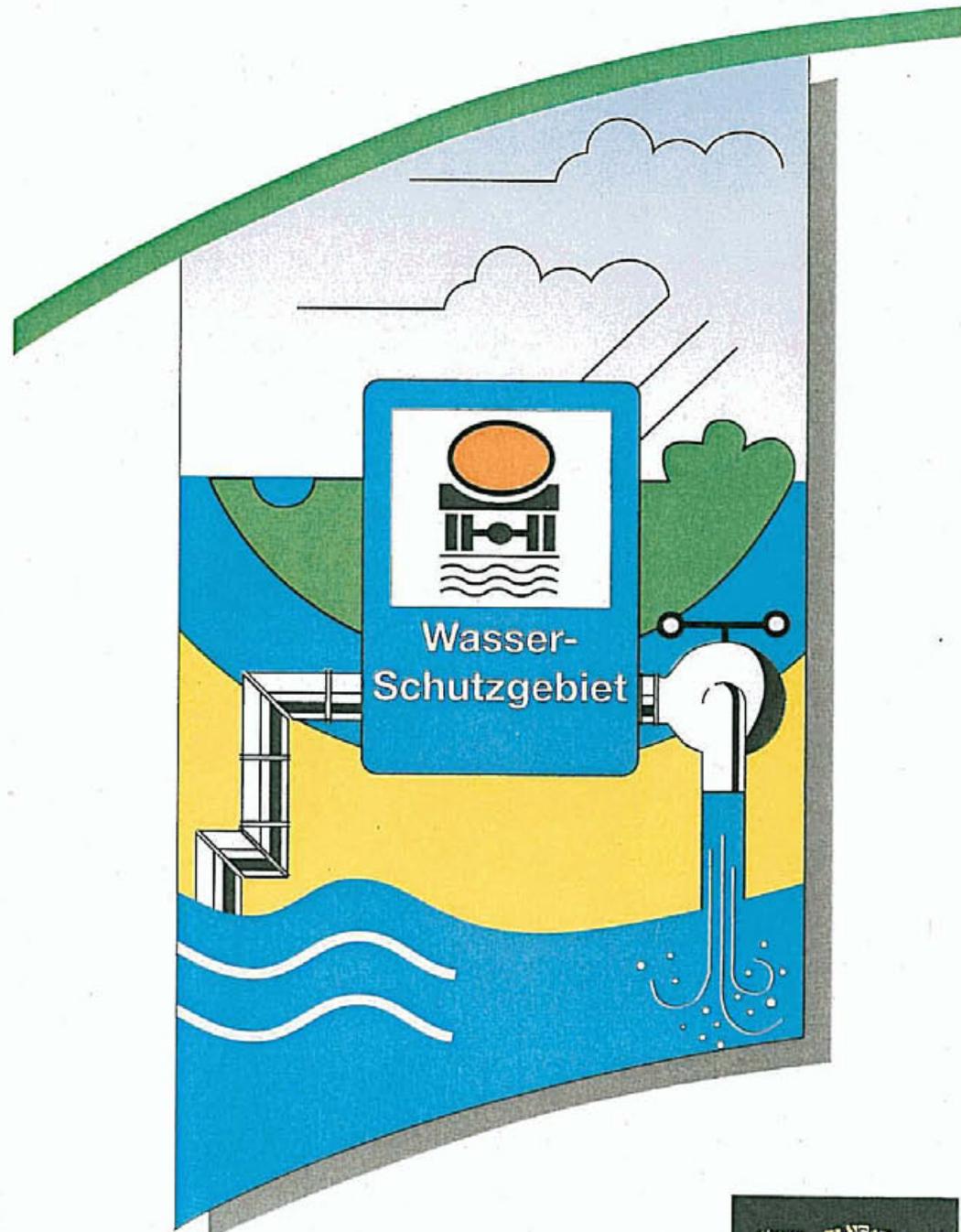


# Grundwasser- überwachungsprogramm

Ergebnisse der Beprobung 1997





# Grundwasser- überwachungsprogramm

Ergebnisse der Beprobung 1997



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

Karlsruhe 1998

## Impressum

<b>Herausgeber</b>	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg <a href="http://www.uis-extern.um.bwl.de/lfu">http://www.uis-extern.um.bwl.de/lfu</a>
<b>ISSN</b>	0941-780 X (Zentraler Fachdienst Wasser, Boden, Abfall, Altlasten bei der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg) 0949-0264 (Handbuch Wasser 3, Band 5)
<b>Bearbeitung</b>	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg Abteilung 4 – Wasser und Altlasten
<b>Umschlaggestaltung</b>	Stephan May, Marxzell-Schielberg Christel Klenk, Sinsheim
<b>Druck</b>	Engelhardt & Bauer, 76202 Karlsruhe
<b>gedruckt auf</b>	Recyclingpapier aus 100% Altpapier 80 g/m <sup>2</sup> Umschlagkarton aus 100% Altpapier 250 g/m <sup>2</sup>
<b>Bezug</b>	Verlagsauslieferung der LfU bei der JVA Mannheim - Druckerei - Herzogenriedstr. 11, 68169 Mannheim Telefax: 0621 / 398-370
<b>Preis</b>	DM 24,--

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

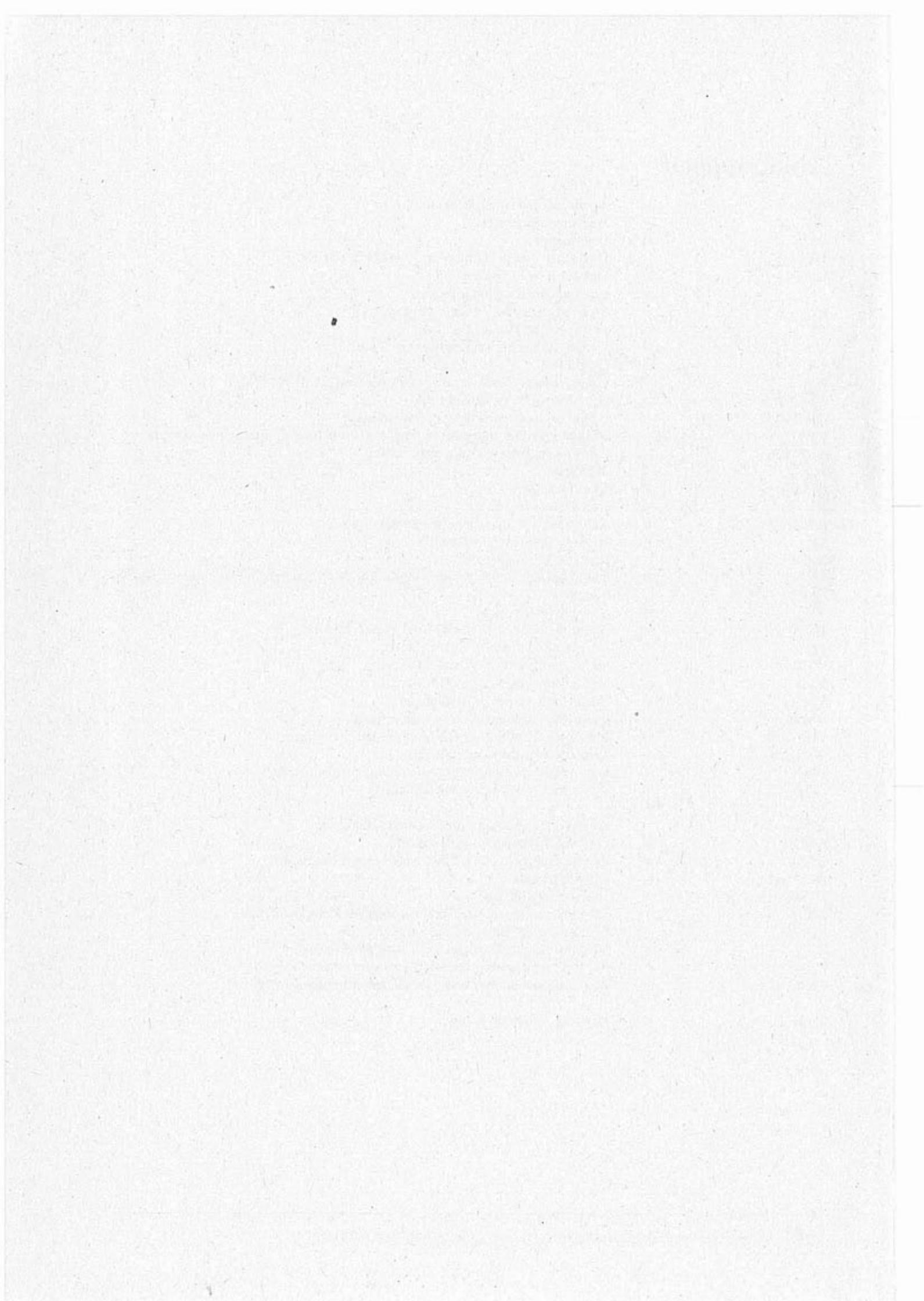
# Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen.....	5
Die wichtigsten Ergebnisse im Überblick .....	7
1 Grundwassermeßnetz Baden-Württemberg .....	10
1.1 Zielsetzung .....	10
1.2 Organisation des Landesmeßnetzes .....	10
1.3 Organisation des Kooperationsmeßnetzes .....	12
1.4 Qualitätssicherungen im Rahmen des Meßnetzbetriebes.....	14
1.4.1 Stammdaten der Meßstellen.....	14
1.4.2 Meßwerte zur Grundwasserbeschaffenheit.....	14
1.5 Datenverarbeitung für das Grundwassermeßnetz .....	15
2 Das Grundwasser 1997 in Baden-Württemberg .....	17
2.1 Hydrologische Situation.....	17
2.2 Grundwasserneubildung aus Niederschlägen .....	19
2.3 Die Grundwasservorräte 1997 in Baden-Württemberg .....	21
2.3.1 Datengrundlage und allgemeine Zustandsbeschreibung.....	21
2.3.2 Überregionale Grundwasserverhältnisse.....	21
2.4 Nitrat .....	25
2.4.1 Statistische Kennzahlen für das Gesamtmeßnetz, räumliche Verteilung.....	25
2.4.2 Zeitliche Veränderungen.....	25
2.4.3 Bewertung .....	29
2.5 Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel (PBSM) .....	30
2.5.1 Zulassung, Verwendung, Klassifizierung, .....	30
2.5.2 Probennahme und Analytik.....	31
2.5.3 Bisher untersuchte Wirkstoffe .....	33
2.5.4 Triazine .....	34
2.5.5 Phenylharnstoffe und andere stickstoffhaltige Herbizide .....	36
2.5.6 Phenoxyalkancarbonsäuren.....	39
2.5.7 Weitere Herbizide und Fungizide .....	39
2.5.8 Insektizide .....	40
2.5.9 Bewertung der Gesamtsituation .....	40
2.6 Versauerung, pH-Wert.....	43
2.6.1 Problembeschreibung, Bedeutung .....	43
2.6.2 Landesweite Situation, Regionalisierung.....	43
2.6.3 Tendenzen, Bewertung.....	43
2.7 Bor.....	45
2.7.1 Allgemeines .....	45
2.7.2 Landesweite Situation, Regionalisierung, Bewertung .....	46
3 Statistische Übersichten der Teilmeßnetze .....	48
3.1 Trendmeßnetz (TMN) - Menge.....	48
3.2 Gesamtmeßnetz - Beschaffenheit.....	50
3.3 Basismeßnetz (BMN).....	52

3.4	Rohwassermeßstellen (RW).....	54
3.5	Emittentenmeßstellen Landwirtschaft (EL) .....	56
3.6	Emittentenmeßstellen Industrie (EI) .....	58
3.7	Emittentenmeßstellen Siedlung (ES) .....	60
3.8	Quellmeßnetz (QMN) .....	62
4	Ausblick .....	64
5	Literaturverzeichnis.....	66
Anhang.....		68
A1	Meßstellenarten .....	68
A2	Meßprogramme .....	68
A3	Statistische Verfahren .....	69
A3.1	Rangstatistik.....	69
A3.2	Rangstatistik und Boxplot.....	69
A3.3	Zeitreihenstatistik: Trends an Einzelmeßstellen .....	70
A3.4	Zeitreihenstatistik: Trends an konsistenten Meßstellengruppen.....	72
A4	Bestimmungsgrenze, Rechenvorschriften, Grenzwert, Warnwert.....	72
A5	Darstellung von Konzentrationen in Karten .....	74
A6	Hinweise zu den Statistiktabelle .....	74
A7	Kopiervorlage zur Erstellung einer Orientierungsfolie für die Konzentrationskarten .....	75

## Abkürzungen

AQS	=	Analytische Qualitätssicherung
BG	=	Bestimmungsgrenze
BMN	=	Basismessnetz
DVGW	=	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
DWD	=	Deutscher Wetterdienst
EI	=	Emittentenmessstellen Industrie
EL	=	Emittentenmessstellen Landwirtschaft
ES	=	Emittentenmessstellen Siedlung
GIS	=	Geografisches Informationssystem
GR	=	Grobraster
GW	=	Grenzwert der Trinkwasserverordnung vom 5.12.1990
GWDB	=	Grundwasserdatenbank der LFU
GWD-WV	=	Grundwasserdatenbank Wasserversorgung
KIWI	=	Kommunikatives Integratives Wasserwirtschaftliches Informationssystem
LABDÜS	=	Labordatenübertragungssystem
Mst.	=	Messstelle
QMN	=	Quellmessnetz
RW	=	Rohwasser
RW-öWV	=	Rohwasser für öffentliche Wasserversorgung
SE	=	sonstige Emittentenmessstellen
StaLa	=	Statistisches Landesamt
TMN	=	Trendmessnetz Grundwassermenge, Grundwasserstand, Quellschüttung, Ly-simeter
VF	=	Vorfeldmessstellen
VGW	=	Verband der Deutschen Gas- und Wasserwerke e.V.
VKU	=	Verband kommunaler Unternehmen
VML	=	Verdichtungsmessnetz Landwirtschaft
VMI	=	Verdichtungsmessnetz Industrie
VMS	=	Verdichtungsmessnetz Siedlungen
VMW	=	Verdichtungsmessnetz Wasserversorgung
WAABIS	=	Informationssystem Wasser, Abfall, Altlasten, Boden
WVU	=	Wasserversorgungsunternehmen
WW	=	Warnwert des Grundwasserbeschaffenheitsmessnetzes
ZEUS	=	Zentrales Umweltkompetenzsystem
AOX	=	Adsorbierbare, organisch gebundene Halogene
DOC	=	Organisch gebundener Kohlenstoff
BTXE	=	Benzol, Toluol, Xylol, Ethylbenzol (org. Lösemittel)
DE-Atrazin	=	Desethylatrazin
DI-Atrazin	=	Desisopropylatrazin
EDTA	=	Ethylendiamintetraessigsäure (organischer Komplexbildner)
LHKW	=	Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe
NTA	=	Nitrilotriessigsäure (organischer Komplexbildner)
PAK	=	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PBSM	=	Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel
mg/l·a	=	jährliche Änderung in mg/l



## Die wichtigsten Ergebnisse im Überblick

Im Jahr 1997 wurden Daten zur **Grundwassermenge** an 2444 Landesmeßstellen erfaßt und ausgewertet. Diese Daten spielen bei der Grundwasserbewirtschaftung und den zur Bilanzierung eingesetzten großräumigen Grundwassermodellen eine bedeutende Rolle. Für den vorliegenden Bericht wurden die Daten von 87 Trendmeßstellen des Landes herangezogen.

Die **Grundwasserbeschaffenheit** wurde 1997 an insgesamt 2596 Meßstellen des Landesmeßnetzes untersucht. Das Land trägt hierbei die Kosten von 2136 Meßstellen. Die Wasserversorgungswirtschaft stellte als Kooperationsbeitrag die Daten von weiteren 460 Meßstellen zur Verfügung. Das Grundwasserbeschaffenheitsmeßnetz umfaßt:

- weitgehend unbelastete Basismessstellen,
- Rohwassermessstellen der öffentlichen Wassergewinnungsanlagen,
- Vorfeldmessstellen im Zustrombereich von Rohwasserfassungen,
- emissionsorientierte Messstellen im Einflußbereich von Landwirtschaft, Industrie, Siedlung und anderen Gefährdungspotentialen sowie
- Quellen im Festgesteinsbereich zur Verknüpfung von qualitativen und quantitativen Aspekten.

Aus Kostengründen werden seit 1995 bei den Beprobungen nur einzelne Parametergruppen untersucht. Wie bereits 1996 waren dies auch 1997 ausgewählte landwirtschaftlich relevante Parameter. Für das Jahr 1998 ist vorgesehen, die industrie-relevanten Parameter zu messen.

### Die quantitative Grundwassersituation des Jahres 1997 stellt sich wie folgt dar:

- Die Niederschläge blieben im langjährigen Vergleich überwiegend unterdurchschnittlich mit Ausnahme der Monate Februar und Juni/Juli.
- Die Grundwasserneubildung aus Niederschlägen war generell unterdurchschnittlich. Die Ausnahme bildet der Februar aufgrund der starken Niederschläge und der gleichzeitig niedrigen Verdunstung.
- Die Grundwasserstände und Quellschüttungen bewegten sich 1997 mit Ausnahme der südöstlichen Landesteile auf langjährig mittlerem Niveau. Die starken Niederschläge im Februar konnten die ansonsten trockenen Verhältnisse teilweise ausgleichen.

### Die qualitative Grundwassersituation des Jahres 1997 stellt sich wie folgt dar:

- Die regionalen Belastungsschwerpunkte der einzelnen Problemstoffe sind etwa die gleichen wie in den Vorjahren.
- Nitrat und die Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel (PBSM) sind nach wie vor die Hauptbelastungsfaktoren in den landwirtschaftlich genutzten Gebieten. Niedrige pH-Werte werden in Gebieten mit weichen Wässern wie dem Schwarzwald und dem Odenwald gemessen.

### Die statistischen Auswertungen ergeben folgende Einzelbewertungen:

**Nitrat**-Belastungsschwerpunkte sind nach wie vor die Gebiete mit Maisanbau und Sonderkulturen. Der Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes von 40 mg/l wird an 11,8 % der Rohwassermessstellen (Vorjahreswert: 11,8 %) und an 35,8 % der Emittentenmessstellen Landwirtschaft (Vorjahreswert: 35,9 %) überschritten. Die Nitratbelastung im Jahre 1997 hat sich im Vergleich zum Vorjahr nur wenig geändert. Bei 1358 seit 1992 durchgehend beprobten Messstellen ist der Medianwert praktisch konstant geblieben. Die Änderungen der Medianwerte sind jedoch für verschiedene Messstellengruppen unterschiedlich. Bei den Rohwassermessstellen stellt man eine Zunahme um 0,4 mg/l fest, bei den überwiegend landwirtschaftlich beeinflussten Messstellen um 1,0 mg/l. Bei den anthropogen nur wenig beeinflussten Basismessstellen nimmt der Medianwert hingegen ab.

Insgesamt gesehen hat sich bei den meisten Meßstellen der seit 1995 rückläufige Trend der Nitratkonzentrationen nicht weiter fortgesetzt. Das Konzentrationsniveau ist nach wie vor recht hoch wie die Überschreitungshäufigkeit des Warnwertes des Grundwasserüberwachungsprogrammes (40 mg/l) und des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung (50 mg/l) an 18,5 bzw. an 11 % der Meßstellen des Gesamtmeßnetzes zeigt.

Die Auswertung der vorliegenden Daten der **Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel (PBSM)** aus den letzten Jahren ergab, daß zur PBSM-Belastung (positive Befunde im Grundwasser) 45 Wirkstoffe und deren Abbauprodukte beitragen. Davon werden 19 Stoffe in Konzentrationen unter dem Trinkwassergrenzwert von 0,1 µg/l nachgewiesen. Weitere 20 Stoffe führen zu Überschreitungen des Trinkwassergrenzwertes an bis zu 1 % der Meßstellen. Zur Hauptbelastung tragen 6 Stoffe bei, die an mehr als 1 % der Meßstellen über dem Grenzwert liegen. Atrazin und Desethylatrazin sind hierbei die Hauptvertreter. Das im Jahre 1991 erlassene Anwendungsverbot für das im Grundwasser immer noch recht stabile Atrazin zeigt jedoch inzwischen Wirkung. So sinkt beispielsweise an 448 durchgehend beprobten Meßstellen der Anteil der Postivbefunde von 1990 bis 1997 auf rund die Hälfte. Die 1997 in größerem Umfang untersuchten Insektizide tragen zur PBSM-Belastung des Grundwassers in der Praxis nicht bei. Auffällige Befunde werden derzeit bei 2,6-Dichlorbenzamid, dem Abbauprodukt des Herbizids Dichlobenil festgestellt. 1997 wurde es an 5,4 % der untersuchten Meßstellen gefunden, davon an 2,1 % der Meßstellen über dem Grenzwert der TrinkwV von 0,1 µg/l.

Bei der Beprobung 1997 wird der **pH-Wert** von 6,5 (Grenzwert der TrinkwV) an 6,4 % der Meßstellen des gesamten Meßnetzes unterschritten. Diese Meßstellen liegen fast alle im Schwarzwald bzw. im Odenwald. Bei diesen versauerungsgefährdeten und niedrig mineralisierten Grundwässern nimmt der pH-Wert in den letzten Jahren erfreulicherweise wieder zu, nachdem er im Jahre 1993 um rund 0,2 pH-Einheiten auf pH 6,6 abgenommen hatte.

#### **Fazit:**

- **Die beiden trockenen Jahre 1996 und 1997 haben in vielen Landesteilen zu zurückgehenden, gebietsweise sogar zu extrem niedrigen Grundwasserständen geführt. In Bereichen mit unterdurchschnittlichen Grundwasservorräten (z.B. in den südöstlichen Landesteilen oder im Rhein-Neckar-Raum) wird die Bewirtschaftung der Grundwasservorkommen durch umfangreiche Untersuchungen geprüft. Entsprechende Maßnahmen sind z.T. eingeleitet.**
- **Die Nitratbelastung ist nach wie vor hoch. Der Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes von 40 mg/l wird an fast jeder fünften Meßstelle überschritten. Eine anhaltende Tendenz zur Abnahme der Nitratkonzentrationen im Grundwasser ist nach wie vor nicht zu erkennen.**
- **Bei den PBSM ist nach wie vor landesweit eine Belastung festzustellen. An rund 1/3 der Meßstellen waren PBSM nachweisbar. An rund 20 % der Meßstellen liegt mindestens ein Meßwert der in den letzten 3 Jahre untersuchten Wirkstoffe bzw. ihrer Abbauprodukte über dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 0,1 µg/l. Überwiegend handelt es sich hierbei um Herbizide, die in der Landwirtschaft eingesetzt werden bzw. wurden. Aber auch im nichtlandwirtschaftlichen Bereich sind zahlreiche Grundwasserbelastungen festzustellen.**
- **Bei den durch Grundwasserversauerung gefährdeten Meßstellen deutet sich eine Entspannung an, die pH-Werte steigen derzeit wieder an.**
- **Die großräumigen Belastungsverhältnisse des Grundwassers geben weiterhin Anlaß zur Besorgnis. Bereits eingeleitete Schutzmaßnahmen sind daher weiter zu verfolgen bzw. zu verbessern.**

■ <BG ■ >BG und ≤WW □ >WW und ≤GW ■ >GW



Abbildung 0.1: Übersicht über die Ergebnisse der Beprobung 1997: Prozentuale Verteilung der Meßwerte

(BG = Bestimmungsgrenze, WW = Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes, GW = Grenzwert der Trinkwasserverordnung, < kleiner als, > größer als, \* kleiner gleich, in Klammern: Anzahl der Meßwerte)

# 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 Programmes 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,
- Verbesserungs- und Eingriffsmöglichkeiten beschreiben,
- Lenkungsmöglichkeiten nennen.

Ein repräsentatives Grundwassermeßnetz mit den zugehörigen Untersuchungsprogrammen und aktuellen Datendiensten ist zugleich ein Frühwarnsystem für großräumige natürlich und anthropogen verursachte Veränderungen des Grundwassers, beispielsweise Versauerung, Klimafolgen, Belastungsveränderungen und Übernutzungen. Die eingeleiteten Schritte wurden im "Rahmenkonzept Grundwassermeßnetz" von 1996 niedergelegt.

## 1.2 Organisation des Landesmeßnetzes

Das Landesmeßnetz Grundwasser besteht aus mehreren Teilmeßnetzen, die in diesem Bericht erstmals gesamtschaulich zusammengeführt werden. Es handelt sich im einzelnen um

- das Grundwasserbeschaffenheitsmeßnetz, gegliedert nach Beeinflussungen im Einzugsgebiet,
- das Trendmeßnetz Grundwasserstand, Quellschüttung und Lysimeter (Sickerwassermenge), das den für die zeitnahe Zustandsbeschreibung repräsentativen Teil des Landesmeßnetzes bildet. Der größere Anteil an Landesmeßstellen (ca. 2400 Meßstellen) wird von den Gewässerdirektionen hinsichtlich der Fragestellungen zum übergebietlichen Grundwasserschutz verwaltet, ist aber nicht Gegenstand dieses Berichtes.

Die Teilmeßnetze und die zugehörige Meßstellenanzahl werden in Tabelle 1.1 gegenübergestellt. Die Organisation der Beprobung der Grundwasserbeschaffenheitsmeßstellen und der Messung von Grundwasserstands- bzw. Quellschüttungsmeßstellen sind grundlegend unterschiedlich (Tabelle 1.2).

**Tabelle 1.1:** Übersicht über Teilmeßnetze und ihre Meßstellenanzahl, Herbst 1997

Teilmeßnetz	Abk.	Anzahl der beprobten Meßstellen Herbst 1997		
		Land	Kooperationsmeßnetz	Gesamt
<b>Grundwasserbeschaffenheitsmeßnetz</b>				
Basismeßnetz	BMN	111	-	111
Rohwassermeßstellen für die öffentliche Wasserversorgung	RW	165	637	706*
Vorfeldmeßstellen	VF	55	-	55
Emittentenmeßstellen Landwirtschaft	EL	653	-	653
Emittentenmeßstellen Industrie	EI	453	-	453
Emittentenmeßstellen Siedlung	ES	431	-	431
Sonstige Emittenten	SE	71	-	71
Quellmeßnetz	QMN	200	-	200
<b>Summe</b>	<b>Alle</b>	<b>2.139</b>	<b>637</b>	<b>2.680*</b>
<b>Grundwassermengenmeßnetz</b>		<b>Trendmeßnetz</b>	<b>Regionalmeßnetz</b>	
Grundwasserstand	ST	59	2.295	2.354
Quellschüttung	QS	20	40	60
Lysimeter	LYS	8	22	30
<b>Summe</b>	<b>Alle</b>	<b>87</b>	<b>2.357</b>	<b>2.444</b>

\*für 96 Meßstellen liegen zu den Daten des Landes ergänzende Daten der WVU vor

**Tabelle 1.2:** Organisation der vom Land betriebenen Teilmeßnetze

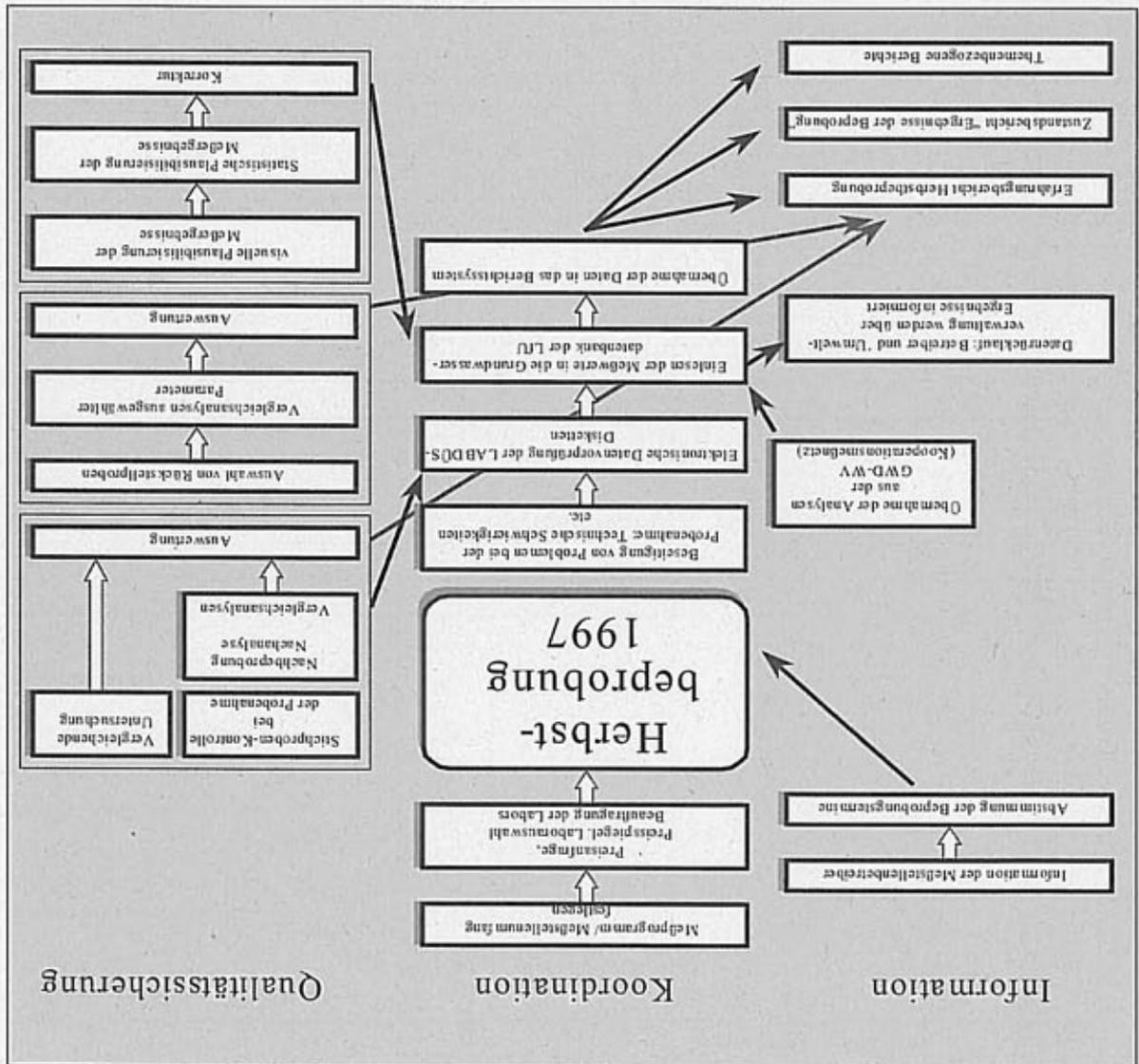
Organisation	Grundwasserbeschaffenheit	Grundwasserstand/Quellschüttung
Meßturnus	In der Regel einmal jährlich im Herbst (Herbstbeprobung). Für besondere Fragestellungen teilweise in zweimonatlichem Rhythmus.	Grundwasserstand: an jedem Montag (Regelfall) Quellschüttung: wöchentlich bis monatlich Lysimeter: täglich oder mehrmals wöchentlich
Organisation	Vergabe an Regieunternehmen und chemische Labors. Nachweis ausreichender Qualifikation, u.a. durch <ul style="list-style-type: none"> <li>regelmäßige erfolgreiche Teilnahme an den Ringversuchen der Analytischen Qualitätssicherung (AQS) und an der externen Laborauditierung</li> <li>Überprüfung der Probenahmen.</li> </ul>	Freiwillige oder vom Land vertraglich verpflichtete Beobachter. Unterschiedlicher Datenfluß bei den "Trendmeßstellen" für die landesweite Zustandsbeschreibung, und den "Regionalmeßstellen" für den übergeordneten Grundwasserschutz.
Meßstelleneigentümer	Größtenteils wird auf Meßstellen, die nicht in Landesbesitz sind, zurückgegriffen. Private und gewerbliche Betreiber stellen diese zur Probenahme/ Beobachtung zur Verfügung.	
Kosten	Die Kosten für Probenahme und Analytik bzw. Beobachtung trägt das Land.	
Datenübermittlung	Die Analysen werden mittels LABDÜS (LABorDaten-Übertragungssystem) von den chemischen Labors erfaßt und der LfU direkt per Diskette übermittelt.	Die Beobachter übersenden Belege mit den eingetragenen Meßdaten.
Datenhaltung	Grundwasserdatenbank der LfU (Kapitel 1.5)	
Datenplausibilisierung	Visuelle und statistische Plausibilisierungen beim Einlesen der Meßwerte, ggf. Nachanalysen bei den Labors. Weiterhin Mehrfachbestimmungen durch verschiedene Labors, vergleichende Untersuchungen, Analyse von Rückstellproben und Kontrollmaßnahmen bei der Probenahme.	Visuelle Belegprüfung, Plausibilitätsprüfung beim Einlesen, Kontrolle der Ganglinien. Zeitreihenanalysen sind vorgesehen.

Das Anfang der achtziger Jahre entwickelte Kooperationsmodell zur Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit in Baden-Württemberg konnte mit den Wasserforschungsunternehmen weitergeführt werden. Grundlage für den Betrieb des Kooperationsnetzes ist eine Vereinbarung zwischen VGW, DVGW-Landesgruppe, VKU, Städttag und Gemeindegewässeranalytiker. Die genannten Organisationen haben die vedewa r.V., Stuttgart, damit beauftragt, für die Rohwasseranalysen eine eigene Datenbank (GWD-WV) einzurichten und zu betreiben. Die dort eingehenden Daten werden der lfu für die landesweite Berichterstattung übermittelt. Parallel werden die Ergebnisse in einem eigenständigen Bericht der GWD-B-WV dargestellt.

Zum Stichtag 01.04.1998 konnte die GWD-WV von 327 Wasserforschungsunternehmen aus dem Jahr 1997 Analysendaten von 637 Meßstellen zur Verfügung stellen. 96 dieser Meßstellen

### 1.3 Organisation des Kooperationsnetzes

Abbildung 1.1: Organisation der Herbstbeobachtung 1997



Die vielfältigen organisatorischen Maßnahmen werden am Beispiel des Grundwasserbeschaffenheitsnetzes in Abbildung 1.1 veranschaulicht.

sind Überschneidungen mit dem Landesmeßnetz. Für die Auswertungen standen damit zusätzlich 541 Rohwassermeßstellen zur Verfügung. Die Zahl dieser Kooperationsmeßstellen hat gegenüber 1996 erneut zugenommen (3,2 %). Die regionale Verteilung dieser Kooperationsmeßstellen der WVU zeigt Abbildung 1.2.

Mit den anderen Partnern stehen Kooperationsbeiträge im wünschenswertem Umfang nach wie vor aus.

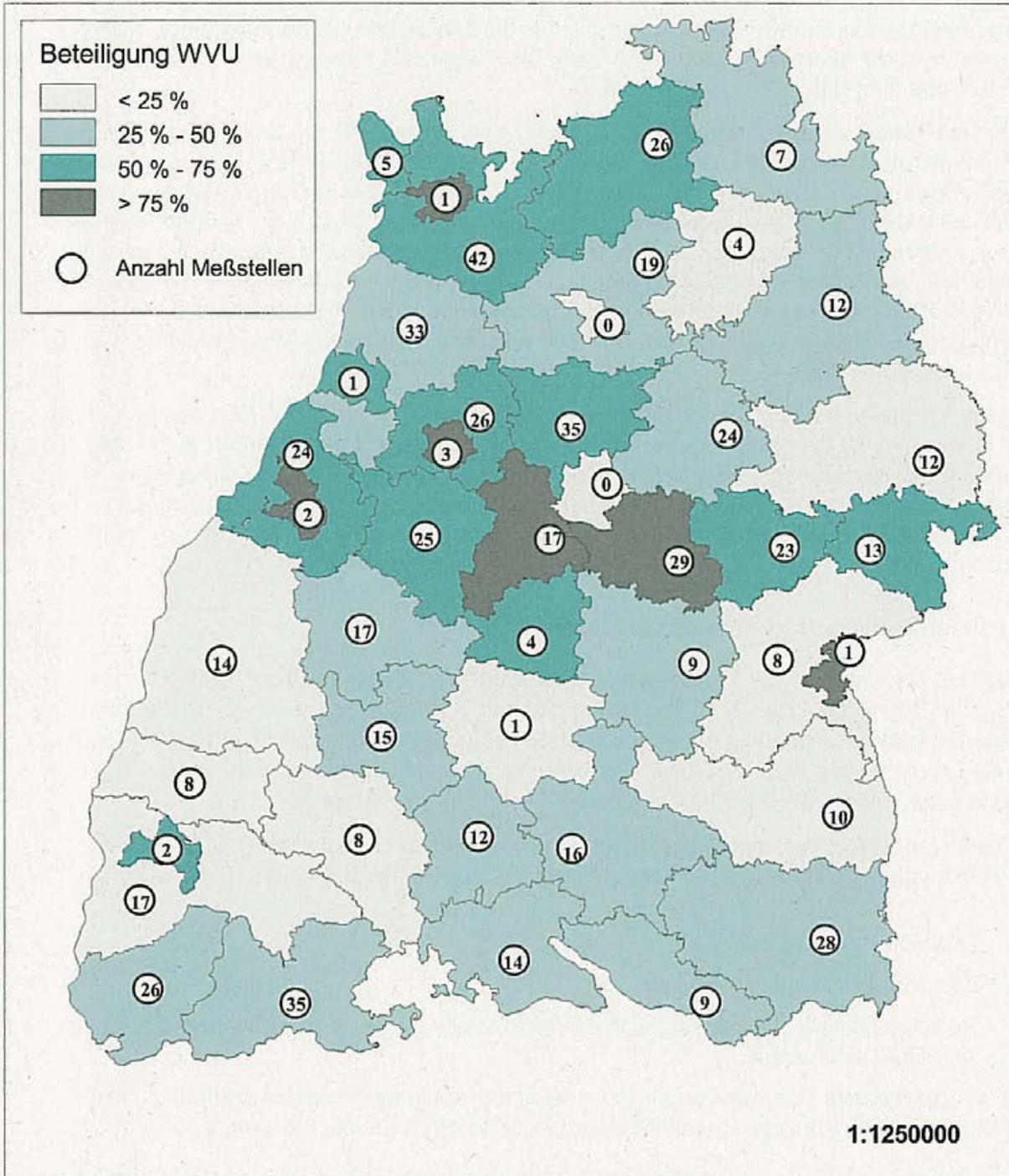


Abbildung 1.2. Kooperationsbeitrag der Wasserversorgungsunternehmen am Rohwassermeßnetz

## **1.4 Qualitätssicherungen im Rahmen des Meßnetzbetriebes**

### **1.4.1 Stammdaten der Meßstellen**

In den Jahren 1995 und 1996 wurden die Stammdaten der Meßstellen, insbesondere die Bauformen, Ausbauten, Koordinaten und Nutzungen der Aufschlüsse und Probennahmestellen, die Betreiberadressen und die Ansprechpartner für die Meßstellen im Rahmen eines Werkvertrages systematisch überprüft. Dabei fand auch ein Abgleich zwischen den Stammdaten der Meßstellen und dem Inhalt der GWDB statt.

Im Zeitraum Herbst 1995 bis Ende 1997 wurden vom Geologischen Landesamt im Rahmen einer Vereinbarung für rund 2200 Grundwasserbeschaffenheitsmeßstellen „Hydrogeologische Meßstellendokumentationen“ erstellt. Schwerpunkt war dabei die hydrogeologische Abgrenzung und Beschreibung von Meßstelleneinzugsgebieten, die Erstellung von hydrogeologischen Schnitten und eine Bewertung der Meßstelleneignung aus hydrogeologischer Sicht. Im weiteren ist geplant, die Meßstelleneinzugsgebiete auch hinsichtlich der Landnutzung, der Hydrologie (Niederschlag, Grundwasserneubildung, Schutzpotential der Deckschichten, etc.) zu beschreiben und auf weitere Gefährdungspotentiale wie Altlasten, offene Wasserflächen, Kanalnetze, etc. zu untersuchen.

Stammdatenüberarbeitungen von einzelnen Meßstellen finden nach jeder Beprobungskampagne in Form der Aufarbeitung der Beprobungsunterlagen statt. Dabei werden z. B. aktuelle Meßstellenfotos mit älteren Fotos verglichen, Informationen von Probennehmern zur Meßstelle oder Probennahme gesichtet und gegebenenfalls auftretende Unstimmigkeiten oder Probleme mit den Probennehmern, den Meßstellenbetreibern oder über die zuständigen Vor-Ort-Behörden geklärt.

### **1.4.2 Meßwerte zur Grundwasserbeschaffenheit**

Der Qualitätssicherung bei der Probennahme gilt besondere Aufmerksamkeit. So werden regelmäßig die Lehrgänge I und II für Probennehmer beim Grundwassermeßnetz durchgeführt. Das Grundsatzpapier „Anleitung zur Probennahme von Grund-, Roh- und Trinkwasser“ liegt in aktualisierter Fassung (Juli 1997) vor. Desweiteren wird die Einhaltung der Probennahmenvorgaben durch unangekündigte Probennahmebesuche vor Ort überprüft.

Im Rahmen der einzelnen Beprobungsrunden finden zusätzlich zu den zentral durch die AQS Baden-Württemberg durchgeführten Ringversuchen weitere Qualitätssicherungsmaßnahmen statt:

- Entnahme von Rückstellproben
- Vergleichende Untersuchungen
- Nachuntersuchungen auffälliger Werte bzw. Werte größer als die Bestimmungsgrenze bei PBSM- Befunden

Bei den vergleichenden Untersuchungen bzw. Nachuntersuchungen werden zusätzliche Proben entnommen und vom Auftragslaboratorium und zwei weiteren Labors untersucht.

## 1.5 Datenverarbeitung für das Grundwassermeßnetz

Zentrales Werkzeug der Datenverarbeitung bei der LfU im Grundwassermeßnetz ist die Grundwasserdatenbank, die seit 1987 routinemäßig eingesetzt wird.

Sie unterstützt im wesentlichen folgende Aufgaben:

- Stammdatenerfassung und -pflege (meßstellenbeschreibende Daten, wie Ausbau, Geologie, Einzugsgebiet, etc.),
- Meßwertenerfassung, -haltung und -auswertung (chemisch-physikalische Analysen, Grundwasserstände, Quellschüttungen),
- Schnittstellen, Datenaustausch,
- Datenbereitstellung für Berichte und weitergehende Auswertungen.

Derzeit erfolgt die Verwaltung unter dem Datenbanksystem ADABAS auf Großrechnern VAX 7000 unter dem Betriebssystem Open VMS. Der Umstieg auf ein modernes Client-System unter der Datenbank Oracle und dem Entwicklungswerkzeug JAVA ist vorgesehen.

Hauptziel ist damit die Schaffung der Voraussetzungen zur Einbindung kommunaler Behörden und der Gewässerdirektionen im Rahmen des Landesvorhabens "Informationssystem Wasser, Abfall, Altlasten, Boden" (WAABIS).

Besonders im Hinblick auf den Datenaustausch wurde besonderes Augenmerk auf die Standardisierung von Schnittstellen gelegt:

- LABDÜS ist ein PC-basiertes Programm zur Übermittlung, automatischen Erfassung und Plausibilisierung von Meßwerten. Es wurde den chemischen Untersuchungslabors vom Land kostenlos zur Verfügung gestellt. Die Schnittstelle wird zur Zeit überarbeitet, Mitte 1998 wird das neue LABDÜS 2.0 verfügbar sein.
- Standardisierte Stammdatenschnittstelle zum Ex- und Import von Daten aus der und in die Grundwasserdatenbank.
- Black Box: Datenschnittstelle zum Austausch von Stammdaten und Meßwerten mit dem KIWI-System (Kommunikatives Integratives Wasserwirtschaftliches Informationssystem) der Wasserwirtschaftsverwaltung.

Die zuletzt genannte Black Box ist seit 1994 routinemäßig im Betrieb und ermöglicht den Austausch von Stammdaten und chemisch-physikalischen Analysen innerhalb der Wasserwirtschaftsverwaltung des Landes. Gleichzeitig wird auch die Zuständigkeit der beteiligten Behörden für die Meßstellendaten geregelt. Zur Aktualisierung des jeweiligen Datenbestands können Selektionen angestoßen werden, die für den automatisierten Übertrag der gewünschten Information sorgen.

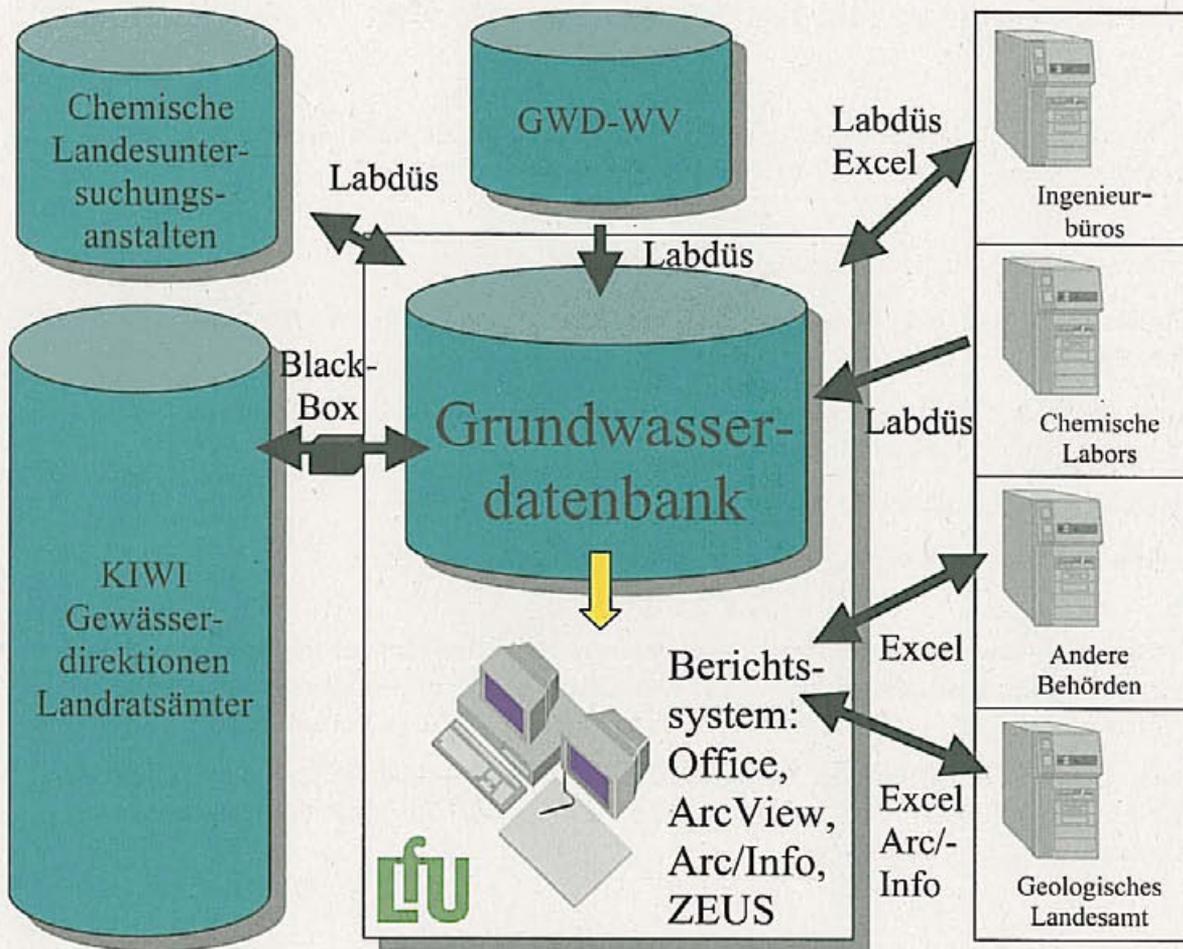


Abbildung 1.2: Grundwasserdatenbank mit Schnittstellen

Abbildung 1.2 Veranschaulicht die Einbindung der Grundwasserdatenbank und ihre Schnittstellen. Durch die Möglichkeit der Datenbereitstellung für ein PC-gestütztes Berichtssystem unter Nutzung von GIS-Technologien und die Übernahmeschnittstelle von und zum Expertensystem "ZEUS" (ZENTrales UmweltkompetenzSystem) zu statistischen Auswertungen steht ein breites EDV-Spektrum für die verschiedenen Anwendungen zur Verfügung.

## 2 Das Grundwasser 1997 in Baden-Württemberg

Der Zustand des Grundwassers wird im folgenden anhand einiger ausgewählter Parameter, die von besonderem Interesse sind, dargestellt. Dies ist in erster Linie das Nitrat sowie die Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel, die in diesem Jahr schwerpunktmäßig behandelt werden. Weitere Themen sind pH-Wert/Versauerung sowie das Bor als überwiegend anthropogenem Parameter. Erstmals wird zunächst auf die quantitativen Grundwasserverhältnisse eingegangen.

### 2.1 Hydrologische Situation

Das Jahr 1997 war im Vergleich zu den langjährig mittleren Verhältnissen unterdurchschnittlich regenreich. Das Flächenmittel der Niederschlagshöhen betrug 1997 in Baden-Württemberg 815 mm, das sind 84 % des langjährigen Niederschlagsmittelwertes von 1961-1990 (Abb. 2.1). Dieser Zustand ist in allen Landesteilen erkennbar. Die Niederschläge beeinflussen wegen der Transportzeiten durch die Deckschichten und im Grundwasserleiter (Tage bis mehrere Jahre) meist nicht unmittelbar die gemessenen Konzentrationen. Sie wirken sich in Form von Auswaschungs- bzw. Verdünnungseffekten dennoch mit zeitlichem Verzug aus.

Die Betrachtung der monatlichen Niederschlagsverteilungen zeigt neben überwiegend zu trockenen Monaten auch teilweise zu nasse Perioden, beispielsweise im Februar und Juni / Juli (Abb. 2.2).

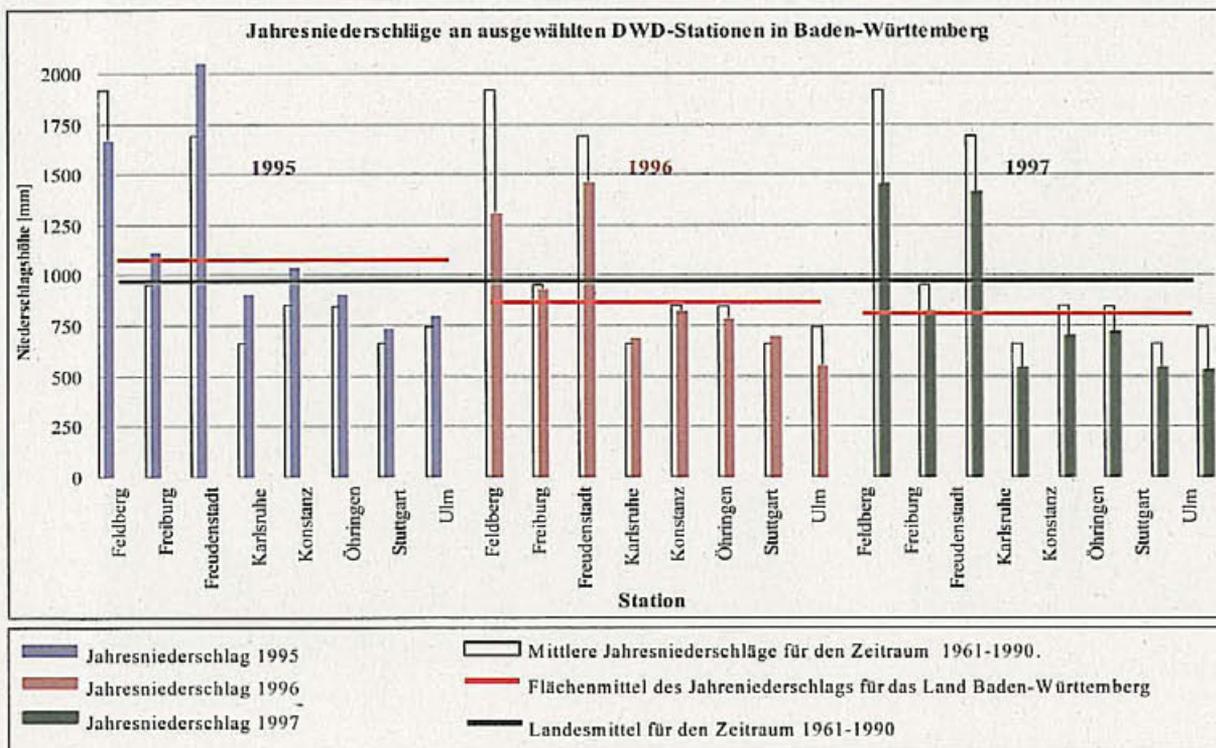
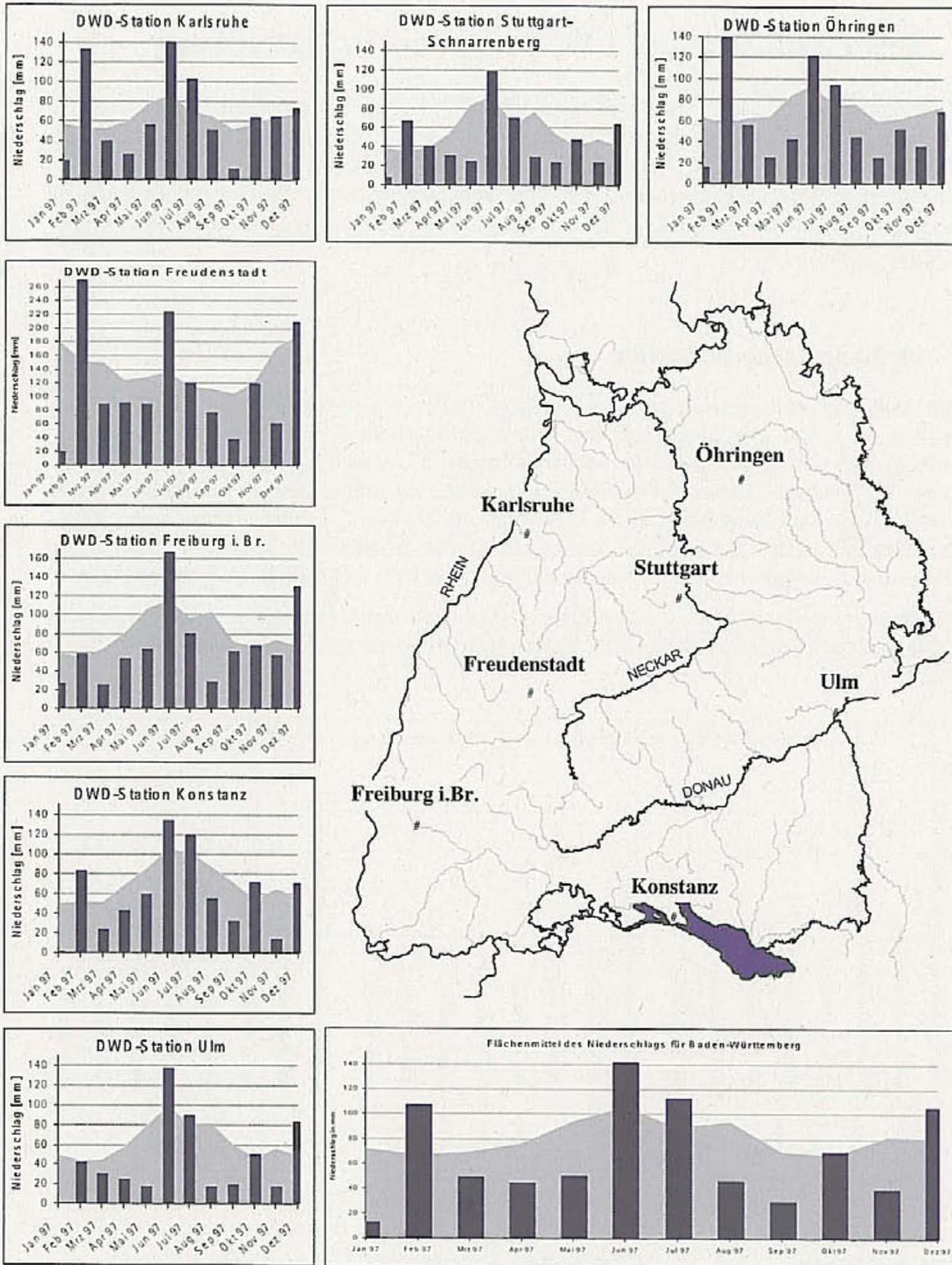


Abbildung 2.1: Jahresniederschläge an ausgewählten DWD-Stationen in Baden-Württemberg



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

■ Monatliche Niederschlagssumme (mm)

**Abbildung 2.2:** Monatliche Niederschlagshöhen an ausgewählten DWD-Stationen in Baden-Württemberg

## 2.2 Grundwasserneubildung aus Niederschlägen

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlägen ist, als eine der wasserwirtschaftlich wichtigsten Komponenten des Grundwasserhaushalts, von entscheidender Bedeutung für das nutzbare Wasserdargebot und insbesondere für die Regeneration der Grundwasservorräte. Deshalb sind die Abfolgen von Perioden über- und unterdurchschnittlicher Niederschläge und der von ihnen beeinflussten, jahreszeitlich unterschiedlichen Versickerungsraten im zeitlichen Verlauf der Grundwasserstände besonders ausgeprägt. Dabei unterliegen die Niederschläge sowohl jahreszeitlichen als auch längerfristigen und räumlichen Schwankungen. Das Oberrheingebiet ist beispielsweise durch eine starke Zunahme der Niederschlagsintensität von der Rheinniederung zum Schwarzwald hin charakterisiert. Mit der Längserstreckung des Oberrheingrabens selbst variieren die Niederschlagshöhen vergleichsweise wenig.

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlägen unterliegt einem ausgeprägten Jahresgang, wobei der versickernde Anteil der Winterniederschläge entscheidend zur Grundwasserneubildung beiträgt. Bei der langjährigen Betrachtung von Niederschlag und Sickerwasser der Lysimeter Willstätt, Steißlingen und Egelsee sowie dem Grundwasserstand an benachbarten Meßstellen wird deutlich, daß die Sickerwassermenge (Zufluß zum Grundwasser) und der Grundwasserstand in erster Linie von den Niederschlägen im hydrologischen Winterhalbjahr November bis April abhängen (Grundwasserneubildungsphase) (Abb. 2.3). Dies liegt unter anderem an der im Winter durch niedrige Lufttemperatur bedingten geringeren Verdunstung und dem eingestellten Pflanzenwachstum. Die sommerlichen Niederschläge sind mengenmäßig mit den Winterniederschlägen zwar vergleichbar, werden jedoch zum größten Teil durch Evapotranspiration verbraucht.

Aufgrund dieser Zusammenhänge erkennt man an zahlreichen Grundwasserstandsganglinien den synchronen Verlauf mit dem für das Grundwasser ausschlaggebenden Niederschlag. Die im wesentlichen vom Niederschlag bestimmte Grundwasserstandsganglinie steigt i.a. von November bis Februar an und fällt dann ununterbrochen 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 ausgeprägten Einfluß auf die Grundwasserstände (deutliche Niedrigwasserperioden) hatten.

Im für die Herbstbeprobung 1997 relevanten Zeitraum war der September sehr trocken und der Oktober eher durchschnittlich feucht. Die Versickerungsraten waren in den betroffenen Monaten und darüber hinaus bis zum Jahresende 1997 unbedeutend. Landesweit blieben zahlreiche Lysimeteranlagen sogar bis Jahresende trocken, so daß mit Verdünnungseffekten oder kurzfristigen Auswaschungseffekten im allgemeinen kaum zu rechnen sein dürfte.

Zur Charakterisierung der Sickerungsverhältnisse sind Monatssummen der Niederschläge und Versickerungsmengen an ausgewählten amtlichen Lysimeterstationen und die zugehörigen Grundwasserstände an Referenzmeßstellen im langjährigen Vergleich graphisch dargestellt (Abb. 2.3).

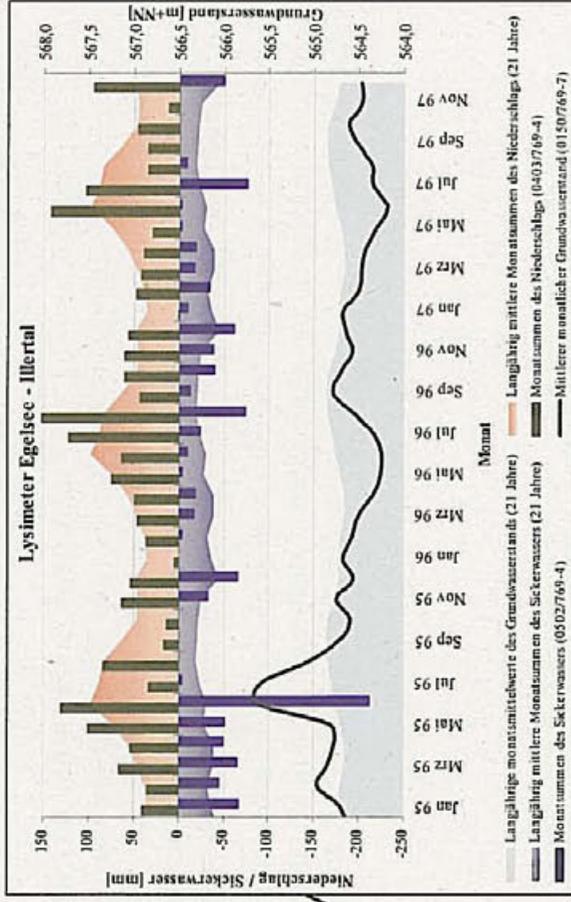
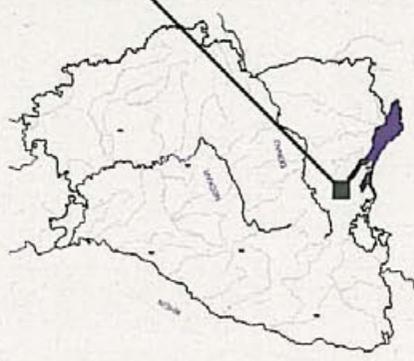
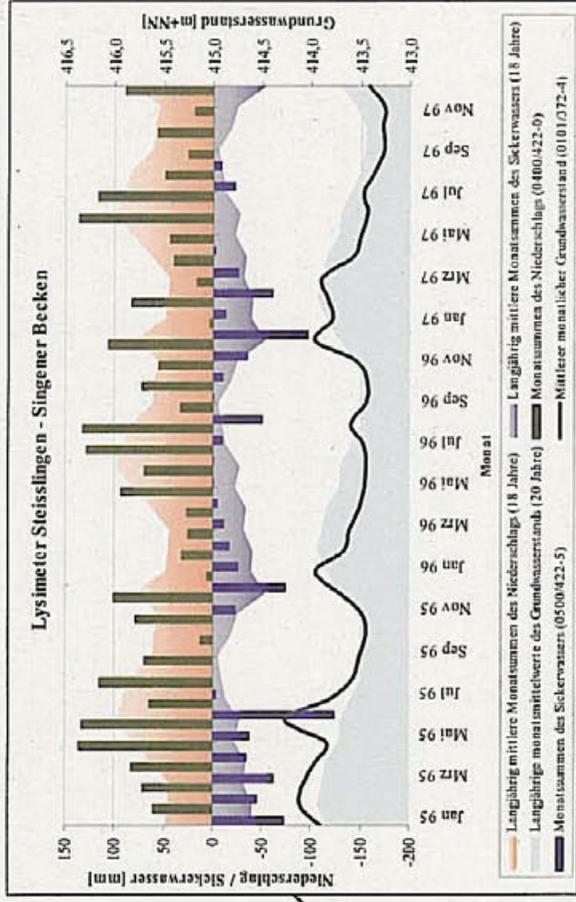
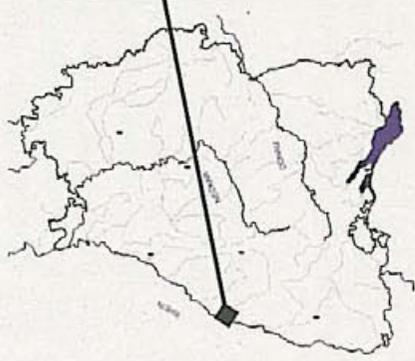
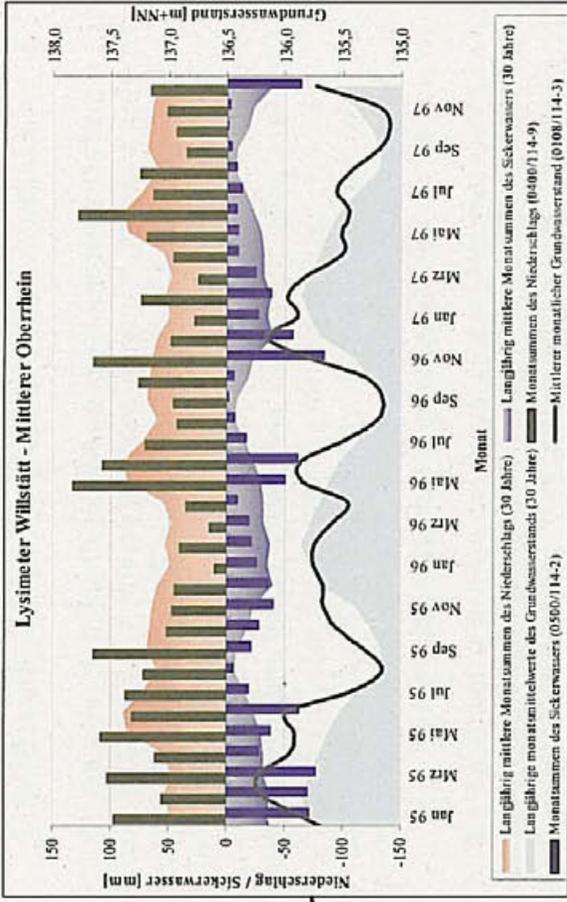


Abbildung 2.3: Niederschlag, Sickerung und Grundwasserstand an ausgewählten Lysimeteranlagen

## 2.3 Die Grundwasservorräte 1997 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 daher, eine nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung zu unterstützen und die Grundwasserressourcen unter qualitativen wie quantitativen Gesichtspunkten für die künftigen Generationen zu erhalten. Darauf aufbauend wird hiermit ein Überblick über die aktuelle Zustandsentwicklung der landesweiten Grundwasservorräte gegeben und die im Jahr 1997 beobachteten Tendenzen herausgestellt. Hierzu werden die Meßdaten statistisch ausgewertet, graphisch dargestellt und vor dem Hintergrund langjähriger Beobachtungsreihen analysiert. Bei der Datenauswertung werden die Ergebnisse auf die wichtigsten Grundwasserlandschaften des Landes bezogen und beispielhaft dargestellt.

Das quantitative Grundwassermeßnetz von Baden-Württemberg wird seit 1913 betrieben. Es ist für die überregionale Beobachtung der Grundwasserhältnisse gut geeignet, kann für kurzfristige Betrachtungen allerdings nicht in seiner Gesamtheit herangezogen werden. Der aktuelle landesweite Überblick zur Ermöglichung zeitnaher Aussagen über den Ist-Zustand und zu den kurzfristigen Entwicklungstendenzen der quantitativen Grundwasserhältnisse im Land Baden-Württemberg soll anhand ausgewählter, für die Gesamtheit repräsentativer Meßstellen, der sog. Trendmeßstellen, ermöglicht werden.

In Abbildung 2.4 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 75. Percentil der Monatsmaxima als Obergrenze und das 25. Percentil der Monatsminima als Untergrenze definiert. Der langjährige Monatsmedian der Einzelmeßwerte ist ebenfalls dargestellt (grüne Linie).

Die Grundwasserstände und Quellschüttungen haben sich landesweit nach der Trockenperiode von 1989 bis 1992 erholt und bewegen sich mit wenigen Ausnahmen auf einem durchschnittlichen Niveau. Die starken Niederschläge im Februar trugen zur Stützung der Grundwasserstände effizient bei und konnten die ansonsten trockenen Verhältnisse teilweise ausgleichen. Die Dynamik der Quellschüttung ist im Regelfall hauptsächlich durch das Niederschlagsgeschehen gesteuert, mit dem Effekt, daß auch die hohen Niederschläge in den Monaten Juni / Juli zu einer kurzfristigen Zunahme der Schüttungen geführt haben. 1997 werden deshalb trotz unterdurchschnittlicher Niederschläge meist etwas höhere Grundwasserstände und Quellschüttungen als im Vorjahr verzeichnet.

### 2.3.2 Überregionale Grundwasserhältnisse

Die meßstellenscharfe Beurteilung der Grundwasserstandsverhältnisse wird auf der Grundlage der mittleren Verhältnisse von 1997 im langjährigen Vergleich durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Abbildung 2.4 zusammenfassend dargestellt. Die aufgeführten Standorte sind für die zugehörigen Grundwasserlandschaften repräsentativ. Die verwendeten Farben veranschaulichen den standortspezifischen quantitativen Zustand des Grundwasservorkommens im Vergleich zu den langjährigen Grundwasserhältnissen.

Im Bereich des **südlichen Oberrheins** bewegen sich die Grundwasserstände auf unterdurchschnittlichem Niveau, teilweise bis an die Untergrenze des Normalbereichs (Meßstelle 0122/021-6 in Abbildung 2.4).

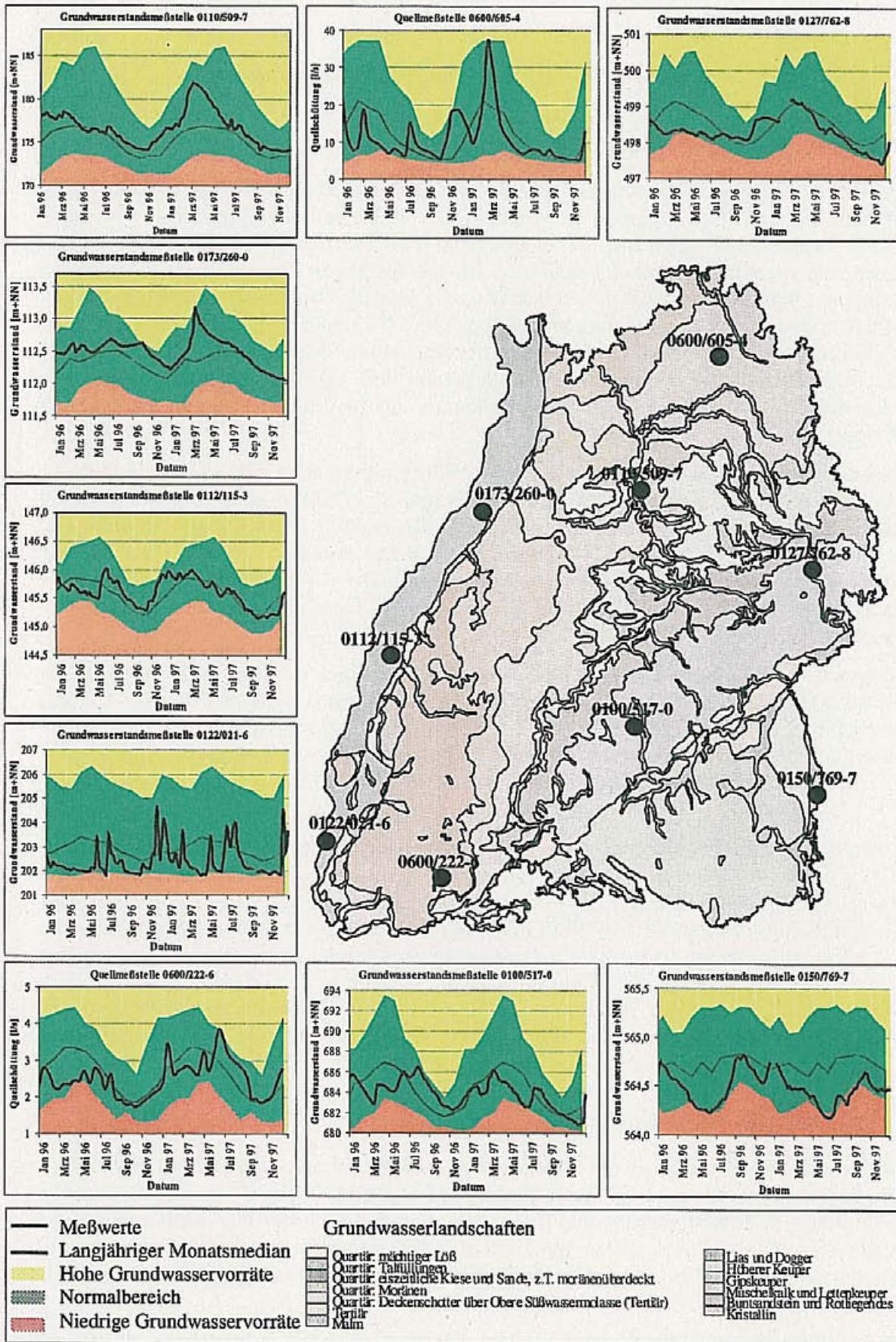


Abbildung 2.4: Grundwasserstand / Quellschüttung und zugehöriger Normalbereich an ausgewählten Grundwassermeßstellen

Die Entwicklung der Grundwasserstände im **mittleren** sowie im **nördlichen Oberrhein** ist 1997 im Rahmen der langjährigen Durchschnittswerte unauffällig (Meßstellen 0112/115-3 und 0173/260-0, Abb.2.4). Die langjährigen Tendenzen sind in diesem Raum fallend und erfordern eine Überprüfung der Grundwasserbewirtschaftung.

Im **Großraum Singen** sind sehr differenzierte Verhältnisse vorhanden, wobei im allgemeinen eher unterdurchschnittliche Verhältnisse vorherrschen. Der Rückgang der Grundwasservorräte wird dort seit 1996 beobachtet. In den kommenden Monaten werden die Grundwasservorkommen in diesem Bereich besonders aufmerksam überwacht.

Die Grundwasserstände im **Donautal** bewegen sich meist auf unterdurchschnittlichem Niveau. Zum Jahresende 1997 ist ein Anstieg der Grundwasservorräte durchweg erkennbar.

Die Grundwasservorräte der **Leutkircher Heide** sowie im **Raum Isny** und im **Argendelta** waren 1997 permanent unterdurchschnittlich. Wesentliche Ursache hierfür sind die zu geringen Winterniederschläge und somit die ausgebliebene Neubildung Anfang des Jahres.

Auch im Bereich des **Illertals** sind die Grundwasserstände deutlich unterdurchschnittlich (Meßstelle 0150/769-7, Abb.2.4). Grundwasserstände und Quellschüttungen im **Alpenvorland** bewegen sich im unteren Bereich der langjährig mittleren Verhältnissen.

Die Grundwasserstände des verkarsteten Aquifers der **Schwäbischen Alb** unterliegen teilweise ausgeprägten Schwankungen, die hauptsächlich und kurzfristig durch das Niederschlagsgeschehen gesteuert werden. 1997 herrschten in diesem Bereich mittlere bis unterdurchschnittliche Grundwasserverhältnisse.

Die Grundwasserstände der **Ostalb** waren 1997 durchgehend unterdurchschnittlich und mit fallender Tendenz (Meßstelle 0127/762-8 weist allerdings steigende Tendenz auf, Abb.2.4).

Das Grundwasser in den Talfüllungen des **mittleren Neckarraums** unterliegt großen Schwankungen im Bereich der hohen Stände, wird im unteren Bereich jedoch vom Neckar gestützt. Die Grundwasserverhältnisse sind weitgehend unauffällig. Im tieferen Muschelkalkaquifer sind dauerhaft hohe Stände vorhanden (Meßstelle 110/509-7, Abb.2.4).

Die Quellschüttungen in den Festgesteinen von **Nord-Württemberg** liegen meist im Bereich der üblichen Zustände und lassen sich dem langjährigen Median zuordnen (Meßstelle 0600/605-4, Abb.2.4).

Die repräsentativen Quellmeßstellen im Bereich des **Schwarzwalds** dokumentieren weitgehend überdurchschnittliche Grundwasserverhältnisse (Meßstelle 0600/222-6, Abb.2.4).

Die Grundwasserstände und Quellschüttungen sind 1997 höher als im Vorjahr und bewegen sich mit Ausnahme der südöstlichen Landesteile auf durchschnittlichem Niveau. Aus quantitativen Gesichtspunkten ist aufgrund der gegenwärtigen Beobachtungen keine bedenkliche Entwicklung der Grundwasservorräte erkennbar. In Bereichen mit flächig unterdurchschnittlichen Verhältnissen sollte dennoch die Bewirtschaftung des Aquifers überprüft werden.

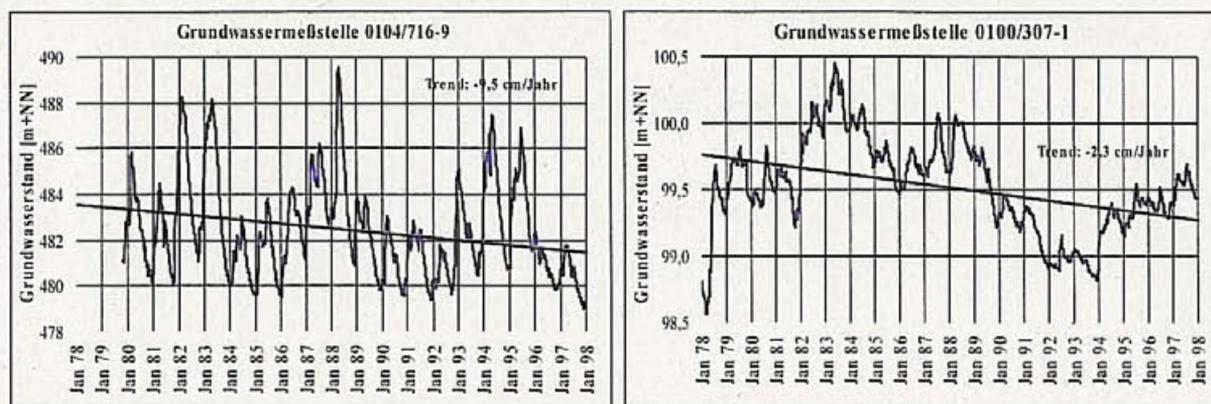


Abbildung 2.5: Ganglinien ausgewählter Grundwasserstandsmeßstellen mit Trendbetrachtung

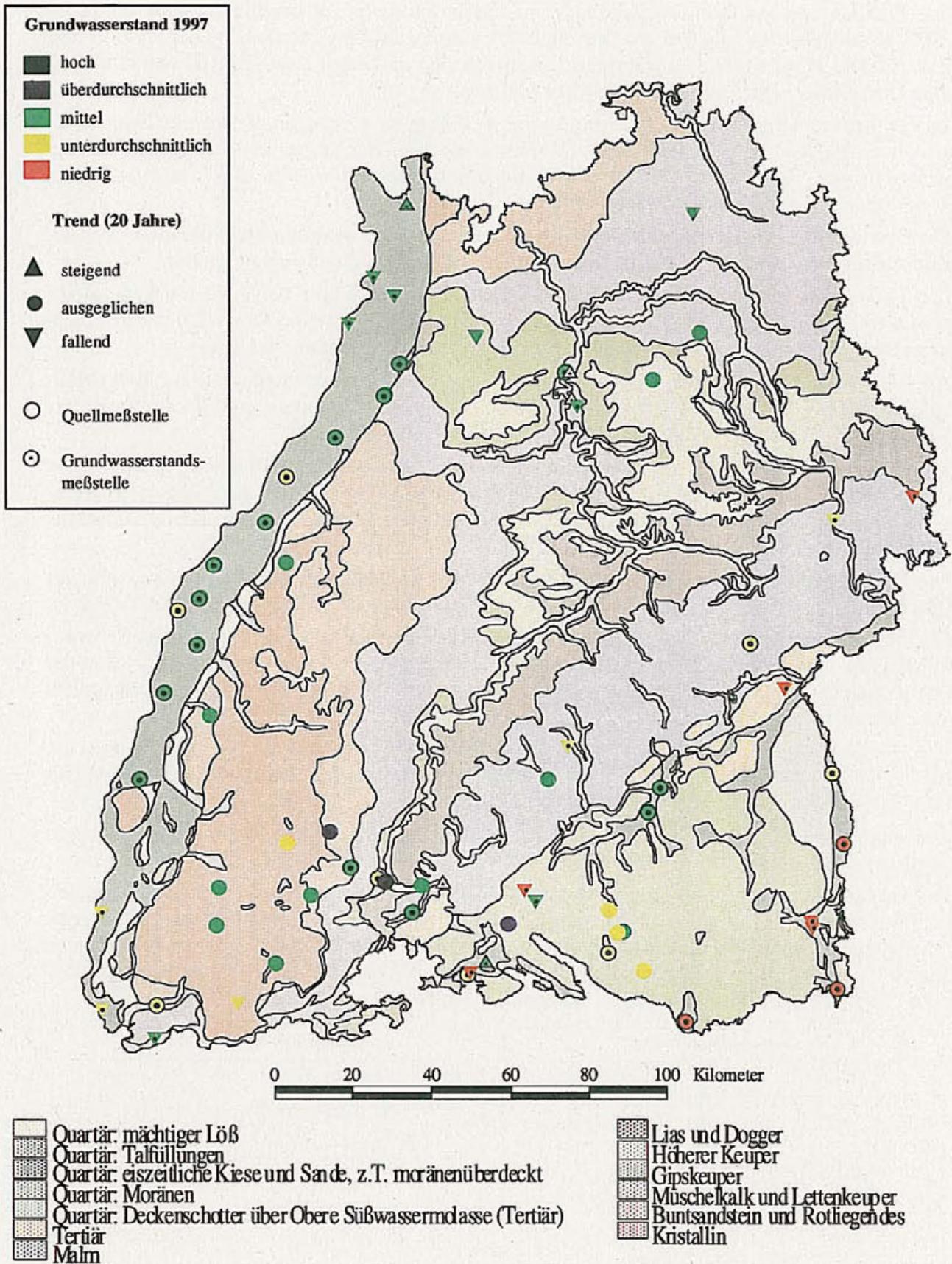


Abbildung 2.6: Charakterisierung der mittleren Grundwasserverhältnisse im Jahr 1997 differenziert nach den Grundwasserlandschaften von Baden-Württemberg

## 2.4 Nitrat

### 2.4.1 Statistische Kennzahlen für das Gesamtmeßnetz, räumliche Verteilung

Die regionale Verteilung der Nitratbelastung hat sich in den letzten Jahren praktisch nicht geändert. Die Belastungsschwerpunkte sind nach wie vor (Abb. 2.8): Rhein-Neckar-Kreis, Neckarraum zwischen Stuttgart und Heilbronn, Main-Tauber-Kreis, Ortenau, Markgräfler Land, Kaiserstuhl, Ostalbkreis, Oberschwaben).

Im Gesamtmeßnetz beträgt der Medianwert für Nitrat 19,85 mg/l. Überschreitungen des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung von 50 mg/l treten wie im letzten Jahr an rund 11 % der Meßstellen auf, der Warnwert wird an 18,5 % der Meßstellen (Vorjahreswert: 18,3 %) überschritten (Abb. 2.7). Der Spitzenwert ist 215 mg/l.

Das Konzentrationsniveau für Nitrat im Rohwasser der öffentlichen Wasserversorgung liegt tiefer, dort liegt der Median bei 17,1 mg/l. Der Prozentsatz der Warnwert- und Grenzwertüberschreitungen liegt bei 11,8 bzw. 4,1 % (Vorjahreswerte: 11,8 bzw. 11,0 %).

Der Medianwert der Emittentenmeßstellen Landwirtschaft beträgt 32,1 mg/l, der Warnwert wird wie im Vorjahr an rund 36 % der Meßstellen überschritten.

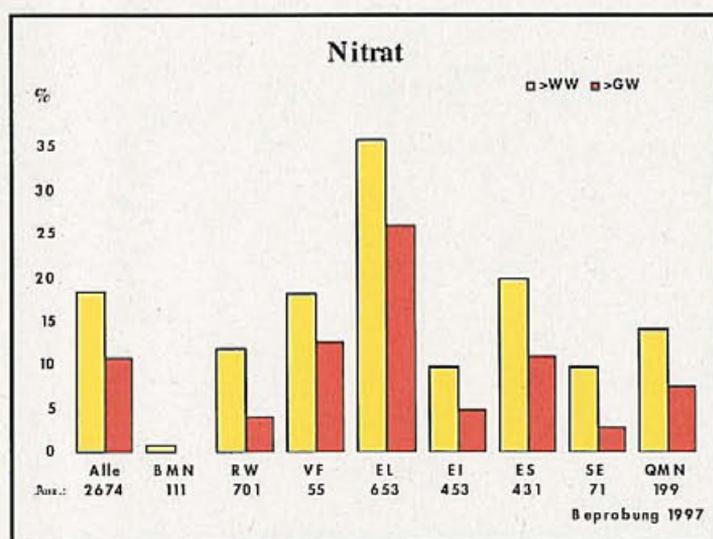


Abb. 2.7: Nitrat: Überschreitungshäufigkeiten von Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes und Grenzwert der TrinkwV.

(Warnwert (WW) = 40 mg/l, Grenzwert der TrinkwV (GW) = 50 mg/l)

### 2.4.2 Zeitliche Veränderungen

#### a) Konsistente Meßstellengruppen

Die zeitliche Entwicklung der Konzentration läßt sich eindeutig nur anhand von "konsistenten" Meßstellengruppen beschreiben. Konsistent heißt für die vorliegenden Auswertungen, daß von jeder Meßstelle für jedes Jahr aus dem Zeitraum September bis November mindestens ein Meßwert vorliegen muß.

Dazu wurde die Darstellung der Ergebnisberichte 1995 und 1996 mit den aktuellen Daten der Beprobung 1997 fortgeschrieben (Abb. 2.9). Infolge des Ausscheidens von nicht mehr beprobaren Meßstellen verringerte sich die Anzahl der konsistenten Meßstellen. Insgesamt lagen von 1358 Meßstellen vollständige Datensätze vor. Diese repräsentieren 52 % des Gesamtmeßnetzes.

# Nitrat

- 26 -

## Beprobung 1997

Symbol	Konzentration
● (blau)	$\leq 25,0$ mg/l
● (grün)	25,1 - 40,0 mg/l
● (gelb)	40,1 - 50,0 mg/l
● (rot)	$> 50,0$ mg/l

Anzahl Meßstellen : 2674

Alle Meßnetze

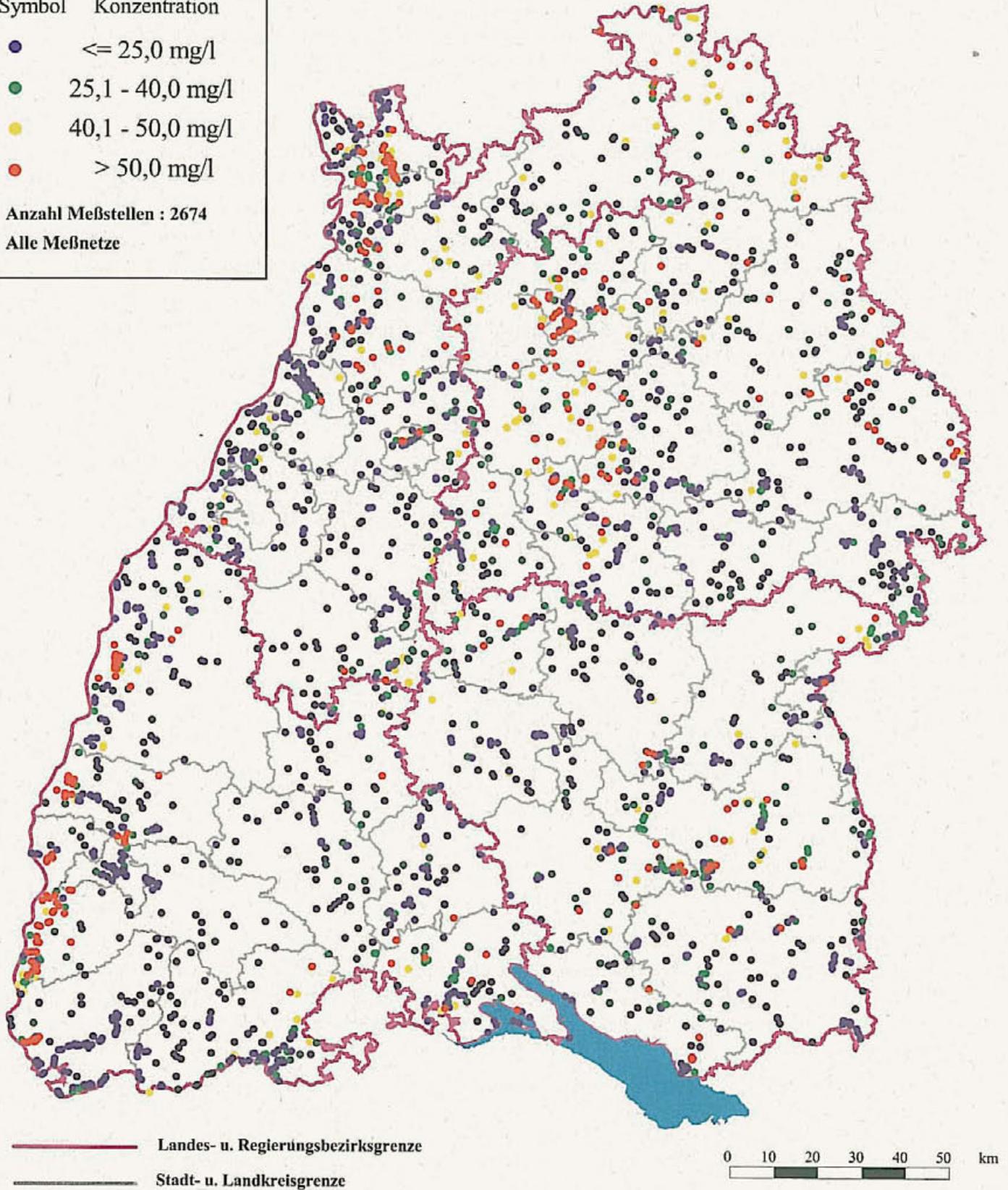
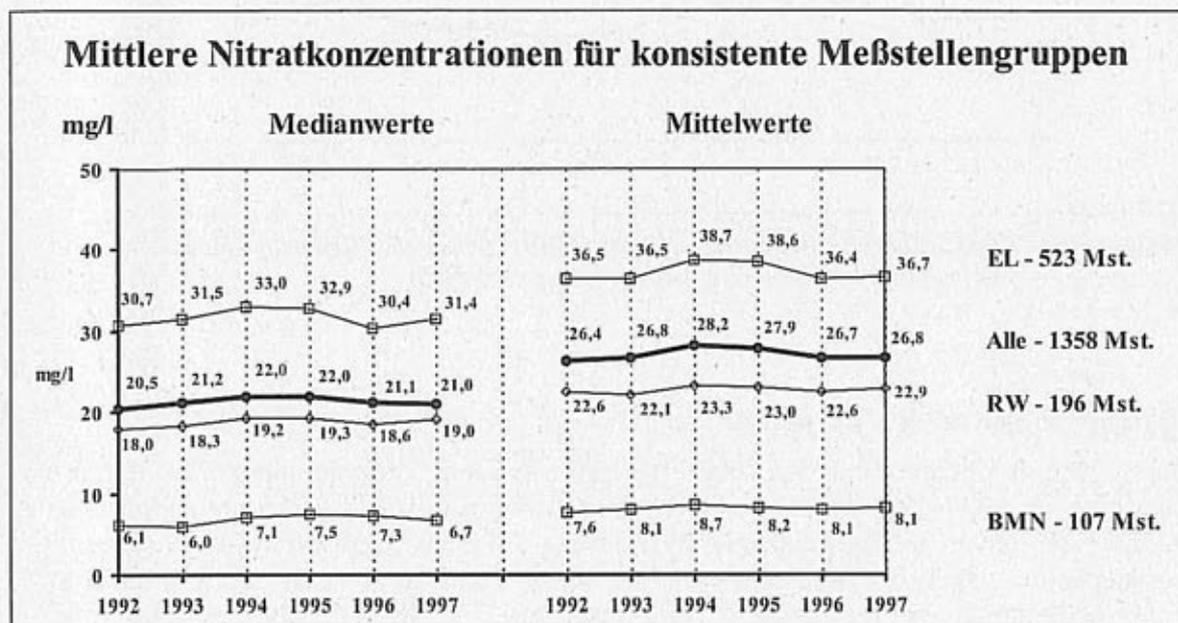


Abbildung 2.8: Konzentrationsverteilung Nitrat, 1997.

Die mittleren Nitratkonzentrationen (Median bzw. Mittelwert) für das Gesamtmeßnetz und für verschiedene Meßstellenarten nehmen von 1992 bis 1994/95 zu, danach 1996 wieder ab, um 1997 auf gleiches Niveau zu bleiben. Beim Rohwasser für die öffentliche Wasserversorgung verläuft der Medianwert von 18 mg/l im Jahre 1992 über den Maximalwertwert von 19,8 mg/l im Jahre 1994 bis auf 18,6 mg/l 1996 mit einem leichten Anstieg in 1997 auf 19,0 mg/l.

Die entsprechenden Mittelwerte aller Gruppen zeigen gleiche Tendenzen, allerdings auf höherem Niveau.



**Abbildung. 2.9** Entwicklung der Median- und Mittelwerte Nitrat 1992 - 1997 für konsistente Meßstellengruppen, Beprobungszeitraum jeweils September bis November.

Der Vergleich verschieden langer Zeitreihen von konsistenten Meßstellengruppen ist in Abbildung 2.9 dargestellt. Die kurzen Zeitreihen ab 1992 bzw. 1993 repräsentieren die vollständigen Datenreihen des Gesamtmeßnetzes, das im Jahre 1992 seinen vollen Umfang erreicht hatte .

Bis in das Jahr 1980 zurückreichende Nitratdaten sind in der Grundwasserdatenbank von 29 Meßstellen vorhanden, die vorwiegend als Rohwasserentnahmestellen der öffentlichen Wasserversorgung genutzt werden. Das Konzentrationsniveau ist insgesamt niedriger als im Gesamtmeßnetz, in dem auch ein hoher Anteil an landwirtschaftlich stärker beeinflussten Meßstellen vorhanden ist, die Zunahme der Nitratkonzentration in den letzten rund 20 Jahren kommt damit jedoch klar zum Ausdruck. Die Datenreihe ab 1985 mit 66 Meßstellen umfaßt zu 85 % Meßstellen des ab 1985 neu eingerichteten Basismeßnetzes. Diese Meßstellen sind anthropogen möglichst wenig beeinflusst, so daß der Anstieg von rund 3 mg/l in den letzten 12 Jahren auf Nitratreinträge über den Luftpfad schließen läßt.

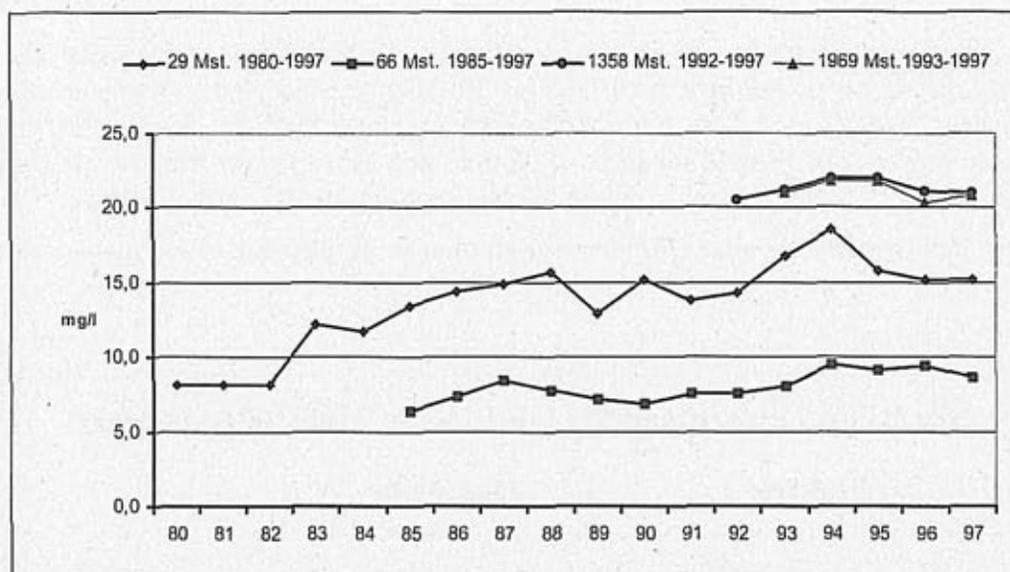


Abbildung 2.10: Entwicklung der Medianwerte Nitrat ab 1980 (Konsistente Meßstellengruppen, Beprobungszeitraum jeweils September bis November).

### b) Veränderungen zu den Vorjahren

Abbildung 2.11 gibt einen Überblick über die jahresweisen Veränderungen der Nitratkonzentrationen seit 1994. Es wurden hierzu 2118 Meßstellen (82 % des Gesamtmeßnetzes) herangezogen, von denen durchgehend aus allen Jahren 1994 bis 1997 Meßwerte vorlagen. Beim überwiegenden Anteil der Meßstellen (54 bis 58 %) bleibt die Konzentration praktisch konstant (Veränderungen von  $\pm 2$  mg/Jahr). Während sich 1995/96 gegenüber 1994/95 eine Verbesserung der Nitratsituation durch eine erhöhte Anzahl von Abnahmen zeigt, überwiegen 1996/97 wieder die Zunahmen.

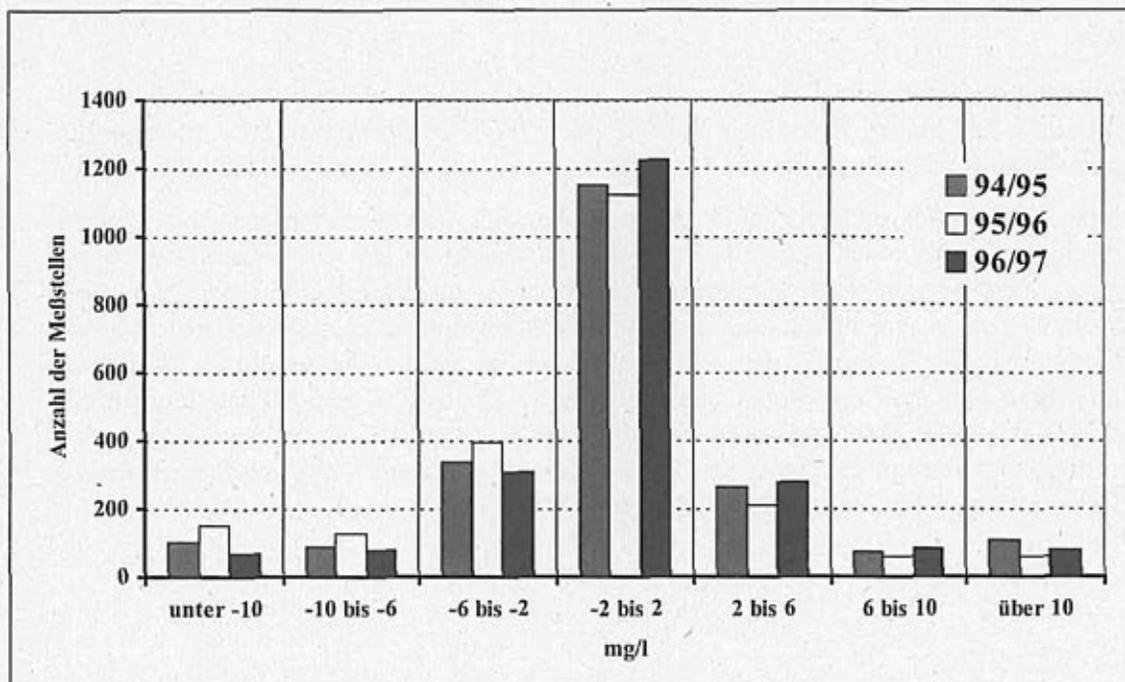


Abb. 2.11: Jährliche Änderungen der Nitratkonzentrationen für die konsistente Meßstellengruppe 1994-1997, 2118 Meßstellen, Beprobungszeitraum jeweils September bis November.

### 2.4.3 Bewertung

Die Nitratbelastung im Jahre 1997 hat sich im Vergleich zum Vorjahr nur wenig geändert. Bei 1358 seit 1992 durchgehend beprobten Meßstellen ist der Medianwert praktisch konstant geblieben. Die Änderungen der Medianwerte sind jedoch für verschiedene Meßstellengruppen unterschiedlich. Bei den Rohwassermeßstellen stellt man eine Zunahme um 0,4 mg/l fest, bei den überwiegend landwirtschaftlich beeinflussten Meßstellen um 1,0 mg/l. Bei den anthropogen nur wenig beeinflussten Basismeßstellen nimmt der Medianwert hingegen ab.

Insgesamt gesehen hat sich bei den meisten Meßstellen der seit 1995 rückläufige Trend der Nitratkonzentrationen nicht weiter fortgesetzt. Das Konzentrationsniveau ist nach wie vor recht hoch, wie die Überschreitungshäufigkeit des Warnwertes des Grundwasserüberwachungsprogrammes und des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung an 18,5 % bzw. an 11,0 % der Meßstellen des Gesamtmeßnetzes zeigt.

## 2.5 Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel (PBSM)

### 2.5.1 Zulassung, Verwendung, Klassifizierung,

Nach Mitteilungen der für die Zulassung der PBSM zuständigen Biologischen Bundesanstalt in Braunschweig sind derzeit (Stand 05.02.1998) in der Bundesrepublik Deutschland 257 PBSM-Wirkstoffe zugelassen, die in 1031 Handelsprodukten auf dem Markt sind (Bundesanzeiger Nr.24 vom 05.02.1997). Der Absatz an PBSM belief sich im Jahre 1996 auf 28.162 Tonnen (Tabelle 2.1). Mehr als die Hälfte entfiel hiervon auf die Wirkstoffklasse der Herbizide, rund ein Drittel auf die Fungizide, Insektizide waren mit 3 % vertreten. Der weitaus größte Teil der PBSM wird in der Landwirtschaft eingesetzt. Ein weiterer Anwendungsbereich ist auf Nicht-kulturland wie Betriebsflächen, Flugplätzen, Bahnanlagen, Parkplätzen u.a., um diese Flächen von Pflanzenbewuchs freizuhalten.

Wirkstoffklasse	abgesetzte Wirkstoffmenge in t	Anteil in %
Herbizide	15.032	53
Fungizide	8.864	32
Insektizide	872	3
sonstige	3.394	12
Summe	28.162	100

**Tabelle 2.1:**

Abgesetzte Wirkstoffmengen in der Bundesrepublik 1996 (IVA-Mitgliedsfirmen)

Quelle: Jahresbericht 1996/97 des Industrieverbandes Agrar e.V. (IVA), Frankfurt

Neben der Klassifizierung der PBSM nach ihrer Wirkung ist es auch gebräuchlich, sie nach den Stoffklassen einteilen, zu denen sie aufgrund ihrer chemischen Struktur gehören. Damit eng verbunden ist auch die analytische Bestimmungsmethode. Die wichtigsten Stoffklassen von synthetischen organischen PBSM 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. In der Regel sind sie gut abbaubar.

**Beispiele:** Parathion-Ethyl (E605), Malathion.

- **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, Isoproturon.

**Triazine** werden oder wurden ebenfalls als Herbizide verwendet. Triazine und ihre Abbauprodukte werden aufgrund ihrer chemischen Struktur im Boden und Wasser nur schwer biologisch abgebaut.

**Beispiele:** Atrazin, Simazin, Terbutylazin.

- **Carbonsäurederivate:**

**Phenoxyalkancarbonsäurederivate** haben herbizide Wirkung. Die durch Abbau gebildeten Carbonsäuren werden nur langsam abgebaut.

**Beispiele:** 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 darüberhinaus noch Chlor, Brom, Schwefel, Zinn, usw.

PBSM dürfen nur in Verkehr gebracht werden, wenn sie nach dem Pflanzenschutzgesetz (neueste Fassung: BGBl I S.1440 vom 27.06.1994) zugelassen sind. Im Pflanzenschutzgesetz ist Grundwasser ausdrücklich als zu schützendes Gut hervorgehoben. Der Grund liegt darin, daß in Deutschland rund 70 % des Trinkwassers aus Grund- und Quellwasser gewonnen wird, in Baden-Württemberg beträgt dieser Anteil sogar 75 %.

PBSM-Wirkstoffe, die wassergefährdend sind, werden von der Zulassungsbehörde mit "W-Auflagen" W1, W2 oder W3 versehen. W1 bedeutet völliges Anwendungsverbot im Wasserschutzgebiet, bei W2 ist die Anwendung nur außerhalb der Zone II erlaubt. W3-Auflagen ermöglichen die Tauchbehandlung außerhalb Zone II und die Anpflanzung innerhalb.

Die Anwendung von PBSM in Wasserschutzgebieten ist in Baden-Württemberg in der SchALVO (Schutzgebiets- und Ausgleichverordnung) geregelt. Dort sind im sog. Positivkatalog (Anlage 2 der Verordnung) alle Wirkstoffe aufgelistet, die in Wasserschutzgebieten in den Zonen II, III und IV angewendet werden dürfen. Diese Liste wird jährlich fortgeschrieben und den aktuellen Erkenntnissen angepaßt.

In der TrinkwV vom 5.12.1990 sind Grenzwerte für die PBSM festgeschrieben: 0,1 µg/l für den Einzelstoff und 0,5 µg/l für die Summe. Allerdings ist dieser Summenwert nicht wie bei den LHKW definiert, d.h. es ist nicht festgelegt, welche Substanzen zur Summenbildung herangezogen werden sollen.

Die genannten Grenzwerte sind nicht toxikologisch begründet, sondern reine Vorsorgewerte, um anthropogene Stoffe vom Trinkwasser fernzuhalten.

### 2.5.2 Probennahme und Analytik

Die Konzentrationen, mit denen PBSM-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 in der "Anleitung zur Probennahme von Grund-, Roh- und Trinkwasser" (Juli 1997) beschrieben. Demnach sind Proben bei Quellen an der vorgegebenen Austrittsstelle und bei Förderbrunnen nach Ablauflassen des Standwassers am Entnahmehahn zu entnehmen. 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 PBSM erforderliche Probenvolumen beträgt üblicherweise ein bis zwei Liter je Aufbereitungsgang.

Für die Untersuchung der gängigsten PBSM 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 (Festphasenextraktion oder Flüssig/Flüssig-Extraktion) mittels Gaschromatographie (GC) oder Hochleistungs-Flüssigchromatographie (HPLC) getrennt und mit einem geeigneten Detektor quantitativ bestimmt.

Die einzelnen Verfahrensschritte bedingen jeweils Ergebnisunschärfen, so daß man bei der PBSM-Analytik mit ihren niedrigen Konzentrationen mit insgesamt höheren Toleranzbereichen wie beispielsweise bei der Bestimmung von Nitrat rechnen muß.

Die TrinkwV toleriert einen Fehler von  $\pm 0,05 \mu\text{g/l}$ , bezogen auf den Trinkwassergrenzwert von  $0,1 \mu\text{g/l}$  entspricht dies 50 %. Die Ringversuchsergebnisse der Analytischen Qualitätssicherung Baden-Württemberg zeigen, daß diese Anforderung bei vielen, aber nicht bei allen Wirkstoffen erreicht werden kann. Dies zeigt Abb. 2.12, in der die relative Standardabweichung und die Ausschlußgrenzen für die bisher untersuchten Wirkstoffe dargestellt sind. Die Ausschlußgrenzen umfassen die prozentuale Abweichung vom Sollwert, die noch als "richtig" akzeptiert werden kann.

Die mehrfache Wiederholung der Ringversuche mit den gleichen Substanzen und auch im Grundwassermeßnetz durchgeführte Laborvergleichuntersuchungen haben gezeigt, daß sich gerade bei den Triazinen die Qualität der Analytik in den letzten Jahren verbessert hat. Dies muß man bei der Bewertung von Ergebnissen älterer Ringversuche berücksichtigen.

Die Bestimmungsgrenzen sind von Labor zu Labor unterschiedlich. Sie liegen für die meisten Wirkstoffe bei  $0,05 \mu\text{g/l}$ , bei einigen Triazinen können auch Bestimmungsgrenzen von  $0,02$  oder sogar  $0,01 \mu\text{g/l}$  erreicht werden.

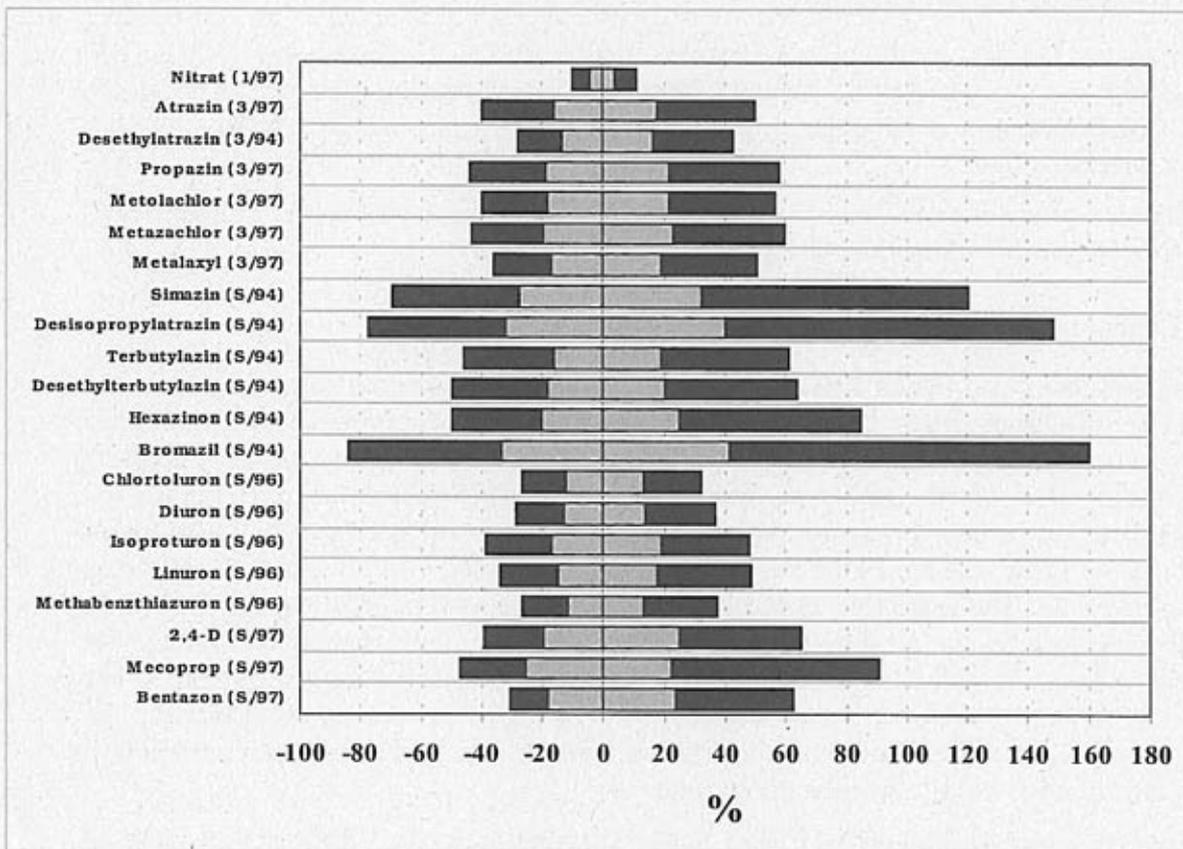


Abbildung 2.12: Ergebnisse der Nitrat- und PBSM-Ringversuche der AQS-Baden-Württemberg: Relative Standardabweichung (hellgrau) und Ausschlußgrenzen (schwarz), in Klammer die Ringversuchsbezeichnung mit Jahr der Durchführung.

### 2.5.3 Bisher untersuchte Wirkstoffe

Tabelle 2.2 gibt einen Überblick über die Anzahl der auf PBSM untersuchten Meßstellen seit Inbetriebnahme des Grobrasters im Jahre 1989. Anfang der neunziger Jahre wurde das Meßnetz zügig schrittweise vergrößert und regelmäßig die Konzentration der Triazine verfolgt, nachdem von Seiten der Laboratorien hierfür eine entsprechende Routineanalytik zur Verfügung stand. 1997 lag der Untersuchungsschwerpunkt auf den Insektiziden und es wurden keine Triazine gemessen, da aus Kostengründen nicht alle Wirkstoffe in jedem Jahr untersucht werden können. Mehrfach wurden daher bestimmte Stoffklassen zunächst pilotmäßig an ausgewählten Meßstellen und dann je nach Relevanz auch in größerem Umfang untersucht.

**Tabelle 2.2 :** Anzahl der auf PBSM untersuchten Meßstellen im Grundwassermeßnetz:  
(Quelle: Ergebnisberichte der Beprobungen 1989 bis 1997, Fettdruck: vorwiegend im Landesauftrag, Normalschrift: Kooperationsbeitrag der WVU und der Laboratorien).

Wirkstoff	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Atrazin	329	879	1044	1923	2412	2636	2442	2578	547
Simazin	327	876	1044	1923	2411	2638	2442	2576	488
Terbutylazin	321	876	1044	1922	2411	2640	2442	2577	510
Metolachlor	329	867	1038	1923	2406	2623	589	2560	431
Metazachlor	288	875	1040	1923	2405	2628	627	2560	412
Desethylatrazin	324	877	1044	1923	2412	2635	2442	2579	555
Desisopropylatrazin		247	884	1848	2349	2577	605	2514	359
Desethylterbutylazin		119	856	1813	2316	2541	553	2483	391
Propazin		311	888	1786	2299	2546	622	2464	376
Bromacil		183	436	1659	2192	2422	2256	2360	199
Hexazinon		143	756	1703	2188	2416	2234	2374	222
Metalaxyl			763	1694	2183	2382	417	2315	158
Diuron			137	394	217	780	2104	39	575
Chlortoluron							2103	32	258
Isoproturon							2138	55	2184
Linuron							2082	33	131
Methabenzthiazuron							2092	17	231
2,4-D			200					558	38
Mecoprop (MCP)			200					558	34
Dichlorprop (2,4-DP)			200					558	37
Bentazon			199					558	17
Glyphosat						53	24		280
AMPA							24		
Dalapon						53			
Diazinon									2205
2,6-Dichlorbenzamid									2133
Dimethoat									2180
Fenitrothion									2164
Malathion									2169
Parathion-ethyl									2190
Pendimethalin									2213
Sebutylazin									2202
Trifluralin									2146

## 2.5.4 Triazine

Das Herbizid **Atrazin** wurde seit Ende der sechziger Jahre in großem Umfang im Maisanbau eingesetzt. Es ist bereits seit 1991 verboten, aufgrund seiner hohen Stabilität ist es jedoch immer noch im Grundwasser vorhanden und der am häufigsten nachweisbare Einzelwirkstoff. Im Gesamtmeßnetz lag die Nachweishäufigkeit von Atrazin in den letzten Jahren im Bereich von 19,0 – 31,6 % der untersuchten Meßstellen (Tabelle 2.3), der Konzentrationswert von 0,1 µg/l (=Trinkwassergrenzwert) wurde an 1,3 – 6,0 % der Meßstellen überschritten, die Spitzenwerte liegen bei mehreren µg/l.

Das Hauptabbauprodukt des Atrazin ist das **Desethylatrazin**, das sich im Untergrund wesentlich mobiler als sein Ausgangsstoff verhält. Dieses führt im Grundwasser zu einer dementsprechend höheren Belastung und zeigt sich in positiven Befunden an 30,7 – 37,8 % der Meßstellen sowie in Überschreitungen des Trinkwassergrenzwertes an 4,6 – 9 % der Meßstellen.

Die regionale Verteilung der Meßergebnisse geht aus Abbildung 2.14 hervor. Es wurden die jeweils neuesten, auf der Grundwasserdatenbank vorhandenen Meßwerte verwendet. Die Mehrzahl der Daten stammt daher aus dem Jahre 1996, in dem die Stickstoffherbizide letztmals im Gesamtmeßnetz gemessen wurden. Die höchste Belastung mit Atrazin und Desethylatrazin ist im Oberrheingraben, in Ostwürttemberg und den östlichen Landesteilen (Alb-Donau-Kreis, Ostalbkreis, LK Heidenheim) zu verzeichnen.

Die zeitliche Entwicklung der Atrazin- und Desethylatrazinbelastung (positive Befunde > 0,05 µg/l) von 448 bzw. 441 Meßstellen mit konsistenten Datensätzen ist in Abbildung 2.13 dargestellt. Diese repräsentieren rund 17 % des Gesamtmeßnetzes. Während die Zahl der positiven Befunde beim Atrazin von 1990 bis 1996 von 13 % auf rund die Hälfte abgenommen hat, zeigt sich beim Desethylatrazin zunächst eine Zunahme bis 1994, um danach erst langsam abzunehmen.

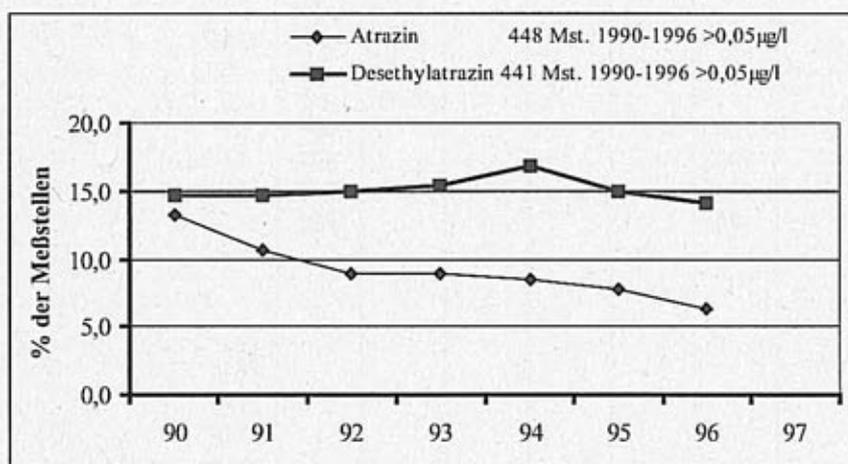


Abbildung 2.13:

Prozentualer Anteil der positiven Befunde (Meßwerte > 0,05 µg/l) für Atrazin und Desethylatrazin von 1990 bis 1996 für konsistente Datensätze.

Mit wesentlich geringerer Nachweishäufigkeit werden **Simazin** und **Terbutylazin** sowie ihre Abbauprodukte **Desethylsimazin** (=Desisopropylatrazin) und **Desethylterbutylazin** im Grundwasser gefunden. Bei Simazin betrug der Anteil an positiven Befunden in den letzten Jahren 7,0 – 11,6 % und der Anteil der Grenzwertüberschreitungen 0,4 – 1,0 %. Die entsprechenden Zahlen für Terbutylazin sind 0,9 bis 3,1 % bzw. 0,2 – 0,7.

# Atrazin Desethylatrazin

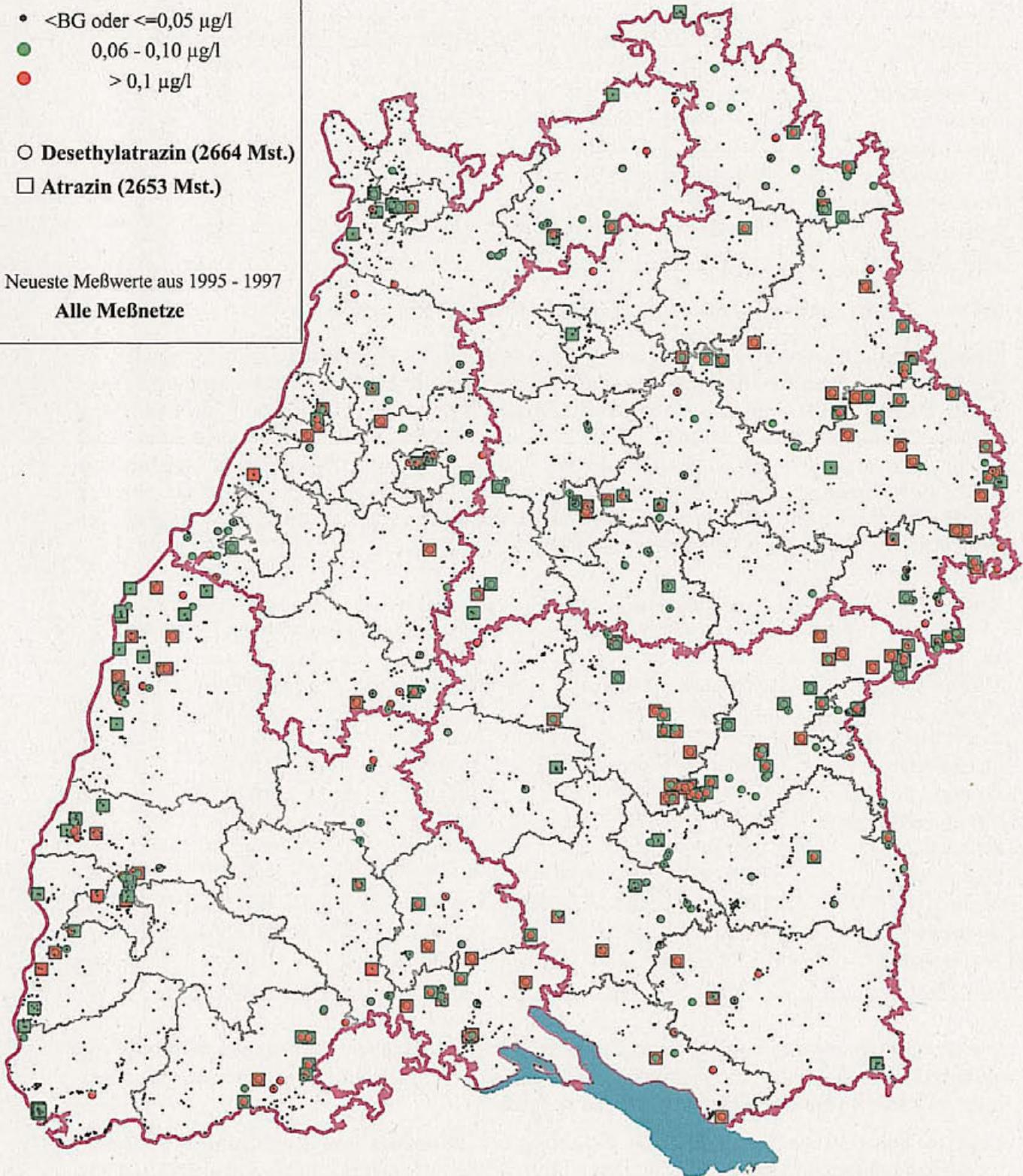
- <BG oder  $\leq 0,05 \mu\text{g/l}$
- $0,06 - 0,10 \mu\text{g/l}$
- $> 0,1 \mu\text{g/l}$

○ Desethylatrazin (2664 Mst.)

□ Atrazin (2653 Mst.)

Neueste Meßwerte aus 1995 - 1997

Alle Meßnetze



— Landes- u. Regierungsbezirksgrenze

— Stadt- u. Landkreisgrenze

0 10 20 30 40 50 km

Abbildung 2.14: Konzentrationsverteilung Atrazin und Desethylatrazin, jeweils neuester Meßwert aus dem Zeitraum 1996 bis 1997.

**Tabelle 2.3:** Überschreitungshäufigkeiten von Bestimmungsgrenze und Grenzwert der Trinkwasserverordnung für ausgewählte Triazine und ihre Abbauprodukte für den Zeitraum 1992 – 1997.

Wirkstoff	Zeitraum	Anzahl Mst.	% Meßstellen > BG	% Meßstellen > GW
Atrazin	1992-1997	620-2636	19,0 - 31,6	1,3 - 6,0
Desethylatrazin	1992-1997	628-2635	30,7 - 37,8	4,6 - 9,0
Simazin	1992-1997	561-2638	7,0 - 11,6	0,4 - 1,0
Desethylsimazin	1992-1997	432-2577	2,4 - 6,2	0,0 - 0,8
Terbutylazin	1992-1997	583-2640	0,9 - 3,1	0,2 - 0,7
Desethylterbutylazin	1992-1997	464-2541	0,4 - 1,7	0,0 - 0,9
Propazin	1992-1997	449-2546	0,0 - 2,5	0,0 - 0,5
Sebutylazin	1997	2217	0,8	0,3

### 2.5.5 Phenylharnstoffe und andere stickstoffhaltige Herbizide

**Diuron** wurde bis vor zwei Jahren zur Vegetationskontrolle von Bahnanlagen verwendet, ab 1996 wurde es dann für diesen Verwendungszweck von der Biologischen Bundesanstalt verboten. Diuron wurde von den aus dieser Stoffklasse untersuchten Wirkstoffen am häufigsten gefunden. Landesweit wird an rund 1,2 bis 2,4 % der Meßstellen die Bestimmungsgrenze und an maximal rund 1 % der Meßstellen der Trinkwassergrenzwert überschritten. **Isoproturon** und **Chlortoluron** werden hauptsächlich im Getreideanbau eingesetzt. Der Anteil der belasteten Meßstellen ist mit deutlich unter 1 % relativ gering, was auf die gute Abbaubarkeit der Wirkstoffe im Boden zurückzuführen sein dürfte.

**Tabelle 2.4:** Überschreitungshäufigkeiten von Bestimmungsgrenze BG und Grenzwert der Trinkwasserverordnung GW für ausgewählte Phenylharnstoffe und andere stickstoffhaltige Herbizide.

Wirkstoff	Zeitraum	Anzahl Mst.	% Meßstellen > BG	% Meßstellen > GW
Diuron	1994 / 95	666 / 2104	1,2 / 2,4	0,6 / 0,9
Isoproturon	1994 - 97	666 - 2191	0,5 - 0,9	0,1 - 0,8
Chlortoluron	1994 / 95	666 / 2103	0,6 / 0,5	0,0 / 0,1
Linuron	1994 / 95	666 / 2082	0,0 / 0,4	0,0 / 0,1
Methabenzthiazuron	1994 / 95	666 / 2092	0,0 / 0,3	0,0 / 0,1
Metolachlor	1992-1997	502 - 2623	0,1 - 2,4	0,1 - 0,4
Metazachlor	1992-1997	483 - 2628	0,2 - 0,9	0,0 - 0,2
Bromacil	1992-1997	263-2422	3,6 - 4,7	0,8 - 3,0
Hexazinon	1992-1997	287-2416	1,7 - 5,7	0,0 - 2,6
Pendimethalin	1997	2220	0,1	0,0
Trifluralin	1997	2151	0,0	0,0

Die Positivbefunde der untersuchten Phenylharnstoffe sind über ganz Baden-Württemberg verteilt. Diuron dominiert die Karte und entsprechend dem früheren Haupteinsatzbereich ist es in erster Linie im Bereich von Bahnanlagen zu finden.

Deutlich höher ist demgegenüber die Belastung mit **Bromacil** und **Hexazinon** mit Grenzwertüberschreitungen von bis zu 3 %. Diese Stoffe finden in erster Linie als Totalherbizide auf Nichtkulturland wie Wegen, Plätzen, Betriebsflächen etc. Verwendung. Dies zeigt sich insbesondere darin, daß man die Wirkstoffe bei durch Industrie und Siedlung beeinflussten Meßstellen sowohl überproportional häufig als auch in hohen Konzentrationen findet. Beide Wirkstoffe wurden früher auch zur Vegetationskontrolle auf Bahnanlagen verwendet und treten dort aufgrund ihrer Persistenz noch immer in vergleichsweise hoher Konzentration auf.

# Phenylharnstoffe

- <BG oder  $\leq 0,05 \mu\text{g/l}$
- $0,06 - 0,10 \mu\text{g/l}$
- $> 0,1 \mu\text{g/l}$

- Diuron (2131 Mst.)
- Isoproturon (2290 Mst.)
- △ Metabenzthiazuron (2090 Mst.)
- ▼ Chlortoluron (2116 Mst.)

Neueste Meßwerte aus 1995 - 1997  
Alle Meßnetze

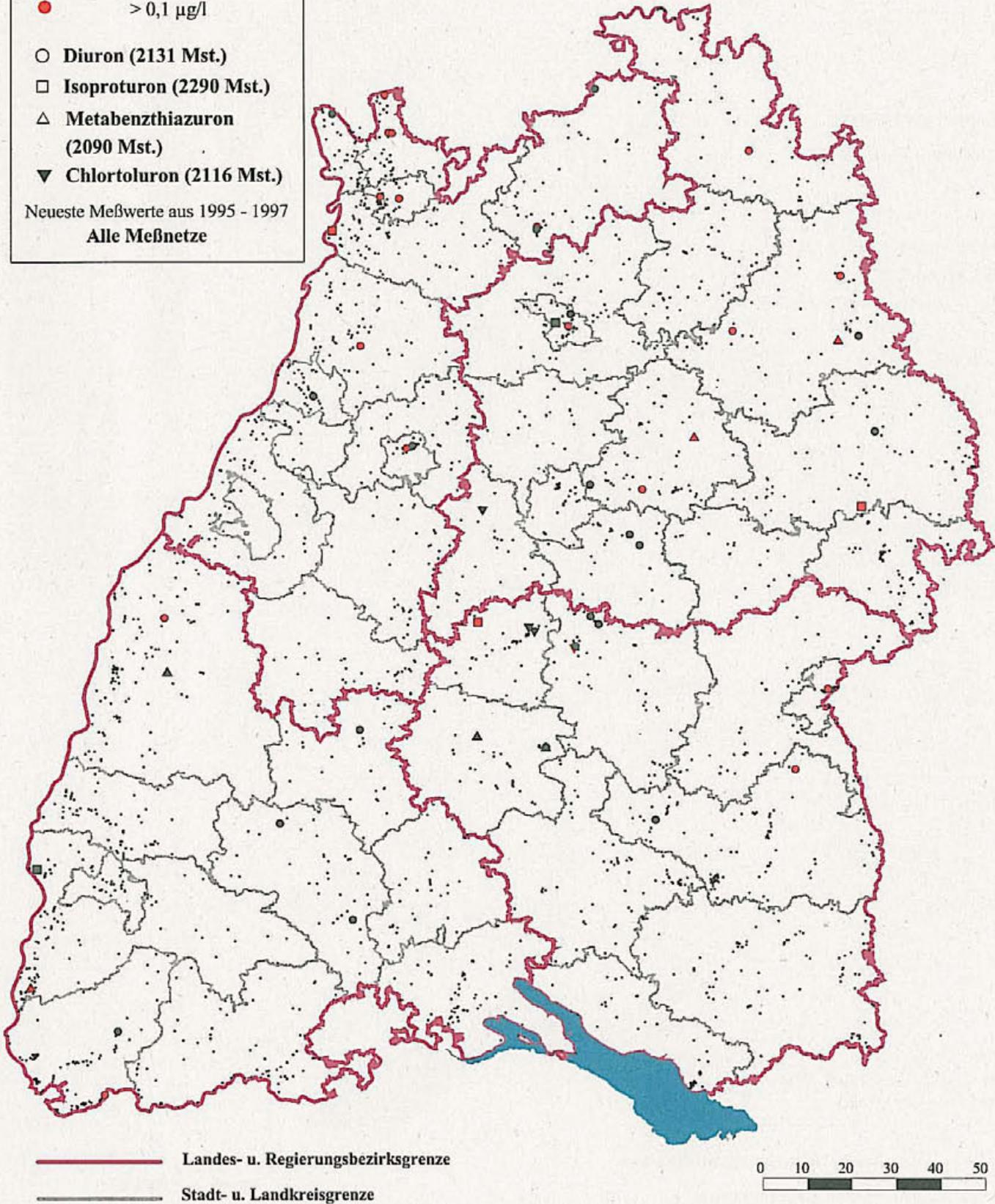


Abbildung 2.15: Konzentrationsverteilung der Einzelbefunde Phenylharnstoffe, jeweils neuester Meßwert aus dem Zeitraum 1995 bis 1997.

# Bromacil Hexazinon

- <BG oder  $\leq 0,05 \mu\text{g/l}$
- 0,06 - 0,10  $\mu\text{g/l}$
- > 0,1  $\mu\text{g/l}$

- Bromacil (2426 Mst.)
- Hexazinon (2442 Mst.)

Neueste Meßwerte aus 1995 - 1997  
Alle Meßnetze

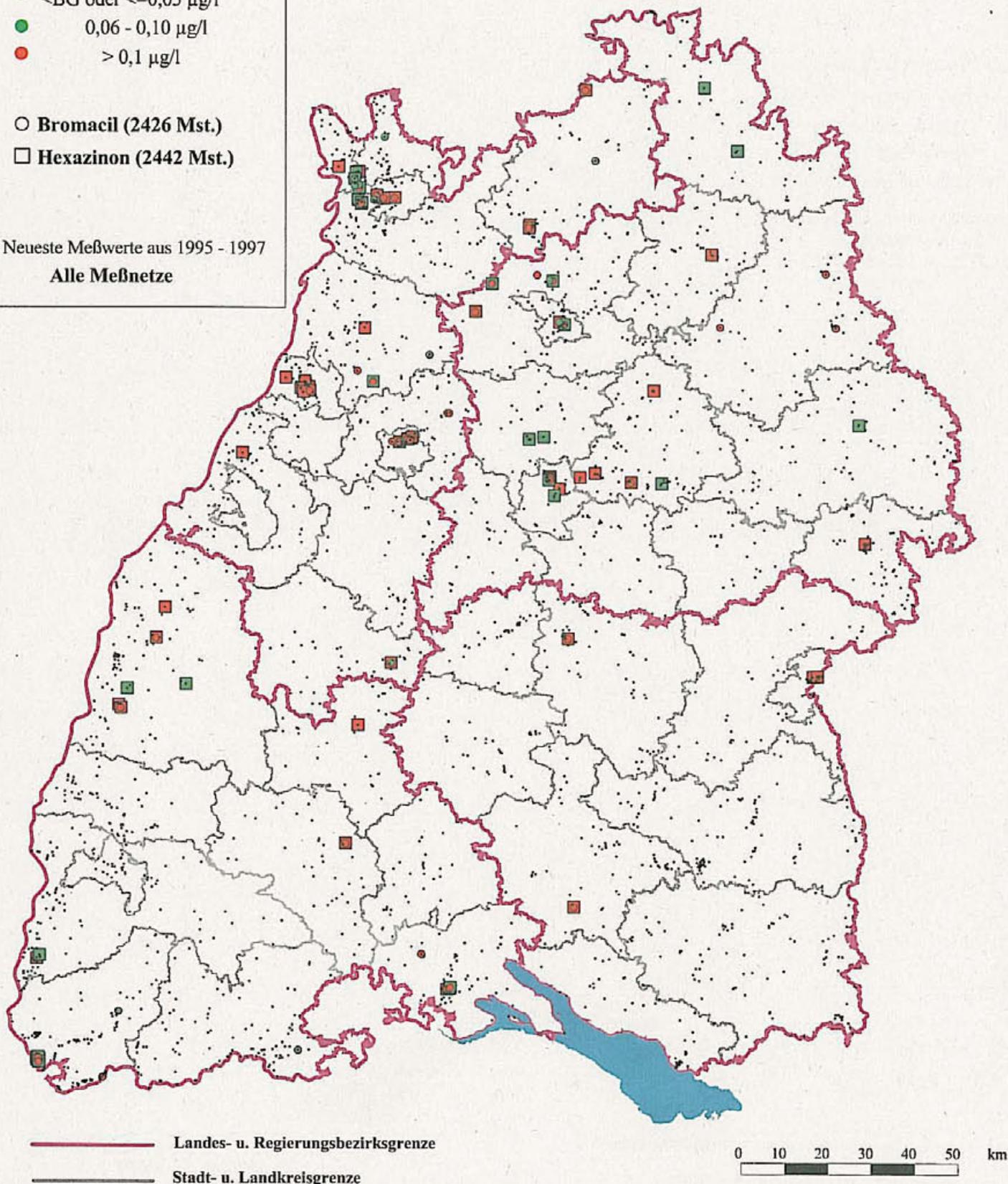


Abbildung 2.16: Konzentrationsverteilung Bromacil und Hexazinon, jeweils neuester Meßwert aus dem Zeitraum 1996 bis 1997.

## 2.5.6 Phenoxyalkancarbonsäuren

Diese Wirkstoffe werden hauptsächlich als Herbizide im Getreideanbau verwendet. Insbesondere die neueren Messungen zeigen, daß die untersuchten Stoffe eher selten im Grundwasser zu finden sind. Hierbei liegen an bis zu 0,7 % der Meßstellen positive Befunde vor, an bis zu 0,4 % der Meßstellen wird der Grenzwert der TrinkwV überschritten.

**Tabelle 2.5:** Überschreitungshäufigkeiten von Bestimmungsgrenze BG und Grenzwert der Trinkwasserverordnung GW für ausgewählte Phenoxyalkancarbonsäuren.

Wirkstoff	Zeitraum	Anzahl Mst.	% Meßstellen > BG	% Meßstellen > GW
2,4-D	1991 / 1996	200 / 558	0,0 / 0,7	0,0 / 0,4
Mecoprop (MCP)	1991 / 1996	200 / 558	5,0 / 0,5	2,0 / 0,2
Dichlorprop (2,4-DP)	1991 / 1996	200 / 558	1,0 / 0,7	0,5 / 0,2

## 2.5.7 Weitere Herbizide und Fungizide

**Glyphosat** und **Glyphosat/Trimesium** sind Herbizide, die über die Blätter aufgenommen werden. Im Boden wird Glyphosat rasch adsorbiert. Der mikrobielle Abbau führt zu **AMPA** (Aminomethylphosphonsäure). Glyphosat ist das derzeit einzige für die Bewuchskontrolle auf Bahnanlagen zugelassene Herbizid. Aus dem Jahre 1996 liegen von 24 untersuchten Meßstellen zwei Positivbefunde an Glyphosat vor, ansonsten konnte es im Grundwasser bisher nicht nachgewiesen werden. AMPA wurde bei der Beprobung 1997 an zwei Meßstellen in Konzentrationen knapp über der Bestimmungsgrenze gefunden. Die analytische Bestimmung erfolgt durch ein Sonderverfahren, das derzeit nur in wenigen Laboratorien etabliert ist. Das als selektives Blattherbizid eingesetzte **Dalapon** wurde bei den bisherigen Untersuchungen nicht gefunden.

**Dichlobenil** ist ein Totalherbizid, das im Garten- und Obstbau sowie im Weinbau eingesetzt wird. Im Grundwasser wird in der Regel nicht Dichlobenil, sondern nur noch das Abbauprodukt **2,6-Dichlorbenzamid** gefunden. Auffällige Befunde dieses Stoffes mit bis zu 5,4 % positiven Befunden und 2,1 % Grenzwertüberschreitungen im Jahr 1997 treten in Gegenden mit viel Weinbau auf.

**Bentazon** wird meist als Blattherbizid im Mais-, Getreide-, Kartoffel und Gemüseanbau angewandt. Es wirkt selektiv gegen zweikeimblättrige Unkräuter. Bei der Untersuchungsrunde 1996 an 588 Meßstellen wurde an 2,6 % der Meßstellen positive Befunde und an 1,2 % der Meßstellen Überschreitungen des Trinkwassergrenzwertes festgestellt.

**Metalaxyl** wird hauptsächlich als Fungizid im Kartoffelanbau verwendet, findet sich aber auch im Bereich von Erdbeerefeldern.

**Tabelle 2.6:** Überschreitungshäufigkeiten von Bestimmungsgrenze BG und Grenzwert der Trinkwasserverordnung GW für weitere ausgewählte Herbizide und ihre Abbauprodukte.

Wirkstoff	Zeitraum	Anzahl Mst.	% Meßstellen > BG	% Meßstellen > GW
Glyphosat	1994	58	0,0	0,0
Glyphosat	1996	24	7,4	7,4
Glyphosat	1997	282	0,0	0,0
AMPA	1997	137	1,4	0,0
Dalapon	1994	58	0,0	0,0
Dalapon	1996	24	0,0	0,0
2,6-Dichlorbenzamid	1997	2105	5,4	2,1
Bentazon	1996	568	2,6	1,2
Metalaxyl	1992-1996	417-2382	0,4-2,4	0,1-0,7

## 2.5.8 Insektizide

Eine Auswahl von Insektiziden wurde flächendeckend erstmals im Jahre 1997 im Grundwassermeßnetz untersucht. Es handelt sich um die Wirkstoffe Diazinon, Dimethoat, Fenitrothion, Malathion und Parathion-Ethyl (E605). An einigen Meßstellen wurde auch Disulfoton und Chlorpyriphos gemessen. Die meisten positiven Befunde und Überschreitungen des Trinkwassergrenzwertes werden bei Disulfoton festgestellt, das allerdings nur an 284 Meßstellen gemessen wurde. Alle anderen Wirkstoffe werden nicht oder nur an deutlich unter 1 % der Meßstellen gefunden.

**Tabelle 2.7:** Überschreitungshäufigkeiten von Bestimmungsgrenze BG und Grenzwert der Trinkwasserverordnung GW für ausgewählte Insektizide

Wirkstoff	Zeitraum	Anzahl Mst.	% Meßstellen > BG	% Meßstellen > GW
Diazinon	1997	2212	0,2	0,0
Dimethoat	1997	2187	0,0	0,0
Disulfoton	1997	284	1,0	0,7
Fenitrothion	1997	2168	0,3	0,1
Malathion	1997	2174	0,2	0,0
Parathion-Ethyl	1997	2197	0,1	0,0
Chlorpyriphos-Ethyl	1997	322	0,0	0,0

## 2.5.9 Bewertung der Gesamtsituation

In der Grundwasserdatenbank liegen derzeit Analysenergebnisse von 174 Wirkstoffen und deren Abbauprodukten vor<sup>1</sup>. Davon wurden diejenigen 82 Wirkstoffe ausgewertet und in Tabelle 2.8 zusammengestellt, die im Zeitraum 1992 bis 1997 an mindestens 100 Meßstellen in einem dieser Jahre untersucht wurden.

37 Wirkstoffe sind an keiner Meßstelle nachweisbar. Zur PBSM-Belastung, d.h. mit positiven Befunden im Grundwassers, tragen 45 Wirkstoffe und deren Abbauprodukte bei.

Davon werden 19 Stoffe in Konzentrationen unter dem Trinkwassergrenzwert von 0,1 µg/l nachgewiesen. Weitere 20 Stoffe führen zu Überschreitungen des Trinkwassergrenzwertes an bis zu 1 % der Meßstellen. Zur Hauptbelastung tragen 6 Stoffe bei, die an deutlich mehr als 1 % der Meßstellen über dem Grenzwert liegen. Atrazin und Desethylatrazin sind hierbei die Hauptvertreter, Atrazin inzwischen mit rückläufiger Tendenz.

Die regionale Verteilung der hochbelasteten Meßstellen (> Trinkwassergrenzwert 0,1 µg/l) zeigt Abbildung 2.17. Dazu wurden die jeweils neuesten PBSM-Befunde aus dem Zeitraum 1995 bis 1997 für die einzelnen Stoffe auf der Grundwasserdatenbank selektiert und innerhalb der Wirkstoffgruppe der jeweils höchste Einzelbefund ermittelt und dargestellt. Es handelt sich auf dem Schaubild also um Einzelstoffkonzentrationen, nicht um Summenwerte. Wie bereits Abbildung 2.14. zeigt, dominieren Atrazin und Desethylatrazin, aber in zahlreichen Fällen wird die Belastung auch von anderen Wirkstoffen hervorgerufen. Von Meßwerten über dem Grenzwert der TrinkwV von 0,1 µg/l sind rund 20 % der Meßstellen des Gesamtmeßnetzes betroffen.

<sup>1</sup> Außer den Daten der im Auftrag des Landes beprobten Meßstellen liegen in der Grundwasserdatenbank auch zahlreiche Daten vor, die entweder über die Kooperation mit den WVU gemeldet oder von den Untersuchungslaboratorien über den jeweiligen Auftrag hinaus gemessen und dankenswerterweise ebenfalls zur Verfügung gestellt wurden.

**Tabelle 2.8:** Belastung der Meßstellen des Grundwassermeßnetzes mit PBSM-Wirkstoffen. Auswertungszeitraum 1992-1997, Auswertung für diejenigen Jahre, in denen der Wirkstoff an mindestens 100 Meßstellen untersucht wurde.

Negative Befunde an allen Meßstellen	Positive Befunde, jedoch an allen Meßstellen Konzentrationen unter 0,1 µg/l	An 0 bis 1 % der Meßstellen Konzentrationen über 0,1 µg/l	An >1 bis 3 % der Meßstellen Konzentrationen über 0,1 µg/l	An > 3 % der Meßstellen Konzentrationen über 0,1 µg/l
2,4-DB Alachlor Aldicarb Aldrin Alpha-Endosulfan Alpha-HCH Ametryn Azinphos-methyl Azinphos-ethyl Carbofuran Desmetryn Dimethoat Beta-Endosulfan Beta-HCH Chlorfenvinphos Chlorpyriphos Cyanazin Dichlorvos Diclofenthion Etrimfos Fenoprop (2,4,5-TP) Glyphosat Hexachlorbenzol MCPB Methoxychlor Mevinphos Monolinuron Neburon o,p'-DDE o,p'-TDE (o,p'-DDD) Parathion-methyl Propoxur Terbazil Terbutryn Triadimenol Trifluralin Vinclozolin	AMPA Diazinon Fluazifopbutyl Gamma-HCH (Lindan) Malathion MCPA Metribuzin Metobromuron Metoxuron o,p'-DDT Oxadixyl p,p'-DDE p,p'-DDT p,p'-TDE (p,p'-DDD) Parathion-ethyl (E 605) Pendimethalin Prometryn Triadimefon Triallat	2,4-D Chlortoluron Desethylterbutylazin Desisopropylatrazin Dichlorprop (2,4-DP) Disulfoton Diuron Fenitrothion Isoproturon Linuron MCPB (Mecoprop) Metalaxyl Metazachlor Methabenzthiazuron Metolachlor Prometryn. Propazin Sebutylazin Simazin Terbutylazin	2,6-Dichlorbenzamid Bentazon Bromacil Hexazinon	Atrazin Desethylatrazin

# Übersicht PBSM

Daten 1995-1997

- 42 -

Konzentrationen  $>0,1 \mu\text{g/l}$

- Triazine
- ◆ Stickstoff-Herbizide  
(ohne Triazine)
- ▲ Phenoxyalkancarbonsäuren
- ▼ Phenylharnstoffe / Bentazon
- Insektizide

546 Meßstellen

Alle Meßnetze

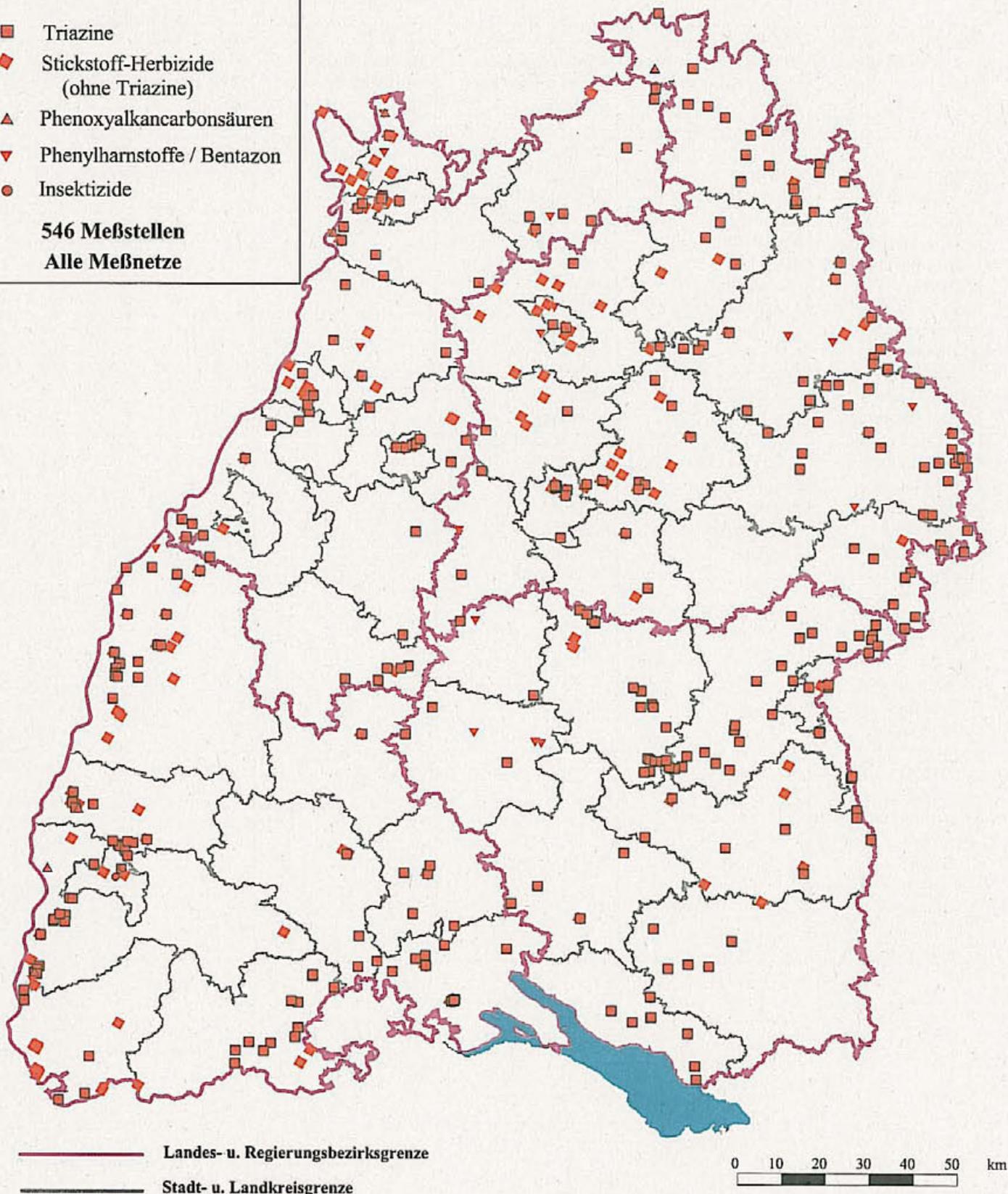


Abbildung 2.17: PBSM-Befunde über dem Grenzwert der TrinkwV, jeweils neuester Meßwert aus dem Zeitraum 1995 bis 1997 und jeweils höchster Meßwert der betreffenden Stoffklasse.

## 2.6 Versauerung, pH-Wert

### 2.6.1 Problembeschreibung, Bedeutung

Zum Schutz der Verbraucher bzw. zum Korrosionsschutz der Trinkwasserleitungen gilt ein pH 6,5 als unterer und pH 9,5 als oberer Grenzwert der TrinkwV. Bei pH-Werten kleiner als 6,5 können toxische Schwermetallkonzentrationen erreicht werden, da saueres Wasser die natürliche bzw. korrosionsbedingte Schwermetallfreisetzung aus dem Gestein bzw. aus Rohrleitungen erhöht.

### 2.6.2 Landesweite Situation, Regionalisierung

Der untere TrinkwV-Grenzwert wird an 6,4 % der Meßstellen des gesamten Meßnetzes unterschritten. Die meisten Grenzwertunterschreitungen finden sich im Basismessnetz und Quellmessnetz (Abb. 2.18). Meßstellen mit Grenzwertunterschreitungen liegen nahezu alle im westlichen Landesteil in Schwarzwald und Odenwald (Buntsandstein, Kristallin, Rotliegendes) bzw. in den Gebirgsrandbereichen mit schwach gepufferten Wässern (Abb. 2.20). Im östlichen Landesteil finden sich einige wenige Grenzwertunterschreitungen im Keuperbergland.

### 2.6.3 Tendenzen, Bewertung

Zur Darstellung der mittelfristigen Tendenz seit 1992 ist in Abb. 2.19 der Verlauf der pH-Medianwerte für 1371 konsistente Meßstellen abgebildet, aufgeteilt in drei verschiedenen gefährdete Aquifergruppen. Die erste Gruppe besteht aus 97 Meßstellen mit versauerten und versauerungsgefährdeten „niedrig mineralisierten Grundwässern“ mit meist jungen Grundwasseranteilen. Nach dem von 1992 auf 1993 auffälligen Absinken des Medianwertes um rund 0,2 pH-Einheiten bis in die Nähe des Grenzwertes, stabilisiert sich die Situation seit 1995 zwischen pH 6,62 und 6,67. Der Grund dürfte in den seit 1996 nachlassenden Niederschlägen in den Höhenlagen des Schwarzwaldes liegen, was auch zu einer geringeren Ausspülung der jahrelang über den Luftpfad in die Böden eingetragenen Säurebildnern führt. Bei den nicht versauerungsgefährdeten höher mineralisierten „tiefen Grundwässern“ mit meist älterem Grundwasseranteil und bei den Meßstellen „alle anderen Aquifere“ bleiben die Medianwerte auf nahezu gleichbleibendem Niveau über dem TrinkwV-Grenzwert.

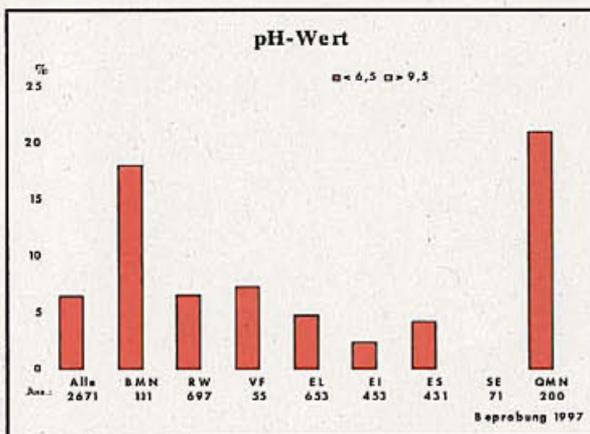


Abb. 2.18: pH-Wert: Überschreitungshäufigkeiten des unteren/oberen Warnwertes bzw. Grenzwertes der TrinkwV (pH 6,5 und 9,5)

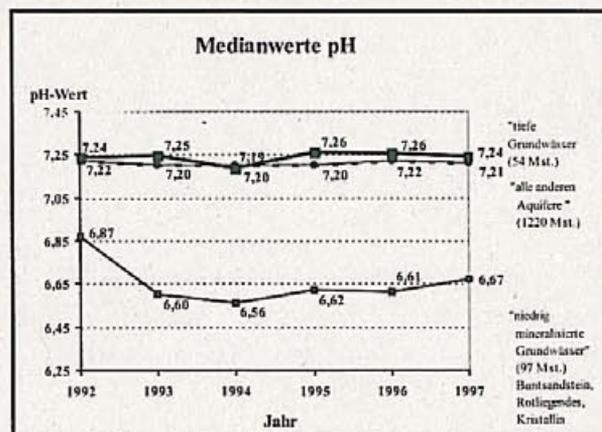


Abb. 2.19: Entwicklung der pH-Wert-Mediane von 1992 bis 1997 für konsistente Meßstellen in verschiedenen Aquifergruppen. Be-probungszeitraum jeweils September - November.

# pH - Wert

## Beprobung 1997

Symbol	Wert
●	$\leq 6,00$
●	6,01 - 6,50
●	6,51 - 9,50
●	$> 9,50$

Anzahl Meßstellen : 2671  
Alle Meßnetze

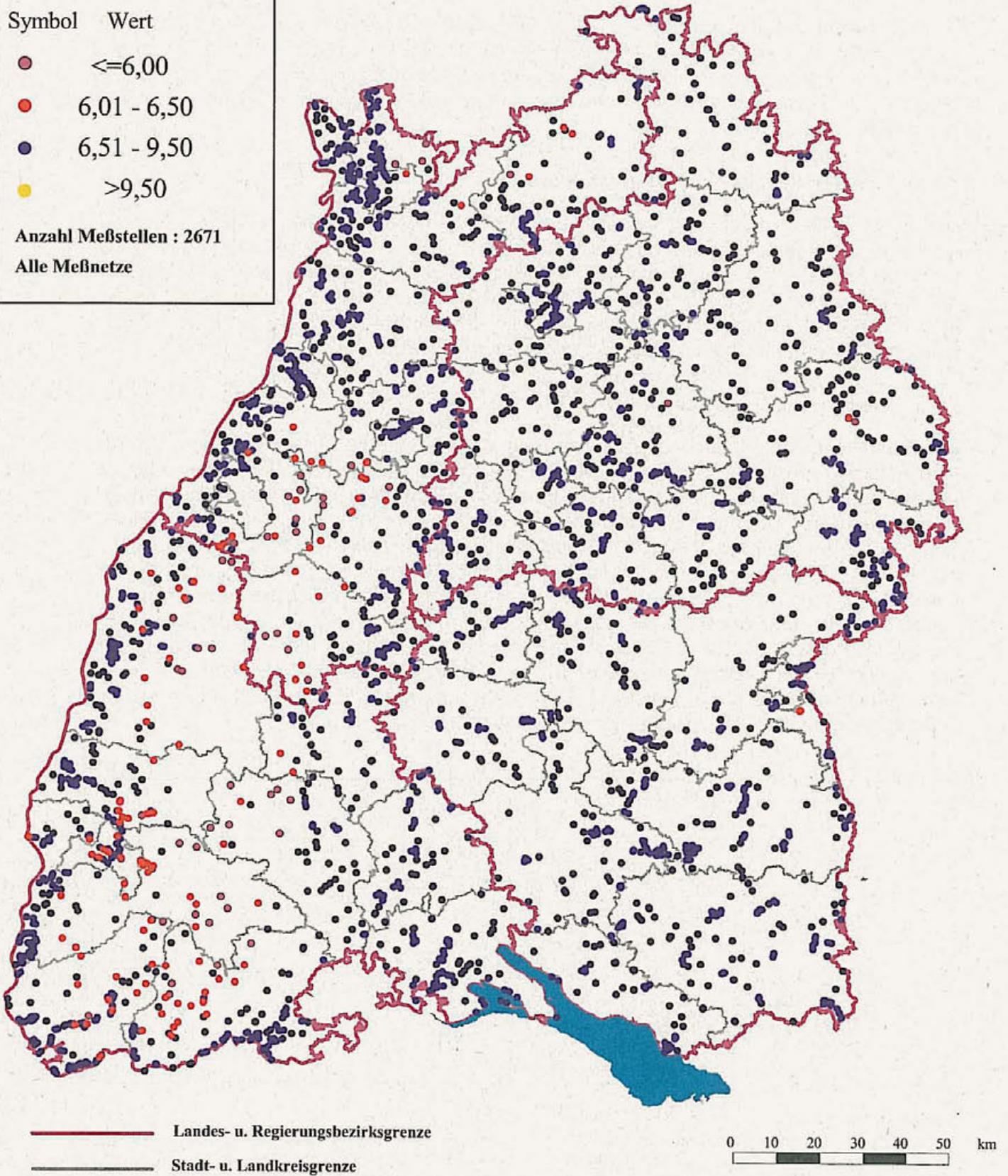


Abbildung 2.20: Verteilung pH-Wert 1997.

## 2.7 Bor

### 2.7.1 Allgemeines

**Natürliche Borgehalte:** Wegen seines natürlichen Vorkommens in meist geringen Mengen wird Bor auch als Spurenstoff bezeichnet. Bor findet sich natürlicherweise in Mineralien (z.B. Glimmer, Hornblenden), auch in kalk- oder dolomithaltigen Fest- und Lockergesteinen. Die höchsten Borgehalte finden sich in Tongesteinen. Sandgesteine enthalten sehr wenig Bor.

Boranreicherungen finden sich in unseren Breiten in vulkanischen Erstarrungs- und Tiefengesteinen. Ein solches Mineral ist "Turmalin" (Alumosilikat) mit bis zu 10 % Bor, welches häufig auch in baden-württembergischen Tongesteinen (Keuper) vorkommt. Mineralwässer und tiefe Grundwässer können aufgrund der dort herrschenden Bedingungen (höhere Temperatur, höherer Druck, längere Verweilzeiten im Gestein) mehr Bor enthalten.

Meerwasser enthält viel Bor (etwa 4 - 5 mg/l B), weshalb Grundwasser aus marinen Sedimenten auch mehr Bor enthält (z.B. Obere Meeresmolasse im Alpenvorland, Öl-, Gas-, Salz- und Gipslagerstätten).

In Bodensickerwässern und Grundwässern liegen die natürlichen Konzentrationen meist unter 1 mg/l. Bisher wurden in der Bundesrepublik kaum höhere, geogen bedingte Konzentrationen als 0,01 - 0,05 mg/l B festgestellt. Dies führte zu der Annahme, daß Borkonzentrationen unter 0,05 mg/l B meist geogenen Ursprungs sein müssen.

**Anthropogen erhöhte Borgehalte:** Nach Schätzungen stammen etwa 2/3 der in der Umwelt registrierten Borgehalte aus anthropogenen Quellen (Wiecken und Weibold-Weber, Journal Seifen, Öle, Fette, Wachse Nr.121,1995). Bor wird verwendet in Düngemitteln für Landwirtschaft und Gartenbau, u.a. gegen die Gelbverfärbung, Herzfäule und das Absterben von Kulturpflanzen, in der Industrie bei der Glas-, Porzellan-, Papier-, Leder-, Emaille-, Flammenschutzmittelherstellung, auch bei der Holzkonservierung und in Kernkraftwerken als Neutronenfänger im Kühlwasser. In Medikamenten und Kosmetika dient es zur Konservierung, in Reinigungs- und Waschmitteln als Desinfektions- und Bleichmittel (Natriumperborat). Der Boranteil in den Waschmitteln beträgt 10 - 25 %.

Aufgrund seiner vielseitigen Verwendung in Haushalt und Industrie findet sich Bor in jedem Kanalabwasser und in Flüssen mit Einläufen von gereinigtem Abwasser wieder, da es bei der Abwasserreinigung in den Kläranlagen kaum abgebaut oder zurückgehalten wird. Aus undichten Kanälen oder durch Infiltration von Flußwasser gelangt Bor in das Grundwasser. Nach neueren bundesweiten Schätzungen sind 20-25% der öffentlichen Kanalisationen und bis zu 50% der privaten Hausanschlüsse schadhaft, besonders in den neuen Bundesländern.

Borverbindungen sind sehr mobil, weil Bor nahezu keinem Abbau und nur wenigen Umsetzungen und Festlegungen am Boden- und Gesteinsmaterial unterliegt. Deshalb eignet sich Bor gut als Indikator für Abwässer, die direkt über die Kanalisation oder indirekt über den Weg Kläranlage und Fluß in das Grundwasser gelangen.

Bor läßt sich bei der Trinkwasseraufbereitung bisher nicht auf rationelle Weise entfernen.

Die TrinkwV sieht einen Grenzwert von 1,0 mg/l B vor. Von der EU-Kommission und den Wasserwerken wurde eine Empfehlung der Weltgesundheitsorganisation (WHO) diskutiert, welche eine Erniedrigung des Grenzwertes auf 0,3 mg/l B - also auf ein Drittel - vorsieht.

Nach einem Vorschlag des Bundesgesundheitsministeriums (BGA) ist eine Borkonzentration von über 0,05 mg/l B im Wasser ein Hinweis auf eine anthropogene Beeinflussung.

## 2.7.2 Landesweite Situation, Regionalisierung, Bewertung

Die Karte in Abb. 2.21 zeigt die landesweite Verteilung der mittleren Borgehalte pro Meßstelle als Medianwert aus den Beprobungen 1992-1996. Die Klasseneinteilung ist so gewählt, daß einerseits die Meßstellen mit Negativbefunden bzw. die anthropogen meist unbeeinflussten Meßstellen eindeutig identifizierbar sind (1. bzw. 2. Klasse) und andererseits Überschreitungen des BGA-Orientierungswertes von 0,05 mg/l B (ab 3. Klasse) und des evtl. zukünftigen bzw. momentanen Grenzwertes sichtbar werden (0,3 mg/l B bzw. 1,0 mg/l B, ab 5. bzw. 6. Klasse).

**Negativbefunde, niedrigere Borgehalte  $\leq 0,050$  mg/l B (BGA-Wert):** Solche Befunde finden sich insbesondere in den Festgesteinsgrundwässern außerhalb der Flußtäler im Schwarzwald, im Odenwald (Kristallin, Buntsandstein), im Bauland Nord-Württembergs (Muschelkalk) und in der Schwäbischen Alb (Malm). Auch im Lockergestein des Alpenvorlands (Waldshut bis Ulm) und der mittleren und südlichen Oberrheinebene sind die Befunde häufig kleiner 0,05 mg/l B, wobei im Alpenvorland der Anteil der Negativbefunde größer ist als in der Oberrheinebene. Die o.g. Gesteinsbereiche sind offenbar natürlicherweise borarm.

### **Höhere Konzentrationen von $> 0,050$ mg/l B (BGA-Wert)**

Östliche Landesteile: Meßwerte in dieser Höhe treten in den östlichen Landesteilen (Neckargebiet), besonders in den Flußtälern, z.T. auch außerhalb auf. Sie zeichnen in ihrer Gesamtheit primär die Erstreckung der Lias-, Dogger- und Keuperlandschaften nach, z.T. auch Bereiche mit mineralisierten Muschelkalkwässern. Dies dokumentiert den o.g. natürlichen Borgehalt der Tongesteine aus Lias und Dogger, den Turmalingehalt des Keupers und der höher mineralisierten Grundwässer aus dem Muschelkalk. Die natürlicherweise borhaltigeren Grundwässer aus dem Fest- und Tongestein fließen in die Täler ab.

In den östlichen Landesteilen können einzelne Borgehalte natürlicherweise schon größer als der BGA-Orientierungswert und als die Grenzwerte sein, da hier borhaltige natürliche Mineralwässer in die Täler infiltrieren (z.B. Raum Rottweil, Bad Wimpfen, Stuttgart). Die meisten der Konzentrationen größer 0,05 mg/l sind auf direkte Verunreinigungen aus Siedlungen, Industriebetrieben, Altlasten, Deponien und Kläranlagen zurückzuführen. Offenbar spielen z.T. auch landwirtschaftliche Ursachen und Uferfiltrationsvorgänge eine Rolle, z.B. an Neckar (Stauhaltungen), Rems, Jagst, Elz, kleinere Bäche.

Oberrheinebene: Auch in der Oberrheinebene insbesondere nördlich von Karlsruhe finden sich vermehrt höhere Konzentrationen als 0,05 mg/l, so auf dem Neckarschwemmfächer und im Ballungsraum Mannheim. Diese Konzentrationen sind hier hauptsächlich auf die direkten Emissionen von Städten, Industrie- und Kläranlagen sowie Altlasten zurückzuführen. Bis auf einen Fall im Kinzigtal sind Erdöllagerstätten und Mineralwässer als Ursachen nicht nachvollziehbar. In nur wenigen Fällen sind die Gehalte auf versickerndes borhaltiges Fluß- und Bachwasser zurückzuführen (z.B. Pfinz, Saalbach, Leimbach, Rhein).

**Grenzwertüberschreitungen:** Grenzwertüberschreitungen des derzeitigen und des angestrebten zukünftigen Grenzwertes treten in allen Landesteilen auf und beruhen nahezu immer auf direkten Emissionen aus Siedlungen, Industrie, Deponien, Altlasten und Kläranlagen, gerade in den dichter besiedelten engen Flußtälern der östlichen Landesteile. Vereinzelt spielen Mineralwässer und Infiltrationen von Flußwasser mit gereinigtem, aber borhaltigem Abwasser eine Rolle.

**Bewertung:** Die Vielzahl der Überschreitungen des BGA-Orientierungswertes dokumentiert eine erhebliche anthropogene Grundwasserbeeinflussung. Etwa 50 % aller Emittentenmeßstellen Industrie haben Konzentrationswerte  $> 0,05$  mg/l B (BGA-Wert). Nur in Einzelfällen sind natürliche Gründe für Überschreitungen ausschlaggebend (Mineralwässer).

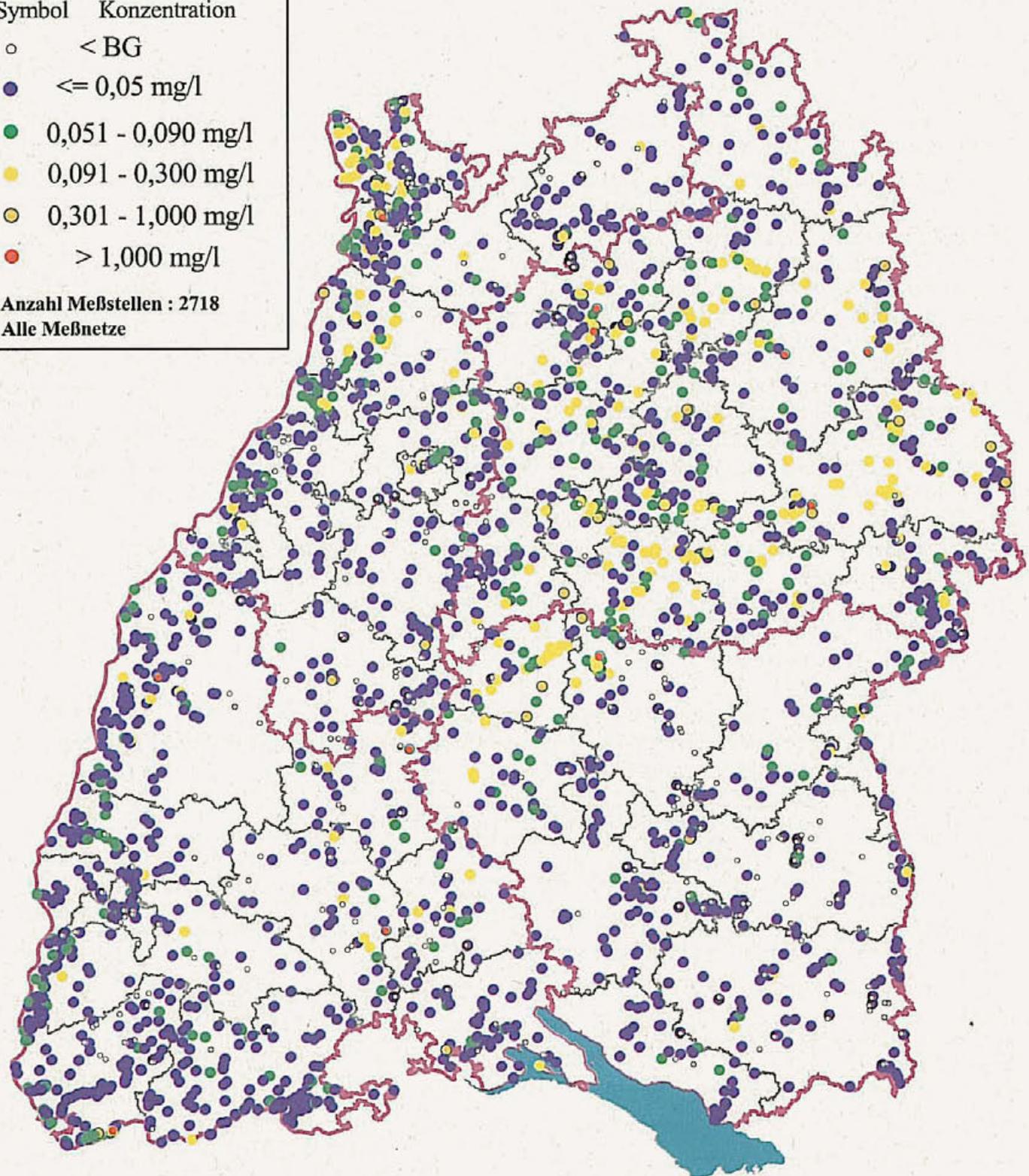
# Bor

- 47 -

## Median 1992-1996

Symbol	Konzentration
○	< BG
●	≤ 0,05 mg/l
●	0,051 - 0,090 mg/l
●	0,091 - 0,300 mg/l
●	0,301 - 1,000 mg/l
●	> 1,000 mg/l

Anzahl Meßstellen : 2718  
Alle Meßnetze



— Landes- u. Regierungsbezirksgrenze  
— Stadt- u. Landkreisgrenze

0 10 20 30 40 50 km

Abb. 2.21: Konzentrationsverteilung Bor (Medianwerte pro Meßstelle, Zeitraum 1992-1996)

### 3 Statistische Übersichten der Teilmeßnetze

#### 3.1 Trendmeßnetz (TMN) - Menge

##### Meßnetzziel

Landesweiter Überblick über Zustand und Entwicklungstendenzen der Grundwasservorräte an repräsentativen Grundwasserstands-, Quell- und Lysimetermeßstellen.

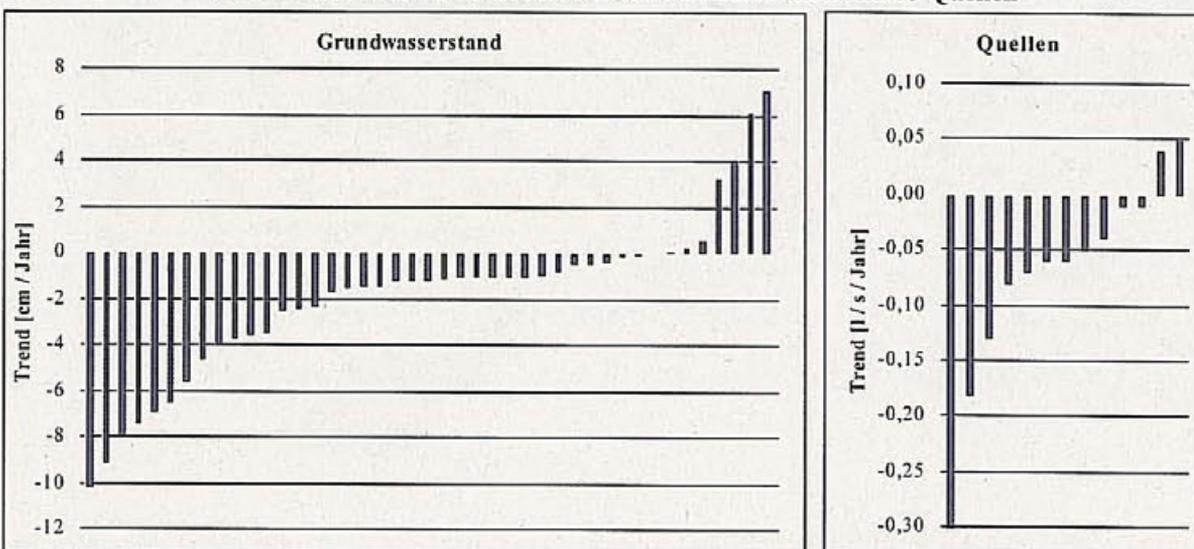
##### Datengrundlage

Auswahl von 87 repräsentativen und funktionsfähigen Grundwassermeßstellen mit beschleunigter Datenübermittlung, davon 59 Grundwasserstandsmeßstellen (wöchentlicher Beobachtungsturnus), 20 Quellen (wöchentliche bis monatliche Messung) und 8 Lysimeter (tägliche bis wöchentliche Beobachtung).

##### Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Die Grundwasservorräte im **Jahr 1997** sind im Vergleich zu den langfristigen Verhältnissen eher unterdurchschnittlich, wobei sich die Quellschüttungen auf mittlerem Niveau bewegen.
- Die **Grundwasserstände** steigen nach der ausgeprägten Trockenperiode (1989 bis 1991) überwiegend wieder an. Die mittelfristige Tendenz (20 Jahre) fällt jedoch nach wie vor ungünstig aus. Langfristig fallende Trends (50 Jahre) im Oberrheingraben verdeutlichen die Konsequenzen der früheren Rheinausbaumaßnahmen sowie der bereichsweise starken Grundwasserförderungen.
- Die vom Niederschlagsgeschehen geprägten **Quellschüttungen** bewegen sich im Bereich der langjährigen Durchschnittswerte ohne erkennbare Tendenz. Auch die längerfristige Entwicklung (50 Jahre) ist unauffällig.

20-Jahres-Trends an 43 Grundwasserstandsmeßstellen und 13 Quellen



Erläuterung: Dargestellt wird pro Meßstelle der berechnete lineare Trend aus 20 Beobachtungsjahren.

Ergebnisse 1997: Baden-Württemberg TMN Grundwasserstand (Auswahl)										
Meßstelle GW-Nummer	Gebiet	Grundwasser- Landschaft	Jahresminimum 1997		Jahresmaximum 1997		Mittelwert 1997 [m+NN]	Trend [cm/Jahr] 10 Jahre	Trend [cm/Jahr] 20 Jahre	50 Jahre
			[m+NN]	Datum	[m+NN]	Datum				
0122/021-6	Oberheingraben	Quartär	201,06	22.09.	204,55	15.12.	202,42	+1,31	-5,62	-3,36
0131/023-0	Oberheingraben	Quartär	240,43	08.12.	241,03	10.03.	240,80	+0,83	-3,79	-4,44
0103/064-0	Oberheingraben	Quartär	134,76	08.12.	135,36	29.12.	134,95	-1,29	-1,03	-
0110/066-6	Oberheingraben	Quartär	151,61	06.10.	152,30	27.01.	151,88	+0,87	-0,99	-
0133/068-0	Oberheingraben	Quartär	170,96	08.12.	171,59	24.02.	171,30	+1,22	-1,55	-0,45
0102/073-1	Wiesental	Talfüllungen	336,11	10.11.	339,09	22.12.	336,90	-0,25	-1,07	-
0101/074-9	Hochrhein	Talfüllungen	262,99	21.11.	263,94	27.03.	263,51	-0,58	-3,57	-
0115/113-3	Oberheingraben	Quartär	127,19	10.11.	127,79	10.03.	127,48	+0,83	-1,08	-
0108/114-3	Oberheingraben	Quartär	135,07	06.10.	136,35	22.12.	135,53	+0,49	-0,79	-
0150/114-4	Oberheingraben	Quartär	138,35	06.12.	139,77	22.12.	138,74	+3,07	+0,24	-
0112/115-3	Oberheingraben	Quartär	145,15	06.10.	145,99	10.03.	145,56	+0,01	-1,05	-
0120/162-0	Oberheingraben	Quartär	120,96	06.10.	121,50	03.10	121,22	+0,51	-0,40	+0,04
0115/211-5	Oberheingraben	Quartär	109,79	28.09.	110,98	02.03.	110,10	-0,21	-1,50	-0,29
0103/256-3	Oberheingraben	Quartär	91,48	06.10.	92,10	28.07.	91,85	-9,12	-6,97	-
0703/256-1	Oberheingraben	Quartär / Tief	92,91	08.12.	93,24	31.03.	-	-5,70	-6,54	-
0120/257-0	Oberheingraben	Quartär	95,34	08.12.	96,05	03.03.	95,65	+2,23	-	-
0132/257-4	Oberheingraben	Quartär / Tief	95,33	08.12.	96,05	03.03.	95,65	+1,95	-	-
0173/260-0	Oberheingraben	Quartär	112,04	29.12.	113,15	17.03.	112,47	+5,18	+0,12	-
0174/260-5	Oberheingraben	Quartär / Tief	112,21	29.12.	112,84	17.03.	112,21	+4,69	-0,01	-
0100/270-7	Bregtal	Talfüllungen	709,72	24.11.	710,71	08.12.	710,00	+0,98	-	-
0133/304-6	Oberheingraben	Quartär	93,87	22.12.	94,26	21.04.	94,09	-2,25	+4,12	-
0733/304-4	Oberheingraben	Quartär / Tief	91,48	15.12.	91,72	24.03.	91,57	-1,34	+3,24	-
0100/307-1	Oberheingraben	Quartär	99,38	06.01.	99,68	28.07.	99,53	-2,53	-2,43	-2,53
0134/308-5	Oberheingraben	Quartär	107,42	03.02.	108,12	17.03.	107,77	+1,73	-1,25	-
0116/309-5	Oberheingraben	Quartär	110,43	27.10.	111,59	03.03.	110,85	+2,66	-1,69	-
0101/320-1	Donautal	Talfüllungen	674,55	09.06.	675,26	22.12.	674,81	-0,01	+0,56	-1,04
0100/321-9	Aitrachtal	Talfüllungen	683,42	08.12.	684,66	10.03.	684,07	+1,98	-1,22	-
0105/370-3	Donautal	Talfüllungen	651,68	06.10.	654,29	22.12.	652,57	+9,49	+7,09	-
0101/372-4	Singener Becken	Quartär	413,23	29.09.	414,12	03.03.	413,51	-0,65	-1,16	-
0112/372-4	Singener Becken	Quartär / Tief	414,36	06.10.	415,11	03.03.	414,58	-1,96	-	-
0132/422-5	Singener Becken	Quartär	418,35	08.12.	418,90	17.03.	418,67	+3,49	-	-
0100/458-0	Neckartal	Talfüllungen	154,09	24.11.	154,76	03.03.	154,22	-0,12	-0,49	-
0101/470-4	Stoekacher Aach	Talfüllungen	582,03	29.09.	582,47	03.03.	582,17	-1,21	-4,00	-
0100/471-1	Alpenvorland	Quartär	633,71	29.12.	634,11	06.01.	633,95	-4,46	-9,15	-
0167/508-9	Neckartal	Lettenkeuper	153,83	10.02.	154,90	03.03.	154,12	+4,61	-	-
0103/509-5	Neckartal	Ob. Muschelkalk	169,65	08.12.	170,52	10.03.	169,98	+11,30	+6,11	-
0110/509-7	Neckartal	Ob. Muschelkalk	174,03	15.12.	181,86	24.03.	177,12	-2,03	-2,34	-
0100/517-0	Fehlatal	Talfüllungen	680,90	08.12.	686,19	17.03.	683,42	-0,09	-3,55	-
0100/522-4	Alpenvorland	Quartär	432,40	08.12.	433,11	31.03.	432,84	-3,52	-0,17	-
0003/568-8	Donautal	Quartär	524,61	08.12.	525,34	22.12.	524,85	+1,28	-	-
0001/569-0	Donautal	Quartär	534,93	15.12.	535,76	10.03.	535,31	-1,08	-	-
0126/623-8	Argendelta	Quartär	404,92	01.12.	405,53	06.01.	405,20	+0,37	-0,46	-
0107/665-0	Schwäbische Alb	Malm Weißjura	568,15	08.12.	569,28	14.04.	568,70	-1,66	-0,11	-
0104/716-9	Donautal	Talfüllungen	479,00	01.12.	481,74	02.04.	480,37	-17,26	-10,23	-
0100/721-0	Aitrachtal	Quartär	632,92	01.12.	633,71	03.03.	633,46	-3,68	-4,65	-
0127/762-8	Kochertal	Talfüllungen	497,43	08.12.	499,20	10.03.	498,26	-0,98	-2,57	-
0132/768-3	Illertal	Quartär	516,20	10.02.	517,13	21.07.	516,76	+1,25	-1,08	-
0150/769-7	Illertal	Quartär	564,18	23.06.	564,73	07.01.	564,44	-1,71	-1,51	-
0119/771-0	Aitrachtal	Quartär	636,56	15.12.	637,80	10.03.	637,45	-2,66	-7,42	-
0110/773-2	Alpenvorland	Quartär	712,79	08.12.	714,68	29.12.	713,69	-1,75	-1,20	-
0101/861-1	Schwäbische Alb	Malm Weißjura	512,76	07.01.	522,46	10.02.	518,74	-14,18	-7,93	-

Ergebnisse 1997: Baden-Württemberg TMN Quellschüttung (Auswahl)										
Meßstelle GW-Nummer	Gebiet	Grundwasser- Landschaft	Jahresminimum 1997		Jahresmaximum 1997		Mittelwert 1997 [l/s]	Trend [l/s/Jahr] 10 Jahre	Trend [l/s/Jahr] 20 Jahre	45 Jahre
			[l/s]	Datum	[l/s]	Datum				
0602/116-1	Schwarzwald	Buntsandstein	1,33	01.10.	1,95	15.12.	1,489	-0,01	-0,01	-
0600/173-8	Schwarzwald	Kristallin	5,22	17.11.	6,32	17.03.	5,95	-0,22	-0,13	-
0600/213-2	Schwarzwald	Kristallin	2,50	17.11.	4,00	18.03.	3,20	±0,00	+0,04	-
0601/219-3	Schwarzwald	Kristallin	0,52	02.06.	5,00	15.12.	1,53	-0,06	-0,05	±0,00
0600/220-3	Schwarzwald	Buntsandstein	0,90	06.09.	3,30	15.02.	1,64	-0,01	-0,08	+0,01
0600/222-6	Schwarzwald	Kristallin	1,85	15.10.	3,85	15.06.	2,69	-0,01	-0,04	-
0602/320-8	Schwäbische Alb	Malm Weißjura	0,99	15.11.	5,26	15.07.	3,07	+0,05	-0,07	-
0600/407-7	Kraichgau	Höherer Keuper	2,66	01.12.	9,52	01.03.	4,72	-0,10	-0,18	-
0600/468-4	Schwäbische Alb	Malm Weißjura	39,0	17.11.	214,0	03.03.	96,9	+1,33	+0,05	-
0602/521-3	Alpenvorland	Quart. Moränen	1,06	01.02.	1,89	01.07.	1,47	-0,04	-0,06	±0,00
0601/559-1	Keuper-Lias-Land	Höherer Keuper	0,34	07.10.	0,77	04.03.	0,54	-0,02	-0,01	±0,00
0600/605-4	Tauberland	Muschelkalk	5,36	02.11.	37,20	01.03.	12,06	-0,13	-0,30	+0,01
0600/607-8	Hohenlohe	Lettenkeuper	2,05	01.11.	4,70	03.03.	2,77	+0,01	-0,06	±0,00



### 3.2 Gesamtmeßnetz - Beschaffenheit

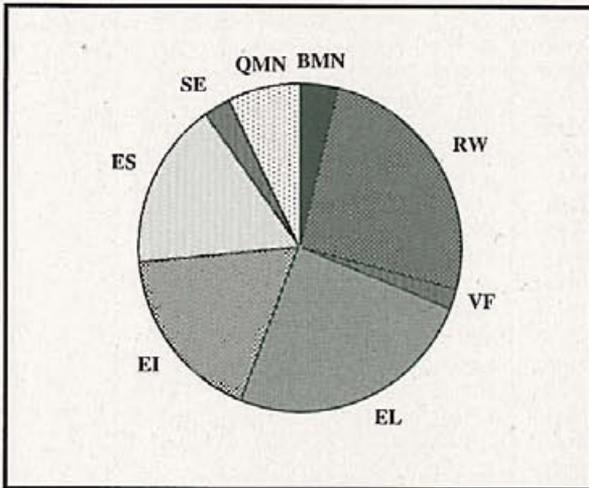
#### Meßnetzziel

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

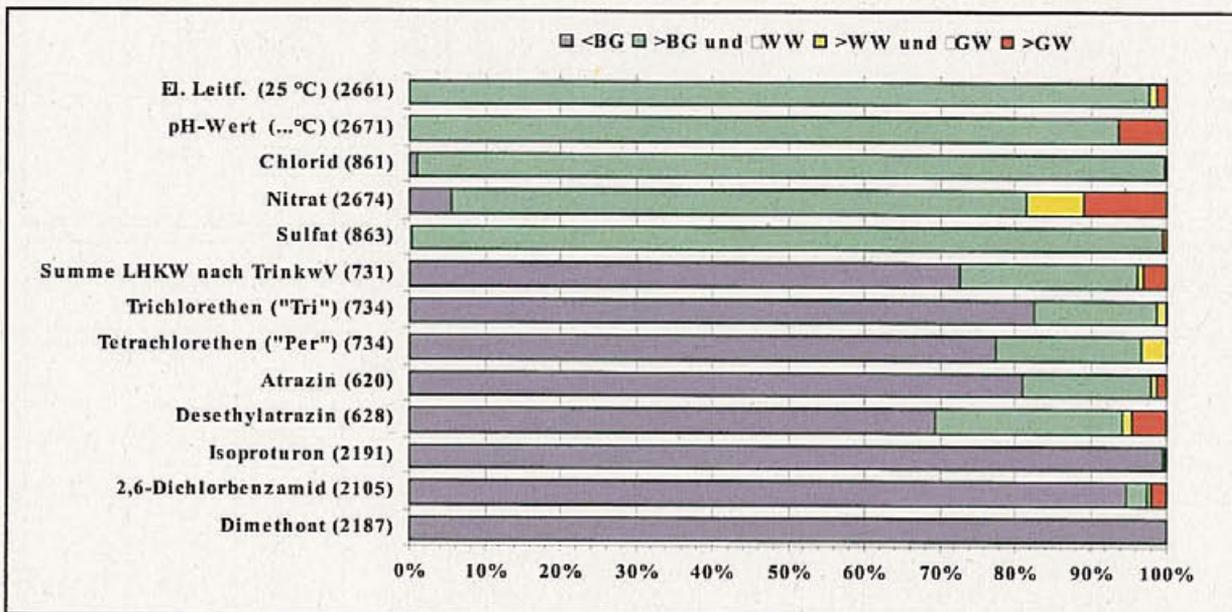
#### Datengrundlage

Ausgewertet wurden im Jahre 1997 die Daten von insgesamt 2680 Meßstellen (Land: 2139 Meßstellen, Kooperation: WVU: 541). Die vom Land betriebenen Meßstellen wurden auf folgende Parameter untersucht (Meßprogramme siehe Anhang):

	BMN	RW/VF	EL/EI/ES/SE	QMN
Vor-Ort-Parameter	•	•	•	•
NO3	•	•	•	•
PBSM-8A	•	•	•	•



Meßnetz	Meßstellen Anzahl	Meßstellen Anteil (%)
BMN	111	4,1
RW	706	26,3
VF	55	2,0
EL	653	24,4
EI	453	16,9
ES	431	16,1
SE	71	2,7
QMN	200	7,5
Summe	2680	100,0



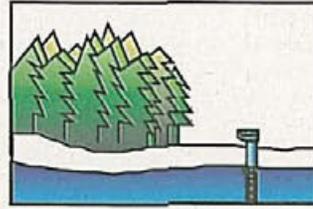
Ergebnisse 1997 : Baden-Württemberg Alle											
Parameter	Dim.	Anz. Mst.	> BG		> WW		> GW		P50 (Median)	P90	Maximum
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	°C	2639	2639	100	11	0,4	5	0,2	11,7	14,8	48
El. Leitf. (25 °C)	mS/m	2661	2661	100	63	2,4	36	1,4	71,1	109,4	842
pH-Wert (...°C)		2671	2671	100	172	6,4	172	6,4	7,2	7,49	4,78/9,08
Säurekap. bis pH 4,3	mmol/l	852	852	100	-	-	-	-	5,2	6,7	9
Basekap. bis pH 8,2	mmol/l	212	211	99,5	-	-	-	-	0,565	1,06	1,9
Summe Erdalkalien (GH)	mmol/l	874	874	100	-	-	-	-	3,27	4,64	22
Sauerstoff	mg/l	2625	2533	96,5	-	-	-	-	6,4	10	15,8
DOC	mg/l	471	419	89	7	1,5	-	-	0,5	1,1	8,9
AOX	mg/l	407	50	12,3	1	0,2	-	-	< 0,01	0,01	0,06
Calcium	mg/l	869	869	100	1	0,1	0	0	103	144	347
Magnesium	mg/l	869	869	100	24	2,8	5	0,6	13,5	32	73,5
Natrium	mg/l	861	861	100	5	0,6	3	0,3	7,9	20,3	268
Kalium	mg/l	861	852	99	25	2,9	23	2,7	1,6	5	62,6
Chlorid	mg/l	861	853	99,1	3	0,3	3	0,3	18,9	48,5	446
Ammonium	mg/l	1353	504	37,3	23	1,7	19	1,4	< 0,01	< 0,05	29,9
Nitrat	mg/l	2674	2524	94,4	494	18,5	293	11	19,85	53	215
Nitrit	mg/l	1200	115	9,6	18	1,5	15	1,2	< 0,01	0,03	0,38
Sulfat	mg/l	863	861	99,8	4	0,5	4	0,5	31,9	91	658
Ortho-Phosphat	mg/l	821	588	71,6	-	-	1	0,1	< 0,05	0,2	10,7
Bor	mg/l	802	542	67,6	39	4,9	1	0,1	0,0255	0,075	4,5
Aluminium	mg/l	491	273	55,6	4	0,8	2	0,4	0,007	0,025	0,377
Arsen	mg/l	748	387	51,7	23	3,1	21	2,8	0,0009	0,0048	0,117
Blei	mg/l	747	90	12	2	0,3	1	0,1	< 0,001	< 0,005	3,083
Cadmium	mg/l	747	35	4,7	3	0,4	1	0,1	< 0,0002	< 0,0005	0,371
Chrom, gesamt	mg/l	747	236	31,6	3	0,4	2	0,3	< 0,001	0,004	0,13
Cyanid, gesamt	mg/l	400	1	0,2	0	0	0	0	< 0,005	< 0,01	0,002
Fluorid	mg/l	462	340	73,6	0	0	0	0	0,1	0,21	0,8
Nickel	mg/l	746	295	39,5	1	0,1	1	0,1	< 0,001	0,004	0,09
Quecksilber	mg/l	403	2	0,5	0	0	0	0	< 0,0001	< 0,0001	0,00012
Zink	mg/l	411	291	70,8	-	-	-	-	0,0124	0,162	255,6999
Summe LHKW nach TrinkwV	mg/l	731	200	27,4	28	3,8	23	3,1	< 0,005	0,0112	0,2051
1,1,1-Trichlorethan	mg/l	731	43	5,9	3	0,4	-	-	< 0,0001	< 0,001	0,03
Trichlorethen ("Tri")	mg/l	734	128	17,4	9	1,2	-	-	< 0,0001	< 0,001	0,16
Tetrachlorethen ("Per")	mg/l	734	166	22,6	24	3,3	-	-	< 0,0001	< 0,001	0,12
Dichlormethan	mg/l	731	1	0,1	1	0,1	-	-	< 0,01	< 0,02	0,01
Tetrachlormethan	mg/l	728	6	0,8	0	0	0	0	< 0,0001	< 0,0005	0,0012
cis-1,2-Dichlorethen	mg/l	486	6	1,2	5	1	-	-	< 0,01	< 0,02	0,18
KW, gelöst und emulgiert	mg/l	61	3	4,9	-	-	3	4,9	< 0,01	< 0,05	0,2
Atrazin	µg/l	620	118	19	13	2,1	8	1,3	< 0,02	< 0,05	0,23
Simazin	µg/l	561	39	7	2	0,4	2	0,4	< 0,02	< 0,05	0,19
Terbutylazin	µg/l	583	18	3,1	5	0,9	4	0,7	< 0,02	< 0,05	12
Metolachlor	µg/l	502	12	2,4	3	0,6	2	0,4	< 0,05	< 0,05	0,45
Metazachlor	µg/l	483	1	0,2	1	0,2	1	0,2	< 0,04	< 0,05	0,2
Desethylatrazin	µg/l	628	193	30,7	37	5,9	29	4,6	0,02	0,06	0,35
Desisopropylatrazin	µg/l	432	27	6,2	0	0	0	0	< 0,05	< 0,1	0,06
Desethylterbutylazin	µg/l	464	2	0,4	0	0	0	0	< 0,02	< 0,05	0,02
Propazin	µg/l	449	0	0	0	0	0	0	< 0,02	< 0,05	-
Bromacil	µg/l	263	12	4,6	2	0,8	2	0,8	< 0,02	< 0,05	0,15
Hexazinon	µg/l	287	5	1,7	0	0	0	0	< 0,02	< 0,1	0,06
Metalaxyl	µg/l	222	7	3,2	3	1,4	3	1,4	< 0,02	< 0,1	0,64
Diuron	µg/l	580	8	1,4	2	0,3	2	0,3	< 0,05	< 0,05	0,16
Isoproturon	µg/l	2191	12	0,5	3	0,1	2	0,09	< 0,05	< 0,05	0,24
Diazinon	µg/l	2212	5	0,2	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	0,03
2,6-Dichlorbenzamid	µg/l	2105	113	5,4	51	2,4	44	2,1	< 0,05	< 0,05	9,9
Dimethoat	µg/l	2187	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-
Fenitrothion	µg/l	2168	6	0,3	3	0,1	2	0,09	< 0,05	< 0,05	1,14
Malathion	µg/l	2174	4	0,2	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	0,05
Parathion-Ethyl	µg/l	2197	3	0,1	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	0,02
Pendimethalin	µg/l	2220	2	0,09	0	0	0	0	< 0,02	< 0,05	0,05
Sebutylazin	µg/l	2217	17	0,8	7	0,3	6	0,3	< 0,02	< 0,05	0,26
Trifluralin	µg/l	2153	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-

Hinweise siehe Anhang A6

### 3.3 Basismeßnetz (BMN)

#### Meßnetzziel

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

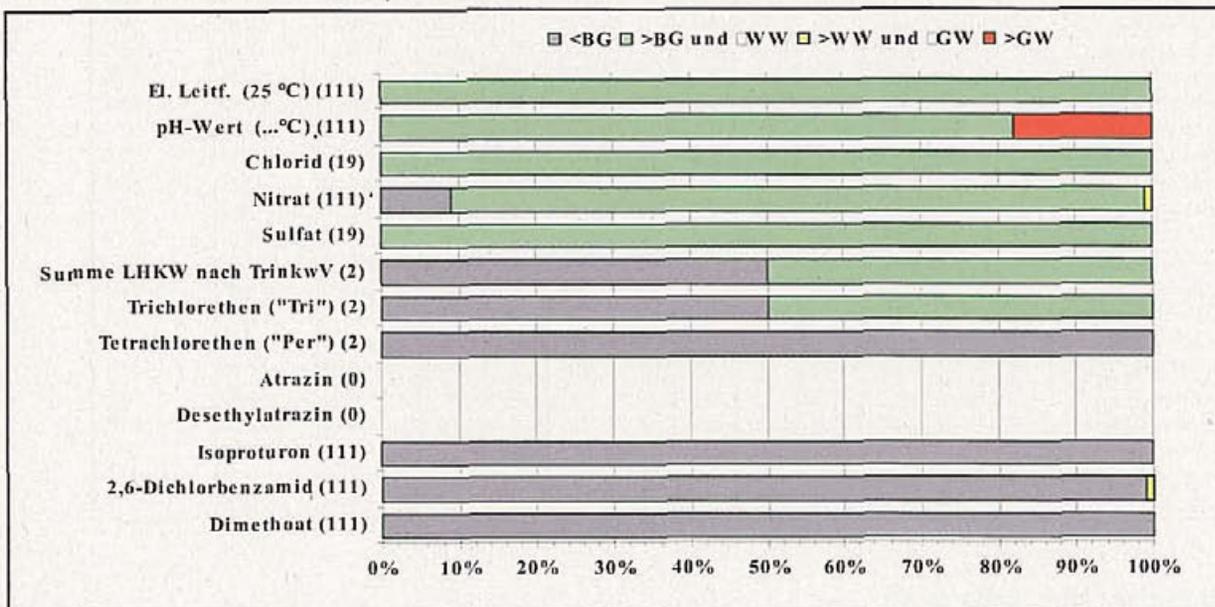


#### Datengrundlage

Beprobt wurden 111 Meßstellen in verschiedenen Grundwasserlandschaften Baden-Württembergs. Generell wurde auf 15 Parameter untersucht. Weitere Parameter wurden wegen ihrer Bedeutung im Einzelfall nur an wenigen Meßstellen analysiert.

#### Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Bei den in 1997 durchgängig untersuchten **PBSM** wurde mit einer Ausnahme kein positiver Nachweis gefunden. Diese sehr geringe Nachweishäufigkeit unterstreicht die wichtige Rolle der Waldgebiete für den Grundwasserschutz.
- Es gibt nur einen positiven Nachweis von 2,6 Dichlorbenzamid - aber mit Warnwertüberschreitung - an nur einer Meßstelle (Quelle). 2,6 Dichlorbenzamid ist ein Abbauprodukt des Totalherbizids Dichlobenil, welches im Frühjahr angewandt wird. Applikationsbereiche sind: Weinbau, Garten- und Obstbau, Freihalten von Nichtkulturland u.a. von Wegen und Wegrändern - auch im Forst. Da das Einzugsgebiet der betroffenen Meßstelle nur von mit Fahrwegen durchzogenem Wald bedeckt ist, liegt die Ursache wahrscheinlich in der Anwendung auf den Fahrwegen.



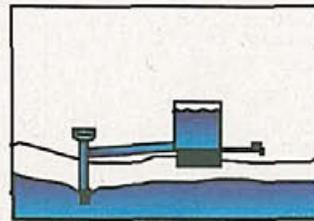
Ergebnisse 1997 : Baden-Württemberg BMN												
Parameter	Dim.	Anz. Mst.	> BG		> WW		> GW		P50 (Median)	P90	Maximum	
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%				
Temperatur	°C	109	109	100	5	4,6	4	3,7	9,2	13,5	48	
El. Leitf. (25 °C)	mS/m	111	111	100	0	0	0	0	47,8	67,9	98,4	
pH-Wert (...°C)		111	111	100	20	18	20	18	7,32	7,78	4,93/9,08	
Säurekap. bis pH 4,3	mmol/l	19	19	100	-	-	-	-	0,33	1,76	1,88	
Basekap. bis pH 8,2	mmol/l	17	17	100	-	-	-	-	0,54	0,85	0,88	
Summe Erdalkalien (GH)	mmol/l	19	19	100	-	-	-	-	0,21	0,91	1,05	
Sauerstoff	mg/l	111	102	91,9	-	-	-	-	8,7	10,6	11,4	
DOC	mg/l	17	16	94,1	1	5,9	-	-	0,3	1	4,8	
AOX	mg/l	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-	
Calcium	mg/l	19	19	100	0	0	0	0	5,7	26	36,8	
Magnesium	mg/l	19	19	100	0	0	0	0	1,7	3	6,2	
Natrium	mg/l	19	19	100	0	0	0	0	2,3	6,4	7	
Kalium	mg/l	19	19	100	0	0	0	0	1,1	2,3	2,4	
Chlorid	mg/l	19	19	100	0	0	0	0	1,7	5,1	7,9	
Ammonium	mg/l	34	11	32,4	0	0	0	0	< 0,01	0,02	0,08	
Nitrat	mg/l	111	101	91	1	0,9	0	0	6,7	14,2	40,2	
Nitrit	mg/l	17	2	11,8	1	5,9	1	5,9	< 0,01	0,02	0,23	
Sulfat	mg/l	19	19	100	0	0	0	0	4,6	22	23	
Ortho-Phosphat	mg/l	19	17	89,5	-	-	0	0	0,046	0,146	0,2	
Bor	mg/l	19	3	15,8	0	0	0	0	< 0,005	0,01	0,03	
Aluminium	mg/l	19	16	84,2	2	10,5	1	5,3	0,014	0,2	0,303	
Arsen	mg/l	19	10	52,6	1	5,3	1	5,3	0,0002	0,0077	0,0106	
Blei	mg/l	19	2	10,5	1	5,3	0	0	< 0,0005	0,0007	0,038	
Cadmium	mg/l	19	2	10,5	0	0	0	0	< 0,0002	0,00022	0,0007	
Chrom, gesamt	mg/l	19	0	0	0	0	0	0	< 0,0005	< 0,0005	-	
Cyanid, gesamt	mg/l	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-	
Fluorid	mg/l	17	3	17,6	0	0	0	0	< 0,1	0,12	0,27	
Nickel	mg/l	19	6	31,6	0	0	0	0	< 0,0005	0,0023	0,0026	
Quecksilber	mg/l	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-	
Zink	mg/l	19	6	31,6	-	-	-	-	< 0,005	0,0107	0,0114	
Summe LHKW nach TrinkwV	mg/l	2	1	50	0	0	0	0	< 0,00515	< 0,01	0,0003	
1,1,1-Trichlorethan	mg/l	2	0	0	0	0	-	-	< 0,0001	< 0,0001	-	
Trichlorethen ("Tri")	mg/l	2	1	50	0	0	-	-	0,0002	0,0003	0,0003	
Tetrachlorethen ("Per")	mg/l	2	0	0	0	0	-	-	< 0,0001	< 0,0001	-	
Dichlormethan	mg/l	2	0	0	0	0	-	-	< 0,01	< 0,01	-	
Tetrachlormethan	mg/l	2	0	0	0	0	0	0	< 0,0001	< 0,0001	-	
cis-1,2-Dichlorethen	mg/l	2	0	0	0	0	-	-	< 0,01	< 0,01	-	
KW, gelöst und emulgiert	mg/l	0	0	-	-	0	-	-	-	-	-	
Atrazin	µg/l	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
Simazin	µg/l	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
Terbutylazin	µg/l	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
Metolachlor	µg/l	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
Metazachlor	µg/l	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
Desethylatrazin	µg/l	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
Desisopropylatrazin	µg/l	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
Desethylterbutylazin	µg/l	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
Propazin	µg/l	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
Bromacil	µg/l	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
Hexazinon	µg/l	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
Metalaxyl	µg/l	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	
Diuron	µg/l	4	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-	
Isoproturon	µg/l	111	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-	
Diazinon	µg/l	111	0	0	0	0	0	0	< 0,02	< 0,05	-	
2,6-Dichlorbenzamid	µg/l	111	1	0,9	1	0,9	0	0	< 0,05	< 0,05	0,09	
Dimethoat	µg/l	111	0	0	0	0	0	0	< 0,02	< 0,05	-	
Fenitrothion	µg/l	111	0	0	0	0	0	0	< 0,02	< 0,05	-	
Malathion	µg/l	111	0	0	0	0	0	0	< 0,02	< 0,05	-	
Parathion-Ethyl	µg/l	111	0	0	0	0	0	0	< 0,02	< 0,05	-	
Pendimethalin	µg/l	111	0	0	0	0	0	0	< 0,02	< 0,05	-	
Sebutylazin	µg/l	111	0	0	0	0	0	0	< 0,02	< 0,05	-	
Trifluralin	µg/l	111	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-	

Hinweise siehe Anhang A6

### 3.4 Rohwassermeßstellen (RW)

#### Meßnetzziel

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

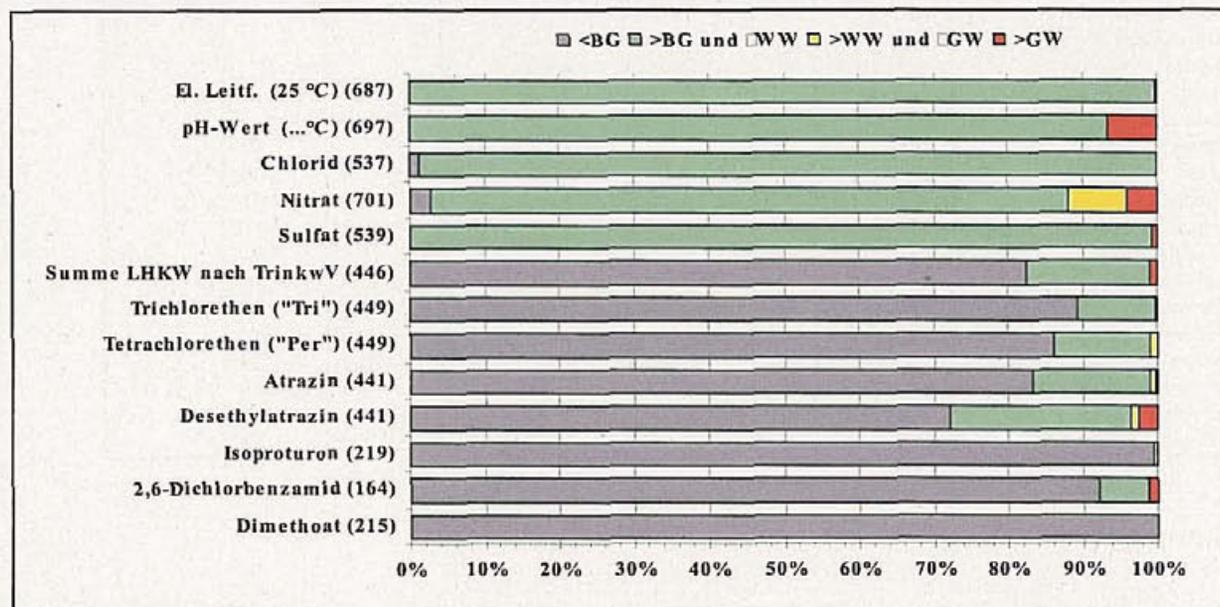


#### Datengrundlage

Ausgewertet wurden 706 Rohwassermeßstellen (Land: 165 Meßstellen, Kooperation: 541 Meßstellen mit Stichtag: 01.04.1998). Bei den auf Landeskosten beprobten Meßstellen wurde auf die Vor-Ort-Parameter, Nitrat, Nitrit und Ammonium und die 10 Parameter aus PBSM-8 untersucht. Der Analysenumfang der Kooperationsmeßstellen lag meist auf einem erfreulich hohen Niveau. Die meisten Meßwerte liegen für Nitrat vor.

#### Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Sämtliche genannten Grenzwertüberschreitungen beziehen sich auf das Grundwasser als Rohwasser, ungeachtet dessen, inwieweit dieses Wasser für die Trinkwasserversorgung noch aufbereitet oder mit weniger belastetem Wasser gemischt wird.
- Der Grenzwert von 50 mg/l für **Nitrat** wird an 4,1 % (Vorjahr: 5,0 %), der Warnwert von 40 mg/l an 11,8 % (Vorjahr: 11,8 %) der Meßstellen überschritten. Der Spitzenwert beträgt 102,0 mg/l. 90 % der Meßwerte liegen unter 42 mg/l. Belastungsschwerpunkte sind wie bisher die Gebiete mit landwirtschaftlichen Sonderkulturen wie z.B. Weinbau oder Spargel. Ein rückläufiger Trend ist derzeit nicht zu beobachten.
- Stickstoffherbizide wurde 1997 nur im Kooperationsmeßnetz untersucht, so daß die Zahlen nicht mit den Vorjahreswerten vergleichbar sind. Bei den **PBSM** liegen bei **Desethylatrazin** an 2,5 % und bei **Atrazin** an 0,2 % der Meßstellen Überschreitungen des Trinkwassergrenzwertes vor.
- Der Grenzwert der TrinkwV von 6,5 wird beim **pH-Wert** an 6,6 % (Vorjahr: 6,7 %) der Meßstellen unterschritten. Der niedrigste gemessene pH-Wert beträgt 5,38, der höchste 8,6.



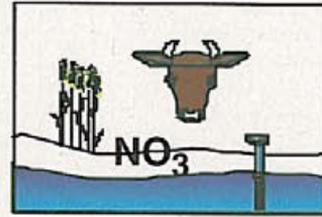
Ergebnisse 1997 : Baden-Württemberg RW											
Parameter	Dim.	Anz. Mst.	> BG		> WW		> GW		P50 (Median)	P90	Maximum
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	°C	667	667	100	0	0	0	0	10,9	13	17,8
El. Leitf. (25 °C)	mS/m	687	687	100	1	0,1	0	0	65,3	93,2	185,5
pH-Wert (...°C)		697	697	100	46	6,6	46	6,6	7,25	7,55	5,38/8,6
Säurekap. bis pH 4,3	mmol/l	528	528	100	-	-	-	-	5,435	6,81	8,83
Basekap. bis pH 8,2	mmol/l	153	152	99,3	-	-	-	-	0,56	1,06	1,9
Summe Erdalkalien (GH)	mmol/l	550	550	100	-	-	-	-	3,315	4,655	10,4
Sauerstoff	mg/l	651	636	97,7	-	-	-	-	7,5	10,6	14,7
DOC	mg/l	412	361	87,6	6	1,5	-	-	0,55	1,2	8,9
AOX	mg/l	407	50	12,3	1	0,2	-	-	< 0,01	0,01	0,06
Calcium	mg/l	545	545	100	1	0,2	0	0	104	139	347
Magnesium	mg/l	545	545	100	23	4,2	5	0,9	17	34,5	73,5
Natrium	mg/l	537	537	100	1	0,2	1	0,2	6,2	16,8	208
Kalium	mg/l	537	529	98,5	0	0	0	0	1,4	3,46	10
Chlorid	mg/l	537	530	98,7	0	0	0	0	16,6	41	132
Ammonium	mg/l	606	211	34,8	2	0,3	1	0,2	< 0,01	0,04	0,6
Nitrat	mg/l	701	682	97,3	83	11,8	29	4,1	17,1	42	102
Nitrit	mg/l	512	16	3,1	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	0,07
Sulfat	mg/l	539	539	100	4	0,7	4	0,7	28,3	105	658
Ortho-Phosphat	mg/l	497	373	75,1	-	-	0	0	0,05	0,18	5,8
Bor	mg/l	478	293	61,3	28	5,9	0	0	0,02	0,082	1
Aluminium	mg/l	168	77	45,8	0	0	0	0	< 0,01	0,034	0,12
Arsen	mg/l	425	121	28,5	12	2,8	10	2,4	< 0,001	< 0,005	0,117
Blei	mg/l	424	21	5	0	0	0	0	< 0,001	< 0,005	0,006
Cadmium	mg/l	424	12	2,8	1	0,2	0	0	< 0,0002	< 0,0005	0,0021
Chrom, gesamt	mg/l	424	82	19,3	1	0,2	0	0	< 0,001	< 0,005	0,013
Cyanid, gesamt	mg/l	400	1	0,2	0	0	0	0	< 0,005	< 0,01	0,002
Fluorid	mg/l	403	307	76,2	0	0	0	0	0,1	0,23	0,67
Nickel	mg/l	423	79	18,7	0	0	0	0	< 0,001	< 0,005	0,025
Quecksilber	mg/l	403	2	0,5	0	0	0	0	< 0,0001	< 0,0001	0,00012
Zink	mg/l	88	42	47,7	-	-	-	-	0,03	0,073	0,92
Summe LHKW nach TrinkwV	mg/l	446	78	17,5	4	0,9	4	0,9	< 0,005	< 0,01	0,0225
1,1,1-Trichlorethan	mg/l	446	13	2,9	0	0	-	-	< 0,0001	< 0,001	0,002
Trichlorethen ("Tri")	mg/l	449	48	10,7	1	0,2	-	-	< 0,0001	< 0,001	0,011
Tetrachlorethen ("Per")	mg/l	449	63	14	4	0,9	-	-	< 0,0001	< 0,001	0,022
Dichlormethan	mg/l	446	1	0,2	1	0,2	-	-	< 0,005	< 0,01	0,01
Tetrachlormethan	mg/l	443	2	0,5	0	0	0	0	< 0,0001	< 0,001	0,0012
cis-1,2-Dichlorethen	mg/l	201	0	0	0	0	-	-	< 0,005	< 0,01	-
KW, gelöst und emulgiert	mg/l	61	3	4,9	-	-	3	4,9	< 0,01	< 0,05	0,2
Atrazin	µg/l	441	74	16,8	5	1,1	1	0,2	< 0,02	< 0,05	0,23
Simazin	µg/l	437	23	5,3	2	0,5	2	0,5	< 0,02	< 0,05	0,19
Terbutylazin	µg/l	438	4	0,9	0	0	0	0	< 0,02	< 0,05	0,04
Metolachlor	µg/l	424	2	0,5	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	0,05
Metazachlor	µg/l	422	1	0,2	1	0,2	1	0,2	< 0,05	< 0,05	0,2
Desethylatrazin	µg/l	441	123	27,9	16	3,6	11	2,5	< 0,03	0,06	0,23
Desisopropylatrazin	µg/l	375	7	1,9	0	0	0	0	< 0,05	< 0,1	0,02
Desethylterbutylazin	µg/l	342	1	0,3	0	0	0	0	≤ 0,02	< 0,05	0,01
Propazin	µg/l	326	0	0	0	0	0	0	< 0,02	< 0,05	-
Bromacil	µg/l	206	7	3,4	2	1	2	1	< 0,045	< 0,05	0,15
Hexazinon	µg/l	230	2	0,9	0	0	0	0	< 0,02	< 0,1	0,06
Metalaxyl	µg/l	150	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,1	-
Diuron	µg/l	76	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-
Isoproturon	µg/l	219	1	0,5	1	0,5	0	0	< 0,05	< 0,05	0,1
Diazinon	µg/l	240	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-
2,6-Dichlorbenzamid	µg/l	164	13	7,9	2	1,2	2	1,2	< 0,05	< 0,05	0,14
Dimethoat	µg/l	215	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-
Fenitrothion	µg/l	195	1	0,5	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	0,05
Malathion	µg/l	201	1	0,5	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	0,01
Parathion-Ethyl	µg/l	223	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-
Pendimethalin	µg/l	247	1	0,4	0	0	0	0	< 0,02	< 0,05	0,05
Sebutylazin	µg/l	243	2	0,8	1	0,4	1	0,4	< 0,02	< 0,05	0,26
Trifluralin	µg/l	180	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-

Hinweise siehe Anhang A6

### 3.5 Emittentenmeßstellen Landwirtschaft (EL)

#### Meßnetzziel

Landesweiter Überblick über Zustand und Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit im Wirkungsbereich von landwirtschaftlichen Bodennutzungen, Erfolgskontrollen (z.B. SchALVO).

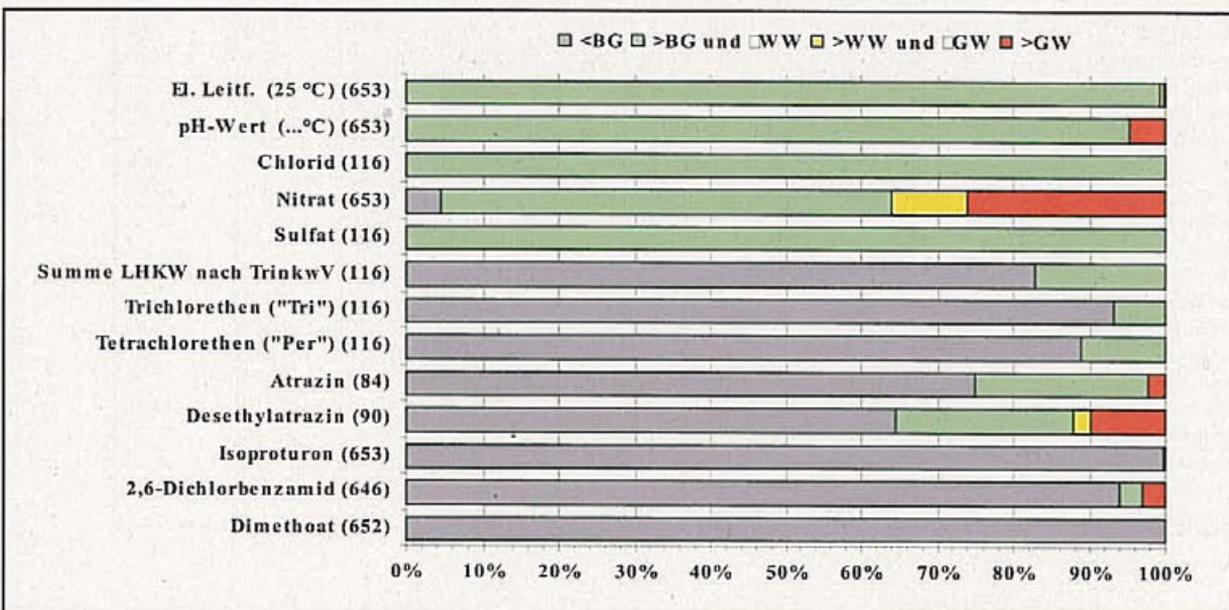


#### Datengrundlage

652 Emittentenmeßstellen Landwirtschaft wurden auf 15 Parameter (Vor-Ort-Parameter, Nitrat, PBSM-8A) untersucht. An 378 Emittentenmeßstellen Landwirtschaft wurden zusätzlich im Rahmen des Meßprogrammes „SchALVO“ Nitrit und Ammonium gemessen.

#### Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Der Medianwert **Nitrat** im Emittentenmeßnetz Landwirtschaft stieg gegenüber dem Vorjahreswert um 1,1 mg/l auf nunmehr 32,1 mg/l. Der 90. Perzentilwert nahm ebenfalls um 0,8 mg/l auf 74,8 mg/l zu. Der Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes von 40 mg/l wird an 35,8 %, der Grenzwert der Trinkwasserverordnung an 26,0 % der Meßstellen überschritten (Vorjahreswerte: 35,9 bzw. 24,8 %).
- Bei den **PBSM** wurden 1997 schwerpunktmäßig auf einige ausgewählte Herbizide und Insektizide untersucht. Auffällig ist hierbei das 2,6-Dichlorbenzamid, das Abbauprodukt von Dichlobenil, das meist im Weinbau Verwendung findet. An 6,0 % der Meßstellen wird dieses Abbauprodukt gefunden, an 3,1 % der Meßstellen über dem Trinkwassergrenzwert. Positivbefunde an Insektiziden wurden nur in sehr wenigen Fällen gemessen.



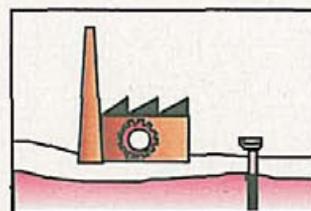
Ergebnisse 1997 : Baden-Württemberg EL											
Parameter	Dim.	Anz. Mst.	> BG		> WW		> GW		P50 (Median)	P90	Maximum
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	°C	653	653	100	0	0	0	0	11,6	14,3	19,5
El. Leitf. (25 °C)	mS/m	653	653	100	5	0,8	1	0,2	73,2	102,5	842
pH-Wert (...°C)		653	653	100	31	4,7	31	4,7	7,19	7,43	5,28/8,19
Säurekap. bis pH 4,3	mmol/l	116	116	100	-	-	-	-	5,325	6,5	8,05
Basekap. bis pH 8,2	mmol/l	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Summe Erdalkalien (GH)	mmol/l	116	116	100	-	-	-	-	3,85	4,82	5,77
Sauerstoff	mg/l	653	637	97,5	-	-	-	-	6,7	9,9	13,6
DOC	mg/l	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
AOX	mg/l	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Calcium	mg/l	116	116	100	0	0	0	0	125,6	164	193
Magnesium	mg/l	116	116	100	0	0	0	0	13,65	23,8	32,4
Natrium	mg/l	116	116	100	0	0	0	0	11,5	19	69,3
Kalium	mg/l	116	116	100	6	5,2	6	5,2	2,1	7,02	49,7
Chlorid	mg/l	116	116	100	0	0	0	0	36	60	184
Ammonium	mg/l	433	149	34,4	9	2,1	6	1,4	< 0,01	0,05	15,7
Nitrat	mg/l	653	624	95,6	234	35,8	170	26	32,1	74,8	215
Nitrit	mg/l	433	47	10,9	7	1,6	5	1,2	< 0,01	< 0,05	0,38
Sulfat	mg/l	116	116	100	0	0	0	0	47,05	70	157
Ortho-Phosphat	mg/l	116	52	44,8	-	-	0	0	< 0,03	0,163	0,43
Bor	mg/l	116	89	76,7	1	0,9	0	0	0,0275	0,058	0,12
Aluminium	mg/l	116	69	59,5	0	0	0	0	0,006	0,011	0,074
Arsen	mg/l	116	105	90,5	0	0	0	0	0,0008	0,0022	0,0064
Blei	mg/l	116	26	22,4	0	0	0	0	< 0,0005	0,0011	0,0111
Cadmium	mg/l	116	4	3,4	0	0	0	0	< 0,0002	< 0,0002	0,00045
Chrom, gesamt	mg/l	116	72	62,1	0	0	0	0	0,0006	0,0012	0,0038
Cyanid, gesamt	mg/l	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluorid	mg/l	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Nickel	mg/l	116	84	72,4	0	0	0	0	0,0008	0,0017	0,0147
Quecksilber	mg/l	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Zink	mg/l	116	108	93,1	-	-	-	-	0,0285	0,49	1,237
Summe LHKW nach TrinkwV	mg/l	116	20	17,2	0	0	0	0	< 0,01	< 0,02	0,0034
1,1,1-Trichlorethan	mg/l	116	2	1,7	0	0	-	-	< 0,0001	< 0,0001	0,0008
Trichlorethen ("Tri")	mg/l	116	8	6,9	0	0	-	-	< 0,0001	< 0,0001	0,0034
Tetrachlorethen ("Per")	mg/l	116	13	11,2	0	0	-	-	< 0,0001	0,0002	0,0022
Dichlormethan	mg/l	116	0	0	0	0	-	-	< 0,01	< 0,02	-
Tetrachlormethan	mg/l	116	2	1,7	0	0	0	0	< 0,0001	< 0,0001	0,0002
cis-1,2-Dichlorethen	mg/l	116	1	0,9	0	0	-	-	< 0,01	< 0,02	0,001
KW, gelöst und emulgiert	mg/l	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Atrazin	µg/l	84	21	25	2	2,4	2	2,4	< 0,02	0,03	0,23
Simazin	µg/l	68	12	17,6	0	0	0	0	< 0,015	< 0,02	0,05
Terbutylazin	µg/l	73	3	4,1	0	0	0	0	< 0,02	< 0,02	0,07
Metolachlor	µg/l	50	5	10	3	6	2	4	< 0,01	< 0,05	0,45
Metazachlor	µg/l	40	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	-
Desethylatrazin	µg/l	90	32	35,6	11	12,2	9	10	< 0,02	0,105	0,27
Desisopropylatrazin	µg/l	37	20	54,1	0	0	0	0	0,01	0,03	0,06
Desethylterbutylazin	µg/l	68	1	1,5	0	0	0	0	< 0,01	< 0,02	0,02
Propazin	µg/l	68	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,02	-
Bromacil	µg/l	37	5	13,5	0	0	0	0	< 0,01	0,03	0,06
Hexazinon	µg/l	37	3	8,1	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	0,04
Metalaxyl	µg/l	45	3	6,7	2	4,4	2	4,4	< 0,01	< 0,05	0,64
Diuron	µg/l	208	1	0,5	1	0,5	1	0,5	< 0,05	< 0,05	0,16
Isoproturon	µg/l	653	2	0,3	1	0,2	1	0,2	< 0,05	< 0,05	0,2
Diazinon	µg/l	653	2	0,3	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	0,03
2,6-Dichlorbenzamid	µg/l	646	39	6	20	3,1	20	3,1	< 0,05	< 0,05	1,8
Dimethoat	µg/l	652	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-
Fenitrothion	µg/l	653	3	0,5	1	0,2	0	0	< 0,05	< 0,05	0,09
Malathion	µg/l	653	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-
Parathion-Ethyl	µg/l	653	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-
Pendimethalin	µg/l	653	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-
Sebutylazin	µg/l	653	3	0,5	2	0,3	2	0,3	< 0,05	< 0,05	0,18
Trifluralin	µg/l	653	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-

Hinweise siehe Anhang A6

### 3.6 Emittentenmeßstellen Industrie (EI)

#### Meßnetzziel

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

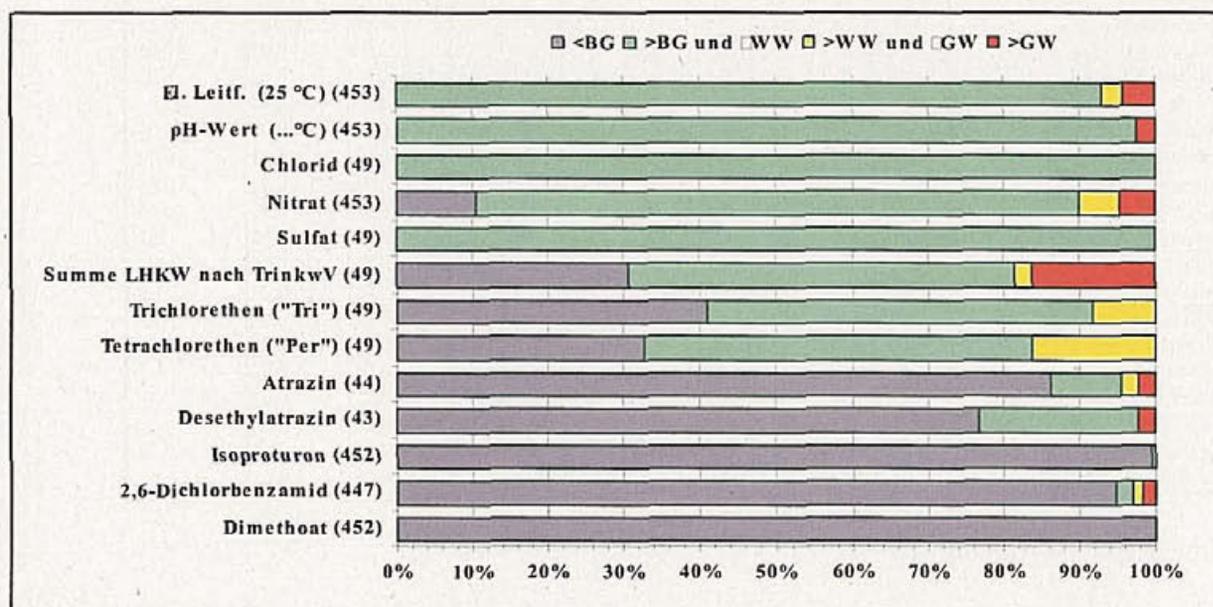


#### Datengrundlage

Beprobt wurden insgesamt 451 Emittentenmeßstellen. Generell wurde auf 15 Parameter untersucht. Weitere Parameter wurden wegen ihrer Bedeutung im Einzelfall nur an wenigen Meßstellen analysiert.

#### Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Die Nachweishäufigkeit des Totalherbizids **2,6 Dichlorbenzamid** ist auffällig hoch, der Prozentsatz der Warn- und Grenzwertüberschreitungen aber im Vergleich zu den Emittentenmeßstellen Landwirtschaft und Siedlungen geringer.
- Einerseits deuten die Befunde auf die Herbizidverwendung in der Industrie hin. Offenbar findet auch dieses Herbizid - wie so viele andere - Anwendung im besiedelten und industriellen Bereich, z.B.: Wildkräuterbekämpfung auf Betriebs-, Brach-, Friedhofs-, Sport-, Grün-, Parkflächen, Straßen, Wegen, Bahnanlagen. Auch das mehrmals nachweisbare **Sebutylazin** findet als Totalherbizid Verwendung auf Nichtkulturland, u.a. auf Brachflächen, Gleisanlagen. Die Positivbefunde der beiden genannten Wirkstoffe sind durch Nachanalysen abgesichert.
- Andererseits sind die Befunde - wie es die auch registrierte **Nitratbelastung** anzeigt - ein Indiz dafür, daß die Eintragsgebiete der Meßstellen auch landwirtschaftlich und gartenbaulich mit PSM-Anwendungen genutzt werden. In den Eintragsgebieten der Meßstellen mit positiven Befunden an Sebutylazin finden sich neben der Industrie auch Bahnanlagen und Weinberge.



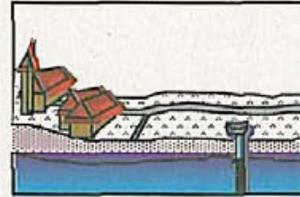
Ergebnisse 1997 : Baden-Württemberg EI											
Parameter	Dim.	Anz.	> BG		> WW		> GW		P50 (Median)	P90	Maximum
		Mst.	Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	°C	453	453	100	3	0,7	0	0	13,4	16,8	23,6
El. Leitf. (25 °C)	mS/m	453	453	100	32	7,1	19	4,2	79,4	138,6	616
pH-Wert (...°C)		453	453	100	11	2,4	11	2,4	7,16	7,46	6,01/8,87
Säurekap. bis pH 4,3	mmol/l	49	49	100	-	-	-	-	4,35	6,7	7
Basekap. bis pH 8,2	mmol/l	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Summe Erdalkalien (GH)	mmol/l	49	49	100	-	-	-	-	2,56	4,47	5,72
Sauerstoff	mg/l	453	441	97,4	-	-	-	-	4,5	8,3	14
DOC	mg/l	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-
AOX	mg/l	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-
Calcium	mg/l	49	49	100	0	0	0	0	86,3	140	186
Magnesium	mg/l	49	49	100	0	0	0	0	8,7	22,8	26,2
Natrium	mg/l	49	49	100	1	2	1	2	16	44,9	174
Kalium	mg/l	49	49	100	1	2	1	2	3,2	6,51	13,1
Chlorid	mg/l	49	49	100	0	0	0	0	27	72,2	124
Ammonium	mg/l	88	45	51,1	6	6,8	6	6,8	< 0,01	0,15	29,9
Nitrat	mg/l	453	405	89,4	45	9,9	22	4,9	17,2	40	194
Nitrit	mg/l	88	12	13,6	3	3,4	3	3,4	< 0,01	0,02	0,25
Sulfat	mg/l	49	49	100	0	0	0	0	37	103	164
Ortho-Phosphat	mg/l	49	38	77,6	-	-	0	0	0,05	0,23	0,617
Bor	mg/l	49	47	95,9	2	4,1	0	0	0,037	0,072	0,19
Aluminium	mg/l	48	30	62,5	0	0	0	0	0,006	0,018	0,045
Arsen	mg/l	48	42	87,5	5	10,4	5	10,4	0,00135	0,0106	0,075
Blei	mg/l	48	11	22,9	0	0	0	0	< 0,0005	0,0011	0,0058
Cadmium	mg/l	48	5	10,4	0	0	0	0	< 0,0002	0,00021	0,0011
Chrom, gesamt	mg/l	48	25	52,1	1	2,1	1	2,1	0,0005	0,0037	0,13
Cyanid, gesamt	mg/l	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-
Fluorid	mg/l	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-
Nickel	mg/l	48	35	72,9	0	0	0	0	0,0008	0,002	0,0119
Quecksilber	mg/l	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-
Zink	mg/l	48	42	87,5	-	-	-	-	0,0086	0,142	0,786
Summe LHKW nach TrinkwV	mg/l	49	34	69,4	9	18,4	8	16,3	0,0072	0,032	0,2051
1,1,1-Trichlorethan	mg/l	49	7	14,3	1	2	-	-	< 0,0001	0,0004	0,0102
Trichlorethen ("Tri")	mg/l	49	29	59,2	4	8,2	-	-	< 0,0002	0,0048	0,16
Tetrachlorethen ("Per")	mg/l	49	33	67,3	8	16,3	-	-	0,0003	0,0093	0,12
Dichlormethan	mg/l	49	0	0	0	0	-	-	< 0,01	< 0,02	-
Tetrachlormethan	mg/l	49	1	2	0	0	0	0	< 0,0001	< 0,0001	0,0001
cis-1,2-Dichlorethen	mg/l	49	4	8,2	4	8,2	-	-	< 0,01	< 0,02	0,17
KW, gelöst und emulgiert	mg/l	0	0	-	-	-	0	0	-	-	-
Atrazin	µg/l	44	6	13,6	2	4,5	1	2,3	< 0,02	0,06	0,13
Simazin	µg/l	17	2	11,8	0	0	0	0	< 0,02	< 0,05	0,05
Terbutylazin	µg/l	24	5	20,8	5	20,8	4	16,7	< 0,02	4,7	12
Metolachlor	µg/l	2	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	-
Metazachlor	µg/l	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-
Desethylatrazin	µg/l	43	10	23,3	1	2,3	1	2,3	< 0,02	0,05	0,16
Desisopropylatrazin	µg/l	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-
Desethylterbutylazin	µg/l	15	0	0	0	0	0	0	< 0,02	< 0,02	-
Propazin	µg/l	16	0	0	0	0	0	0	< 0,02	< 0,02	-
Bromacil	µg/l	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-
Hexazinon	µg/l	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-
Metalaxyl	µg/l	2	1	50	1	50	1	50	0,085	0,12	0,12
Diuron	µg/l	86	1	1,2	0	0	0	0	< 0,035	< 0,05	0,05
Isoproturon	µg/l	452	2	0,4	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	0,03
Diazinon	µg/l	451	1	0,2	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	0,02
2,6-Dichlorbenzamid	µg/l	447	23	5,1	13	2,9	8	1,8	< 0,05	< 0,05	1
Dimethoat	µg/l	452	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-
Fenitrothion	µg/l	453	1	0,2	1	0,2	1	0,2	< 0,05	< 0,05	1,14
Malathion	µg/l	452	1	0,2	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	0,01
Parathion-Ethyl	µg/l	453	2	0,4	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	0,02
Pendimethalin	µg/l	452	1	0,2	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	0,02
Sebutylazin	µg/l	453	6	1,3	3	0,7	2	0,4	< 0,05	< 0,05	0,16
Trifluralin	µg/l	452	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-

Hinweise siehe Anhang A6

### 3.7 Emittentenmeßstellen Siedlung (ES)

#### Meßnetzziel

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

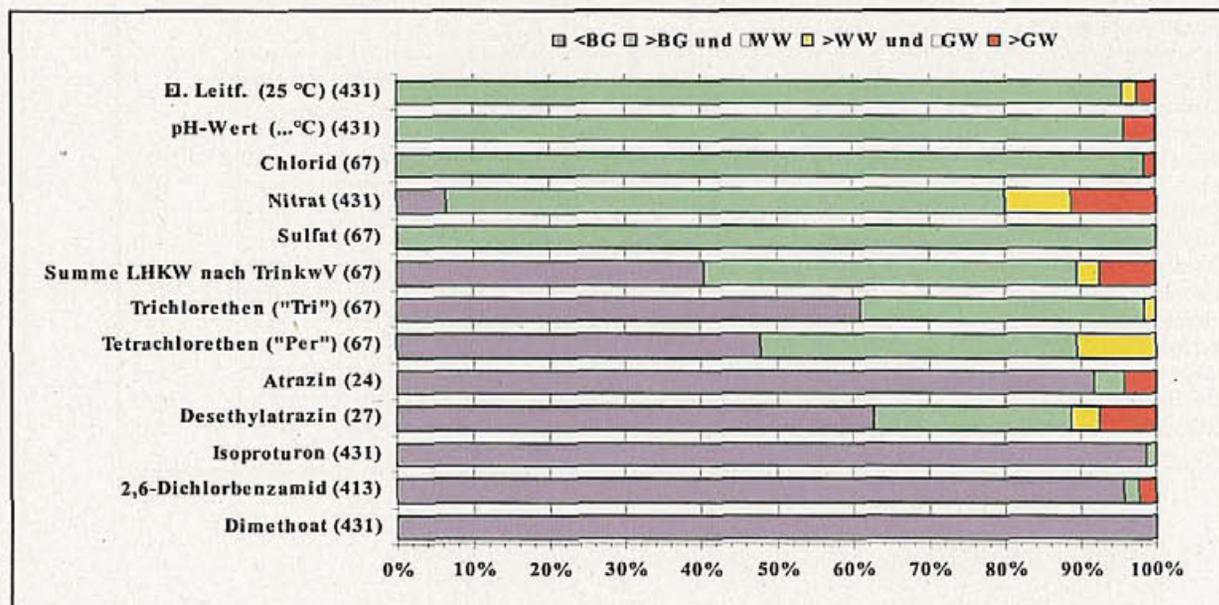


#### Datengrundlage

Beprobt wurden insgesamt 431 Emittentenmeßstellen. Generell wurde auf 15 Parameter untersucht. Weitere Parameter wurden wegen ihrer Bedeutung im Einzelfall nur an wenigen Meßstellen analysiert.

#### Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Bei den positiven **PBSM**-Befunden in den Emittentenmeßstellen Siedlung ergibt sich nahezu das gleiche Bild wie bei den Emittentenmeßstellen Industrie. Überraschend sind - wie schon bei anderen PBSM in der Vergangenheit - die relativ vielen positiven Befunde beim 2,6-Dichlorbenzamid, dem Abbauprodukt des Totalherbizides Dichlobenil, auch wenn dessen allseitige Anwendungsmöglichkeit zur Wildkräuterbekämpfung bekannt ist.
- Die Nachweishäufigkeiten von 2,6-Dichlorbenzamid und Sebutylazin deuten auf deren Anwendung im besiedelten und industriellen Bereich hin, aber auch auf die Landwirtschafts- und Gartenbauflächen in den Einzugsgebieten dieser Emittentenmeßstellen (s. Emittentenmeßstellen Industrie). Die hohe Nachweishäufigkeit und die häufigen Warn- und Grenzwertüberschreitungen bei 2,6 Dichlorbenzamid zeigen die Notwendigkeit, auch im Siedlungs-, Verkehrs- und Industriebereich, z.B. auch bei Hausgärten, auf die Anwendung von Totalherbiziden zu verzichten bzw. deren fachgerechte Anwendung sicherzustellen oder aber andere Methoden anzuwenden.
- Die anderen generell untersuchten Herbizide und Insektizide - u.a. Parathion-Ethyl (E 605, Folidol-Öl) - sind erfreulicherweise nur an sehr wenigen Meßstellen nachweisbar.



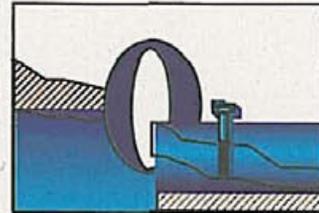
Ergebnisse 1997 : Baden-Württemberg ES											
Parameter	Dim.	Anz.	> BG		> WW		> GW		P50 (Median)	P90	Maximum
		Mst.	Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	°C	431	431	100	2	0,5	1	0,2	12,9	15,2	26,5
El. Leitf. (25 °C)	mS/m	431	431	100	19	4,4	11	2,6	80,6	135,4	376
pH-Wert (...°C)		431	431	100	18	4,2	18	4,2	7,13	7,38	4,78/7,87
Säurekap. bis pH 4,3	mmol/l	67	67	100	-	-	-	-	4,03	6,6	9
Basekap. bis pH 8,2	mmol/l	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Summe Erdalkalien (GH)	mmol/l	67	67	100	-	-	-	-	2,4	4,3	5,72
Sauerstoff	mg/l	431	404	93,7	-	-	-	-	4,8	8,8	15,8
DOC	mg/l	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-
AOX	mg/l	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-
Calcium	mg/l	67	67	100	0	0	0	0	86,5	142	187
Magnesium	mg/l	67	67	100	0	0	0	0	9,1	22,8	29,8
Natrium	mg/l	67	67	100	0	0	0	0	14,1	27,5	44,7
Kalium	mg/l	67	67	100	15	22,4	14	20,9	3,37	20,8	34,4
Chlorid	mg/l	67	67	100	1	1,5	1	1,5	19,3	49	320
Ammonium	mg/l	79	39	49,4	4	5,1	4	5,1	< 0,01	0,06	5,36
Nitrat	mg/l	431	403	93,5	86	20	48	11,1	21,1	53,4	155
Nitrit	mg/l	79	25	31,6	5	6,3	5	6,3	< 0,01	0,05	0,24
Sulfat	mg/l	67	67	100	0	0	0	0	35,8	63,8	142
Ortho-Phosphat	mg/l	67	62	92,5	-	-	0	0	0,09	0,28	2,2
Bor	mg/l	67	61	91	5	7,5	1	1,5	0,034	0,089	4,5
Aluminium	mg/l	67	39	58,2	0	0	0	0	0,006	0,011	0,016
Arsen	mg/l	67	53	79,1	2	3	2	3	0,0008	0,0038	0,043
Blei	mg/l	67	23	34,3	1	1,5	1	1,5	< 0,0005	0,0021	3,083
Cadmium	mg/l	67	10	14,9	2	3	1	1,5	< 0,0002	0,00047	0,311
Chrom, gesamt	mg/l	67	24	35,8	1	1,5	1	1,5	< 0,0005	0,0016	0,068
Cyanid, gesamt	mg/l	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-
Fluorid	mg/l	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-
Nickel	mg/l	67	44	65,7	1	1,5	1	1,5	0,0008	0,0023	0,09
Quecksilber	mg/l	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-
Zink	mg/l	67	59	88,1	-	-	-	-	0,0151	0,157	255,6999
Summe LHKW nach TrinkwV	mg/l	67	40	59,7	7	10,4	5	7,5	< 0,008	< 0,02	0,0468
1,1,1-Trichlorethan	mg/l	67	11	16,4	0	0	-	-	< 0,0001	0,0003	0,0013
Trichlorethen ("Tri")	mg/l	67	26	38,8	1	1,5	-	-	0,0001	0,0016	0,0054
Tetrachlorethen ("Per")	mg/l	67	35	52,2	7	10,4	-	-	0,0002	0,0063	0,0446
Dichlormethan	mg/l	67	0	0	0	0	-	-	< 0,01	< 0,02	-
Tetrachlormethan	mg/l	67	1	1,5	0	0	0	0	< 0,0001	< 0,0001	0,0002
cis-1,2-Dichlorethen	mg/l	67	0	0	0	0	-	-	< 0,015	< 0,02	-
KW, gelöst und emulgiert	mg/l	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-
Atrazin	µg/l	24	2	8,3	1	4,2	1	4,2	< 0,02	< 0,05	0,18
Simazin	µg/l	15	1	6,7	0	0	0	0	< 0,02	< 0,02	0,04
Terbutylazin	µg/l	21	3	14,3	0	0	0	0	< 0,02	< 0,05	0,07
Metolachlor	µg/l	1	1	100	0	0	0	0	0,08	0,08	0,08
Metazachlor	µg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-
Desethylatrazin	µg/l	27	10	37	3	11,1	2	7,4	< 0,02	0,09	0,18
Desisopropylatrazin	µg/l	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-
Desethylterbutylazin	µg/l	15	0	0	0	0	0	0	< 0,02	< 0,02	-
Propazin	µg/l	15	0	0	0	0	0	0	< 0,02	< 0,02	-
Bromacil	µg/l	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-
Hexazinon	µg/l	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-
Metalaxyl	µg/l	1	1	100	0	0	0	0	0,08	0,08	0,08
Diuron	µg/l	119	4	3,4	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	0,08
Isoproturon	µg/l	431	5	1,2	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	0,06
Diazinon	µg/l	431	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-
2,6-Dichlorbenzamid	µg/l	413	17	4,1	9	2,2	9	2,2	< 0,05	< 0,05	9,9
Dimethoat	µg/l	431	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-
Fenitrothion	µg/l	430	1	0,2	1	0,2	1	0,2	< 0,05	< 0,05	0,22
Malathion	µg/l	431	1	0,2	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	0,05
Parathion-Ethyl	µg/l	431	1	0,2	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	0,02
Pendimethalin	µg/l	431	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-
Sebutylazin	µg/l	431	4	0,9	1	0,2	1	0,2	< 0,05	< 0,05	0,16
Trifluralin	µg/l	431	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-

Hinweise siehe Anhang A6

### 3.8 Quellmeßnetz (QMN)

#### Meßnetzziel

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

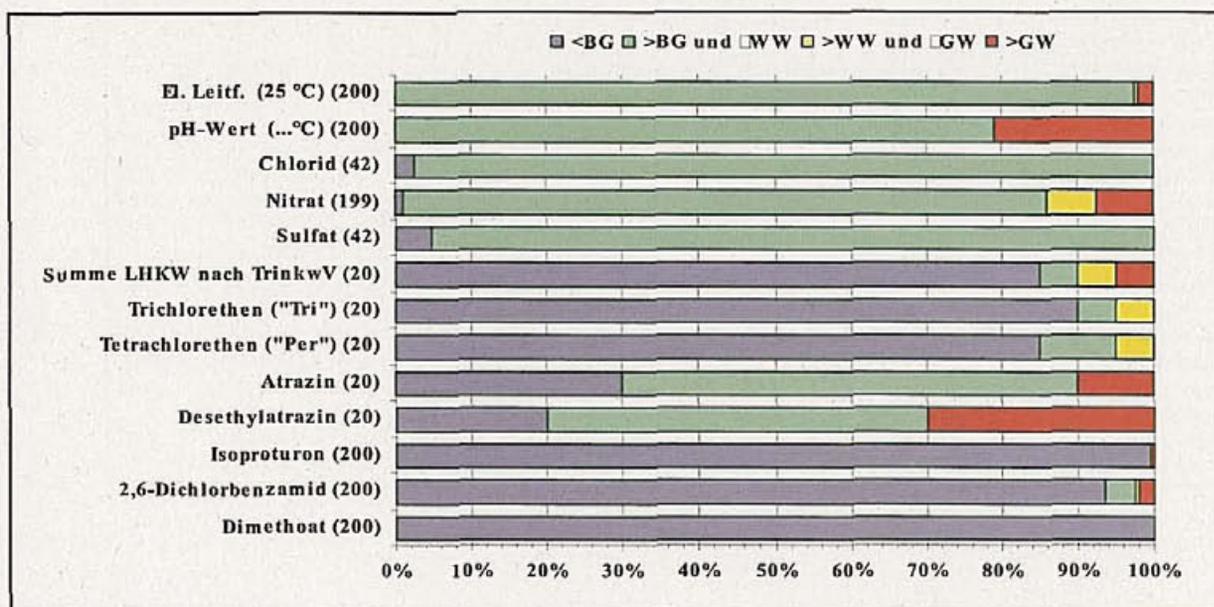


#### Datengrundlage

Beprobt wurden insgesamt 200 Quellen mit einem generellen Untersuchungsumfang von 15 Parametern. Auf weitere Parameter wurde nur an wenigen Meßstellen analysiert z.B. auf einige für die Bewertung der Versauerungsfolgen wichtige Schwermetalle.

#### Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Der Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes wird an 14,1 % der Meßstellen überschritten, der Grenzwert der TrinkwV an 7,5 % der Meßstellen.
- Bei den **PBSM** ergaben sich mehrere auffällige Positivbefunde nur beim Totalherbizid 2,6 Dichlorbenzamid und nur ein positiver Befund beim selektiven Herbizid Isoproturon. Die positiven 2,6 Dichlorbenzamid-Befunde sind an den betroffenen Meßstellen durch Nachbeprobungen abgesichert. In den Einzugsgebieten der betroffenen Meßstellen findet sich meist ein Nebeneinander von Landwirtschaft und Wald. Auf die landwirtschaftlichen Ursachen verweisen auch die z.T. hohen Nitratgehalte. Nach der Einzugsgebietsanalyse sind in zusätzlich je drei Fällen auch Emissionen aus PBSM - Applikationen auf Weinbau-, Gartenbau- und Siedlungsflächen möglich.
- Die anderen generell untersuchten Herbizide und Insektizide - u.a. Parathion-Ethyl (E 605) - sind erfreulicherweise nicht nachweisbar.



Ergebnisse 1997 : Baden-Württemberg QMN											
Parameter	Dim.	Anz.	> BG		> WW		> GW		P50 (Median)	P90	Maximum
		Mst.	Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	°C	200	200	100	0	0	0	0	9,5	11,3	14,1
El. Leitf. (25 °C)	mS/m	200	200	100	5	2,5	4	2	60,7	86,1	328
pH-Wert (...°C)		200	200	100	42	21	42	21	7,2	7,48	4,86/8,22
Säurekap. bis pH 4,3	mmol/l	42	42	100	-	-	-	-	1,02	6,03	6,85
Basekap. bis pH 8,2	mmol/l	42	42	100	-	-	-	-	0,58	1,08	1,3
Summe Erdalkalien (GH)	mmol/l	42	42	100	-	-	-	-	0,665	4,02	22
Sauerstoff	mg/l	200	199	99,5	-	-	-	-	9,5	10,55	12,4
DOC	mg/l	42	42	100	0	0	-	-	0,4	1	1,5
AOX	mg/l	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-
Calcium	mg/l	42	42	100	0	0	0	0	15,05	128	135
Magnesium	mg/l	42	42	100	1	2,4	0	0	3,65	30,3	41,3
Natrium	mg/l	42	42	100	0	0	0	0	2,75	9,6	13,3
Kalium	mg/l	42	42	100	0	0	0	0	1,1	1,8	2,6
Chlorid	mg/l	42	41	97,6	0	0	0	0	8,2	24	38,6
Ammonium	mg/l	60	22	36,7	0	0	0	0	< 0,01	0,02	0,02
Nitrat	mg/l	199	197	99	28	14,1	15	7,5	16	44	109
Nitrit	mg/l	18	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	-
Sulfat	mg/l	42	40	95,2	0	0	0	0	11,2	53	81,7
Ortho-Phosphat	mg/l	42	26	61,9	-	-	0	0	0,0395	0,24	0,45
Bor	mg/l	42	18	42,9	0	0	0	0	< 0,005	0,016	0,061
Aluminium	mg/l	42	28	66,7	2	4,8	1	2,4	0,008	0,057	0,377
Arsen	mg/l	42	25	59,5	1	2,4	1	2,4	0,0004	0,0015	0,0109
Blei	mg/l	42	1	2,4	0	0	0	0	< 0,0005	< 0,0005	0,0009
Cadmium	mg/l	42	0	0	0	0	0	0	< 0,0002	< 0,0002	-
Chrom. gesamt	mg/l	42	9	21,4	0	0	0	0	< 0,0005	0,0009	0,0026
Cyanid. gesamt	mg/l	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-
Fluorid	mg/l	42	30	71,4	0	0	0	0	0,05	0,18	0,8
Nickel	mg/l	42	22	52,4	0	0	0	0	0,0005	0,0013	0,0027
Quecksilber	mg/l	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-
Zink	mg/l	42	10	23,8	-	-	-	-	< 0,005	0,0078	0,045
Summe LHKW nach TrinkwV	mg/l	20	3	15	2	10	1	5	< 0,01	< 0,01	0,0578
1,1,1-Trichlorethan	mg/l	20	1	5	0	0	-	-	< 0,0001	< 0,0001	0,0002
Trichlorethen ("Tri")	mg/l	20	2	10	1	5	-	-	< 0,0001	0,00085	0,057
Tetrachlorethen ("Per")	mg/l	20	3	15	1	5	-	-	< 0,0001	0,0005	0,0085
Dichlormethan	mg/l	20	0	0	0	0	-	-	< 0,01	< 0,01	-
Tetrachlormethan	mg/l	20	0	0	0	0	0	0	< 0,0001	< 0,0001	-
cis-1,2-Dichlorethen	mg/l	20	0	0	0	0	-	-	< 0,01	< 0,01	-
KW, gelöst und emulgiert	mg/l	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-
Atrazin	µg/l	20	14	70	2	10	2	10	0,02	0,1	0,13
Simazin	µg/l	20	1	5	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	0,01
Terbutylazin	µg/l	21	1	4,8	0	0	0	0	< 0,01	< 0,02	0,02
Metolachlor	µg/l	20	0	0	0	0	0	0	< 0,03	< 0,05	-
Metazachlor	µg/l	20	0	0	0	0	0	0	< 0,015	< 0,05	-
Desethylatrazin	µg/l	20	16	80	6	30	6	30	0,05	0,205	0,35
Desisopropylatrazin	µg/l	20	0	0	0	0	0	0	< 0,03	< 0,05	-
Desethylterbutylazin	µg/l	20	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,035	-
Propazin	µg/l	20	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,035	-
Bromacil	µg/l	20	0	0	0	0	0	0	< 0,03	< 0,05	-
Hexazinon	µg/l	20	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,035	-
Metalaxyl	µg/l	21	1	4,8	0	0	0	0	< 0,01	< 0,05	0,02
Diuron	µg/l	44	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-
Isoproturon	µg/l	200	1	0,5	1	0,5	1	0,5	< 0,05	< 0,05	0,24
Diazinon	µg/l	200	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-
2,6-Dichlorbenzamid	µg/l	200	13	6,5	5	2,5	4	2	< 0,05	< 0,05	0,31
Dimethoat	µg/l	200	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-
Fenitrothion	µg/l	200	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-
Malathion	µg/l	200	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-
Parathion-Ethyl	µg/l	200	0	0	0	0	0	0	< 0,02	< 0,05	-
Pendimethalin	µg/l	200	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,05	-
Sebutylazin	µg/l	200	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,02	-
Trifluralin	µg/l	200	0	0	0	0	0	0	< 0,02	< 0,05	-

Hinweise siehe Anhang A6

## 4 Ausblick

### Meßnetzbetrieb

Die Rahmenbedingungen für den Meßnetzbetrieb haben sich nicht geändert. Deshalb muß auch im kommenden Jahr der auf fünf Jahre gestreckte Beprobungsumfang beibehalten werden, wobei nach wie vor in vielen Fällen umfangreichere Meßprogramme wünschenswert bleiben, um die Konsistenz der Datenreihen zu erreichen.

Nachdem bereits zweimal der Schwerpunkt auf der Erfassung von Beeinträchtigungen durch Agrochemikalien lag, wird gemäß dem "Rahmenkonzept Grundwassermeßnetz" auch den anderen Bereichen durch entsprechende Gestaltung der Meßprogramme wieder verstärkte Aufmerksamkeit gewidmet werden müssen. Daneben werden die Controlling-Programme, vor allem das SchALVO-Programm, im vorgesehenen Umfang weitergeführt, um detailliertere Aussagen zur Auswirkung der SchALVO im Grundwasser zu ermöglichen.

Im Grundwasserstandsmeßnetz steht die Umsetzung der Ergebnisse der Meßnetzoptimierung im Vordergrund.

Im Jahr 1998 soll außerdem die Einrichtung von Meßstellen zur Beobachtung der tiefen Grundwasservorkommen intensiviert werden.

### Qualitätsverbesserung

Die wichtigsten Möglichkeiten zur Verbesserung der Informationsgewinnung für einen effizienten Grundwasserschutz liegen weiterhin in einer Vervollständigung der Meßstellenbeschreibungen und der Integration zusätzlicher Datenbestände.

Deshalb werden auch im kommenden Jahr die Meßstellenüberprüfungen, Erhebungen, etc. gezielt weitergeführt. Auch die hydrogeologische Bearbeitung der Meßstellen durch das Geologische Landesamt zur Abgrenzung der Eintragsgebiete, Erfassung von Informationen zur Landnutzung, Hydrogeologie usw. erfolgt weiterhin.

Durch den Abgleich mit den Probennahmestellen der Trinkwasser-Datenbank stehen künftig auch die Daten aus der routinemäßigen Trinkwasserüberwachung zur Verfügung.

Neben der Datengewinnung ist zur Verbesserung der Möglichkeiten, aus den Daten gesicherte Aussagen zu erhalten, die Weiterentwicklung der Auswerteverfahren und -möglichkeiten vorrangig. Das Cluster-Verfahren aus dem ZEUS-Arbeitsplatz hat sich bereits bei der Optimierung des Grundwasserstandsmeßnetzes bewährt. Auch die anderen Verfahren im ZEUS-Arbeitsplatz werden verstärkt für die Erfüllung der Berichtspflichten, insbesondere für die SchALVO-Berichterstattung, genutzt. Dafür stehen jetzt auch nicht-parametrische Verfahren zur Trenderkennung zur Verfügung, mit denen statistisch gesicherte Aussagen auch für nicht-normal-verteilte Datensätze gemacht werden können.

Nach umfangreichen Entwicklungsarbeiten an der Universität Stuttgart kann nun auch ein getestetes Verfahren zur Regionalisierung der Meßergebnisse eingesetzt werden. Weitere methodische Arbeiten werden vorangetrieben.

Das Labordatenübertragungssystem LABDÜS 2.0 wird in diesem Jahr bei den chemischen Laboratorien für die Anwendung unter Windows 95/Windows NT eingeführt. Für Laboratorien, die mit einem LIMS (Labordateninformations- und managementsystem) arbeiten, wird eine Schnittstellenbeschreibung zur Verfügung gestellt. LABDÜS 2.0 wurde für den Benutzer so weit wie möglich vereinheitlicht. Es wurde um weitere Bereiche von Umweltmeßwerten er-

weitert und kann dadurch von zahlreichen Dienststellen der Landesverwaltung und auf kommunaler Ebene eingesetzt werden.

Das Projekt „Abgleich Entnahmestellen Trinkwasserdatenbank der Gesundheitsverwaltung und Probennahmestellen der Grundwasserdatenbank bei der LfU“ mit dem Ziel, routinemäßig Grundwasserdaten unter Verwendung von LABDÜS 2.0 austauschen zu können, wird in den noch ausstehenden drei Regierungsbezirken weitergeführt. Der Abgleich im Regierungsbezirk Stuttgart ergab eine Übereinstimmung von rund 50 %.

## 5 Literaturverzeichnis

(berücksichtigt wurden die Veröffentlichungen der letzten 5 Jahre)

### Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg - Ergebnisse

LfU, 1993

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: "Die Grundwasserstände 1993", Karlsruhe, 1993.

LfU, 1993

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: "Grundwasserüberwachungsprogramm - Ergebnisse der Beprobung 1992", Karlsruhe, 1993.

LfU, 1993

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: "Grundwasserüberwachungsprogramm - Beprobung von Grundwasser: Literaturstudie-", Karlsruhe, 1993.

LfU, 1994

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: "Grundwasserüberwachungsprogramm - Geogen geprägte Hintergrundbeschaffenheit - Ergebnisse aus dem Basismeßnetz", Karlsruhe, 1994.

LfU, 1994

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: "Grundwasserüberwachungsprogramm - Ergebnisse der Beprobung 1993", Karlsruhe, 1994.

LfU, 1994

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Auswirkungen saurer Niederschläge auf Böden und Gewässer“, Karlsruhe, 1994.

Keim, 1994

Keim, B., Barczewski, B., Juraschek, M., „Überwachung von Wasserbeschaffenheit und Schüttung von Quellen - Aufbau der Pilotmeßstationen und erste Ergebnisse aus dem Quellmeßnetz in Baden-Württemberg“, Wasserwirtschaft 84, 250-255, 1994.

LfU, 1995

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: "Grundwasserüberwachungs-

programm - Ergebnisse der Beprobung 1994", Karlsruhe, 1995.

LfU, 1996

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: "Grundwasserüberwachungsprogramm - Ergebnisse der Beprobung 1995", Karlsruhe 1996.

LfU, 1996

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: "Handbuch Wasser 3 - Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg: Rahmenkonzept Grundwassermeßnetz", Karlsruhe, 1996.

LfU, 1996

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: "Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg: Unsere Grundwasservorräte im Frühjahr 1996", Karlsruhe, 1996.

LfU, 1997

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Handbuch Wasser 3 – Grundwasserüberwachungsprogramm – Ergebnisse der Beprobung 1996“, Karlsruhe 1997.

LfU, 1997

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg. Einfluß der Probenahme auf die Ergebnisse von LHKW-Befunden“, Karlsruhe, 1997.

UVM/LfU, 1997

Handbuch Wasser 2 – Kapitel 2.4 Arbeitsanleitung für den Gewässerkundlichen Dienst, 2.4.7.5 Grundwasserbeschaffenheitsmeßnetz – Anleitung zur Probenahme von Grund-, Roh- und Trinkwasser, 1997.

Bardossy, A., Haberlandt, U., Grimm-Strele, J., „Regional scales of groundwater quality parameters and their dependence on geology and land use. In: Groundwater and Subsurface Remediation, Ed. Kobus, H., Barczewski, B., Koschitzky, H.-P., Springer-Verlag, 195-204

Bardossy, A., Haberlandt, U., Grimm-Strele, J., „Interpretation of groundwater quality parameters using additional information“. In: geoenvi I – Geostatistics for Environmental Applications, Kluwer Academic Publishers 1997, ISBN 0-7923-4590-8

## **Fachspezifische EDV- Anwendungen**

FAW, 1993

Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung an der Universität Ulm: "Das Forschungsprojekt ZEUS II - Methodenbank Grundwassergütemeßnetzplanung", Ulm, 1993.

FAW, 1994

Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung an der Universität Ulm: "Das Forschungsprojekt ZEUS II - Methodenbank Grundwassergütemeßnetzplanung - 2. überarbeitete Auflage", Ulm, 1994.

FAW, 1995

Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung an der Universität Ulm: "ZEUS-Einführung in der LfU - Abschlußbericht", Ulm, 1995.

ISB, 1994

ISB Institut für Software-Entwicklung und EDV-Beratung GmbH: "Dokumentation für die Integration der Grundwasseranforderungen in die Arbeitsdatei (KIWI)", Karlsruhe, 1994.

Möhle, 1994

Möhle, K., Grimm-Strele, J.: "Grundwasserüberwachung in Baden-Württemberg- Die Grundwasserdatenbank des Landes", Wasserwirtschaft 84, 390-394, 1994.

Schuhmann, 1996

Schuhmann, D: "Die Methodenbank ZEUS - Ein Werkzeug zur Planung von Grundwassermeßnetzen und für die Auswertung der Meßergebnisse", WasserSpiegel 1, 1996.

ISB, 1997

ISB Institut für Software-Entwicklung und EDV-Beratung GmbH: "Dokumentation Grundwasserdatenbank - Band I: Programmdokumentation", Karlsruhe, 1997.

ISB, 1997

ISB Institut für Software-Entwicklung und EDV-Beratung GmbH: "Dokumentation Grundwasserdatenbank - Band II: Benutzerhandbuch", Karlsruhe, 1997.

IITB 1997

Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung: Machbarkeitsstudie „Objektorientierter Zugriff auf Grundwasserdaten“, Karlsruhe, 1997.

IITB 1998

Fraunhofer-Institut für Information- und Datenverarbeitung: Teststellung zur Studie „Objektorientierter Zugriff auf Grundwasserdaten“, Karlsruhe, 1998.

## Anhang

### A1 Meßstellenarten

Für die Auswertung werden die Meßstellen nach Nutzung bzw. potentiellen Emittenten im Einzugsgebiet zusammengefaßt. Damit ergeben sich folgende Meßstellenarten, die überwiegend in den betreffenden Teilmeßnetzen zusammengefaßt sind:

- Alle = alle Meßstellen in allen Meßnetzen
- BMN = Meßstellen des Basismeßnetzes
- RW = Rohwassermessstellen der öffentlichen Wasserversorgung
- VF = Vorfeldmessstellen
- EL = Emittentenmessstellen Landwirtschaft
- EI = Emittentenmessstellen Industrie
- ES = Emittentenmessstellen Siedlung
- SE = sonstige Emittentenmessstellen
- QMN = Meßstellen des Quellmeßnetzes

### A2 Meßprogramme

#### Meßprogramm „Vor Ort“

Farbe-qualitativ, Trübung-qualitativ, Geruch- qualitativ, Temperatur, Elektrische Leitfähigkeit (bei 25°C), pH-Wert (bei ...°C), Sauerstoff, Sauerstoffsättigung

#### Meßprogramm "Versauerung"

Farbe-qualitativ, Trübung-qualitativ, Geruch-qualitativ, Temperatur, Elektrische Leitfähigkeit (bei 25°C), pH-Wert (bei ...°C), Sauerstoff, Trübung TE/F, Farbe/SAK-436, Säurekapazität bis pH 4,3 (bei ...°C), Basekapazität bis pH 8,2 (bei ... °C), Summe Erdalkalien (Gesamthärte), SAK-254, DOC, Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium, Ammonium, Eisen-gesamt, Mangan-gesamt, Chlorid, Nitrat, Sulfat, Ortho-Phosphat, Bor, Fluorid, SiO<sub>2</sub>, Aluminium, Arsen, Blei, Cadmium, Nickel, Zink, Kupfer, Barium

#### Meßprogramm "N"

Nitrat, Nitrit, Ammonium

#### Meßprogramm "LHKW"

Trichlormethan, 1,1,1-Trichlorethan, Trichlorethen, Tetrachlorethen, Dichlormethan, Tetrachlormethan, cis-1,2-Dichlorethen

#### Meßprogramm "PBSM-1"

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

#### Meßprogramm "PBSM-8-A"

Diazinon, 2,6-Dichlorbenzamid, Dimethoat, Fenitrothion, Isoproturon, Malathion, Parathion-Ethyl, Pendimethalin, Sebutylazin, Trifluralin

#### Meßprogramm "SM"

Arsen, Blei, Cadmium, Chrom-gesamt, Nickel, Zink, Kupfer, Quecksilber

## A3 Statistische Verfahren

### A3.1 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 von Interesse ist.
- 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.

### A3.2 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), 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).

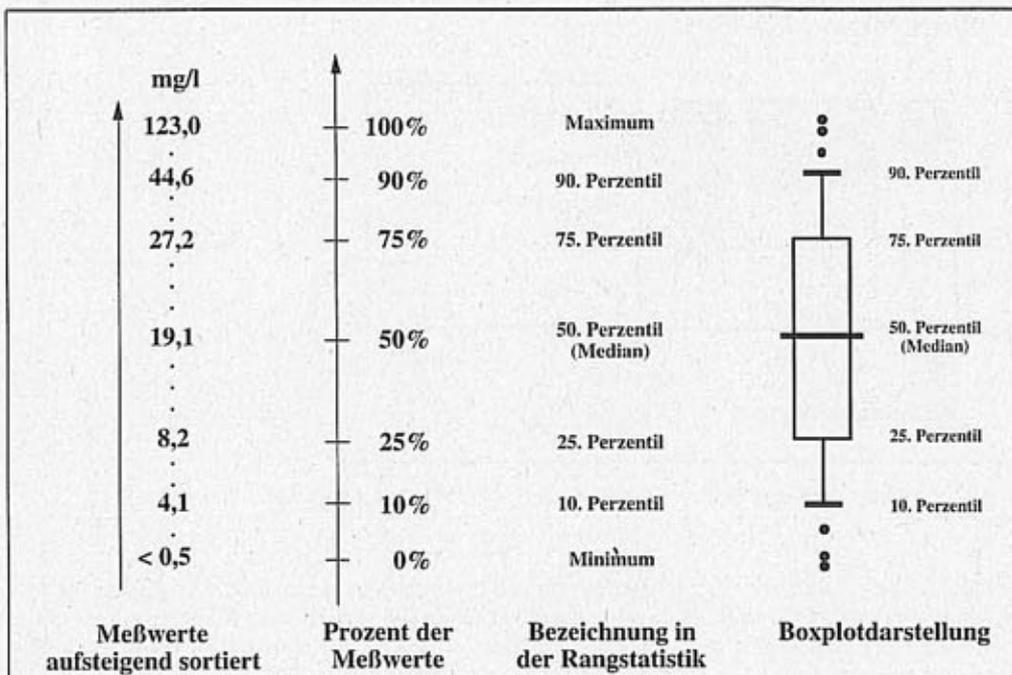


Abb. A1: Beispiel für die Rangstatistik und die Boxplotdarstellung

### A3.3 Zeitreihenstatistik: Trends an Einzelmessstellen

Ein erster vereinfachter Ansatz beruht darauf, durch die vorliegenden Daten eine Trendgerade zu legen. Mathematisch erfolgt dies durch die Methode der linearen Regression.

Zur Beurteilung, ob die berechnete Trendgerade auch statistisch aussagekräftig ist, wird ein Prüfwert berechnet, der mit einem Tabellenwert verglichen wird. Die "Schärfe" der Aussage läßt sich durch unterschiedliche "Signifikanzniveaus" steuern. Für jedes Signifikanzniveau (z.B. 90%, 95% etc.) gilt eine eigene Tabelle. Ist der ermittelte Prüfwert größer als der Tabellenwert, ist die Geradensteigung z.B. mit 90 %iger Sicherheit von Null verschieden und der Trend ist signifikant.

Ein Beispiel für den Einfluß der Signifikanzniveaus 70, 90, 95 und 99 % auf die Zahl der Meßstellen, für die eine eindeutige Trendaussage bzw. keine Trendaussage möglich ist, zeigt Abb. A2. Verwendet wurden Nitratdaten aus dem Basismessnetz aus 10 Jahren (1985-1994). Falls vorhanden, wurden auch Meßwerte verwendet, die als sogenannte "historische" Daten nacherhoben wurden.

Typische Beispiele für Regressionsgeraden sind in Abb. A3 zusammengestellt:

1. Die Regressionsgerade ergibt einen statistisch gesicherten **positiven Trend**, d.h. zunehmende Konzentration (Abb. A3, Beispiele A und B).
2. Die Regressionsgerade ergibt einen statistisch gesicherten **negativen Trend**, d.h. abnehmende Konzentration (Abb. A3, Beispiel C).
3. Die Berechnung der Regressionsgeraden ist mit Einschränkungen verbunden, die **keine statistisch gesicherte Aussage** zulassen (Abb. A3, Beispiel D).
4. Die Zahl der Meßwerte ist zu gering, damit läßt sich **keine Aussage** treffen. Dies trifft auf Meßstellen zu, die neu in das Messnetz aufgenommen wurden und für die damit z.B. erst drei Meßwerte vorliegen (Abb. A3, Beispiel E).
5. Aufgrund des hohen Anteils von Werten  $<BG$ , teilweise auch mit unterschiedlichen BG ist **keine Trendaussage** möglich. Dies betrifft z.B. Meßstellen in reduzierten Grundwasserleitern, wo die Nitratkonzentrationen unter der BG oder im Bereich der BG liegen (Abb. A3, Beispiel F).

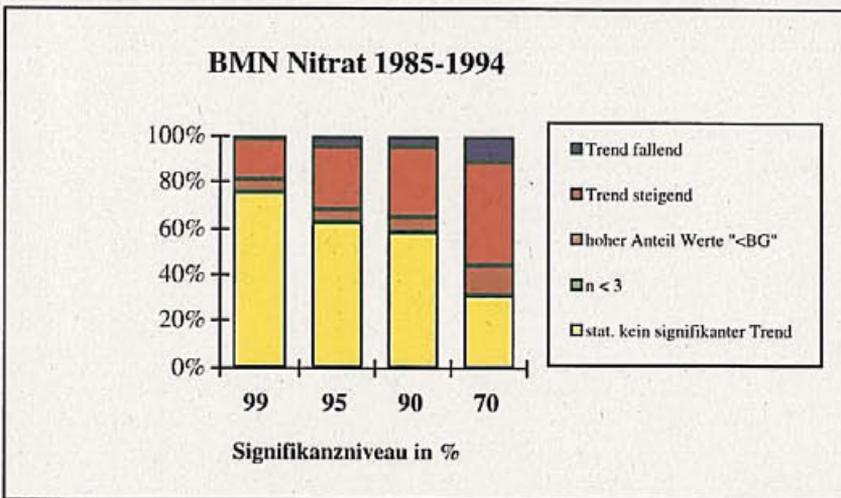
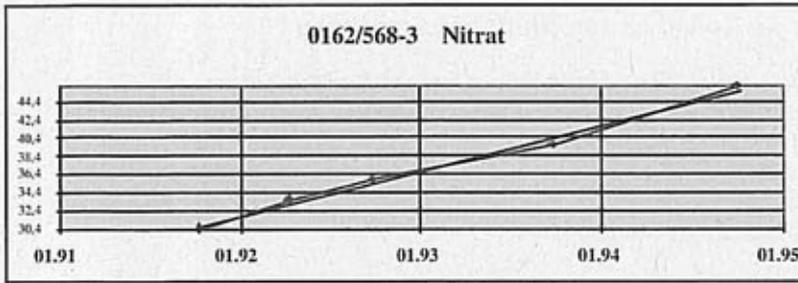
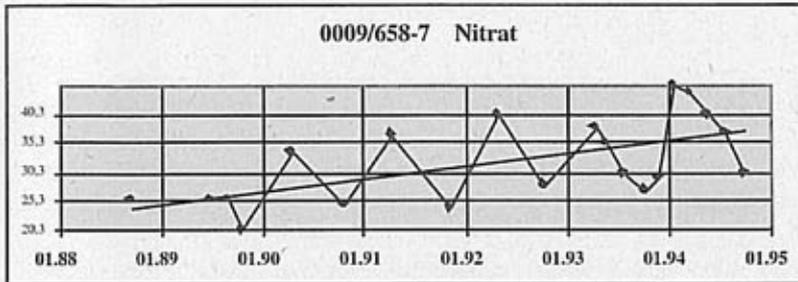


Abb. A2: Abhängigkeit der Anteile Trend / kein Trend vom Signifikanzniveau

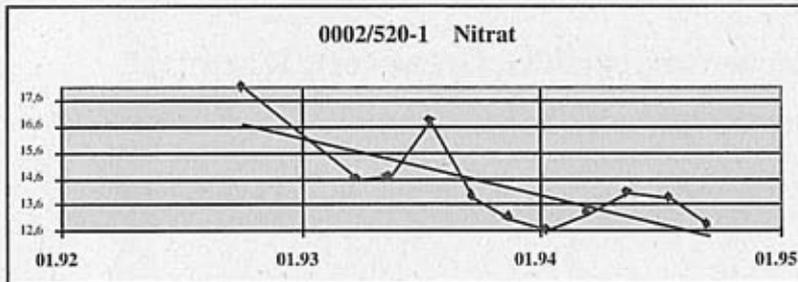
Abb. A2 zeigt beispielhaft, daß die Zahl der Meßstellen, für die eine statistisch gesicherte Trendaussage möglich ist, um so kleiner wird, je höher das Signifikanzniveau angesetzt wird. Ein brauchbarer Kompromiß ist das Signifikanzniveau 90 %, da die Trendaussage einerseits "einigermaßen" sicher ist, andererseits die Zahl der Meßstellen nicht zu klein wird.



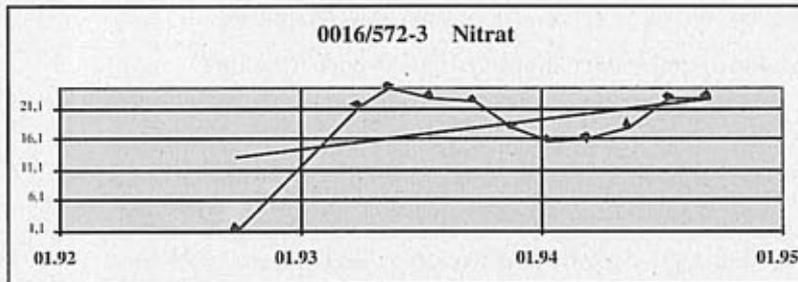
**A:** Trendaussage nach Rechenverfahren statistisch sicher:  
Trend eindeutig, die wenigen Meßwerte streuen kaum



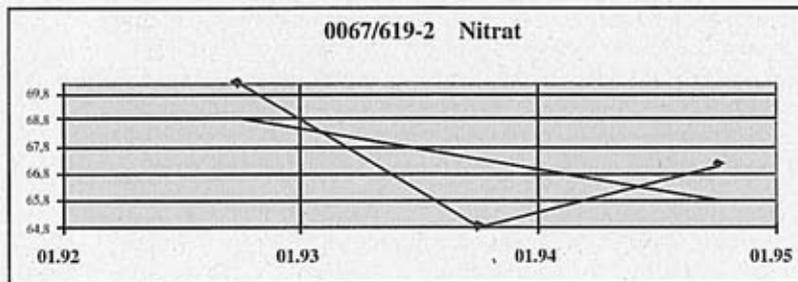
**B:** Trendaussage nach Rechenverfahren statistisch sicher:  
Zwar periodische Streuung der Meßwerte, jedoch ist die Trendaussage aufgrund der zahlreichen Meßwerte eindeutig.



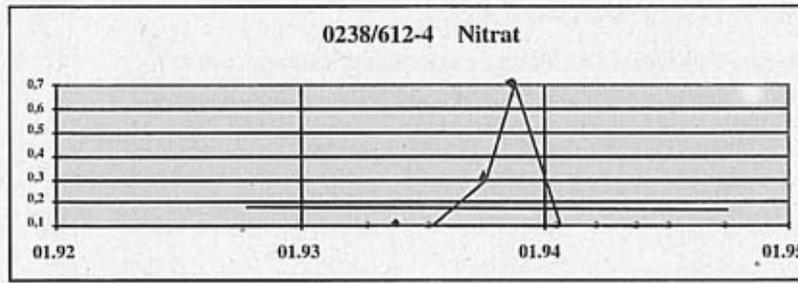
**C:** Trendaussage nach Rechenverfahren statistisch sicher:  
Zwar starke Streuung der Meßwerte, jedoch ist die Trendaussage aufgrund der zahlreichen Meßwerte eindeutig.



**D:** Trendaussage nach Rechenverfahren statistisch nicht sicher:  
Trend nicht eindeutig, da Meßwerteverlauf nicht eindeutig.



**E:** Trendaussage nach Rechenverfahren statistisch nicht sicher:  
Trend nicht eindeutig, zu wenige Meßwerte, die zudem noch stark streuen.



**F:** Trendaussage nach Rechenverfahren statistisch nicht sicher:  
Trend nicht eindeutig, Mehrzahl der Meßwerte "<BG" (in Abb. als "x"), nur wenige Meßwerte mit positivem Befund

Abb. A3: Beispiele für die Signifikanz der Trendaussagen.

### A3.4 Zeitreihenstatistik: Trends an konsistenten Meßstellengruppen

Soll der Trend nicht für einzelne Meßstellen, sondern für ganze Gruppen von Meßstellen beschrieben werden, muß es sich aus Gründen der Vergleichbarkeit hierbei um immer die gleichen Meßstellen handeln (konsistente Meßstellengruppen). Im betrachteten Zeitraum muß aus jedem Jahr mindestens ein Meßwert vorliegen. Um keine Verzerrungen durch jahreszeitliche Schwankungen zu erhalten, werden nur die Meßwerte der Monate September bis November herangezogen. In diesem Zeitraum findet immer die Herbstbeprobung statt. Liegen innerhalb dieses Zeitfensters mehrere Analysen vor, wird der Medianwert berechnet.

1. 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 und tabelliert oder graphisch in Form von Boxplots dargestellt.
2. Bei **Spurenstoffen** führt die Anwendung von Boxplots 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“. Dadurch fallen im Boxplot Medianwert und 25. Perzentil zusammen und damit sind Veränderungen nicht erkennbar. 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.

Zu weiteren Differenzierung werden die fallenden und die steigenden Trends in Größenklassen eingeteilt. Die Lage des Konzentrationsniveaus wird zunächst nicht berücksichtigt. Anwendbar ist dieses Verfahren nur auf Parameter, die fast immer positive Befunde, d.h. Werte „> Bestimmungsgrenze“, aufweisen.

### A4 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" und "Summe PAK nach TrinkwV"**

Für die Ermittlung der "Summe LHKW nach TrinkwV" und "Summe PAK nach TrinkwV" gibt es keine allgemeingültige Rechenvorschrift. Der Parameter „**Summe LHKW nach TrinkwV**“ wird definitionsgemäß aus der Summe der Stoffe 1,1,1,-Trichlorethan, Trichlorethen, Tetrachlorethen und Dichlormethan gebildet. Entsprechend Trinkwasserverordnung 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 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.

**Tabelle A1:** Rechenvorschrift für die Summenbildung der LHKW in der Grundwasserdatenbank BW

	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	< 0,0200	< 0,0200	< 0,0200	0,0780
Summe LHKW nach TrinkwV	< 0,0200	0,0052	0,0054	0,1505

**Tabelle A2:** Anlässlich der Beprobung 1997 häufig auftretende Bestimmungsgrenzen sowie Warnwerte (WW) des Grundwasserüberwachungsprogrammes und Grenzwerte (GW) nach Trinkwasserverordnung vom 05.12.1990 (Hinweise siehe nächste Seite).

Parameter	Dimension	Anz. Mst. Mw<BG	Bestimmungsgrenzen *	Warnwert	Grenzwert
Temperatur	°C	0	entfällt	20	25
El. Leitf. (25 °C)	mS/m	0	entfällt	160,0	200,0
pH-Wert (...°C)	-	0	entfällt	6,5 / 9,5	6,5 / 9,5
Säurekap. bis pH 4,3	mmol/l	0	entfällt	-	-
Basekap. bis pH 8,2	mmol/l	1	0,05	-	-
Summe Erdalkalien (GH)	mmol/l	0	entfällt	-	-
Sauerstoff	mg/l	92	0,1 / 0,2 / <u>0,5</u>	-	-
DOC	mg/l	52	<u>0,1</u> / <u>0,2</u> / 0,5	3,0	-
AOX	mg/l	357	<u>0,005</u> / <u>0,01</u>	0,05	-
Calcium	mg/l	0	entfällt	320,0	400,0
Magnesium	mg/l	0	entfällt	40,0	50,0
Natrium	mg/l	0	entfällt	120,0	150,0
Kalium	mg/l	9	<u>0,1</u> / <u>0,5</u>	10,00	12,00
Chlorid	mg/l	8	1,0 / <u>5,0</u>	200,0	250,0
Ammonium	mg/l	849	0,003 / 0,005 / <u>0,01</u>	0,4	0,5
Nitrat	mg/l	150	0,1 / 0,4 / <u>0,5</u>	40,0	50,0
Nitrit	mg/l	1085	<u>0,01</u> / <u>0,05</u>	0,08	0,1
Sulfat	mg/l	2	<u>2,0</u>	240,0	240,0
Ortho-Phosphat	mg/l	233	0,003 / 0,005 / 0,01 / 0,02 / <u>0,03</u> / 0,05 / 0,1	-	6,700
Bor	mg/l	260	0,005 / 0,01 / <u>0,02</u> / 0,03	0,100	1,000
Aluminium	mg/l	218	0,003 / <u>0,005</u> / 0,01	0,16	0,2
Arsen	mg/l	361	0,0002 / <u>0,0005</u> / 0,001 / 0,005	0,008	0,01
Blei	mg/l	657	<u>0,0005</u> / 0,001 / <u>0,002</u> / 0,003 / 0,005	0,02	0,04
Cadmium	mg/l	712	0,0001 / <u>0,0002</u> / 0,0005	0,002	0,005
Chrom, gesamt	mg/l	511	<u>0,0005</u> / <u>0,001</u> / 0,005	0,01	0,05
Cyanid, gesamt	mg/l	399	0,002 / <u>0,0005</u> / 0,01	0,01	0,05
Fluorid	mg/l	122	<u>0,05</u> / 0,1 / 0,15 / 0,2	1,2	1,5
Nickel	mg/l	451	<u>0,0005</u> / <u>0,001</u> / 0,002 / 0,003 / 0,005	0,04	0,05
Quecksilber	mg/l	401	0,00005 / <u>0,0001</u> / 0,0002	0,0008	0,001
Zink	mg/l	120	<u>0,005</u> / 0,01 / 0,02 / 0,05	-	-
Summe LHKW nach TrinkwV	mg/l	531	entfällt	0,008	0,010
1,1,1-Trichlorethan	mg/l	688	<u>0,0001</u> / 0,005 / 0,001	0,005	-
Trichlorethen ("Tri")	mg/l	606	<u>0,0001</u> / 0,0002 / 0,0005 / 0,001	0,005	-
Tetrachlorethen ("Per")	mg/l	568	<u>0,0001</u> / 0,0002 / 0,0005 / 0,001	0,005	-
Dichlormethan	mg/l	730	0,001 / 0,002 / 0,005 / 0,008 / <u>0,01</u> / 0,02	<u>0,020</u>	-
Tetrachlormethan	mg/l	722	<u>0,0001</u> / 0,0002 / 0,0005 / 0,001	0,0024	0,003
cis-1,2-Dichlorethen	mg/l	480	0,001 / 0,005 / <u>0,01</u> / 0,015 / 0,02	<u>0,020</u>	-
KW, gelöst und emulgiert	mg/l	58	<u>0,01</u> / <u>0,02</u> / 0,05	-	0,01
Atrazin	µg/l	502	<u>0,01</u> / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,08	0,1
Simazin	µg/l	522	<u>0,01</u> / <u>0,02</u> / 0,03 / 0,05	0,08	0,1
Terbutylazin	µg/l	565	<u>0,01</u> / <u>0,02</u> / 0,03 / 0,05	0,08	0,1
Metolachlor	µg/l	490	<u>0,01</u> / 0,02 / <u>0,05</u> / 0,1	0,08	0,1
Metazachlor	µg/l	482	0,01 / 0,02 / 0,03 / <u>0,05</u>	0,08	0,1
Desethylatrazin	µg/l	435	<u>0,01</u> / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,08	0,1
Desisopropylatrazin	µg/l	405	0,01 / 0,02 / 0,03 / <u>0,05</u> / 0,1	0,08	0,1
Desethylterbutylazin	µg/l	462	<u>0,01</u> / <u>0,02</u> / 0,03 / <u>0,05</u>	0,08	0,1
Propazin	µg/l	449	<u>0,01</u> / <u>0,02</u> / 0,05	0,08	0,1
Bromacil	µg/l	251	<u>0,01</u> / 0,02 / <u>0,05</u>	0,08	0,1
Hexazinon	µg/l	282	<u>0,01</u> / <u>0,02</u> / 0,05 / 0,1	0,08	0,1
Metalaxyl	µg/l	215	0,01 / 0,02 / 0,05 / 0,1	0,08	0,1
Diuron	µg/l	572	0,01 / 0,02 / 0,04 / <u>0,05</u>	0,08	0,1
Isoproturon	µg/l	2179	0,01 / 0,02 / <u>0,05</u>	0,08	0,1
Diazinon	µg/l	2207	0,01 / 0,02 / <u>0,05</u>	0,08	0,1
2,6-Dichlorbenzamid	µg/l	1992	0,01 / 0,02 / 0,04 / <u>0,05</u>	0,08	0,1
Dimethoat	µg/l	2187	0,01 / 0,02 / <u>0,05</u>	0,08	0,1
Fenitrothion	µg/l	2162	0,01 / 0,02 / <u>0,05</u>	0,08	0,1
Malathion	µg/l	2170	0,01 / 0,02 / <u>0,05</u>	0,08	0,1
Parathion-Ethyl	µg/l	2194	0,01 / 0,02 / <u>0,05</u>	0,08	0,1
Pendimethalin	µg/l	2218	0,01 / 0,02 / <u>0,05</u>	0,08	0,1
Sebutylazin	µg/l	2200	0,01 / <u>0,02</u> / <u>0,05</u>	0,08	0,1
Trifluralin	µg/l	2153	0,01 / 0,02 / <u>0,05</u>	0,08	0,1

### Hinweise zu Tabelle A2:

\* Bestimmungsgrenzen, die in weniger als 3 % der Fälle auftraten, sind nicht berücksichtigt, Bestimmungsgrenzen, die in mehr als 30 % der Fälle auftraten, sind fett gedruckt. Die im Grundwasserüberwachungsprogramm geforderten Mindestbestimmungsgrenzen sind unterstrichen. Die Anzahl der vorkommenden Werte ">BG" ergibt sich aus der statistischen Übersicht des Gesamtmeßnetzes Kapitel 4.1.

Bei Angabe "-": 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.
- Warnwerte (WW) wurden im Rahmen des Grundwasserüberwachungsprogrammes 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.

## A5 Darstellung von Konzentrationen in Karten

Für die **Kartendarstellungen** werden je nach Meßstellenart unterschiedliche Symbole verwendet. Die gemessenen Konzentrationen werden in Klassen eingeteilt. Pro Karte werden in der Regel vier aus den nachfolgend genannten sechs Klassen verwendet. Für die verschiedenen Konzentrationsklassen gilt folgende Farbcodierung:

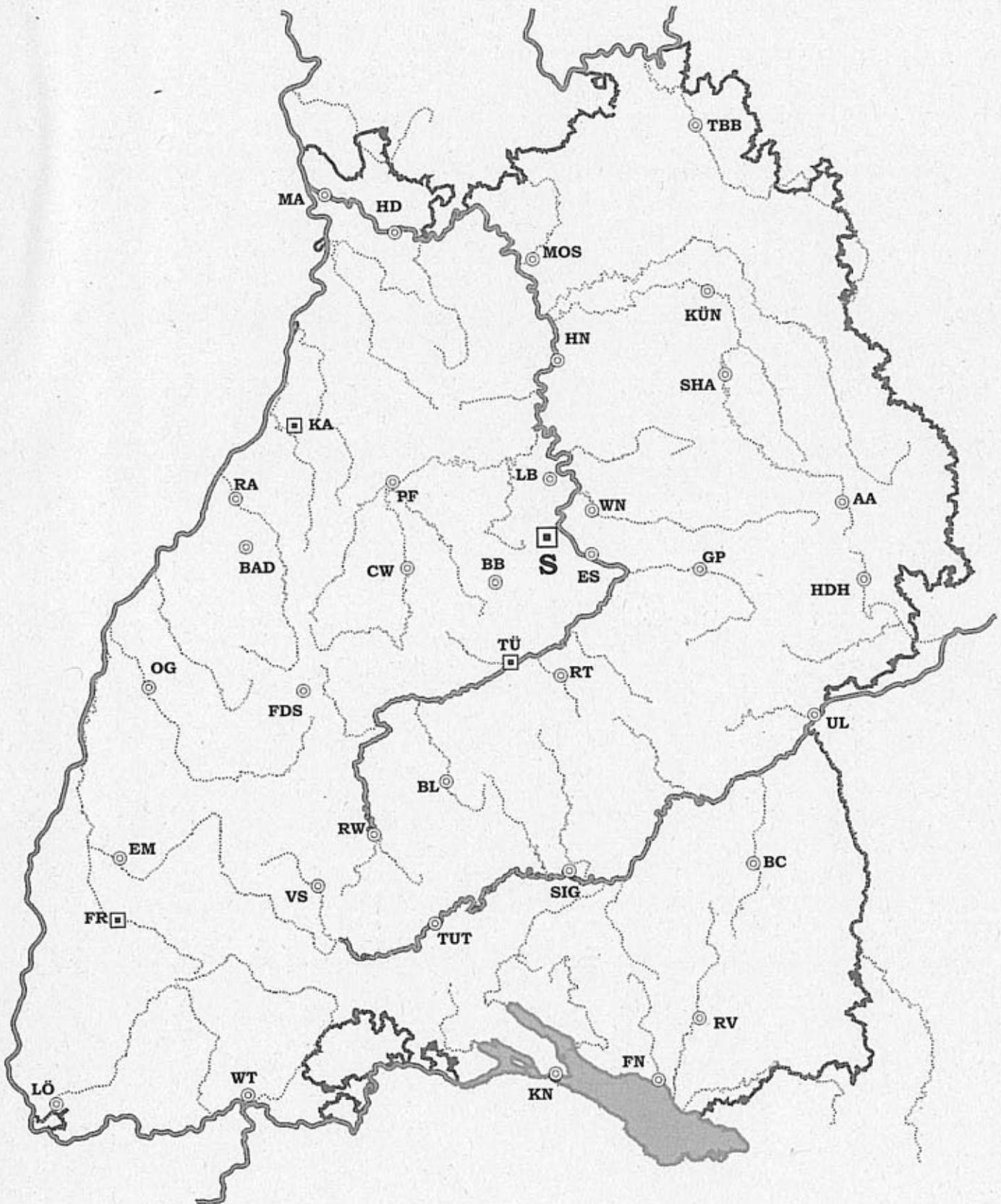
- **hellblau** = geogene Hintergrundbeschaffenheit oder bei grundwasserfremden Stoffen Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze
- **dunkelblau** = Konzentrationen bis etwas oberhalb der Hintergrundbeschaffenheit oder bei grundwasserfremden Stoffen geringe ubiquitäre Beeinflussungen.
- **grün** = Konzentrationen merklich oberhalb der Hintergrundbeschaffenheit oder bei grundwasserfremden Stoffen geringfügig erhöhte Konzentrationen
- **gelb** = Überschreitung des Warnwertes des Grundwasserüberwachungsprogrammes bzw. deutlich erhöhte Konzentrationen
- **rot** = Überschreitung des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung bzw. stark erhöhte Konzentrationen
- **violett** = Konzentrationen weit über dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung bzw. dem Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes (bei pH-Wert: unterhalb des Grenzwertes/Warnwertes von 6,5)

Aus der Klassenzuordnung ergibt sich keine automatische Bewertung der Grundwasserbeschaffenheit, so daß sich auch kein unmittelbarer Handlungsbedarf aus der Einstufung in diese Klassen ableitet.

## A6 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 "0,03 µg/l" als positiver Befund, andererseits ein Wert "< 0,05 " µg/l" als negativer Befund betrachtet wird.

# A7 Kopiervorlage zur Erstellung einer Orientierungsfolie für die Konzentrationskarten









LANDESANSTALT FÜR  
UMWELTSCHUTZ  
BADEN-WÜRTTEMBERG