

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg

Grundwasserüberwachungs- programm

Ergebnisse der Beprobung 1991



Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg

GRUNDWASSERÜBERWACHUNGSPROGRAMM

Ergebnisse der Beprobung 1991

**Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt
Baden-Württemberg**

Karlsruhe, Juni 1992

Impressum

Herausgeber und Bezug:

Landesanstalt für Umweltschutz
Baden-Württemberg
Abteilung 4 - Wasser -
Griesbachstr. 3
7500 Karlsruhe 21

Bearbeitung:

Projektgruppe Grundwasserbeschaffenheit:

J. Grimm-Strele, Ph.D. (Projektleitung),

K. Burk, K.-P. Barufke, M. Deeg, Dr. W. Feuerstein, S. Heidland, D. Kaltenbach, M. Maisch,
B. Regner, D. Schuhmann, D. Seifert, M. Weiller-Schäfer, K. Werner, U. Werner

Titelbild:

Grundwasserbeobachtungsrohr mit Meßstellenschild

Druck:

Druckerei Widmann
Mittelstraße 8
7500 Karlsruhe 41

Gedruckt auf Recycling-Papier 80 g/qm aus 100% Altpapier
Umschlag 250 g/qm holzfrei gebleicht

Auflage: 2000 Stück

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

Karlsruhe, Juni 1992

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	
Abkürzungen	
Die wichtigsten Ergebnisse im Überblick	
1 Grundwasserbeschaffenheitsmeßnetz	1
2 Auswertung der Daten der Beprobung 1991	2
3 Zustand des Grundwassers in Baden-Württemberg	4
3.1 Nitrat	4
3.2 Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel (PBSM)	8
3.3 Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW)	14
3.4 Bor	18
3.5 Schwermetalle	20
3.6 pH-Wert	22
3.7 Weitere Parameter	22
4 Statistische Übersichten der Teilmeßnetze	24
4.1 Basismeßnetz (BMN)	24
4.2 Grobraster (GR)	26
4.3 Verdichtungsmeßnetz Wasserversorgung (VMW)	28
4.4 Verdichtungsmeßnetz Industrie (VMI)	30
4.5 Verdichtungsmeßnetz Landwirtschaft (VML)	32
4.6 Quellmeßnetz (QMN)	34
5 Ausblick	36
6 Beteiligung am Verdichtungsmeßnetz Wasserversorgung 1991	37
7 Literatur	38
7.1 Veröffentlichungen des Ministeriums für Umwelt (bzw. des früheren Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten)	38
7.2 Veröffentlichungen der Landesanstalt für Umweltschutz	39
7.3 Sonstige Veröffentlichungen	39

Vorwort

Vorbeugender Grundwasserschutz erfordert die aktuelle Kenntnis über Zustand und Entwicklungstendenzen des Grundwassers, um wasserwirtschaftliche Steuerungsmaßnahmen rechtzeitig einzuleiten und deren Wirkungen verfolgen zu können. Aus diesem Grund betreibt das Land Baden-Württemberg ein umfangreiches Grundwasserbeschaffenheitsmeßnetz, das auch in Zukunft ständig erweitert und den Anforderungen angepaßt wird. Die Analysendaten aus der Beprobungsrunde 1991 liegen inzwischen vor und werden in dem vorliegenden Bericht vorgestellt. Aus der Fülle der Daten werden schwerpunktmäßig die Grundwasserbefunde einiger besonders umweltrelevanter Kenngrößen wie Nitrat, die Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel und die leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffe behandelt.

Allen Wasserversorgungsunternehmen und Industriebetrieben, die in freiwilliger Kooperation kostenlos Analysen für dieses Programm zur Verfügung gestellt haben, sowie den beteiligten Mitarbeitern der Ämter für Wasserwirtschaft und Bodenschutz sei an dieser Stelle herzlich gedankt.



Karlsruhe, Juni 1992

K.Möhle
Abteilungsleiter

Abkürzungen :

BG	=	Bestimmungsgrenze
BGA	=	Bundesgesundheitsamt
BMN	=	Basismeßnetz
EI	=	Emittentenmeßstellen Industrie
EL	=	Emittentenmeßstellen Landwirtschaft
GR	=	Grobraster
GW	=	Grenzwert
Mst	=	Meßstelle
QMN	=	Quellmeßnetz
RW	=	Rohwasser
VF	=	Vorfeldmeßstellen
VMI	=	Verdichtungsmeßnetz Industrie
VML	=	Verdichtungsmeßnetz Landwirtschaft
VMW	=	Verdichtungsmeßnetz Wasserversorgung
WVU	=	Wasserversorgungsunternehmen
WW	=	Warnwert

Die wichtigsten Ergebnisse im Überblick

Anhand der wichtigsten umweltrelevanten Wasserinhaltsstoffe, die im Rahmen der Beprobung 1991 gemessen wurden, wird der derzeitige Zustand des Grundwassers in Baden-Württemberg beschrieben. Insgesamt wurden **1365 Meßstellen** beprobt, hiervon stellten die Wasserversorgungsunternehmen und Industriebetriebe Analysen von 583 Meßstellen als freiwillige Kooperationsleistung zur Verfügung. Das Grundwasserbeschaffenheitsmeßnetz besteht aus den anthropogen möglichst unbeeinflussten Basismessstellen, aus Rohwassermeßstellen für die öffentliche Wasserversorgung, aus Vorfeldmeßstellen im Zustrombereich von Wasserfassungen sowie aus Meßstellen im Einzugsbereich von Landwirtschaft, Industrie und weiteren potentiellen Emittenten.

Für die Bewertung der Grundwasserbeschaffenheit gibt es keine Grenzwerte, Richtwerte oder ähnliche Vorgaben. Hilfsweise werden daher die Warnwerte des Grundwasserüberwachungsprogramms und die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung vom 5.12.1990 als Vergleich herangezogen.

Bei **Nitrat** wird der Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes von 40 mg/l an 11.7% und der Grenzwert der Trinkwasserverordnung (50 mg/l) an 4.6% der Rohwassermeßstellen überschritten. Je nach Ausmaß der landwirtschaftlichen Beeinflussung steigen diese Überschreitungshäufigkeiten bis 41.9 bzw. 28.3% bei den Emittentenmeßstellen Landwirtschaft an. Belastungsschwerpunkte liegen in Gegenden mit Intensivkulturen (z.B. Weinbau, Spargel), wo teilweise Maximalwerte bis 300 mg/l Nitrat gemessen werden. Hingegen liegt die "natürliche" Hintergrundbelastung an den anthropogen möglichst unbeeinflussten Basismessstellen unterhalb von rund 15 mg/l.

Die Belastung des Grundwassers mit **PBSM** (Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel) wird in erster Linie durch das Herbizid **Atrazin** und noch mehr durch dessen Hauptabbauprodukt **Desethylatrazin** hervorgerufen. Beim Rohwasser liegen die Befunde an 2.3%, bei den Emittentenmeßstellen Landwirtschaft an 8.2% der Meßstellen über dem Trinkwassergrenzwert. Die Überschreitungshäufigkeiten von Desethylatrazin liegen rund zwei- bis dreifach so hoch. Die gemessenen Maximalwerte sind im Bereich von 1-2 µg/l. Hohe Werte an PBSM, insbesondere **Bromacil** und **Hexazinon** treten grundwasserabstromig von Bahnanlagen auf.

Die Schwerpunkte der Belastung mit **LHKW** (Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe) liegen in den hochindustrialisierten Ballungsgebieten, punktuelle Kontaminationen sind jedoch über das ganze Land verteilt. Nach Höhe der Konzentration und Häufigkeit der Fälle ist **Tetrachlorethen** ("Per") am stärksten vertreten. Dann folgt **Trichlorethen** ("Tri"), während die anderen LHKW nur eine untergeordnete Rolle spielen. Der Anteil der Grenzwertüberschreitungen für die **Summe LHKW nach TrinkwV** beträgt beim Rohwasser 0.4%, bei den Emittentenmeßstellen Industrie 17.8%. Die meisten positiven Befunde und höchsten Konzentrationen werden bei Betrieben der metallverarbeitenden Industrie gemessen. Dort treten Werte bis in den mg/l-Bereich auf.

Bei rund 22% der Rohwasser- und bei 38% bzw. 49% der Emittentenmeßstellen Landwirtschaft bzw. Industrie deutet **Bor** auf eine menschliche Beeinflussung hin. Meßstellen mit **pH-Werten** im sauren Bereich treten erwartungsgemäß im Schwarzwald und im Odenwald (Kristallin und Buntsandstein) auf. Dort wird der untere Trinkwassergrenzwert von pH 6.5 von 11% der Rohwassermeßstellen unterschritten.

Bei den **Schwermetallen** treten Warnwert- und Grenzwertüberschreitungen nur vereinzelt auf, beispielsweise beim Rohwasser bei Arsen an drei Meßstellen (0.6%), bei den Emittentenmeßstellen Industrie bei Quecksilber an vier Meßstellen (3.9%).

Ein Vergleich der Daten aus den verschiedenen Meßnetzen zeigt einen deutlichen Unterschied zwischen dem Zustand des geförderten Rohwassers und dem nicht für Trinkwasserzwecke genutzten Grundwasser. Zwar gibt es im Grundwasser noch Bereiche mit weitgehend anthropogen unbeeinflusster Beschaffenheit, doch sind andererseits auch große, nicht für Trinkwasserzwecke genutzte Grundwasservorkommen zu finden, deren Beschaffenheit bereits schlechter ist als die des Rohwassers.

1 Grundwasserbeschaffenheitsmeßnetz Baden-Württemberg

Die in den letzten Jahrzehnten zunehmend aufgetretenen Grundwasserschadensfälle zeigten, daß das Schutzgut Grundwasser immer mehr durch menschliche Aktivitäten gefährdet ist. Aus diesem Grunde wurde in den achtziger Jahren von der Landesregierung eine Reihe von Maßnahmen mit dem Ziel eines vorbeugenden Grundwasserschutzes in Angriff genommen. Eine dieser Maßnahmen ist der Aufbau und Betrieb eines Grundwasserbeschaffenheitsmeßnetzes. Diese Aufgabe soll, abhängig von den fachlichen, organisatorischen und finanziellen Gegebenheiten, bis zum Jahre 1996 in mehreren Teilschritten realisiert werden. Bisher besteht das Grundwassermeßnetz aus folgenden Teilkomponenten:

- Zunächst ging im Herbst 1985 das vom Land betriebene und derzeit 113 Meßstellen umfassende **Basismeßnetz (BMN)** in Betrieb. Damit wird das anthropogen möglichst unbeeinflusste Grundwasser in verschiedenen Grundwasserlandschaften beobachtet.
- Im Jahre 1989 folgte das "**Grobraster (GR)**" mit derzeit 427 Meßstellen, das einen landesweiten Überblick über den Zustand und die Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit unter verschiedenen Nutzungseinflüssen ermöglichen soll. Es umfaßt Rohwassermeßstellen für die öffentliche Wasserversorgung, Vorfeldmeßstellen im Zustrombereich von Wasserfassungen sowie Emittentenmeßstellen verschiedener Art (Siedlung, Industrie, Landwirtschaft, etc.) Die Kosten für dieses Teilmeßnetz werden ebenfalls vom Land getragen.
- Das Grobraster wurde in den letzten Jahren durch weitere Teilmeßnetze ergänzt:
 - 1990: **Verdichtungsmeßnetz Wasserversorgung (VMW)**, mit dem ein Überblick über das zur öffentlichen Wasserversorgung genutzte Grundwasser gewonnen wird. Die Analyseergebnisse dieser Meßstellen werden als freiwillige Leistung der Wasserversorgungsunternehmen zur Verfügung gestellt.
 - 1991: **Verdichtungsmeßnetz Industrie (VMI)** zur Erfassung des Zustandes und der Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit unterhalb von Industriestandorten. Bei diesem Meßnetz handelt es sich um eine erstmalige freiwillige Leistung der Industrieunternehmen.
 - 1991: **Verdichtungsmeßnetz Landwirtschaft (VML)**, um Zustand und Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit im Wirkungsbereich landwirtschaftlicher Bodennutzungen sowie den Erfolg politischer Steuerungsinstrumente (z.B. SchALVO) zu verfolgen. Dieses Teilmeßnetz wurde zunächst pilotmäßig in sieben Landkreisen realisiert. Kostenträger ist das Land.
- Ebenfalls im Jahre 1991 wurden auf Kosten des Landes die ersten 40 Quellen des **Quellmeßnetzes (QMN)** beprobt. Damit soll die Grundwasserbeschaffenheit im Festgesteinsbereich unter Berücksichtigung von Nutzungseinflüssen und der Schüttungsmengen beobachtet werden.

Die Meßstellen für diese Meßnetze sind von den Ämtern für Wasserwirtschaft und Bodenschutz bzw. durch das Geologische Landesamt unter diesen Zielvorgaben ausgewählt worden. Beim Zusammenfassen der Meßergebnisse ergibt sich eine entsprechende Wichtung beispielsweise durch das Überwiegen von Emittentenmeßstellen im Vergleich zum Basismeßnetz. Eine für die Beschreibung der Grundwasserbeschaffenheit in Baden-Württemberg repräsentative Aggregation der Daten muß noch entwickelt werden.

2 Auswertung der Daten der Beprobung 1991

Im Rahmen des Grundwasserüberwachungsprogrammes Baden-Württemberg wurden im Herbst 1991 insgesamt 1365 Meßstellen beprobt. Hierbei wurden von den Kooperationspartnern Wasserversorgungswirtschaft und Industrie die auf eigene Kosten durchgeführten Analysen von 583 Meßstellen für landesweite Auswertungen zur Verfügung gestellt. Auf das Verdichtungsmeßnetz Wasserversorgung (VMW) entfielen hiervon 498 Meßstellen von 242 Wasserversorgungsunternehmen (WVU), was einer Beteiligung von rund 26%, bezogen auf alle WVU, entspricht. Beim VMI beteiligten sich von den angeschriebenen Betrieben 73 Firmen mit insgesamt 85 Analysen.

Sämtliche Untersuchungsergebnisse wurden von freien chemischen Untersuchungslabors mittels LABDÜS¹ erfaßt und der LfU per Diskette übersandt. Bei den Meßnetzen auf Kooperationsbasis wurden bei den nachfolgenden Auswertungen alle Analysen berücksichtigt, die zum Stichtag 30.04.1992 auf Datenträger vorlagen.

Die Darstellung der Ergebnisse gliedert sich in zwei Teile. Zunächst erfolgt in Kapitel 3 eine Zustandsbeschreibung des Grundwassers anhand der wichtigsten Problemparameter, wobei die Meßstellen je nach Nutzung bzw. potentiellen Emittenten im Einzugsgebiet zusammengefaßt werden, d.h. die strenge Zuordnung der Meßstellen zu Teilmeßnetzen wird teilweise aufgelöst. Damit ergeben sich folgende Meßstellengruppen:

- **BMN** = Meßstellen des BMN
- **QMN** = Meßstellen des QMN
- **VF** = Vorfeldmeßstellen des GR
- **RW** = Rohwassermeßstellen für die öffentliche Wasserversorgung aus GR und VMW
- **EL** = Emittentenmeßstellen Landwirtschaft aus GR und VML
- **EI** = Emittentenmeßstellen Industrie aus GR und VMI

Im Anschluß daran sind in Kapitel 4 die statistischen Übersichten sowie die wichtigsten Ergebnisse aus den einzelnen Teilmeßnetzen zusammengefaßt.

Für die Beschreibung der Grundwasserbeschaffenheit und in den statistischen Übersichten werden die **Warnwerte (WW)** des Grundwasserüberwachungsprogramms (GÜP) und hilfsweise auch die **Grenzwerte (GW) der TrinkwV** vom 5.12.1990 zum Vergleich herangezogen (Tabelle 1), da für Grundwasser selbst keine Grenzwerte, Richtwerte oder ähnliche Vorgaben existieren. Bei der Angabe "Anzahl Meßstellen mit Meßwerten größer Bestimmungsgrenze" ist zu berücksichtigen, daß die Bestimmungsgrenzen von Labor zu Labor z.T. unterschiedlich sind (Tabelle 1) 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. In diesen Fällen wäre eine einheitliche oder nahezu einheitliche Bestimmungsgrenze wünschenswert, ist aber insbesondere bei der Einbeziehung von Daten Dritter nicht immer zu gewährleisten.

¹LABDÜS = Labordatenübertragungssystem, Datenerfassungsprogramm für PC's unter MS-DOS, das den chemischen Untersuchungslabors vom Land kostenlos zur Verfügung gestellt wurde.

Bei einigen Darstellungen wird der **Medianwert** verwendet. Er ist in der Regel für die Beschreibung von Grundwasserdaten besser geeignet als der arithmetische Mittelwert, der empfindlich auf Ausreißerwerte reagiert. Der Medianwert ist derjenige Wert, der von 50% der Meßstellen unter- bzw. überschritten wird, der also bei der aufsteigend sortierten Meßwertreihe in der Mitte steht.

Tabelle 1: Häufig auftretende Bestimmungsgrenzen (BG), Warnwerte (WW) des Grundwasserüberwachungsprogrammes und Grenzwerte (GW) der Trinkwasserverordnung vom 05.12.1990:

Parameter	Dim.	Häufig auftretende BG	WW	GW
El. Leitfähigkeit	mS/m		160.0	200.0
pH-Wert	-		6.5/9.5	6.5/9.5
DOC	mg/l	0.01/0.02/0.5/1.0	3.0	-
AOX	mg/l	0.001/0.005/0.01	0.05	-
Nitrat	mg/l	0.1/0.5/1.0	40.0	50.0
Sulfat	mg/l	-	240.0	240.0
Bor	mg/l	0.001/0.005/0.01/0.02/0.05	-	1.0
Arsen	mg/l	0.0001/0.0004/0.0005/0.001/ 0.0020	0.01	0.04
Blei	mg/l	0.0001/0.0004/0.0005	0.02	0.04
Cadmium	mg/l	0.00001/0.00002/0.00005/ 0.0001/0.0002/0.0005	0.002	0.005
Chrom, gesamt	mg/l	0.0003/0.0005/0.001/0.005/0.01	0.01	0.05
Nickel	mg/l	0.0001/0.001/0.003/0.005	0.04	0.05
Quecksilber	mg/l	0.00001/0.00004/0.00005/ 0.0001/0.0002/	0.0008	0.001
Summe LHKW nach TrinkwV	mg/l	0.0001/0.002/0.005/0.01/0.02	0.020	0.025
Trichlormethan	mg/l	0.0001/0.0005/0.001	-	-
1,1,1-Trichlorethan	mg/l	0.0001/0.0002/0.0005/0.001	0.005	-
Trichlorethen ("Tri")	mg/l	0.0001/0.0002/0.0005/0.001	0.005	-
Tetrachlorethen ("Per")	mg/l	0.0001/0.0002/0.0005/0.001	0.005	-
Dichlormethan	mg/l	0.001/0.002/0.005/0.01/0.02	0.020	-
Tetrachlormethan	mg/l	0.0001/0.0002/0.0005/0.001	0.0024	0.003
cis-1,2-Dichlorethen	mg/l	0.001/0.002/0.005/0.01/0.02	0.020	-
KW, gelöst u. emulgiert	mg/l	0.01/0.02/0.05/0.1	-	0.01
Atrazin	ug/l	0.01/0.02/0.03/0.05	0.08	0.1
Simazin	ug/l	0.01/0.02/0.03/0.05	0.08	0.1
Terbutylazin	ug/l	0.01/0.02/0.03/0.05	0.08	0.1
Metolachlor	ug/l	0.01/0.02/0.03/0.05/0.1	0.08	0.1
Metazachlor	ug/l	0.01/0.02/0.03/0.05/0.1	0.08	0.1
Desethylatrazin	ug/l	0.01/0.02/0.03/0.05	0.08	0.1
Desisopropylatrazin	ug/l	0.01/0.02/0.03/0.05/0.1	0.08	0.1
Desethylterbutylazin	ug/l	0.01/0.02/0.03/0.05	0.08	0.1
Propazin	ug/l	0.01/0.02/0.03/0.05/0.1	0.08	0.1
Bromacil	ug/l	0.01/0.05/0.1	0.08	0.1
Hexazinon	ug/l	0.01/0.02/0.03/0.05/0.1	0.08	0.1
Metalaxyl	ug/l	0.01/0.02/0.03/0.05/0.1	0.08	0.1

Hinweise:

- Bestimmungsgrenzen, die mindestens in 30% der Fälle auftreten, sind kursiv gedruckt
- "-" Wert nicht festgelegt oder noch nicht festgelegt
- ab 1.1.1996 gilt für Arsen ein Trinkwassergrenzwert von 0.01 mg/l
- ab 1.1.1992 gilt für die "Summe LHKW nach TrinkwV" ein Grenzwert von 0.01 mg/l, für die vorliegenden Auswertungen wurde der o.g. 1991 gültige Grenzwert der TrinkwV zugrundegelegt.



3 Zustand des Grundwassers in Baden-Württemberg

3.1 Nitrat

Die Ergebnisse der Nitratuntersuchungen zeigen insbesondere in den folgenden Gebieten Problemschwerpunkte (Abb. 7):

- Nördlicher Main-Tauber-Kreis
- Rhein-Neckar-Kreis
- Bruchsal und Umgebung
- Neckarraum zwischen Stuttgart und Heilbronn
- Nördlich und westlich des Kaiserstuhls
- Markgräfler Land

Hierbei handelt es sich vor allem um Gegenden mit Intensivkulturen wie beispielsweise Mais, Spargel oder Weinbau. Diese regionale Verteilung wird bestätigt durch die Erhebung des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg zur öffentlichen Wasserversorgung², die im wesentlichen dieselben Problemregionen zeigt, wobei jedoch zu beachten ist, daß aufgrund der Inbetriebnahme des VML in nur 7 von 36 Stadt- und Landkreisen³ eine räumliche Wichtung entsteht.

Der Vergleich von Meßstellen verschiedener Nutzungen und Einflüsse (Abb.1) zeigt für das Basismessnetz als natürliche Hintergrundbelastung (anthropogen möglichst unbeeinflusste, meist vollständig bewaldete Einzugsgebiete) in rund 90% der Fälle Nitratkonzentrationen unter 15 mg/l, vereinzelt treten Maximalwerte bis 34 mg/l auf. Der Medianwert liegt bei 5.9 mg/l. Die Konzentrationsniveaus der anderen Meßstellengruppen liegen höher. Die Medianwerte der Rohwassermeßstellen, Quellen und Emittentenmeßstellen Industrie liegen zwischen 17 und 22 mg/l, steigen jedoch an bis auf 34.7 mg/l bei den Emittentenmeßstellen Landwirtschaft, wo auch der insgesamt höchste Wert von 340.6 mg/l gemessen wurde.

Beim Rohwasser wird der Grenzwert der TrinkwV (50.0 mg/l) an 4.6%, der Warnwert (40.0 mg/l) an 11.7% der Meßstellen überschritten (Abb.3). Dies gilt nur für das Grundwasser, nicht jedoch für das zur Verteilung gelangende Trinkwasser, das in der Regel noch mit geringer belastetem Wasser verschnitten oder aufbereitet wird. Diese Ergebnisse decken sich im wesentlichen mit der o.g. Erhebung des Statistischen Landesamtes, wonach 1989 bei 5.3% der Wassergewinnungsanlagen ein Nitratwert von mehr als 50 mg/l vorlag. Die zeitliche Entwicklung der Nitratkonzentration in den letzten drei Jahren anhand der 158 Rohwassermeßstellen des Grobrasters zeigt etwa gleichbleibende Verhältnisse, allenfalls ist eine leichte Abnahme des Medianwertes von rund 25 mg/l in den Jahren 1989 und 1990 auf 22 mg/l 1991 auffällig (Abb.2). Dies kann jedoch auch auf die verhältnismäßig "trockenen" Jahre 1990 und 1991 zurückzuführen sein, für die eine verringerte Nitratwaschung aus dem Boden anzunehmen ist.

Die Überschreitungshäufigkeiten von WW und GW liegen bei den Vorfeldmeßstellen mit 14.5 bzw. 7.2% etwas höher als beim Rohwasser. Von den bisher 40 Quellen des QMN liegen 13 in Einzugsgebieten mit starker oder sehr starker landwirtschaftlicher Nutzung. Dies

² "Beeinträchtigungen im Rohwasser der öffentlichen Wasserversorgung" in: Baden-Württemberg in Wort und Zahl 1/91, Herausgeber: Statistisches Landesamt.

³ LK Schwäbisch Hall, Ostalbkreis, Rhein-Neckar-Kreis, LK und SK Karlsruhe, LK Breisgau-Hochschwarzwald, Ortenaukreis, LK Ravensburg.

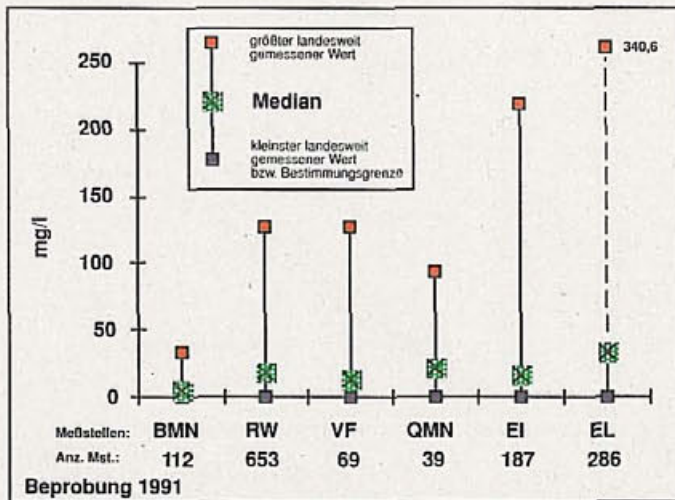


Abb.1: Spannweiten und Medianwerte der gemessenen Nitratkonzentration bei den verschiedenen Meßstellengruppen.

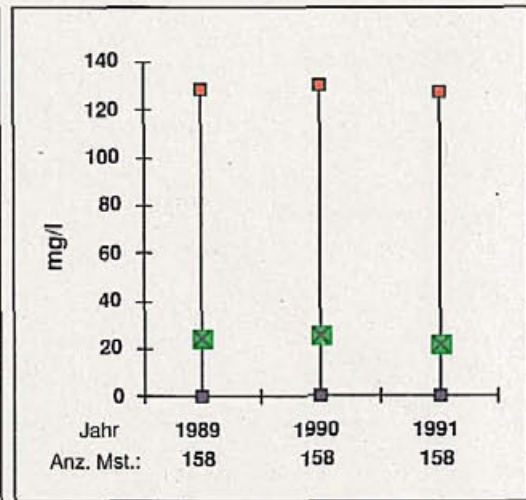


Abb.2: Spannweiten und Medianwerte der gemessenen Nitratkonzentration bei den Rohwassermeßstellen des Grobrasters 1989 bis 1991.

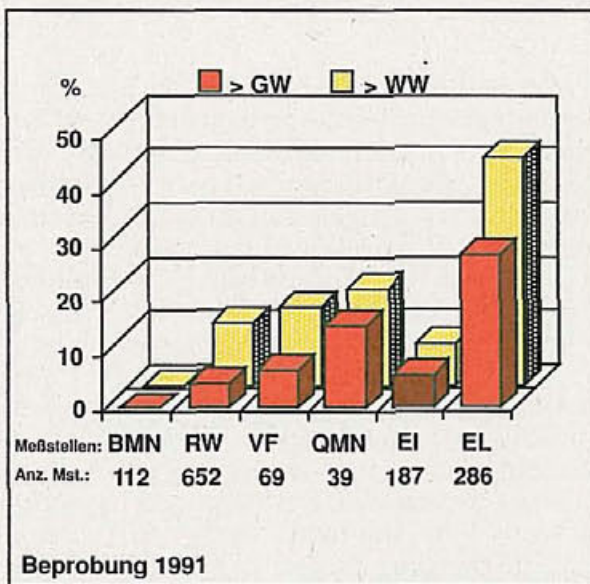


Abb.3: Überschreitungshäufigkeiten des Warnwertes des Grundwasserüberwachungsprogrammes und des Grenzwertes der TrinkwV bei Nitrat bei den verschiedenen Meßstellengruppen.

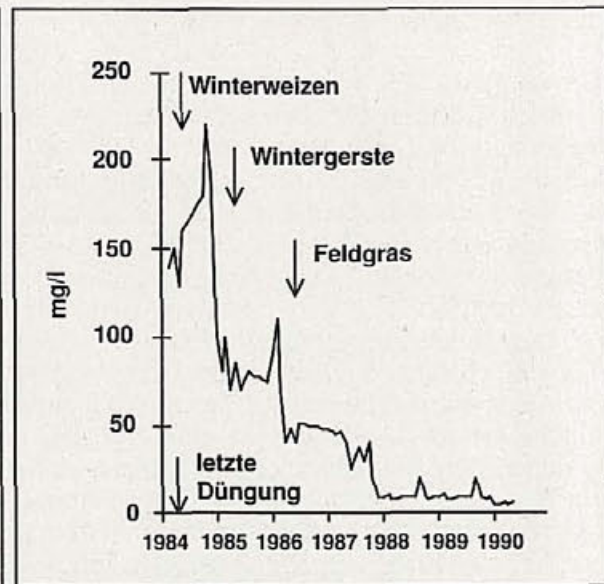


Abb.4: Verlauf der Nitratauswaschung in einem Lysimeter im Wasserschutzgebiet nach Einschränkung der Düngung im Jahre 1984.

Hinweis: WW=Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes, GW=Grenzwert nach TrinkwV

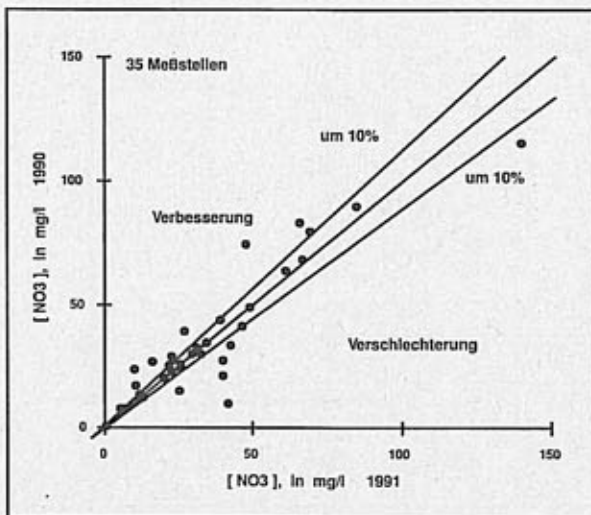


Abb.5: Vergleich der Nitratwerte 1990 und 1991, Emittentenmeßstellen Landwirtschaft aus dem GR mit festgesetztem Wasserschutzgebiet.

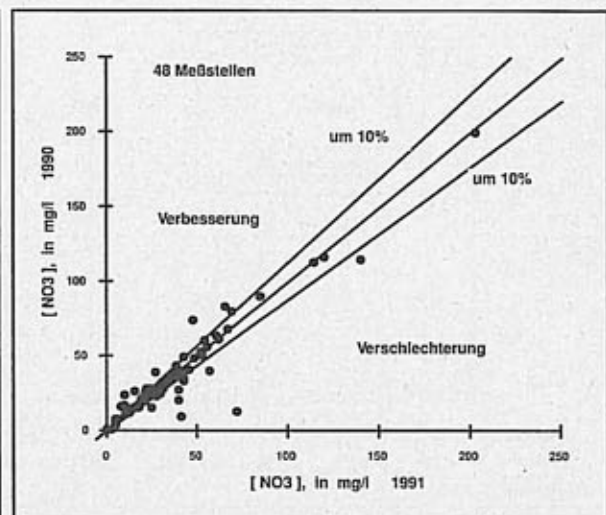


Abb.6 Vergleich der Nitratwerte 1990 und 1991, Emittentenmeßstellen Landwirtschaft aus dem GR ohne Wasserschutzgebiet.

spiegelt sich in vielen hohen Nitratwerten und dadurch auch einem hohen Anteil an WW- und GW-Überschreitungen wider.

Die meisten WW- und GW-Überschreitungen mit 41.9 bzw. 28.3% treten bei den Emittentenmeßstellen Landwirtschaft auf. Als wasserwirtschaftliches Steuerungsinstrument zur Verminderung der Belastung in landwirtschaftlich genutzten Gebieten trat 1988 die SchALVO⁴ in Kraft. Eine wesentliche Aufgabe des Grundwasserüberwachungsprogrammes ist die Erfolgskontrolle dieser Maßnahme. Aufgrund der langen Aufenthaltszeiten des Grundwassers im Untergrund dürfte eine Wirkung außer in Einzelfällen kurzfristig nicht zu beobachten sein. Dies wird auch durch den Vergleich der Nitratwerte von Emittentenmeßstellen Landwirtschaft aus dem Grobraster innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten bestätigt, wonach keine eindeutige Aussage hinsichtlich Verbesserung oder Verschlechterung zwischen den Jahren 1990 und 1991 zu erkennen ist (Abb. 5 und 6). Da an Standorten mit schweren Böden und bei trockenen Jahren durchaus Sickerzeiten von mehreren Jahren zugrunde zu legen sind, werden die positiven Auswirkungen der SchALVO in vielen Fällen erst nach mehreren Jahren zu beobachten sein. Dieser Verzögerungseffekt kann am Beispiel von Nitratgehalten im Sickerwasser eines in einem Wasserschutzgebiet liegenden Lysimeters (Abb.4) gezeigt werden. Selbst nach Umstellung der Feldnutzung von Getreide auf Grünland und vorangegangenen Totalverzicht auf Düngung dauerte es mehr als 4 Jahre, bis das im Boden vorhandene und das aus dem Humus nachgelieferte Nitrat im Sickerwasser auf Werte unter 10 mg/l verringert war.

Der Einfluß des Weinbaus wird derzeit in einem eigenen Projekt in Zusammenarbeit mit dem Amt für Wasserwirtschaft und Bodenschutz Offenburg untersucht. Dort tritt eine Erhöhung der Nitratkonzentration um 20-40 mg/l unterstromig von weinbaulich genutzten Hängen aus Granitgrus auf. Solche Befunde sind typisch für landwirtschaftliche Intensivkulturen ohne grundwasserschonende Bewirtschaftungsmaßnahmen.

⁴Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung vom 27.11.1987, zuletzt geändert am 9.12.1991 (GBl. Baden-Württemberg 1991, Nr.31, S.805)

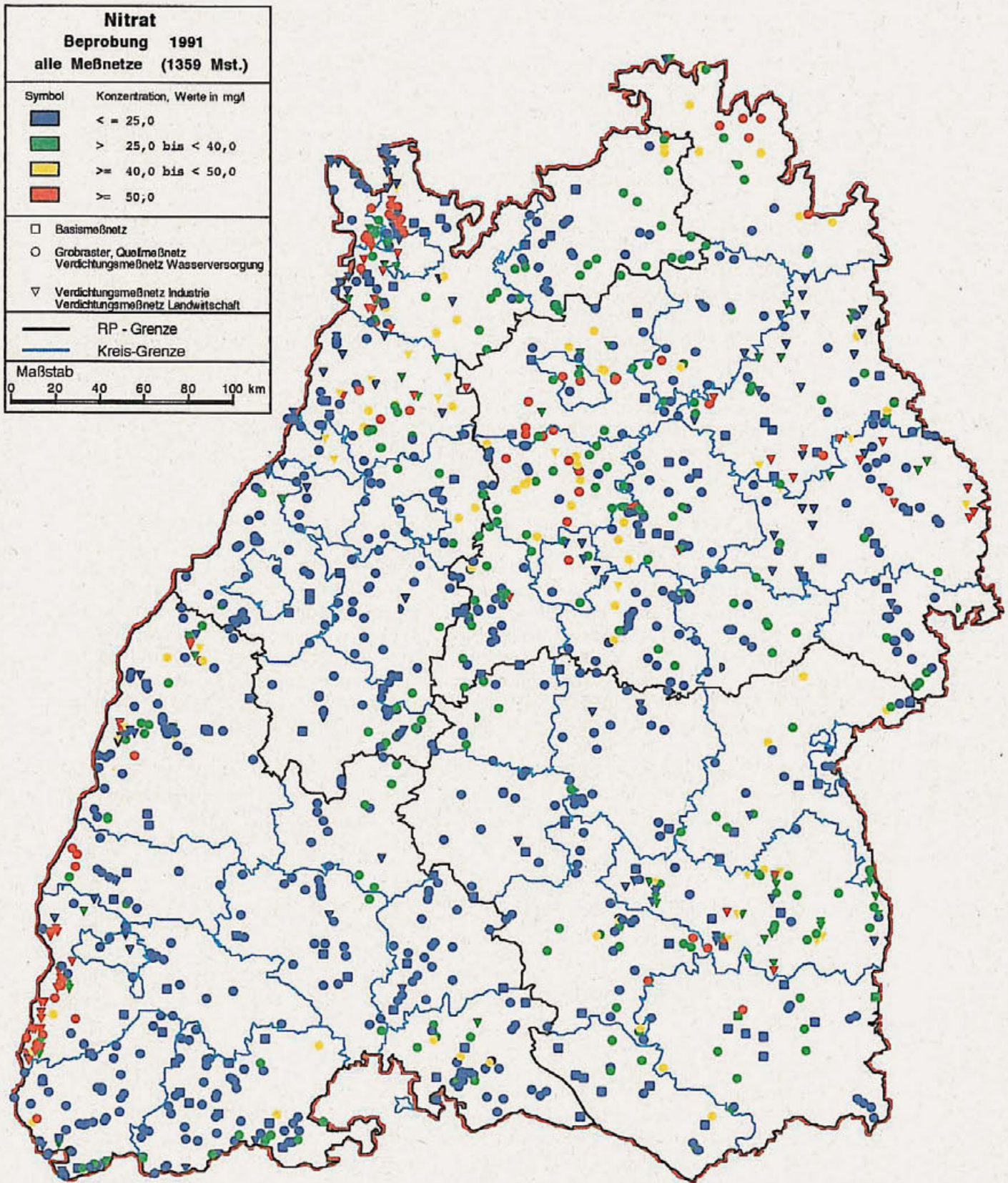


Abb.7: Konzentrationsverteilung Nitrat

3.2 Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel (PBSM)

Von den über 200 in der Bundesrepublik zugelassenen PBSM stellen insbesondere die Stickstoffherbizide aufgrund ihrer hohen Mobilität im Untergrund eine Gefährdung für das Grundwasser dar. Im Rahmen des Grundwasserüberwachungsprogrammes wird schwerpunktmäßig auf eine Auswahl von 12 relevanten und analytisch in einem Arbeitsgang bestimmbareren Wirkstoffen untersucht. Detailliertere Untersuchungen auf eine breitere Palette von PBSM erfolgen im Verdichtungsmeßnetz Landwirtschaft.

Die Belastung des Grundwassers mit PBSM wird in der Hauptsache durch Atrazin und noch mehr durch sein Abbauprodukt Desethylatrazin hervorgerufen. Danach folgen Simazin und mit größerem Abstand die anderen Stickstoffherbizide wie Terbutylazin und Propazin. Auch Bromacil und Hexazinon sind an mehreren Meßstellen zu finden. In Abb.8 und Abb.9 sind die Häufigkeitsspektren der untersuchten PBSM anhand der positiven Befunde und Warnwertüberschreitungen beispielhaft an den Rohwassermeßstellen und an den Emittentenmeßstellen Landwirtschaft dargestellt.

Die Konzentrationskarten der PBSM (Abb.14-16) zeigen, daß erhöhte PBSM-Befunde über das ganze Land verteilt auftreten. Lokale Schwerpunkte sind darüberhinaus in einigen Gebieten mit starker landwirtschaftlicher Nutzung festzustellen. Auch hier ist die Flächenwichtung durch die sieben Pilotlandkreise des VML zu berücksichtigen.

Positive Befunde an Atrazin und Desethylatrazin werden an rund einem Drittel der untersuchten Rohwassermeßstellen gemessen (Abb.10 und 11), davon liegt rund die Hälfte der Meßwerte im unteren Konzentrationsbereich von 0.01 bis 0.04 µg/l. Die Zahl der GW- und WW-Überschreitungen liegt für Atrazin bei 2.2 bzw. 3.2% und bei Desethylatrazin mit 5.9 bzw. 8.5% mehr als 2.5fach so hoch. Bei Simazin (Abb.12) und den anderen PBSM liegen diese Werte unter 1%. An 10 Meßstellen wird der GW der TrinkwV von mehreren Wirkstoffen überschritten. Der höchste gemessene PBSM-Wert beim Rohwasser beträgt 2.04 µg/l Terbutylazin an einer Meßstelle mit landwirtschaftlich genutztem Einzugsgebiet und 0.65 µg/l Bromacil an einer Meßstelle im Bereich einer Bahnanlage. Die Spitzenwerte von Atrazin und Desethylatrazin liegen bei 8 Meßstellen im Bereich von 0.25 bis 0.42 µg/l.

Die Belastung der Vorfeldmeßstellen ist vergleichbar mit der der Rohwassermeßstellen. Die Überschreitungshäufigkeiten von WW und GW sind bei Atrazin etwas höher, bei Desethylatrazin nahezu gleich. Bei der derzeitigen Auswahl der Quellen im QMN zeigt sich eine deutliche landwirtschaftliche Beeinflussung, auch hinsichtlich der Spitzenwerte von 0.28 µg/l Atrazin und 0.64 µg/l Desethylatrazin.

Erwartungsgemäß werden die höchsten PBSM-Werte an den Meßstellen im Bereich landwirtschaftlicher Nutzung gemessen. Hier sind die prozentualen WW-/GW-Überschreitungen bei Atrazin mit 11.1/8.2% rund dreimal und bei Desethylatrazin mit 15.8/12.9% rund doppelt so hoch wie bei den Rohwassermeßstellen. Die auftretenden Maximalkonzentrationen gehen bis 1.5 µg/l Atrazin und 1.1 µg/l Desethylatrazin, wobei die Befunde an insgesamt 8 Meßstellen über 0.5 µg/l liegen.

Das Anwendungsverbot für Atrazin seit Inkrafttreten der SchALVO am 1.1.1988 in Wasserschutzgebieten sowie generell seit März 1991 wirkt sich derzeit noch nicht merklich mindernd auf die Belastungssituation aus. Allenfalls könnte man innerhalb des relativ kurzen Beobachtungszeitraums des Meßnetzbetriebes im GR seit 1989 einen abnehmenden Trend bei der Anzahl der WW-Überschreitungen bei Atrazin beobachten, während diese bei dessen Abbauprodukt Desethylatrazin auf hohem Niveau bleibt (Abb.13). Auch in diesem Fall ist die relative Trockenheit der letzten beiden Jahre zu berücksichtigen.

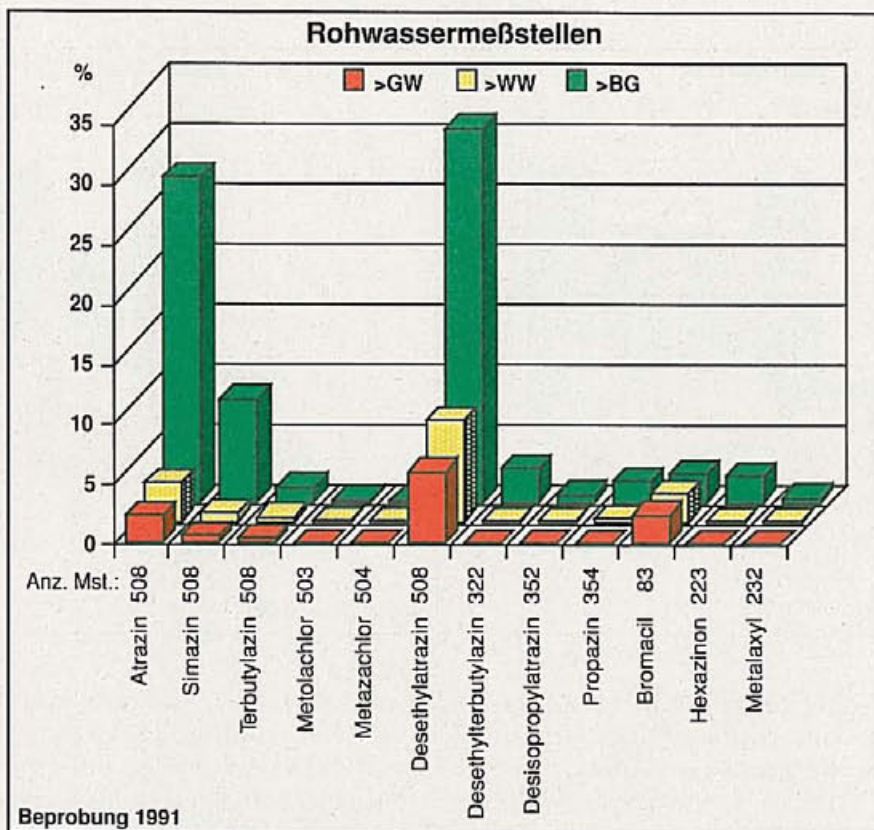


Abb.8: Belastung des Rohwassers mit PBSM.

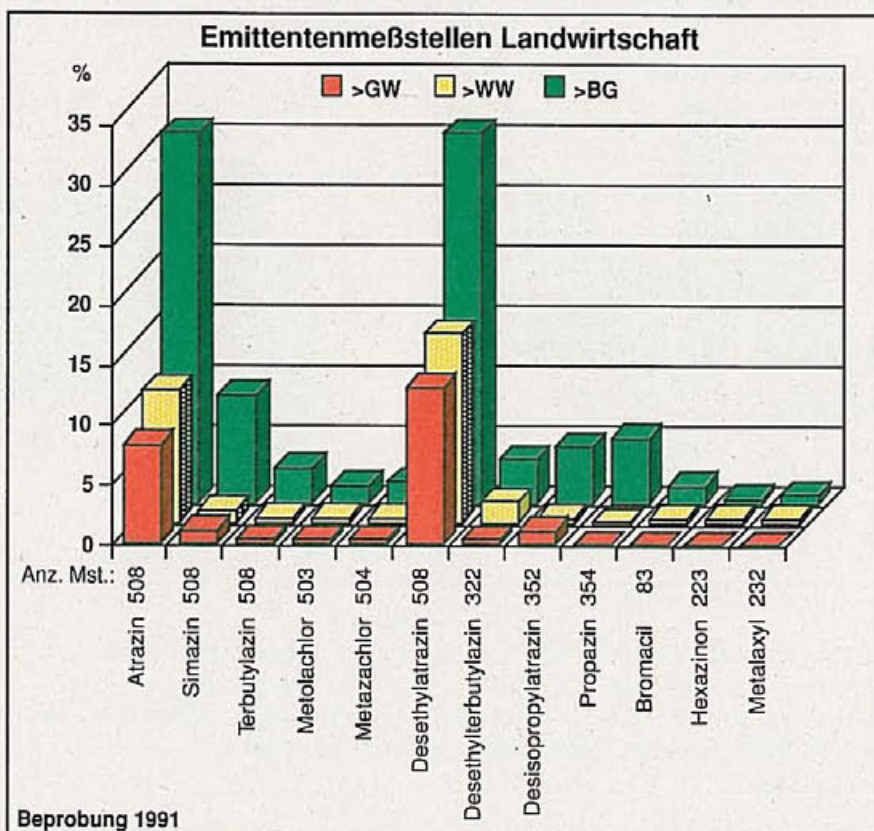


Abb. 9: Belastung der Emittentenmeßstellen Landwirtschaft mit PBSM

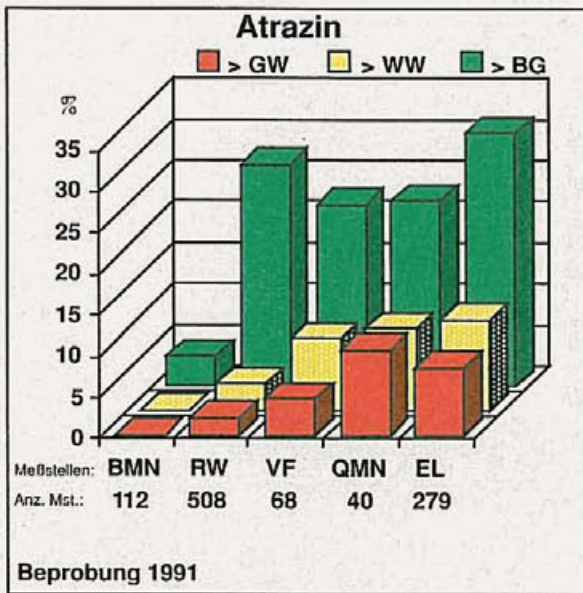


Abb.10:
Atrazin: Überschreitungshäufigkeiten von Bestimmungsgrenze, Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes und Grenzwert der TrinkwV bei den verschiedenen Meßstellengruppen.

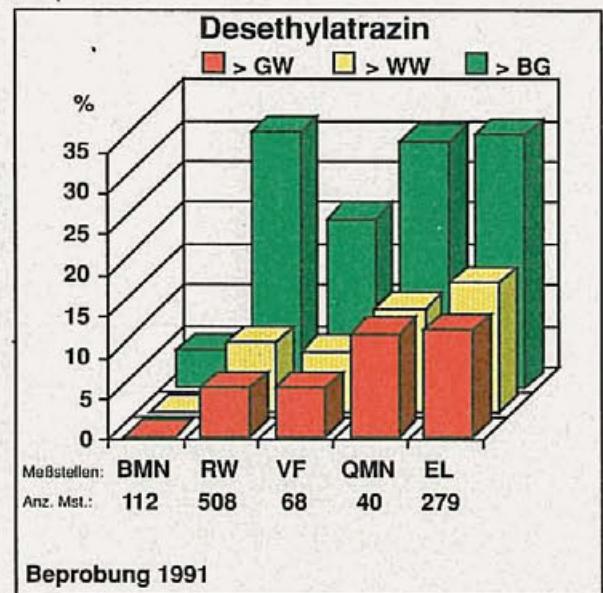


Abb.11:
Desethylatrazin: Überschreitungshäufigkeiten von Bestimmungsgrenze, Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes und Grenzwert der TrinkwV bei den verschiedenen Meßstellengruppen.

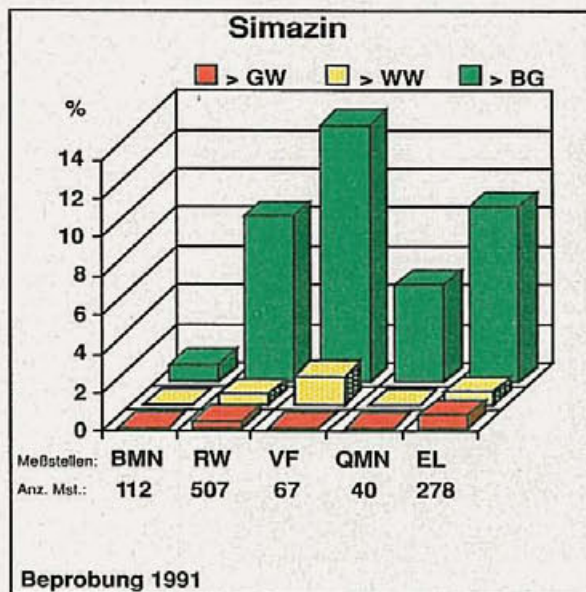


Abb.12:
Simazin: Überschreitungshäufigkeiten von Bestimmungsgrenze, Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes und Grenzwert der TrinkwV bei den verschiedenen Meßstellengruppen.

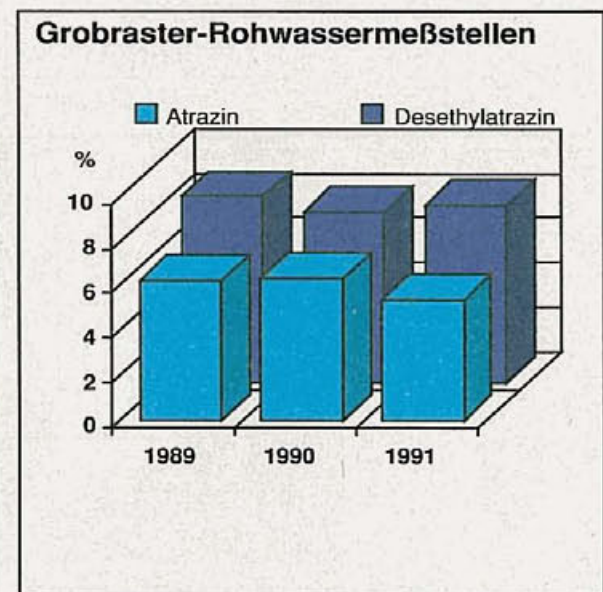


Abb.13:
Warnwertüberschreitungen bei Atrazin und Desethylatrazin 1989 - 1991, Datengrundlage: 158 Rohwassermeßstellen des Grobrasters

Hinweis: BG=Bestimmungsgrenze, WW=Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes, GW=Grenzwert nach TrinkwV

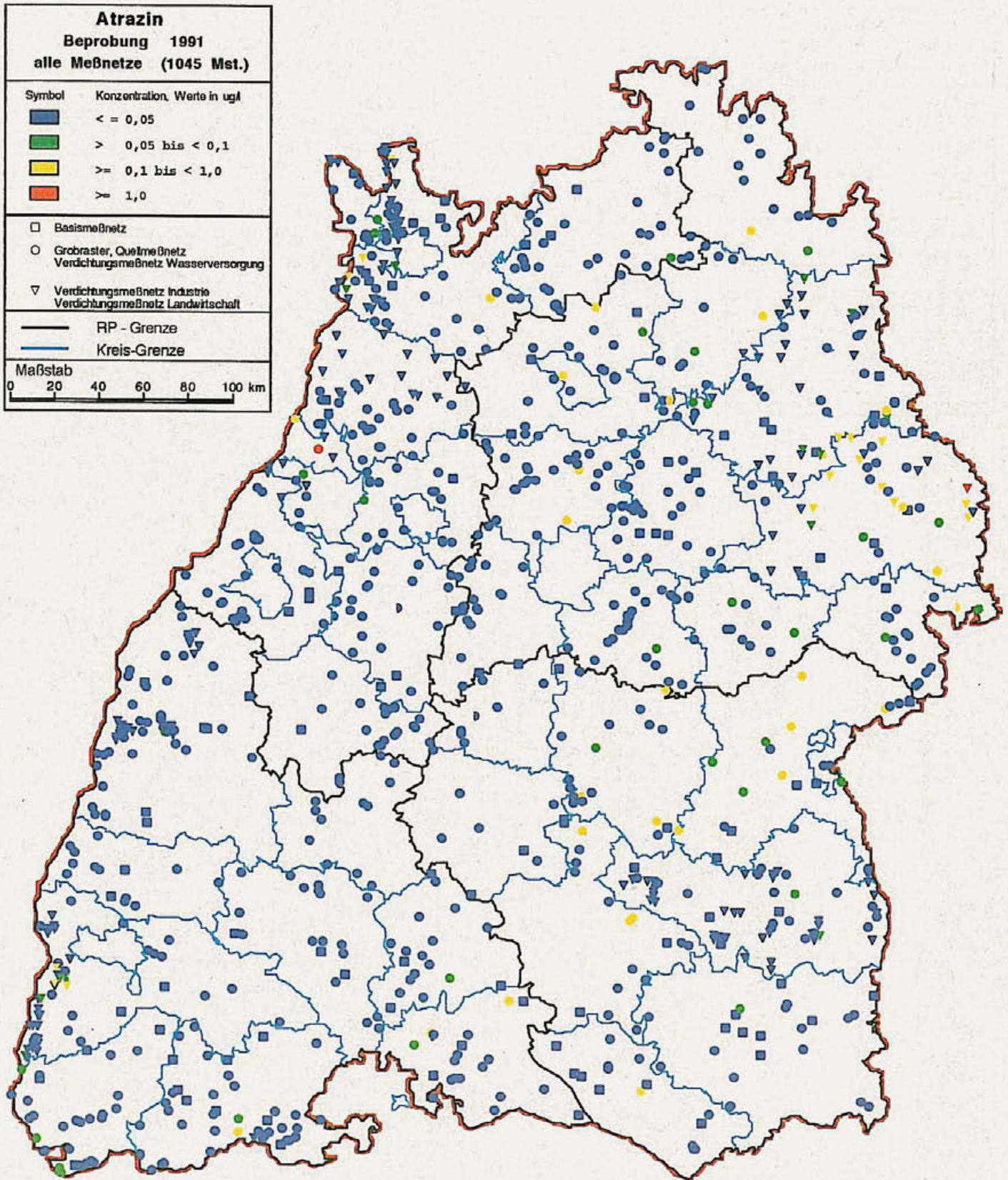


Abb.14: Konzentrationsverteilung Atrazin

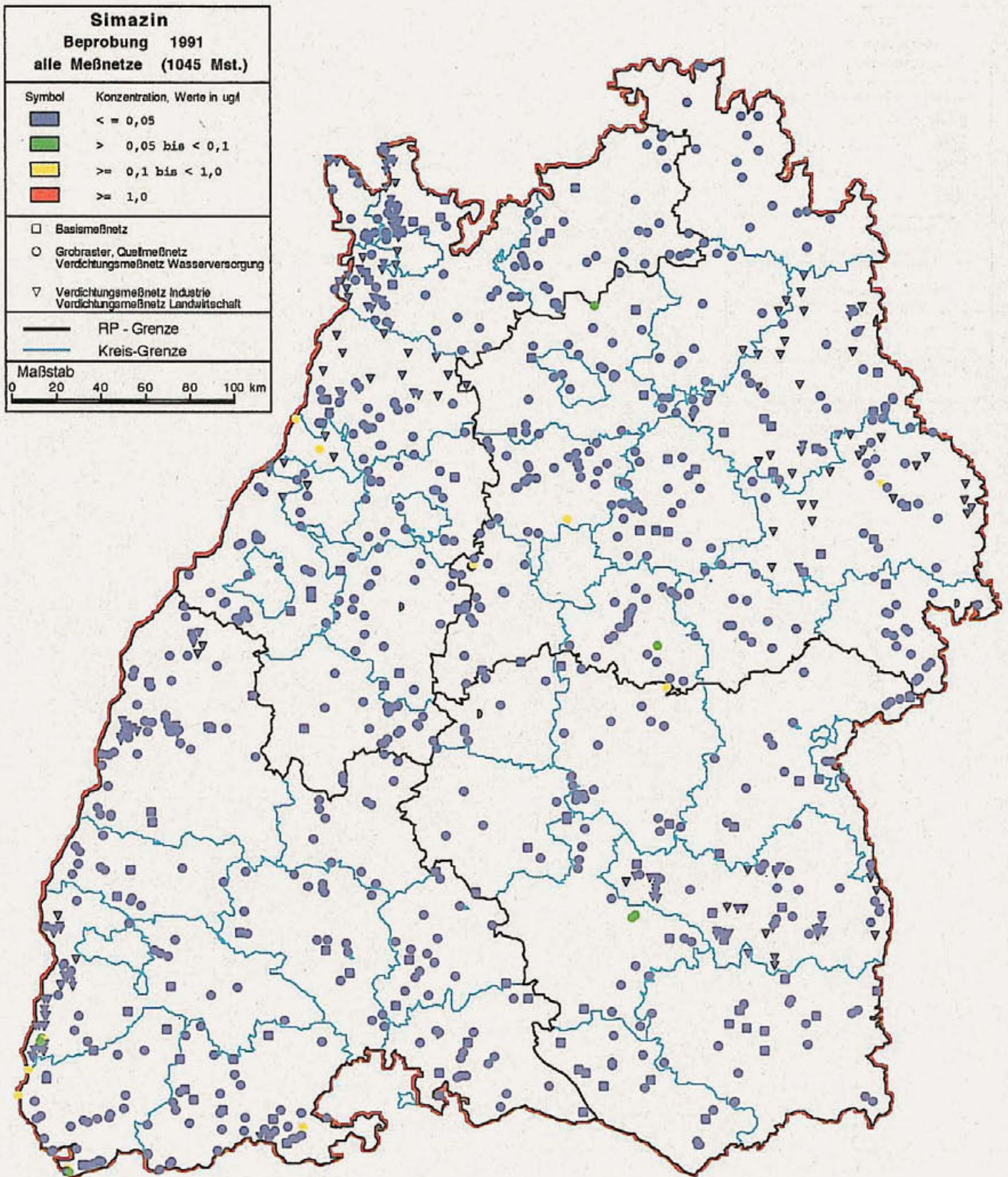


Abb.15: Konzentrationsverteilung Simazin

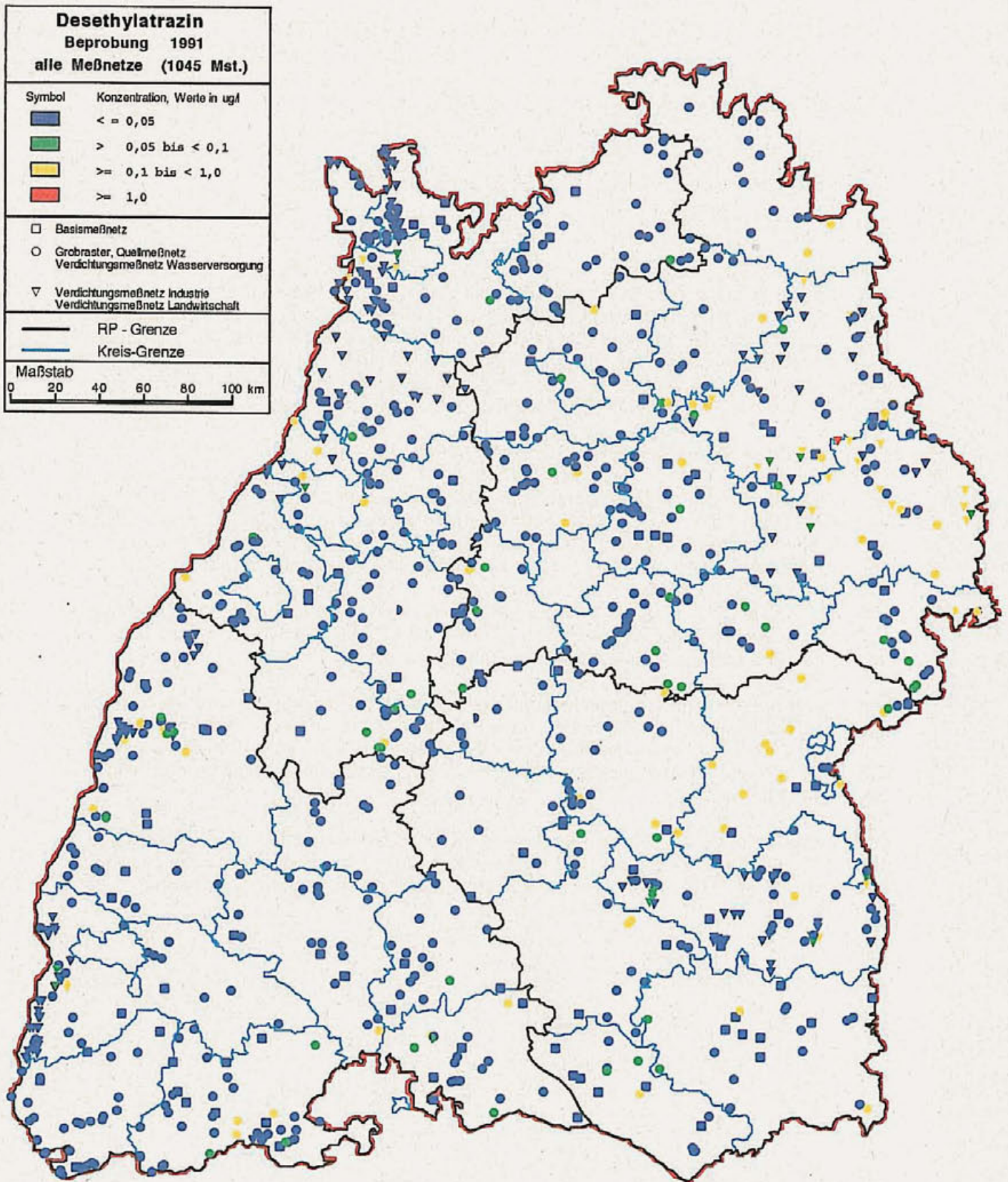


Abb.16: Konzentrationsverteilung Desethylatrazin

3.3 Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW)

Die Schwerpunkte der LHKW-Belastung liegen nach wie vor in folgenden dichtbesiedelten und hochindustrialisierten Gebieten (Abb. 21 und 22):

- Neckarraum zwischen Stuttgart und Heilbronn
- Oberrheinebene, insbesondere Raum Mannheim/Heidelberg
- Raum Lörrach/Basel

Daneben treten zahlreiche punktuelle Kontaminationen verteilt über das ganze Land auf. Ursache hierfür ist in der Regel der unsachgemäße Umgang mit diesen Stoffen, vor allem in der Vergangenheit. Schwerpunktmäßig entfällt auf die metallverarbeitende bzw. metallveredelnde Industrie fast die Hälfte der bekannten Grundwasserschadensfälle mit LHKW. Weitere Gefährdungspotentiale sind chemische Fabriken sowie die Abfüllplätze/ Umschlagplätze des Chemikaliengroßhandels sowie chemische Reinigungen, bei denen diese Stoffe meist über das Abwasser infolge undichter Kanäle in das Grundwasser gelangen.

Die höchsten Belastungen werden durch Trichlorethen und Tetrachlorethen hervorgerufen, wobei Tetrachlorethen sowohl nach der Häufigkeit der Fälle als auch der Höhe der Konzentration stärker vertreten ist. Dies ist auf das gegenüber anderen LHKW breitere Anwendungsspektrum von Tetrachlorethen bei industriellen Prozessen zurückzuführen. Abb.17 und Abb.18 zeigen die relative Belastung mit der Summe LHKW nach TrinkwV⁵ sowie den einzelnen LHKW am Beispiel der Rohwassermeßstellen und der Emittentenmeßstellen Industrie. Positive Befunde an Tri- und Tetrachlorethen im Rohwasser treten an 79 bzw. 95 von 477 Meßstellen auf, davon über 80% im Spurenbereich unter 0.001 mg/l. Der Warnwert wird ebenfalls nur bei diesen beiden Stoffen an 0.6% bzw. 2.1% der Meßstellen überschritten. Andere LHKW werden im Rohwasser kaum nachgewiesen.

Hingegen liegt bei den Emittentenmeßstellen der Industrie mit rund 60% positiven Befunden an Tri- und Tetrachlorethen eine deutlich höhere Belastung vor, auch werden dort eine Vielzahl positiver Befunde anderer LHKW und zahlreiche WW-Überschreitungen festgestellt. Auffällig ist ferner das häufige Auftreten von cis-1,2-Dichlorethen als Abbauprodukt von Tri- und Tetrachlorethen.

Beim Basismessnetz und beim Quellmessnetz treten keine Überschreitungen des Grenzwertes der Summe LHKW nach TrinkwV auf, bei den Rohwasser- und den Vorfeldmeßstellen in 0.4% bzw. 1.5% der Fälle. Bei den industriellen Emittenten beträgt dieser Wert 17.3% (Abb.19 und 20).

⁵Summe der Konzentrationen aus 1,1,1-Trichlormethan, Trichlorethen, Tetrachlorethen und Dichlormethan.

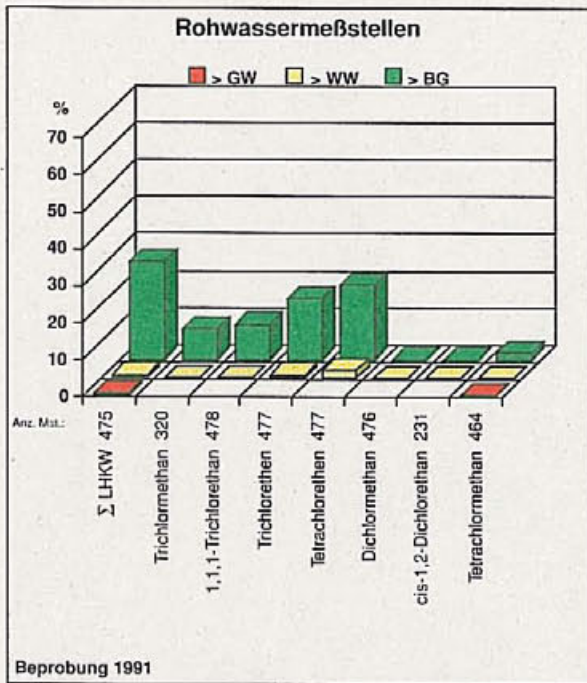


Abb.17:
Belastung des Rohwasser mit LHKW.

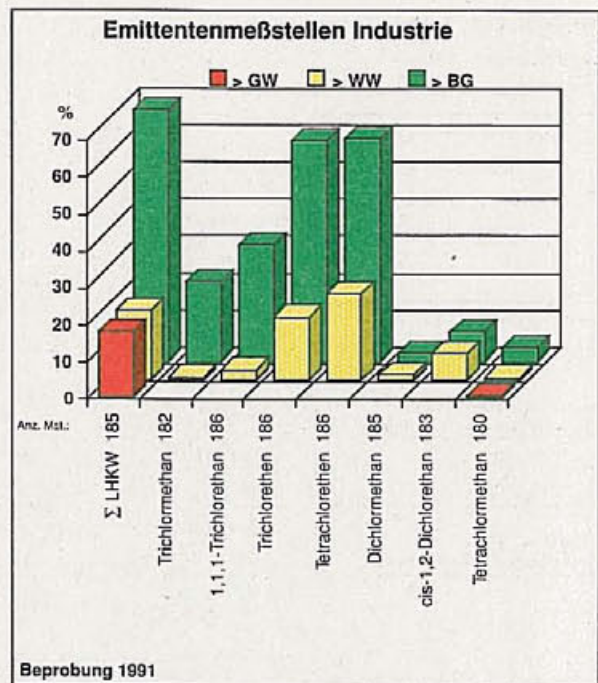


Abb.18:
Belastung der Emittentenmeßstellen Industrie mit LHKW.

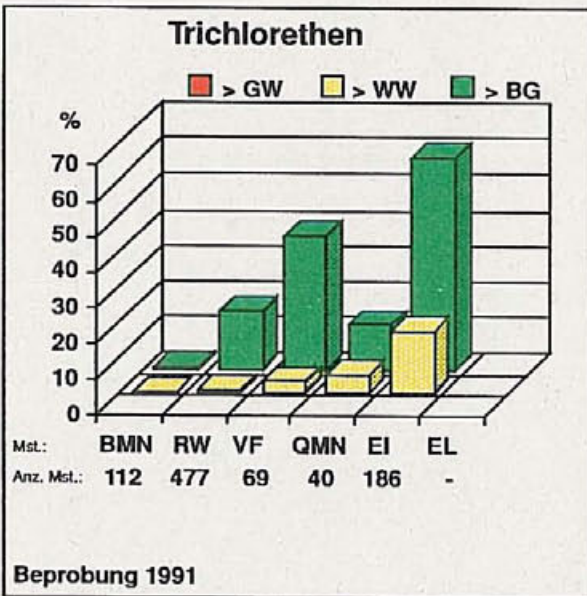


Abb.19:
Trichlorethen: Überschreitungshäufigkeiten von Bestimmungsgrenze, Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes und Grenzwert der TrinkwV bei den verschiedenen Meßstellengruppen.

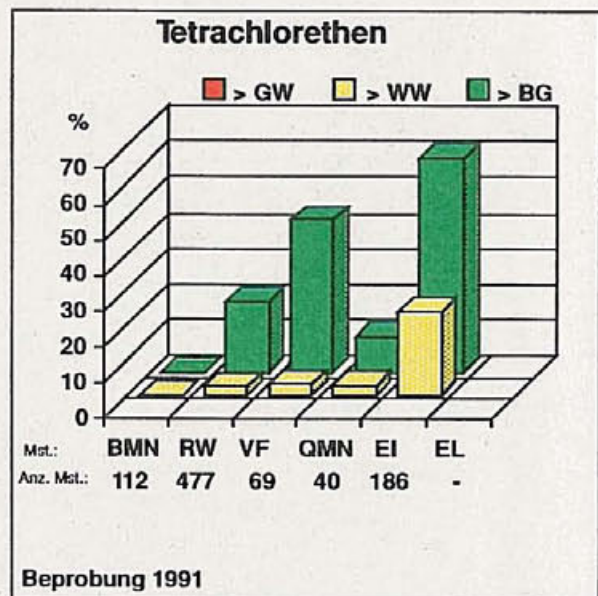


Abb.20:
Tetrachlorethen: Überschreitungshäufigkeiten von Bestimmungsgrenze, Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes und Grenzwert der TrinkwV bei den verschiedenen Meßstellengruppen.

Hinweis: BG=Bestimmungsgrenze, WW=Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes, GW=Grenzwert nach TrinkwV

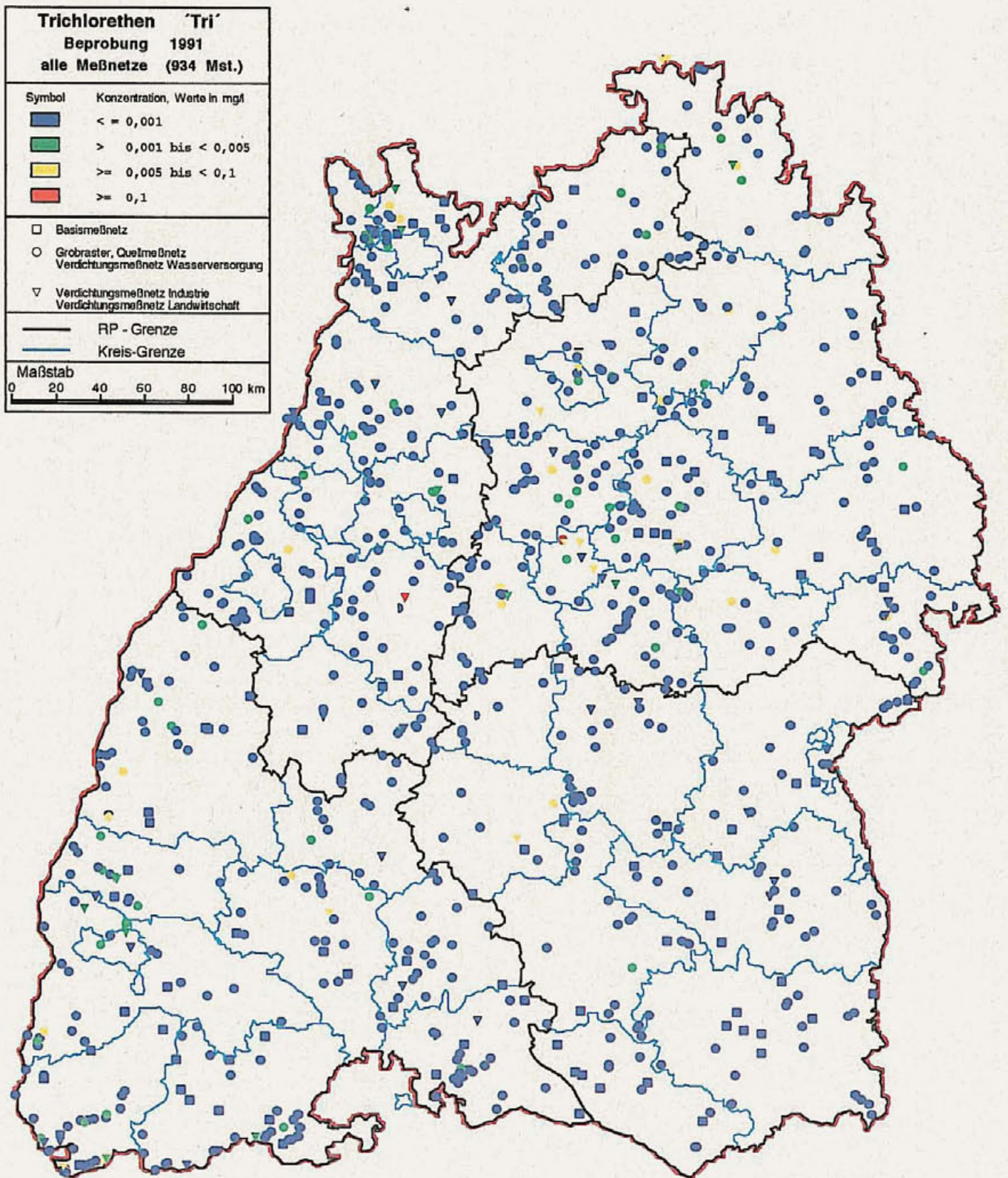


Abb. 21: Konzentrationsverteilung Trichlorethen ("Tri")

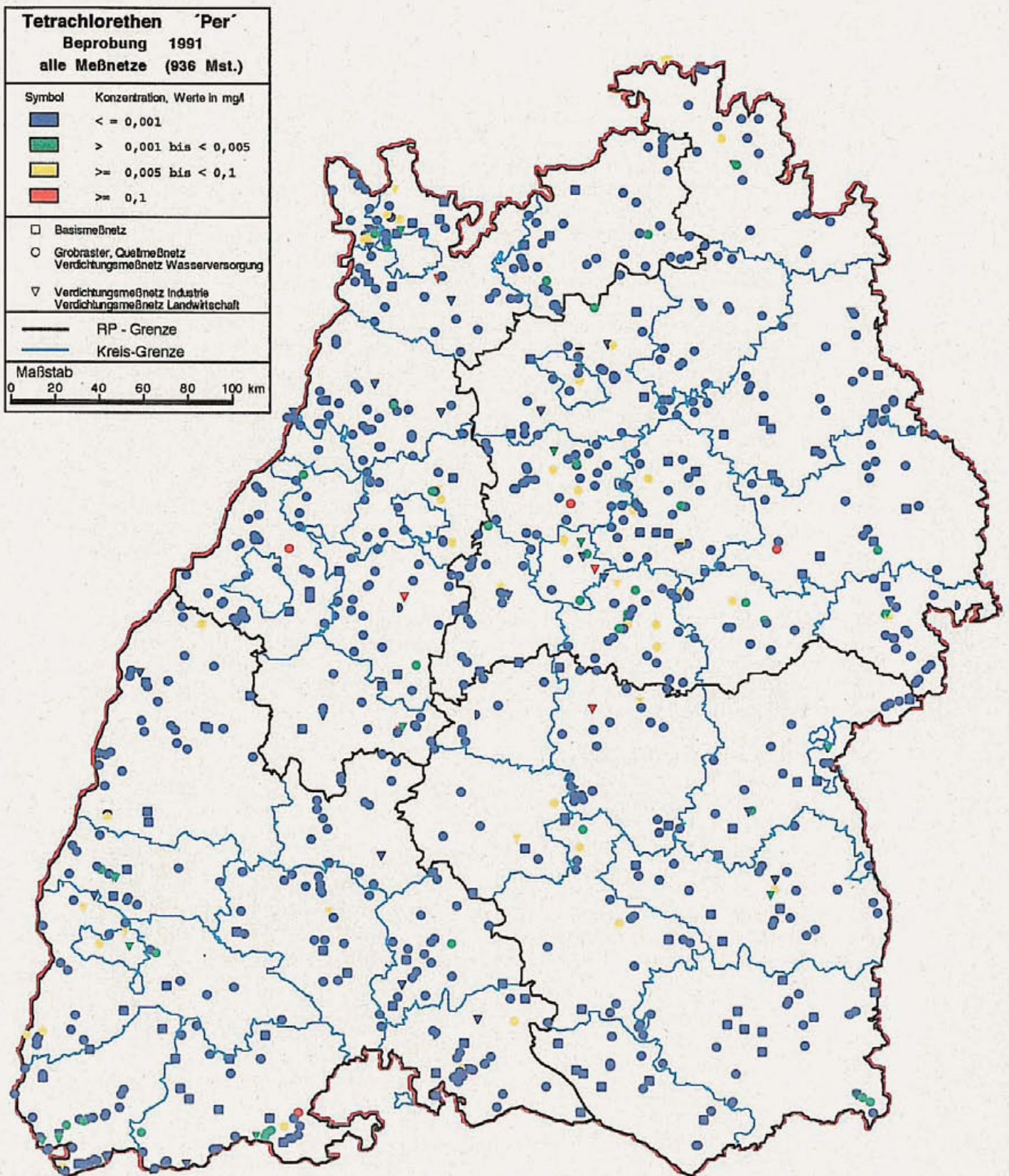


Abb. 22: Konzentrationsverteilung Tetrachlorethen ("Per")

3.4 Bor

Der Wasserinhaltsstoff Bor wird seit einigen Jahren als gut geeigneter Indikator für anthropogene Beeinflussungen angesehen. Aus toxikologischer Sicht ist er für den Menschen weniger von Bedeutung, in der TrinkwV wird erstmals Anfang 1991 ein relativ hoher Grenzwert von 1.0 mg/l aufgeführt. Nach einem Vorschlag des Bundesgesundheitsamtes (BGA) kann an einer Meßstelle ab einer Borkonzentration von 0.05 mg/l auf eine menschliche Beeinflussung geschlossen werden, sofern keine eindeutige geogene Hintergrundbelastung vorliegt. Der Vergleich mit den Ergebnissen der Basismessstellen zeigt, daß 75% der Borwerte in den meisten Grundwasserlandschaften unter 0.02 mg/l liegen, nur in drei Grundwasserlandschaften (hauptsächlich tiefe Grundwässer) reichen sie, geogen bedingt, bis ca. 0.2 mg/l.

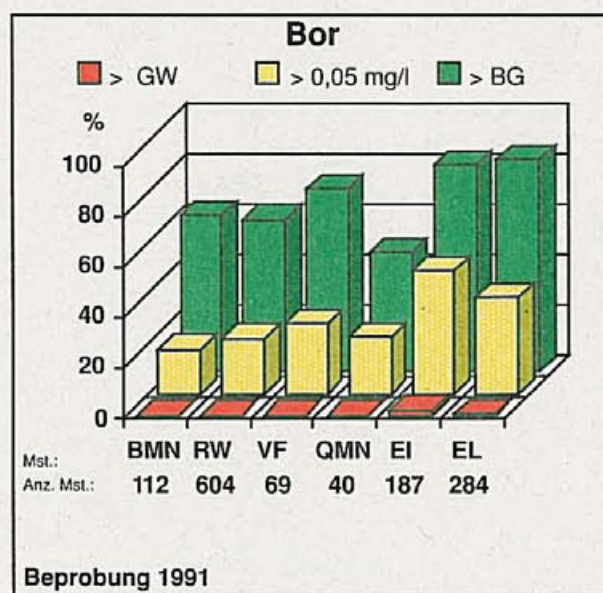
Bor und Borverbindungen werden hauptsächlich in Waschmitteln in Form von Natriumperborat mit einem Anteil zwischen 10 und 25% verwendet. Daneben wird es Mineraldüngern als essentieller Spurenstoff für die Pflanzen beigefügt und zur Herstellung industrieller Produkte eingesetzt, z.B. als Borfluorwasserstoff in der Galvanik. In das Grundwasser gelangt Bor meist über undichte Abwasserkanäle. Nach verschiedenen Schätzungen sind in den alten Bundesländern über 20% der 285 000 km Kanalisation schadhaft, so daß jährlich rund 300 Mio. m³ Abwasser ins Erdreich versickern. In Ballungsgebieten ist aufgrund des höheren Abwasseraufkommens eine Anhäufung höherer Borgehalte zu erwarten. Dies wird durch die Konzentrationskarte (Abb.24) bestätigt, wo dichtbesiedelte und hochindustrialisierte Regionen deutlich hervortreten. Eine weitere Kontaminationsquelle für Bor im Grundwasser sind Oberflächengewässer, die aufgrund der hydrologischen Gegebenheiten z.B. Flußwasser in das Grundwasser infiltrieren.

Positive Borbefunde in hoher Zahl (47,5-84,2% der Meßstellen) werden praktisch an allen Meßstellengruppen gefunden (Abb.23). Der Anteil der Meßstellen mit einer Borkonzentration von mehr als 0.05 mg/l (BGA-Wert) liegt beim Basismessnetz, Quellmessnetz sowie den Rohwasser- und Vorfeldmeßstellen im Bereich von 17.9 - 27.5%. Der Grenzwert der TrinkwV wird an keiner Rohwassermeßstelle überschritten.

Bei den Emittentenmeßstellen Industrie und Landwirtschaft liegt die Belastung deutlich höher. Dort wurden an 48.5% der durch die Industrie und 38% der durch Landwirtschaft beeinflussten Meßstellen Werte über 0.05 mg/l Bor gemessen. Der Grenzwert der TrinkwV wird an 2.1% der Emittenten Industrie und 0.4% der Emittenten Landwirtschaft überschritten, maximalwerte gehen bis 11.7 bzw. 1.1 mg/l.

Abb.23:

Bor: Überschreitungshäufigkeiten von Bestimmungsgrenze, BGA-Wert 0.05 mg/l und Grenzwert der TrinkwV bei den verschiedenen Meßstellengruppen.



Hinweis: BG=Bestimmungsgrenze, WW=Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes, GW=Grenzwert nach TrinkwV

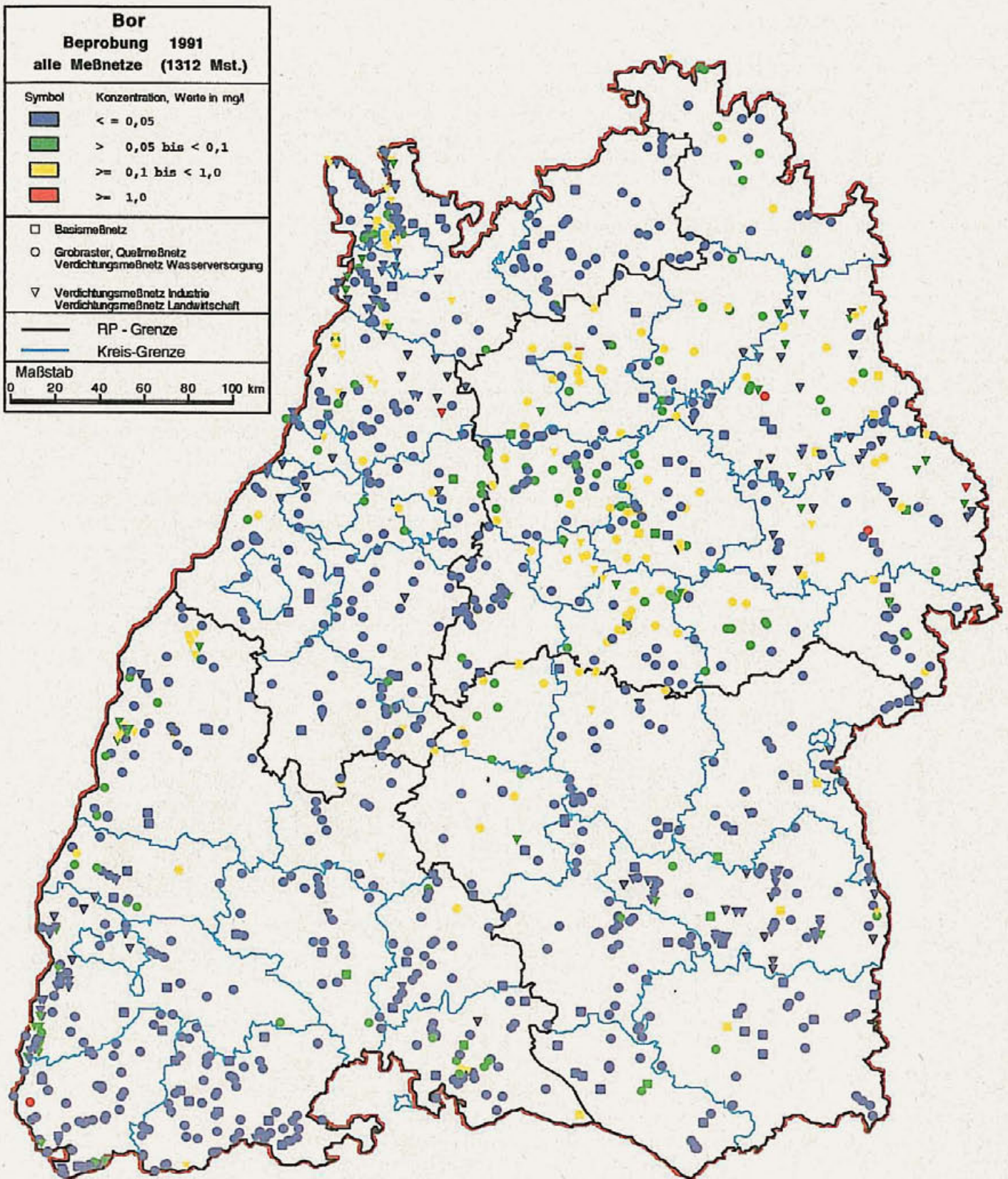


Abb. 24: Konzentrationsverteilung Bor

3.5 Schwermetalle

Meßwerte von Schwermetallen liegen von rund 55% der insgesamt untersuchten Meßstellen vor. Im Grundwasser nachweisbare Schwermetalle können auf eine natürliche geogene Hintergrundbelastung, abhängig von Boden- und Gesteinszusammensetzung oder auf industrielle Belastungen zurückgeführt werden. Auch Abraumhalden aus neuzeitlicher und mittelalterlicher Bergbautätigkeit können die Schwermetallkonzentrationen in Böden und Grundwasser erhöhen.

Positive Befunde treten am häufigsten bei Arsen auf, an ca. 20% der Rohwassermeßstellen und an jeweils rund 30% der Meßstellen des Basismeßnetzes, des Quellmeßnetzes und der Emittentenmeßstellen Industrie. Danach folgen beim Rohwasser (Abb.25) und den Emittentenmeßstellen Industrie (Abb.26) Nickel mit 22.8 bzw. 19.8%, Chrom mit 19.4 bzw. 17.4%, Blei mit 11.8 bzw. 17.5%, Cadmium mit 11.6 bzw. 9.7% und Quecksilber mit 0.4 bzw. 7.8%.

Warnwert- und Grenzwertüberschreitungen treten beim Rohwasser nur vereinzelt auf, am häufigsten noch bei Arsen, dessen Warnwert von 0.01 mg/l an drei von 474 Meßstellen (=0.6%) überschritten wird. Diese Meßstellen sind ab 1996 von der Herabsetzung des Arsen Grenzwertes von 0.04 auf 0.01 mg/l betroffen.

Bei den Emittentenmeßstellen Industrie liegen Grenzwertüberschreitungen bei Blei (2 Mst.=1.9%) und Quecksilber (4 Mst.=3.9%) vor. An den gleichen Meßstellen werden auch erhöhte Werte an LHKW gefunden.

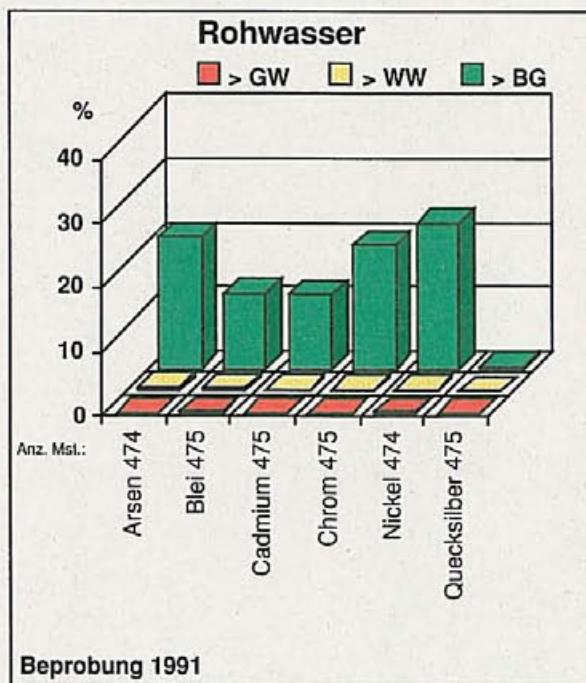


Abb.25:
Belastung der Rohwassermeßstellen mit Schwermetallen

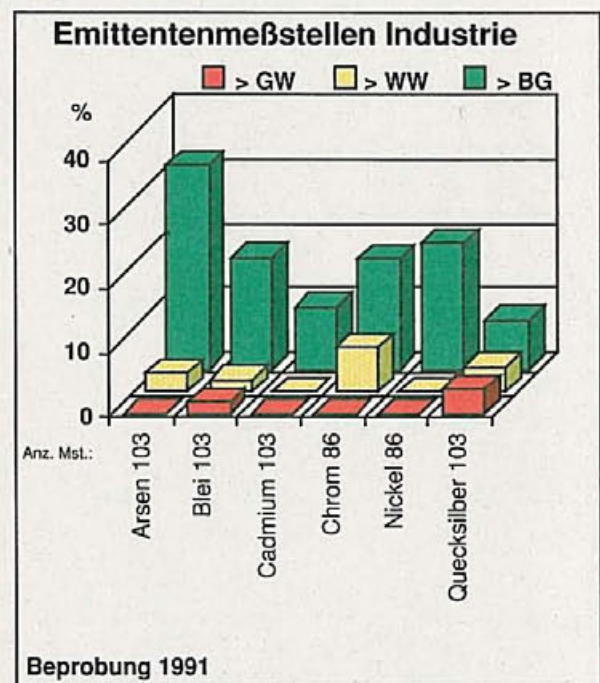


Abb. 26:
Belastung der Emittentenmeßstellen Industrie mit Schwermetallen

Hinweis: BG=Bestimmungsgrenze, WW=Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes, GW=Grenzwert nach TrinkwV

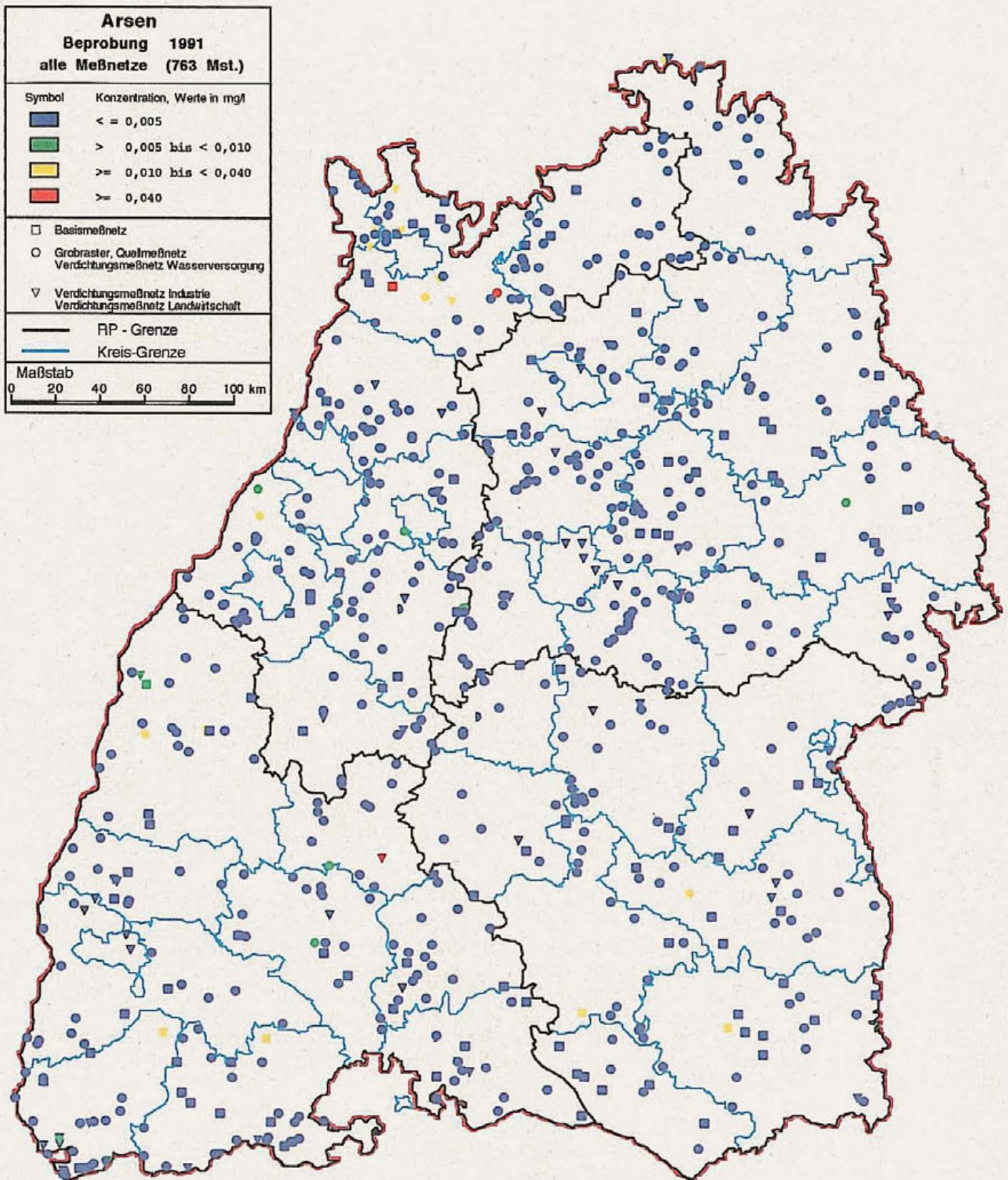


Abb.27: Konzentrationsverteilung Arsen

3.6 pH-Wert

Grund- bzw. Quellwässer mit niedrigen pH-Werten treten in Baden-Württemberg hauptsächlich im Schwarzwald und im Odenwald auf, wo Buntsandstein und Kristallin anstehen. Dort ist die Gesteinsverwitterung innerhalb geologischer Zeiträume schon so weit fortgeschritten, daß im Untergrund keine neutralisierenden Kalkanteile mehr vorhanden sind. Daher sind solche Grundwässer anfällig gegen Versauerungsvorgänge, die sowohl großräumig (saure Niederschläge) als auch kleinräumig (Bodenverhältnisse, biologische Umsetzungen im Untergrund, etc.) bedingt sein können.

Die in Abb.28 dargestellten Grenzwert- und gleichzeitig Warnwertunter- und überschreitungen sind besonders häufig bei den Meßstellen des QMN (25%) und des BMN (17.8%), wobei die betroffenen Meßstellen im Schwarzwald und im Odenwald liegen. Bei den Rohwassermeßstellen wird der untere Trinkwassergrenzwert von pH 6.5 in 11% der Fälle unterschritten (Statistisches Landesamt 1989: 12%). Zur Gewinnung von Trinkwasser werden solche Wässer i.a. entsäuert. Werte über pH 9.5 kommen nur selten vor, bei der gesamten Beprobungsrunde 1991 traten nur 2 Fälle mit pH 10.10 und pH 10.52 auf. Der niedrigste gemessene pH-Wert beträgt 4.69 an einer Rohwassermeßstelle im Hochschwarzwald. Niedrige pH-Werte korrespondieren oft mit erhöhten Aluminium- und Cadmiumwerten, da die Löslichkeit von Metallen mit abnehmendem pH-Wert zunimmt (Abb.29).

3.7 Weitere Parameter

Die Ergebnisse für weitere untersuchte Parameter sind in den statistischen Übersichten in Kapitel 4 zusammengestellt und teilweise unter "Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten" diskutiert.

Bei den anorganischen Wasserinhaltsstoffen treten insbesondere bei Sulfat in einigen Fällen Überschreitungen des Warnwertes und des Grenzwertes, beides 240 mg/l, auf. Diese sind teilweise geogenen, teilweise jedoch auch anthropogenen Ursprungs. Im Basismessnetz werden die höchsten natürlich vorkommenden Sulfatkonzentrationen im höheren Keuper gemessen, wo auch die einzige Grenzwertüberschreitung im BMN vorliegt. Bei den Rohwasser- und Vorfeldmeßstellen sowie im QMN liegen die Überschreitungshäufigkeiten im Bereich von 2.5 - 2.9%, bei den Emittentenmeßstellen Landwirtschaft und Industrie betragen sie 3.9 bzw. 8.6%. Spitzenwerte von 1240 und 1810 mg/l werden an Emittentenmeßstellen Industrie gefunden.

Zur Beschreibung der organischen Belastung werden die Summenparameter DOC (gelöster organischer Kohlenstoff) sowie der AOX (adsorbierbares, organisch gebundenes Halogen) herangezogen. Gelösten organischen Kohlenstoff natürlicher (z.B. aus biologische Abbauprozessen) oder anthropogener (z.B. organische Lösemittel) Herkunft findet man an über 85% aller Meßstellen (Abb.30). Der Hauptanteil der DOC-Meßwerte liegt jedoch unter 1 mg/l, der Warnwert von 3 mg/l wird nur an 0.2% der Rohwassermeßstellen, hingegen an 10.7% der Emittentenmeßstellen Industrie überschritten. Spitzenwerte für DOC liegen beim Rohwasser bei 5.3 mg/l, bei den Emittentenmeßstellen Landwirtschaft bei 12.5 mg/l und bei den Emittentenmeßstellen Industrie bei 31 mg/l.

Chlorierte Verbindungen, wie sie durch den AOX erfaßt werden, sind praktisch nur anthropogenen Ursprungs. Der Anteil der AOX-Meßwerte oberhalb der Bestimmungsgrenze ist deutlich niedriger als beim DOC, er liegt zwischen 3.6% bei den Basismessstellen und 51.3% bei den Emittentenmeßstellen Industrie. Bei den Warnwertüberschreitungen (> 0.05 mg/l) ergibt sich ein ähnliches Verteilungsmuster wie beim DOC (Abb.31).

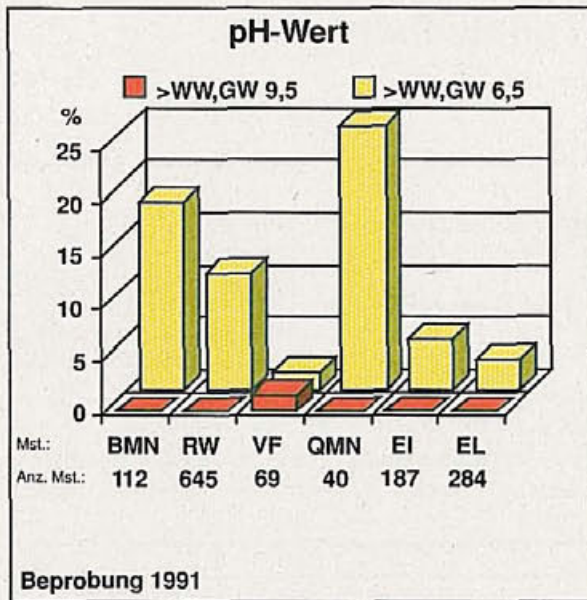


Abb.28:
pH-Wert: Überschreitungshäufigkeiten von unterem und oberem Warnwert bzw. Grenzwert

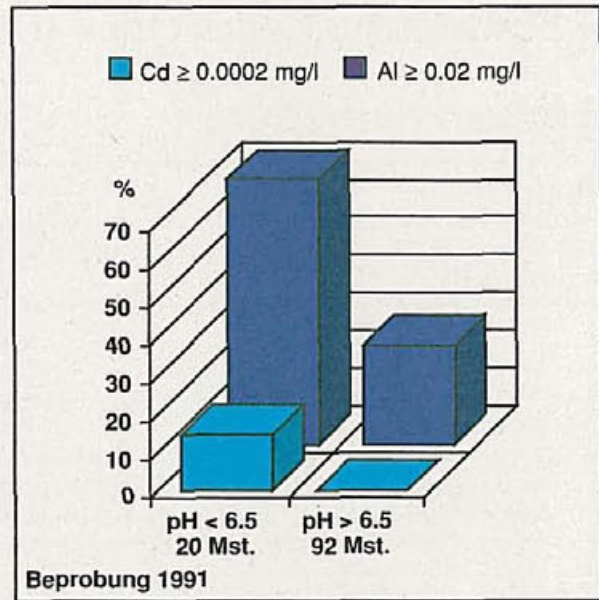


Abb.29:
Auftreten von Aluminium und Cadmium bei den Basismessstellen in Abhängigkeit vom pH-Wert

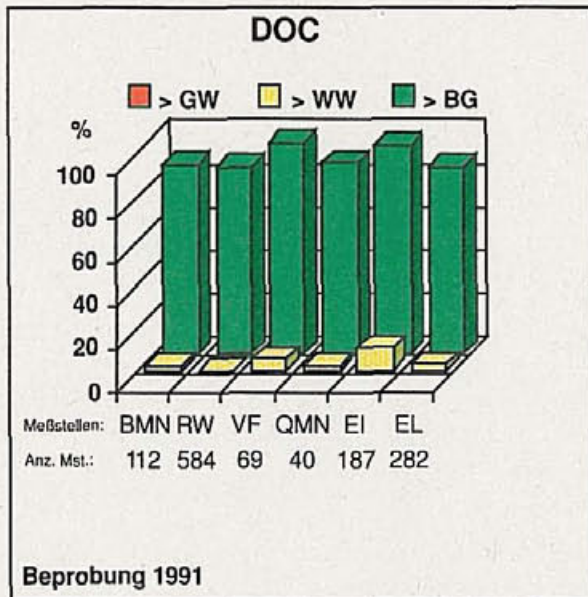


Abb. 30 :
DOC : Überschreitungshäufigkeiten von Bestimmungsgrenze und Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes bei den verschiedenen Meßstellengruppen

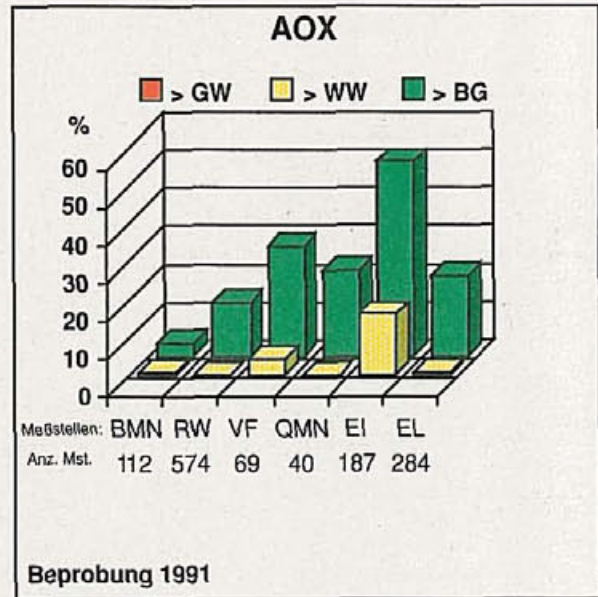


Abb. 31 :
AOX : Überschreitungshäufigkeiten von Bestimmungsgrenze und Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes bei den verschiedenen Meßstellengruppen

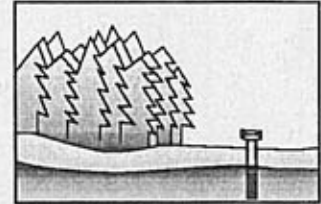
Hinweis: BG=Bestimmungsgrenze, WW=Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes, GW=Grenzwert nach TrinkwV

4 Statistische Übersichten der Teilmeßnetze

4.1 Basismeißnetz (BMN)

Meßnetzziel

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



Datengrundlage

Beprobung von 112 Meßstellen in den verschiedenen Grundwasserlandschaften Baden-Württembergs. Untersucht wurde auf bis zu 99 Parameter. Erstmals wurden die analytischen Bestimmungen nicht im Labor der LfU durchgeführt, sondern an freie chemische Labors vergeben.

Tabelle 2: Ergebnisse der Beprobung des Basismeißnetzes 1991.

Parameter	Dim.	Anzahl Mst.	Anzahl Mst. > BG	Mst. mit Meßwert > WW	Meßwert > GW	Maximum
El.Leitfähigkeit	mS/m	111	111	0	0	103.0
pH-Wert	-	112	112	20	20	5.14/9.09
Summe Erdalkalien (GH)	mmol/l	112	112	-	-	6.01
DOC	mg/l	112	97	3	-	3.5
AOX	mg/l	112	4	1	-	0.09
Nitrat	mg/l	112	93	0	0	34.0
Sulfat	mg/l	112	112	1	1	270.0
Bor	mg/l	112	70	-	0	0.220
Arsen	mg/l	112	34	4	1	0.0450
Blei	mg/l	112	2	1	0	0.0280
Cadmium	mg/l	112	4	0	0	0.00050
Chrom, gesamt	mg/l	112	10	0	0	0.0021
Nickel	mg/l	112	9	0	0	0.0130
Quecksilber	mg/l	112	2	0	0	0.00040
Summe LHKW nach TrinkwV	mg/l	112	1	0	0	0.0006
Trichlormethan	mg/l	112	6	0	-	0.0001
1,1,1-Trichlorethan	mg/l	112	0	0	-	-
Trichlorethen ("Tri")	mg/l	112	1	0	-	0.0006
Tetrachlorethen ("Per")	mg/l	112	0	0	-	-
Dichlormethan	mg/l	112	0	0	-	-
Tetrachlormethan	mg/l	112	0	0	0	-
cis-1,2-Dichlorethen	mg/l	112	0	0	-	-
Atrazin	ug/l	112	3	0	0	0.05
Simazin	ug/l	112	1	0	0	0.02
Terbutylazin	ug/l	112	0	0	0	-
Metolachlor	ug/l	112	0	0	0	-
Metazachlor	ug/l	112	0	0	0	-
Desethylatrazin	ug/l	112	4	0	0	0.05
Desisopropylatrazin	ug/l	112	2	0	0	0.06
Desethylterbutylazin	ug/l	112	0	0	0	-
Propazin	ug/l	112	0	0	0	-
Bromacil	ug/l	112	4	1	1	0.15
Hexazinon	ug/l	112	1	0	0	0.07
Metalaxyl	ug/l	111	0	0	0	-

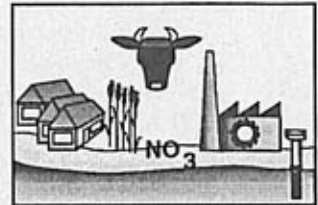
Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Die **Nitratkonzentrationen** lagen an 19 Meßstellen mit natürlich sauerstoffarmen Grundwässern unterhalb der Bestimmungsgrenze. In den sauerstoffhaltigen Grundwässern des Quartärs im Alpenvorland und des Keupers wurden an zwei Meßstellen relativ hohe Nitratgehalte von über 30 mg/l gemessen. Dies kann natürliche Ursachen haben, was jedoch durch Sonderuntersuchungen noch überprüft werden muß.
- Die überwiegend geringen **Borkonzentrationen** beim Basismeßnetz unterstreichen die Indikatorfunktion erhöhter Borkonzentrationen für direkte anthropogene Einflüsse. Die Maximalkonzentration von 0.22 mg/l ist auf den natürlichen Borgehalt eines Grundwassers im Keuper zurückzuführen.
- Die vereinzelt auftretenden auffälligen Warn- und Grenzwertüberschreitungen bei **Arsen** und **Blei** sind auf Erzvorkommen im Einzugsgebiet der betreffenden Meßstellen zurückzuführen.
- Bei der Herbstbeprobung 1991 wurde im BMN auf eine breite Palette an **PBSM** untersucht. Bei den **Phenoxycarbonsäuren** und den **chlorierten Insektiziden** lagen alle Befunde unterhalb der Bestimmungsgrenze. Bei den Stickstoffherbiziden wurden einige positive Befunde an **Atrazin**, **Simazin**, **Desethylatrazin**, **Desisopropylazin**, **Hexazinon** und **Bromacil** gemessen. Die Meßwerte liegen überwiegend zwischen 0.02 bis 0.06 µg/l, also im Bereich der Bestimmungsgrenze. Auffällig ist ein Bromacilwert von 0.15 µg/l in unmittelbarer Nähe einer Bahnlinie. Den Ursachen der anderen positiven PBSM-Befunde muß noch nachgegangen werden, diese Werte müssen noch abgesichert werden. Als Ursache kommt möglicherweise eine Anwendung der PBSM in der Forstwirtschaft bzw. Deposition aus der Atmosphäre in Frage.

4.2 Grobraster (GR)

Meßnetzziel

Landesweite Schnellindikation der Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit und Unterstützung der Ergebnisbeurteilung des Gesamtmeßnetzes durch verdichtete Meßstelleninformationen und intensivierete Beobachtung.



Datengrundlage

Beprobung von 427 Meßstellen, davon 178 Rohwasser-, 69 Vorfeld- und 192 Emittentenmeßstellen. Je nach Meßstellenart wurden zwischen 31 und 68 Parameter untersucht.

Tabelle 3: Ergebnisse der Beprobung des Grobrastermeßnetzes 1991.

Parameter	Dim.	Anzahl Mst.	Anzahl Mst. > BG	Mst. mit Meßwert > WW	Mst. mit Meßwert > GW	Maximum
El.Leitfähigkeit	mS/m	426	426	3	1	222.0
pH-Wert	-	426	426	20	20	4.69/10.52
Summe Erdalkalien (GH)	mmo/l	427	427	-	-	29.18
DOC	mg/l	425	385	15	-	16.20
AOX	mg/l	426	119	16	-	5.050
Nitrat	mg/l	427	402	71	43	203.0
Sulfat	mg/l	427	425	18	18	898.0
Bor	mg/l	427	326	-	3	1.700
Arsen	mg/l	210	52	3	0	0.0161
Blei	mg/l	210	41	3	2	0.7400
Cadmium	mg/l	210	38	1	0	0.00470
Chrom, gesamt	mg/l	180	41	1	0	0.02000
Nickel	mg/l	181	54	0	0	0.190
Quecksilber	mg/l	210	4	0	-	0.00040
Summe LHKW nach TrinkwV	mg/l	373	152	21	18	3.5690
Trichlormethan	mg/l	375	50	2	-	0.0203
1,1,1-Trichlorethan	mg/l	379	66	2	-	0.0410
Trichlorethen ("Tri")	mg/l	377	120	22	-	3.0500
Tetrachlorethen ("Per")	mg/l	379	138	34	-	1.2000
Dichlormethan	mg/l	379	5	5	-	0.490
Tetrachlormethan	mg/l	375	7	1	1	0.0130
cis-1,2-Dichlorethen	mg/l	374	10	10	-	0.260
KW, geloest u. emulgiert	mg/l	104	22	-	22	7.790
Atrazin	ug/l	339	99	36	23	2.56
Simazin	ug/l	339	45	11	7	0.63
Terbutylazin	ug/l	339	12	2	2	2.04
Metolachlor	ug/l	338	2	0	0	0.03
Metazachlor	ug/l	339	2	0	0	0.06
Desethylatrazin	ug/l	339	104	44	39	0.64
Desisopropylatrazin	ug/l	336	20	3	3	0.30
Desethylterbutylazin	ug/l	338	7	2	2	2.70
Propazin	ug/l	336	9	5	5	1.63
Bromacil	ug/l	63	2	2	2	0.65
Hexazinon	ug/l	337	6	2	2	1.48
Metalaxyl	ug/l	337	2	0	0	-
Benzol	ug/l	44	1	-	-	40.0
Toluol	ug/l	44	0	-	-	-
Xylol (o-,m-,p-)	ug/l	44	0	-	-	-
Ethylbenzol	ug/l	44	0	-	-	-
EDTA	ug/l	7	0	-	-	-
NTA	ug/l	5	0	-	-	-

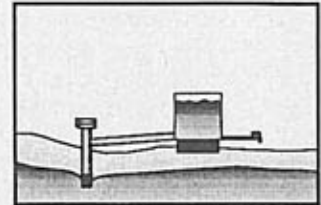
Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Der Nitratgrenzwert der TrinkwV wird an 10% aller Meßstellen überschritten, der Warnwert in 16.6% der Fälle. Gegenüber dem Vorjahr sind die Überschreitungshäufigkeiten nahezu konstant geblieben. Allgemein steigt das Konzentrationsniveau in der Reihenfolge Rohwasser-Vorfeld-Emittenten. Der Höchstwert an Nitrat wurde bei den Emittentenmeßstellen mit 203 mg/l im Abstrom einer Gärtnerei gemessen.
- Positive Befunde an gelösten und emulgierten Kohlenwasserstoffen (Mineralöl) liegen an rund 23% der auf diesen Parameter untersuchten Meßstellen vor. Da die häufigste Bestimmungsgrenze den gleichen Zahlenwert wie der Grenzwert der TrinkwV aufweist, liegen auch gleich viele Grenzwertüberschreitungen vor. Der Spitzenwert von 7.79 mg/l wurde auf einem Raffineriegelände gemessen, Meßstellen mit Werten zwischen 1 und 2 mg/l liegen meist auf Industriegelände oder im innerstädtischen Bereich.
- Hohe Werte für die Summe LHKW nach TrinkwV sind hauptsächlich bei den Emittentenmeßstellen zu beobachten, wobei die größten Kontaminationen durch Tri- und Tetrachlorethen verursacht werden. Die höchsten Werte treten bei Messungen auf dem Werksgelände metallverarbeitender Industriebetriebe auf.
- Bei den PBSM wird die hauptsächliche Belastung wie auch im Vorjahr durch die Stickstoffherbizide, insbesondere durch Atrazin und dessen Abbauprodukt Desethylatrazin hervorgerufen. Auch haben sich die lokalen Belastungsschwerpunkte im wesentlichen bestätigt. Dabei wird der Grenzwert der TrinkwV an bis zu 6.8% der Meßstellen überschritten. Besonders auffällige Maximalwerte bei den Rohwassermeßstellen sind 2.04 µg/l Terbutylazin in einem landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebiet und 0.65 µg/l Bromacil in 1.2 km Entfernung im Grundwasserabstrom einer Bahnlinie. Bei den Emittentenmeßstellen sind zwei Maximalwerte an einer einzigen Meßstelle im Einzugsbereich einer Kleingartenanlage und eines Güterbahnhofes zu finden: Atrazin: 2.56 mg/l und Hexazinon 1.48 mg/l
- Erstmals wurde im Grobraster in einigen Fällen auf BTX-Aromaten (Benzol, Toluol, Xylole) und die Komplexbildner NTA/EDTA (Nitrilotriessigsäure / Ethylendiamintetraessigsäure) untersucht. Bis auf einen positiven Befund an Benzol von 40 µg/l auf einem Firmengelände lagen alle Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze.

4.3 Verdichtungsmeßnetz Wasserversorgung (VMW)

Meßnetzziel

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



Datengrundlage

Von den Wasserversorgungsunternehmen wurden als freiwilliger Beitrag im Rahmen der Kooperation mit dem Land Analysen von insgesamt 498 Rohwassermeßstellen auf Datenträger zur Verfügung gestellt (Stichtag: 30.04.1992).

Tabelle 4: Ergebnisse der Beprobung des Verdichtungsmeßnetzes Wasserversorgung 1991.

Parameter	Dim.	Anzahl Mst.	Anzahl Mst. > BG	Mst. mit > WW	Meßwert > GW	Maximum
El. Leitfähigkeit	mS/m	486	486	1	0	166.0
pH-Wert	-	486	486	60	60	5.20/8.35
Summe Erdalkalien (GH)	mmol/l	486	486	-	-	13.3
DOC (gel. Org. Kohlenstoff)	mg/l	425	361	1	-	5.3
AOX (ads. org. geb. Halog.)	mg/l	415	56	2	-	0.100
Nitrat	mg/l	492	483	50	19	90.4
Sulfat	mg/l	481	479	13	13	415.0
Bor	mg/l	444	245	-	0	0.350
Arsen	mg/l	318	55	1	0	0.0130
Blei	mg/l	319	26	0	0	0.0063
Cadmium	mg/l	319	30	0	0	0.00050
Chrom, gesamt	mg/l	319	57	0	0	0.0064
Nickel	mg/l	318	64	2	2	32.0000
Quecksilber	mg/l	319	0	0	0	-
Summe LHKW nach TrinkwV	mg/l	319	81	2	2	0.1281
Trichlormethan	mg/l	164	9	0	-	0.0020
1,1,1-Trichlorethan	mg/l	321	26	0	-	0.0020
Trichlorethen ("Tri")	mg/l	320	50	0	-	0.0040
Tetrachlorethen ("Per")	mg/l	320	57	5	-	0.1249
Dichlormethan	mg/l	319	0	0	-	-
Tetrachlormethan	mg/l	307	6	0	0	0.0012
cis-1,2-Dichlorethen	mg/l	78	0	0	-	-
KW, geloest u. emulgiert	mg/l	22	0	-	0	-
Atrazin	ug/l	350	91	7	6	0.29
Simazin	ug/l	350	24	3	2	0.30
Terbutylazin	ug/l	350	1	0	0	-
Metolachlor	ug/l	346	0	0	0	-
Metazachlor	ug/l	346	0	0	0	-
Desethylatrazin	ug/l	350	113	30	18	0.38
Desisopropylatrazin	ug/l	194	0	0	0	-
Desethylterbutylazin	ug/l	163	0	0	0	-
Propazin	ug/l	197	2	0	0	0.02
Bromacil	ug/l	55	1	1	0	0.51
Hexazinon	ug/l	64	1	0	0	0.08
Metalaxyl	ug/l	73	0	0	0	-

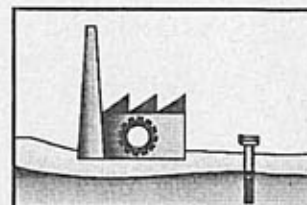
Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Die nachfolgend 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.
- Bei **Nitrat** wird der Grenzwert der TrinkwV von 50 mg/l an rund 4%, der Warnwert von 40 mg/l an rund 10% der Meßstellen überschritten. Der Spitzenwert beträgt 90.4 mg/l. Belastungsschwerpunkte sind insbesondere die Gebiete mit landwirtschaftlicher Intensivbewirtschaftung wie z.B. Weinbau oder Spargel.
- Die Belastung an **PBSM** wird in erster Linie durch **Atrazin** und sein Abbauprodukt **Desethylatrazin** sowie durch **Simazin** hervorgerufen. Die Überschreitungshäufigkeiten des Grenzwertes nach TrinkwV liegen bei diesen Stoffen zwischen 0.6 und 5.1%. Die Maximalwerte sind 3-4 mal so hoch wie der Trinkwassergrenzwert.
- Warnwert- und Grenzwertüberschreitungen treten bei den **Schwermetallen** und der **Summe LHKW nach TrinkwV** nur an 5 bzw. 2 von etwa 320 Meßstellen auf.
- Die Belastungssituation stellt sich insgesamt gesehen ähnlich wie 1990 dar.

4.4 Verdichtungsmeßnetz Industrie (VMI)

Meßnetzziel

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



Datengrundlage

Von den Industrieunternehmen wurden als freiwilliger Kooperationsbeitrag die Analysen von insgesamt 85 Meßstellen auf Datenträger zur Verfügung gestellt (Stichtag 30.04.1992).

Tabelle 5: Ergebnisse der Beprobung des Verdichtungsmeßnetzes Industrie 1991

Parameter	Dim.	Anzahl Mst.	Anzahl > BG	Mst. mit > WW	Meßwert > GW	Maximum
El.Leitfähigkeit (25 C)	mS/m	85	85	9	4	321.0
pH-Wert	-	85	85	4	4	6.21/8.44
Summe Erdalkalien (GH)	mmol/l	85	85	-	-	34.50
DOC (gel.org.Kohlenstoff)	mg/l	85	84	13	-	31.00
AOX (ads.org.geb.Halog.)	mg/l	85	50	19	-	2.200
Nitrat	mg/l	85	82	6	5	220.0
Sulfat	mg/l	85	84	7	7	1810.0
Bor	mg/l	84	68	-	3	11.700
Arsen	mg/l	83	28	2	0	0.0830
Blei	mg/l	83	14	1	1	0.0530
Cadmium	mg/l	83	7	0	0	0.00099
Chrom, gesamt	mg/l	83	14	5	0	0.0420
Nickel	mg/l	83	16	0	0	0.0250
Quecksilber	mg/l	83	7	4	4	0.01200
Summe LHKW nach TrinkwV	mg/l	85	67	20	19	3.7569
Trichlormethan	mg/l	83	23	1	-	0.0190
1,1,1-Trichlorethan	mg/l	85	34	3	-	0.0100
Trichlorethen ("Tri")	mg/l	84	58	16	-	1.3000
Tetrachlorethen ("Per")	mg/l	85	60	25	-	3.5400
Dichlormethan	mg/l	85	1	0	-	0.0050
Tetrachlormethan	mg/l	83	4	0	0	0.0008
cis-1,2-Dichlorethen	mg/l	82	8	7	-	2.510
KW, geloest u. emulgiert	mg/l	77	19	-	19	0.700
Benzol	ug/l	82	2	-	-	100.0
Toluol	ug/l	82	3	-	-	40.0
Xylol (o-,m-,p-)	ug/l	82	2	-	-	20.000
Ethylbenzol	ug/l	82	1	-	-	10.0

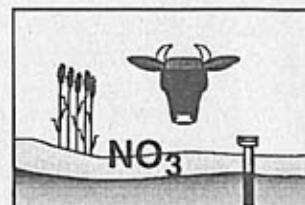
Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Das VMI umfaßt in einem ersten Aufbauschritt 85 Meßstellen. Daher sind die vorgestellten Ergebnisse noch nicht repräsentativ für die gesamte Landesfläche.
- In rund 60% aller Grundwasserproben sind **adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX)** quantitativ nachweisbar. An 22% aller Meßstellen wird der Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms überschritten.
- An 79 % aller Meßstellen liegen positive Befunde der **Summe LHKW nach TrinkwV** vor, wobei insbesondere **Tri- und Tetrachlorethen** zu diesen hohen Werten beitragen. An rund 23% aller Meßstellen wird der Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes und gleichzeitig der Grenzwert der TrinkwV überschritten. Die höchsten LHKW-Konzentrationen werden im Abstrom von metall-, textil- und glasverarbeitenden Betrieben sowie der Chemieindustrie gemessen.
- An 23 % aller auf **gelöste und emulgierte Kohlenwasserstoffe (Mineralöl)** untersuchten 77 Meßstellen werden Befunde über dem Grenzwert der TrinkwV von 0.01 mg/l festgestellt. Es ergeben sich jedoch keine Anzeichen einer branchenspezifischen Kontamination.
- Die Zahl der positiven Befunde an **BTX (Benzol, Toluol, Xylole)** ist gering, wobei jedoch die Konzentrationen der positiven Befunde als erhöht anzusehen sind
- Die **Borkonzentrationen** sind teilweise auffällig erhöht. Solche Befunde können Indikatoren einer anthropogenen Verunreinigung sein. Die höchsten Borgehalte werden grundwasserunterstromig einer Chemiefirma, einer Elektrogerätebaufirma und eines glasherstellenden Betriebes gefunden.
- Bei den **Schwermetallen** werden an 10 Meßstellen (12%) Warnwertüberschreitungen festgestellt.

4.5 Verdichtungsmeßnetz Landwirtschaft (VML)

Meßnetzziel

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



Datengrundlage

Beprobte wurden insgesamt 203 Meßstellen in sieben* Landkreisen Baden-Württembergs auf 42 Parameter, insbesondere auf PBSM (Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel).

Tabelle 6: Ergebnisse der Beprobung des Verdichtungsmeßnetzes Landwirtschaft 1991.

Parameter	Dim.	Anzahl Mst.	Anzahl > BG	Mst. mit > WW	Meßwert > GW	Maximum
El. Leitf. (...C)	mS/m	203	203	2	2	233.0
pH-Wert (...C)	-	203	203	3	3	5.77/7.9
Summe Erdalkalien (GH)	mmol/l	203	203	-	-	16.80
Sauerstoff	mg/l	203	201	-	-	11.0
DOC	mg/l	202	169	6	-	9.10
Calcium	mg/l	203	203	-	0	324.5
Magnesium	mg/l	203	203	14	4	64.1
Natrium	mg/l	203	203	1	1	800.4
Kalium	mg/l	203	189	13	12	70.30
Ammonium	mg/l	203	119	8	5	3.220
Nitrat	mg/l	203	190	91	662	340.6
Nitrit	mg/l	203	51	5	4	0.21
Sulfat	mg/l	203	203	7	7	539.6
Ortho-Phosphat	mg/l	203	159	-	0	4.600
Bor	mg/l	203	179	-	1	1.100
Atrazin	ug/l	203	66	25	18	1.50
Simazin	ug/l	203	19	2	2	0.28
Terbutylazin	ug/l	203	6	1	1	0.17
Metolachlor	ug/l	202	4	1	1	0.11
Metazachlor	ug/l	203	5	1	1	0.14
Desethylatrazin	ug/l	203	58	29	24	1.10
Desisopropylatrazin	ug/l	202	7	5	3	0.22
Desethylterbutylazin	ug/l	203	12	0	0	0.08
Propazin	ug/l	203	14	0	0	0.07
Bromacil	ug/l	203	3	0	0	0.07
Hexazinon	ug/l	203	1	1	0	0.09
Metalaxyl	ug/l	203	2	1	1	0.19
Diuron	ug/l	137	1	1	1	0.23
2,4-D	ug/l	200	0	0	0	-
Mecoprop	ug/l	200	10	5	4	0.27
Dichlorprop (2,4-DP)	ug/l	200	2	1	1	0.43
Bentazon	ug/l	199	2	2	2	0.39

* LK Schwäbisch Hall, Ostalbkreis, Rhein-Neckar-Kreis, LK und SK Karlsruhe, LK Breisgau-Hochschwarzwald, Ortenaukreis, LK Ravensburg

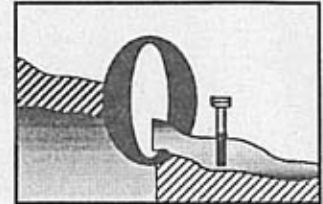
Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Der Trinkwassergrenzwert für **Nitrat** wird an 31% der Meßstellen überschritten. Diese sind über alle sieben Pilotlandkreise verteilt. Meßwerte über 100 mg/l (an 9 Meßstellen) kommen jedoch nur im Oberrheingraben im Rhein-Neckar-Kreis vor.
- Ein ähnliches Bild ergibt die Untersuchung auf **Ammonium**. Positive Befunde treten in allen sieben untersuchten Landkreise auf, Grenzwertüberschreitungen (> 0.1 mg/l) jedoch nur im Rhein-Neckar-Kreis.
- In fast allen der sieben Pilotlandkreise wurden z. T. erhebliche **Nitrit**-Konzentrationen (über 0,1 mg/l) gemessen. Diese werden nur in sauerstoffuntersättigten Wässern nachgewiesen.
- Bei den **PBSM** werden die häufigsten Positivbefunde bei **Atrazin** (33%), **Desethylatrazin** (29%) und **Simazin** (9%) festgestellt. Daneben gab es positive Befunde (1 bis 5%) für nahezu alle anderen untersuchten PBSM. Von 66 (32%) positiven **Atrazin**-Befunden lagen 19 (9%) über dem Grenzwert von 0,1 µg/l. Der räumliche Schwerpunkt liegt im Ostalbkreis mit 12 Grenzwertüberschreitungen bei **Atrazin** und 13 von 26 Grenzwertüberschreitungen bei **Desethylatrazin**.

4.6 Quellmeßnetz (QMN)

Meßnetzziel

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



Datengrundlage

Beprobte wurden 40 ausgewählte Quellen (Erstbeprobung) mit einem Untersuchungsumfang von rund 100 Parametern.

Tabelle: 7 Ergebnisse der Beprobung des Quellmeßnetzes 1991.

Parameter	Dim.	Anzahl Mst.	Anzahl Mst. > BG	Mst. mit > WW	Meßwert > GW	Maximum
El. Leitfähigkeit	mS/m	40	40	0	0	133.0
pH-Wert	-	40	40	10	10	5.03/7.95
Summe Erdalkalien (GH)	mmol/l	40	40	-	-	8.86
DOC	mg/l	40	35	1	0	3.00
AOX	mg/l	40	9	0	0	0.017
Nitrat	mg/l	39	39	7	6	94.0
Sulfat	mg/l	40	39	1	1	450.0
Bor	mg/l	40	19	0	0	0.180
Arsen	mg/l	40	12	0	0	0.0030
Blei	mg/l	40	5	0	0	0.0110
Cadmium	mg/l	40	3	0	0	0.00030
Chrom, gesamt	mg/l	40	10	0	0	0.0030
Nickel	mg/l	40	9	0	0	0.0285
Quecksilber	mg/l	40	2	0	0	0.00030
Summe LHKW nach TrinkwV	mg/l	40	7	0	0	0.0170
Trichlormethan	mg/l	39	3	0	-	0.0020
1,1,1-Trichlorethan	mg/l	40	1	0	-	0.0002
Trichlorethen ("Tri")	mg/l	40	5	2	-	0.0170
Tetrachlorethen ("Per")	mg/l	40	4	1	-	0.0114
Dichlormethan	mg/l	40	0	0	-	-
Tetrachlormethan	mg/l	40	0	0	0	-
cis-1,2-Dichlorethen	mg/l	40	0	0	-	-
Atrazin	ug/l	40	9	4	4	0.28
Simazin	ug/l	40	2	0	0	0.04
Terbutylazin	ug/l	40	0	0	0	-
Metolachlor	ug/l	40	1	0	0	0.01
Metazachlor	ug/l	40	0	0	0	-
Desethylatrazin	ug/l	40	12	5	5	0.64
Desisopropylatrazin	ug/l	40	1	1	1	0.27
Desethylterbutylazin	ug/l	40	1	0	0	0.02
Propazin	ug/l	40	0	0	0	-
Bromacil	ug/l	3	0	0	0	-
Hexazinon	ug/l	40	0	0	0	-
Metalaxyl	ug/l	39	0	0	0	-

Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Die ausgesuchten Quellen erfassen Einzugsgebiete unterschiedlicher Größe und unterschiedlicher Nutzungen. Das Ausmaß und die Gleichmäßigkeit der Quellschüttungen wird durch meteorologische Einflüsse, Größe des Einzugsgebietes, Ausbildung des Grundwasserleiters, etc. bestimmt. Die Landnutzung ist teilweise einheitlich (z.B. ausschließlich Wald), teilweise liegen auch Mischnutzungen (z.B. Wald/Landwirtschaft und Siedlung/Industrie) vor. Der Zusammenhang zwischen Quellschüttung und Beschaffenheit wird in den nächsten Jahren näher untersucht werden.
- Warnwert- bzw. Grenzwertüberschreitungen liegen bei **Nitrat** bei etwa 15% bzw. rund 18% der Quellen vor, es handelt sich um Quellen mit landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten.
- Positive Befunde an **PBSM** sind ebenfalls bei Quellen mit landwirtschaftlicher Nutzung gegeben. Darüberhinaus sind in diesen Einzugsgebieten auch zahlreiche Siedlungen zu finden. In nahezu allen Fällen waren die Konzentrationen des Abbauproduktes **Desethylatrazin** höher als die der Ausgangssubstanz **Atrazin**.
- **LHKW** werden hauptsächlich an Quellen gefunden, bei denen ein hoher Siedlungsanteil im Einzugsgebiet vorliegt. Die Warnwerte wurden an maximal 5% der Meßstellen überschritten.

5 Ausblick

Die vorgestellten Ergebnisse geben einen Überblick über die Beschaffenheit des Grundwassers in Baden-Württemberg im Jahre 1991. Hierbei ist immer zu berücksichtigen, daß es sich bei diesen Daten um die Ergebnisse von Punktmessungen handelt und die Grundwasserbeschaffenheit auch kleinräumig recht unterschiedlich sein kann. Für die Betrachtung von Einzelbefunden müssen daher in der Regel noch weitere lokale Informationen und evtl. weitere Interpretationsdaten miteinbezogen werden.

Im Jahre 1991 wurden drei weitere Meßnetze, VMI, VML und QMN, jeweils in einer ersten Ausbaustufe in Betrieb genommen. Die organisatorische Abwicklung der Beprobung konnte insgesamt weiter verbessert werden, wenngleich in einigen Teilbereichen noch weitere Anstrengungen erforderlich sind. So stehen beispielsweise beim Datenerfassungsprogramm LABDÜS Verbesserungen an, vielfach ist eine Meßstellenüberprüfung erforderlich und im Bereich Probenahme wird künftig ein Erfahrungsaustausch stattfinden. Insgesamt konnten jedoch bisher durch die gute Zusammenarbeit aller Beteiligten auftretende Probleme meist rasch gelöst werden.

Der Ausbau der Meßnetze wird im Jahre 1992 konsequent fortgesetzt und die Zahl der Meßstellen insbesondere im VMI und im VML um je rund 400 erhöht werden. Das Verdichtungsmeßnetz Wasserversorgung wird in Baden-Württemberg ab 1992 von den Wasserversorgungsunternehmen (WVU) selbst unter der Federführung des DVGW/VGW⁶ betrieben. Diese Organisationen haben die vedewa⁷ beauftragt, für die WVU eine eigene Datenbank einzurichten und zu betreiben, um in dieser die von den WVU erhobenen Rohwasseranalysen zu verarbeiten. Die Rohwasserbeschaffenheitsdaten werden nach Prüfung auf Plausibilität und nach Speicherung in der WVU-Datenbank periodisch zur Landesanstalt für Umweltschutz für landesweite Vergleiche mit den Ergebnissen aus den anderen Meßnetzen übertragen.

Nach Erreichen des Meßnetzendausbaues wird der Schwerpunkt der Aufgaben des Grundwasserbeschaffenheitsprojektes auf Maßnahmen zur Qualitätssicherung liegen. Dazu gehören beispielsweise die Abgrenzung der Einzugsgebiete, Erhebung weiterer Interpretationsdaten und auch weitere geeignete Rechenverfahren zur Auswertung der Beschaffenheitsdaten.

⁶DVGW = Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches

VGW = Verband der Deutschen Gas- und Wasserwerke e.V., Landesverband Baden-Württemberg, Stuttgart

⁷vedewa = Kommunale Vereinigung für Wasser-, Abfall- und Energiewirtschaft r.V., Stuttgart

6 Beteiligung am Verdichtungsmeßnetz Wasserversorgung 1991

Beteiligung der Wasserversorgungsunternehmen (WVU) am Verdichtungsmeßnetz Wasserversorgung (VMW), geordnet nach Bezirken der Ämter für Wasserwirtschaft und Bodenschutz (WBA).

Regierungsbezirk STUTTGART	Anzahl WVU im WBA Bezirk*	Anzahl am VMW · beteiligte WVU	Anzahl beprobter Meßstellen
Besigheim	28	14	27
Bes./Ast.Schorndorf	33	10	16
Ellwangen	41	11	19
Heilbronn	43	5	9
Kirchheim	66	31	56
Künzelsau	41	11	16
Schwäbisch Hall	28	7	12
Regierungsbezirk KARLSRUHE			
Freudenstadt	65	24	61
Heidelberg	36	7	15
HD/Ast.Buchen	26	15	28
Karlsruhe	55	16	44
Regierungsbezirk FREIBURG			
Freiburg	72	9	14
Konstanz	26	6	14
Offenburg	50	12	24
Rottweil	48	17	28
RW/Ast.Donaueschingen	18	5	9
Waldshut	34	11	35
WT/Ast.Lörrach	30	4	13
Regierungsbezirk TÜBINGEN			
Ravensburg	58	5	7
RV/Ast.Sigmaringen	27	6	20
Reutlingen	66	10	19
Ulm	28	2	6
UL/Ast.Riedlingen	46	4	6
Land gesamt	947	242	498

* Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

7 Literatur

7.1 Veröffentlichungen des Ministeriums für Umwelt (bzw. des früheren Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten)

Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten Baden-Württemberg (Herausgeber): Basismessstellennetz im Rahmen des Grundwassergüteüberwachungsprogramms in Baden-Württemberg (Stand Juni 1985), Stuttgart, 1985

Fuhrmann, P., Grimm-Strele, J.: Darstellung des Grundwasserbeschaffenheitsmessnetzes: Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten Baden-Württemberg (Herausgeber): Weiterbildung Informationstechnik, Heft 2, S. 35 - 51, 1986

Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg (Herausgeber): "Handbuch Hydrologie Baden-Württemberg: Grundwasserüberwachungsprogramm - Erste Ergebnisse aus dem Basismessnetz" 1985/86, Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe, 1987

Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg (Herausgeber): "Handbuch Hydrologie Baden-Württemberg: Atlas Grundwasser" 1988; für die Bezirke der Ämter für Wasserwirtschaft und Bodenschutz Heidelberg, Offenburg, Freiburg, Waldshut, Besigheim

Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg (Herausgeber): "Handbuch Hydrologie Baden-Württemberg: Grundwasserüberwachungsprogramm - Benutzerhandbuch Grundwasserdatenbank", Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe 1988

Grimm-Strele, J., Scholz, M., Feuerstein, W., Heißler, W., Pankow, G., Westrich, J., Henseler, A., Werner, K.: Das Grundwasserüberwachungsprogramm in informationstechnischer Hinsicht : Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg (Herausgeber): Weiterbildung Informationstechnik, Heft 4, S. 98 - 127, 1988

Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg (Herausgeber): "Handbuch Hydrologie Baden-Württemberg: Grundwasserüberwachungsprogramm - Konzept und Grundsatzpapiere", Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe, 1989

Schweiger, P., Binkele, V., Traub, R. "Nitrat im Grundwasser", Ministerium für ländlichen Raum, Ministerium für Umwelt, Stuttgart (Herausgeber): Reihe: Agrar- und Umweltforschung in Baden-Württemberg, Band 20, 1989

Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg (Herausgeber): "Umweltdaten 89/90", Bezug: Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe, 1990

Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg (Herausgeber): "Handbuch Hydrologie Baden-Württemberg: Grundwasserüberwachungsprogramm - Analysenergebnisse der Basismessstellen 1986/89", Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe, 1990

Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg (Herausgeber): "Handbuch Hydrologie Baden-Württemberg: Grundwasserüberwachungsprogramm - Grobraster und Verdichtungsmeßnetz Wasserversorgung - Ergebnisse 1990", Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe 1991

7.2 Veröffentlichungen der Landesanstalt für Umweltschutz

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: "Aufbau und Beprobung eines Grobraster-Meßnetzes" - Interner Bericht, Karlsruhe, 1989

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: "Grundwasserüberwachungsprogramm - Projektbericht 1989", Interner Bericht, Karlsruhe, 1989

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: "Grundwasserbeschaffenheitsmeßnetz Baden-Württemberg", Video-Film VHS, Kurzfassung 6'30" und Langfassung 15'50", Karlsruhe, 1988 (nur leihweise)

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Herausgeber): "Grundwasserüberwachungsprogramm - Projektbericht 1991", Reihe Wasser, LfU Karlsruhe, Oktober 1991

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Herausgeber): "Grundwasserüberwachungsprogramm - Pilotprojekt Karlsruhe", Reihe Wasser, Nr.6, LfU, Karlsruhe, März 1992

7.3 Sonstige Veröffentlichungen

Blappert, A.: "Geologische, hydrogeologische und hydrochemische Untersuchungen im Einzugsgebiet im Rotliegenden und Buntsandstein des südlichen Odenwaldes" Diplom-Arbeit, Universität Freiburg, Freiburg i.Br., 1988

Feuerstein, W. und Grimm-Strele, J.: "Plausibilitätstests für eine routinemäßige Erfassung von Grundwasserbeschaffenheitsdaten", Vom Wasser, 73, 375-398, 1989

Feuerstein, W. und Grimm-Strele, J.: "Erfassung und Ausgabe chemischer Analysendaten im Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg", Vom Wasser, 74, 229-244, 1990

Geologisches Landesamt Baden-Württemberg und Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: Hydrogeologische Karte von Baden-Württemberg: Grundwasserlandschaften, Freiburg i.Brsg., 1985

Grimm-Strele, J. und Feuerstein, W.: "Hintergrundwerte aus Grundwasserbeschaffenheitsmeßnetzen als Entscheidungshilfe für Sanierungsanordnungen?", Kongreß Grundwassersanierung Berlin, Inst. wassergefährdende Stoffe, Schriftenreihe Band 11, Erich Schmidt Verlag, Berlin 1991

Grimm-Strele, J., Schulz, K.-P., Brauch, J., Herzer, J., Kaltenbach, D., Schullerer, S., Barczewski, B., Bardossy, A., Hiessl, H., Kaleris, V. und Kämpke, T.: "Modellhafte Einrichtung eines Grundwassergütemeßnetzes in einer ausgewählten Region", Abschlußbericht, UBA-Forschungsvorhaben 102 04 214, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, 1991

Holder, T.: "Hydrogeologische Untersuchungen im weiteren Einzugsgebiet der Meisenbrunnenquelle Zwingenberg (Neckar-Odenwald-Kreis)", Diplom-Arbeit, Universität Karlsruhe, Teil II, Karlsruhe, 1986



Kerl, C.: "Hydrogeologische und hydrochemische Untersuchungen im weiteren Einzugsgebiet der Basismessstelle im Sengesselloch bei Heidelberg-Ziegelhausen", Diplom-Arbeit, Universität Karlsruhe, 1988

Klaiber, B.: "Deckschichten-Kartierung und hydrogeologische Untersuchungen im Einzugsgebiet der Rotenbachquellen (bei Oppenau, Buntsandstein-Schwarzwald)", Diplom-Arbeit, Universität Tübingen, Tübingen, 1987

Köhler, W.-R.: "Beschaffenheit ausgewählter, nicht direkt anthropogen beeinflusster oberflächennaher und tiefer Grundwasservorkommen in Baden-Württemberg", Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten, Reihe C, Hydro-,Ingenieur- und Umweltgeologie, Nr.10, 1992

Kundzewicz, Z.W., Ihringer, J., Plate, E.J., Grimm-Strele, J.: "Outliers in groundwater quality time series", Groundwater Management: Quantity and Quality (Proceedings of the Benidorm Symposium, Oktober 1989), TAHS Publ.No.188, 1989)

Kundzewicz, Z.W., Bardossy, A., Plate, E.J., Grimm-Strele, J.: "Plausibility analysis of structured groundwater quality data via geostatistics", Contaminant Transport in Groundwater, Kobus & Kinzelbach (eds), Balkema, Rotterdam, 1989, ISBN 90 6191 879 0

Möhle, K.: "Erfolgreiche Kooperation bei der Grundwasserüberwachung", Kommunalzeitschrift des Gemeindetages Baden-Württemberg, "Die Gemeinde" BWGZ 15/91, S.416-419

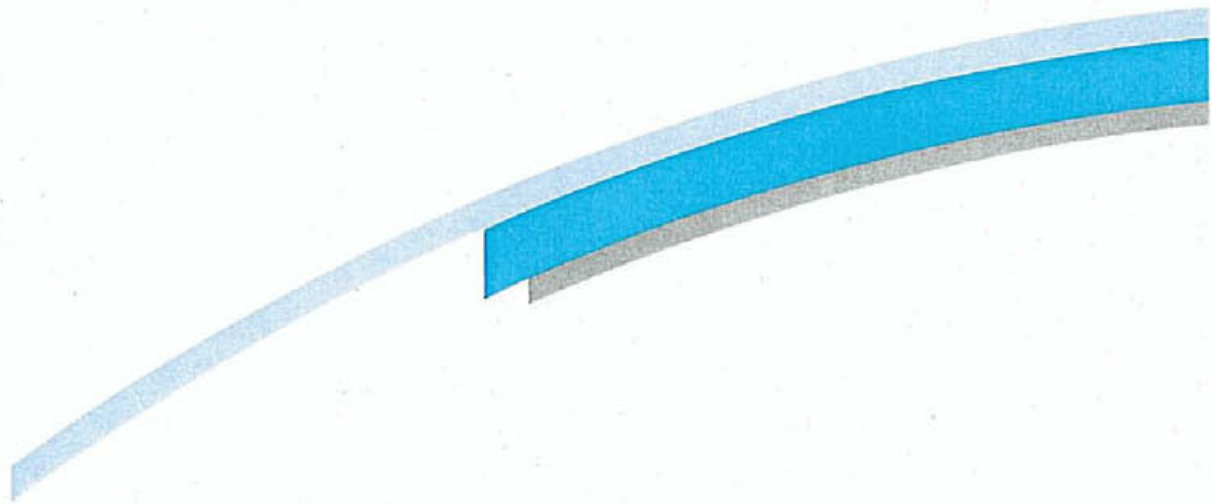
Müller, E.: "Neue Wege zur systematischen Überwachung des Grundwassers in Baden-Württemberg", Wasserwirtschaft 75, S. 111-113, 1985

Raisig, T.: "Geologische Kartierung und hydrogeologische Untersuchungen im weiteren Einzugsgebiet der Hahnengrundquelle westlich von Schönau-Altneudorf" unveröffentlichter Bericht, Künzelsau, 1988

Raisig, T.: "Geologische Kartierung und hydrogeologische Untersuchungen im weiteren Einzugsgebiet der Kaltenbrunnenquelle bei Heiligkreuzsteinach (Rhein-Neckar-Kreis)", Diplom-Arbeit, Teil I, Karlsruhe, 1988

Schneider, K.: "Hydrogeologische und isotopenhydrologische Untersuchungen im Einzugsgebiet der Kleislewaldquellen (Südschwarzwald)" Diplom-Arbeit, Universität Freiburg, Freiburg i.Br., 1988

Schuhmann, D.: "Die Risikokartierung im Rahmen des Grundwasserüberwachungsprogrammes Baden-Württemberg", in Informatik-Fachberichte 301: O.Günther, H.Kuhn, R.Mayer-Föll, J.J.Rademacher (Hrsg): "Konzeption und Einsatz von Umweltinformationssystemen", Ulm 1991 Proceedings, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1992



LANDESANSTALT FÜR
UMWELTSCHUTZ
BADEN-WÜRTTEMBERG