 Nitratentwicklung innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten

Die in Abschnitt 2.4.5 beschriebene mittelfristige Abnahme der Median- und Mittelwerte der Nitratgehalte trifft, wie in den Jahren zuvor, auch auf die Messstellengruppen innerhalb bzw. außerhalb von Wasserschutzgebieten zu (Abbildung 2.4.7).

Relativ zu den Höchstwerten aus dem Jahr 1994 haben die Nitratkonzentrationen sowohl innerhalb als auch außerhalb der Wasserschutzgebiete um rund 12 % abgenommen. Insgesamt liegen der Auswertung 2.520 oberflächennahe Messstellen zugrunde, wobei sich unter der Bedingung der Konsistenz die Anzahl der Messstellen auf 1.946 reduziert.

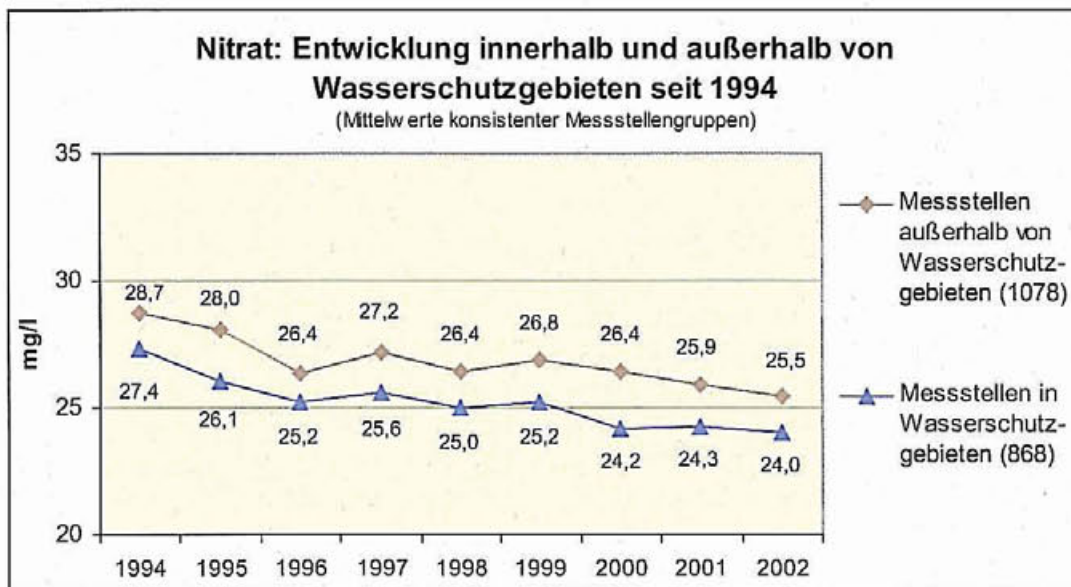


Abbildung 2.4.7: Mittelwerte der konsistenten Messstellengruppen nach Lage zum WSG (insgesamt 1.946 konsistente, oberflächennahe Messstellen, Beprobungszeitraum ganzjährig) [1994, 2002].

## 2.4.7 Bewertung

Bei den kurzfristigen zeitlichen Entwicklungen sind bei Betrachtung des Gesamtmessnetzes im Vergleich zum Vorjahr keine relevanten Veränderungen zu beobachten. Die Median- und Mittelwerte der Nitratgehalte stagnieren auf einem anhaltend hohen Konzentrationsniveau.

Im landesweiten Messnetz sind 2002 die niedrigsten Grenz- und Warnwertüberschreitungen seit 1992 registriert worden. Dabei war die Quote der Grenzwertüberschreitungen mit 9,6 % erstmals im einstelligen Bereich.

Auf der anderen Seite zeigen die anhaltend hohen Nitratgehalte bei den Median- und Mittelwerten und die kurzfristige Entwicklung bei Einteilung in Konzentrationsklassen (vgl. Abb. 2.4.4), dass zwar die sehr hohen Konzentrationen, die sich in den Grenz- und Warnwerten niederschlagen, abnehmen, andererseits die mittleren bis hohen (Bereich 35 - <50 mg/l) Gehalte zunehmen bzw. stagnieren.

Betrachtet man die mittelfristigen Veränderungen in Form langjähriger konsistenter Messstellengruppen (1992-2002) so zeigt sich, dass im Gesamtmessnetz sowie in den einzelnen Teilmessnetzen die Nitratgehalte deutlich unter den Werten von 1994 liegen.

Es zeigen sich erneut keine statistisch belegbaren Unterschiede bei der Nitratentwicklung im Grundwasser innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten.

Mit der zum 01.03.2001 novellierten Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) wurden die landwirtschaftlichen Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten mit hohen Nitratbelastungen des Grundwassers erheblich verstärkt. Ziel ist es, damit die Nitratbelastung des Grundwassers in diesen Gebieten deutlich schneller als bisher zu senken.

## 2.5 Pflanzenschutzmittel (PSM)

### 2.5.1 Zulassung, Verwendung, Klassifizierung, Umweltrelevanz

Nach Mitteilung der für die Zulassung von PSM zuständigen Biologischen Bundesanstalt bzw. des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) sind derzeit (Stand September 2002) in der Bundesrepublik Deutschland 271 PSM-Wirkstoffe zugelassen, die in 928 Handelsprodukten auf dem Markt sind. Der Absatz an PSM belief sich im Jahr 2001 auf 26.224 Tonnen (Tabelle 2.5.1). Knapp über die Hälfte entfiel hiervon auf die Wirkstoffklasse der Herbizide, rund ein Drittel auf die Fungizide und etwa 3% auf die Insektizide.

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, Parkplätzen, um diese Flächen von Pflanzenbewuchs freizuhalten.

Tabelle 2.5.1: Abgesetzte Wirkstoffmengen in Deutschland 2001 (IVA-Mitgliedsfirmen).

Wirkstoffklasse	abgesetzte Wirkstoffmenge in t	Anteil in %
Herbizide	13.337	51
Fungizide	8.418	32
Insektizide	868	3
Sonstige	3.601	14
Summe	26.224	100

Quelle: Jahresbericht 2001/2002 des Industrieverbandes Agrar e.V. (IVA)

Neben der Klassifizierung der PSM nach ihrer Wirkung ist es auch gebräuchlich, sie nach den Stoffklassen einzuteilen, zu denen sie aufgrund ihrer chemischen Struktur gehören. Damit eng verbunden ist auch die analytische Bestimmungsmethode. Die wichtigsten Stoffklassen von synthetischen organischen PSM sind:

- **Organochlorverbindungen:**  
In der Vergangenheit wurden diese Stoffe häufig als Insektizide verwendet. Sie sind meist schwer abbaubar, reichern sich im Biokreislauf an und sind in der Bundesrepublik bis auf wenige Ausnahmen schon lange verboten. Beispiele: DDT, HCB, Dieldrin, Lindan.
- **Organophosphorverbindungen:**  
Diese Wirkstoffe werden meist verwendet als selektive Insektizide oder Akarizide (Milbenbekämpfungsmittel). In der Regel sind sie gut abbaubar. Beispiele: Parathion-Ethyl (E605), Malathion, Chlorpyrifos.
- **Organostickstoffverbindungen:**  
**Carbamate** können je nach Struktur insektizide, herbizide oder fungizide Wirkung haben und sind meist leicht abbaubar. Beispiele: Maneb, Carbofuran, Pirimicarb.  
**Phenylharnstoffe** werden hauptsächlich als Herbizide eingesetzt. Sie gelten als leicht abbaubar. Beispiele: Diuron, Chlortoluron, Isopturon.

**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:**

**Phenoxyalkancarbonsäurederivate** haben herbizide Wirkung. Die durch Abbau gebildeten Carbonsäuren werden nur langsam abgebaut. Beispiele: 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D), Mecoprop, Dichlorprop.

Derivate **aliphatischer Carbonsäuren**. Beispiele: Dalapon, Trichloressigsäure

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 WRRL bzw. in der TrinkwV vom 05.12.1990 gilt für PSM-Wirkstoffe und deren relevante Abbauprodukte ein Grenzwert von 0,1 µg/l für den Einzelwert. Deutlich niedriger ist der Grenzwert nach der neuen TrinkwV für vier Organochlorverbindungen (Aldrin, Dieldrin, Heptachlor und Heptachlorepoxyd), für die nun ein Grenzwert von 0,03 µg/l gilt.

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 herangezogen werden sollen.

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 im sehr niedrigen Bereich von ng/l bis µg/l.

Bereits die Probennahme muss daher mit entsprechender Sorgfalt durchgeführt werden. Die Vorgehensweise ist im „Leitfaden für Probennahme 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.

Tabelle 2.5.2 : Gesamtanzahl der auf PSM untersuchten Messstellen im Grundwassermessnetz 1990 - 2002. Darstellungsvoraussetzung für Wirkstoffe, Metaboliten und Abbauprodukte: mindestens 250 untersuchte Messstellen in mindestens einem der Untersuchungsjahre von 1990 - 2002, pro folgendem Untersuchungsjahr nur Nennung von Analysezahlen >100; im Fettdruck: Wirkstoffe mit mehr als 2.000 untersuchten Messstellen in mindestens einem Jahr; Quelle: Grundwasserdatenbank, Ergebnisse für 1990-2001-Stand 03/2001; für 2002-Stand 06/2003.

Wirkstoff	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4D)		295	333				594				155		2158
2,6-Dichlorbenzamid								2109	213	652	2294	2286	875
Alachlor					125	119	156					313	
Aldicarb						113						311	
Atrazin	1101	1125	1907	2373	2585	2473	2595	729	1105	1110	2601	2580	1152
Bentazon		267	299				559				2150		2136
Bromacil	367	443	1547	2106	2354	2234	2349	323	880	835	2359	2343	898
Carbofuran	106		144	285	268	275	301	144	119	134	120		
Chlorpyrifos								343					2136
Chlortoluron			101	109	760	2056	105	271			2213		2192
Cyanazin	198	194	286	261	267	308	535	208	242	283	462	656	248
DDE, p,p'		115	728				114						
DDT,o,p'			680				114						
DDT,p,p'		115	748				114						
Desethylatrazin	1097	1122	1906	2373	2585	2473	2597	208	1108	1109	2602	2583	1153
Desethylterbutylazin	344	883	1767	2266	2482	1193	2493	555	1040	1027	2557	2534	1105
Desisopropylatrazin	510	922	1811	2299	2519	1246	2524	536	1067	1034	2561	2538	1113
Diazinon	168	118	218	199	165	165	173	2219	222	102			2210
Dicamba													2134
Dichlobenil			204	186	228	237	270	2191	236	124	253	278	
Dichlorprop (2,4-DP)		292	331				591				155		2163
Dimethoat	158	110	198	222	128	201	146	2190	195		100		2210
Disulfoton								305					2136
Diuron		138	372	510	774	2062	114	606			2218		2193
Endosulfan, -α		114	748				112						
Endosulfan, -β		114	748				112						
Fenitrothion				112			111	2165	160				2179
Glyphosat								300					196
Hexachlorcyclohexan, -α		114	751				114					314	
Hexachlorcyclohexan, -β		114	750				114					313	
Hexachlorcyclohexan, -γ			762	142	143	130	173					315	
Hexachlorcyclohexan, -δ												313	
Hexazinon	350		1678	2113	2342	2226	2364	357	910	866	2386	2369	934
Isoproturon		107	144	174	799	2096	129	2196	143		2231		2186
Linuron				128	756	2016					118		2164
Malathion				123	121			2171	162				2184
MCPA													2160
Mecoprop (MCP)		293	331				591				155		2163
Metalaxyl	282	719	1584	2090	2276	963	2273	271	858	767	2311	2289	853
Metazachlor	1081	1079	1892	2359	2574	1289	2577	591	1106	1088	2583	2555	1135
Methabenzthiazuron			100	109	732	2021		243			164		2164
Metobromuron				112	174	371		134					
Metolachlor	1071	1089	1894	2360	2569	1239	2577	610	1105	1087	2562	2541	1111
Metoxuron				112	174	371		134					
Metribuzin	104	128	204	257	226	236	277	110	139	113	186	179	
Monolinuron			100		131	297							
Neburon								302					
Parathion-ethyl (E 605)	140	143	250	198	350	251	350	2203	265	133	209	170	2216
Parathion-methyl	180	168	253	250	368	283	304		156	133	117		
Pendimethalin		132	212	198	223	199	309	2232	245	175	286	267	2196
Propazin	430	892	1732	2233	2480	1254	2471	537	1017	981	2511	2493	1074
Sebutylazin		104	293	190	244	204	255	2226	256	192	244	231	2268
Simazin	1091	1108	1900	2366	2585	2471	2594	668	1107	1108	2601	2580	1151
TDE,p,p'		114	693				114						
Terbazil							292		110	140	233	221	
Terbutylazin	1082	1097	1897	2366	2587	2471	2595	690	1107	1108	2600	2580	1150
Triallat			228	421	468	308	497	206	188	249	354	292	
Trifluralin			165				130	2159	173		139	124	2169



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 Nitratbestimmung rechnen muss.

Die TrinkwV toleriert einen Fehler von  $\pm 0,05$   $\mu\text{g/l}$ , wobei dies bezogen auf den Trinkwassergrenzwert von  $0,1$   $\mu\text{g/l}$ , 50 % entspricht.

Die Bestimmungsgrenzen sind von Labor zu Labor unterschiedlich. Sie liegen für die meisten Wirkstoffe bei  $0,05$   $\mu\text{g/l}$ . In den letzten Jahren werden durch verbesserte Analysemethoden auch niedrigere Bestimmungsgrenzen von beispielsweise  $0,02$  oder  $0,01$   $\mu\text{g/l}$  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.

Die meisten der PSM-Befunde mit Grenzwertüberschreitungen an Landesmessstellen konnten in 2002 durch direkte Paralleluntersuchungen abgesichert werden. Darüber hinaus dienen Rückstellproben oder Nachuntersuchungen durch erneute Beprobungen mit parallelen Untersuchungen der Verifizierung der Analyseergebnisse.

### 2.5.3 Bisher untersuchte Wirkstoffe

Tabelle 2.5.2 gibt einen Überblick über die Anzahl der auf PSM untersuchten Messstellen, die im landesweiten Grundwassermessnetz seit 1990 untersucht wurden.

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.

Im Jahr 2002 lagen die Untersuchungsschwerpunkte in der Analytik von umweltpolitisch rele-

vanten Harnstoff-Derivaten (Diuron, Isoproturon, Chlortoluron, Linuron, Methabenzthiazuron, Dimefuron), diversen Phosphorsäure-Estern (Diazinon, Dimethoat, Fenitrothion, Malathion, Disulfoton, Chlorpyrifos, Parathion-ethyl), Phenoxycarbonsäuren (2,4-D, Dichlorprop, Mecoprop, MCPA), einige Wirkstoffe sonstiger Stoffklassen (Dicamba, Bentazon, Sebutylazin, Trifluralin, Pendimethalin) sowie an ausgewählten Messstellen Glyphosat und dessen Hauptabbauprodukt AMPA (Aminomethylphosphonsäure).

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.

### 2.5.4 Phenylharnstoffe

#### Diuron

Diuron wird als systemisch wirkendes Totalherbizid auf Nichtkulturland wie beispielsweise Wegen und Plätzen und zur selektiven Unkrautbekämpfung unter anderem bei Kulturen wie Spargel, Wein und Kernobst eingesetzt. Bis 1996 wurde Diuron zur Vegetationskontrolle von Bahnanlagen angewendet, bevor es von der Biologischen Bundesanstalt aufgrund der umweltpolitischen Relevanz für diesen Verwendungszweck verboten wurde. Gegen die Wiederzulassung für diesen Anwendungsbereich regt sich seit Jahren der Widerstand diverser Umweltschutzgruppen und der Wasserversorgungsunternehmen. Ein weiteres Problem stellt in diesem Zusammenhang die Stabilität von Diuron dar, dessen Abbau insbesondere im Wasser mehrere Jahre dauern kann. Seit einiger Zeit wird darüber hinaus eine hormonelle Wirksamkeit dieses Phenylharnstoffs diskutiert. Diuron zählt zu den 33 als prioritär eingestufteten Stoffen der europäischen Wasserrahmenrichtlinie. Die nach wie vor relativ hohe Quote an Grenzwertüberschreitungen stellt in Bezug auf die Trinkwassergewinnung auch unter ökonomischen Gesichts-

punkten ein Problem dar, da belastete Brunnen entweder geschlossen oder aufwendige Reinigungsverfahren eingesetzt werden müssen.

### Statistische Kennzahlen

Diuron wurde nach 2000 bei der Beprobung 2002 erneut landesweit gemessen. Innerhalb der Stoffklasse der Phenylharnstoffe weist Diuron die höchsten und im Vergleich zu allen im Jahr 2002 landesweit (ca. 2.200 Messstellen) untersuchten PSM-Wirkstoffen die zweithöchsten Nachweis-, Warn- und Grenzwertüberschreitungsquoten auf.

Im Gesamtmessnetz lag die Nachweishäufigkeit von Diuron bei 1,5 %, während sie im Teilmessnetz „Sonstige Emittenten“ einen Wert von 7,5 % erreichte. Die Messstellen dieses Teilmessnetzes liegen vor allem in den Einzugsgebieten von Gleisanlagen, Kläranlagen oder Hauptverkehrsstraßen.

### Regionale Verteilung

Die regionale Verteilung der Messergebnisse geht aus Abbildung 2.5.1 hervor. In die Karte sind neben der Landnutzung auch die Bahngleisanlagen mit aufgenommen.

Wie sich anhand der Abbildung erkennen lässt, finden sich erhöhte Befunde, Warn- und Grenzwertüberschreitungen besonders häufig in der Nähe von Gleisanlagen oder Ballungsräumen (Mannheim-Heidelberg, Raum Stuttgart).

### Zeitliche Entwicklung

Die zeitliche Entwicklung der Diuronbelastungen ist in Abbildung 2.5.2 anhand von 1.888 über die einzelnen Beprobungsjahre konsistenter Messstellen im Gesamtmessnetz (Alle) und der entsprechend anteiligen Anzahl an Messstellen in den Teilmessnetzen „Siedlung“ (ES) bzw. „Sonstige Emittenten“ (SE) dargestellt. Neben den Positivbefunden werden in diesen Diagrammen die Warn- und Grenzwertüberschreitungen graphisch wiedergegeben.

Auf Diuron wurde landesweit 1995, 2000 und 2002 untersucht. Die zeitliche Entwicklung in der Messstellengruppe „Alle“ zeigt, dass es beim Vergleich der Positivbefunde, Warn- und Grenzwertüberschreitungen von 1995 und 2000 einen Rückgang bei den belasteten Messstellen gab. Stellt man die Daten von 2000 denen von 2002 gegenüber, so ergeben sich für die Grenz- und Warnwertüberschreitungen dieselben Belastungsniveaus, während die Positivbefunde sogar zugenommen haben.

Im Emittentenmessnetz Siedlung wird Diuron 2002 an 3,5 % der Messstellen gefunden und damit deutlich häufiger nachgewiesen als im Jahr 2000, als die Nachweishäufigkeit bei 2,7 % lag. Dennoch liegt der Anteil der Messstellen mit positiven Befunden unter dem Wert von 1995 (4,2 %). Die Quoten der Warn- und Grenzwertüberschreitungen sind gegenüber 2000 unverändert hoch.

Das Teilmessnetz „Sonstige Emittenten“ weist im Vergleich mit allen anderen Messnetzen in jedem der drei Bereiche die höchsten prozentualen Überschreitungshäufigkeiten auf. Sowohl bei den Positivbefunden als auch bei den Grenzwertüberschreitungen sind im zeitlichen Verlauf deutliche Zunahmen gegenüber 1995 festzustellen. Die Quote der Warnwertüberschreitungen liegt 2002 auf demselben Niveau wie 1995. Während der Anteil der Positivbefunde 2002 ebenso wie 2000 7,8 % beträgt, sind die Grenzwertüberschreitungen in denselben Jahren sogar von 3,1 % auf 4,7 % angewachsen.

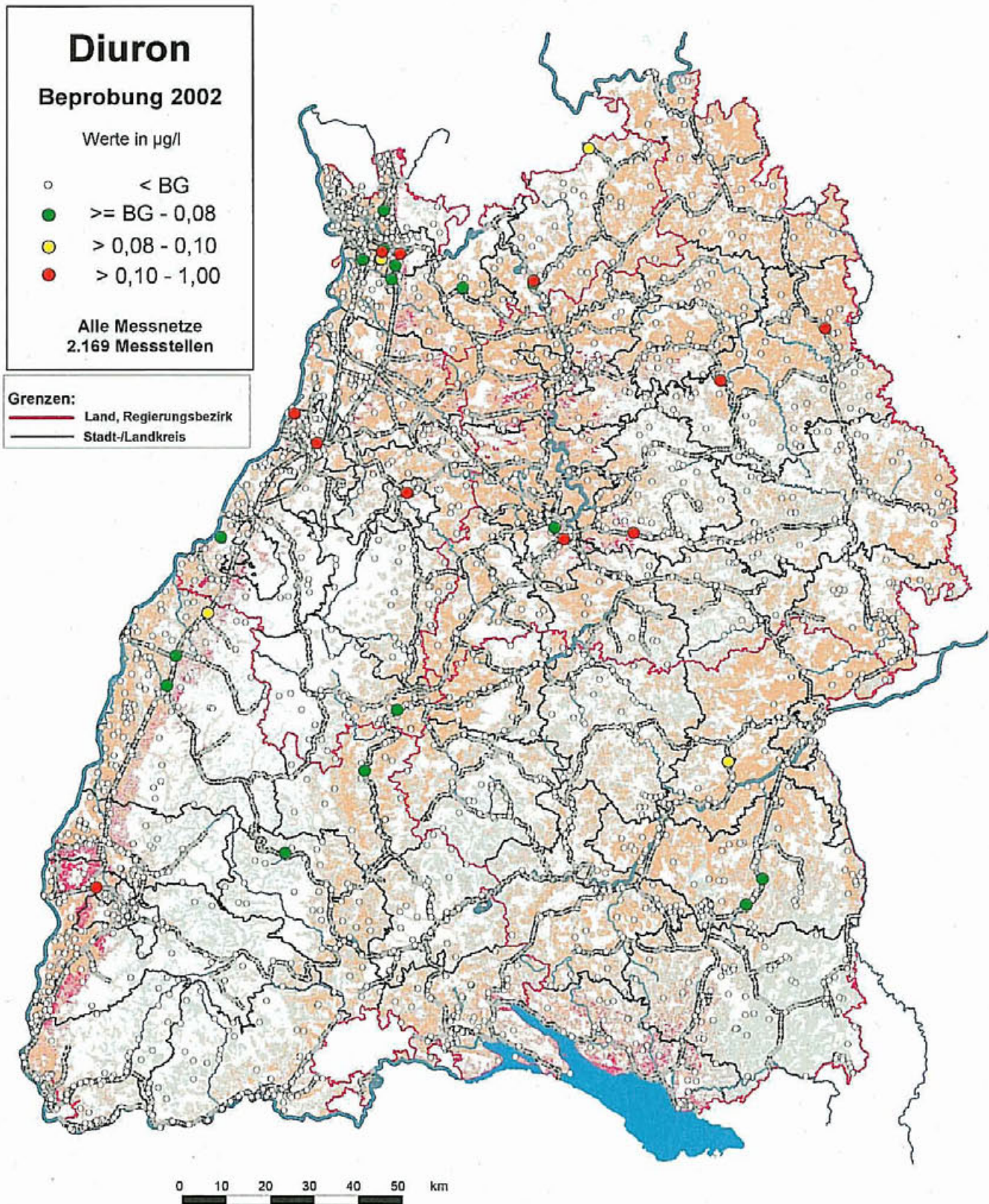


Abbildung 2.5.1:

Konzentrationsverteilung Diuron 2002 mit Bahngleisanlagen (graue Linien) und Landnutzungen (Siedlungen und Industrie = rosa, Wein und Obst = violett, Grünflächen = grün, Ackerbau = braun).

ALLE – 1.888 Mst.

ES - 404 Mst.

SE - 64 Mst.

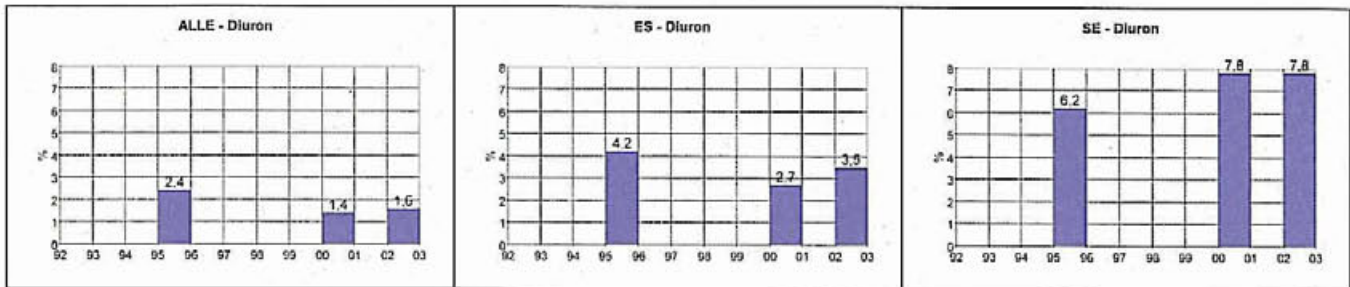
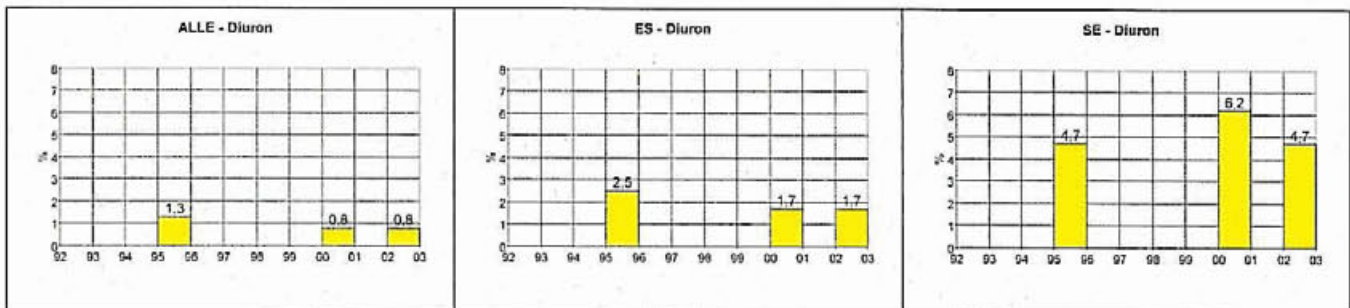
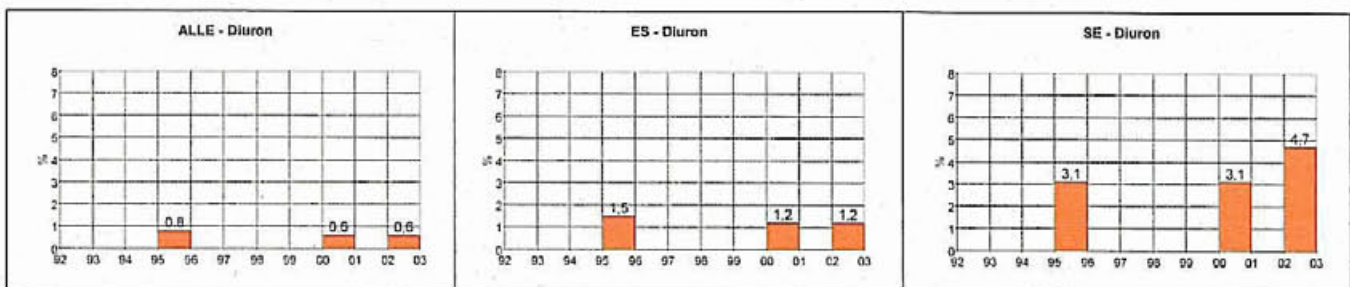
a) % Messstellen  $\geq$  BG (Bestimmungsgrenze)b) % Messstellen  $>$  0,08  $\mu\text{g/l}$  (Warnwert)c) % Messstellen  $>$  0,1  $\mu\text{g/l}$  (Grenzwert Trinkwasserverordnung)

Abb. 2.5.2: Prozentuale Überschreitungshäufigkeiten der Diuron-Konzentrationen (Datengrundlage: konsistente Messstellengruppen in den Jahren 1995, 2000 und 2002, Beprobungszeitraum jeweils September bis November, Abk. s. Anhang A1):  
 a) der Bestimmungsgrenzen (größer oder gleich der Bestimmungsgrenze)  
 b) der Konzentration von 0,08  $\mu\text{g/l}$  (Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms)  
 c) der Konzentration von 0,10  $\mu\text{g/l}$  (Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 1990).

## • Isoproturon

Isoproturon ist ein Harnstoff-Derivat, das als Herbizid im Getreideanbau (Weizen, Roggen, Gerste) eingesetzt wird.

### Statistische Kennzahlen

Isoproturon wurde nach 2000 bei der Beprobung 2002 erneut landesweit gemessen. Innerhalb der Stoffklasse der Phenylharnstoffe weist Isoproturon die zweithöchsten und im Vergleich zu allen im Jahr 2002 landesweit (ca. 2.200 Messstellen) analysierten PSM-Wirkstoffen die viert-höchsten Nachweis-, Warn- und Grenzwert-überschreitungsquoten auf.

Im Gesamtmessnetz lag die Nachweishäufigkeit von Isoproturon bei 0,4 %, während sie im Teilmessnetz „Landwirtschaft“ (EL) einen Wert von 0,8 % erreichte.

### Zeitliche Entwicklung

Die zeitliche Entwicklung der Isoproturonbelastungen ist in Abbildung 2.5.3 anhand von 1.842 über die einzelnen Beprobungsjahre konsisten-ter Messstellen im Gesamtmessnetz (Alle) und der entsprechend anteiligen Anzahl an Messstel-len in den Teilmessnetzen „Landwirtschaft“ (EL) bzw. „Rohwasser“ (RW) dargestellt.

Isoproturon wurde landesweit 1995, 1997, 2000 und 2002 untersucht. Die zeitliche Entwicklung in der Messstellengruppe „Alle“ zeigt, dass es beim Vergleich der Positivbefunde, Warn- und Grenzwertüberschreitungen von 1995 bis 2000 zunächst einen Rückgang bei den belasteten Messstellen gab. Von 2000 bis 2002 steigen die Werte jedoch wieder deutlich an und liegen bei den Warnwertüberschreitungen bzw. Positivbe-funden jetzt erneut auf dem Niveau von 1997.

Diese Entwicklung spiegelt sich noch deutlicher im Landwirtschaftsmessnetz (EL) wider. Dort sind die Positivbefunde von 2000 bis 2002 um das vierfache angewachsen. Die Quoten der Warn- und Grenzwertüberschreitungen sind so-gar von 0 % auf 0,3% bzw. 0,2 % angestiegen.

## Chlortoluron, Linuron und Methabenzthiazu-ron

Neben den Phenylharnstoffen Diuron und Iso-proturon wurden 2002 landesweit Chlortoluron, Linuron sowie Methabenzthiazuron als Vertreter dieser Stoffgruppe gemessen. Bei diesen drei Parametern handelt es sich ebenfalls um Herbi-zide, die vor allem im Getreide-, Mais- und Ge-müseanbau sowie teilweise im Zierpflanzenbe-reich eingesetzt werden.

Bei diesen drei Herbiziden lagen 2002 im lan-desweiten Messnetz keine Grenzwertüber-schreitungen vor. Die Anteile der Positivbefunde waren mit 0,1 % für Chlortoluron und Linuron so-wie 0 % für Methabenzthiazuron sehr gering.

### 2.5.5 Phenoxyalkancarbonsäuren

Eine Auswahl an Phenoxyalkancarbonsäuren wurde 2002 erstmals landesweit an etwa 2.150 Messstellen untersucht. Es handelt sich um die Wirkstoffe 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D), Dichlorprop (2,4-DP), Mecoprop (MCP) und MCPA (4-Chlor-2-methylphenoxyessigsäure). Davon wurden 2,4-D, Dichlorprop und Mecoprop bereits 1996 an knapp 600 Messstellen analy-siert.

#### 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D)

Bei dem Wirkstoff 2,4-D handelt es sich um ein selektives Herbizid, das zur Bekämpfung zwei-keimblättriger Unkrautarten im Getreideanbau und auf Grünland sowie Rasenflächen zur An-wendung kommt.

Die Auswertung dieser landesweiten Beprobung ergab für 2,4-D an keiner der untersuchten Messstellen eine Warn- oder Grenzwertüber-schreitung. Positivbefunde wurden bei diesem Herbizid an 0,2 % der Messstellen des Grund-wasserüberwachungsprogramms registriert.

ALLE – 1.842 Mst.

EL – 625 Mst.

RW – 154 Mst.

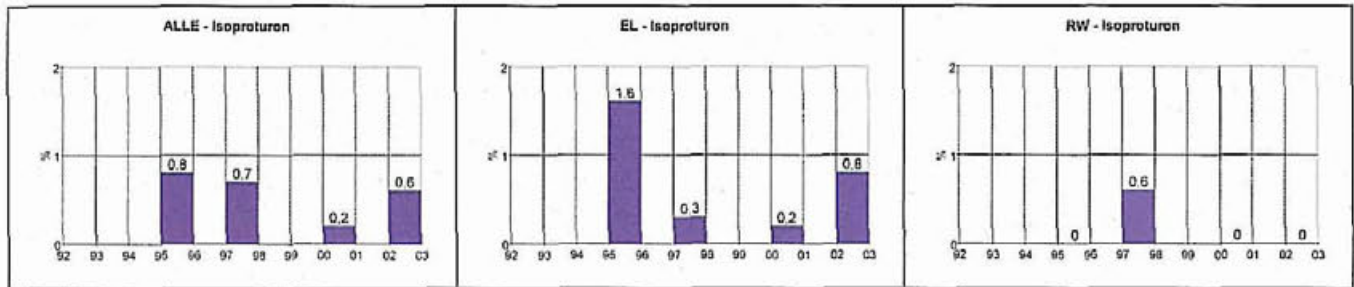
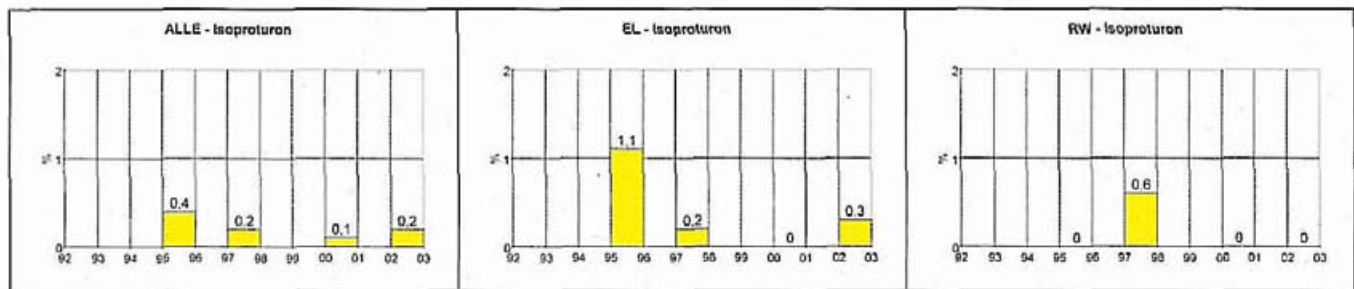
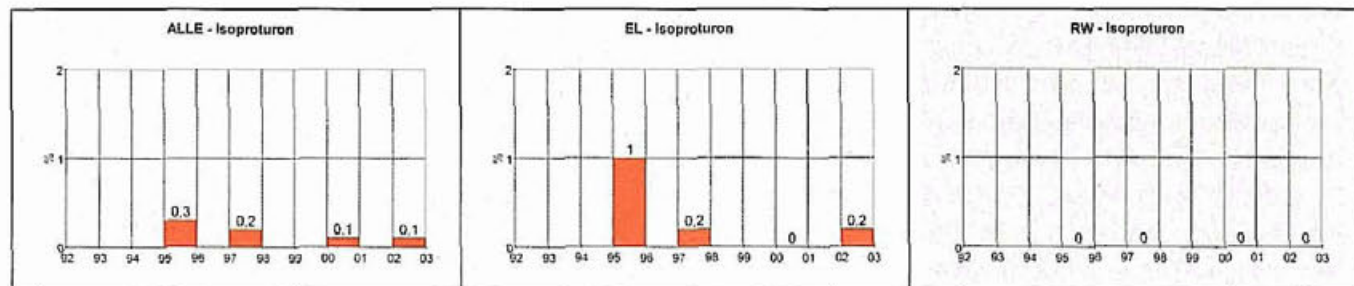
a) % Messstellen  $\geq$  BG (Bestimmungsgrenze)b) % Messstellen  $>$  0,08  $\mu\text{g/l}$  (Warnwert)c) % Messstellen  $>$  0,1  $\mu\text{g/l}$  (Grenzwert Trinkwasserverordnung)

Abb. 2.5.3: Prozentuale Überschreitungshäufigkeiten der Isoproturon-Konzentrationen (Datengrundlage: konsistente Messstellengruppen in den Jahren 1995, 1997, 2000 und 2002, Beprobungszeitraum jeweils September bis November, Abk. s. Anhang A1):  
 a) der Bestimmungsgrenzen (größer oder gleich der Bestimmungsgrenze)  
 b) der Konzentration von 0,08  $\mu\text{g/l}$  (Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms)  
 c) der Konzentration von 0,10  $\mu\text{g/l}$  (Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 1990).

## Dichlorprop

Der PSM-Parameter Dichlorprop wird wegen seines breiten herbiziden Wirkungsspektrums bei den Winter- und Sommerkulturen der Getreidearten Weizen, Gerste, Roggen und Hafer eingesetzt.

Dichlorprop wurde 2002 an 0,2 % der analysierten Messstellen mit Werten, die größer oder gleich der Bestimmungsgrenze waren, registriert. 1996 lag diese Nachweishäufigkeit an 558 Messstellen bei 0,7 %.

## Mecoprop

Die Phenoxyalkancarbonsäure Mecoprop kommt als selektives Herbizid in verschiedenen Getreidekulturen zur Anwendung. Darüber hinaus setzt man Mecoprop im Forst, auf Grünland und Rasenflächen sowie im Weinbau ein.

Innerhalb der Stoffklasse der Phenoxyalkancarbonsäuren weist Mecoprop die höchsten und im Vergleich zu allen im Jahr 2002 landesweit analysierten PSM-Wirkstoffen die dritthöchsten Nachweis-, Warn- und Grenzwertüberschreitungsquoten auf.

Bei der Beprobung 2002 wurden für Mecoprop an 0,5 % des Gesamtmessnetzes Positivbefun-

de registriert. Der prozentuale Messstellenanteil an positiven Werten betrug für dieses Herbizid 1996 auch 0,5 %, bei 558 untersuchten Messstellen. Die Quote an Grenzwertüberschreitungen ist mit 0,1 % im Jahr 2002 mit dem 1996 festgestellten Anteil von 0,2 % ebenfalls vergleichbar.

Zur Illustration der in 2002 festgestellten Belastungssituation sind in Abbildung 2.5.4 (links) die Überschreitungshäufigkeiten der Bestimmungsgrenze, des Warnwertes und des Grenzwertes von Mecoprop im Gesamtmessnetz und in den einzelnen Teilmessnetzen graphisch dargestellt.

## MCPA (4-Chlor-2-methylphenoxyessigsäure)

Bei dem Wirkstoff MCPA handelt es sich auch um ein selektives Herbizid, das zur Bekämpfung zweikeimblättriger Unkrautarten im Getreideanbau, auf Wiesen und Weiden in Rebanlagen sowie bei Zier- und Sportrasen zur Anwendung kommt.

Ebenso wie Mecoprop wurde MCPA landesweit an 0,5 % der Messstellen nachgewiesen. Grenzwertüberschreitungen ließen sich bei diesem Stoff an keiner der untersuchten Messstellen feststellen (Abbildung 2.5.4 rechts).

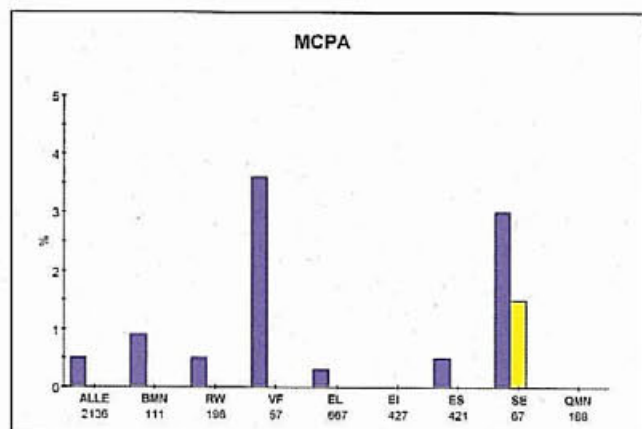
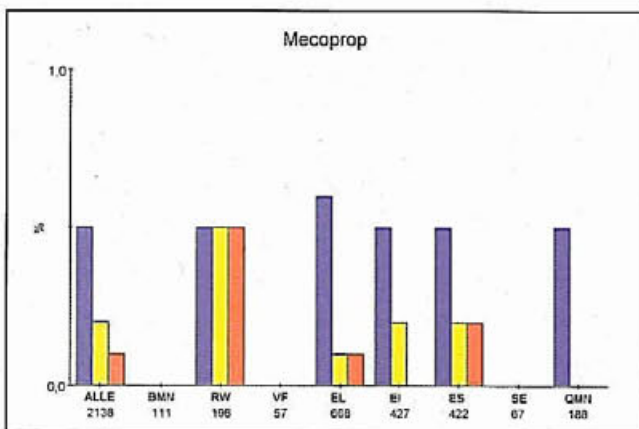


Abbildung 2.5.4: Überschreitungshäufigkeiten der Bestimmungsgrenze (BG, blaue Balken), des Warnwertes des Grundwasserüberwachungsprogramms (WW = 0,08 µg/l, gelbe Balken) und des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung (GW = 0,1 µg/l, rote Balken) für **Mecoprop** (links) und **MCPA** (rechts) im gesamten Messnetz und in den Teilmessnetzen.

## 2.5.6 Weitere Herbizide

### Bentazon

Bentazon wird als Blattherbizid im Mais-, Getreide-, Kartoffel- und Gemüseanbau angewandt. Es wirkt selektiv gegen zweikeimblättrige Unkräuter.

#### Statistische Kennzahlen

Bentazon wurde nach der erstmals landesweiten Erhebung im Jahr 2000 bei der Beprobung 2002 erneut flächendeckend in Baden-Württemberg gemessen. Im Vergleich zu allen in 2002 landesweit (ca. 2.200 Messstellen) untersuchten PSM-Wirkstoffen weist Bentazon die mit Abstand höchsten Nachweis-, Warn- und Grenzwertüberschreitungsquoten auf.

Im Gesamtmessnetz lagen die Nachweishäufigkeit von Bentazon bei 4,4 %, die Quote der Warnwertüberschreitungen bei 2,3 % und die der Grenzwertüberschreitungen bei 1,9 %. Beim Landwirtschaftsmessnetz (EL) ergab sich für die festgestellten Positivbefunde ein Anteil von 6,6%, während die Quote der Warn- bzw. Grenzwertüberschreitungen 4,0 % bzw. sogar 3,6 % betrug.

#### Regionale Verteilung

Die regionale Verteilung der Messergebnisse geht aus Abbildung 2.5.5 hervor.

#### Zeitliche Entwicklung

Die zeitliche Entwicklung der Bentazonbelastungen ist in Abbildung 2.5.6 anhand von 2.076 über die einzelnen Beprobungsjahre konsistenter Messstellen im Gesamtmessnetz (Alle) und der entsprechend anteiligen Anzahl an Messstellen in den Teilmessnetzen „Rohwasser“ (RW) bzw. „Landwirtschaft“ (EL) dargestellt. Neben den Positivbefunden werden in diesen Diagrammen die Warn- und Grenzwertüberschreitungsquoten graphisch wiedergegeben.

Auf Bentazon wurde landesweit 2000 und 2002 untersucht. Die zeitlichen Entwicklungen bei den Positivbefunden zeigen sowohl bei der Messstellengruppe „Alle“ als auch in den Teilmessnetzen

„Rohwasser“ und „Landwirtschaft“ rückläufige Nachweishäufigkeiten.

Ganz anders sieht die Entwicklung bei den Warn- und Grenzwertüberschreitungen aus. Während diese im betrachteten Zeitraum im Rohwassermessnetz unverändert bei 0,6 % liegen, hat die Warn- und Grenzwertüberschreitungsquote im landwirtschaftlichen Messnetz stark zugenommen.

So stiegen die Warnwertüberschreitungen in diesem Teilmessnetz von 2,7 % (2000) auf 4,2 % (2002), was einer Zunahme um das 1,6-fache entspricht. Noch deutlicher ist der Anstieg bei den Grenzwertüberschreitungen. Während im Jahr 2000 2,1 % der untersuchten, konsistenten Messstellen Bentazonkonzentrationen von über 0,1 µg/l aufwiesen, ergaben die Untersuchungen 2002 eine Grenzwertüberschreitungsquote von 3,6 %. Damit haben sich die Grenzwertüberschreitungen von 2000 nach 2002 um das 1,7-fache erhöht.

Wie bereits im Zusammenhang mit der ersten landesweiten Erhebung im Jahr 2000 (vgl. Beprobungsbericht 2000) festgestellt wurde, sind die im Grundwasser festzustellenden Bentazonkonzentrationen alarmierend. Nach Atrazin und dessen Abbauprodukt Desethylatrazin sowie 2,6-Dichlorbenzamid (Abbauprodukt von Dichlobenil) ist Bentazon der PSM-Wirkstoff, den man landesweit am vierthäufigsten findet. Derart bedenkliche Ergebnisse werden auch in anderen Ländern, wie beispielsweise Österreich, festgestellt.

Während Atrazin bereits seit 1991 verboten ist und die eingeschränkte Zulassung von Dichlobenil seit März 2001 (wurde verlängert bis zum 31.12.2004) ruht, ist Bentazon weiterhin uneingeschränkt zugelassen. Die Umweltrelevanz solcher schwer abbaubaren Stoffe spiegelt sich in den auch nach Jahren noch sehr hohen Nachweishäufigkeiten wider.



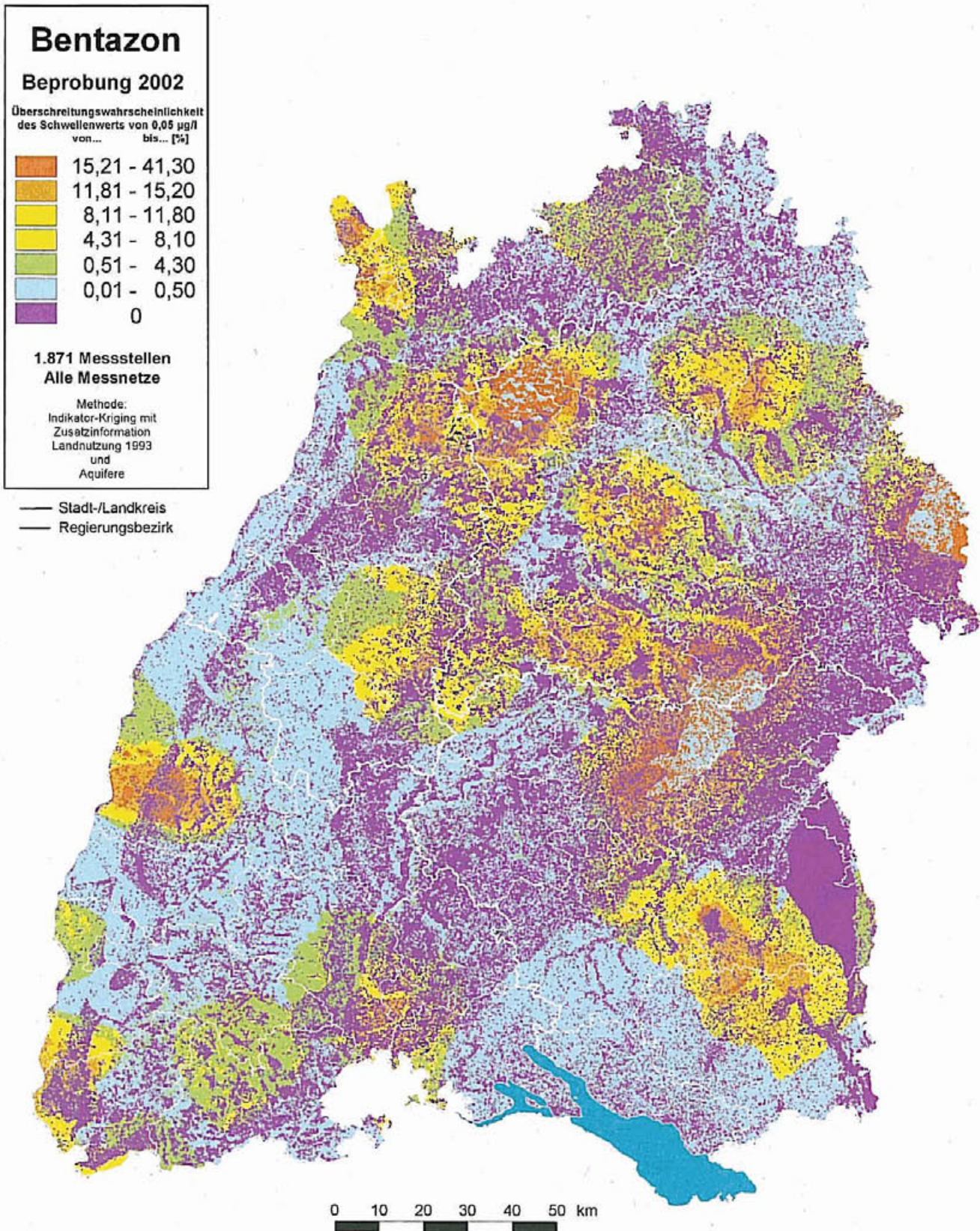


Abbildung 2.5.5:

Verteilung der Wahrscheinlichkeiten erhöhter **Bentazon**konzentrationen in 2002 im oberflächennahen Grundwasser, regionalisierte Darstellung, nur oberflächennahe Messstellen (Anm.: Dargestellt sind 1.871 von insgesamt 2.109 Messstellen, da ein Teil der Messstellen in tiefen Aquiferen verfiltert ist oder für Messstellen keine Aquifer- oder Landnutzungsbeziehung vorliegt). Mit der Methode des Indikator-Krigings sind auf der Grundlage der tatsächlich in 2002 gemessenen Konzentrationen die regionalen Überschreitungswahrscheinlichkeiten der Bentazon-Schwellenkonzentration von 0,05 µg/l dargestellt. So ist in den rot gefärbten Bereichen die Wahrscheinlichkeit, dass ein Bentazon-Messwert über 0,05 µg/l gemessen wird, hier mit 15,21 % bis 41,30 % am höchsten.

ALLE – 2.076 Mst.

RW – 164 Mst.

EL – 665 Mst.

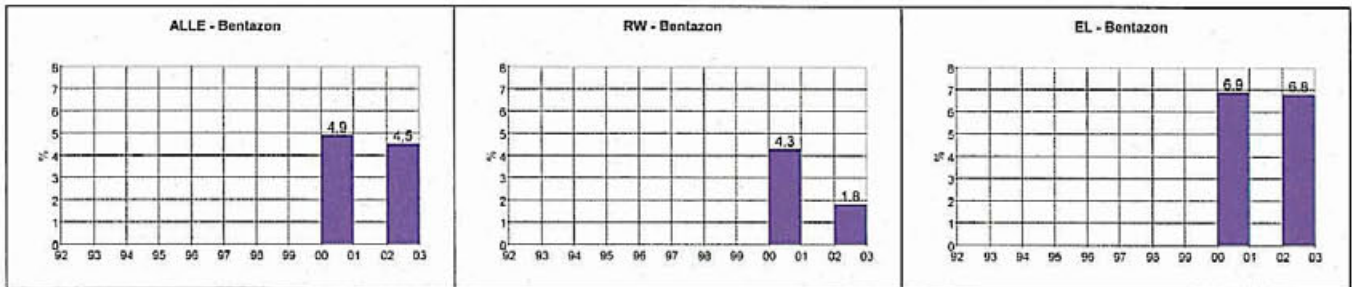
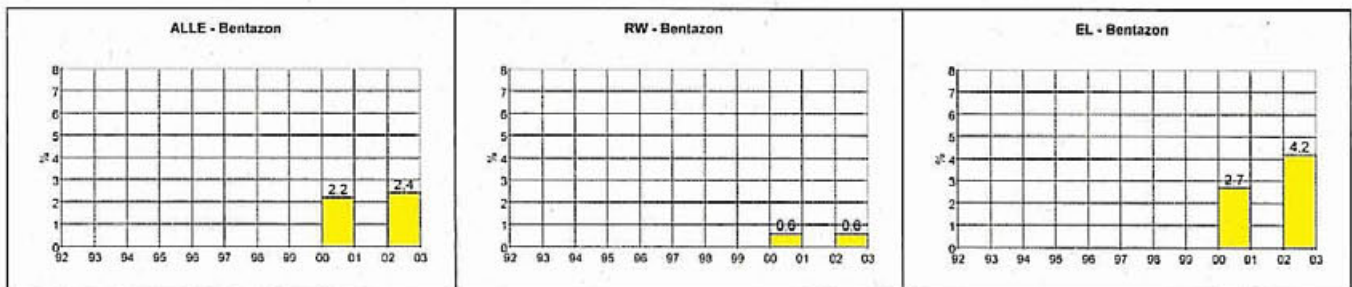
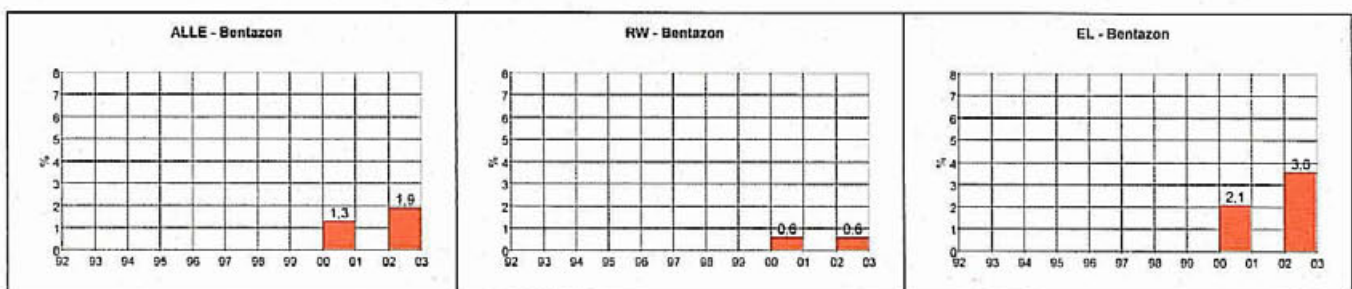
a) % Messstellen  $\geq$  BG (Bestimmungsgrenze)b) % Messstellen  $>$  0,08  $\mu\text{g/l}$  (Warnwert)c) % Messstellen  $>$  0,1  $\mu\text{g/l}$  (Grenzwert Trinkwasserverordnung)

Abb. 2.5.6: Prozentuale Überschreitungshäufigkeiten der **Bentazon**-Konzentrationen (Datengrundlage: konsistente Messstellengruppen in den Jahren 2000 und 2002, Beprobungszeitraum jeweils September bis November, Abk. s. Anhang A1):  
 a) der Bestimmungsgrenzen (größer oder gleich der Bestimmungsgrenze)  
 b) der Konzentration von 0,08  $\mu\text{g/l}$  (Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms)  
 c) der Konzentration von 0,10  $\mu\text{g/l}$  (Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 1990).

Neben Bentazon wurden 2002 landesweit die Herbizide **Dicamba**, **Sebutylazin**, **Trifluralin** und **Pendimethalin** untersucht. Bei keinem dieser vier PSM-Wirkstoffe wurden Warn- oder Grenzwertüberschreitungen festgestellt. Die Nachweishäufigkeiten waren mit 0,2 % bei Dicamba und Sebutylazin sowie 0,1 % bei Trifluralin und Pendimethalin gering.

Daneben wurden in einem Pilotprojekt an 196 ausgewählten Messstellen die PSM-Wirkstoffe **Dimefuron** und **Glyphosat** sowie der Haupt-

metabolit von Glyphosat **Aminomethylphosphonsäure (AMPA)** analysiert. Die Untersuchungen ergaben für Dimefuron eine Nachweishäufigkeit und Quote an Warnwertüberschreitungen von je 1,5 % sowie an einer Messstelle (0,5 %) eine Grenzwertüberschreitung. Glyphosat konnte an 2,0 % der Messstellen nachgewiesen werden. Dessen Abbauprodukt AMPA wurde dagegen an 3,1 % der untersuchten Messstellen gefunden. Der Warn- und Grenzwert wurde für AMPA an je 2,0 % der Messstellen überschritten.

### 2.5.7 Insektizide

Nach 1997 wurde 2002 eine Auswahl von Insektiziden flächendeckend in Baden-Württemberg untersucht. Explizit handelt es sich bei den untersuchten Wirkstoffen um **Diazinon**, **Dimethoat**, **Fenitrothion**, **Malathion**, **Disulfoton**, **Chlorpyrifos** und **Parathion-ethyl (E 605)**, die bereits 1997 Untersuchungsparameter waren. Diese Stoffe gehören zur Verbindungsklasse der Phosphorsäure-Ester, deren insektizide Wirkung auf der Hemmung der Acetylcholinesterase beruht. Dabei handelt es sich um ein Enzym, das von fundamentaler Bedeutung für die Funktionsfähigkeit von Nervensystemen ist. Die Phosphorsäure-Ester gehen mit Acetylcholinesterase eine chemische Bindung ein, wodurch das Enzym inaktiviert wird, was im extremsten Fall zum Versagen des Nervensystems führt.

Letztlich ist vor diesem Hintergrund auch die Relevanz der Untersuchung dieser Wirkstoffe zu sehen, obwohl, wie bereits ausgeführt (Tab. 2.5.1), der Anteil der Insektizide an der gesamten, in Deutschland abgesetzten PSM-Wirkstoffmenge mit 3 % relativ gering ist. Da jedoch die mögliche Inaktivierung dieses Enzyms durch die Aufnahme solcher Verbindungen auch ein humantoxisches Gefährdungspotential darstellt, ist es wichtig, auch von dieser Wirkstoffgruppe die landesweite Belastungssituation zu erfassen.

#### Statistische Kennzahlen

Die angeführten Parameter wurden landesweit an knapp 2.200 Messstellen analysiert. Im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen von 1997 ist die Belastung des Grundwassers mit diesen Wirkstoffen zurückgegangen.

Während 1997 bei Disulfoton noch 0,7 % und bei Fenitrothion 0,1 % der untersuchten Messstellen Grenzwertüberschreitungen aufwiesen, konnten 2002 an keiner der Messstellen Warn- oder Grenzwertüberschreitungen der sieben analysierten Insektizide festgestellt werden. Vereinzelt Positivbefunde ergaben sich für Fenitrothion und Malathion an je 3 (0,1%), für Chlorpyrifos an 2 (0,1%) sowie für Diazinon und Disulfoton an je 1 (0,0%) der beprobten Messstellen. Parathion-ethyl (E 605) und Dimethoat wurden an keiner Messstelle gefunden.

#### Regionale Verteilung

Die regionale Verteilung der Messergebnisse geht aus Abbildung 2.5.7 hervor. Die festgestellten Positivbefunde liegen im westlichen bzw. südwestlichen Teil von Baden-Württemberg. Eine Anhäufung positiver Befunde findet sich dabei im Hochrheingebiet zwischen Rheinfelden und Waldshut-Tiengen.

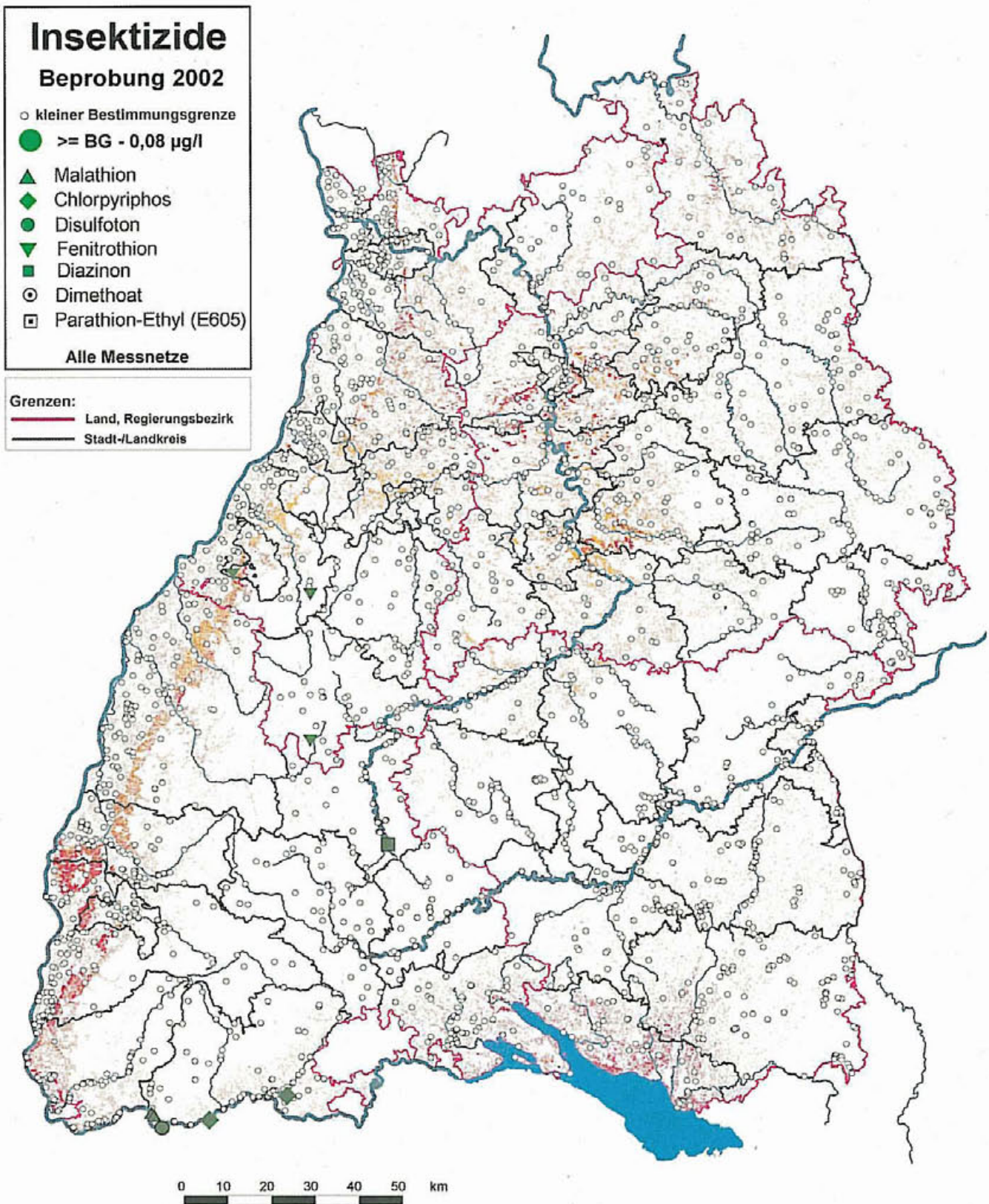


Abbildung 2.5.7:

Konzentrationsverteilung der **Insektizide** Diazinon, Fenitrothion, Malathion, Disulfoton, Chlorpyrifos, (Dimethoat, Parathion-ethyl (E 605) wurden nicht gefunden) im Jahr 2002 mit Landnutzungen (Weinbau und Obstplantagen = violett, Streuobst = orange).

## 2.5.8 Bewertung der Gesamtsituation

In der Grundwasserdatenbank liegen derzeit Analysenergebnisse von 174 PSM-Wirkstoffen und deren Abbauprodukten vor. Davon wurden diejenigen 83 Wirkstoffe ausgewertet und in Tabelle 2.5.3 zusammengestellt, die im Zeitraum von 1992 bis 2002 an insgesamt mindestens 200 Messstellen untersucht wurden. Bei Vorliegen mehrerer Messwerte wurde der Medianwert über den Gesamtzeitraum der betreffenden Messstelle bewertet.

29 Wirkstoffe sind an keiner Messstelle nachweisbar. Zur PSM-Belastung, d.h. mit positiven Befunden im Grundwasser, tragen 54 Wirkstoffe und deren Abbauprodukte bei. Davon werden 26 Stoffe in Konzentrationen unter dem Trinkwassergrenzwert von 0,1 µg/l nachgewiesen. Weitere 22 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 5,5 % der Messstellen über dem Grenzwert (TrinkwV von 1990) liegen. In der Reihenfolge ihrer Nachweishäufigkeit 1992-2002 sind dies: Desethylatrazin (31,9 %), Atrazin (24,4 %), 2,6-Dichlorbenzamid (6,8 %), Bentazon (4,2 %), Hexazinon (4,0 %) und Bromacil (3,5 %). Ursachen sind nicht nur ehemalige Anwendungen im landwirtschaftlichen Bereich z.B. im Mais-, Wein- und Obstanbau sowie in 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 Atrazin-Verbote von 1988 bzw. 1991 zu werten.

**2,6-Dichlorbenzamid** ist wie 2001 unter allen in Baden-Württemberg in 2002 untersuchten PSM-Wirkstoffen und PSM-Abbauprodukten die am dritthäufigsten nachzuweisende Substanz. Die Grenzwertüberschreitungsquote ist mit 2,2 % sogar etwas höher als die von Desethylatrazin (2,1 %) und damit die höchste aller in 2002 untersuchten PSM-Wirkstoffe, einschließlich der Abbauprodukte. 2,6-Dichlorbenzamid ist das Abbauprodukt von Dichlobenil, dessen bereits eingeschränkte Zulassung seit März 2001 - nun verlängert bis zum 31.12.2004 - ruht.

**Bentazon** wurde 2002 in Baden-Württemberg erneut flächendeckend untersucht. Von den im Beprobungsjahr 2002 landesweit erhobenen PSM-Wirkstoffen und Abbauprodukten wurde Bentazon am häufigsten gefunden und wies dabei die höchsten Quoten an Warn- und Grenzwertüberschreitungen auf. Im Vergleich zu den in 2000 landesweiten Bentazonuntersuchungen sind die Warn- und Grenzwertüberschreitungen deutlich angestiegen, während im Landwirtschaftsmessnetz sogar starke Zuwächse zu bemängeln sind. In diesem Teilmessnetz hat die Warnwertüberschreitungsquote um das 1,6-fache und die Grenzwertüberschreitungsquote sogar um das 1,7-fache zugenommen.

Die langjährigen PSM-Auswertungen zeigen aufgrund der auch noch in 2002 hohen Befundraten, wie langlebig die Wirkstoffe und ihre Abbauprodukte sind.

Da nur bei mit Anwendungseinschränkungen oder mit Verboten versehenen PSM-Wirkstoffen mit der Zeit fallende Nachweistendenzen feststellbar sind, verweist dies auf die Notwendigkeit derartiger Einschränkungen.

Tabelle 2.5.3:

Belastung der Messstellen des Grundwassermessnetzes mit PSM-Wirkstoffen, die im Gesamtzeitraum von 1992 - 2002 an 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- Etrimfos Fenoprop (2,4,5-TP) Formothion HCH, β - HCH, δ - Hexachlorbenzol MCPB Monolinuron Monuron Neburon o,p'-DDE o,p'-TDE (o,p'-DDD) Parathion-methyl Propoxur Terbazil Terbutryn Triadimenol Vinclozolin	2,4-D Alachlor Aldicarb Chloridazon Chlorpyrifos Chlortoluron Cyanazin Diazinon Dicamba HCH, α- 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) Isoproturon Linuron Mecoprop (MCP) Metalaxyl Metolachlor Oxadixyl p,p'-DDE Propazin Sebutylazin Simazin Terbutylazin	2,6-Dichlorbenzamid Atrazin Bentazon Bromacil Hexazinon	Desethylatrazin

## 2.6 Versauerung, pH-Wert

### 2.6.1 Problembeschreibung, Bedeutung

Zum Schutz des Verbrauchers bzw. zum Korrosionsschutz der Trinkwasserleitungen gilt ein pH 6,5 als unterer und ein pH von 9,5 als oberer Grenzwert der TrinkwV.

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

### 2.6.2 Landesweite Situation, räumliche Verteilung, Tendenzen, Bewertung

Der obere Grenzwert nach TrinkwV von pH 9,5 wird in 2002 an keiner Messstelle überschritten. Nur dreizehn pH-Werte liegen über pH 8,0. Sie sind meist geogen bedingt und werden im tiefen Grundwasser der Oberen Meeresmolasse im Alpenvorland und im Keuper mit Muschelkalk einfluss gemessen. Das Maximum liegt bei pH 9,09.

Der untere Grenzwert nach TrinkwV von pH 6,5 wird im Gesamtmessnetz an 7,4 % der Messstellen unterschritten, meist im Basismessnetz und Quellmessnetz mit Unterschreitungsquoten von etwa 19 bis 21 % (Abb. 2.6.1).

Diese Messstellen - meist Quellen - liegen nahezu alle im westlichen Landesteil (Abb. 2.6.3) in den Festgesteinen von Schwarzwald und Odenwald (Buntsandstein, Kristallin, Rotliegendes). Das landesweite Minimum von pH 4,79 wird an einer Quelle im Nordschwarzwald gemessen.

Schwerpunkte der Versauerung mit besonders niedrigen pH-Werten von kleiner pH 6,0 (53 Messstellen) liegen hauptsächlich in den Buntsandstein- und Granitgebieten im Odenwald und im Schwarzwald. Grund dafür ist die dortige be-

sondere Armut an „pufferwirksamen“ Gesteinsbestandteilen. Dagegen enthalten Gneisgesteine etwas mehr „Puffersubstanzen“.

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

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

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

Die mittel- bis längerfristige Versauerungstendenz seit 1992 ist in Abbildung 2.6.2 anhand von 1.223 konsistenten Messstellen dargestellt, aufgeteilt in drei verschiedene Aquifergruppen.

Die unterste Gruppe besteht aus 81 Messstellen mit „niedrig mineralisierten Grundwässern“. Sie umfasst meist Schwarzwald- und Odenwaldquellen mit jungen, auf Niederschläge schnell reagierenden Grundwässern, deren Mineralisationsgrad meist unter 20 mS/m (Elektrische Leitfähig-

keit bei 25 °C) liegt. Diese Grundwässer sind aufgrund ihrer geringen Mineralisation versauert oder versauerungsgefährdet.

In den „nassen“ Jahren von 1993 bis 1994 - mit hohen Säureeinträgen über Niederschläge und aus den Böden - ist gegenüber dem trockenen Jahr 1992 das Absinken des Medianwertes um rund 0,3 pH-Einheiten bis in die Nähe des unteren Grenzwertes auffällig.

Zwischen 1995 und 1997 stabilisiert sich die Situation zwischen pH 6,6 und 6,7. Ursache waren damals die in den Höhenlagen um rund 25 % nachlassenden Niederschläge mit geringerem Säureeintrag und geringerer Auswaschung der jahrelang über die Luft in den Boden eingetragenen und gespeicherten Säuren.

Im Jahr 1998 fällt der pH-Wert wieder bis auf nahe pH 6,5, da die Jahresniederschläge wieder zugenommen haben und die Niederschläge in den Beprobungsmonaten September und Oktober überdurchschnittlich waren.

Von 1999 bis 2000 stagniert der pH-Wert knapp über dem Grenzwert zwischen pH 6,5 und 6,6, um in 2001 und 2002 auf knapp über pH 6,6 leicht anzusteigen. Trotz der vor und nach der Beprobung 2001 und der überdurchschnittlich hohen Niederschläge in 2002 sinkt der pH-Wert nicht tiefer.

Bei den beiden anderen Gruppen bleiben die Medianwerte auf nahezu gleichem Niveau von jeweils ca. pH 7,2.

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

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

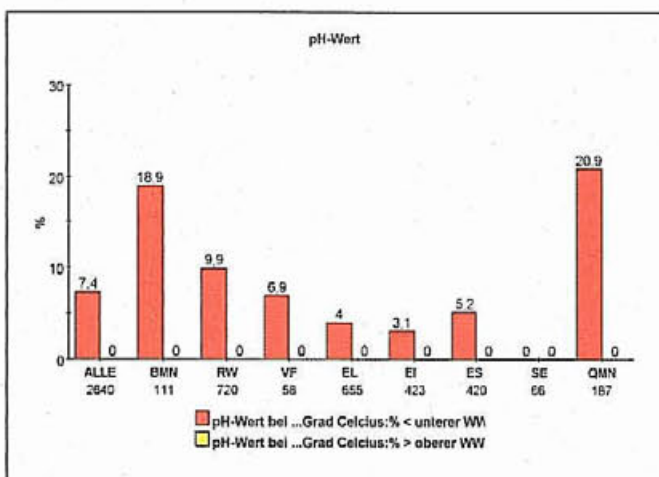


Abbildung 2.6.1: pH-Wert 2002: Unter- und Überschreitungshäufigkeiten des unteren/oberen Warnwertes bzw. des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung (pH 6,5/9,5).

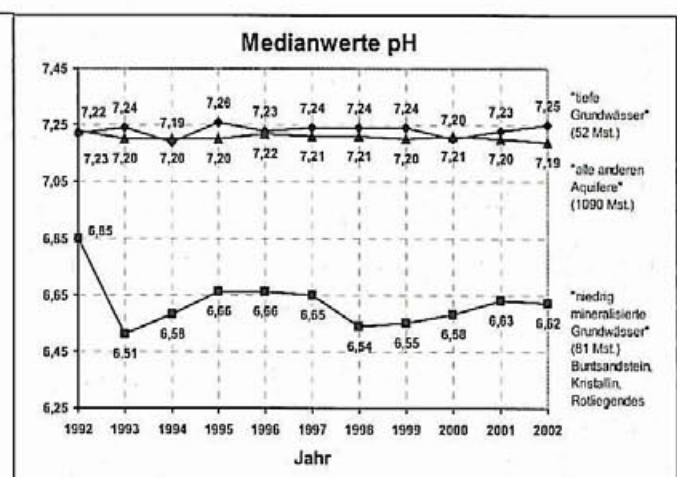


Abbildung 2.6.2: Entwicklung der pH-Wert-Mediane von 1992 bis 2002 für konsistente Messstellen für verschiedene Aquifergruppen. Beprobungszeitraum jeweils September - Oktober.



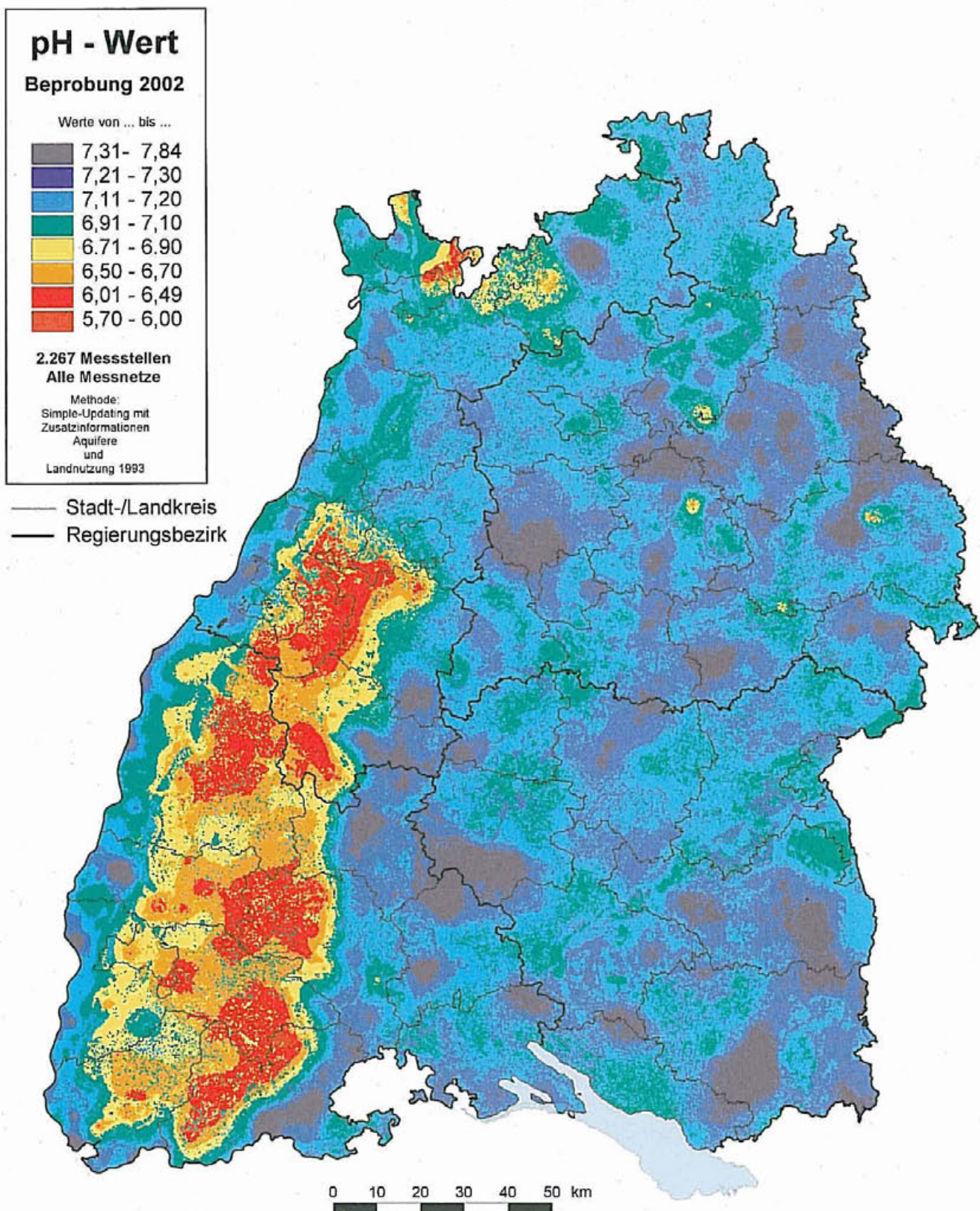


Abbildung 2.6.3: Verteilung **pH-Werte** 2002 im oberflächennahen Grundwasser, regionalisierte Darstellung, nur oberflächennahe Messstellen (Anm.: Dargestellt sind 2.267 von insgesamt 2.640 Messstellen, da ein Teil der Messstellen in tiefen Aquiferen verfiltert ist oder für Messstellen keine Aquifer- oder Landnutzungsbezeichnung vorliegt).

## 2.7 MTBE - Methyl-tertiär-butylether

### 2.7.1 Technische Verwendung, Stoffeigenschaften, Eintragspfade

MTBE (Methyl-tertiär-butylether) wird in Deutschland seit etwa Mitte der 80er Jahre als Kraftstoffzusatz verwendet, in den USA bereits seit den 70er Jahren.

MTBE ist eine leichtflüchtige, wasserlösliche, Flüssigkeit mit auffälligem Geruch und Geschmack. Der Ether gewann bei der Kraftstoffherstellung mit der Einführung bleifreier Kraftstoffe sehr schnell an technischer Bedeutung. Durch seine hohe Oktanzahl und die gute Löslichkeit in Benzin eignet sich MTBE gut als Ersatz für die bleiorganischen Verbindungen und die Aromaten - wie Benzol, mit welchen bisher die Klopfestigkeit des Benzins verbessert wurde. Die weitere Funktion als Sauerstofflieferant beim Verbrennungsprozess trägt zu einer Minderung des Schadstoffausstoßes bei, u.a. von Kohlenmonoxid, Stickoxiden. Außerdem wird MTBE auch in anderen Industriezweigen als Lösungsmittel und für die Produktion von Isobutylene eingesetzt.

MTBE besitzt eine hohe Flüchtigkeit. Der Siedepunkt liegt mit 55 °C relativ niedrig. Es löst sich relativ gut in Wasser (ca. 50 g/l) - besser als andere Kohlenwasserstoffe des Benzins - und ist aufgrund der geringen Bindungstendenz an Bodenteilchen im Untergrund sehr mobil. MTBE wird von Mikroorganismen schwerer abgebaut als Benzol. In Gegenwart von Sauerstoff wird MTBE nur langsam, ohne Sauerstoff nahezu gar nicht abgebaut. Daher breitet es sich im Untergrund schneller und weiter aus als andere Kraftstoffbestandteile und findet sich bei Schadensfällen meist in der Spitze der Schadstofffahne, oft ohne dass andere Kraftstoffbestandteile noch nachweisbar sind.

Diffuse MTBE-Eintragspfade in die Umwelt sind u.a.: Kfz-Verkehr, Auspuffemissionen in die Luft und anschließendes Auswaschen durch Regen, Übergang in Straßenabläufe, Kanalisation und Kläranlagenabläufe; Verdampfung bei Herstel-

lung, beim Transport und Umschlag von Kraftstoffen, beim Befüllen von Tanks und Fahrzeugen, MTBE-Diffusion aus den Tankstellentanks ins Erdreich. So ist MTBE in Luft bzw. Regenwasser nachweisbar, wie es Messungen z.B. aus dem Raum Heidelberg bzw. in Frankfurt zeigen.

Punktuelle MTBE-Eintragspfade in die Umwelt sind: Leckage-Schadensfälle an Raffinerien, im Kraftstoffgroßhandel und an Tankstellen, Tropfverluste beim Befüllen, Abwassereinleitungen in Kanalisation und Oberflächengewässer durch Herstellerfirmen, Kläranlagen. So kann MTBE im Grundwasser in z.T. hohen Konzentrationen unterhalb von jüngeren Kraftstoffschadensfällen nachweisbar sein, auch nach Sanierungsmaßnahmen.

Nach bisherigem Kenntnisstand hat MTBE eine geringe akute Toxizität, allerdings liegen zur toxischen Wirkung bisher nur wenige Studien vor. MTBE wird durch die Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe in die Wassergefährdungsklasse (WGK) 1 eingestuft. MTBE kann bei der Trinkwasseraufbereitung nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand aus dem Rohwasser entfernt werden.

Beim Genuss von MTBE belastetem Wasser ist bereits in geringen Konzentrationen (ca. 5 - 15 µg/l) ein unangenehmer Geruch und Geschmack feststellbar, wobei der Empfindungsschwellenwert offenbar auch von der Temperatur, der Wasserhärte und dem Chlorierungsgrad des Wassers abhängig ist. Auf Grund der Kriterien Geruch und Geschmack hat die US-Umweltbehörde EPA Empfehlungen von 20 bis 40 µg/l als Höchstwerte für Trinkwasser ausgesprochen. In Kalifornien und Dänemark existieren mittlerweile sensorisch begründete Trinkwassergrenzwerte von 5 µg/l. Dieser Wert wird in Deutschland auch vom LAWA-Unterausschuss „Geringfügigkeitschwellen“ im Entwurf als Geringfügigkeits-

schwellenwert für Grundwasser vorgeschlagen. Dieser Wert wurde in 2002 in Baden-Württemberg durch das Ministerium für Umwelt und Verkehr per Erlass bei der Bearbeitung von Altlasten und schädlichen Bodenverunreinigungen als Orientierungswert eingeführt.

Da MTBE in mehreren Fällen im Grundwasser nachgewiesen wurde, wurde in Kalifornien und Dänemark entschieden, den Zusatz von MTBE zum Ottokraftstoff zu verbieten.

Nach einer unveröffentlichten Studie des Umweltbundesamtes wurde 1999 der MTBE-Verbrauch in Deutschland auf ca. 500.000 t/a geschätzt. Daraus wird eine gewichtete Durchschnittskonzentration von 1,67 Gew.-% bzw. Vol.-% MTBE für die deutschen Kraftstoffarten berechnet. Den höchsten Anteil an MTBE im Vergaserkraftstoff in Deutschland hat der Super-Plus-Kraftstoff mit 10,2 Vol.-%, welcher aber nur einen Marktanteil von 3,8 % besitzt. Die Kraftstoffart mit dem höchsten Marktanteil in Deutschland (64,1 %) - das Euro-Super - hat einen MTBE-Volumenanteil von nur 3,8 Vol.-%. Laut EG-Kraftstoffqualitätsrichtlinie ist eine MTBE-Zumischung bis zu 15 Vol.-% gestattet.

Zukünftig soll MTBE auch in Deutschland verstärkt produziert und den Kraftstoffen beigemischt werden. Höhere MTBE-Beimischungsquoten als die o.g. werden diskutiert, um die Einsparung von Benzin und Aromaten (z.B. Benzol) zu forcieren und um zu einer weiteren Luftbelastungsreduzierung durch den Kfz-Verkehr beizutragen.

Aus der Sicht des Grundwasserschutzes ergibt sich die Notwendigkeit, den Kenntnisstand über die bisher vorhandene punktuelle und eine evtl. existierende diffuse Grundwassergefährdung anhand von Messergebnissen zu erweitern und anhand von umfassenden Modellrechnungen eine Antwort auf die Frage zu finden, ob MTBE im Kraftstoff weiterhin akzeptabel ist oder ob eine Beschränkung oder ein Verbot erwogen werden muss. Hierzu sollen die umfangreichen baden-württembergischen Messungen im Grundwassermessnetz und ein Projekt im Rahmen des Förderprogramms „BW-PLUS“ beitragen.

## 2.7.2 Ergebnisse der Untersuchungen 1999 - 2001

In 1999 und 2000 wurde in Baden-Württemberg MTBE im Grundwassermessnetz erstmals in zwei Pilotprojekten an insgesamt 26 gezielt ausgewählten - besonders gefährdeten - Verdachtsmessstellen untersucht.

An acht Messstellen gab es positive Befunde z.B. an drei Messstellen im Bereich einer Raffinerie, an einer Tankstelle mit einem bekannten Schadensfall (Max. 830 µg/l), an zwei Messstellen an einem Güterbahnhof und neben einer Bundesstraße im Bereich eines Tanklastwagenunfalls. In sieben der acht Fälle waren die MTBE-Befunde von 0,2 µg/l bis 830 µg/l auch von positiven Befunden von Mineralölkohlenwasserstoffen oder BTEX-Aromaten begleitet.

Analytische Grundlagen waren Bestimmungsgrenzen von 1 µg/l bzw. 0,2 µg/l (1999 bzw. 2000). Die Ergebnisse wurden in den Jahresberichten 1999 und 2000 veröffentlicht, wie auch im Bericht der MTBE-Fachtagung im Februar 2002 bei der LfU in Karlsruhe (s. Literaturverzeichnis).

Im Jahr 2001 wurden andere Messstellen als in 1999/2000 beprobt. Auch diese 46 zusätzlichen Messstellen gelten als besonders gefährdet.

Bei vier Messstellen d.h. bei 8,7 % der untersuchten 46 Messstellen konnte MTBE nachgewiesen werden. Drei der vier Messstellen liegen im Bereich von Industriebetrieben, in einem Fall in Bereich der Tankanlagen eines ehemaligen Militärgeländes.

Die Konzentrationen lagen zwischen 0,2 und 0,6 µg/l und damit knapp über der bei diesen Messungen erreichten analytischen Bestimmungsgrenze von 0,2 µg/l (GC-FID). Im Gegensatz zu den Messstellen in 1999 und 2000 konnten aber in keiner der 46 untersuchten Proben BTEX-Aromaten oder Mineralölkohlenwasserstoffe nachgewiesen werden.

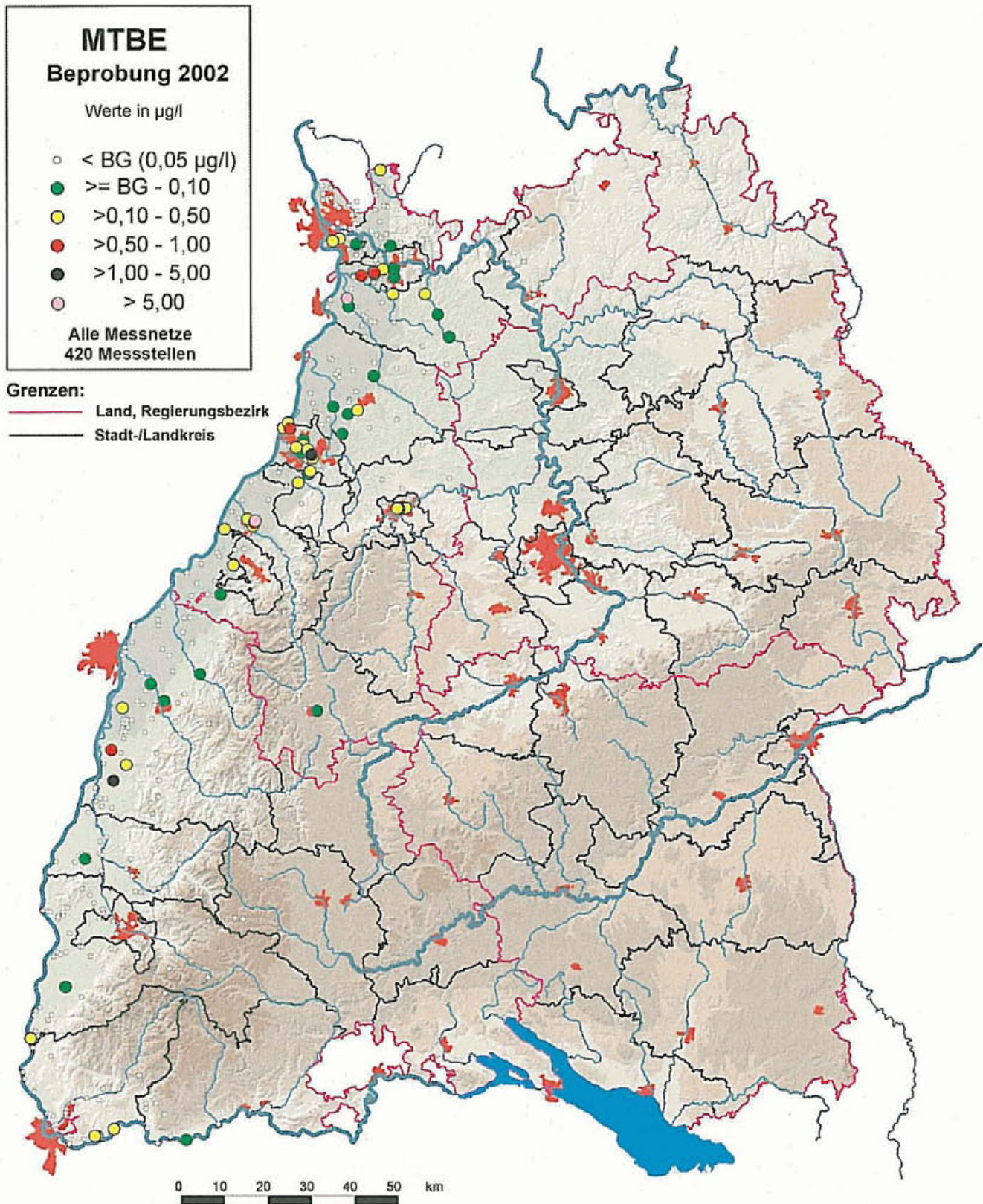


Abb. 2.7.1: Konzentrationsverteilung Methyl-tertiär-butylether MTBE 2002.

### 2.7.3 Ergebnisse der Untersuchungen 2002

In 2002 wurden die MTBE-Untersuchungen auf 420 Messstellen im Oberrheingraben und die angrenzenden Höhenlagen von Odenwald, Kraichgau und Schwarzwald ausgedehnt, ungeachtet des Vorliegens einer besonderen Gefährdung. 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 Luft einträgen zu erfassen.

**Positive MTBE-Befunde** gab es an 65 von 420 untersuchten Messstellen (15,5 %) (Abb. 2.7.1). Die weit überwiegende Mehrzahl der Messstellen mit positiven Befunden, nämlich 59 Messstellen (91 %) sind Emittentenmessstellen Industrie (20 Mst. = 31 %), sonstige Emittentenmessstellen im Bereich von Bahnanlagen (4 Mst. = 6 %) und Siedlungen (35 Mst. = 54 %). Sechs Messstellen gehören zum Emittentenmessnetz Landwirtschaft (9 %). An den jeweils 20-40 untersuchten Messstellen aus dem Quellmessnetz, dem Basismessnetz und dem Rohwassermessnetz gab es keine positiven Befunde.

In nur 13 der 65 Fälle (20 %) gab es auch gleichzeitig positive BTEX-Befunde, unabhängig von der Höhe der MTBE-Gehalte.

Die vorgefundenen positiven MTBE-Konzentrationen liegen zwischen 0,05 und 18 µg/l. Nur vier Konzentrationen liegen über 1 µg/l, davon zwei über 5 µg/l. Hier waren nur in zwei Fällen gleichzeitig BTEX-Aromaten nachweisbar.

Die größte MTBE-Konzentration von 18 µg/l wurde an einer Messstelle in einem Industriegebiet auf dem Gelände eines Recyclingunternehmens festgestellt. Dort zeigen auch benachbarte Messstellen positive MTBE-Befunde, jedoch mit geringeren Konzentrationen.

Die mit ca. 6 µg/l zweithöchste Konzentration wurde in einem Naturschutzgebiet gefunden, abstromig von offenbar MTBE-emittierenden bekannten altlastverdächtigen Flächen/Altlasten: ehemalige Reparaturwerkstätten, Benzinlager, Fahrzeugherstellungswerk, diverse Deponien. Als weitere oder andere mögliche Ursachen kommen Kfz-Emissionen von zwei naheliegenden Autobahnen in Frage. Jedoch ist dies als Ursache angesichts der Höhe der vorgefundenen Konzentration eher unwahrscheinlich.

Die beiden weiteren Konzentrationen > 1 µg/l wurden an Messstellen unmittelbar neben einer Autobahntankstelle mit bekanntem Schadensfall und an einer Messstelle abstromig eines innerstädtischen Güterbahnhofs registriert.

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

Mögliche Emittenten oder wahrscheinliche Ursachenbeispiele sind: Raffinerien, Kraftstoffgroßhandel, Tankstellen, Kfz- und Landmaschinenreparaturwerkstätten, Parkhäuser, Rangier- und Güterbahnhöfe, Bahngleise, Bahnübergänge, noch existierende militärische Anlagen, ehemalige Militärflughäfen und Zivilflughäfen mit Tanklagern, Recyclingunternehmen, Betriebe mit Fuhrparktankstellen: Sägewerke, Baustoffherstellung und Handel wie Kieswerke, Molkereien, Bauhöfe, Fahrzeug- und Fahrzeugteilehersteller.

Die betroffenen Messstellen liegen meist direkt auf dem Betriebsgelände oder im unmittelbaren oder mittelbaren Abstrom. Oft registrierte Entfernungen reichen bis zu 300-500 m, in wenigen Einzelfällen auch darüber hinaus. Z.B. findet sich im Abstrom eines ehemaligen Militärflughafens,

welcher heute als Zivilflugplatz genutzt wird, ein MTBE-Befund in ca. 2,5 km - 3 km Entfernung.

Bei einigen wenigen Befunden ohne Hinweise auf konkrete Emittenten, aber mit direkter Lage an Bundesstrassen, Autobahnen, Bahnübergängen, sind z.B. ehemalige Unfälle mit auslaufendem Benzin als Ursache wahrscheinlich.

Nur sehr wenige Befunde stehen offenbar in Zusammenhang mit Abwasseranlagen und Regenüberlaufbecken. Die sehr wenigen positiven MTBE-Befunde an land- und forstwirtschaftlichen Wegen können evtl. auf den im freien Feld verbotenen Umgang mit Kraftstoffen zurückzuführen sein.

Auch bei positiven MTBE-Befunden an Messstellen in landwirtschaftlichen Bereichen finden sich nahezu immer als wahrscheinliche Ursachen im unmittelbaren und mittelbaren Eintragsgebiet: z.B. aufgegebene, als Altlasten bekannte Tankstellen in dörflichen Siedlungen, Militäranlagen, Flughäfen und Betriebe mit Fuhrparktankstellen (Sägewerke, Kieswerke, Landmaschinenreparaturwerkstätten). Weiterhin finden sich als mögliche Emittenten industrielle Bereiche „auf der grünen Wiese“.

Die positiven MTBE-Befunde im Schwarzwald sind nicht auf diffusen Eintrag über die Atmosphäre zurückzuführen, befinden sich doch immer wahrscheinliche Punktemittenten im unmittelbaren Umkreis der betroffenen Messstellen, meist als altlastverdächtige Flächen bekannte ehemalige Tankstellenareale.

Bei vielen der betroffenen ehemaligen Tankstellenaltlasten fällt auf, dass es sich dabei meist um in den 80er Jahren stillgelegte Betriebe handelt, also in einer Zeit als diese - damals schon - älteren Tankstellen zwar schon MTBE-haltigen Kraftstoff zum Verkauf vorhielten, aber aufgrund der damals eingeleiteten Umweltschutzaufgaben wegen Tankleckagen und den hohen Sanierungskosten schließen mussten. Zum geringen Teil betreffen die positiven MTBE-Befunde offenbar noch existierende Tankstellen.

#### 2.7.4 Bewertung

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 Lufteträgen zu erfassen.

Überraschenderweise ist die Nachweisquote mit 15,5 % sehr hoch, jedoch zeigen nur zwei Analysen MTBE-Gehalte über dem Geruchsschwellenwert von 5 µg/l. 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 keine Anzeichen für die Existenz eines diffusen luftgetragenen MTBE-Eintrags in das Grundwasser mit der Einschränkung, dass mit einer zukünftig niedrigeren Bestimmungsgrenze ein solcher Nachweis im Grundwasser gelingen könnte. Jedoch existiert offenbar eine MTBE-Schadstoffausbreitung im Grundwasser abströmig der Emittenten bis in Entfernungen von meist mehreren hundert Metern, in Einzelfällen werden auch 2 bis 3 km erreicht.

In 2003 werden einige Messstellen mehrmals im Jahr untersucht werden, um nähere Erkenntnisse zum zeitlichen Verlauf der MTBE-Belastungen zu erlangen.



### 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.



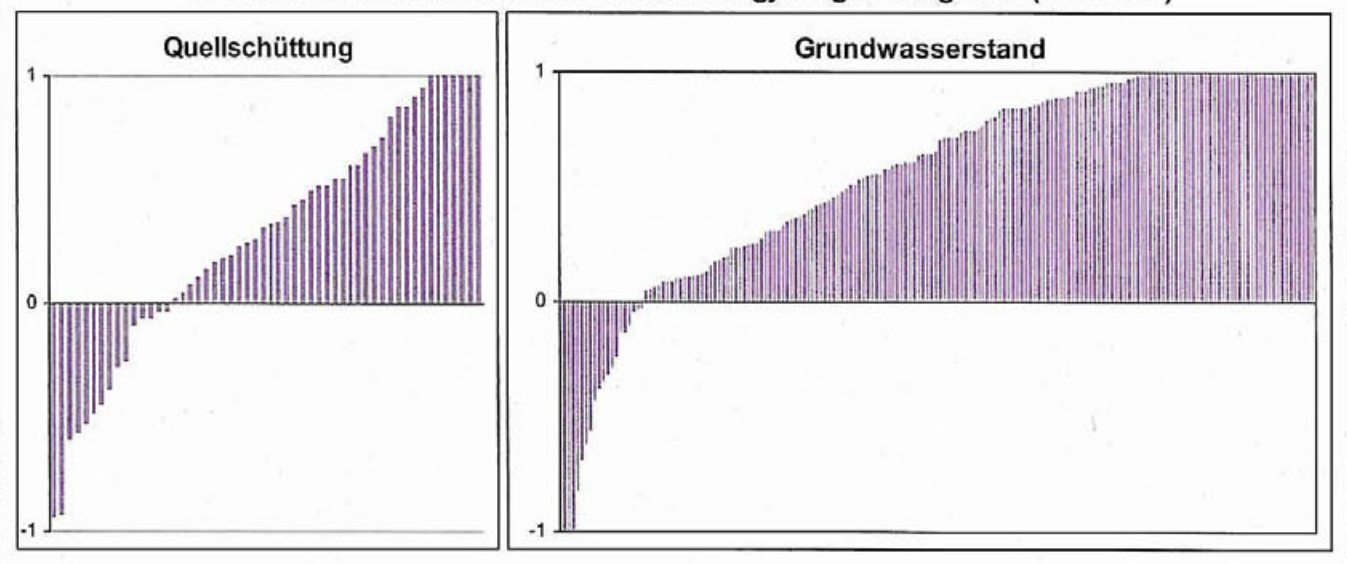
##### Datengrundlage

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 2002** auf leicht höherem Niveau als im Vorjahr und entsprachen weitgehend deutlich überdurchschnittlichen Verhältnissen. Der langfristige Trend (50 Jahre) ist mittlerweile überwiegend ausgeglichen.
- Der kontinuierliche Anstieg der **Grundwasserstände** nach der ausgeprägten Trockenperiode (1989 bis 1991) hielt auch im Jahr 2002 an. Im Oberrheingraben und in den südöstlichen Landesteilen entsprechen die Grundwasserverhältnisse einem hohen, im Rhein-Neckar-Raum einem sehr hohen Niveau. Der mittelfristige (20 Jahre) Trend ist überwiegend steigend, wobei die langfristige Tendenz (50 Jahre) mittlerweile ausgeglichen ist. Die kurzfristige Entwicklung (10 Jahre) ist mit wenigen Ausnahmen steigend bis stark steigend.
- Die **Quellschüttungen** sind vom Niederschlag entscheidend geprägt. Die mittleren Jahreswerte der Schüttungen deuten auf eine überdurchschnittliche Niederschlagsmenge hin. Die starken Niederschläge zum Jahresende 2002 finden sich im Gang der Quellschüttungen wieder. Die langfristige Entwicklung (50 Jahre) ist weitgehend unauffällig.

##### Normierte Jahresmittelwerte 2002 im langjährigen Vergleich (seit 1953)



Erläuterung: Dargestellt wird pro Messstelle der, gegen den seit 1953 jeweils kleinsten (-1) bzw. größten (+1) Jahresmittelwert, normierte Jahresdurchschnitt im Jahr 2002.



Ergebnisse 2002 Baden-Württemberg TMN Grundwasserstand (Auswahl)										
Messstelle	Naturraum	Grundwasser-Landschaft	Jahresminimum 2002		Jahresmaximum 2002		Mittelwert 2002 [m+NN]	Trend [cm/Jahr]		
			[m+NN]	Datum	[m+NN]	Datum		10 Jahre	20 Jahre	50 Jahre
116/022-0	Markgräfler Rheinebene	Quartär	216,14	18.02.	218,85	18.11.	216,7	1,6	-0,4	-2,2
124/023-8	Markgräfler Rheinebene	Quartär	240,33	23.09.	241,71	30.12.	240,63	11,9	2,5	-2,0
115/066-9	Offenburger Rheinebene	Quartär	153,24	03.06.	154,7	18.11.	153,68	5,4	1,8	0,1
115/067-0	Offenburger Rheinebene	Quartär	160,09	25.03.	161,06	30.12.	160,34	-4,0	-3,2	-
133/068-0	Offenburger Rheinebene	Quartär	171,17	30.09.	172,04	02.12.	171,42	4,3	0,4	0,3
102/070-7	Freiburger Buchl	Quartär	217,51	16.09.	218,77	25.11.	218,12	3,4	0,7	0,2
130/070-4	Markgräfler Rheinebene	Quartär	200,3	22.04.	202,24	30.12.	200,85	4,9	-0,2	-2,6
140/073-4	Dinkelberg	Quart. Talfüllungen	316,32	09.09.	317,98	11.11.	316,97	6,5	1,6	-
112/074-9	Hochrheintal	Quart. Talfüllungen	260,98	14.10.	262,21	25.11.	261,25	3,4	0,9	-
109/113-6	Offenburger Rheinebene	Quartär	124,72	16.09.	125,92	18.11.	125,11	2,4	1,0	0,2
126/114-5	Offenburger Rheinebene	Quartär	139,16	15.07.	140,48	18.11.	139,73	2,6	1,4	0,1
103/115-2	Offenburger Rheinebene	Quartär	144,14	18.03.	146	11.11.	144,97	-5,5	-5,1	-0,8
110/116-6	Offenburger Rheinebene	Quartär	156,01	23.09.	157,18	18.11.	156,42	6,2	1,0	-1,8
124/119-0	Freiburger Buchl	Quartär	223,05	28.10.	224,77	30.12.	223,47	33,1	5,6	-
124/123-1	Dinkelberg	Quart. Talfüllungen	329,25	02.09.	330,76	18.11.	329,68	1,2	-0,3	-
134/123-7	Hochschwarzwald	Quart. Talfüllungen	384,57	09.09.	388,04	11.11.	385,99	-0,6	-1,9	-
105/164-3	Offenburger Rheinebene	Quartär	157,72	23.09.	158,38	25.03.	158,04	9,5	1,5	0,3
110/210-0	Nördliche Oberrhein-Niederung	Quartär	106,08	15.07.	106,98	18.11.	106,4	4,1	1,2	-
115/211-5	Nördliche Oberrhein-Niederung	Quartär	109,89	23.09.	111,19	25.03.	110,43	2,0	-0,1	-0,1
703/256-1	Nördliche Oberrhein-Niederung	Quartär / tief	93,41	07.01.	93,86	13.05.	93,6	7,0	-3,5	-
118/258-2	Nördliche Oberrhein-Niederung	Quartär	97,08	14.01.	99,87	18.11.	98,21	6,8	2,7	1,3
227/259-1	Hardtebenen	Quartär	109,24	07.10.	109,63	27.05.	109,42	4,9	0,0	1,8
150/260-6	Hardtebenen	Quartär	113,12	30.09.	113,79	13.05.	113,38	0,5	-2,0	1,8
733/304-4	Hessische Rheinebene	Quartär / tief	92,3	04.02.	92,94	27.05.	92,66	16,2	3,8	-
104/305-6	Neckar-Rheinebene	Quartär	88,43	21.01.	90,97	18.11.	89,33	7,2	2,0	0,1
107/305-0	Neckar-Rheinebene	Quartär	95,91	07.01.	96,48	03.06.	96,25	12,3	4,5	0,0
747/305-0	Neckar-Rheinebene	Quartär / tief	95,28	21.01.	95,81	03.06.	95,62	13,8	4,0	-
742/306-9	Hardtebenen	Quartär / tief	98,66	18.02.	97,08	24.06.	96,92	15,7	-4,6	-
100/307-1	Hardtebenen	Quart. Hangschutt	99,88	07.01.	100,2	13.05.	100,06	10,2	-0,9	-2,0
108/308-7	Hardtebenen	Quartär	106,61	14.01.	107,34	24.03.	106,84	2,1	0,1	-1,3
101/320-1	Baar	Quart. Talfüllungen	674,69	29.07.	675,4	25.02.	675,02	1,7	0,9	-1,1
117/320-4	Baar	Quart. Talfüllungen	671,05	02.09.	671,89	25.03.	671,46	0,1	-0,5	-
100/355-1	Bergstraße	Quartär	97,29	21.01.	98,23	25.03.	97,66	11,6	4,3	0,7
101/372-4	Hegau	Quartär	413,32	23.09.	414,3	04.03.	413,73	0,9	0,0	-
100/516-6	Mittlere Kuppenalb	Malm Weißjura	690,88	23.09.	696,27	09.12.	692,83	5,9	1,4	-
115/619-0	Donau-Ablach-Platten	Quartär	580,1	12.08.	581,3	25.11.	580,44	3,3	1,7	-
130/623-6	Bodenseebecken	Quartär	399,22	21.01.	400,72	12.08.	399,71	3,4	2,4	-
163/669-2	Riss-Aitrach-Platten	Quartär	539,76	25.02.	540,3	02.12.	539,93	1,0	-0,3	-
101/713-8	Albuch und Härtsfeld	Malm Weißjura	538,88	05.08.	551,8	25.03.	541,56	6,6	0,8	-
103/714-0	Lonetal-Flächenalb	Malm Weißjura	544,42	29.07.	555,57	30.12.	548,58	50,5	-9,9	-
125/721-3	Riss-Aitrach-Platten	Quartär	652,24	25.02.	653,54	02.12.	652,69	1,9	1,1	-
102/762-4	Albuch und Härtsfeld	Malm Weißjura	502,71	26.08.	507,93	01.04.	504,6	5,3	4,0	-
125/762-9	Albuch und Härtsfeld	Malm Weißjura	491,52	14.10.	493,18	04.03.	492,39	0,7	2,1	-
154/767-1	Unteres Illertal	Quartär	507,24	29.07.	508,22	11.11.	507,62	4,8	2,4	-
161/768-5	Unteres Illertal	Quartär	532,41	28.01.	534,16	11.11.	532,85	1,4	0,4	-
160/770-4	Unteres Illertal	Quartär	607,61	13.05.	609,02	12.08.	608,24	1,2	0,4	-
138/771-6	Riss-Aitrach-Platten	Quartär	627,91	21.01.	628,77	11.11.	628,22	1,4	0,1	-
145/771-8	Westallgäuer Hügelland	Quartär	647,67	21.01.	650,97	30.12.	648,86	14,1	3,3	-
110/773-2	Adelegg	Quartär	713,8	22.04.	715,76	12.08.	714,39	2,7	1,2	-
113/813-6	Lonetal-Flächenalb	Malm Weißjura	459,95	23.09.	466,66	01.04.	462,73	12,4	-0,4	-
121/814-4	Lonetal-Flächenalb	Quart. Talfüllungen	454,52	07.01.	455,3	23.12.	454,85	2,2	-1,4	-
100/863-0	Ries-Alb	Malm / tief	449,89	01.01.	452,63	30.12.	451,24	8,7	-0,1	-

Ergebnisse 2002 Baden-Württemberg TMN Quellschüttung (Auswahl)										
Messstelle	Naturraum	Grundwasser-Landschaft	Jahresminimum 2002		Jahresmaximum 2002		Mittelwert 2002 [l/s]	Trend [l/s/Jahr]		
			[l/s]	Datum	[l/s]	Datum		10 Jahre	20 Jahre	50 Jahre
602/116-1	Mittlerer Schwarzwald	Buntsandstein	1,33	15.10.	1,92	15.11.	1,52	0,0	0,0	-
600/220-3	Südöstlicher Schwarzwald	Buntsandstein	1,04	12.10.	5,20	16.11.	2,20	0,1	0,0	0,0
600/222-6	Hochschwarzwald	Kristallin	1,40	27.09.	3,70	15.03.	2,74	0,0	0,0	-
600/263-6	Nördlicher Talschwarzwald	Buntsandstein	7,88	15.07.	32,76	11.11.	16,12	0,5	0,2	-
602/320-8	Baar-Alb und Oberes Donautal	Malm Weißjura	1,26	16.09.	6,66	18.03.	3,76	0,1	0,0	-
600/359-8	Kraichgau	Lettenkeuper	2,19	16.09.	3,05	18.02.	2,55	0,1	0,0	0,0
600/468-4	Baar-Alb und Oberes Donautal	Malm Weißjura	108,00	21.01.	518,00	11.11.	202,94	8,2	3,5	-
600/509-9	Neckarbecken	Gipskeuper	0,53	06.02.	0,63	06.04.	0,59	0,0	0,0	-0,1
602/521-3	Oberschwäbisches Hügelland	Quartär Moränen	2,47	01.01.	6,61	15.12.	3,72	0,1	0,0	-
600/554-9	Bauland	Muschelkalk	30,30	14.10.	105,81	21.01.	69,12	1,4	0,2	-
600/605-4	Tauberland	Muschelkalk	5,55	16.09.	26,38	30.12.	13,36	-0,1	-0,1	0,0
600/607-8	Hohenlocher-Haller-Ebenen	Lettenkeuper	2,39	30.09.	5,68	25.03.	3,77	0,1	0,0	0,0
603/657-5	Kecher-Jagst-Ebenen	Muschelkalk	0,36	19.08.	5,00	28.01.	1,85	0,0	0,0	0,0
601/759-1	Schwäbisch-Fränkische Berge	Höherer Keuper	2,95	23.09.	7,19	25.03.	4,41	0,1	0,0	0,0

### 3.2 Gesamtmessnetz – Beschaffenheit

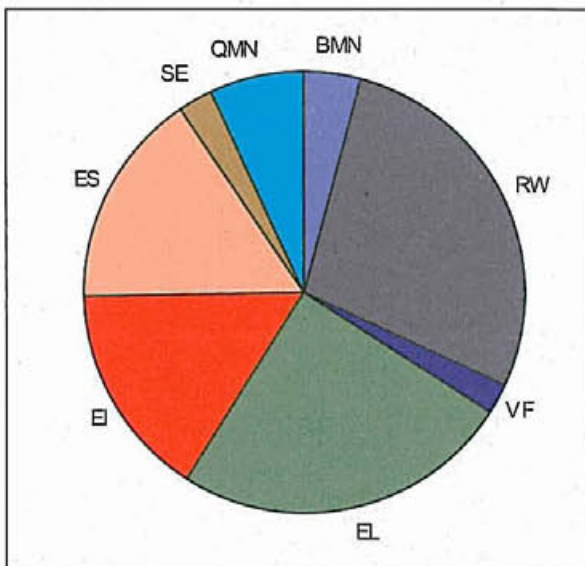
#### Messnetzziel

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

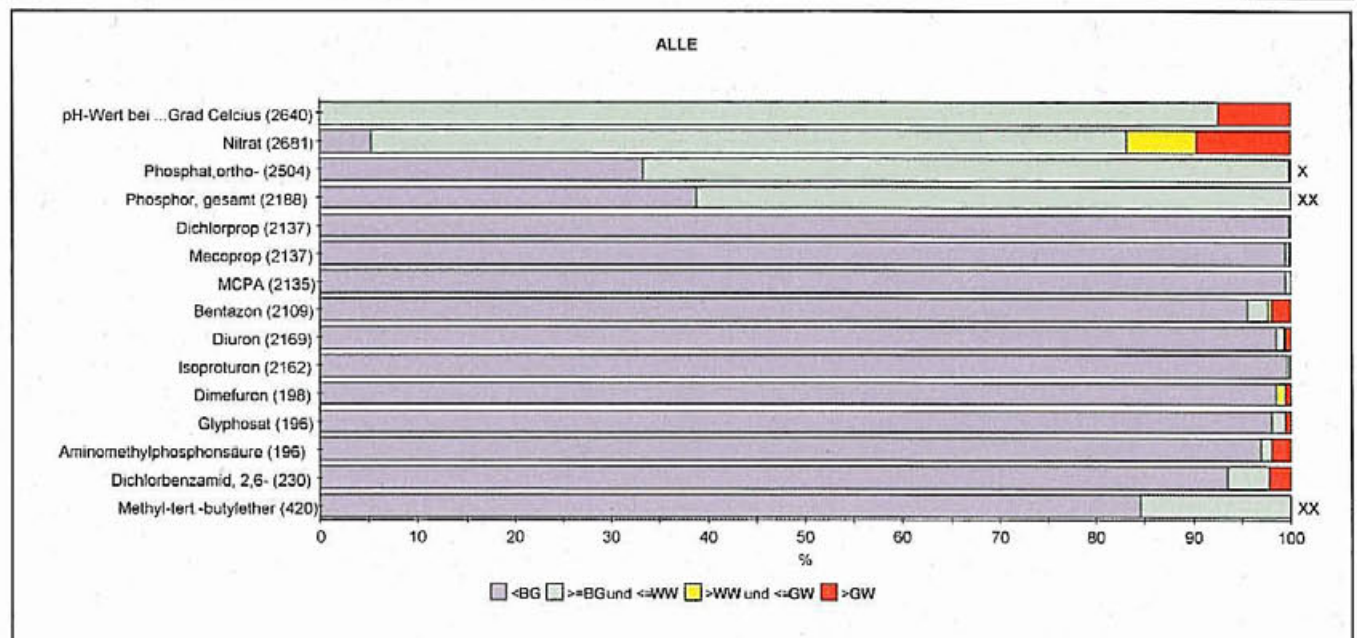
#### Datengrundlage

Ausgewertet wurden für das Jahr 2002 die Daten von insgesamt 2.696 Messstellen (Land: 2.113 Messstellen, Kooperation: WVU: 583 (plus 133 Überschneider)). Die vom Land betriebenen Messstellen wurden auf folgende landesweiten Messprogramme untersucht (Parameter und zusätzliche Sonderuntersuchungen von PSM, MTBE und BTXE: s. Anhang A2):

MESSPROGRAMM	BMN	RW/VF	EL	EI/ES/SE	QMN
Vor-Ort-Parameter	•	•	•	•	•
Messprogramm PSM-2	•	•	•	•	•
Messprogramm PSM-4	•	•	•	•	•
Messprogramm Zusätzliche PSM	•	•	•	•	•
Messprogramm Landwirtschaft	•	•	•	•	•



Messnetz	Messstellen Anzahl	Messstellen Anteil %
BMN	111	4,1
RW	752	27,9
VF	58	2,2
EL	670	24,9
EI	427	15,8
ES	423	15,7
SE	67	2,5
QMN	188	7,0
Summe	2696	100

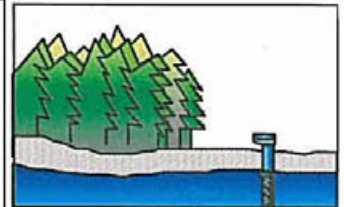


Ergebnisse 2002: Baden-Württemberg ALLE											
Parameter	Dimen- sion	Anz. Mst	>BG		>WW		>GW		P50 (Median)	P90	Maximum (Minimum)
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	Grad C	2622	2622	100,0	12	0,5	5	0,2	11,8	14,9	47,8
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436nm	1/m	2595	1165	44,9	124	4,8	103	4,0	0,09	0,22	5,8
Leitfaehigkeit,elektrisch bei ...Grad Celsius	mS/m	2636	2636	100,0	53	2,0	24	0,9	70,4	105,5	520
pH-Wert bei ...Grad Celcius	-	2640	2640	100,0	196	7,4	196	7,4	7,18	7,46	(4,79)/9,09
Saeurekapazitaet bis pH 4,3 bei ...Grad Celsius	mmol/l	2574	2573	100,0	-	-	-	-	5,66	7,15	14,05
Summe Erdalkalien	mmol/l	2657	2656	100,0	-	-	-	-	3,55	5,27	21,1
Sauerstoff	mg/l	2565	2476	96,5	-	-	-	-	6,6	9,9	14
Sauerstoffsaeatigung	%	2157	2109	97,8	-	-	-	-	62,7	93,1	119
Calcium	mg/l	2651	2649	99,9	22	0,8	18	0,7	112	160	720
Magnesium	mg/l	2650	2649	100,0	204	7,7	88	3,3	17	37,4	158
Natrium	mg/l	2625	2617	99,7	22	0,8	16	0,6	8,5	27,4	590
Kalium	mg/l	2628	2575	98,0	92	3,5	70	2,7	1,7	5,1	217
Ammonium	mg/l	2613	769	29,4	69	2,6	52	2,0	<0,010	0,05	8,4
Chlorid	mg/l	2637	2634	99,9	31	1,2	15	0,6	20,1	57	1170
Nitrat	mg/l	2681	2542	94,8	449	16,7	258	9,6	19	49,3	160
Nitrit	mg/l	2499	311	12,4	39	1,6	33	1,3	<0,01	<0,02	3,14
Sulfat	mg/l	2638	2636	99,9	91	3,4	91	3,4	33	133	1760
Phosphat,ortho-	mg/l	2504	1670	66,7	-	-	3	0,1	0,04	0,18	10
Phosphor, gesamt	mg/l	2188	1339	61,2	-	-	-	-	<0,030	0,092	4,7
Bor	mg/l	2564	1461	57,0	229	8,9	12	0,5	0,02	0,1	4,09
Dichlorphenoxyessigsaeure, 2,4-	ug/l	2132	5	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,08
Dichlorprop	ug/l	2137	4	0,2	1	0,0	1	0,0	<0,05	<0,05	0,25
Mecoprop	ug/l	2137	10	0,5	4	0,2	3	0,1	<0,05	<0,05	0,46
4-Chlor-2-methylphenoxyessigsaeure	ug/l	2135	10	0,5	1	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,09
Dicamba	ug/l	2108	4	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,08
Bentazon	ug/l	2109	93	4,4	48	2,3	40	1,9	<0,05	<0,05	1,9
Sebutylazin	ug/l	2250	5	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,04
Trifluralin	ug/l	2145	3	0,1	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,06
Pendimethalin	ug/l	2172	2	0,1	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,07
Diazinon	ug/l	2189	1	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,050	<0,050	0,05
Dimethoat	ug/l	2189	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Fenitrothion	ug/l	2156	3	0,1	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,05
Malathion	ug/l	2161	3	0,1	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,08
Disulfoton	ug/l	2110	1	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,050	<0,050	0,07
Chlorpyriphos	ug/l	2110	2	0,1	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,05
Parathion-ethyl	ug/l	2195	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,050	<0,050	-
Diuron	ug/l	2169	32	1,5	15	0,7	11	0,5	<0,05	<0,05	0,25
Isoproturon	ug/l	2162	9	0,4	3	0,1	2	0,1	<0,05	<0,05	0,17
Chlortoluron	ug/l	2168	2	0,1	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,08
Linuron	ug/l	2140	2	0,1	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,07
Methabenzthiazuron	ug/l	2140	1	0,0	1	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,1
Dimefuron	ug/l	198	3	1,5	3	1,5	1	0,5	<0,05	<0,05	0,29
Glyphosat	ug/l	196	4	2,0	1	0,5	1	0,5	<0,05	<0,05	0,17
Aminomethylphosphonsaeure	ug/l	196	6	3,1	4	2,0	4	2,0	<0,05	<0,05	0,5
Atrazin	ug/l	559	52	9,3	1	0,2	1	0,2	<0,02	<0,05	0,13
Desethylatrazin	ug/l	560	127	22,7	18	3,2	12	2,1	<0,03	<0,05	0,34
Simazin	ug/l	558	8	1,4	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,05	0,03
Dichlorbenzamid, 2,6-	ug/l	230	15	6,5	5	2,2	5	2,2	<0,05	<0,05	0,37
Methyl-tert.-butylether	ug/l	420	65	15,5	-	-	-	-	<0,05	0,1	18
Benzol	ug/l	517	8	1,5	0	0,0	-	-	<1,0	<1,0	1
Toluol	ug/l	505	8	1,6	0	0,0	-	-	<1,0	<1,0	0,5
Xylol, o-,m-,p-	ug/l	422	8	1,9	-	-	-	-	<1,0	<1,0	2,4
Ethylbenzol	ug/l	505	3	0,6	0	0,0	-	-	<1,0	<1,0	0,6

### 3.3 Basismessnetz (BMN)

#### Messnetzziel

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

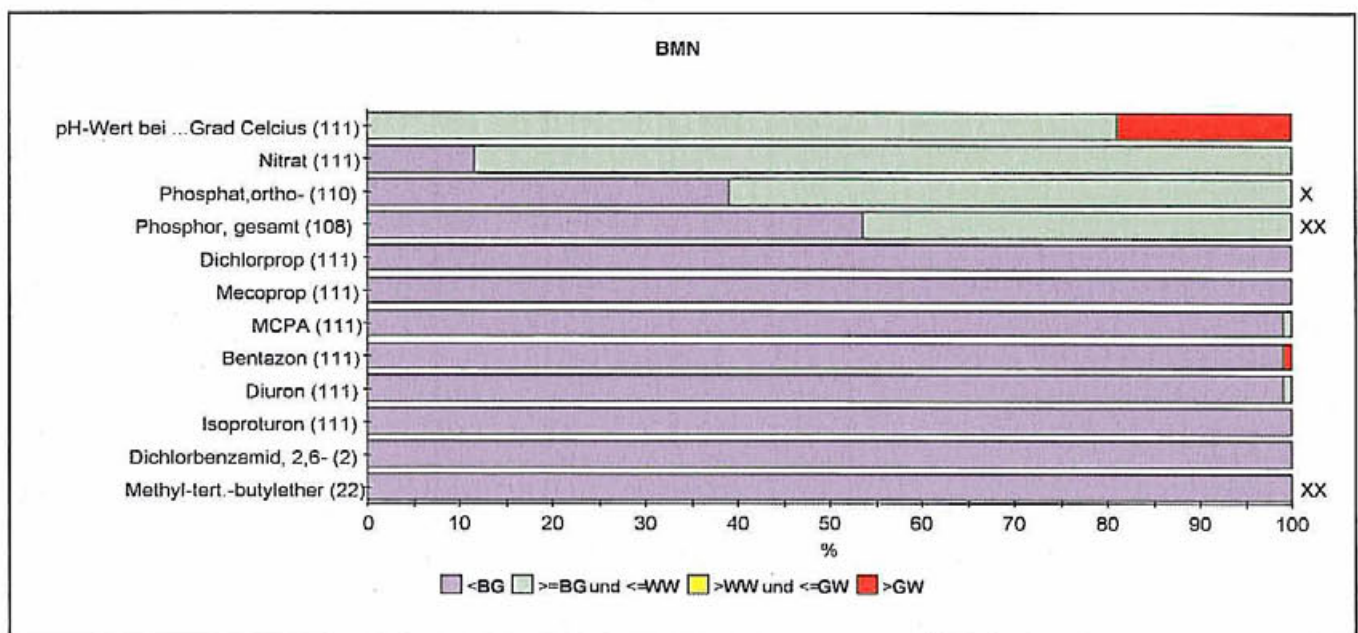


#### Datengrundlage

Beprobte wurden 111 Messstellen in verschiedenen Grundwasserlandschaften Baden-Württembergs. Generell wurde untersucht auf die Messprogramme: „Vor-Ort“, „PSM-2“, „PSM-4“, „Landwirtschaft“ und z.T. auf MTBE und BTXE. Von den diesjährigen PSM-Sonderuntersuchungen auf Glyphosat, AMPA und Dimefuron war das Basismessnetz ausgeschlossen.

#### Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Nachdem der **Nitrat**-Medianwert gegenüber 1999 von 6,9 mg/l auf 7,8 mg/l in 2001 angestiegen war, ist er in 2002 auf 7,6 mg/l gesunken (Abb. 2.4.6). Der Anstieg war auf die Konzentrationszunahmen von einigen Milligramm an einigen Waldquellen zurückzuführen, als Folge der Windwurfschäden durch den Sturm „Lothar“ im Dezember 1999. Die Ergebnisse des in 2000 eingerichteten Sonderuntersuchungsprogramms, zeigen seit 2001 z.T. merkliche Konzentrationszunahmen bis zu einigen mg/l, wie sie schon z.T. in 1990 nach dem Sturm „Wiebke“ erreicht wurden. Jedoch zeigt die Entwicklung in 2002 an einzelnen Quellen bereits wieder stark fallende Konzentrationen. So sinken an einer Quelle mit sehr großen Windwurfschäden im Eintragsgebiet die Nitratkonzentrationen von z.T. über 20 mg/l in 2001 auf 9 mg/l in 2002. Der P-90-Wert ist seit 1999 weiter leicht auf 15,2 mg/l gesunken, als Folge des abnehmenden landwirtschaftlichen Einflusses an einer Messstelle. Das Maximum von über 30 mg/l ist jedoch nach wie vor auf landwirtschaftlichen Einfluss zurückzuführen. Für Nitrat liegen keine Warn- und Grenzwertüberschreitungen vor.
- Die vereinzelt **PSM-Nachweise** von **Diuron**, **MCPA**, **Bentazon**, **Atrazin** und **DEA** finden sich an Tiefbrunnen und Quellen im verkarsteten Muschelkalk und Malm mit Ackerbau, Dörfern, Straßen und Deponien im Eintragsgebiet. Bei Bentazon gibt es eine WRRL-TrinkwV-Grenzwertüberschreitung an einer Messstelle mit Getreideanbau im Eintragsgebiet.
- **MTBE** und **BTXE** wurden an keiner Messstelle nachgewiesen.
- Die hohe **pH** - Grenzwertunterschreitungsquote von nahezu 19 % ist durch saure Quellen in den Höhenlagen von Schwarzwald, Odenwald und Keuperbergland verursacht.

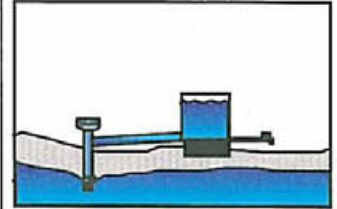


Ergebnisse 2002:		Baden-Württemberg BMN									
Parameter	Dimen- sion	Anz. Mst	>BG		>WW		>GW		P50 (Median)	P90	Maximum (Minimum)
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	Grad C	111	111	100,0	5	4,5	4	3,6	9,5	13,5	47,8
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436nm	1/m	111	32	28,8	2	1,8	2	1,8	<0,050	<0,200	1
Leitfähigkeit,elektrisch bei ...Grad Celsius	mS/m	111	111	100,0	0	0,0	0	0,0	48,6	69,2	101,6
pH-Wert bei ...Grad Celsius	-	111	111	100,0	21	18,9	21	18,9	7,3	7,7	(4,93)/9,09
Säurekapazität bis pH 4,3 bei ...Grad Celsius	mmol/l	109	108	99,1	-	-	-	-	4,48	6,36	7,6
Summe Erdalkalien	mmol/l	110	110	100,0	-	-	-	-	2,44	3,64	5,45
Sauerstoff	mg/l	111	104	93,7	-	-	-	-	9	10,4	11,4
Sauerstoffsättigung	%	111	103	92,8	-	-	-	-	84	97	102,9
Calcium	mg/l	110	110	100,0	0	0,0	0	0,0	69,6	109,8	157
Magnesium	mg/l	110	110	100,0	2	1,8	0	0,0	11,5	33	45,4
Natrium	mg/l	111	108	97,3	1	0,9	1	0,9	3	11,6	180
Kalium	mg/l	111	103	92,8	0	0,0	0	0,0	1	2	5,8
Ammonium	mg/l	109	44	40,4	0	0,0	0	0,0	<0,010	0,13	0,33
Chlorid	mg/l	111	111	100,0	0	0,0	0	0,0	4	12,4	38,2
Nitrat	mg/l	111	98	88,3	0	0,0	0	0,0	7,4	15,2	32,6
Nitrit	mg/l	109	10	9,2	1	0,9	1	0,9	<0,01	<0,01	0,17
Sulfat	mg/l	111	110	99,1	0	0,0	0	0,0	16,1	41,9	207
Phosphat,ortho-	mg/l	110	67	60,9	-	-	0	0,0	0,03	0,16	0,41
Phosphor, gesamt	mg/l	108	50	46,3	-	-	-	-	0,028	0,06	0,14
Bor	mg/l	111	46	41,4	4	3,6	0	0,0	<0,020	0,05	0,26
Dichlorphenoxyessigsäure, 2,4-	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Dichlorprop	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Mecoprop	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
4-Chlor-2-methylphenoxyessigsäure	ug/l	111	1	0,9	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,08
Dicamba	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Bentazon	ug/l	111	1	0,9	1	0,9	1	0,9	<0,05	<0,05	0,17
Sebutylazin	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Trifluralin	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Pendimethalin	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Diazinon	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,050	<0,050	-
Dimethoat	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Fenitrothion	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Malathion	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Disulfoton	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,050	<0,050	-
Chlorpyrifos	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Parathion-ethyl	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,050	<0,050	-
Diuron	ug/l	111	1	0,9	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,06
Isoproturon	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Chlortoluron	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Linuron	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Methabenzthiazuron	ug/l	111	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Atrazin	ug/l	5	1	20,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,02	0,02
Desethylatrazin	ug/l	5	1	20,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,03	0,02
Simazin	ug/l	5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,01	<0,02	-
Dichlorbenzamid, 2,6-	ug/l	2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Methyl-tert.-butylether	ug/l	22	0	0,0	-	-	-	-	<0,05	<0,05	-
Benzol	ug/l	22	0	0,0	0	0,0	-	-	<0,2	<1,0	-
Toluol	ug/l	22	0	0,0	0	0,0	-	-	<0,2	<1,0	-
Xylol, o-,m-,p-	ug/l	22	0	0,0	-	-	-	-	<0,5	<1,0	-
Ethylbenzol	ug/l	22	0	0,0	0	0,0	-	-	<0,2	<1,0	-

### 3.4 Rohwassermessstellen (RW)

#### Messnetzziel

Landesweiter Überblick über das zur öffentlichen Wasserversorgung genutzte Grundwasser mit möglichst vollständiger Erfassung des Rohwassers.

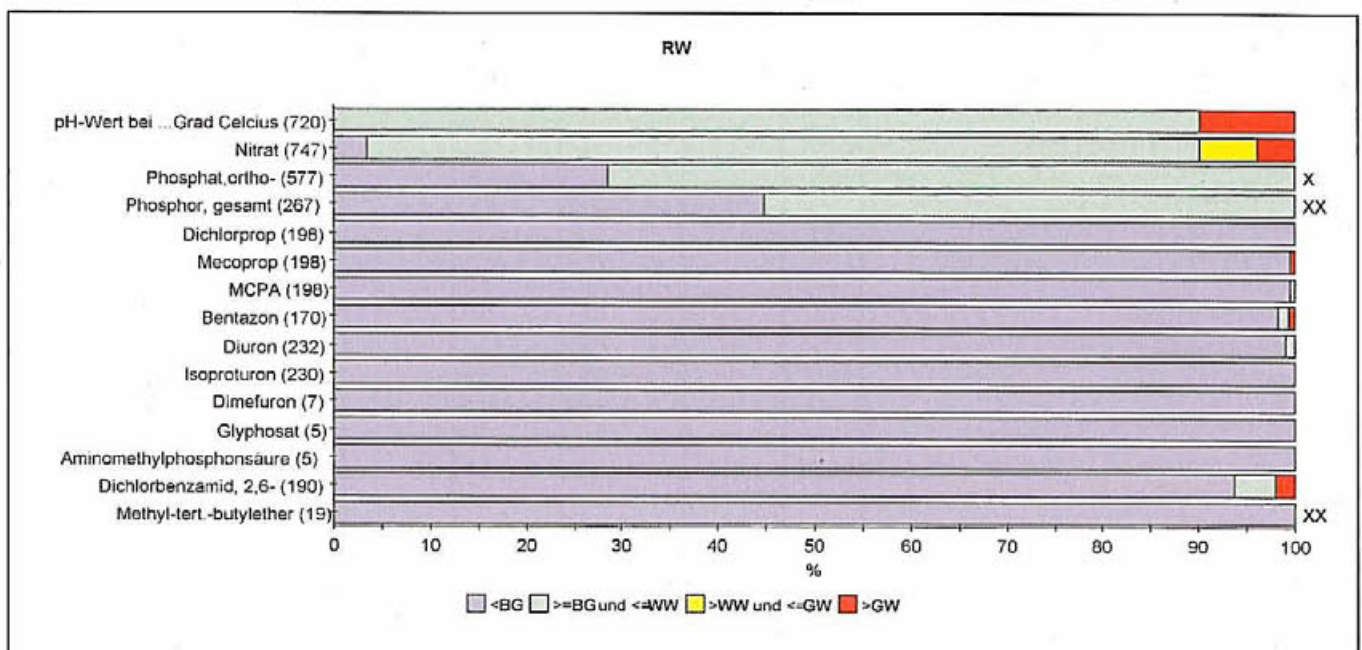


#### Datengrundlage

Ausgewertet wurden 752 verschiedene Rohwassermessstellen (Land: 169 Messstellen, Kooperation: 583 Messstellen (plus 133 Überschneider)) mit Stichtag: 20.05.2003). Bei den Landesmessstellen erstreckte sich die Untersuchung auf die Messprogramme: „Vor-Ort“, „PSM-2“, „PSM-4“, „Landwirtschaft“ und z.T. auf die diesjährigen PSM-Zusatzparameter, MTBE und BTXE.

#### 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 zehnten Messstelle liegt der Nitratgehalt über dem Warnwert von 40 mg/l, an jeder fünfundzwanzigsten Messstelle über dem Grenzwert der TrinkwV und der WRRL.
- **PSM:** Die Nachweisquoten von **Atrazin** und **Desethylatrazin (DEA)** sind so hoch, dass sie bei den PSM immer noch die Hauptbelastungen darstellen, jedoch werden nur 11 Grenzwertüberschreitungen gezählt. Obwohl **2,6-Dichlorbenzamid** nur an relativ wenigen WVU-Messstellen analysiert wurde, wird mit 6,3 % die dritthöchste Nachweisquote aller PSM registriert (2,1 % GW-Überschreitungen). **Simazin** wird mit einer Nachweisquote von 1,7 % gefunden, allerdings ohne Warn- und Grenzwertüberschreitungen.
- **Andere PSM:** Bei den nur an relativ wenigen Messstellen - meist nur an den 169 Landesmessstellen - untersuchten anderen PSM-Wirkstoffen, gab es nur vereinzelte positive Befunde von **Bentazon**, **Diuron**, **Dicamba**, **Mecoprop**, **MCPA**, **2,4-D**, **Linuron**, **Malathion**, nur zum geringen Teil mit Grenzwertüberschreitungen. An den 5 -7 auf **Glyphosat**, **AMPA** und **Dimefuron** untersuchten Messstellen gibt es keine positiven Nachweise.
- **MTBE** und **BTXE** wurden an keiner Messstelle nachgewiesen.



Ergebnisse 2002: Baden-Württemberg RW											
Parameter	Dimen- sion	Anz. Mst	>BG		>WW		>GW		P50 (Median)	P90	Maximum (Minimum)
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	Grad C	683	683	100,0	0	0,0	0	0,0	10,9	13,1	17,7
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436nm	1/m	652	255	39,1	13	2,0	10	1,5	0,08	0,11	1,92
Leitfaehigkeit,elektrisch bei ...Grad Celsius	mS/m	704	704	100,0	1	0,1	0	0,0	65,5	89,6	175
pH-Wert bei ...Grad Celcius	-	720	720	100,0	71	9,9	71	9,9	7,22	7,53	(5,1)/8,3
Saeurekapazitaet bis pH 4,3 bei ...Grad Celsius	mmol/l	665	665	100,0	-	-	-	-	5,49	6,86	9,32
Summe Erdalkalien	mmol/l	719	719	100,0	-	-	-	-	3,35	4,7	7,31
Sauerstoff	mg/l	646	632	97,8	-	-	-	-	7,5	10,6	14
Sauerstoffsaeatigung	%	248	247	99,6	-	-	-	-	69	99	119
Calcium	mg/l	712	710	99,7	0	0,0	0	0,0	104,4	141,5	215
Magnesium	mg/l	710	709	99,9	38	5,4	8	1,1	17	35,7	82
Natrium	mg/l	690	686	99,4	2	0,3	1	0,1	6,3	17	223
Kalium	mg/l	690	673	97,5	1	0,1	1	0,1	1,33	3,18	36,1
Ammonium	mg/l	688	165	24,0	6	0,9	2	0,3	<0,010	<0,050	1,27
Chlorid	mg/l	696	693	99,6	1	0,1	1	0,1	15,2	39	287
Nitrat	mg/l	747	722	96,7	74	9,9	29	3,9	16,3	40	89,7
Nitrit	mg/l	581	29	5,0	2	0,3	0	0,0	<0,01	<0,02	0,1
Sulfat	mg/l	697	697	100,0	6	0,9	6	0,9	27	105	295
Phosphat,ortho-	mg/l	577	412	71,4	-	-	0	0,0	0,04	0,16	1,45
Phosphor, gesamt	mg/l	267	147	55,1	-	-	-	-	<0,030	0,065	1,063
Bor	mg/l	621	318	51,2	21	3,4	1	0,2	0,02	0,07	1,15
Dichlorphenoxyessigsäure, 2,4-	ug/l	196	1	0,5	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,05
Dichlorprop	ug/l	198	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Mecoprop	ug/l	198	1	0,5	1	0,5	1	0,5	<0,05	<0,05	0,14
4-Chlor-2-methylphenoxyessigsäure	ug/l	198	1	0,5	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,06
Dicamba	ug/l	170	2	1,2	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,07
Bentazon	ug/l	170	3	1,8	1	0,6	1	0,6	<0,05	<0,05	0,32
Sebutylazin	ug/l	308	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Trifluralin	ug/l	204	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Pendimethalin	ug/l	233	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Diazinon	ug/l	248	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,050	<0,050	-
Dimethoat	ug/l	248	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Fenitrothion	ug/l	216	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Malathion	ug/l	221	1	0,5	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,05
Disulfoton	ug/l	170	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,050	<0,050	-
Chlorpyriphos	ug/l	170	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Parathion-ethyl	ug/l	255	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,050	<0,050	-
Diuron	ug/l	232	2	0,9	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,05
Isoproturon	ug/l	230	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Chlortoluron	ug/l	228	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Linuron	ug/l	201	1	0,5	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,05
Methabenzthiazuron	ug/l	201	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Dimefuron	ug/l	7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Glyphosat	ug/l	5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Aminomethylphosphonsäure	ug/l	5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Atrazin	ug/l	466	42	9,0	1	0,2	1	0,2	<0,02	<0,05	0,13
Desethylatrazin	ug/l	467	105	22,5	16	3,4	10	2,1	0,02	<0,05	0,34
Simazin	ug/l	465	8	1,7	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,05	0,03
Dichlorbenzamid, 2,6-	ug/l	190	12	6,3	4	2,1	4	2,1	<0,05	<0,05	0,26
Methyl-tert.-butylether	ug/l	19	0	0,0	-	-	-	-	<0,05	<0,05	-
Benzol	ug/l	95	0	0,0	0	0,0	-	-	<1,0	<1,0	-
Toluol	ug/l	85	0	0,0	0	0,0	-	-	<1,0	<1,0	-
Xylol, o-,m-,p-	ug/l	21	0	0,0	-	-	-	-	<1,0	<1,0	-
Ethylbenzol	ug/l	85	0	0,0	0	0,0	-	-	<1,0	<1,0	-

### 3.5 Emittentenmessstellen Landwirtschaft (EL)

#### Messnetzziel

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

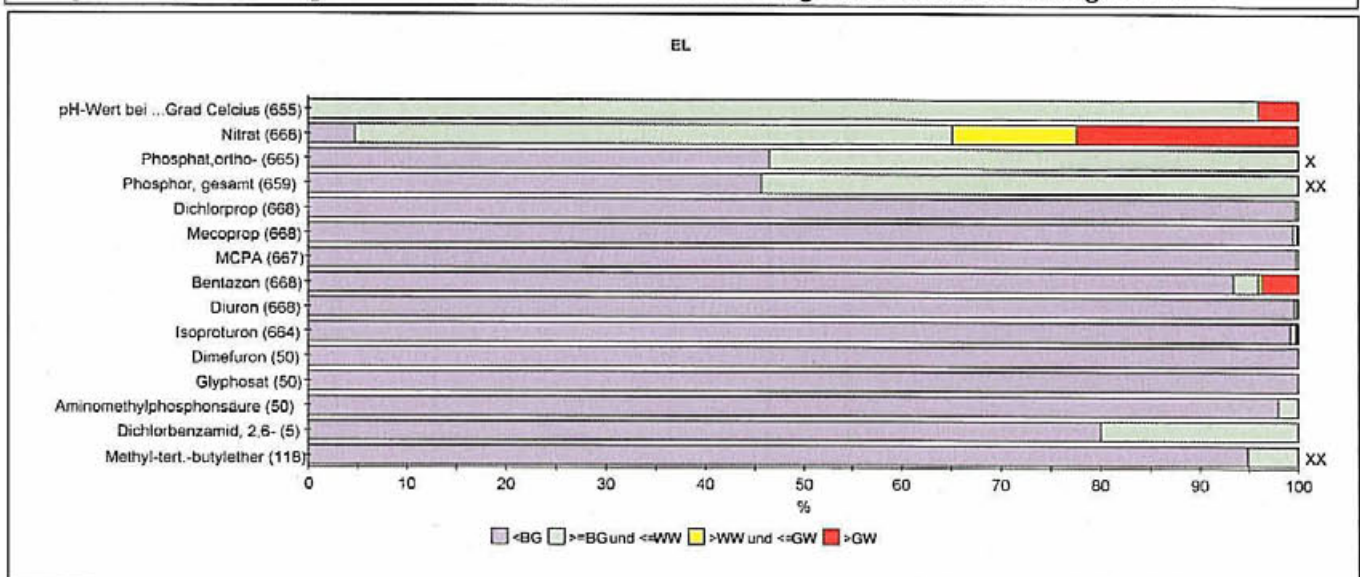


#### Datengrundlage

Die insgesamt 670 beprobten Emittentenmessstellen Landwirtschaft wurden generell auf die Messprogramme: „Vor-Ort“, „PSM-2“, „PSM-4“, „Landwirtschaft“ und z.T. auf die diesjährigen PSM-Zusatzparameter, MTBE und BTXE untersucht.

#### Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Die **Nitratbelastung** ist nach wie vor die höchste aller Teilmessnetze, an jeder dritten Messstelle liegen Warnwertüberschreitungen vor, an jeder vierten Grenzwertüberschreitungen. Die Werte in den sehr hohen Konzentrationsbereichen über 50 mg/l und über 80 mg/l sind gesunken (Abb. 2.4.4), wie es auch der gegenüber dem Vorjahr um 4 mg/l gefallene P-90-Wert und das auf 160 mg/l gefallene landesweite Maximum zeigen (s. Statistik-Tabelle).
- PSM:** Die Nachweisquote von **Bentazon** ist die höchste aller Teilmessnetze und mit 6,6 % sehr hoch. Sehr auffällig ist, dass an jeder zweiten Messstelle mit Positivbefunden gleichzeitig der Grenzwert der TrinkwV und der WRRL überschritten wird. Diese Messstellen liegen meist in Ackerbaugebieten. Hier findet sich das landesweite Maximum von 1,9 µg/l, das ist ca. das 20fache des TrinkwV-WRRL-Grenzwertes von 0,1 µg/l. Angesichts der hohen Nachweisquote und der gegenüber 2000 stark steigenden Anzahl der Warn- und Grenzwertüberschreitungen sollte für **Bentazon eine Rücknahme der Zulassung und ein Anwendungsverbot** ausgesprochen werden. **Andere PSM:** Die anderen landesweit untersuchten PSM-Wirkstoffe werden mit nur wesentlich geringeren Nachweisquoten registriert. An insgesamt fünf Messstellen wird der Warnwert überschritten, davon zweimal der Grenzwert. **Isoproturon** findet sich am häufigsten und zwar an fünf Messstellen in Ackerbaugebieten, mit einer Grenzwertüberschreitung. **Glyphosat** und **Dimefuron** werden nicht gefunden, **AMPA** an einer Messstelle.
- MTBE** und **BTXE** werden an insgesamt sieben Messstellen gefunden. Die MTBE-Befunde werden nicht von BTXE-Befunden begleitet. Alle MTBE-Befunde liegen unter dem Geruchsschwellenwert von 5 µg/l. Die maximal vorgefundene Konzentration beträgt 0,8 µg/l. Vier der sechs MTBE-Befunde, einschließlich des Maximums, finden sich zusammen abstromig eines Bereiches mit einer militärischen Siedlungsanlage, mit als Altlasten bekannten Tankstellen und mit Altablagerungen. Die beiden anderen MTBE-Befunde finden sich einmal auf einem im landwirtschaftlichen Bereich liegenden Kieswerksgelände und im anderen Fall abstromig eines kleinen Zivilflughafens.



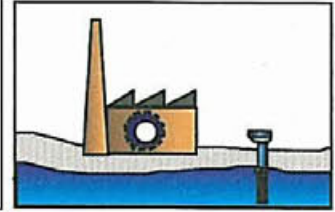


Ergebnisse 2002:		Baden-Württemberg EL									
Parameter	Dimen- sion	Anz. Mst	>BG		>WW		>GW		P50 (Median)	P90	Maximum (Minimum)
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	Grad C	670	670	100,0	0	0,0	0	0,0	11,6	14,3	19,2
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436nm	1/m	670	332	49,6	45	6,7	40	6,0	<0,096	<0,300	5,8
Leitfaehigkeit,elektrisch bei ...Grad Celsius	mS/m	668	668	100,0	6	0,9	2	0,3	73	100,3	209
pH-Wert bei ...Grad Celcius	-	655	655	100,0	26	4,0	26	4,0	7,17	7,41	(5,52)/8,21
Saeurekapazitaet bis pH 4,3 bei ...Grad Celsius	mmol/l	658	658	100,0	-	-	-	-	5,8	7,29	12,55
Summe Erdalkalien	mmol/l	668	668	100,0	-	-	-	-	3,71	5,24	11,62
Sauerstoff	mg/l	660	640	97,0	-	-	-	-	6,9	9,6	12,3
Sauerstoffsaeltigung	%	656	641	97,7	-	-	-	-	67	93,1	116
Calcium	mg/l	668	668	100,0	1	0,1	0	0,0	117	162	357
Magnesium	mg/l	669	669	100,0	42	6,3	17	2,5	17,3	37	113
Natrium	mg/l	662	662	100,0	2	0,3	2	0,3	8,1	18,8	245
Kalium	mg/l	665	652	98,0	18	2,7	12	1,8	1,45	4,6	65,6
Ammonium	mg/l	662	162	24,5	13	2,0	10	1,5	<0,010	0,03	6,6
Chlorid	mg/l	669	669	100,0	1	0,1	1	0,1	22,5	49,7	360
Nitrat	mg/l	668	636	95,2	233	34,9	150	22,5	29,5	70	160
Nitrit	mg/l	659	82	12,4	8	1,2	8	1,2	<0,01	0,01	2,11
Sulfat	mg/l	669	669	100,0	19	2,8	19	2,8	33,5	113	691
Phosphat,ortho-	mg/l	665	356	53,5	-	-	0	0,0	<0,030	0,14	1,6
Phosphor, gesamt	mg/l	659	357	54,2	-	-	-	-	<0,030	0,071	1,1
Bor	mg/l	670	347	51,8	37	5,5	1	0,1	0,02	0,07	1,61
Dichlorphenoxyessigsaeure, 2,4-	ug/l	668	2	0,3	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,08
Dichlorprop	ug/l	668	2	0,3	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,08
Mecoprop	ug/l	668	4	0,6	1	0,1	1	0,1	<0,05	<0,05	0,23
4-Chlor-2-methylphenoxyessigsaeure	ug/l	667	2	0,3	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,05
Dicamba	ug/l	668	1	0,1	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,08
Bentazon	ug/l	668	44	6,6	27	4,0	24	3,6	<0,05	<0,05	1,9
Sebutylazin	ug/l	670	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Trifluralin	ug/l	669	2	0,3	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,05
Pendimethalin	ug/l	669	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Diazinon	ug/l	669	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,050	<0,050	-
Dimethoat	ug/l	669	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Fenitrothion	ug/l	668	1	0,1	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,05
Malathion	ug/l	668	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Disulfoton	ug/l	668	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,050	<0,050	-
Chlorpyriphos	ug/l	668	1	0,1	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,05
Parathion-ethyl	ug/l	669	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,050	<0,050	-
Diuron	ug/l	668	3	0,4	1	0,1	0	0,0	<0,05	<0,05	0,09
Isoproturon	ug/l	664	5	0,8	2	0,3	1	0,2	<0,05	<0,05	0,16
Chlortoluron	ug/l	669	1	0,1	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,08
Linuron	ug/l	669	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Methabenzthiazuron	ug/l	669	1	0,1	1	0,1	0	0,0	<0,05	<0,05	0,1
Dimetufuron	ug/l	50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Glyphosat	ug/l	50	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Aminomethylphosphonsaeure	ug/l	50	1	2,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,09
Atrazin	ug/l	34	6	17,6	0	0,0	0	0,0	0,02	<0,05	0,07
Desethylatrazin	ug/l	34	13	38,2	1	2,9	1	2,9	<0,03	<0,05	0,13
Simazin	ug/l	34	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,01	<0,05	-
Dichlorbenzamid, 2,6-	ug/l	5	1	20,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,01
Methyl-tert.-butylether	ug/l	118	6	5,1	-	-	-	-	<0,05	<0,05	0,8
Benzol	ug/l	118	0	0,0	0	0,0	-	-	<1,0	<1,0	-
Toluol	ug/l	118	1	0,8	0	0,0	-	-	<1,0	<1,0	0,1
Xylol, o-,m-,p-	ug/l	118	0	0,0	-	-	-	-	<1,0	<1,0	-
Ethylbenzol	ug/l	118	0	0,0	0	0,0	-	-	<1,0	<1,0	-

### 3.6 Emittentenmessstellen Industrie (EI)

#### Messnetzziel

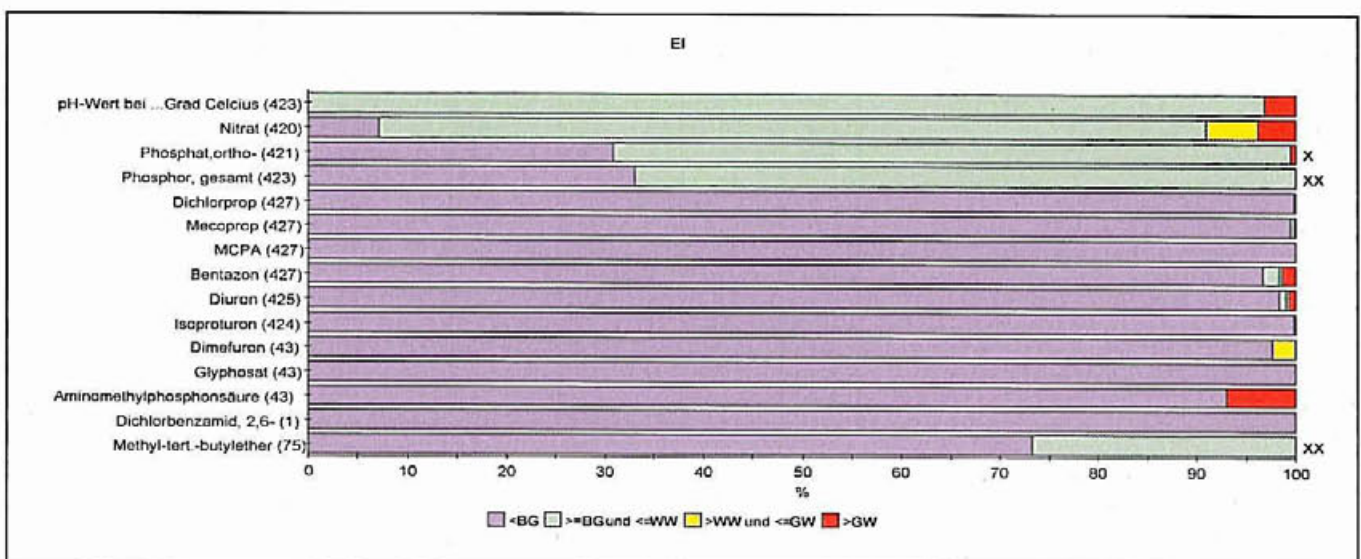
Landesweiter Überblick über Zustand und Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit unterhalb von Industriestandorten.



#### Datengrundlage

Die 427 Emittentenmessstellen Industrie wurden generell auf die Messprogramme: „Vor-Ort“, „PSM-2“, „PSM-4“, „Landwirtschaft“, z.T. auf die diesjährigen PSM-Zusatzparameter, MTBE, BTXE untersucht.

- PSM:** Die am häufigsten positiv detektierten PSM sind die Herbizide **Bentazon** und **Diuron**. Die Bentazon- und **Isoproturon**-Befunde sind auf die PSM-Anwendungen in der landwirtschaftlich genutzten Umgebung zurückzuführen. Diuron findet sich in fünf der sieben Fälle mit Positivbefunden im Bereich von Bahnanlagen. Glyphosat wurde an keiner Messstelle gefunden, **Dimefuron** an einer Messstelle, **AMPA** mit drei Grenzwertüberschreitungen ohne gleichzeitige Glyphosatbefunde. Als mögliche Ursachen kommen hier in Frage: PSM-Emissionen oder Applikationen eines mit Pflanzenschutzmitteln handelnden Unternehmens, PSM-Applikationen in einem Weinanbaugebiet und/oder in einer Kleingartenanlage, auf Industriegelände, auf Bahnanlagen, an Bundesstraßen. Bei den anderen landesweit untersuchten PSM-Wirkstoffen fällt auf, dass hier einige Einzelnachweise vorliegen, aber nur in sehr geringer Anzahl von je 1-3 Befunden.
- BTXE-Aromaten** werden hier charakteristischerweise mit den höchsten Teilmessnetznachweisquoten gefunden. Hier finden sich auch die jeweiligen Maxima aller vier Aromaten und die zwei landesweit höchsten **MTBE**-Konzentrationen mit jeweiliger Überschreitung des MTBE-Geruchsschwellenwertes von 5 µg/l. Die höchste MTBE-Nachweisquote findet sich dagegen im VMS. Die drei Benzolbefunde bei einer Recyclingfirma - gleichzeitig mit dem landesweiten MTBE-Maximum von 18 µg/l -, bei einer Waggonfabrik und an einer Raffinerie werden immer von positiven und relativ hohen MTBE-Konzentrationen begleitet, auch findet sich immer Toluol und Xylol, in einem Fall auch Ethylbenzol. Der weitere Toluolbefund wird an einer chemisch-pharmazeutischen Firma festgestellt. Von zwanzig positiven MTBE-Befunden finden sich drei gleichzeitig in einer Stadt. Dort sind sie jeweils dem gleichen möglichen Emittenten zuzuordnen. Für die anderen Positivbefunde lassen sich als wahrscheinliche Emittenten nennen: stillgelegte - als Altlasten bekannte - und auch noch bestehende Tankstellen, Betriebe der Mineralölverarbeitung und des Kraftstoffhandels mit Tanklagern, Industriegelände oder Betriebe mit eigenem Fuhrpark und/oder mit Tankstellen, Fahrzeugteilehersteller, Zivilflughäfen, Abwasseranlagen, Regenüberlaufbecken, Sonderabfalldeponien und andere Deponien. Bei den MTBE-Befunden an Bahnanlagen, Bundesstraßen und Autobahnen können auch ehemalige Unfälle mit auslaufendem Benzin die Ursachen sein.

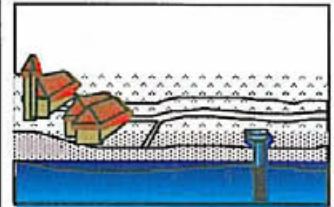


Ergebnisse 2002: Baden-Württemberg EI											
Parameter	Dimen- sion	Anz. Mst	>BG		>WW		>GW		P50 (Median)	P90	Maximum (Minimum)
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	Grad C	425	425	100,0	7	1,6	1	0,2	13,6	16,7	29,4
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436nm	1/m	426	228	53,5	26	6,1	22	5,2	<0,100	<0,300	2,41
Leitfähigkeit, elektrisch bei ...Grad Celsius	mS/m	421	421	100,0	22	5,2	11	2,6	77,3	128,8	520
pH-Wert bei ...Grad Celsius	-	423	423	100,0	13	3,1	13	3,1	7,17	7,45	(6,03)/8,58
Säurekapazität bis pH 4,3 bei ...Grad Celsius	mmol/l	416	416	100,0	-	-	-	-	5,88	7,27	14,05
Summe Erdalkalien	mmol/l	425	425	100,0	-	-	-	-	3,71	5,96	21,1
Sauerstoff	mg/l	420	404	96,2	-	-	-	-	4,7	8,2	10,5
Sauerstoffsättigung	%	415	407	98,1	-	-	-	-	47	83,2	102
Calcium	mg/l	425	425	100,0	10	2,4	10	2,4	118	180	720
Magnesium	mg/l	426	426	100,0	48	11,3	25	5,9	19	41,3	158
Natrium	mg/l	427	427	100,0	9	2,1	7	1,6	15,6	55	590
Kalium	mg/l	426	425	99,8	20	4,7	14	3,3	2,65	7,15	79
Ammonium	mg/l	426	149	35,0	26	6,1	23	5,4	<0,010	0,13	8,4
Chlorid	mg/l	426	426	100,0	13	3,1	6	1,4	29,6	98,5	1170
Nitrat	mg/l	420	390	92,9	38	9,0	16	3,8	17	38	130
Nitrit	mg/l	422	71	16,8	11	2,6	10	2,4	<0,01	0,02	1,7
Sulfat	mg/l	425	425	100,0	33	7,8	33	7,8	45,6	193	1760
Phosphat, ortho-	mg/l	421	291	69,1	-	-	2	0,5	0,05	0,29	10
Phosphor, gesamt	mg/l	423	283	66,9	-	-	-	-	<0,030	0,13	4,7
Bor	mg/l	426	297	69,7	91	21,4	6	1,4	0,04	0,19	4,09
Dichlorphenoxyessigsäure, 2,4-	ug/l	426	1	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,05
Dichlorprop	ug/l	427	1	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,08
Mecoprop	ug/l	427	2	0,5	1	0,2	0	0,0	<0,05	<0,05	0,09
4-Chlor-2-methylphenoxyessigsäure	ug/l	427	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Dicamba	ug/l	427	1	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,06
Bentazon	ug/l	427	14	3,3	7	1,6	6	1,4	<0,05	<0,05	0,33
Sebutylazin	ug/l	427	3	0,7	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,02
Trifluralin	ug/l	427	1	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,06
Pendimethalin	ug/l	427	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Diazinon	ug/l	427	1	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,050	<0,050	0,05
Dimethoat	ug/l	427	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Fenitrothion	ug/l	427	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Malathion	ug/l	427	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Disulfoton	ug/l	427	1	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,050	<0,050	0,07
Chlorpyrifos	ug/l	427	1	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,05
Parathion-ethyl	ug/l	427	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,050	<0,050	-
Diuron	ug/l	425	7	1,6	4	0,9	3	0,7	<0,05	<0,05	0,14
Isoproturon	ug/l	424	1	0,2	1	0,2	1	0,2	<0,05	<0,05	0,17
Chlortoluron	ug/l	426	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Linuron	ug/l	426	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Methabenzthiazuron	ug/l	426	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Dimefuron	ug/l	43	1	2,3	1	2,3	0	0,0	<0,05	<0,05	0,09
Glyphosat	ug/l	43	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Aminomethylphosphonsäure	ug/l	43	3	7,0	3	7,0	3	7,0	<0,05	<0,05	0,18
Atrazin	ug/l	3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,03	<0,03	-
Desethylatrazin	ug/l	3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,03	<0,03	-
Simazin	ug/l	3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,03	<0,03	-
Dichlorbenzamid, 2,6-	ug/l	1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Methyl-tert.-butylether	ug/l	75	20	26,7	-	-	-	-	<0,05	0,32	18
Benzol	ug/l	77	3	3,9	0	0,0	-	-	<1,0	<1,0	1
Toluol	ug/l	76	4	5,3	0	0,0	-	-	<1,0	<1,0	0,5
Xylol, o-, m-, p-	ug/l	75	5	6,7	-	-	-	-	<1,0	<1,0	2,4
Ethylbenzol	ug/l	76	1	1,3	0	0,0	-	-	<1,0	<1,0	0,6

### 3.7 Emittentenmessstellen Siedlung (ES)

#### Messnetzziel

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

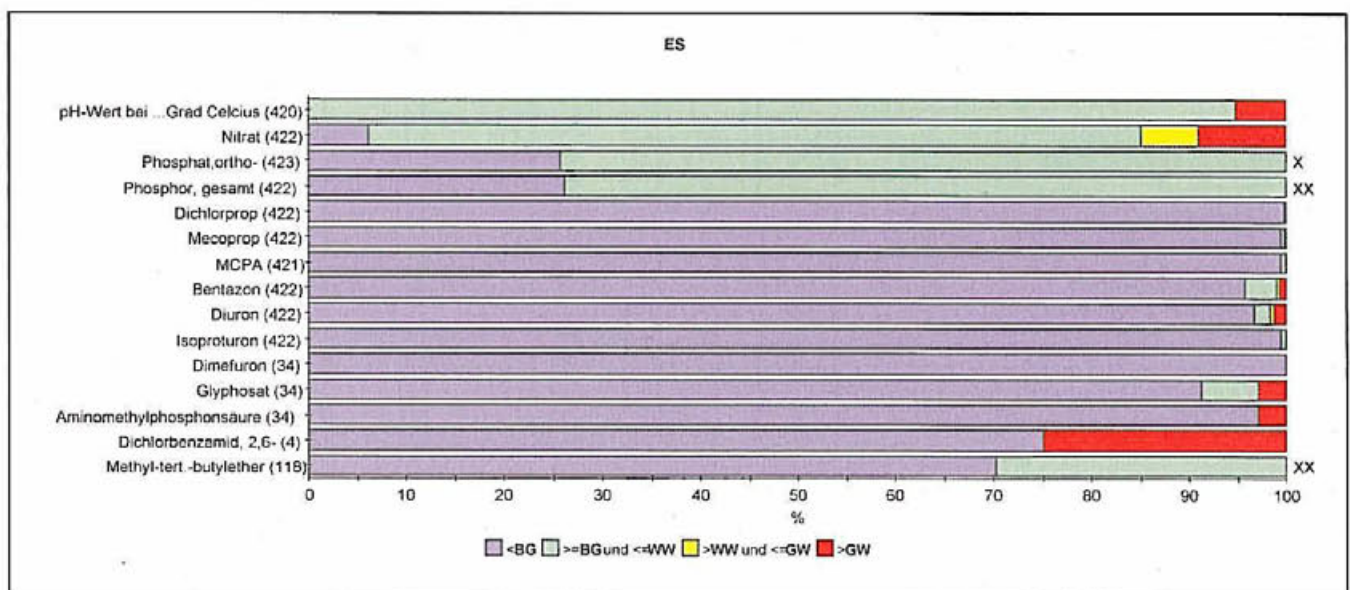


#### Datengrundlage

Die insgesamt 423 beprobten Emittentenmessstellen Siedlungen wurden generell untersucht auf die Messprogramme: „Vor-Ort“, „PSM-2“, „PSM-4“, „Landwirtschaft“, z.T. auf MTBE und BTXE.

#### Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- BTXE-Aromaten** werden an insgesamt 4 Messstellen gefunden, dies ist zweithöchste Befundrate aller Teilmessnetze. Bei den Emittentenmessstellen-Siedlungen (ES) treten die meisten **MTBE**-Befunde auf, dagegen bei den Emittentenmessstellen-Industrie (EI) die landesweiten BTXE- und MTBE-Maxima. Die drei Benzolbefunde abstromig von Bahn- und Abwasseranlagen, Bundesstraßen und Deponien sind gleichzeitig von MTBE-Befunden begleitet. Auch der weitere Toluolbefund wird von einem positiven MTBE-Befund begleitet und findet sich an einer ES-Messstelle neben dem landesweiten MTBE-Maximum an einer Emittentenmessstelle-Industrie bei einem Recyclingunternehmen. Etwa die Hälfte der 35 positiven MTBE-Befunde findet sich in vier Städten, wovon allein neun der Fälle in einer einzigen Stadt auftreten. Für Positiv-Befunde lassen sich als mögliche Emittenten nennen: stillgelegte - als Altlasten bekannte - und auch noch bestehende Tankstellen, Betriebe des Kraftstoffhandels mit Tanklagern, Industriegelände oder Betriebe mit wahrscheinlich eigenem Fuhrpark und/oder mit Tankstellen, Kfz-Werkstätten, Militärische Anlagen, Parkhäuser, Fahrzeugteilehersteller, Recyclingunternehmen, Abwasser- und Regenüberlaufanlagen, Deponien. Bei MTBE-Befunden an Bahnanlagen, -übergängen, Bundesstraßen, Autobahnen und innerstädtischen Straßenkreuzungen können ehemalige Unfälle mit auslaufendem Benzin die Ursachen sein. Alle MTBE-Konzentrationen liegen unterhalb des Geruchsschwellenwertes von 5 µg/l.
- PSM: Bentazon und Diuron** sind die PSM mit den meisten Positivbefunden und den meisten Grenzwertüberschreitungen. Bentazon findet sich meist in Kleinstädten/Dörfern. Diese Befunde können durch PSM-Anwendungen in der landwirtschaftlich genutzten Umgebung verursacht sein. Diuron findet sich bei der Hälfte der Positivbefunde im Bahnanlagenbereich, weiterhin an einem Friedhof und Park. **Dimefuron** wird nicht nachgewiesen. Für **AMPA** bzw. **Glyphosat** liegen ein bzw. drei Positivbefunde vor, mit je einer Grenzwertüberschreitung. Als mögliche Ursachen kommen in Frage: Botanischer Garten, Friedhof, Gärtnerei, Abwasseranlagen, z.T. auch Bahnanlagen. Die anderen landesweit untersuchten PSM werden je nur an 1 - 2 Messstellen gefunden.

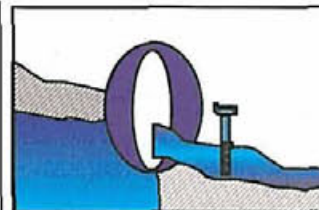


Ergebnisse 2002: Baden-Württemberg ES											
Parameter	Dimension	Anz. Mst	>BG		>WW		>GW		P50 (Median)	P90	Maximum (Minimum)
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	Grad C	422	422	100,0	0	0,0	0	0,0	13	15,5	19,6
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436nm	1/m	423	190	44,9	17	4,0	13	3,1	<0,100	0,21	3
Leitfähigkeit,elektrisch bei ...Grad Celsius	mS/m	421	421	100,0	19	4,5	8	1,9	78,1	131,5	297
pH-Wert bei ...Grad Celcius	-	420	420	100,0	22	5,2	22	5,2	7,14	7,37	(5,14)/7,98
Saeurekapazitaet bis pH 4,3 bei ...Grad Celsius	mmol/l	422	422	100,0	-	-	-	-	5,92	7,55	13,87
Summe Erdalkalien	mmol/l	423	423	100,0	-	-	-	-	3,78	6,28	18,23
Sauerstoff	mg/l	419	397	94,7	-	-	-	-	4,9	8,8	10,7
Sauerstoffsaeatigung	%	419	410	97,9	-	-	-	-	49	85	106,6
Calcium	mg/l	423	423	100,0	9	2,1	6	1,4	122	192	587,2
Magnesium	mg/l	423	423	100,0	47	11,1	28	6,6	17,3	41,3	126
Natrium	mg/l	423	423	100,0	6	1,4	3	0,7	14,1	38	289
Kalium	mg/l	423	419	99,1	49	11,6	40	9,5	2,8	11	217
Ammonium	mg/l	423	148	35,0	18	4,3	13	3,1	<0,010	0,08	3
Chlorid	mg/l	423	423	100,0	13	3,1	5	1,2	30,8	85,7	805
Nitrat	mg/l	422	396	93,8	63	14,9	38	9,0	19,7	47,6	120
Nitrit	mg/l	423	78	18,4	14	3,3	11	2,6	<0,01	0,02	3,14
Sulfat	mg/l	423	422	99,8	28	6,6	28	6,6	47	188	1407
Phosphat,ortho-	mg/l	423	314	74,2	-	-	0	0,0	0,05	0,28	5,47
Phosphor, gesamt	mg/l	422	312	73,9	-	-	-	-	0,03	0,13	1,88
Bor	mg/l	423	292	69,0	56	13,2	3	0,7	0,04	0,13	2,5
Dichlorphenoxyessigsäure, 2,4-	ug/l	420	1	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,06
Dichlorprop	ug/l	422	1	0,2	1	0,2	1	0,2	<0,05	<0,05	0,25
Mecoprop	ug/l	422	2	0,5	1	0,2	1	0,2	<0,05	<0,05	0,46
4-Chlor-2-methylphenoxyessigsäure	ug/l	421	2	0,5	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,07
Dicamba	ug/l	421	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Bentazon	ug/l	422	18	4,3	4	0,9	3	0,7	<0,05	<0,05	0,8
Sebutylazin	ug/l	422	2	0,5	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,04
Trifluralin	ug/l	422	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Pendimethalin	ug/l	422	1	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,07
Diazinon	ug/l	422	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,050	<0,050	-
Dimethoat	ug/l	422	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Fenitrothion	ug/l	422	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Malathion	ug/l	422	1	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,06
Disulfoton	ug/l	422	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,050	<0,050	-
Chlorpyrifos	ug/l	422	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Parathion-ethyl	ug/l	422	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,050	<0,050	-
Diuron	ug/l	422	14	3,3	7	1,7	5	1,2	<0,05	<0,05	0,22
Isoproturon	ug/l	422	2	0,5	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,07
Chlortoluron	ug/l	423	1	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,05
Linuron	ug/l	422	1	0,2	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,07
Methabenzthiazuron	ug/l	422	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Dimefuron	ug/l	34	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Glyphosat	ug/l	34	3	8,8	1	2,9	1	2,9	<0,05	<0,05	0,17
Aminomethylphosphonsäure	ug/l	34	1	2,9	1	2,9	1	2,9	<0,05	<0,05	0,5
Atrazin	ug/l	11	1	9,1	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,05	0,01
Desethylatrazin	ug/l	11	3	27,3	0	0,0	0	0,0	<0,03	<0,05	0,05
Simazin	ug/l	11	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,01	<0,05	-
Dichlorbenzamid, 2,6-	ug/l	4	1	25,0	1	25,0	1	25,0	<0,05	0,24	0,37
Methyl-tert.-butylether	ug/l	118	35	29,7	-	-	-	-	<0,05	0,17	1,1
Benzol	ug/l	119	3	2,5	0	0,0	-	-	<1,0	<1,0	0,5
Toluol	ug/l	118	2	1,7	0	0,0	-	-	<1,0	<1,0	0,1
Xylol, o-,m-,p-	ug/l	118	2	1,7	-	-	-	-	<1,0	<1,0	0,4
Ethylbenzol	ug/l	118	1	0,8	0	0,0	-	-	<1,0	<1,0	0,1

### 3.8 Quellmessnetz (QMN)

#### Messnetzziel

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

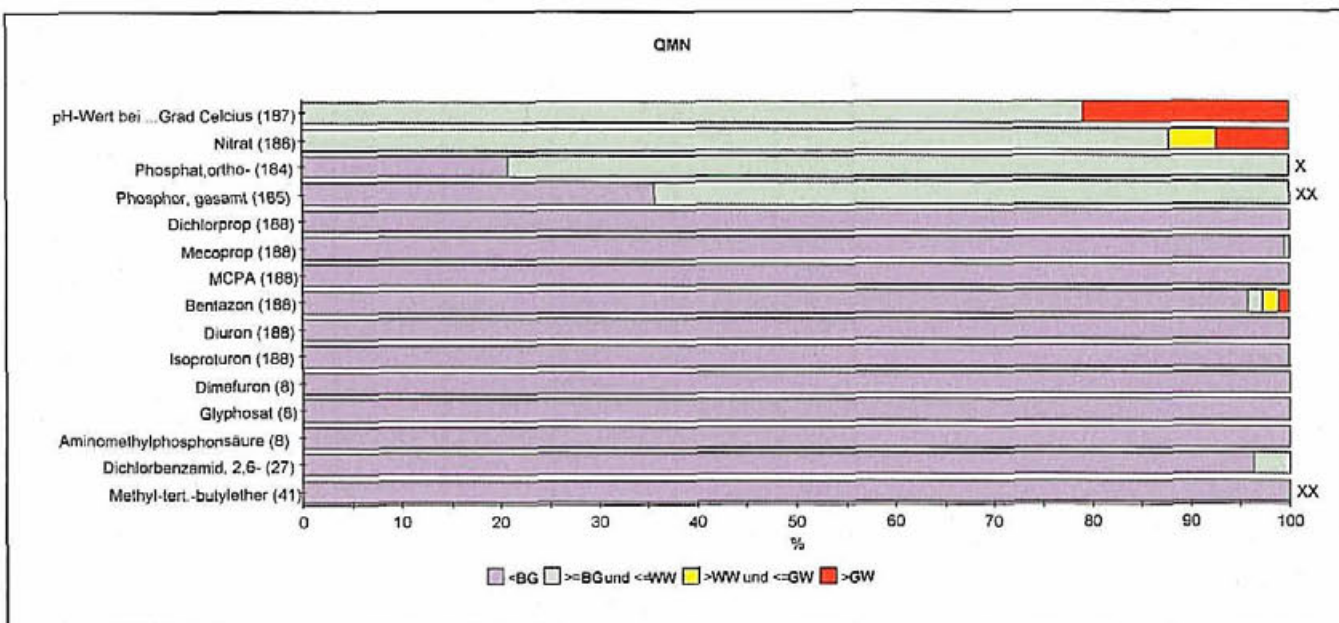


#### Datengrundlage

Die insgesamt 188 beprobten Quellen wurden generell untersucht auf die Messprogramme: „Vor-Ort“, „PSM-2“, „PSM-4“, „Landwirtschaft“, die diesjährigen PSM-Zusatzparameter und z.T. auf MTBE, BTXE.

#### 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 vierzehnten über dem Grenzwert der TrinkwV und der WRRL (50 mg/l). Die maximal vorgefundene Konzentration liegt bei 83 mg/l.
- **PSM:** Die Nachweisquote von **Bentazon** ist mit 4,3 % hoch. Sehr auffällig ist, dass gleichzeitig an mehr als der Hälfte der Messstellen mit positiven Befunden der Warnwert überschritten wird. Diese Messstellen liegen meist in Ackerbaugebieten. Das Maximum beträgt 0,17 µg/l. Die positiven Bentazonbefunde werden nicht von positiven Befunden der anderen diesjährig landesweit gemessenen PSM begleitet. **Andere PSM:** Bei den anderen landesweit untersuchten PSM-Wirkstoffen gibt es insgesamt nur drei positive Befunde ohne Warn- und Grenzwertüberschreitungen. An zwei Quellen mit bewaldeten Eintragsgebieten wird das Insektizid **Fenitrothion** gefunden. An einer Messstelle mit landwirtschaftlich strukturiertem Eintragsgebiet **Mecoprop**. **Glyphosat**, **AMPA** und **Dimefuron** wurden jeweils an nur acht Messstellen untersucht, ohne dass positive Nachweise vorliegen.
- **MTBE** und **BTXE** wurden an keiner Messstelle nachgewiesen.
- An jeder fünften Quelle finden sich **pH** - Grenzwertüberschreitungen. Im QMN finden sich mehr Messstellen mit Unterschreitungen des unteren TrinkwV-Grenzwertes von pH 6,5 als im Basis-messnetz. Auch das landesweite Minimum von 4,79 pH findet sich im QMN, an einer Quelle im mittleren, östlichen Schwarzwald.



Ergebnisse 2002:		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	0	0,0	9,8	11,6	15,9
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436nm	1/m	188	57	30,3	12	6,4	8	4,3	0,05	0,22	1,88
Leitfähigkeit, elektrisch bei ...Grad Celsius	mS/m	187	187	100,0	3	1,6	3	1,6	59,6	85,5	309
pH-Wert bei ...Grad Celsius	-	187	187	100,0	39	20,9	39	20,9	7,19	7,44	(4,79)/8,1
Saeurekapazitaet bis pH 4,3 bei ...Grad Celsius	mmol/l	182	182	100,0	-	-	-	-	5,16	6,66	7,87
Summe Erdalkalien	mmol/l	188	187	99,5	-	-	-	-	3,02	4,54	18,48
Sauerstoff	mg/l	186	185	99,5	-	-	-	-	9,4	10,5	11,2
Sauerstoffsättigung	%	185	185	100,0	-	-	-	-	87	98	110
Calcium	mg/l	188	188	100,0	2	1,1	2	1,1	90	134	640
Magnesium	mg/l	188	188	100,0	19	10,1	7	3,7	9,7	41	88
Natrium	mg/l	188	187	99,5	1	0,5	1	0,5	4,4	10	374
Kalium	mg/l	188	179	95,2	0	0,0	0	0,0	1,2	2,3	5,75
Ammonium	mg/l	182	56	30,8	0	0,0	0	0,0	<0,010	0,018	0,09
Chlorid	mg/l	187	187	100,0	1	0,5	1	0,5	11,8	33	703
Nitrat	mg/l	188	188	100,0	23	12,2	14	7,4	14,5	46,5	83
Nitrit	mg/l	182	12	6,6	0	0,0	0	0,0	<0,01	<0,01	0,03
Sulfat	mg/l	188	188	100,0	5	2,7	5	2,7	17	81,3	1400
Phosphat, ortho-	mg/l	184	146	79,3	-	-	0	0,0	0,059	0,17	0,71
Phosphor, gesamt	mg/l	185	119	64,3	-	-	-	-	<0,030	0,073	0,403
Bor	mg/l	188	72	38,3	5	2,7	1	0,5	<0,020	0,05	1,3
Dichlorphenoxyessigsäure, 2,4-	ug/l	188	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Dichlorprop	ug/l	188	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Mecoprop	ug/l	188	1	0,5	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,06
4-Chlor-2-methylphenoxyessigsäure	ug/l	188	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Dicamba	ug/l	188	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Bentazon	ug/l	188	8	4,3	5	2,7	2	1,1	<0,05	<0,05	0,17
Sebutylazin	ug/l	188	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Trifluralin	ug/l	188	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Pendimethalin	ug/l	187	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Diazinon	ug/l	188	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,050	<0,050	-
Dimethoat	ug/l	188	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Fenitrothion	ug/l	188	2	1,1	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,05
Malathion	ug/l	188	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Disulfoton	ug/l	188	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,050	<0,050	-
Chlorpyrifos	ug/l	188	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Parathion-ethyl	ug/l	187	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,050	<0,050	-
Diuron	ug/l	188	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Isoproturon	ug/l	188	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Chlortoluron	ug/l	188	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Linuron	ug/l	188	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Methabenzthiazuron	ug/l	188	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Dimefuron	ug/l	8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Glyphosat	ug/l	8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Aminomethylphosphonsäure	ug/l	8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	-
Atrazin	ug/l	36	2	5,6	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,05	0,08
Desethylatrazin	ug/l	36	3	8,3	1	2,8	1	2,8	<0,05	<0,05	0,21
Simazin	ug/l	36	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<0,02	<0,05	-
Dichlorbenzamid, 2,6-	ug/l	27	1	3,7	0	0,0	0	0,0	<0,05	<0,05	0,06
Methyl-tert.-butylether	ug/l	41	0	0,0	-	-	-	-	<0,05	<0,05	-
Benzol	ug/l	59	0	0,0	0	0,0	-	-	<1,0	<1,0	-
Toluol	ug/l	59	0	0,0	0	0,0	-	-	<1,0	<1,0	-
Xylol, o-, m-, p-	ug/l	41	0	0,0	-	-	-	-	<0,5	<1,0	-
Ethylbenzol	ug/l	59	0	0,0	0	0,0	-	-	<1,0	<1,0	-

## 4 Ausblick und Berichtswesen

### Messnetzbetrieb

Im Jahr 2003 steht noch einmal die Zustandserhebung des Grundwassers auf landwirtschaftlich relevante Parameter auf dem Programm. Dabei steht die erstmals flächenmäßig vollständige Untersuchung von weiteren chlorierten Insektiziden im Vordergrund. Daneben werden die bisher durchgeführten Controllingprogramme sowie die Untersuchungen im Rahmen verschiedener Berichtspflichten gegenüber dem Bund und der EU weitergeführt.

Zweimonatliche MTBE-Untersuchungen finden schwerpunktmäßig an den mit MTBE belasteten Grundwassermessstellen statt. Die Untersuchungen sollen eine Beobachtung des zeitlichen 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, die auch in den folgenden Jahren fortgeführt wird.

### Datenverarbeitung

Im Jahr 2002 konnte die zweite Stufe des WAABIS-Modul 8 „Grundwasserdatenbank“, die von den ca. 70 Dienststellen der Landes- und Kommunalverwaltung genutzt wird, weiter ausgebaut werden.

Schwerpunktthemen waren diesmal neben zahlreichen Optimierungen die Bereitstellung zahlreicher neuer Auswertungen und die Unterstützung des Vollzugs. Als Beispiel soll hier ein Einstufungsverfahren von Wasserschutzgebieten aufgrund der Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) und die Beschreibung der Belastungen für den mengenmäßigen Zustand durch Entnahmen und Anreicherungen im Rahmen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) genannt werden. Zahlreiche Berichte, wie die Regionalberichte der Gewässerdirektionsbereiche und der vorliegende Bericht der LfU

wurden weitgehend mit der Grundwasserdatenbank von der Datenerfassung bis zur Datenvisualisierung erstellt.

Für 2003 ist im Rahmen der dritten Ausbaustufe hauptsächlich die Verknüpfung mit anderen WAABIS-Modulen geplant. Gleichartige Auswertungen von Entnahmemengendaten können nur dann durchgeführt werden, wenn die genehmigten Entnahmemengen aus WAABIS-Modul 1 „Automatisiertes Wasserbuch“ und erklärte und festgesetzte Entnahmemengen aus WAABIS-Modul 11 „Wasserentnahmeentgelt“ Grundwassermessstellen zuordenbar sind und die Darstellungsmethoden der Grundwasserdatenbank genutzt werden können.

Desweiteren sollen bundeseinheitliche Berichtspflichten gegenüber dem Umweltbundesamt und der Europäischen Umweltagentur standardisiert ausgegeben werden können.

### 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 Umwelthinformationen-Wasser auch Auszüge der jährlichen Berichte „**Ergebnisse der Beprobungen**“ angeboten.

Zur Grundwassermenge ist folgender Bericht erschienen: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg und LGRB - Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden - Württemberg (Hrsg.), Ingenieurgesellschaft Prof. Konus und Partner GmbH: „**Fortschreibung Hydrogeologische Karte und regionales Grundwassermodell - Heilbronner Mulde**“ mit drei



Karten zur Grundwasseroberfläche im Unteren Keuper und im Muschelkalk und einer CD-ROM (Reihe Grundwasserschutz: Nr. 22, Karlsruhe, 2002).

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

Die „**Regionalberichte 2001** 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, **Bereich Ravensburg** für den Bodenseekreis und den Landkreis Ravensburg, **Bereich Ulm**, für die Landkreise Tübingen, Reutlingen, für den Alb-Donau-Kreis und für die Stadt Ulm. Damit ist es den Gewässerdirektionen und Bereichen erstmals gelungen, für das gesamte Land Regionalberichte zu erstellen.

Die **Regionalberichte 2002** - 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.

Auch wurde in Form einer zweiten Mappe die weiter fortgeschriebene und überarbeitete **Hydrogeologische Erkundung Enztal** fertiggestellt (HGE Enztal-Pforzheim - Mappe 2, 2002). Neben der aktualisierten Grundkarte mit einem Überblick über die wasserwirtschaftlichen Mess-einrichtungen sind nun auch Schichtlagerungskarten und ein Grundwassergleichenplan erarbeitet worden.

Die Regionalberichte sind über die **Bezugsadressen** der verschiedenen Gewässerdirektionen, das Kartenwerk der o.g. Hydrogeologischen Erkundung (HGE) über die Bezugsadresse der Gewässerdirektion Nördlicher Oberrhein, Bereich Freudenstadt beziehbar.

Das grenzüberschreitende **INTERREG-Projekt** zum Grundwasser im Oberrheingraben hat begonnen (Elsaß, Schweiz, Baden-Württemberg). Hauptanliegen ist es, die **Nitrateinträge** genauer zu beschreiben und deren Transport zu **modellieren**, um die Wirksamkeit von Maßnahmen zur Reduzierung der Nitratbelastung im Grundwasser besser bewerten zu können. Verhaltensänderungen von Landwirten als Reaktion auf politische Maßnahmen 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 Nitrateintrag 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 grenzüberschreitenden Grundwasserströmungsmodellen 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 flusseismischen Untersuchungen bei. Auf Grundlage der grenzüberschreitenden Strömungsmodelle werden Berechnungen des regionalen historischen Nitrattransports im Grundwasser durchgeführt und Betrachtungen zur zukünftigen Entwicklung angestellt.

Neben der „Nitratmodellierung“ werden weitere Interreg-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-Projekte werden von der EU mitfinanziert.

Außerdem ist für das Jahr 2003 eine weitere grenzüberschreitende **Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben** in Vorbereitung. Das Projektgebiet erstreckt sich im Gegensatz zur Nitratmodellierung weiter bis in den nördlichen Oberrheinebereich. Beteiligte Länder sind neben den o.g. INTERREG-Projektpartnern auch Rheinland-Pfalz und Hessen, so dass das Projekt nahezu den gesamten Oberrhein erfassen wird.

Das Projekt Erhebung und Beschreibung der **Grundwasserfauna Baden-Württembergs** ist weiter fortgeführt worden. 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. Die Auswertungen haben begonnen. Auf einer LfU-Tagung am 19. November 2003 werden die ersten Ergebnisse vorgestellt.

Im Sommer 2003 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.

## 5. Literaturverzeichnis

Veröffentlichungen mit LfU-Beteiligung in den letzten 5 bis 6 Jahren.

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

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.

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.

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, Abwas-

ser, Abfall (49), Nr. 6: 816 - 825, 2002.

Wingering, 2002

Wingering, M.: „Grundwasserstände und Quellschüttungen „GuQ“ im Internet“. - HW - Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 46, H. 3: 110 - 118, 2002.

Grimm-Strele, 2001

Grimm-Strele, J.: „Grundwasser im Blickpunkt“. - in: Brauner-Noack, M.: „Trinkwasser-Grundwasserschutz“. - WWT-Wasserwirtschaft-Wassertechnik, 1/2001: 50 - 52, 2001.

Grimm-Strele, 2001

Grimm-Strele, J.: „Grenzüberschreitender Gewässerschutz am Oberrhein“. - gwa-Gas-Wasser-Abwasser (Schweiz) 12/2001: 817 - 823, 2001.

Grimm-Strele, 2001

Grimm-Strele, J.: „Regionalisierung der Grundwasserbeschaffenheit in Baden-Württemberg“ in: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (Hrsg.): „Aufbruch nach Europa - Hydrogeologie vor neuen Aufgaben“. Tagung 14./15.11.2001-Geozentrum Hannover. Arbeitshefte Wasser 1/2001: 59-63, 2001.

LfU, 2001

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Atlas des Grundwasserzustandes in Baden-Württemberg“. - Flächendeckende Übersicht über den qualitativen Grundwasserzustand für 55 chemisch-physikalische Parameter wie z.B. Nitrat, Chlorid, Phosphat, Sauerstoff, Schwermetalle u.a. Strontium, Tritium, Uran, Molybdän, Pflanzenschutzmittel, Chlorierte Kohlenwasserstoffe, EDTA; Regionalisierung der Punktdaten mittels Simple-Updating-Kriging und flächenhafte Darstellung in 55 Einzelkarten, Reihe Grundwasserschutz: Nr. 19, Karlsruhe, 2001.

LfU, 2001

Landesanstalt für Umweltschutz Baden - Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm - Grundwasseroberfläche im Oktober 1986, April 1998 und September 1991 im Oberrheingraben zwischen Karlsruhe und Mann-

heim“. - 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, Vorbereitungs-

arbeiten, 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 Grundwassernetz“. - 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 - Lite-

raturstudie". - 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“. - Schuber 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.

Grimm-Strele u. Issel, 1998

Grimm-Strele, J. u. Issel, W.: „Grundwasserüberwachung in urbanen Gebieten“. - In: Conradin, F. u.a. (Hrsg.): Handbuch Wasserversorgungs- und Abwassertechnik. - Vulkan - Verlag, Essen, Bd. 2: 293 - 306, 1998.

LfU, 1998

Landesanstalt für Umweltschutz Baden - Württemberg (Hrsg.): „Grundwasserversauerung in Baden-Württemberg“. - Handbuch Wasser 3: Bd. 4, Karlsruhe, 1998.

LfU u.a., 1998

Région Alsace, Landesanstalt für Umweltschutz Baden - Württemberg u.a.: „Das Grundwasser

im Oberrheingraben - eine elementare grenzüberschreitende Ressource“. - Informationsmappe mit 25 Blättern, Karlsruhe, 1998.

## 5.2 Fachspezifische EDV-Anwendungen

IPF, 2002

Hilbring, D: (Institut für Photogrammetrie, Universität Karlsruhe): „3D-Grundwasseranalyse von Bauvorhaben mittels GeoPro3D“ - In: Proceedings of the 16th International Conference: Informatics for Environmental Protection. - Vienna, 2002.

IITB, 2002

Usländer, T., Bonn G. (Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung IITB): „Layered Information System Architecture for the Implementation of the European Water Framework Directive“. - In: Proceedings of the 16th International Conference: Informatics for Environmental Protection. - Vienna 2002.

IPF, LfU 2002

D. Hilbring, J. Wiesel (Institut für Photogrammetrie, Universität Karlsruhe), B. Schneider (LfU): „GIStern3D - Weiterentwicklung von GeoPro3D und Neuentwicklung des Height-Service für die Integration digitaler Geländemodelle“. In: Mayer-Föll, R. (Hrsg.): Project AJA - Anwendung Java-basierter und anderer leistungsfähiger Lösungen in den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung - Phase-III. - Wissenschaftliche Berichte des Forschungszentrums Karlsruhe (FZKA) Nr. 67, 2002.

IITB, 2002

Usländer, T. (IITB): „Kooperative Weiterentwicklung der Fachanwendungen WAABIS-Grundwasser in Baden-Württemberg und FIS Gewässer in Thüringen“. - In: Mayer-Föll, R. (Hrsg.): Project AJA - Anwendung Java-basierter und anderer leistungsfähiger Lösungen in den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung - Phase-III. -Wissenschaftliche Berichte des Forschungszentrums Karlsruhe (FZKA) Nr. 67, 2002.

LfU, 2001

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Jahresdaten katalog Grundwasser 1995-2000“-Physikalisch-chemische Messwerte für ca. 2.300 Messstellen, Grundwasserstandsdaten und Quellschüttungen für ca. 300 Messstellen für die Jahre 1995 bis 2000; Grafische Benutzeroberfläche, Kartografische und tabellarische Darstellungsmöglichkeiten, Diagramme und Zeitreihen, Exportmöglichkeiten in MS-EXCEL und MS-ACCESS, Reihe Grundwasserschutz: Nr. 20, CD-ROM, Karlsruhe, 2001.

IITB, 2001

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

IITB, 2001

Umländer, 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.

LfU, 2000

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm - Das zentrale Umweltkompetenz-System ZEUS“. - Anwendungsbeispiele zu DV- Auswertungsverfahren für Grundwassermenge und Hydrochemie: Grafik - z.B. Piper- und Rauten-Diagramm, Multivariate Statistikmethoden - z.B. Faktoren- und Clusteranalyse, Regelbasierte Verfahren, Zeitreihenanalyse, Geostatistik - z.B. Kriging“. - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 11, Karlsruhe, 2000.

LfU, 2000

Landesanstalt für Umweltschutz Baden - Württemberg: „Beschaffenheit des Grundwassers, CD-ROM-Jahresdaten katalog 1994-1998: Physikalisch-chemische Messwerte der Jahre 1994-1998 aus dem Grundwasserbeschaffenheitsmessnetz des Landes“. - Reihe Grundwasserschutz: Nr. 13, 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.

IITB, 1999

Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung: „Softwarearchitektur für das IT-Segment GWDB“. - 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:

<b>Alle</b>	=	<b>Alle Messstellen aus allen Teilmessnetzen</b>
<b>BMN</b>	=	<b>Messstellen des Basismessnetzes</b>
<b>RW</b>	=	<b>Rohwassermessstellen der öffentlichen Wasserversorgung (incl. VMW-Messstellen)</b>
<b>VF</b>	=	<b>Vorfeldmessstellen</b>
<b>EL</b>	=	<b>Emittentenmessstellen Landwirtschaft</b>
<b>EI</b>	=	<b>Emittentenmessstellen Industrie</b>
<b>ES</b>	=	<b>Emittentenmessstellen Siedlung</b>
<b>SE</b>	=	<b>Sonstige Emittentenmessstellen</b>
<b>QMN</b>	=	<b>Messstellen des Quellmessnetzes</b>

### A 2 Messprogramme im Herbst 2002

#### Messprogramm „Vor-Ort-Parameter“

Grundwasserstand und Pumpenförderstrom/Quellschüttung, Farbe-qualitativ, Trübung-qualitativ, Geruch-qualitativ, Temperatur, Elektrische Leitfähigkeit (bei 25°C), pH-Wert (bei ...°C), Sauerstoffkonzentration, Sauerstoffsättigung, z.T. Säure- und Basekapazität.

#### Messprogramm „Pflanzenschutzmittel-PSM-2“

2,4-Dichlorphenoxyessigsäure, Mecoprop, Dichlorprop, Bentazon.

#### Messprogramm „Pflanzenschutzmittel-PSM-4“

Chlortoluron, Diuron, Isoproturon, Linuron, Methabenzthiazuron.

#### „Zusätzliche Pflanzenschutzmittel“

Diazinon, Dimethoat, Fenitrothion, Malathion, Parathion-Ethyl (E-605), Pendimethalin, Sebutylazin, Trifluralin, Disulfoton, Chlorpyrifos-ethyl.

#### „Zusätzliche Sonderuntersuchung Pflanzenschutzmittel an ausgewählten gefährdeten Standorten“

Glyphosat und Abbauprodukt Aminomethylphosphonsäure (AMPA), Dimefuron.

#### Aus dem Messprogramm „Landwirtschaft“

Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436 nm (SAK-436), Summe Erdalkalien (Gesamthärte), Säurekapazität bis pH 8,2 bzw. bis pH 4,3 (bei ...°C), Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium, Ammonium, Nitrat, Nitrit, Chlorid, Sulfat, ortho-Phosphat, Gesamt-Phosphor.

#### „Zusätzliche Sonderuntersuchung im Oberrheingraben und auf den angrenzenden Höhenlagen“

Methyl-tertiär-butylether (MTBE), BTEX: Benzol, Toluol, Ethylbenzol, o-, m-, p-Xylol.



## A 3 Statistische Verfahren

### A 3.1 Rangstatistik

Wie in den Vorjahren werden im vorliegenden Bericht 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. Soweit es jedoch zum allgemeineren Verständnis erforderlich ist, wird parallel dazu auch 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).

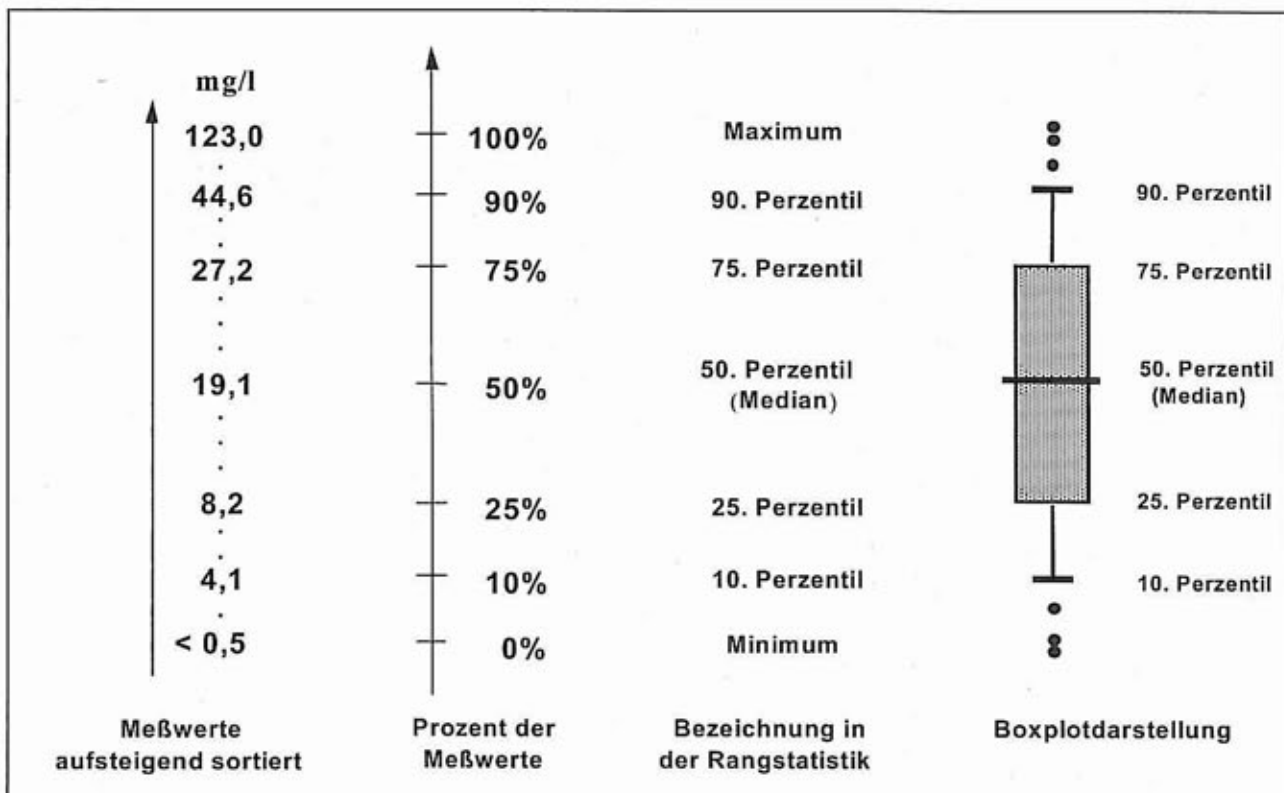


Abbildung A1: Beispiel für die Rangstatistik und die Boxplotdarstellung.

### 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 Monate September bis Oktober oder November herangezogen. In diesem Zeitraum findet immer die Herbstbeprobung statt. 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. 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. A.1). 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 1990“:  
Für die Ermittlung der „Summe LHKW nach TrinkwV 1990“ und „Summe PAK nach TrinkwV 1990“ gibt es keine allgemeingültige Rechenvorschrift. Der Parameter „Summe LHKW nach TrinkwV 1990“ wird definitionsgemäß aus der Summe der Stoffe 1,1,1,-Trichlorethan, Trichlorethen, Tetrachlorethen und Dichlormethan gebildet. Entsprechend Trinkwasserordnung von 1990 beträgt der Grenzwert 0,010 mg/l. Die Bestimmungsgrenze für die ersten drei der genannten Stoffe beträgt 0,0001 bis 0,001 mg/l, für Dichlormethan jedoch meist 0,005 bis 0,020 mg/l. Nach der in der Grundwasserdatenbank angewandten Rechenvorschrift für die Summenbildung der LHKW (Tabelle A1) kann beispielsweise der Summenwert „< 0,020 mg/l“ lauten. Ohne Berücksichtigung des „<“-Zeichens, d.h. nur bei Vergleich der reinen Zahlenwerte wäre damit der Grenzwert der TrinkwV von 1990 überschritten, was naturgemäß zu einer nicht zutreffenden hohen Zahl von Grenzwertüberschreitungen führen würde. Bei den vorliegenden und auch bei allen Auswertungen der vergangenen Jahre werden daher 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:

- Fall 1: Alle Befunde sind „< BG“, der größte Wert „< BG“ wird zum Summenwert.  
Fälle 2 bis 4: Werte „< BG“ und positive Befunde sind gemischt, nur die positiven Befunde werden addiert, Werte „< BG“ bleiben außer Betracht.

	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4
1,1,1,-Trichlorethan	< 0,0001	< 0,0001	0,0016	< 0,0001
Trichlorethen	< 0,0001	< 0,0001	0,0038	0,0670
Tetrachlorethen	< 0,0001	0,0052	< 0,0001	0,0055
Dichlormethan	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	0,0780
Summe LHKW nach TrinkwV 1990	< 0,0050	0,0052	0,0054	0,1505

Tabelle A1: Rechenvorschrift für die LHKW-Summenbildung nach TrinkwV 1990 in der Grundwasserdatenbank Baden-Württemberg.

Parameter	Dimension	Anz.Mst. MW<BG	Bestimmungsgrenzen*	Mindestbestimmungsgrenzen	WW	GW
Temperatur	Grad C	0	entfällt	entfällt	3,0 / 20,0	25
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 436nm	1/m	1433	0,010 / 0,020 / 0,050 / <b>0,100</b>	entfällt	0,4	0,5
Leitfähigkeit, elektrisch bei ...Grad Celsius	mS/m	0	entfällt	entfällt	160	200
pH-Wert bei ...Grad Celsius	-	0	entfällt	entfällt	6,5 / 9,5	6,5 / 9,5
Säurekapazität bis pH 4,3 bei ...Grad Celsius	mmol/l	1	<b>0,1</b>	entfällt	-	-
Summe Erdalkalien	mmol/l	1	<b>0,05</b>	entfällt	-	-
Sauerstoff	mg/l	89	0,1 / 0,2 / <b>0,5</b>	0,5	-	-
Sauerstoffsättigung	%	48	1,0 / 2,0 / <b>5,0</b>	entfällt	-	-
Calcium	mg/l	2	<b>1</b>	1	320	400
Magnesium	mg/l	1	<b>0,5</b>	0,5	40	50
Natrium	mg/l	8	<b>0,5 / 1,0</b>	0,5	120	150
Kalium	mg/l	53	<b>0,5</b>	0,5	10	12
Ammonium	mg/l	1849	0,005 / <b>0,010</b> / 0,020 / 0,050	0,01	0,4	0,5
Chlorid	mg/l	3	<b>0,5</b>	0,5	200	250
Nitrat	mg/l	139	0,1 / 0,2 / 0,4 / <b>0,5</b>	0,5	40	50
Nitrit	mg/l	2189	<b>0,01</b> / 0,02	0,01	0,08	0,1
Sulfat	mg/l	2	<b>0,5 / 1,0</b>	1	240	240
Phosphat, ortho-	mg/l	836	0,010 / <b>0,030</b>	0,03	-	6,7
Phosphor, gesamt	mg/l	849	0,004 / <b>0,010</b> / 0,020 / <b>0,030</b>	0,01	-	-
Bor	mg/l	1110	0,010 / <b>0,020</b>	0,02	0,1	1
Dichlorphenoxyessigsäure, 2,4-	ug/l	2127	0,02 / <b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1
Dichlorprop	ug/l	2133	0,02 / <b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1
Mecoprop	ug/l	2127	0,02 / <b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1
4-Chlor-2-methylphenoxyessigsäure	ug/l	2125	0,02 / <b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1
Dicamba	ug/l	2104	0,02 / <b>0,05</b>	entfällt	0,08	0,1
Benzazon	ug/l	2016	0,01 / 0,02 / <b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1
Sebutylazin	ug/l	2245	0,01 / 0,02 / <b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1
Trifluralin	ug/l	2142	0,02 / <b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1
Pendimethalin	ug/l	2170	0,02 / <b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1
Diazinon	ug/l	2188	0,020 / <b>0,050</b>	0,05	0,08	0,1
Dimethoat	ug/l	2189	<b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1
Fenitrothion	ug/l	2153	0,02 / <b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1
Malathion	ug/l	2158	0,02 / <b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1
Disulfoton	ug/l	2109	<b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1
Chlorpyrifos	ug/l	2108	0,02 / <b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1
Parathion-ethyl	ug/l	2195	0,020 / <b>0,050</b>	0,05	0,08	0,1
Diuron	ug/l	2137	0,02 / 0,04 / <b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1
Isoproturon	ug/l	2153	0,02 / 0,04 / <b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1
Chlortoluron	ug/l	2166	0,02 / 0,04 / <b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1
Linuron	ug/l	2138	0,02 / 0,04 / <b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1
Methabenzthiazuron	ug/l	2139	0,02 / 0,04 / <b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1
Dimefuron	ug/l	195	0,03 / <b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1
Glyphosat	ug/l	192	<b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1
Aminomethylphosphonsäure	ug/l	190	<b>0,05</b>	0,08	0,1	0,1
Atrazin	ug/l	513	0,01 / <b>0,02</b> / 0,03 / 0,05	0,02	0,08	0,1
Desethylatrazin	ug/l	439	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,02	0,08	0,1
Simazin	ug/l	550	<b>0,01</b> / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,02	0,08	0,1
Dichlorbenzamid, 2,6-	ug/l	215	0,01 / 0,02 / <b>0,05</b>	0,05	0,08	0,1
Methyl-tert.-butylether	ug/l	355	<b>0,05</b>	0,05	-	-
Benzol	ug/l	509	0,1 / 0,2 / <b>1,0</b>	1	2	-
Toluol	ug/l	497	0,1 / 0,2 / <b>1,0</b>	1	2	-
Xylol, o-, m-, p-	ug/l	414	0,1 / 0,5 / <b>1,0</b>	1	-	-
Ethylbenzol	ug/l	502	0,1 / 0,2 / <b>1,0</b>	1	2	-

Tabelle A2: Bei der Beprobung 2002 häufig auftretende Bestimmungsgrenzen sowie Warnwerte (WW) des Grundwasserüberwachungsprogramms und Grenzwerte (GW) nach Trinkwasserverordnung vom 05.12.1990. (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 Anlage 2 und Anlage 4 der Trinkwasserverordnung vom 05.12.1990 entnommen. Diese Grenzwerte gelten nur für Trinkwasser. 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 sieben Klassen verwendet. Für die verschiedenen Konzentrationsklassen - mit Ausnahme der dargestellten MTBE-Werte - gilt folgende Farbcodierung:

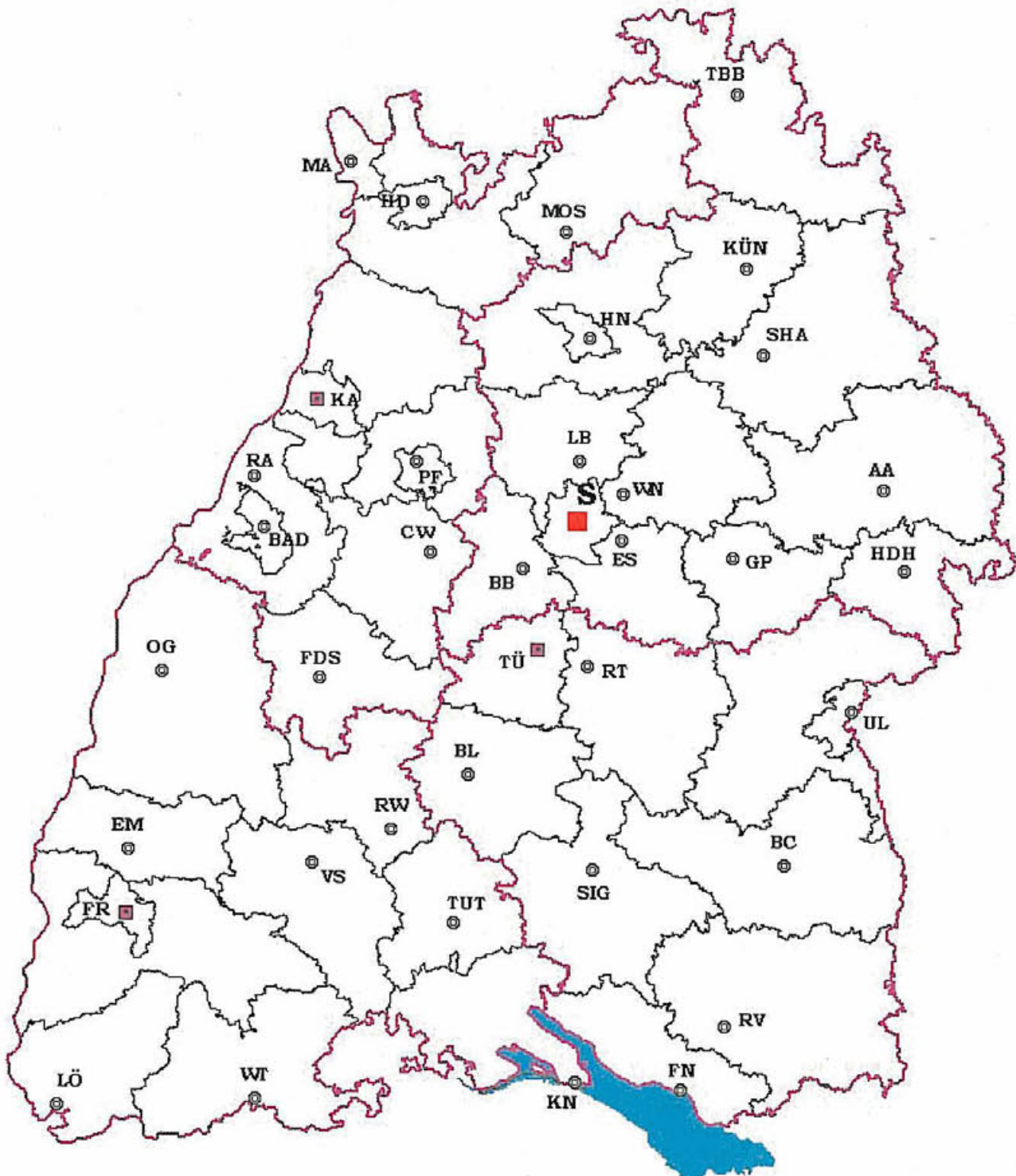
- |   |   |   |
|---|---|---|
| • Hellblau, oder kleiner weißer Punkt         | = | geogene Hintergrundbeschaffenheit, oder bei grundwasserfremden Stoffen Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze  |
| • dunkelblau                                  | = | Konzentrationen bis etwas oberhalb der Hintergrundbeschaffenheit  |
| • 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.

**Veröffentlichungen der Reihe  
Handbuch Wasser 3  
ISSN 0941-780X**

<b>Titel</b>	<b>Band</b>	<b>Jahr der Heraus- gabe</b>	<b>Preis (falls lieferbar)</b>
Grundwasserüberwachungsprogramm <b>Rahmenkonzept Grundwasser- meßnetz</b>	1	1996	-,-
Grundwasserüberwachungsprogramm <b>Ergebnisse der Beprobung 1996</b>	2	1997	12 €
Grundwasserüberwachungsprogramm <b>Einfluß der Probenahme auf die Ergebnisse von LHKW-Befunden</b>	3	1997	8 €
<b>Grundwasserversauerung in Baden-Württemberg</b>	4	1998	18 €
Grundwasserüberwachungsprogramm <b>Ergebnisse der Beprobung 1997</b>	5	1998	12 €

**Die Reihe  
"Handbuch Wasser 3" geht über in  
die Reihe "Grundwasserschutz"  
ISSN 1437-0131**

Grundwasserüberwachungsprogramm <b>Ergebnisse der Beprobung 1998</b>	6	1999	12 €
<b>Pilotprojekt Karlsruhe: Änderungen der Grundwasserbeschaffen- heit auf dem Fließweg unter der Stadt - Auswertung und Ergebnisse -</b>	7	1999	12 €
<b>Arzneimittelrückstände und endokrin wirkende Stoffe in der aquatischen Umwelt - Literaturrecherche -</b>	8	2000	9 €
Grundwasserüberwachungsprogramm <b>Beprobung von Grundwasser - Literaturstudie -</b>	9	1999	9 €
Grundwasserüberwachungsprogramm <b>Rahmenkonzept Grundwassermessnetz</b>	10	2000	8 €
Grundwasserüberwachungsprogramm <b>Das zentrale Umweltkompetenzsystem ZEUS</b>	11	2000	8 €
Grundwasserüberwachungsprogramm <b>Grundwasseroberfläche im Oktober 1986 und April 1988 im Oberrheingraben zwischen Karlsruhe und Basel - Erläuterungen und Karten -</b>	12	2000	23 €
Grundwasserüberwachungsprogramm <b>Beschaffenheit des Grundwassers Jahresdatenkatalog 1994 – 1998 CD-ROM</b>	13	2000	31€
Grundwasserüberwachungsprogramm <b>Ergebnisse der Beprobung 1999</b>	14	2000	12 €
Grundwasserüberwachungsprogramm <b>Leitfaden für Probenahme und Analytik von Grundwasser</b>	15	2000	8 €

<b>Titel</b>	<b>Band</b>	<b>Jahr der Heraus- gabe</b>	<b>Preis (falls lieferbar)</b>
Grundwasserüberwachungsprogramm <b>Ergebnisse der Beprobung 2000</b>	16	2001	15 €
<b>Statistische Signifikanztests zur Be- wertung von Änderungen der Grund- wasserbeschaffenheit</b>	17	2001	12 €
<b>Grundwasseroberfläche im Oktober 1986, April 1988 und September 1991 im Oberrheingraben - Erläuterungen und Karten -</b>	18	2001	23 €
<b>Atlas des Grundwasserzustandes in Baden-Württemberg</b>	19	2001	40 €
<b>Elektronischer Jahresdatenkatalog Grundwasser 1995 – 2000</b>	20	2001	31 €
Grundwasserüberwachungsprogramm <b>Ergebnisse der Beprobung 2001</b>	21	2002	15 €
Fortschreibung Hydrogeologische Karte und regionales Grundwassermodell „Heilbronner Mulde“	22	2002	9 €





LANDESANSTALT FÜR  
UMWELTSCHUTZ  
BADEN-WÜRTTEMBERG