

Grundwasser- Überwachungsprogramm

Ergebnisse der Beprobung 1998



Grundwasser- Überwachungsprogramm

Ergebnisse der Beprobung 1998



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

Karlsruhe 1999

Impressum

Herausgeber Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg

76157 Karlsruhe, Postfach 21 07 52
<http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/lfu>

ISSN 1437-0131 (Bd. 6, 1999)

Bearbeitung Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
Abteilung 4 – Wasser und Altlasten

Umschlaggestaltung Stephan May, Marxzell-Schielberg
Christel Klenk, Sinsheim

Druck Greiserdruck GmbH & Co KG, 76437 Rastatt

Umwelthinweis gedruckt auf Recyclingpapier aus 100% Altpapier

Bezug über Verlagsauslieferung der LfU bei
der JVA Mannheim - Druckerei -
Herzogenriedstr. 111, 68169 Mannheim
Telefax: 0621 / 398-370

Preis 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	6
1 GRUNDWASSERMESSNETZ BADEN-WÜRTTEMBERG	10
1.1 ZIELSETZUNG	10
1.2 ORGANISATION DES LANDESMESSNETZES	10
1.3 ORGANISATION DES KOOPERATIONSMESSNETZES	10
1.4 QUALITÄTSSICHERUNGEN IM RAHMEN DES MESSNETZBETRIEBES	12
1.4.1 STAMMDATEN DER MESSSTELLEN	12
1.4.2 MESSWERTE ZUR GRUNDWASSERBESCHAFFENHEIT	12
1.5 DATENVERARBEITUNG FÜR DAS GRUNDWASSERMESSNETZ	14
2 DAS GRUNDWASSER 1998 IN BADEN-WÜRTTEMBERG	16
2.1 HYDROLOGISCHE SITUATION	16
2.2 GRUNDWASSERNEUBILDUNG AUS NIEDERSCHLÄGEN	18
2.3 DIE GRUNDWASSERVORRÄTE 1998 IN BADEN-WÜRTTEMBERG	20
2.3.1 DATENGRUNDLAGE UND ALLGEMEINE ZUSTANDSBESCHREIBUNG	20
2.3.2 ÜBERREGIONALE GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE	20
2.4 NITRAT	24
2.4.1 STATISTISCHE KENNZAHLEN FÜR DIE VERSCHIEDENEN EMITTENTENGRUPPEN	24
2.4.2 RÄUMLICHE VERTEILUNG	24
2.4.3 REGIONALISIERUNG	26
2.4.4 ZEITLICHE ENTWICKLUNG	26
2.4.5 NITRATENTWICKLUNG INNERHALB UND AUßERHALB VON WASSERSCHUTZGEBIETEN	29
2.4.6 BEWERTUNG	29
2.5 LEICHTFLÜCHTIGE HALOGENKOHLENWASSERSTOFFE UND BTXE-AROMATEN	30
2.5.1 VERWENDUNG, VORKOMMEN DER LEICHTFLÜCHTIGEN HALOGENKOHLENWASSERSTOFFE UND DER BTXE-AROMATEN	30
2.5.2 PROBENNAHME UND ANALYTIK	31
2.5.3 ERGEBNISSE LHKW	32
2.5.4 ERGEBNISSE BTXE	38
2.5.5 BEWERTUNG	38
2.6 EDTA UND NTA	39
2.6.1 EIGENSCHAFTEN UND VORKOMMEN	39
2.6.2 STATISTISCHE KENNZAHLEN, RÄUMLICHE VERTEILUNG	41
2.6.3 BEWERTUNG	41
2.7 ARZNEIMITTELWIRKSTOFFE	43
2.7.1 PROBLEMSTELLUNG	43
2.7.2 SONDERUNTERSUCHUNGSPROGRAMM	43
2.7.3 ERGEBNISSE	44

2.7.4	BEWERTUNG	45
2.8	VERSAUERUNG, PH-WERT	46
2.8.1	PROBLEMBESCHREIBUNG, BEDEUTUNG	46
2.8.2	LANDESWEITE SITUATION, RÄUMLICHE VERTEILUNG, TENDENZEN, BEWERTUNG	46
2.9	ARSEN	48
2.9.1	NATÜRLICHES VORKOMMEN UND EIGENSCHAFTEN	48
2.9.2	ANTHROPOGENE HERKUNFT UND EMISSIONSPFADE	49
2.9.3	LANDESWEITE SITUATION, RÄUMLICHE VERTEILUNG, STATISTISCHE KENNZAHLEN, BEWERTUNG	50
3 STATISTISCHE ÜBERSICHTEN DER TEILMESSNETZE		52
3.1	TRENDMESSNETZ (TMN) – MENGE	52
3.2	GESAMTMESSNETZ - BESCHAFFENHEIT	54
3.3	BASISMESSNETZ (BMN)	56
3.4	ROHWASSERMESSTELLEN (RW)	58
3.5	EMITTENTENMESSTELLEN LANDWIRTSCHAFT (EL)	60
3.6	EMITTENTENMESSTELLEN INDUSTRIE (EI)	62
3.7	EMITTENTENMESSTELLEN SIEDLUNG (ES)	64
3.8	QUELLMESSNETZ (QMN)	66
4 AUSBLICK		68
5 LITERATURVERZEICHNIS		69
5.1	GRUNDWASSERÜBERWACHUNGSPROGRAMM BADEN-WÜRTTEMBERG – ERGEBNISSE	69
5.2	FACHSPEZIFISCHE EDV-ANWENDUNGEN	70
ANHANG		71
A1	MESSTELLENARTEN	71
A2	MESSPROGRAMME	71
A3	STATISTISCHE VERFAHREN	72
A3.1	RANGSTATISTIK	72
A3.2	RANGSTATISTIK UND BOXPLOT	72
A3.3	ZEITREIHENSTATISTIK: TRENDS AN KONSISTENTEN MESSTELLENGRUPPEN	73
A4	BESTIMMUNGSGRENZE, RECHENVORSCHRIFTEN, GRENZWERT, WARNWERT	73
A5	DARSTELLUNG VON KONZENTRATIONEN IN KARTEN	75
A6	HINWEISE ZU DEN STATISTIKTABELLEN	75
A7	KOPIERVORLAGE ZUR ERSTELLUNG EINER ORIENTIERUNGSFOLIE FÜR DIE KONZENTRATIONSKARTEN	76

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-öVV	=	Rohwasser für öffentliche Wasserversorgung
SE	=	sonstige Emittentenmessstellen
StaLa	=	Statistisches Landesamt
TMN	=	Trendmessnetz Grundwassermenge, Grundwasserstand, Quellschüttung, Lysimeter
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

Chemische Parameter:

AOX	=	Adsorbierbare, organisch gebundene Halogene
DOC	=	Organisch gebundener Kohlenstoff
BTXE	=	Benzol, Toluol, Xylole, Ethylbenzol (org. Lösemittel)
DE-Atrazin	=	Desethylatrazin
DI-Atrazin	=	Desisopropylatrazin
EDTA	=	Ethylendiamintetraessigsäure (organischer Komplexbildner)
LHKW	=	Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe
MTBE	=	Methyl-tertiär-Butyläther
NTA	=	Nitrilotriessigsäure (organischer Komplexbildner)
PAK	=	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PSM	=	Pflanzenschutzmittel
mg/l*a	=	jährliche Änderung in mg/l

Die wichtigsten Ergebnisse im Überblick

Im Jahr 1998 wurden Daten zur **Grundwassermenge** an 2.540 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 223 Trendmessstellen des Landes herangezogen.

Die **Grundwasserbeschaffenheit** wurde 1998 an insgesamt 2.583 Messstellen des Landesmessnetzes untersucht. Das Land trägt hierbei die Kosten von 2.152 Messstellen. Die Wasserversorgungswirtschaft stellte als Kooperationsbeitrag die Daten von weiteren 648 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. Nachdem 1996 und 1997 die landwirtschaftlich relevanten Parameter gemessen wurden, standen 1998 die industrierelevanten Parameter im Mittelpunkt. Daneben wurden ausgewählte Messstellen auch auf die wichtigsten Pflanzenschutzmittel (PSM) untersucht.

Die quantitative Grundwassersituation des Jahres 1998 stellt sich wie folgt dar:

- Die Jahressummen der Niederschläge entsprachen langjährig mittleren Verhältnissen. Die Monatssummen der Niederschläge wichen jedoch teilweise sehr stark von den langjährigen Mittelwerten ab.
- Die Grundwasserneubildung aus Niederschlägen war in der ersten Jahreshälfte 1998 unterdurchschnittlich. Die überdurchschnittlichen Niederschläge zum Jahresende führten zu einer deutlichen Zunahme der Versickerungsraten und damit zu einer überdurchschnittlichen Grundwasserneubildung in diesen Monaten.
- Die Grundwasserstände und Quellschüttungen im Jahr 1998 waren im allgemeinen unterdurchschnittlich. Die hohe Grundwasserneubildung führte ab November zu einer teilweisen Erholung der Grundwasservorräte auf das langjährig mittlere Niveau.

Die qualitative Grundwassersituation des Jahres 1998 stellt sich wie folgt dar:

- **Nitrat** und die **Pflanzenschutzmittel (PSM)** sind unverändert die Hauptbelastungsfaktoren in den landwirtschaftlich genutzten Gebieten. **Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)** sind maßgebliche Belastungsfaktoren im Industrie- und im Siedlungsmessnetz. Niedrige **pH-Werte** werden in Gebieten mit weichen Wässern wie dem Schwarzwald und dem Odenwald gemessen.
- Die regionalen Belastungsschwerpunkte der bekannten Problemstoffe (Nitrat, PSM, LHKW) sind etwa die gleichen wie in den Vorjahren.
- Zusätzlich zu den nach wie vor relevanten Belastungen sind von den 1998 erstmals landesweit gemessenen Inhaltsstoffen besonders **Arsen** und **EDTA** auffällig.

Die statistischen Auswertungen ergeben folgende Einzelbewertungen:

Die **Nitrat**-Belastungsschwerpunkte sind unverändert. Das allgemeine Konzentrationsniveau ist anhaltend hoch. Dies zeigen die Überschreitungshäufigkeiten des Warnwertes des Grundwasserüberwachungsprogrammes von 40 mg/l an 17,2 % und des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung von 50 mg/l an 10,6 % der Messstellen des Gesamtmessnetzes. Der Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes wird an 9,9 % der Rohwassermessstellen (Vorjahreswert: 11,8 %) und an 36,5 % der Emittentenmessstellen Landwirtschaft (Vorjahreswert: 35,8 %) überschritten.

Insgesamt hat die mittlere Nitratbelastung im Jahre 1998 im Vergleich zum Vorjahr leicht abgenommen. Bei 1.317 seit 1992 durchgehend beprobten Messstellen nimmt der Medianwert seit 1994 leicht ab. Diese Abnahme tritt innerhalb von Wasserschutzgebieten gleichermaßen wie außerhalb der Schutzgebiete auf.

Bei den **Leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen (LHKW)** sind die am häufigsten auftretenden Einzelstoffe Trichlorethen und Tetrachlorethen. Trichlorethen wird an 23,2 % der Messstellen, Tetrachlorethen an 29,0 % der Messstellen des Gesamtmessnetzes nachgewiesen. Dabei findet man in der Mehrzahl der Fälle eher niedrige Konzentrationen, höhere Konzentrationen sind meist auf Leckagen und unsachgemäßen Umgang mit diesen Stoffen zurückzuführen. Die höchste Belastung tritt an den Messstellen im Einflussbereich der Industrie auf. Dort wird in mehr als der Hälfte der Messstellen Tri- und Tetrachlorethen gefunden. Im Rohwasser für die öffentliche Wasserversorgung sind ebenfalls LHKW zu finden, allerdings mit deutlich niedrigerer Häufigkeit. Der Grenzwert der Trinkwasserverordnung für die „Summe LHKW“ wird an 0,8 % der Rohwassermessstellen überschritten. Auffällige Befunde an **BTXE**-Aromaten sind im gesamten Messnetz sehr selten (0,3 % der Messstellen) und beschränken sich praktisch nur auf Schadensfälle.

Erstmals wurden 1998 die beispielsweise in Reinigungsmitteln eingesetzten organischen **Komplexbildner EDTA** und **NTA** im gesamten Messnetz untersucht und an 37,6 % der Messstellen das stabile EDTA und an 6,7 % der Messstellen das biologisch gut abbaubare NTA nachgewiesen. Als Verunreinigungsweg kommt entsprechend der Verwendung dieser Substanzen im gewerblichen und privaten Bereich nur der Pfad über das Abwasser infrage, d.h. über undichte Kanäle und durch Infiltration von Oberflächengewässern, die mit Kläranlagen-Abläufen belastet sind. Die Situation ist langfristig nur zu verbessern, wenn der Verbrauch an EDTA durch abbaubare Ersatzstoffe weiter verringert wird. Parallel dazu muss die Sanierung defekter Kanalnetze weiter betrieben werden.

Auf den gleichen Eintragspfaden gelangen die **Arzneimittelwirkstoffe** ins Grundwasser. Ein zusammen mit der Herbstbeprobung 1998 durchgeführtes Sonderuntersuchungsprogramm umfasste 13 Wirkstoffe bzw. Wirkstoffmetabolite sowie die hormonähnliche Substanz **Bisphenol A**. An 13 von den 24 ausgewählten Verdachts-Messstellen konnten solche Stoffe nachgewiesen werden, am häufigsten waren das Antiepileptikum **Carbamazepin** und das Schmerzmittel **Diclofenac** vertreten.

Bei der Beprobung 1998 wird der **pH-Wert** von 6,5 (Grenzwert der TrinkwV) an 6,8 % der Messstellen des gesamten Messnetzes unterschritten. Diese Messstellen liegen fast alle im Schwarzwald bzw. im Odenwald. Bei 95 durchgehend seit 1992 beprobten Messstellen aus diesen versauerungsgefährdeten und niedrig mineralisierten Grundwässern nahm der pH-Wert seit dem letzten Jahr von 6,71 auf 6,54 wieder ab und damit die Versauerungstendenz wieder zu.

Zum ersten Mal wurde **Arsen** landesweit untersucht. An rund 90 % aller Messstellen ist es nachweisbar, da es einerseits ein natürlicher Bestandteil der Gesteine und Böden ist, andererseits durch an-

thropogene Tätigkeiten großräumig und diffus verteilt worden ist. An 2,7 % der untersuchten 2.329 Messstellen treten Überschreitungen des derzeitigen Grenzwertes der Trinkwasserverordnung von 0,01 mg/l auf. Diese sind nur zu etwa einem Drittel natürlich bedingt, etwa zwei Drittel sind auf anthropogene Ursachen in Industrie- und Siedlungsbereichen zurückzuführen. Bei der Hälfte der anthropogenen Grenzwertüberschreitungen besteht offenbar ein Zusammenhang zum dort gleichzeitig nachgewiesenen Komplexbildner EDTA.

Fazit:

- Die Grundwasservorräte im Jahr 1998 sind im Vergleich zu den langjährigen Verhältnissen unterdurchschnittlich. Die Grundwasserstände und Quellschüttungen sind auch in diesem Jahr weiter zurückgegangen. Starke Niederschläge im Herbst führten jedoch ab November zu einer örtlichen Erholung der Grundwasservorräte. In den südöstlichen Landesteilen ist die quantitative Grundwassersituation allerdings nach wie vor angespannt.
- Die Nitratbelastung ist nach wie vor hoch. Der Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes von 40 mg/l wird an fast jeder fünften Messstelle überschritten.
- Die Anstrengungen der letzten Jahrzehnte, den Umgang mit LHKW sicherer zu machen und weitere Einträge in das Grundwasser zu vermeiden, scheinen allmählich zu greifen. Das anhaltende Belastungsniveau z.B. bei Tetrachlorethen zeigt jedoch die Langlebigkeit dieser Stoffe im Grundwasser. Eine Konzentrationsverminderung ist praktisch nur durch aufwendige und teure Sanierungsmaßnahmen zu erreichen.
- EDTA und NTA gelangen über den Abwasserpfad ins Grundwasser. Die Sanierung defekter Kanalnetze ist daher im Rahmen der finanziellen Möglichkeiten unbedingt weiter zu verfolgen. Ferner müssen die bereits seit langem laufenden Anstrengungen, den Verbrauch des im Grundwasser weit verbreiteten EDTA durch die Verwendung von Ersatzstoffen zu verringern, fortgeführt werden.
- Von den geringen Spuren der pilotmäßig untersuchten Arzneimittelwirkstoffen geht nach derzeitigem Kenntnisstand keine Gefährdung für die menschliche Gesundheit aus, da die auftretenden Konzentrationen weit unterhalb der Wirkschwellen liegen. Grundsätzlich gilt, dass aus Gründen des vorbeugenden Umweltschutzes und unbekannter Auswirkungen auf das Ökosystem alle Maßnahmen ergriffen werden sollten, um den Eintrag dieser naturfremden Stoffe in das Grundwasser zu vermeiden bzw. zu minimieren.
- Bei der Grundwasserversauerung kann es weiterhin keine Entwarnung geben, die pH-Werte sind wieder gefallen.
- Arsen kommt nahezu überall in messbaren Konzentrationen vor. Die Sanierung der häufigsten Ursachen für anthropogene Grenzwertüberschreitungen, wie Altablagerungen, Schadensfälle, direkte Industrieemissionen und offenbar auch Abwasseranlagen, muss weiter verfolgt werden.
- Die großräumigen Belastungsverhältnisse des Grundwassers geben weiterhin Anlass zur Besorgnis. Bereits eingeleitete Schutzmaßnahmen sind daher weiter zu verfolgen bzw. zu verbessern.

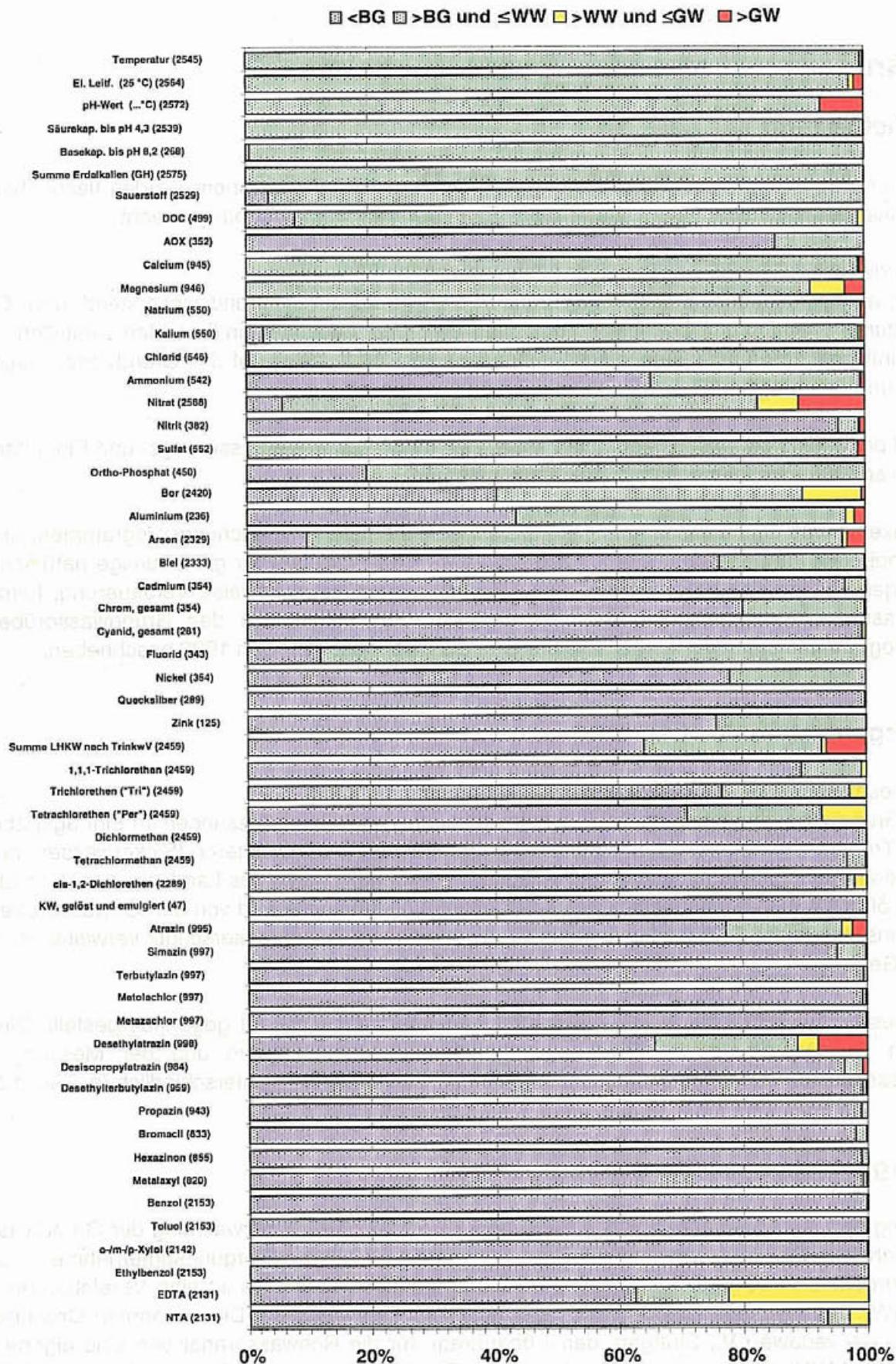


Abbildung. 0.1: Übersicht über die Ergebnisse der Beprobung 1998: Prozentuale Verteilung der Messwerte. (BG = Bestimmungsgrenze, WW = Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes, GW = Grenzwert der Trinkwasserverordnung, < kleiner als, > größer als, <= kleiner gleich, in Klammern: Anzahl der Messwerte).

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.

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

Ein repräsentatives Grundwassermessnetz mit den zugehörigen Untersuchungsprogrammen, aktuellen Datendiensten und Bewertungen ist zugleich ein Frühwarnsystem für großräumige natürlich und anthropogen verursachte Veränderungen des Grundwassers, beispielsweise Versauerung, Klimafolgen, Belastungsveränderungen und Übernutzungen. Die Bestandteile des Grundwasserüberwachungsprogrammes sind im „Rahmenkonzept Grundwassermessnetz“ von 1996 beschrieben.

1.2 Organisation des Landesmessnetzes

Das Landesmessnetz Grundwasser besteht aus:

- dem Grundwasserbeschaffenheitsmessnetz, gegliedert nach Beeinflussungen im Einzugsgebiet,
- dem Trendmessnetz Grundwasserstand, Quellschüttung und Lysimeter (Sickerwassermenge), das den für die zeitnahe Zustandbeschreibung repräsentativen Teil des Landesmessnetzes bildet. Der größere Anteil an Landesmessstellen (ca. 2.400 Messstellen) wird von den Gewässerdirektionen hinsichtlich der Fragestellungen zum übergebietlichen Grundwasserschutz verwaltet, ist aber nicht Gegenstand dieses Berichtes.

Die Teilmessnetze und die zugehörige Messstellenanzahl sind in Tab. 1.1 gegenübergestellt. Die Organisation der Beprobung der Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen und der Messung von Grundwasserstands- bzw. Quellschüttungsmessstellen ist grundlegend unterschiedlich (s. Tab. 1.2).

1.3 Organisation des Kooperationsmessnetzes

Das Anfang der achtziger Jahre entwickelte Kooperationsmodell zur Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit in Baden-Württemberg konnte nur mit den Wasserversorgungsunternehmen weitergeführt werden. Grundlage für den Betrieb des Kooperationsmessnetzes ist eine Vereinbarung zwischen VGW, DVGW-Landesgruppe, VKU, Städtetag und Gemeindetag. Die genannten Organisationen haben die 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-WV dargestellt.

Tabelle 1.1: Übersicht über die Teilmessnetze und ihre Messstellenanzahl, Herbst 1998.

Teilmessnetz		Anzahl der beprobten Messstellen im Herbst 1998		
Grundwasserbeschaffenheitsmessnetz	Abk.	Land	Kooperationsmessnetz	Gesamt
Basismessnetz	BMN	111		111
Rohwassermessstellen für die öffentliche Wasserversorgung	RW	166	648	814*
Vorfeldmessstellen	VF	58		58
Emittentenmessstellen Landwirtschaft	EL	660		660
Emittentenmessstellen Industrie	EI	449		449
Emittentenmessstellen Siedlung	ES	433		433
Sonstige Emittentenmessstellen	SE	76		76
Quellmessnetz	QMN	199		199
Summe	Alle	2.152	648	2.800

Grundwassermengenmessnetz		Anzahl der beobachteten Messstellen 1998		
Abk.	Trendmessnetz	Regionalmessnetz		
Grundwasserstand	ST	rund 200	rund 2.300	rund 2.500
Quellschüttung	QS	rund 10	rund 200	rund 210
Lysimeter	Lys	8	rund 30	rund 40
Summe	Alle	rund 220	rund 2.530	rund 2.750

* für 111 Mst. liegen zu den Daten des Landes ergänzende Daten der WVU vor, bei 106 Messstellen gab es Probleme bei der Übertragung und Zuordnung

Tabelle 1.2: Organisation der vom Land betriebenen Teilmessnetze.

Organisation	Grundwasserbeschaffenheit	Grundwasserstand/Quellschüttung
Messturnus	Einmal jährlich im Herbst (Herbstbeprobung). Für besondere Fragestellungen wie z. B. SchALVO oder Versauerung teilweise in zweimonatlichem Rhythmus.	Grundwasserstand: an jedem Montag (Regelfall) Quellschüttung: wöchentlich bis monatlich Lysimeter: täglich bis mehrmals wöchentlich
Organisation	LfU und Regieunternehmen (Vergabe)	LfU, Gewässerdirektionen und deren Bereiche
Messung	Probennahme und Analytik durch chemische Labors. Nachweis der Qualifikation u. a. durch: <ul style="list-style-type: none"> • Regelmäßige erfolgreiche Teilnahme an der Analytischen Qualitätssicherung (AQS mit Ringversuchen und externen Laborauditierungen) • Teilnahme an Probennahme-Lehrgängen der LfU 	Mengenmessung durch freiwillige oder vom Land 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, gewerbliche und kommunale Betreiber stellen die Messstellen zur Probennahme/Beobachtung zur Verfügung.	
Kosten	Die Kosten für Probennahme und Analytik bzw. Beobachtung trägt das Land.	
Datenerfassung und Übermittlung	Die mittels LABDÜS (LABorDatenÜbertragungssystem) von den chemischen Labors erfassten Analysen werden der LfU per Diskette übermittelt.	Die Beobachter übersenden Belege mit den eingetragenen Messdaten. Die Erfassung erfolgt durch die LfU bzw. per Vergabe an Büros.
Datenhaltung	Grundwasserdatenbank (GWDB) der LfU (Kapitel 1.5)	
Datenplausibilisierung	Visuelle und statistische Plausibilisierungen beim Einlesen der Messwerte, ggf. Nachanalysen bei den Labors. Weiterhin Mehrfachbestimmungen, vergleichende Untersuchungen, Analyse von Rückstellproben und Probennahmekontrollen vor Ort.	Visuelle Belegprüfungen, Plausibilitätsprüfung beim Einlesen, Kontrolle der Ganmlinien, Zeitreihenanalysen sind vorgesehen.

Zum Stichtag 05.03.1999 wurden aus der GWD-WV die Analysendaten von 648 Messstellen von 320 Wasserversorgungsunternehmen aus dem Jahr 1998 zur Verfügung gestellt. 111 dieser Messstellen wurden auch in dem von der LfU betriebenen Teil des Landesmessnetzes beprobt. Die in der Regel deutlich umfangreicheren Analysen der Wasserversorgungsunternehmen ergänzen den Datenbestand für diese Messstellen. 106 weitere Analysen konnten bei der LfU aus verschiedenen Gründen (DV-technische Probleme, nicht eindeutige Messstellenzuordnung, fehlende Stammdaten, keine Zuordnung zu WVU) nicht ausgewertet werden. Für die Auswertungen standen damit zusätzlich Rohwasseranalysen von 431 Messstellen und Zusatzdaten von 111 Messstellen zur Verfügung. Die regionale Verteilung dieser Kooperationsmessstellen der WVU zeigt Abbildung 1.1.

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

1.4 Qualitätssicherungen im Rahmen des Messnetzbetriebes

1.4.1 Stammdaten der Messstellen

In den Jahren 1995 und 1996 wurden die Stammdaten der rund 2.200 Beschaffenheits-Messstellen, insbesondere die Bauformen, Ausbauten, Koordinaten und Nutzungen der Aufschlüsse und Probenahmestellen, 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. Derzeit werden die 200 Trendmessstellen des Grundwasserstandsmessnetzes in gleicher Weise bearbeitet.

Die Überarbeitung der Stammdaten von einzelnen Messstellen finden nach jeder Beprobungskampagne in Form der Aufarbeitung der zurückgesandten Beprobungsunterlagen statt. Dabei werden z.B. aktuelle Messstellenfotos mit älteren Fotos verglichen, Informationen von Probennehmern zur Messstelle oder Probenahme gesichtet und gegebenenfalls auftretende Unstimmigkeiten oder Probleme mit den Probennehmern, den Messstellenbetreibern oder über die zuständigen Vor-Ort-Behörden geklärt.

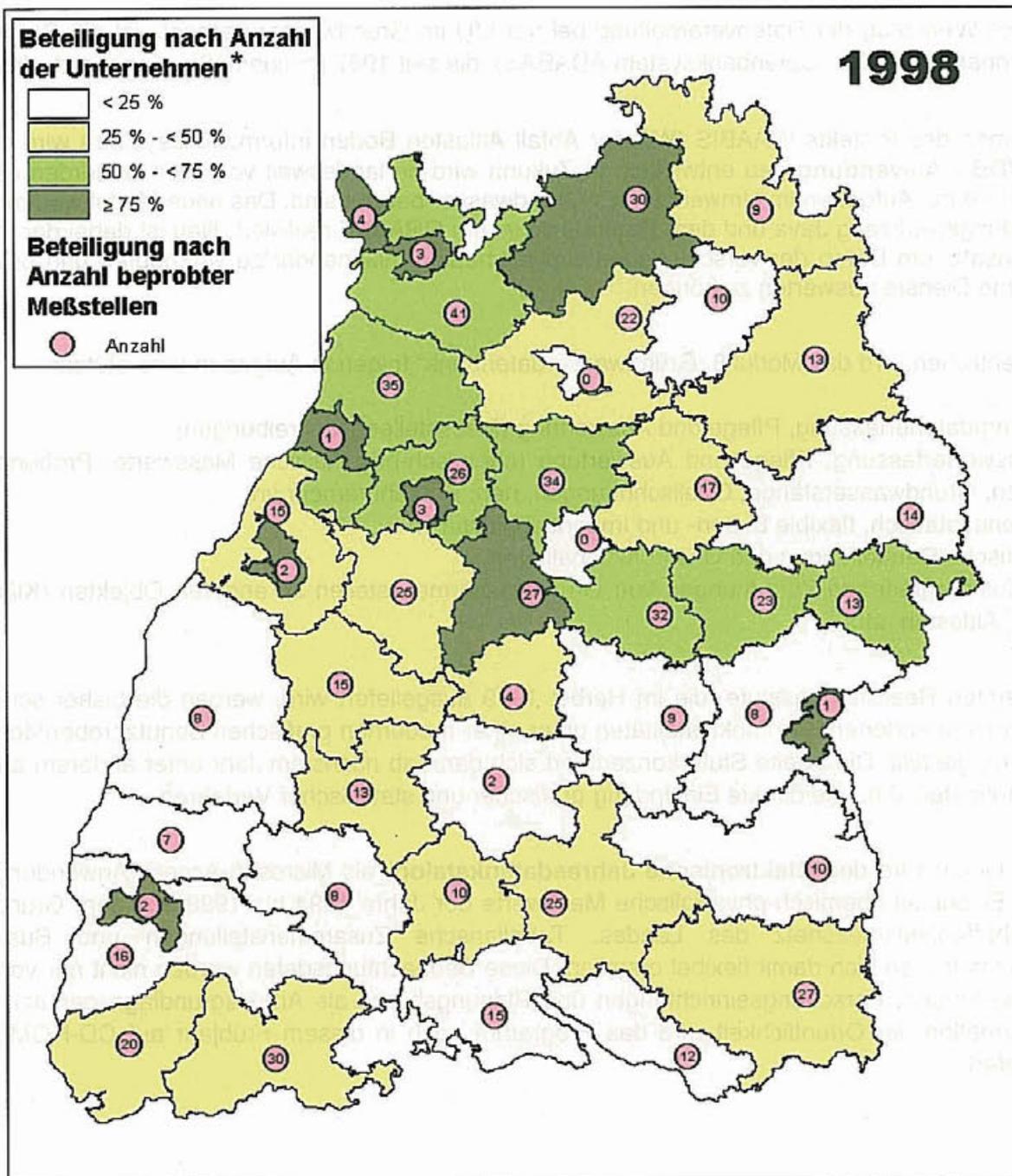
1.4.2 Messwerte zur Grundwasserbeschaffenheit

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

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

- Entnahme von Rückstellproben
- Vergleichende Untersuchungen
- Nachuntersuchungen auffälliger Werte.

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



*) Bezogen auf den Geschäftssitz der Unternehmen

Abbildung 1.1: Kooperationsbeitrag der Wasserversorgungsunternehmen am Rohwassermessnetz.

1.5 Datenverarbeitung für das Grundwassermessnetz

Zentrales Werkzeug der Datenverarbeitung bei der LFU im Grundwassermessnetz ist die Grundwasserdatenbank (GWDB - Datenbanksystem ADABAS), die seit 1987 routinemäßig eingesetzt wird.

Im Rahmen des Projekts WAABIS (**W**asser **A**bfall **A**ltlasten **B**oden **I**nformationssystem) wird derzeit die **GWDB - Anwendung** neu entwickelt. In Zukunft wird es landesweit von allen Behörden genutzt werden, die mit Aufgaben im Umweltbereich Grundwasser betraut sind. Das neue Modul wird mit dem Entwicklungswerkzeug Java und dem Datenbanksystem ORACLE realisiert. Neu ist dabei der modulare Ansatz, um Daten der verschiedenen Umweltmedien miteinander zu verknüpfen und über gemeinsame Dienste auswerten zu können.

Im wesentlichen wird das Modul 8 „Grundwasserdatenbank“ folgende Aufgaben unterstützen:

- Stammdatenerfassung, Pflege und Auswertung (Messstellenbeschreibungen)
- Messwerverfassung, Pflege und Auswertung (chemisch-physikalische Messwerte, Probenahmedaten, Grundwasserstände, Quellschüttungen, neu: Entnahmemengen)
- Datenaustausch, flexible Export- und Importschnittstellen
- Grafische Darstellungen und GIS-Funktionalitäten
- Modulübergreifende Zuordnungen von Grundwassermessstellen zu anderen Objekten (Kläranlagen, Altlasten, etc.).

In der ersten Realisierungsstufe, die im Herbst 1999 ausgeliefert wird, werden die bisher schon im Altsystem vorhandenen Kernfunktionalitäten unter einer modernen grafischen Benutzeroberfläche zur Verfügung gestellt. Die zweite Stufe konzentriert sich dann ab nächstem Jahr unter anderem auf den Auswertungsteil, d.h., die direkte Einbindung grafischer und statistischer Verfahren.

Parallel hierzu wird der „**Elektronische Jahresdatenkatalog**“ als Microsoft-Access-Anwendung entwickelt. Er enthält chemisch-physikalische Messwerte der Jahre 1994 bis 1998 aus dem Grundwasserbeschaffenheitsmessnetz des Landes. Tabellarische Zusammenstellungen und Business-Diagramme lassen sich damit flexibel erstellen. Diese Beobachtungsdaten werden nicht nur von Umweltverwaltungen, Forschungseinrichtungen und Planungsbüros als Arbeitsgrundlage genutzt, auch zur Information der Öffentlichkeit wird das Programm noch in diesem Frühjahr auf CD-ROM-Basis ausgeliefert.

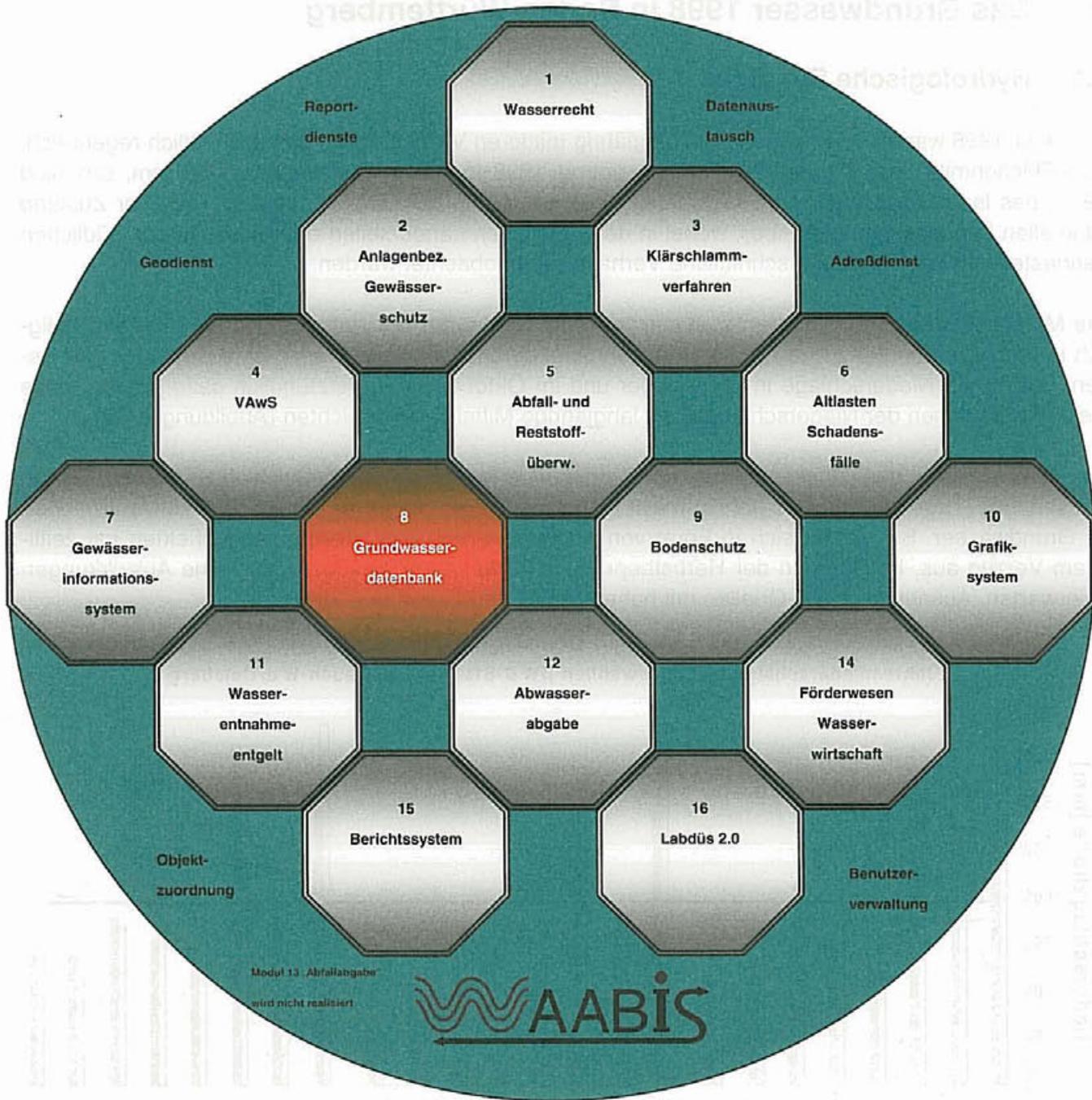


Abbildung 1.2: Module und Dienste innerhalb von WAABIS.

2 Das Grundwasser 1998 in Baden-Württemberg

2.1 Hydrologische Situation

Das Jahr 1998 war im Vergleich zu den langjährig mittleren Verhältnissen durchschnittlich regenreich. Das Flächenmittel der Niederschlagshöhen betrug 1998 in Baden-Württemberg 959 mm, das sind 99 % des langjährigen Niederschlagsmittelwertes von 1961-1990 (Abbildung 2.1.1). Dieser Zustand ist in allen Landesteilen erkennbar, wobei in den nördlichen Landesteilen eher über-, in den südlichen Landesteilen leicht unterdurchschnittliche Verhältnisse beobachtet wurden.

Die Monatssummen verdeutlichen starke monatliche Kontraste. Bis zum August 1998 wurden lediglich in den Monaten März und April im Flächenmittel durchschnittliche Niederschlagsmengen gemessen. Die hohen Niederschläge im September und im Oktober haben letztendlich dazu geführt, dass die Jahressummen der Niederschläge noch langjährige Mittelwerte erreichten (Abbildung 2.1.2).

Die Niederschläge beeinflussen wegen der Transportzeiten durch die Deckschichten und im Grundwasserleiter (Tage bis mehrere Jahre) meist nicht unmittelbar die gemessenen Stoffkonzentrationen im Grundwasser. Sie wirken sich in Form von Auswaschungs- bzw. Verdünnungseffekten mit zeitlichem Verzug aus. Im Rahmen der Herbstbeprobung 1998 waren diesbezüglich keine Auswirkungen zu erwarten. Ausnahmen sind Quellen mit hohem Anteil an jungem Grundwasser.

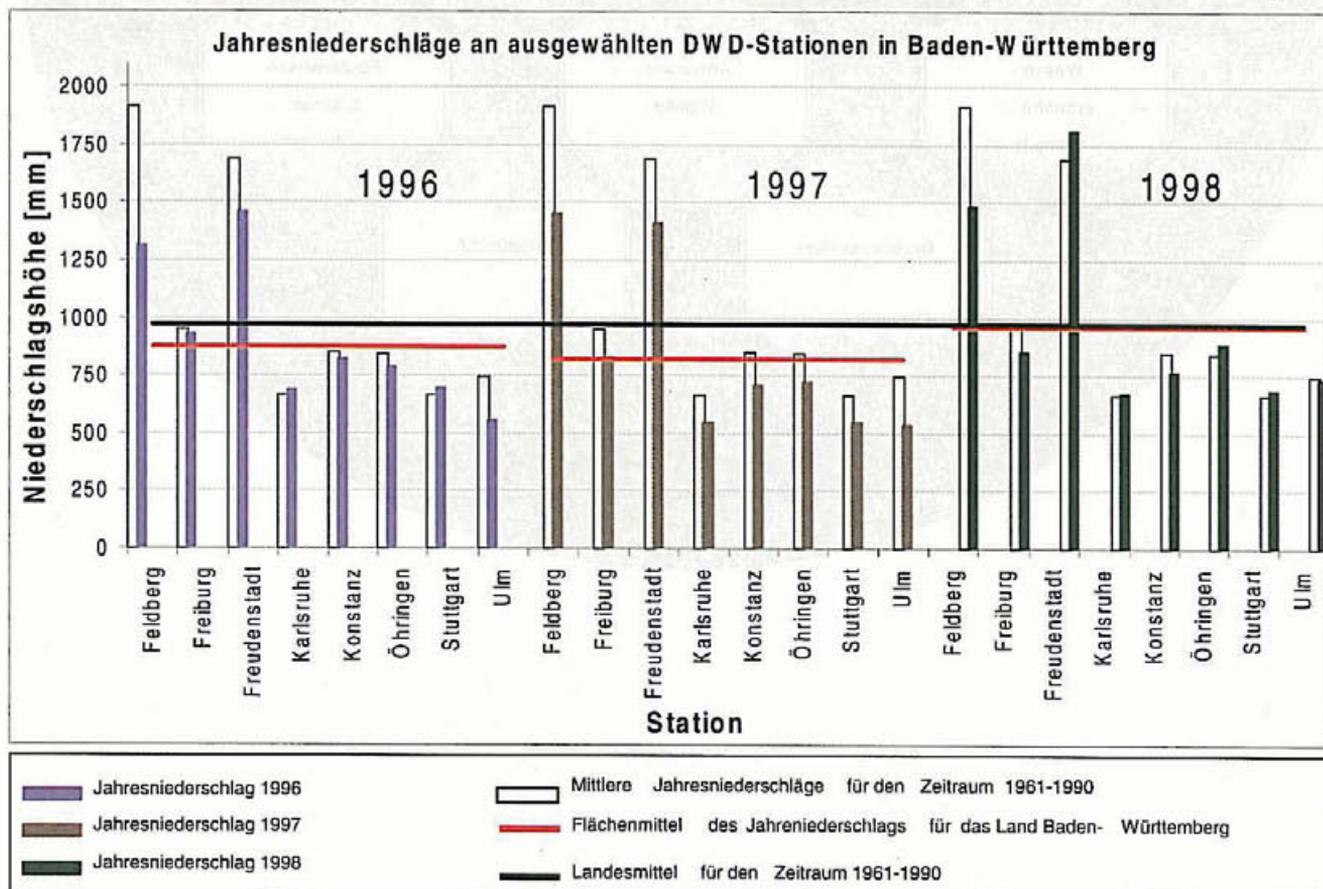
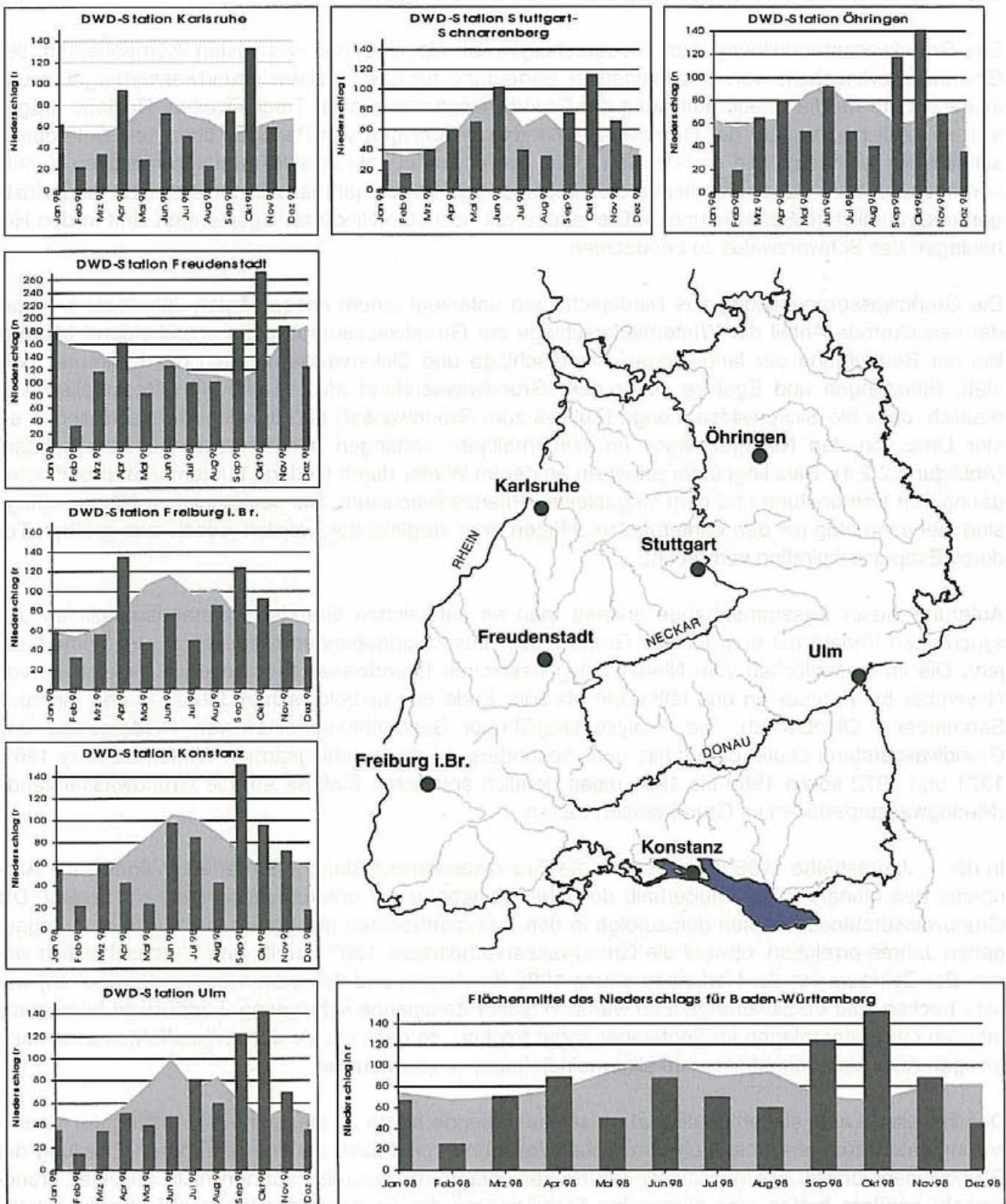


Abbildung 2.1.1: Jahresniederschläge an ausgewählten DWD-Stationen in Baden-Württemberg.



- Langjährig mittlere Monatsniederschlagssummen (mm) (1961-1990)
- Monatliche Niederschlagssumme im Jahr 1998 (mm)

Abbildung 2.1.2: Monatliche Niederschlagshöhen an ausgewählten DWD-Stationen in Baden-Württemberg.

2.2 Grundwasserneubildung aus Niederschlägen

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

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlägen unterliegt einem ausgeprägten Jahresgang, wobei der versickernde Anteil der Winterniederschläge zur Grundwasserneubildung entscheidend beiträgt. Bei der Betrachtung der langjährigen Niederschläge und Sickerwassermengen 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 Winterhalbjahr abhängen (Grundwasserneubildungsphase) (Abbildung 2.2.1). 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 im Winterhalbjahr. Die im wesentlichen vom Niederschlag bestimmte Grundwasserstandsganglinie steigt i.a. von November bis Februar an und fällt dann bis zum Ende des hydrologischen Jahres in den Monaten September / Oktober ab. Die Analyse langjähriger Beobachtungsreihen von Niederschlag und Grundwasserstand deutet darauf hin, dass besonders die niederschlagsarmen Winterhalbjahre 1963, 1971 und 1972 sowie 1989 bis 1991 einen deutlich spürbaren Einfluss auf die Grundwasserstände (Niedrigwasserperioden im Grundwasser) hatten.

In der 1. Jahreshälfte 1998 bewegte sich die Grundwasserneubildung aus Niederschlägen - mit Ausnahme des Monats März - außerhalb der Oberrheinebene auf unterdurchschnittlichem Niveau. Die Grundwasserstände konnten demzufolge in den Sommermonaten nicht mehr die Werte des vergangenen Jahres erreichen, obwohl die Grundwasserverhältnisse 1997 bereits unterdurchschnittlich waren. Der Zeitraum vor der Herbstbeprobung 1998 (im August und den ersten Septemberwochen) war sehr trocken. Die Versickerungsraten waren in dieser Zeitspanne sehr gering. Landesweit blieben die meisten Lysimeteranlagen im September sogar trocken, so dass mit Verdünnungseffekten oder kurzfristigen Auswaschungseffekten im allgemeinen kaum zu rechnen war.

Das in weiten Landesteilen deutlich zu nasse Jahresende führte zu einem steilen Anstieg der Versickerungsraten auf stark überdurchschnittliche Werte und somit auch zu einer spürbaren Erholung der Grundwasservorräte. Die nachlassenden Niederschläge im Dezember führten nicht zu einer Trendumkehr sondern hatten eine allgemeine Stabilisierung der Grundwasserstände auf überdurchschnittlichem Niveau zur Folge.

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

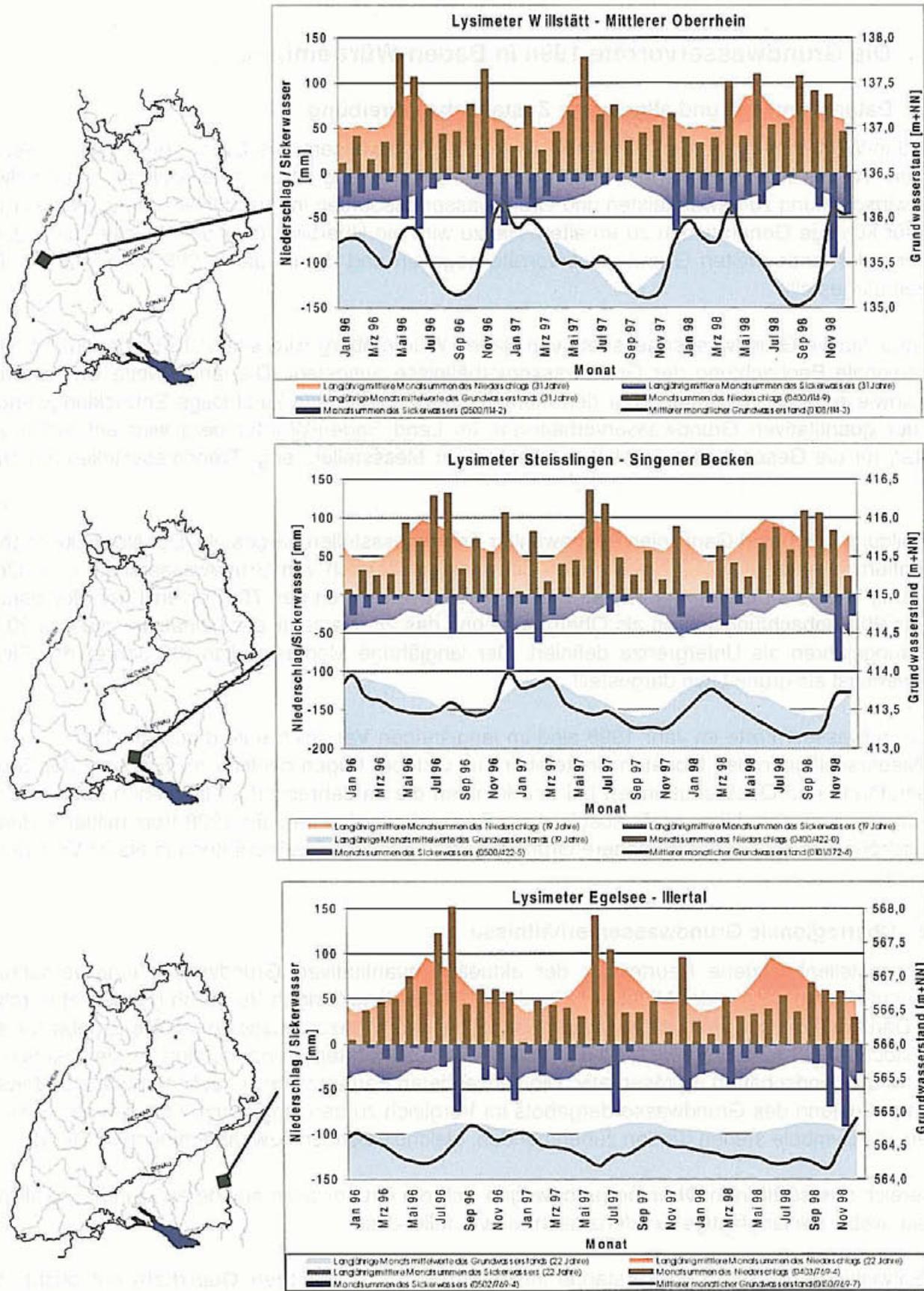


Abbildung 2.2.1: Niederschlag, Sickerung und Grundwasserstand an ausgewählten Lysimeteranlagen.

2.3 Die Grundwasservorräte 1998 in Baden-Württemberg

2.3.1 Datengrundlage und allgemeine Zustandsbeschreibung

In Baden-Württemberg werden rund drei Viertel des Trinkwassers aus Grund- und Quellwasser gewonnen. Wesentliche Aufgabe der Wasserwirtschaftsverwaltung ist es, eine nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung zu gewährleisten und Grundwasserressourcen in qualitativer wie quantitativer Hinsicht für künftige Generationen zu erhalten. Hierzu wird ein Überblick über die aktuelle Zustandsentwicklung der landesweiten Grundwasservorräte gegeben und die im Jahr 1998 beobachteten Tendenzen dargestellt.

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

In Abbildung 2.3.1 sind Ganglinien ausgewählter Trendmessstellen dargestellt. Der Normalbereich repräsentiert den statistisch zu erwartenden Schwankungsbereich von Grundwasserstand oder Quellschüttung in einem bestimmten Monat. Dieser Bereich wird durch das 75. Perzentil der Monatsmaxima aus 20 Beobachtungsjahren als Obergrenze und das 25. Perzentil der Monatsminima aus 20 Beobachtungsjahren als Untergrenze definiert. Der langjährige Monatsmedian (20 Jahre) der Einzelmesswerte ist als grüne Linie dargestellt.

Die Grundwasservorräte im Jahr 1998 sind im langjährigen Vergleich unterdurchschnittlich. Die starken Niederschläge in den Monaten September und Oktober trugen deutlich zur Erholung der Grundwasserstände und Quellschüttungen bei und konnten die im Jahresverlauf trockenen Grundwasserverhältnisse erst zum Jahresende ausgleichen. Dennoch werden im Jahr 1998 trotz mittlerer Niederschlagshöhen im Mittel noch niedrigere Grundwasserstände und Quellschüttungen als im Vorjahr verzeichnet.

2.3.2 Überregionale Grundwasserverhältnisse

Die messstellenbezogene Beurteilung der aktuellen quantitativen Grundwasserstandsverhältnisse wurde auf der Grundlage der Mittelwerte im Jahr 1998 im langjährigen Vergleich (20 Jahre) durchgeführt. Darüber hinaus wurden die jeweiligen Entwicklungstendenzen ausgewertet. Die Ergebnisse sind in Abbildung 2.3.3 zusammenfassend dargestellt. Die aufgeführten Standorte sind für die zugehörigen Grundwasserlandschaften repräsentativ. Die verwendeten Farben veranschaulichen den standortspezifischen Zustand des Grundwasserdargebots im Vergleich zu den langjährigen Grundwasserverhältnissen, die Symbole stehen für den zunehmenden, gleichbleibenden bzw. abnehmenden Trend.

Im Bereich des **südlichen Oberrheins** bewegen sich die Grundwasserstände auf durchschnittlichem Niveau, wobei die langfristige Tendenz nach wie vor fallend ist.

Die Entwicklung der Grundwasserstände im **mittleren und nördlichen Oberrhein** entspricht 1998 langjährigen Verhältnissen (Messstelle 0112/065-3). Ein wesentlicher Grund dafür dürften in Rheinnähe die grundwasserstützenden Auswirkungen von Rheinausbaumaßnahmen sein.

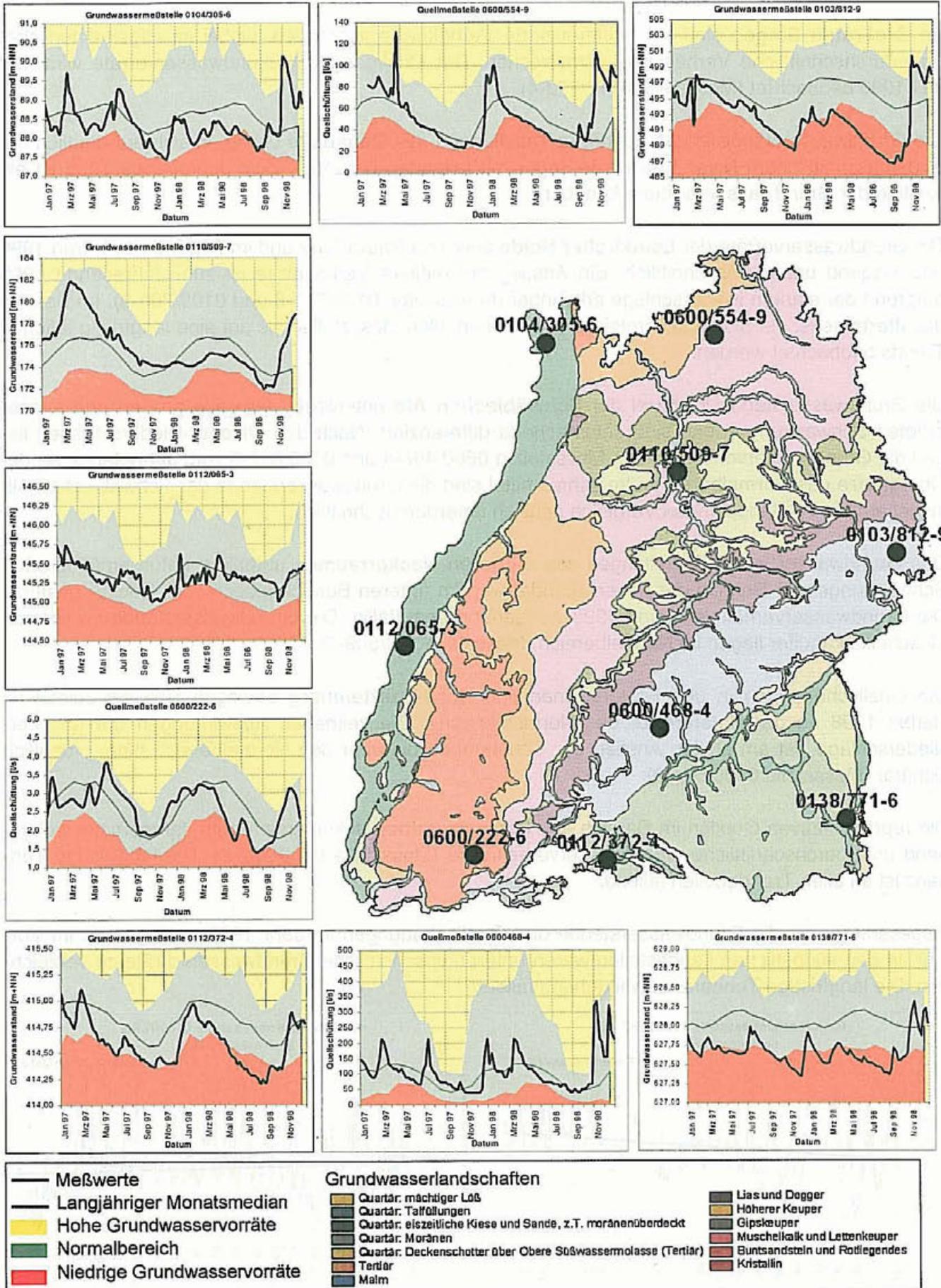


Abbildung 2.3.1: Grundwasserstand / Quellschüttung und zugehöriger Normalbereich an ausgewählten Grundwassermessstellen

Im **Großraum Singen** sind sehr differenzierte Verhältnisse vorhanden, wobei im allgemeinen eher unterdurchschnittliche Verhältnisse vorherrschen. Der Rückgang der Grundwasservorräte wird dort seit 1996 beobachtet (Messstelle 0112/372-4).

Die Grundwasserstände in den quartären Talfüllungen des **Donautals** bewegen sich auf deutlich unterdurchschnittlichem Niveau (teilweise sogar mit fallender Tendenz). Zum Jahresende 1998 ist ein Anstieg der Grundwasservorräte erkennbar.

Die Grundwasservorräte der **Leutkircher Heide** sowie im **Raum Isny** und im **Argendelta** waren 1998 überwiegend unterdurchschnittlich. Ein Anstieg auf mittlere Verhältnisse ist zum Jahresende 1998 aufgrund der starken Niederschläge erkennbar (Messstellen 0138/771-6 und 0109/768-9). Im Bereich des **Illertales** ist die Situation vergleichbar, wobei an allen Messstellen bis auf eine langfristig fallende Trends beobachtet werden.

Die Grundwasserstände im Karst der **Schwäbischen Alb** unterliegen teilweise großen und ausgeprägten Schwankungen und sind entsprechend differenziert. Nach den Oktober-Niederschlägen liegen die Grundwasservorräte an den Messstellen 0600/468-4 und 0103/812-9 zum Jahresende an der Obergrenze des Normalbereichs. Im Jahresmittel sind die Grundwasserstände der Schwäbischen Alb insgesamt und im langjährigen Vergleich deutlich unterdurchschnittlich.

Das Grundwasser in den Talfüllungen des **mittleren Neckarraumes** unterliegt naturgemäß großen Schwankungen im Bereich der hohen Stände, wird im unteren Bereich jedoch vom Neckar gestützt. Die Grundwasserverhältnisse sind 1998 weitgehend unauffällig. Die Grundwasserstände im tieferen Muschelkalkaquifer liegen im Normalbereich (Messstelle 110/509-7).

Die Quellschüttungen in den Festgesteinen von **Nord-Württemberg** bewegen sich bis zuletzt im Herbst 1998 an der Untergrenze des Normalbereichs. Die zeitnahen Auswirkungen der Oktober-Niederschläge ist am steilen Anstieg der Schüttungen bis über den Normalbereich hinaus deutlich sichtbar (Messstelle 0600/554-9).

Die repräsentativen Quellen im Bereich des **Schwarzwaldes** dokumentieren im Jahresmittel weitgehend unterdurchschnittliche Grundwasserverhältnisse (Messstelle 0600/222-6). Die langfristige Tendenz ist an allen Trendquellen fallend.

Insgesamt waren die Grundwasserstände und Quellschüttungen im Jahr 1998 niedriger als im Vorjahr. In den südöstlichen Landesteilen waren unterdurchschnittliche Grundwasservorräte zu verzeichnen. Die langfristige Tendenz ist weitgehend fallend.

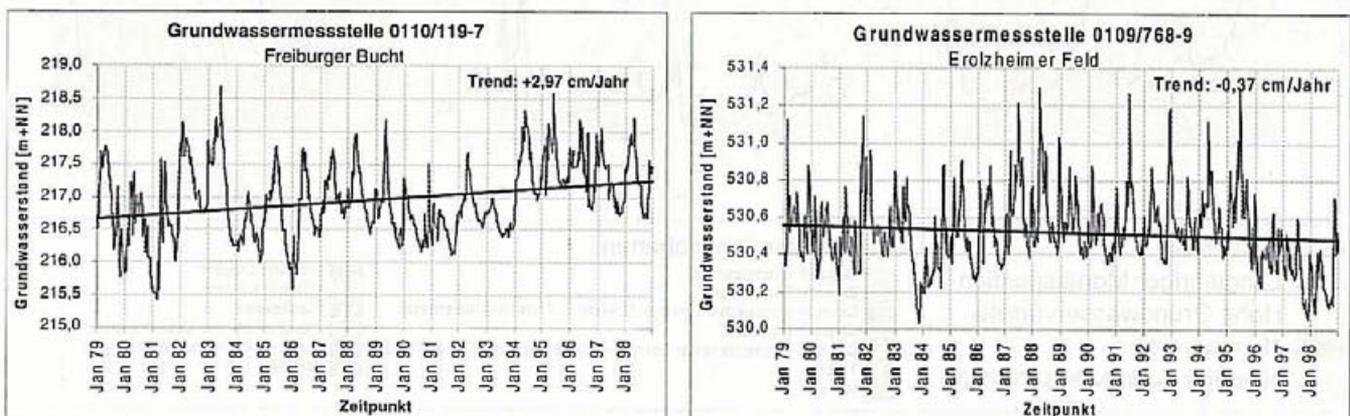


Abbildung 2.3.2: Ganglinien ausgewählter Grundwasserstandsmessstellen mit Trendbetrachtung.

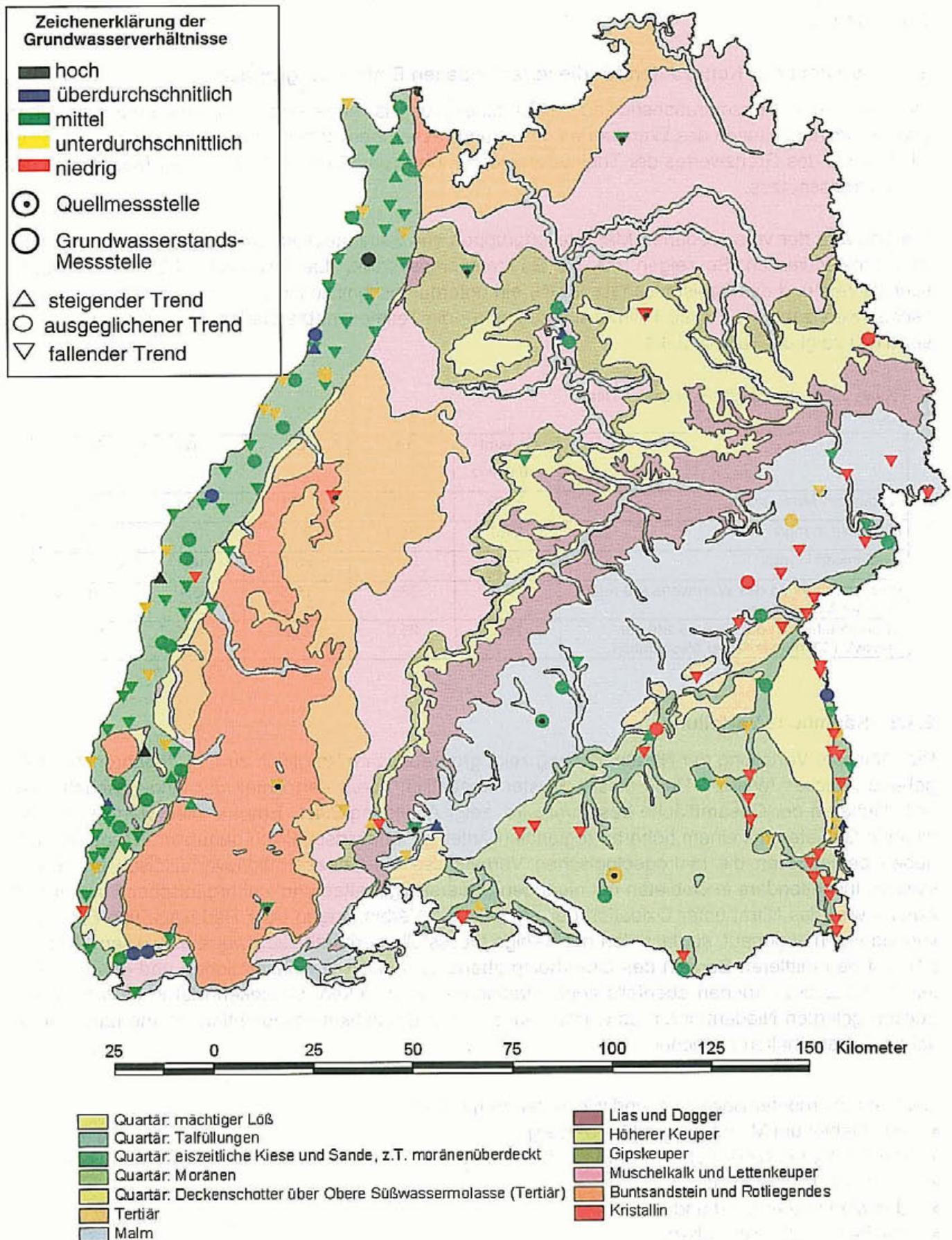


Abbildung 2.3.3: Charakterisierung der mittleren Grundwasserverhältnisse im Jahr 1998 differenziert nach den Grundwasserlandschaften von Baden-Württemberg.

2.4 Nitrat

2.4.1 Statistische Kennzahlen für die verschiedenen Emittentengruppen

Das allgemeine Konzentrationsniveau der Nitratbelastung ist anhaltend hoch. Das zeigen die Überschreitungshäufigkeiten des Warnwertes des Grundwasserüberwachungsprogrammes von 40 mg/l an 17,2 % und des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung von 50 mg/l an 10,6 % der Messstellen des Gesamtmessnetzes.

Die Beiträge der verschiedenen Messstellengruppen zur Gesamtbelastung sind wie in den Vorjahren sehr unterschiedlich. So zeigen z.B. die Emittentenmessstellen Landwirtschaft (EL) ein überdurchschnittliches und das Basismessnetz (BMN) ein unterdurchschnittliches Belastungsniveau. Die statistischen Kennzahlen für diese Teilmessnetze und für die Teilmessnetze Siedlungen (ES) und Rohwasser (RW) zeigt die Tabelle 2.4.1.

Tabelle 2.4.1: Statistische Kennzahlen Nitrat.

	Gesamt- messnetz	EL	ES	RW	BMN
Anzahl der Messstellen	2568	660	433	584	111
Mittelwert in mg/l	24,3	35,8	25,1	19,9	8,0
Medianwert in mg/l	19,0	30,2	20,0	16,1	7,4
Überschreitungen des Warnwerts (40 mg/l) in % der Messstellen	17,2	36,5	16,6	9,9	0,0
Überschreitungen des Grenzwertes der TrinkwV (50 mg/l) in % der Messstellen	10,6	25,0	9,5	4,1	0,0

2.4.2 Räumliche Verteilung

Die regionale Verteilung der Nitratbelastung zeigt großräumig im Vergleich zu den Vorjahren ein weitgehend „stabiles Muster“. Dass dieses Muster wesentlich durch den Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche an der Gesamtfläche bestimmt wird, zeigt Abbildung 2.4.1. Erhöhte Messwerte treten vor allem in Gebieten mit einem höheren regionalen Anteil an landwirtschaftlich genutzter Fläche auf. Daneben beeinflussen die hydrogeologischen Verhältnisse die Konzentrationsverhältnisse im Grundwasser. Insbesondere in Gebieten mit niedrigen Sauerstoffgehalten und viel organischer Substanz im Aquifer wird das Nitrat unter Oxidation der organischen Verbindungen oder Reduktion von Schwefelverbindungen abgebaut, so dass dort nur wenige Messstellen erhöhte Nitratwerte aufweisen. Das trifft z.B. auf den mittleren Bereich des Oberrheingrabens zu. Flusswasserinfiltrationen und gering belastete Randzuflüsse können ebenfalls konzentrationsenkend wirken. Umgekehrt ist in Moorgebieten, trocken gelegten Niedermooren usw. trotz eines hohen Denitrifikationspotentials oft mit natürlich erhöhten Nitratgehalten zu rechnen.

Gebiete mit erhöhter Belastung sind wie in den Vorjahren:

- das Gebiet um Mannheim und Heidelberg
- der Neckarraum nördlich von Stuttgart bis Heilbronn
- der Main-Tauber-Kreis
- das Markgräfler Land und
- die Region Oberschwaben.

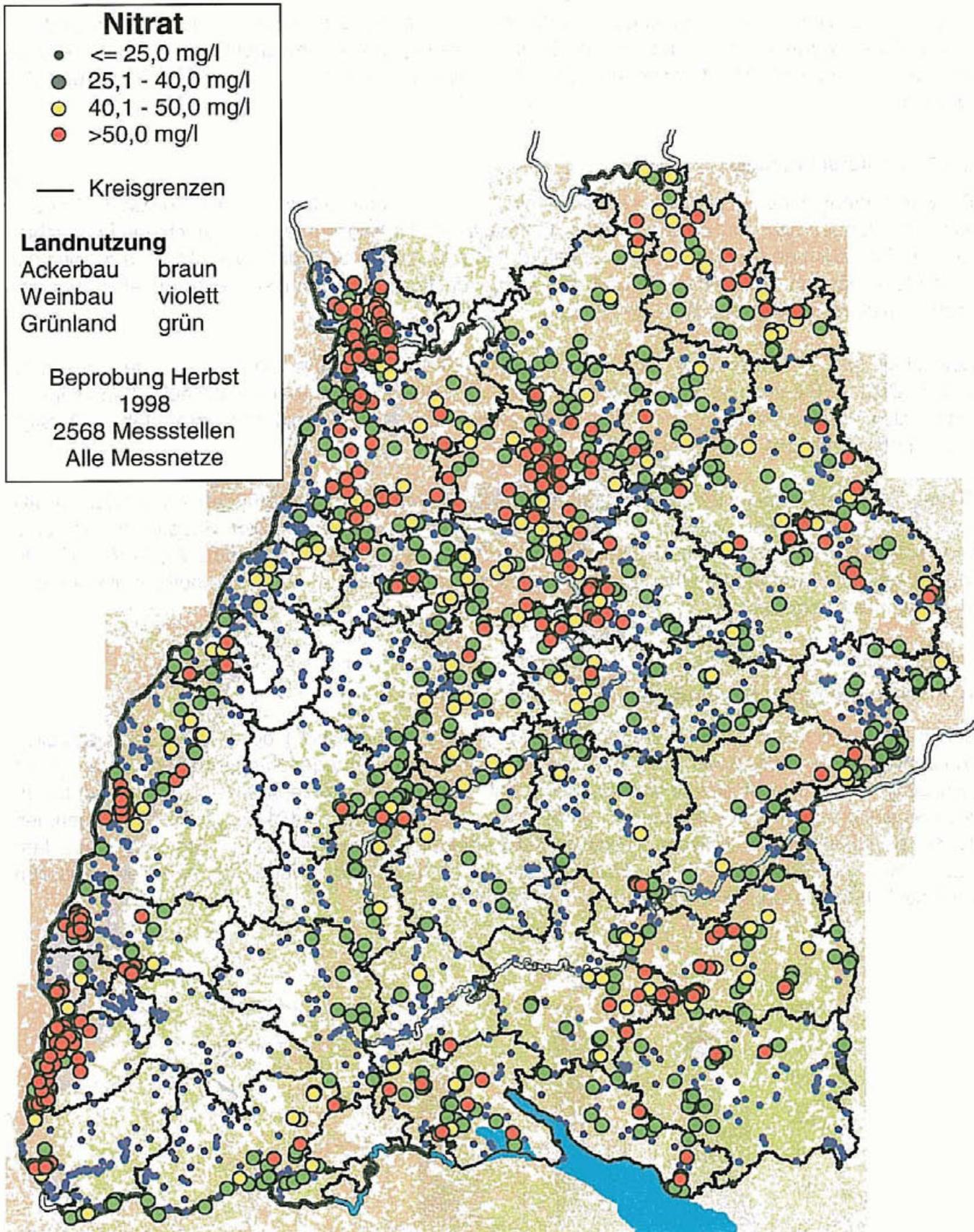


Abbildung 2.4.1: Ausgewählte Landnutzungen und Nitratgehalte 1998.

(Quelle für die Landnutzungen: „Räumliches Informations- und Planungssystem (RIPS)“, Bearbeitung durch das Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der Universität Karlsruhe, 1993)

Neben diesen Hauptbelastungsgebieten gibt es noch einige kleinere Gebiete mit lokal teilweise deutlich erhöhten Nitratkonzentrationen wie im Ortenaukreis das Gebiet um Ichenheim, nördlich des Kaiserstuhls das Gebiet um Weisweil, das Singener Becken, das Gebiet Stühlingen-Klettgau und der Ostalbkreis.

2.4.3 Regionalisierung

Die Beschaffenheit des Grundwassers kann kleinräumig sehr unterschiedlich sein. So können bei den Nitratbelastungen schon in wenigen 100 m Abstand deutliche Konzentrationsunterschiede beobachtet werden. Trotzdem erscheint es gerechtfertigt, für einen Überblick über das gesamte Land die punktuellen Messungen zu regionalisieren und eine flächendeckende Belastungskarte zu erstellen, um das großräumige Belastungsniveau zu beschreiben.

Keinesfalls darf dies aber dazu verleiten, aus dieser Darstellung lokale Einzelmesswerte ablesen zu wollen. Dies ist DV-technisch natürlich ohne weiteres möglich, kann aber die tatsächlichen kleinräumigen Belastungszustände nicht richtig wiedergeben. Ein in der Regel noch akzeptabler Darstellungsmaßstab ist etwa 1:100.000.

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

2.4.4 Zeitliche Entwicklung

a) Kurzfristige Veränderungen

Nachdem die mittleren Nitratkonzentrationen (Median- und Mittelwerte) der Rohwassermessstellen und der Emittentenmessstellen Landwirtschaft im Jahr 1997 noch zugenommen haben, weisen diese Messstellen 1998 wieder eine leichte Abnahme auf. Auch die Emittentenmessstellen aus den Bereichen Siedlung und Industrie zeigen bei den Median- und Mittelwerten von 1997 nach 1998 Abnahmen der Nitratgehalte im Grundwasser. Abbildung 2.4.2 zeigt die Änderungen an den seit 1995 jedes Jahr beprobten Messstellen (insgesamt 2.082 Messstellen). Danach überwiegen für den Zeitschritt von 1997 nach 1998 die Abnahmen gegenüber den Zunahmen.

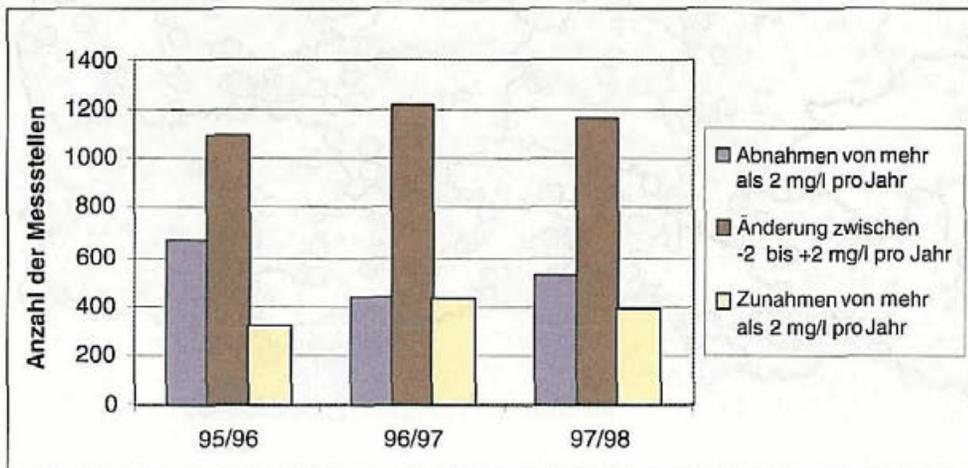


Abbildung 2.4.2: Veränderungen zum Vorjahr (Datengrundlage: 2.082 von 1995-1998 durchgehend beprobte Messstellen).

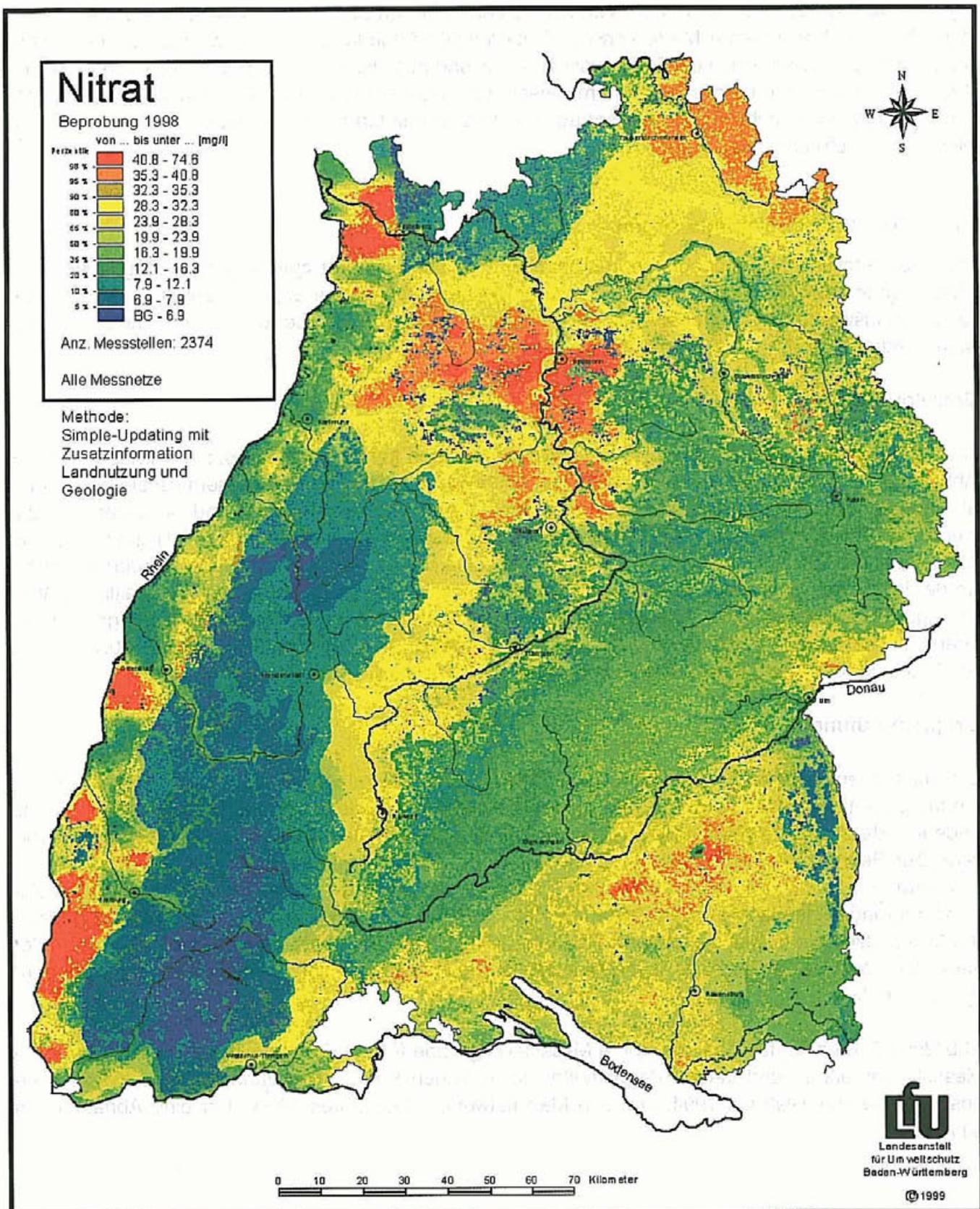


Abbildung 2.4.3: Konzentrationsverteilung Nitrat 1998, regionalisierte Darstellung, nur oberflächennahe Messstellen.

Die kurzfristigen Veränderungen der Nitratbelastungen dürfen aber generell nicht überbewertet werden, da sie in besonderem Maße von den Witterungsbedingungen in den jeweiligen Jahren beeinflusst sind. So bewegte sich die Grundwasserneubildung aus Niederschlägen in den Jahren 1997 und 1998 auf deutlich unterdurchschnittlichem Niveau, so dass davon auszugehen ist, dass in diesen Jahren auch ein unterdurchschnittlicher Eintrag von Nitrat in das Grundwasser mit der Grundwasserneubildung stattgefunden hat.

b) Mittelfristige Veränderungen

Die Interpretation der beobachteten zeitlichen Entwicklung erfordert statistische Überlegungen. Voraussetzungen dafür sind u.a. die Konsistenz der Messreihen und eine Signifikanzprüfung. Maßgeblich für Trendauswertungen ist immer die Festlegung des Zeitabschnitts, über den die Annahme eines systematischen Trends statistisch geprüft werden soll.

Einzelprüfung:

Da sich beim Auftragen der mittleren Nitratkonzentrationen konsistenter Messstellengruppen gemäß Abbildung 2.4.4 für die Emittentenmessstellen Landwirtschaft, für die Rohwassermessstellen und für alle konsistenten Messstellen seit 1994 eine leichte Abnahme der Median- und Mittelwerte ergibt, wurde für jede der insgesamt 2.568 Messstellen des Gesamtmessnetzes (vgl. 2.4.1) geprüft, ob ab 1994 ein statistisch signifikanter Trend auch für einzelne Messstellen vorliegt. Dabei wurden sämtliche an der jeweiligen Messstelle vorliegenden Daten berücksichtigt, unabhängig von ihrer zeitlichen Verteilung. Für 833 Messstellen (30% aller Messstellen) konnte ein linearer Trend auf dem Signifikanzniveau von 90 % ermittelt werden. Davon waren 557 fallend (20,4 %) und 276 steigend (10,1 %). Für rund 70 % konnte kein Trend festgestellt werden.

Gruppenprüfung:

Die zusammenfassende Beschreibung der Entwicklung der Nitratkonzentrationen in einer Messstellengruppe setzt mindestens die Erhaltung der Messstellenkonsistenz voraus. Messstellenkonsistenz bedeutet, dass für jede Messstelle aus jedem Jahr des betrachteten Zeitabschnitts ein Messwert vorliegt. Zur Begrenzung jahreszeitlicher Einflüsse wurde darüber hinaus gefordert, dass dieser Messwert jeweils aus dem Zeitraum September bis November stammen sollte. Diesen strengen Konsistenzforderungen genügen für den Zeitraum 1992-1998 nur 1.317 Messstellen, d.h. 52% des gesamten Messnetzes. Je länger das gesamte Zeitintervall gewählt wird, desto geringer wird die Anzahl der verbleibenden Messstellen. Dies verdeutlicht die große Problematik von wiederholten „Anpassungen“ des Messnetzes.

Abbildung 2.4.4 zeigt für die konsistente Messstellengruppe für den Zeitraum 1992 bis 1998 bei allen Messstellengruppen und beiden dargestellten statistischen Kennzahlen zunächst eine Konzentrationszunahme von 1992 bis 1994, seit den Maximalwerten des Jahres 1994 aber eine Abnahme bis zum Jahr 1998.

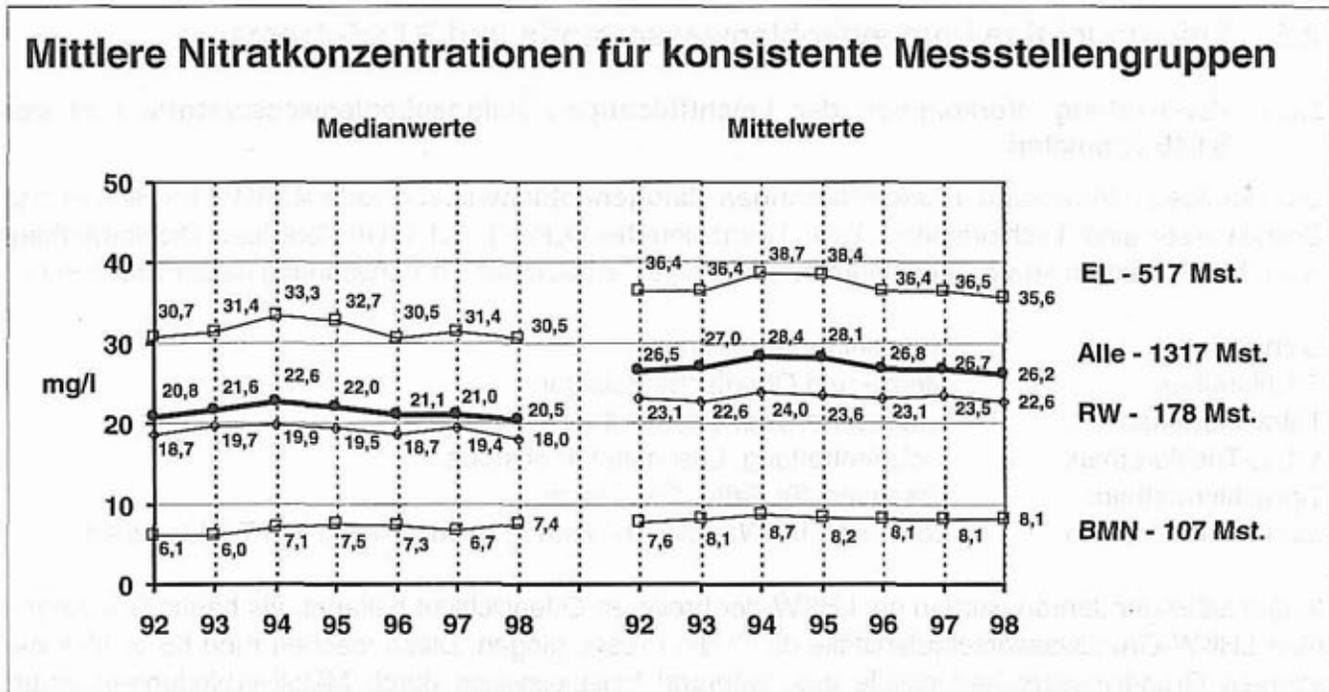


Abbildung 2.4.4 Entwicklung der Median- und Mittelwerte Nitrat 1992 bis 1998 für konsistente Messstellengruppen, Beprobungszeitraum jeweils September bis November.

2.4.5 Nitratentwicklung innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten

Die in Abschnitt 2.4.4. beschriebene Abnahme der Median- und Mittelwerte der Nitratkonzentrationen verläuft ähnlich bei sämtlichen Messstellengruppen und Teilmessnetzen (mit Ausnahme des Basis-messnetzes). Insbesondere zeigen sowohl die seit 1992 konsistente Gruppe „Alle Messstellen innerhalb von Wasserschutzgebieten / festgesetzt und vorläufig angeordnet“ (874 Messstellen) als auch die Gruppe „Alle Messstellen außerhalb von Wasserschutzgebieten“ (571 Messstellen) einen ebenfalls seit 1994 abnehmenden Trend. Allerdings ist der Unterschied zwischen beiden Messstellengruppen nur gering.

2.4.6 Bewertung

Ab dem Jahr 1994 kann bei den Median- und Mittelwerten konsistenter Messstellengruppen statistisch ein leicht abnehmender Trend festgestellt werden. Allerdings zeigt sich bei der Einzelprüfung aller zur Verfügung stehenden Messstellen, dass bei 70 % der Messstellen kein Trend feststellbar ist. Außerdem zeigen sich keine statistisch belegbaren Unterschiede bei der Nitratentwicklung im Grundwasser innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten.

2.5 Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe und BTXE-Aromaten

2.5.1 Verwendung, Vorkommen der Leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffe und der BTXE-Aromaten

Die wichtigsten Vertreter der **Leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW)** im Hinblick auf Grundwasser sind Trichlorethen („Tri“), Tetrachlorethen („Per“), 1,1,1-Trichlorethan, Dichlormethan, cis-1,2-Dichlorethen sowie Tetrachlormethan. Einige Beispiele für die Verwendung dieser Stoffe sind:

Dichlormethan:	Kaltreiniger, Abbeizmittel
Trichlorethen:	Metall- und Oberflächenreinigung
Tetrachlorethen:	Metallentfettung, Chemische Reinigung
1,1,1,-Trichlorethan:	Metallentfettung, Lösemittel, Klebstoffe
Tetrachlormethan:	Lösemittel für Fette, Öle, Harze
cis-1,2-Dichlorethen:	Lösemittel für Wachse und Harze, Abbauprodukt von Trichlorethen

In den siebziger Jahren wurden die LHKW der breiteren Öffentlichkeit bekannt, als häufig Meldungen über LHKW-Grundwasserschadensfälle durch die Presse gingen. Diese machen rund 65 % aller bekannten Grundwasserschadensfälle aus, während beispielsweise durch Metallverbindungen verursachte Schadensfälle nur einen Anteil von 2 % haben. Hauptsächlich treten LHKW-Schadensfälle im Bereich metallverarbeitender Betriebe auf. Verursacht werden oder wurden diese Kontaminationen nur in 6 % der Fälle durch technische Defekte und in rund 80 % der Fälle durch unsachgemäßen Umgang mit diesen Stoffen. Sicherlich spielte hierbei in der Vergangenheit auch die Unkenntnis über Eigenschaften und Wirkungen der LHKW und die damit verbundene Sorglosigkeit beim Einsatz dieser Stoffe eine maßgebliche Rolle.

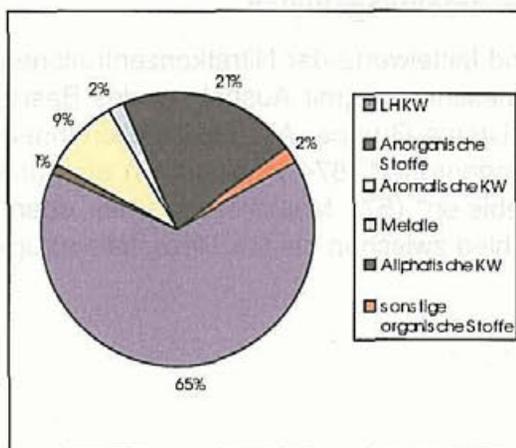


Abbildung 2.5.1:
Häufigkeit von Grundwasserschadensfällen nach Stoffgruppen.

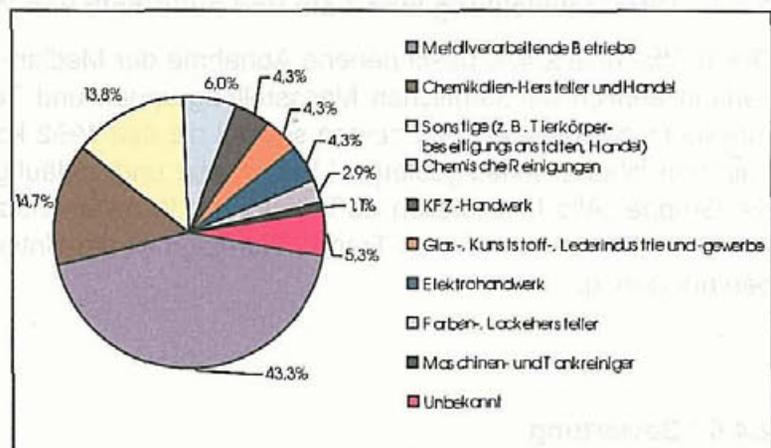


Abbildung 2.5.2:
Verursacher von Grundwasserschadensfällen durch LHKW.

In der Trinkwasserverordnung vom 5.12.1990 ist ein Grenzwert für die „Summe LHKW“ von 0,01 mg/l festgelegt. Unter der „Summe LHKW“ wird die Summe der Konzentrationen an 1,1,1-Trichlorethan, Trichlorethen, Tetrachlorethen und Dichlormethan verstanden. Für Tetrachlormethan gibt es aufgrund der höheren Toxizität dieses Stoffes einen eigenen Grenzwert von 0,003 mg/l. In der neuen EU-Trinkwasserrichtlinie vom November 1998 werden nur noch die Summe der beiden Stoffe Trichlorethen und Tetrachlorethen durch einen Parameterwert von 0,01 mg/l berücksichtigt, neu aufgenommen hingegen wurden die Stoffe 1,2-Dichlorethan (0,003 mg/l), Vinylchlorid (0,0005 mg/l) und die Tri-

halogenmethane (0,1 mg/l). Es bleibt abzuwarten, wie diese Regelungen in nationales Recht umgesetzt werden.

Unter **BTXE-Aromaten** sind die Einzelstoffe Benzol, Toluol, o-, m- und p-Xylol sowie Ethylbenzol zu verstehen. Einige Beispiele für die Verwendung dieser Substanzen sind:

Benzol:	Bestandteil des Ottokraftstoffes, Ausgangsprodukt zur Herstellung von Harzen, Kunststoffen, Farbstoffen, PSM und synthetischem Kautschuk,
Toluol, Xylole:	Löse- und Verdünnungsmittel für Lacke und Harze,
Ethylbenzol:	Ausgangsprodukt zur Herstellung von Styrol, seinerseits Ausgangsprodukt für Kunststoffe.

In der Trinkwasserverordnung vom 5.12.1990 ist kein Grenzwert für BTXE-Aromaten festgelegt. Die neue EU-Trinkwasserrichtlinie nennt einen Parameterwert von 1 µg/l für Benzol. Auch hierfür muss noch die Umsetzung in nationales Recht erfolgen.

2.5.2 Probennahme und Analytik

Positive Befunde an LHKW und BTXE liegen im Grundwasser meist in Konzentrationen von µg/l bis mg/l vor, daher ist bereits die Probennahme mit entsprechender Sorgfalt durchzuführen. Aufgrund der hohen Flüchtigkeit der LHKW ist insbesondere das Befüllen der Flaschen der kritische Schritt, bei dem nur durch eine entsprechende Befülltechnik das Ausgasen der LHKW minimiert wird. Die Verwendung von Braunglasflaschen und Kühlung bis zur Analyse sind weitere Maßnahmen zur Vermeidung von Verlusten und damit Minderbefunden. Die Proben dürfen nur maximal einen Tag stehen. Für die Untersuchung liegen verschiedene DIN-Normen vor. Die Auftrennung der einzelnen Stoffe erfolgt mit Hilfe der Gaschromatografie (GC), entweder unmittelbar aus der Probe (Dampfraum-GC) oder nach einem Anreicherungs-schritt durch Flüssig/Flüssig-Extraktion mit einem organischen Lösemittel. Die Identifizierung und Quantifizierung wird mit einem geeigneten Detektor vorgenommen.

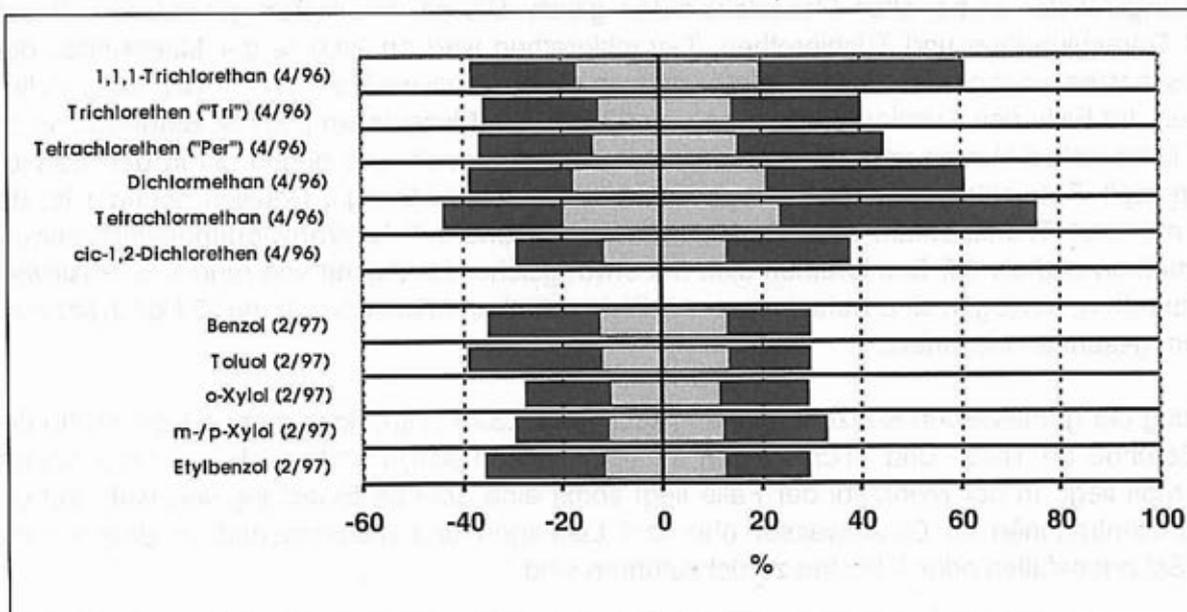


Abbildung 2.5.3: Ergebnisse der jeweils neuesten LHKW- und BTXE-Ringversuche der AQS-Baden-Württemberg: Relative Standardabweichung (hellgrau) und Ausschlussgrenzen (schwarz), wegen der Abhängigkeit vom Konzentrationsniveau bei den LHKW bezogen auf 1 µg/l bzw. bei den BTXE auf 10 µg/l. In Klammern die Ringversuchsbezeichnung.

Wie bei jeder Bestimmung im Spurenbereich muss man auch bei diesen Methoden mit Ergebnisunsicherheiten rechnen. In der Trinkwasserverordnung von 1990 wird für die Summe LHKW ein zulässiger Fehler des Messwertes von 0,004 mg/l toleriert, bezogen auf den Grenzwert von 0,01 mg/l entspricht dies einem Fehler von 40 %. Die Ringversuchsergebnisse der AQS Baden-Württemberg zeigen, dass diese Forderungen für die BTXE und die beiden wichtigsten LHKW Tri- und Tetrachlorethen einzuhalten sind. In Abbildung 2.5.3 sind hierzu die relative Standardabweichung und die Ausschlussgrenzen für diese Stoffe zusammengestellt. Die Ausschlussgrenze ist die prozentuale Abweichung vom Sollwert, die noch als „richtig“ akzeptiert wird.

2.5.3 Ergebnisse LHKW

Tabelle 2.5.1 gibt einen Überblick über die bisher durchgeführten LHKW-Untersuchungen im Grundwassermessnetz Baden-Württemberg. Die Messstellenzahl in den Jahren 1989-1992 ist geprägt durch den schrittweisen Aufbau des Messnetzes, danach wurde drei Jahre lang das gesamte Messnetz beprobt. Aus finanziellen Gründen erfolgte erst 1998 wieder eine Gesamtbeprobung im Landesauftrag. Die Daten der Jahre 1996 und 1997 entstammen dem Kooperationsbeitrag der WVU und im Jahre 1997 zusätzlich einem Sonderuntersuchungsprogramm (Projekt Interreg II).

Tabelle 2.5.1: Anzahl der auf LHKW untersuchten Messtellen im Grundwassermessnetz.

Jahr	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Anzahl untersuchter Messtellen*	389	939	936	1642	2517	2630	2548	422	734	2460

*Quelle: Ergebnisberichte der Beprobungen 1989-1997, Fettdruck: vorwiegend im Landesauftrag, Normalschrift: Kooperationsbeitrag der WVU und Sonderuntersuchungsprogramm Interreg II)

Die Schwerpunkte der LHKW-Belastung liegen in städtischen Ballungsräumen wie Stuttgart, Pforzheim, Mannheim/Heidelberg sowie in Städten, in denen die metallverarbeitende Industrie eine lange Tradition hat. Dies sind beispielsweise Reutlingen, Heidenheim, Biberach, Schwäbisch Gmünd.

Das Verteilungsmuster ist bei allen Messstellenarten gleich. Die am häufigsten gefundenen Einzelstoffe sind Tetrachlorethen und Trichlorethen. Tetrachlorethen wird an 29,0 % der Messstellen des Gesamtmessnetzes nachgewiesen, der Warnwert von 0,005 mg/l wird an 7,1 % der Messstellen überschritten. Im Falle des Trichlorethens liegen an 23,2 % der Messstellen positive Befunde und an 2,5 % der Messstellen Warnwertüberschreitungen vor. Die Maximalwerte gehen bis in den Bereich von einigen mg/l: Tetrachlorethen bis 14 mg/l, Trichlorethen bis 10,3 mg/l. Deutlich geringer ist die Belastung mit 1,1,1-Trichlorethan: 10,4 % positive Befunde und 0,7 % Warnwertüberschreitungen. Tetrachlormethan und cis-1,2-Dichlorethen sind mit etwa gleicher Häufigkeit von rund 3 % Positivbefunden anzutreffen, hingegen sind Belastungen mit Dichlormethan höchst selten, nur 2 Positivbefunde (= 0,08%) im gesamten Messnetz.

Die Verteilung der gemessenen Konzentrationen (Abbildung 2.5.4) zeigt, dass mehr als die Hälfte der positiven Befunde an Tetra- und Trichlorethen im unteren Konzentrationsbereich zwischen 0,0001 und 0,001 mg/l liegt. In der Mehrzahl der Fälle liegt somit eine geringe Belastung vor, während die höheren Konzentrationen im Grundwasser eher auf Leckagen und unsachgemäßen Umgang mit LHKW bei Schadensfällen oder Altlasten zurückzuführen sind.

Die höchsten Belastungen treten bei den Emittentenmessstellen Industrie auf. Dort sind in 54,3 bzw. 55,9 % der Messstellen Tri- und/oder Tetrachlorethen nachweisbar. Als Eintragsquellen kommen in Frage: Produktionsgebäude, in denen LHKW verwendet werden, Abfüllanlagen und Lagertanks. Im Bereich von Siedlungen, wo ebenfalls ein hoher Anteil an Positivbefunden dieser beiden Stoffe vorkommt (37,6 bzw. 49,9%), liegen häufig Mischgebiete vor, in denen beispielsweise auch Galvanisier-

betriebe oder Chemische Reinigungen zu finden sind. Die Übergänge zu den Emittentenmessstellen Industrie sind daher oft fließend.

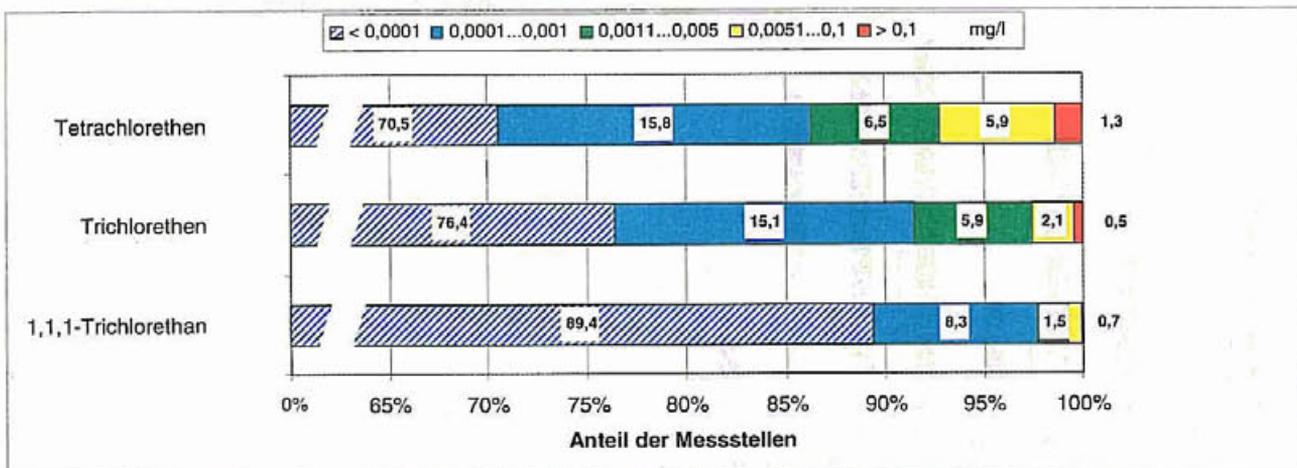


Abbildung 2.5.4: Konzentrationsverteilung der am häufigsten auftretenden LHKW (in Klammer: Anzahl der Messstellen).

Bei den Rohwassermessstellen ist das Konzentrationsniveau insgesamt niedriger. Positive Befunde liegen bei Tetrachlorethen an 19,6 % der Messstellen und Überschreitungen des Warnwertes bei 1,5 % der Messstellen vor. Andere LHKW sind ebenfalls nachweisbar (Trichlorethen an 12,2 %, 1,1,1-Trichlorethen an 6,1 % der Messstellen), Überschreitungen des Warnwertes sind keine festzustellen, d.h. auch hier liegen die Positivbefunde eher im unteren Konzentrationsbereich. Relevant für das Rohwasser ist der Grenzwert der Trinkwasserverordnung für die „Summe LHKW nach TrinkwV“. Dieser beträgt 0,01 mg/l und wird an 4 von 474 Messstellen (=0,8 %) überschritten. In diesen Fällen muss das Wasser vor Abgabe an den Verbraucher entweder aufbereitet oder mit unbelastetem Wasser verschnitten werden, um den gesetzlichen Vorgaben zu genügen.

Die zeitliche Entwicklung der LHKW-Belastung ist in den Abbildungen 2.5.6 und 2.5.9 anhand der beiden Hauptkontaminanten Tetra- und Trichlorethen dargestellt. Da bei Spurenstoffen die Betrachtung des Medianwertes keine Aussagekraft hat, wurden jahresweise die Überschreitungshäufigkeiten des Warnwertes von 0,005 mg/l sowie des Wertes 0,001 mg/l berechnet. Der Wert von 0,001 mg/l wurde gewählt, da in den älteren Datensätzen zahlreiche Bestimmungsgrenzen von 0,001 oder 0,0005 mg/l vorhanden sind, was bei Zugrundelegen der heute üblichen Bestimmungsgrenze von 0,0001 mg/l zur Streichung vieler Daten bzw. Messstellen geführt hätte. Es wurden ferner nur Messstellen verwendet, von denen durchgängig Daten aus den Jahren 1992 bis 1995 sowie aus 1998 vorlagen (konsistente Messstellen). Die Datenlücke in den Jahren 1996 und 1997 ergibt sich daraus, dass in diesen Jahren nicht das gesamte Messnetz auf LHKW untersucht wurde.

Bei Tetrachlorethen liegt der Anteil der Messwerte über 0,001 mg/l, über alle Messstellen betrachtet, zwischen 1992 bis 1995 praktisch auf gleichem Niveau von 16 –17 %. Erst 1998 nimmt er leicht auf 14,7 % ab. Bei den Warnwertüberschreitungen ist das Niveau gleichbleibend auf 7,5 –9,1 %. Bei den Rohwassermessstellen zeigen sich seit 1994 kaum Veränderungen. Die Belastung bei den Emittentenmessstellen Industrie hingegen nahm von 1992-1995 zunächst von 36,5 auf etwa 40 % zu, danach folgt ein Abfallen auf 32,8 %. Die Überschreitungsquoten des Trichlorethens nehmen demgegenüber bei allen betrachteten Messstellengruppen deutlich ab.

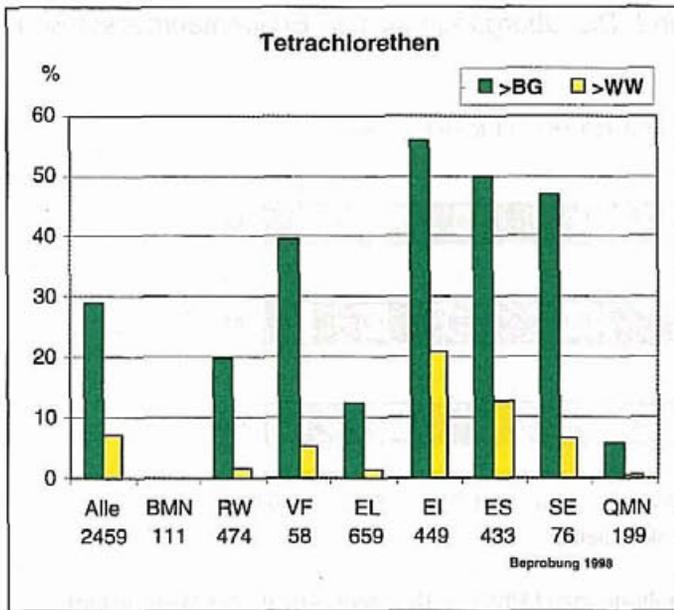


Abbildung 2.5.5: Tetrachlorethen: Überschreitungshäufigkeiten von Bestimmungsgrenze (BG) und Warnwert (WW) des Grundwasserüberwachungsprogrammes von 0,005 mg/l.

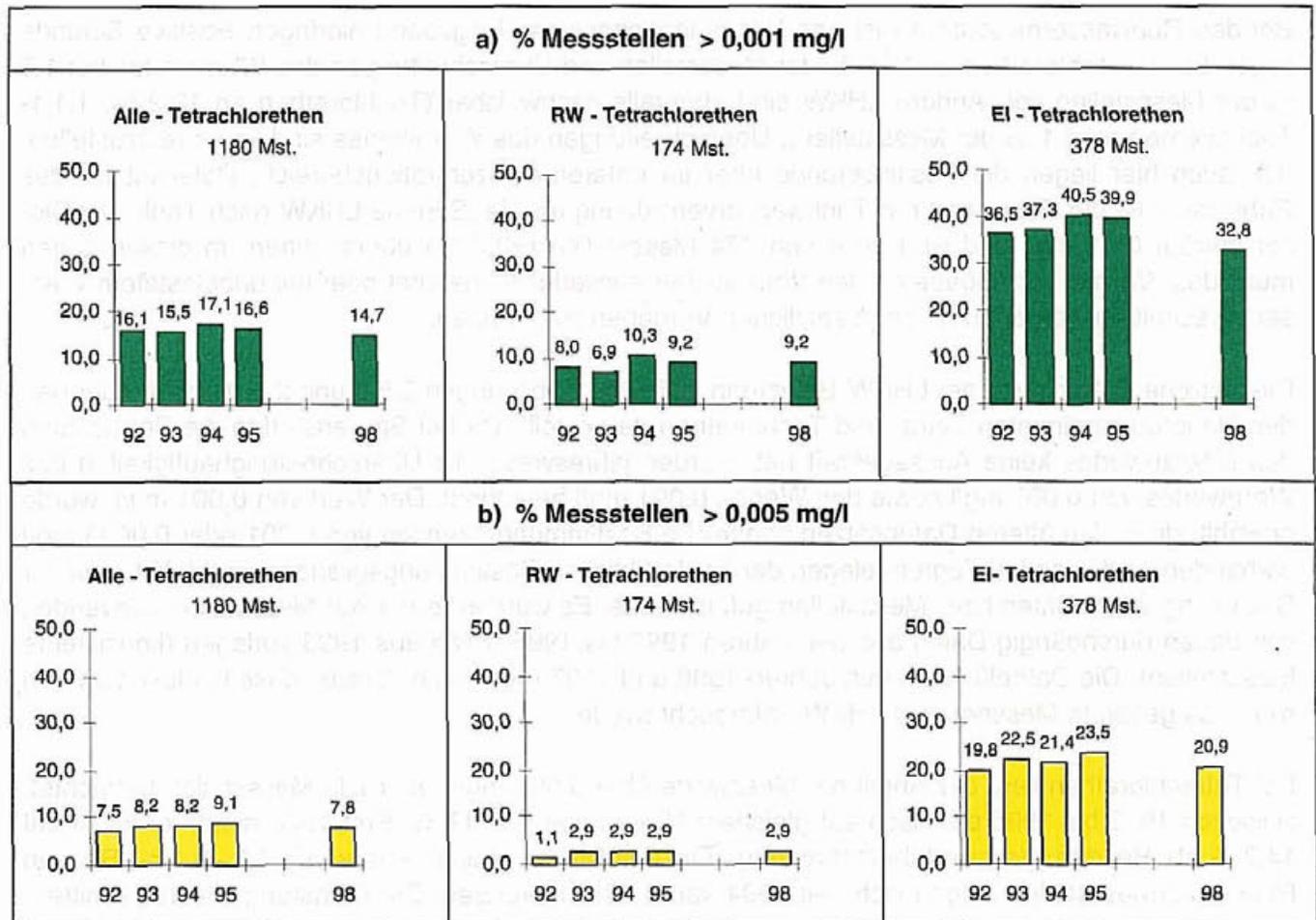


Abbildung 2.5.6: Prozentuale Überschreitungshäufigkeiten bei der Konzentration von 0,005 mg/l (=Warnwert des GÜP) und der Konzentration von 0,001 mg/l (Datengrundlage: konsistente Messstellengruppen 1992-1995 und 1998, Beprobungszeitraum jeweils September bis Oktober).

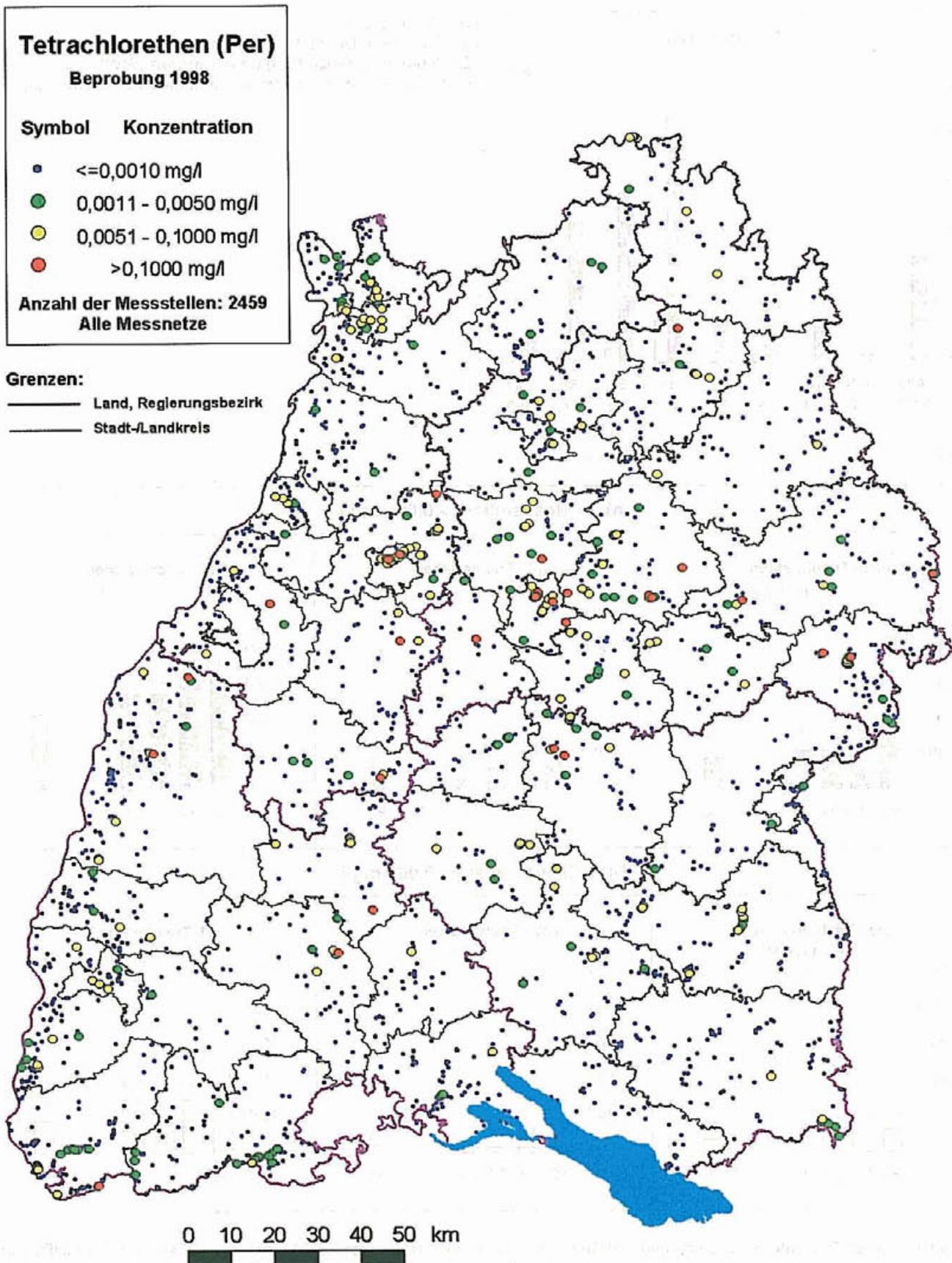


Abbildung 2.5.7:

Konzentrationsverteilung Tetrachlorethen 1998.

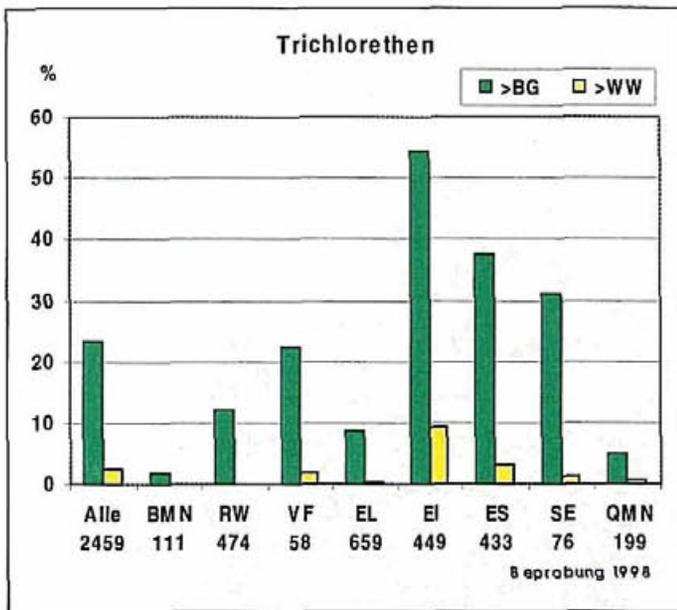


Abbildung 2.5.8: Trichlorethen: Überschreitungshäufigkeiten von Bestimmungsgrenze (BG) und Warnwert (WW) des Grundwasserüberwachungsprogrammes von 0,005 mg/l.

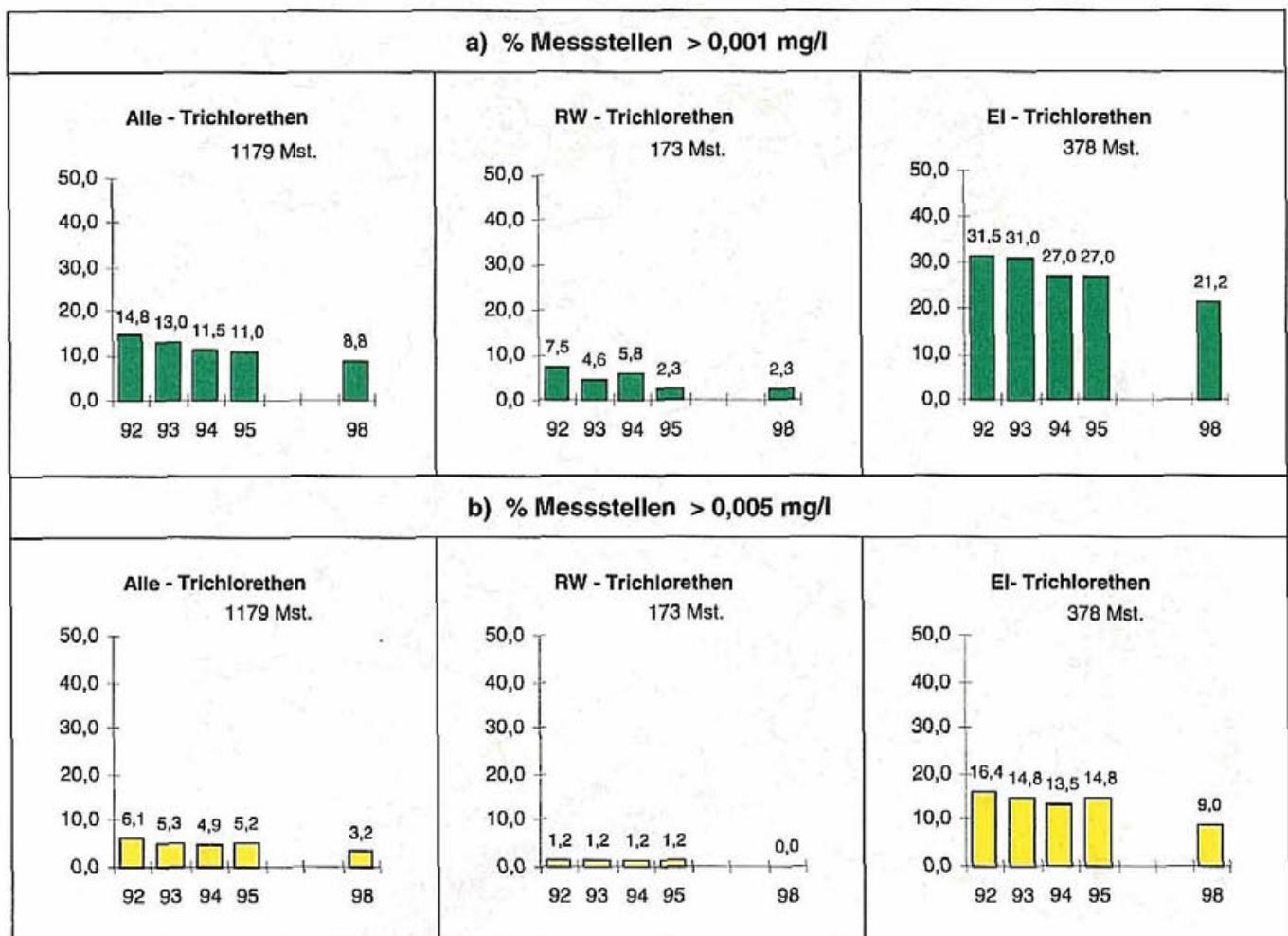


Abbildung 2.5.9: Prozentuale Überschreitungshäufigkeiten bei der Konzentration von 0,005 mg/l (=Warnwert des GÜP) und der Konzentration von 0,001 mg/l (Datengrundlage: konsistente Messstellengruppen 1992-1995 und 1998, Beprobungszeitraum jeweils September bis Oktober).

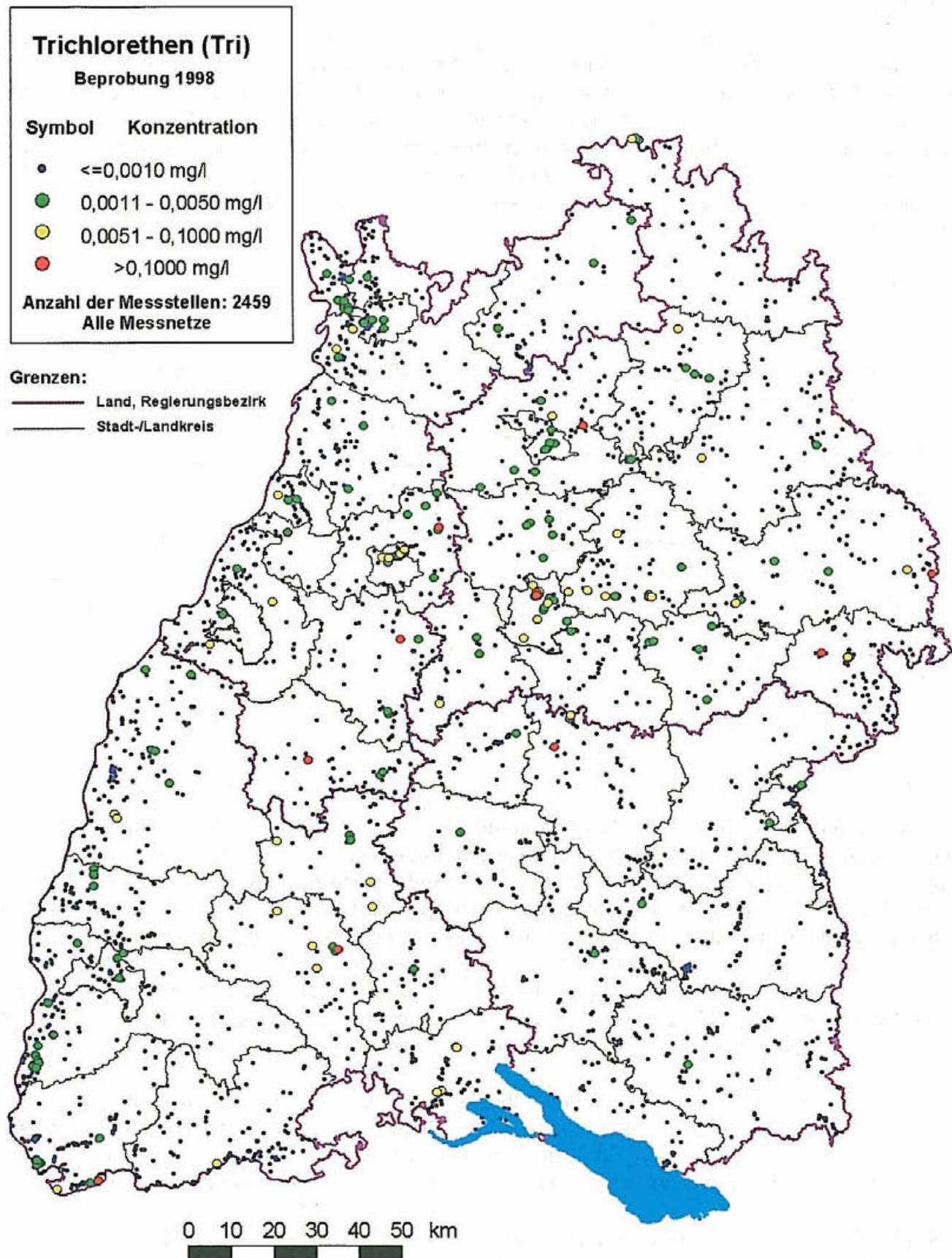


Abbildung 2.5.10:

Konzentrationsverteilung Trichlorethen 1998.

2.5.4 Ergebnisse BTXE

BTXE-Aromaten wurden 1994 erstmals im Grundwassermessnetz in größerem Umfang an insgesamt 976 Messstellen (EI, SE und Emittentenmessstellen Bahn) untersucht. Damals waren in 6 Einzelfällen positive Befunde (=0,6 %) festzustellen. Diese niedrige Belastungsquote hat sich auch 1998 bestätigt, wo an 2.153 Messstellen auf BTXE untersucht wurde und dabei an 13 Messstellen (=0,6 %) Positivbefunde festzustellen waren. Insbesondere bei den höheren BTXE-Konzentrationen sind die Verursacher (Tabelle 2.5.2) recht gut zuzuordnen, meist handelt es dabei um Grundwasserschadensfälle. Fünf dieser Messstellen waren bereits 1994 auffällig. Bei drei Messstellen sind noch Nachmessungen zur Befundabsicherung erforderlich.

Tabelle. 2.5.2: Positivbefunde der BTXE-Untersuchungen in µg/l.

Mst.	Lage der Messstelle	Benzol	Toluol	Ethylbenzol	Xylole
1	Tankstellengelände	280		250	95
2	Gaswerks-Altstandort	27			
3	im Bereich eines Tanklagers	16			
4	Betriebsgelände einer kunststoffverarbeitenden Firma	4			
5	im Bereich eines Gaswerkes	4			
6	öffentliche WV ohne Aufbereitung oder Notbrunnen				2
7	rein ländliches Gebiet, an einer Straße		2,3	1,2	5,7
8	Eigenwasserversorgung eines Aussiedlerhofes		2		1
9	Schadensfall	1			1
10	unmittelbar an einer Straße		1,1		
11	Schadensfall Textilindustrie		1,3		
12	Hof mit Parkplatz		3,2		3,2
13	öffentliche WV, rein ländliches Gebiet	1	2		

2.5.5 Bewertung

Gemessen an der Zahl der positiven Befunde ist die Belastung des Grundwassers mit LHKW insgesamt gesehen nach wie vor relativ hoch. Am stärksten betroffen sind Wasserfassungen im Einflussbereich von Industrie und Siedlung. LHKW als naturfremde Stoffe sind im Grundwasser verhältnismäßig stabil und werden nur in Ausnahmefällen unter speziellen Bedingungen biologisch abgebaut. Konzentrationsabnahmen sind daher nur erklärbar über verschiedene, sich überlagernde Prozesse wie z.B. Verdünnungseffekte infolge der Grundwasserneubildung, Verteilung und damit Verdünnung der Stoffe im Grundwasser infolge Dispersion oder Ausgasen in die Bodenluft infolge der hohen Flüchtigkeit. Die einzige Möglichkeit einer massiven Konzentrationsverringering ist die Sanierung mit den zur Verfügung stehenden wirksamen, aber auch langwierigen und teuren Reinigungsmethoden.

Die Tatsache, dass die Konzentrationen auf gleichem Niveau bleiben oder sogar abnehmen, lässt den Schluss zu, dass zumindest keine neuen Einträge ins Grundwasser mehr stattfinden. Somit scheinen die Anstrengungen aller Beteiligten, den Umgang mit den LHKW sicherer zu machen und weitere Einträge im Sinne des vorbeugenden Grundwasserschutzes zu vermeiden, allmählich zu greifen.

Auffällige Befunde bei den BTXE-Aromaten sind sehr selten und beschränken sich praktisch nur auf Schadensfälle.

2.6 EDTA und NTA

2.6.1 Eigenschaften und Vorkommen

EDTA (Ethyldiamintetraessigsäure) und NTA (Nitrilotriessigsäure) sind organische Komplexbildner, die mit mehrwertigen Metall-Ionen „Chelatkomplexe“ bilden. Diese Komplexe sind sehr stabil und gut wasserlöslich. EDTA und NTA werden synthetisch hergestellt und kommen nicht in der Natur vor.

Tabelle 2.6.1: Kurzinformation zu EDTA und NTA.

EDTA Ethyldiamintetraessigsäure	NTA Nitrilotriessigsäure
$ \begin{array}{c} \text{HOOC-CH}_2 \\ \diagdown \\ \text{N} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{N} \\ \diagup \\ \text{HOOC-CH}_2 \end{array} \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-COOH} \\ \diagup \\ \text{N} \\ \diagdown \\ \text{CH}_2\text{-COOH} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{HOOC-CH}_2 \\ \diagdown \\ \text{N} \\ \diagup \\ \text{CH}_2\text{-COOH} \\ \diagdown \\ \text{CH}_2\text{-COOH} \end{array} $
Verwendung: Metallverarbeitung, Galvanik, Wasch- und Reinigungsmittel, Fotochemikalien, Textilindustrie, Kosmetika, Nahrungsmittelindustrie, Papierherstellung.	Verwendung: Wasch- und Reinigungsmittel, Galvanik, Papierindustrie, Textilindustrie, Wasserbehandlung
Absatzmenge: Deutschland: 4500 t im Jahr 1992, 3820 t im Jahr 1997	Absatzmenge: Deutschland: 2300 t im Jahr 1992, 2700 t im Jahr 1997
Vorkommende Konzentrationen: Bodensee 1998: bis 1 µg/l, Rhein in BW 1998: bis 6 µg/l, Neckar: 10-30 µg/l, Ablauf komm. Abwasser: bis 500 µg/l	Vorkommende Konzentrationen: Bodensee 1998: <0,2 µg/l, Rhein in BW und Neckar 1998: 0,5 bis 2 µg/l, Ablauf kommunales Abwasser: bis 100 µg/l

EDTA-Komplexe sind wesentlich stabiler als NTA-Komplexe. Die Humantoxizität von EDTA ist bei den in den Gewässern gefundenen Konzentrationen nicht relevant. In Lebensmitteln ist EDTA als Zusatzstoff E385 seit 1998 für bestimmte Konserven und Halbfettmargarinen zur Erhöhung der Haltbarkeit und als Farbstabilisator zugelassen. Die Wirkungsweise beruht auf dem Abfangen von Metallionen, die enzymatische Zersetzungsprozesse in Lebensmitteln und z.B. auch Kosmetika beschleunigen. EDTA wird bei der Abwasserreinigung weder biologisch abgebaut noch durch Adsorption entfernt. Es wird als wasserwerksgängig bezeichnet, da bei der Uferfiltration keine Elimination stattfindet. Zerstört werden EDTA-Komplexe praktisch nur durch die Ozonung. Das Gefährdungspotential von EDTA wird im wesentlichen darin gesehen, dass es in Sedimenten und Klärschlämmen fixierte Schwermetalle remobilisieren kann. Haupteintragsquelle für EDTA ist dessen industrielle Verwendung, die Emissionen aus den Haushalten sind demgegenüber untergeordnet. EDTA ist der am häufigsten in Oberflächengewässern gefundene anthropogene Spurenstoff. Seit vielen Jahren laufen die Bestrebungen, EDTA durch weniger umweltrelevante Stoffe zu ersetzen. Im Jahre 1991 wurde zwischen dem Bundesumweltministerium und einigen Verbänden der Industrie und Wasserwirtschaft eine freiwillige Vereinbarung abgeschlossen mit dem Ziel, die EDTA-Frachten in den Fließgewässern in etwa 5 Jahren zu halbieren. Dieses Ziel wurde bis 1996 noch nicht erreicht, bis zu diesem Zeitpunkt war im Rhein eine Verminderung um bis zu rund 40 % festzustellen. Die Vereinbarung soll um weitere drei Jahre verlängert werden.

Im Gegensatz zu EDTA ist NTA biologisch gut abbaubar. In einer gut funktionierenden und nitrifizierenden Kläranlage wird NTA zu über 90 % eliminiert. In einigen Ländern wie der Schweiz, den USA und Kanada wird NTA in Waschmitteln als Ersatzstoff für Phosphat zur Wasserenthärtung eingesetzt. In der genannten EDTA-Vereinbarung ist NTA von allen Beteiligten als Substituent für EDTA vorgesehen, bereits jetzt ist NTA in Reinigern der bedeutendste Ersatzstoff für EDTA. Entsprechend den Anwendungsbereichen finden sich EDTA und NTA in der Kanalisation und der Kläranlage wieder.

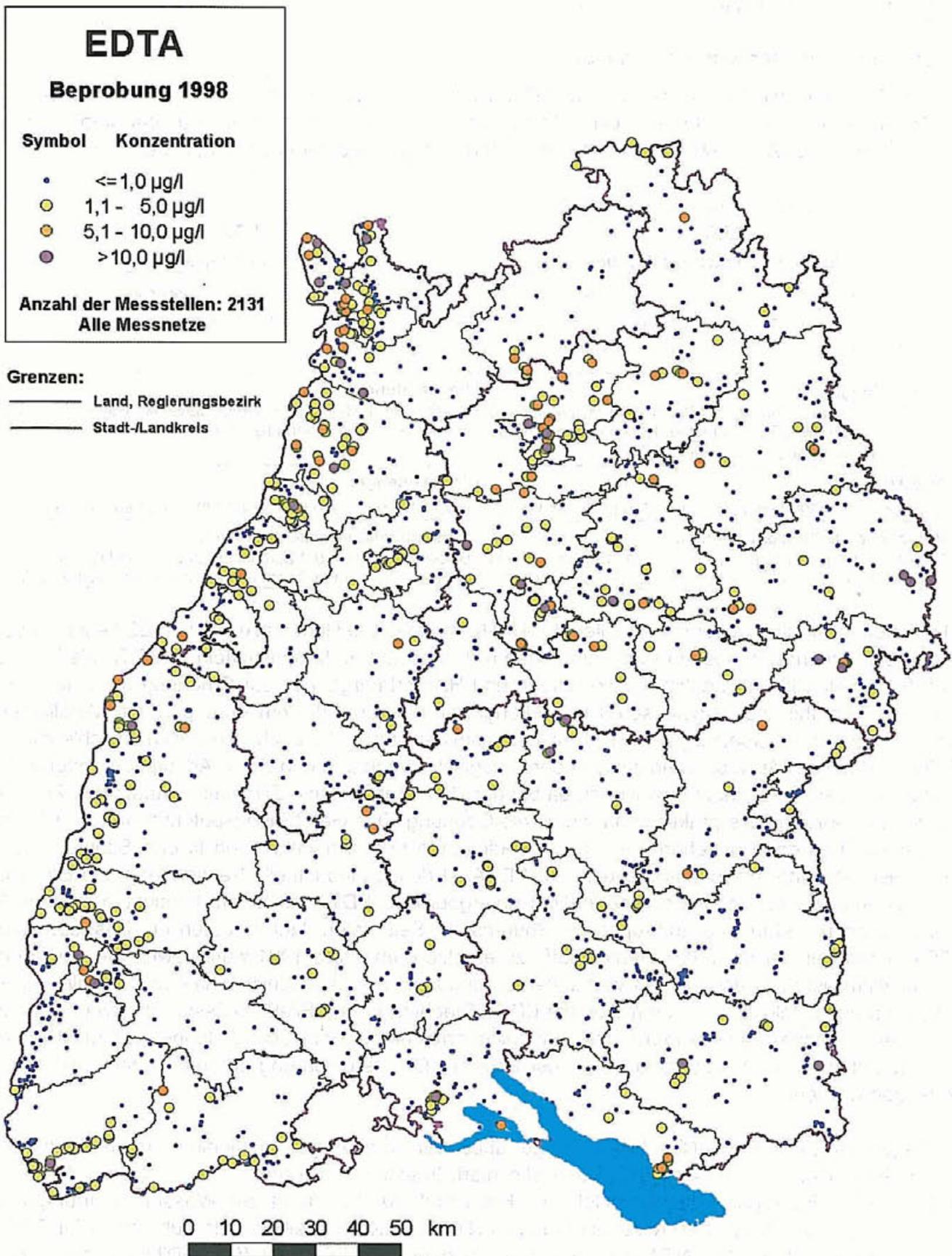


Abbildung 2.6.1: Konzentrationsverteilung EDTA 1998.

2.6.2 Statistische Kennzahlen, räumliche Verteilung

Grenzwerte für EDTA und NTA im Trinkwasser oder Grundwasser sind nicht festgelegt, daher wurde für die Auswertungen der Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogrammes von jeweils 1 µg/l herangezogen. Insgesamt wurde 1998 an 2.131 Grundwassermessstellen auf EDTA und NTA untersucht. Positive Befunde an EDTA sind an 37,6 % der Messstellen festzustellen, bei NTA sind es 6,7 %. Bei den nachfolgenden Auswertungen wurden 1 bzw. 2% der Messwerte nicht berücksichtigt, deren Bestimmungsgrenze aufgrund von analytischen Störeffekten höher lag als 1 µg/l (übliche Bestimmungsgrenzen: 0,5 oder 1,0 µg/l). Die Verteilung der Messwerte auf die unterschiedlichen Messstellenarten zeigt, dass Belastungen mit den Komplexbildnern EDTA und NTA in erster Linie an Messstellen im Einflussbereich von Industrie und Siedlung zu finden sind. Rund 40 % der Industrie- und 35 % der Siedlungsmessstellen weisen EDTA-Konzentrationen von mehr als 1 µg/l auf und bei jeweils etwa 3 % der Messstellen liegt die EDTA-Konzentration über 10 µg/l. Die positiven Befunde sind über das ganze Land verteilt, wobei regionale Belastungsschwerpunkte in den Ballungszentren sowie in einigen Flusstälern wie dem Neckar, dem Kocher, der Rems, der Wiese und der Schussen zu erkennen sind. Bei NTA ist das Belastungsniveau aufgrund der guten biologischen Abbaubarkeit deutlich geringer. Nur maximal 5 % der Messstellen weisen NTA-Konzentrationen von mehr als 1 µg/l und maximal rund 2 % mehr als 10 µg/l NTA auf.

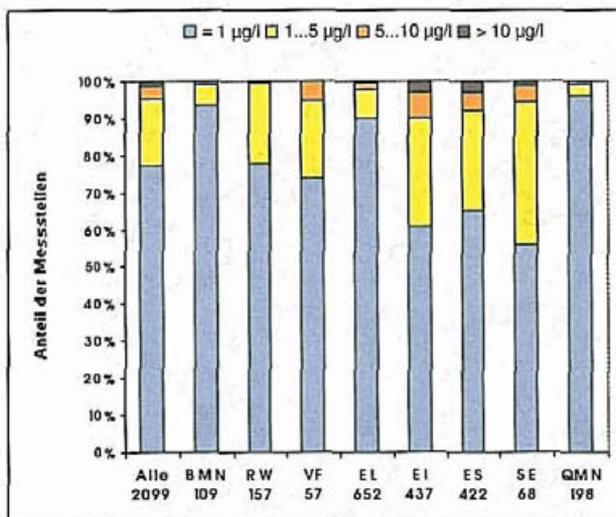


Abbildung 2.6.2: EDTA: Verteilung der Messwerte.

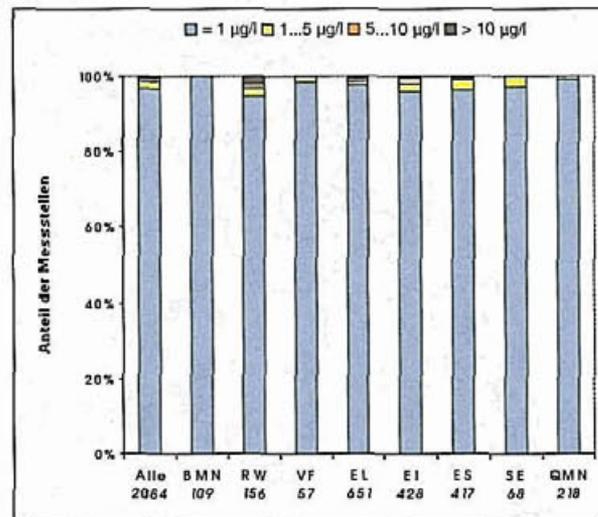


Abbildung 2.6.3: NTA: Verteilung der Messwerte.

2.6.3 Bewertung

Bei der flächendeckenden Untersuchung auf die synthetischen Komplexbildner EDTA und NTA im Grundwasser wurde ein überraschend hoher Anteil an positiven Befunden festgestellt. Als Verunreinigungsquelle kommt entsprechend der Verwendung dieser Substanzen im gewerblichen und privaten Bereich nur der Abwasserpfad (Kanalisation, Kläranlage, Vorfluter) infrage. Dies belegen auch die Recherchen, wonach beispielweise fast alle mit mehr als 10 µg/l EDTA belasteten Messstellen durch Abwasserleitungen oder Kläranlagen beeinflusst sind. Ferner findet man in rund der Hälfte der Messstellen mit mehr als 1 µg/l EDTA auch den Abwasserindikator Bor in Konzentrationen über 50 µg/l. Da es sich bei EDTA und NTA um naturfremde Stoffe handelt, ist auf jeden Fall anzustreben, diese vom Grundwasser fernzuhalten. Die Situation ist langfristig nur zu verbessern, wenn der Verbrauch an EDTA weiterhin durch abbaubare Ersatzstoffe verringert wird und die Sanierung defekter Kanalnetze weiterbetrieben wird.

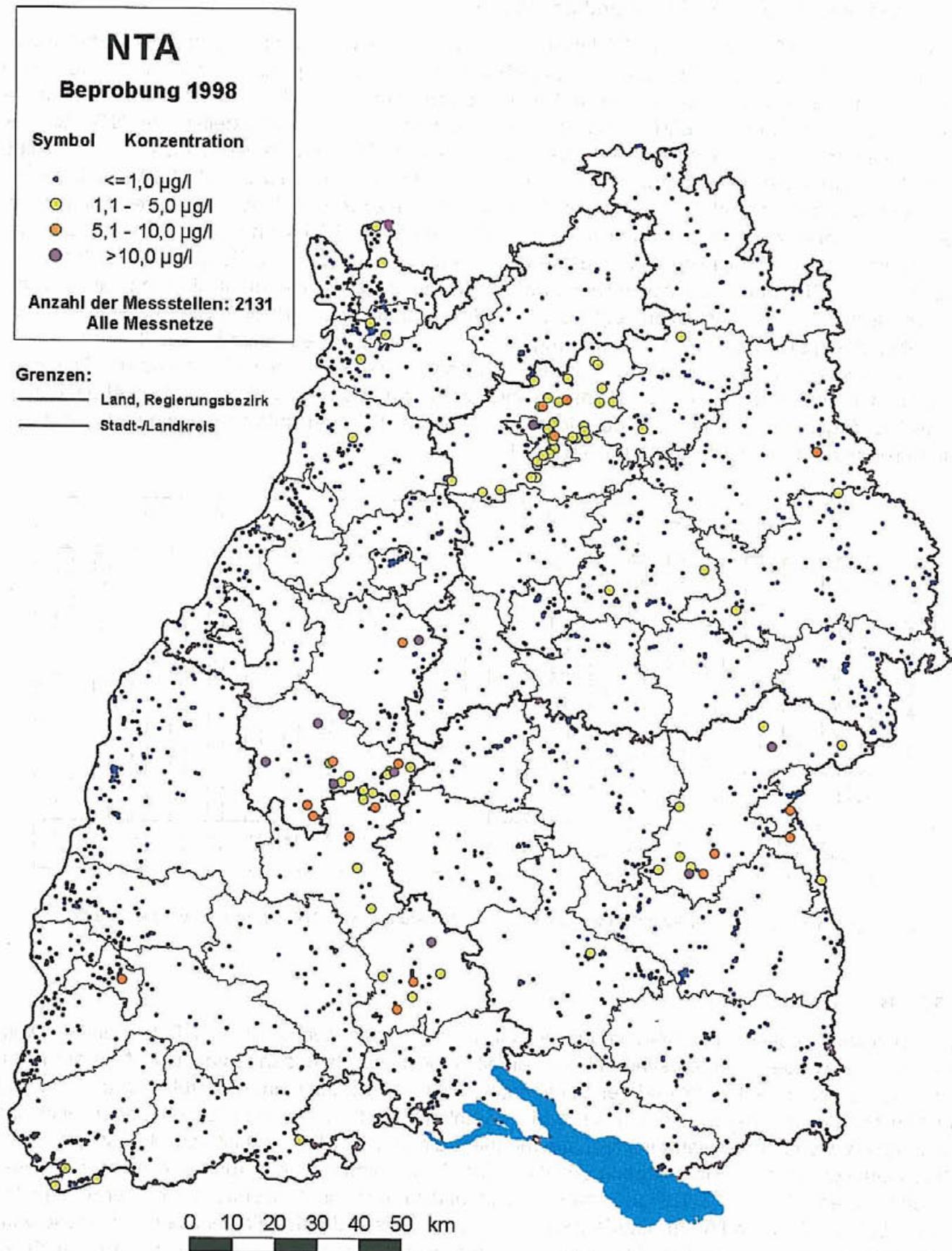


Abbildung 2.6.4 Konzentrationsverteilung NTA 1998.

2.7 Arzneimittelwirkstoffe

2.7.1 Problemstellung

Seit einigen Jahren sind Arzneimittelwirkstoffe und endokrine (hormonähnliche) Substanzen in der öffentlichen Diskussion, nachdem in Fließgewässern und im Trinkwasser in mehreren Fällen Positivbefunde festgestellt wurden. Pharmazeutische Wirkstoffe werden in jährlichen Produktionsmengen von bis zu mehreren hundert Tonnen hergestellt. Auch bei ordnungsgemäßem Gebrauch gelangen diese Wirkstoffe über die menschlichen Ausscheidungen in die Kanalisation und in die Kläranlage, wo sie jedoch nicht in allen Fällen eliminiert werden. Gleichermaßen finden sich Medikamente im Abwasser, die über die Toilettenspülung unsachgemäß entsorgt werden. Diese Substanzen sind vergleichsweise gut wasserlöslich und damit schlecht aus dem Wasser entfernbar, so dass sie für die Trinkwasserressourcen relevant werden können.

2.7.2 Sonderuntersuchungsprogramm

Bisher liegen nur wenige Daten von Arzneimittelwirkstoffen in Grundwässern vor. Daher wurde das Grundwassermessnetz Baden-Württemberg in einem Sonderuntersuchungsprogramm 1998 auf eine Auswahl von Arzneimittelwirkstoffen und auf die als endokrin wirksam eingestufte Substanz Bisphenol A und zwei ihrer wahrscheinlichen Abbauprodukte untersucht.

Entsprechend dem Eintragspfad wurden 24 Messstellen ausgewählt:

- 12 Messstellen im Einflussbereich von Abwassersammlern (ABW)
- 5 Messstellen auf dem Betriebsgelände von Kläranlagen (KA)
- 7 Messstellen mit Uferfiltrat von durch Kläranlagenabläufe belasteten Vorflutern (UF).

Als Indikator für die Abwasserbelastung diente der Borgehalt aus den bisherigen Beprobungen. Die relative Lage zu Abwassersammlern wurde dem Atlas „Wasser- und Abfallwirtschaft Baden-Württemberg“ entnommen. Bei der Auswahl der Stoffe wurden die jährlichen Verordnungsmengen sowie ihre analytische Erfassbarkeit berücksichtigt. Zahlreiche Untersuchungen an Oberflächengewässern haben gezeigt, dass hauptsächlich die in Tabelle 2.7.1 aufgeführten Substanzen im Rhein oder in der Elbe regelmäßig nachzuweisen sind.

Tabelle 2.7.1: Im Sonderuntersuchungsprogramm untersuchte Arzneimittelwirkstoffe.

Phenacetin	Ibuprofen	Analgetika/Antiphlogistika
Indometacin	Fenoprofen	
Diclofenac	Ketoprofen	
Gemfibrozil	Clofibrinsäure	Lipidsenker und Metabolite von Lipidsenkern
Fenofibrat	Fenofibrinsäure	
Bezafibrat		
Carbamazepin		Antiepileptika
Pentoxifyllin		Durchblutungsfördernde Mittel
Bisphenol A	p-Hydroxyacetophenon p-Hydroxybenzoesäure	Endokrin wirksame Substanz mit ihren Abbauprodukten

Analgetika sind schmerzstillende Mittel, die häufig auch entzündungshemmende Wirkung haben. Lipidsenker bewirken eine Senkung des Blutfettspiegels. Bei Clofibrinsäure und Fenofibrinsäure handelt es sich nicht um Arzneimittelwirkstoffe, sondern um stabile Metabolite von Lipidsenkern. Auch das

häufig in Oberflächengewässern nachzuweisende Carbamazepin gehört zu den Antiepileptika, die zur Behandlung von Epilepsien und verwandten Kramp fzuständen verabreicht werden.

Endokrin wirksame Substanzen besitzen einen Einfluss auf das Hormonsystem. Endokrine Wirkungen wurden auch für verschiedene Industriechemikalien nachgewiesen oder zumindest postuliert. In der Regel sind jedoch die durch diese Chemikalien nachgewiesenen Effekte um Zehnerpotenzen geringer als die natürlicher Hormone. In einer Studie des Umweltbundesamtes wurde der Kenntnisstand von 200 Stoffen, die im Verdacht stehen, hormonell wirksam zu sein, zusammengetragen. Bisphenol A war hierbei eine von vier Substanzen, die besonders auffällig waren und vom Umweltbundesamt für die Erfassung von Gewässerbelastungen vorgeschlagen wurden. Die drei anderen Substanzen waren Nonylphenol, Oktylphenol und Tributylzinn. Bisphenol A wird als Antioxidans bei Weichmachern verwendet und tritt als Zwischenprodukt bei der Herstellung von verschiedenen Kunstharzen auf. 1995 wurden in Deutschland 210.000 t dieser Substanz produziert. Sie wirkt ähnlich wie das weibliche Hormon Östrogen.

2.7.3 Ergebnisse

Von den 24 untersuchten Messtellen waren 13 mit Arzneimittelwirkstoffen und/oder Bisphenol A belastet, 11 waren unbelastet. Die gemessenen Konzentrationen schwankten zwischen rund 20 und 1200 ng/l Wirksubstanz. Am häufigsten vertreten war Carbamazepin, das in 11 Messtellen nachgewiesen wurde. Diese Substanz wurde bisher auch in Fließgewässern mehrfach gefunden, was auch damit zusammenhängen könnte, dass Carbamazepin nicht nur als Antiepileptikum, sondern wegen seiner stimmungsaufhellenden Wirkung auch als Antidepressivum verordnet wird. Am zweithäufigsten wird das Schmerzmittel Diclofenac und Bisphenol A mit jeweils vier Positivbefunden angetroffen, darunter auch die höchste gefundene Konzentration von 1200 ng/l. Die Wirkstoffe Indometacin, Gemfibrozil und Bezafibrat wurden nur jeweils ein- bis zweimal nachgewiesen. Alle Positivbefunde waren von z.T. deutlich erhöhten Borwerten zwischen 80 und 560 µg/l begleitet. Bei Grundwasser, das nicht durch Abwasser beeinflusst ist, liegen die Borkonzentrationen üblicherweise unterhalb von 50 µg/l.

Tabelle: 2.7.2 Positivbefunde Arzneimittel und Bisphenol A, Konzentrationen in ng/l.

Messtelle	Indometacin	Diclofenac	Gemfibrozil	Bezafibrat	Carbama- zepin	Bisphenol A	Bor in µg/l	Einfluss	Zusatzin- formation
1		700	340	120	300		210	KA	Betriebsgelände Kläranlage für 4.000 EWG
2	230	1200		480	98		560	KA	Betriebsgelände Kläranlage für 6.600 EWG
3					31		80	KA	Betriebsgelände Kläranlage für 19.000 EWG
4					24		140	ABW,UF	zwischen Abwassersammler und Bach
5					340		410	ABW,UF	zwischen Abwassersammler und Bach
6		34			36	220	210	ABW,UF	zwischen Abwassersammler und Bach
7						260	100	ABW	direkt am Abwassersammler
8						110	360	ABW,UF	direkt am Abwassersammler in der Talaue
9		21			85		260	ABW,UF	direkt am Abwassersammler in der Talaue
10					58	90	130	UF	Talaue, KA für 22.200 EWG 2,5 km oberstromig
11					100		200	UF	Talaue, KA für 114.000 EWG 4 km oberstromig
12					32		80	UF	Talaue, KA für 4.800 EWG 350 m oberstromig
13					140		160	UF	Talaue, KA für 7.500 EWG 1 km oberstromig

Abk: KA=Kläranlage, ABW=Abwasser, UF=Uferfiltrat, EWG=Einwohnergleichwert

2.7.4 Bewertung

Bei den untersuchten Messstellen handelt es sich aufgrund der Auswahlkriterien um „Verdachtsfälle“, so dass die Ergebnisse nicht auf das Gesamtmessnetz hochgerechnet werden dürfen. Die Befunde haben eindeutig bestätigt, dass die Kontamination des Grundwassers durch diese Substanzen über den Abwasserpfad erfolgt, typische Beispiele zeigt Abbildung 2.7.1. Das Auftreten von Arzneimitteln und endokrinen Stoffen ist daher immer dann möglich und wahrscheinlich, wenn die Messstellen im Bereich undichter Kanalisation liegen oder das Grundwasser durch Uferfiltrat von stark abwasserbelastetem Oberflächengewässern beeinflusst ist.

Diese Stoffe sind nicht mit einfachen Wasseraufbereitungsverfahren aus dem Wasser entfernbar. Nach derzeitigem Kenntnisstand geht von den geringen Spuren dieser Stoffe keine Gefährdung für die menschliche Gesundheit aus, da die auftretenden Konzentrationen weit unterhalb der Wirkungsschwellen liegen. Die Relevanz dieser Verbindungen ist somit ähnlich einzuschätzen wie z.B. die des synthetischen organischen Komplexbildner EDTA. Grundsätzlich gilt auch in diesem Fall, dass aus Gründen des vorbeugenden Umweltschutzes und unbekannter Auswirkungen auf das Ökosystem alle Maßnahmen ergriffen werden sollten, um den Eintrag dieser naturfremden Stoffe in das Grundwasser zu vermeiden bzw. zu minimieren.

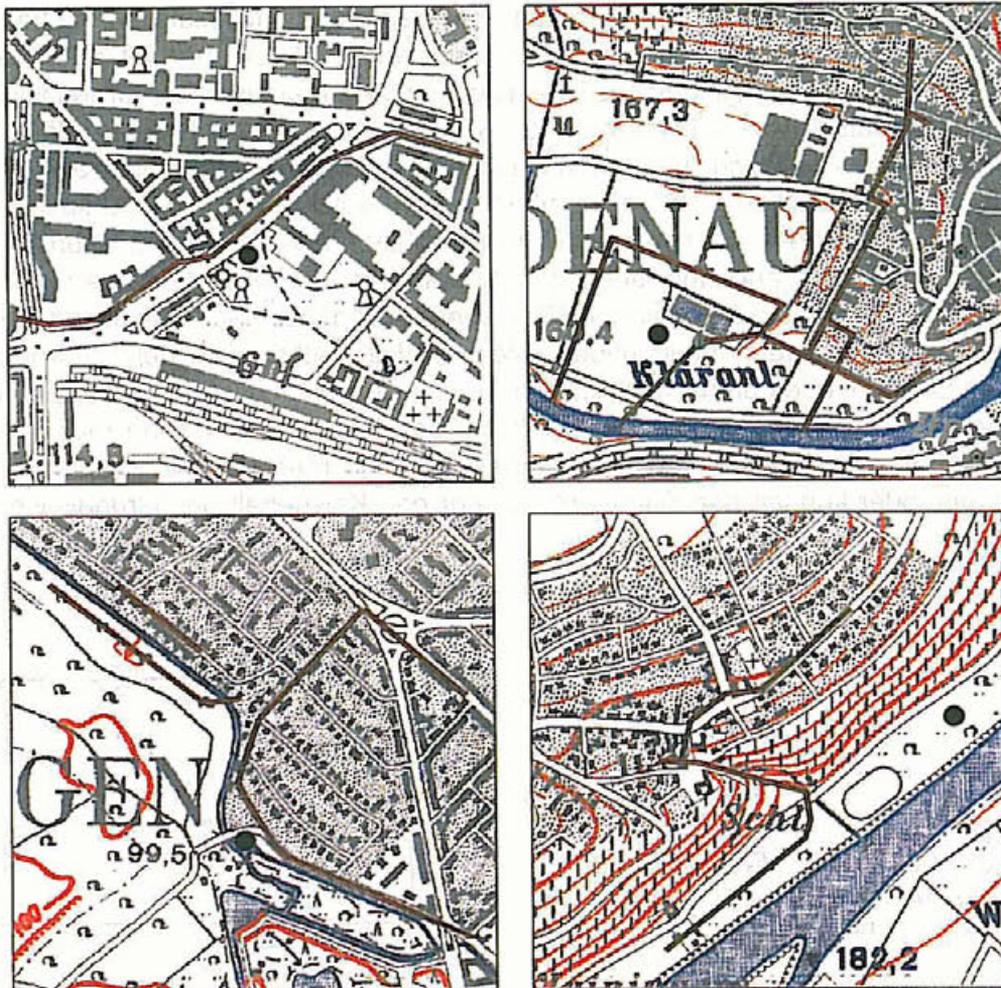


Abbildung 2.7.1: Typische Lage von Messstellen, die durch Arzneimittelwirkstoffe belastet sind.

● Messstelle, — Abwassersammler

2.8 Versauerung, pH-Wert

2.8.1 Problembeschreibung, Bedeutung

Zum Schutz des Verbrauchers bzw. zum Korrosionsschutz der Trinkwasserleitungen gilt ein pH 6,5 als unterer und ein pH 9,5 als oberer Grenzwert der Trinkwasserverordnung. Durch „sauren Regen“ können pH-Werte kleiner als 6,5 und toxische Schwermetallkonzentrationen erreicht werden, da saures Wasser die natürliche bzw. korrosionsbedingte Schwermetallfreisetzung aus Gestein bzw. Rohrleitungen erhöht.

2.8.2 Landesweite Situation, räumliche Verteilung, Tendenzen, Bewertung

Der untere TrinkwV-Grenzwert wird an 6,8 % der Messstellen des gesamten Messnetzes unterschritten, meist im Basismessnetz und Quellmessnetz (Abb. 2.8.1). Diese Messstellen liegen nahezu alle im westlichen Landesteil in den Höhenlagen von Schwarzwald und Odenwald (Buntsandstein, Kristallin, Rotliegendes) bzw. in den Gebirgsrandbereichen mit schwach gepufferten Wässern (Abb. 2.8.2). Im östlichen Landesteil finden sich einige wenige Grenzwertunterschreitungen im Keuperbergland.

Im Jahre 1998 nimmt die Versauerungstendenz wieder leicht zu. Die mittel- bis längerfristige Tendenz seit 1992 ist in Abbildung 2.8.2 anhand von 1.331 konsistenten Messstellen dargestellt, aufgeteilt in drei verschiedene Aquifergruppen. Die erste Gruppe besteht aus 95 Messstellen mit versauerten und versauerungsgefährdeten „niedrig mineralisierten Grundwässern“. Sie umfaßt meist Schwarzwald- und Odenwaldquellen mit jungen, auf Niederschläge schnell reagierenden Grundwässern. In den „nassen“ Jahren 1992 bis 1994 - mit einem hohen Säureeintrag über die Niederschläge - ist das Absinken des Medianwertes um rund 0,3 pH-Einheiten bis in die Nähe des Grenzwertes auffällig. Zwischen 1995 und 1997 stabilisiert sich die Situation zwischen pH 6,6 und 6,7. Ursache waren die in den Höhenlagen um rund 25 % nachlassenden Niederschläge mit geringerem Säureeintrag und geringerer Auswaschung der jahrelang über den Luftpfad in den Boden eingetragenen und gespeicherten Säuren. Im Jahr 1998 fällt der pH-Wert wieder bis nahezu auf den Grenzwert, da die Jahresniederschläge wieder zugenommen haben und die Niederschläge in den Beprobungsmonaten September und Oktober überdurchschnittlich waren. Bei den beiden anderen Gruppen bleiben die Medianwerte auf nahezu gleichbleibendem Niveau. Diese Gruppen umfassen meist Messstellen in kalkhaltigen Aquiferen oder mit älteren Grundwässern. Diese reagieren nicht so schnell auf saure Niederschläge und/oder können den Säureeintrag über den Kalkgehalt des Grundwasserleiters ausgleichen.

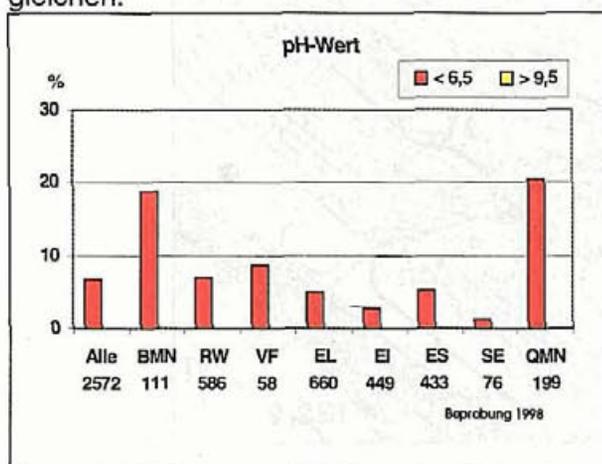


Abbildung 2.8.1: pH-Wert: Überschreitungshäufigkeiten des unteren/oberen Warnwertes bzw. Grenzwertes der TrinkwV (pH 6,5 und 9,5).

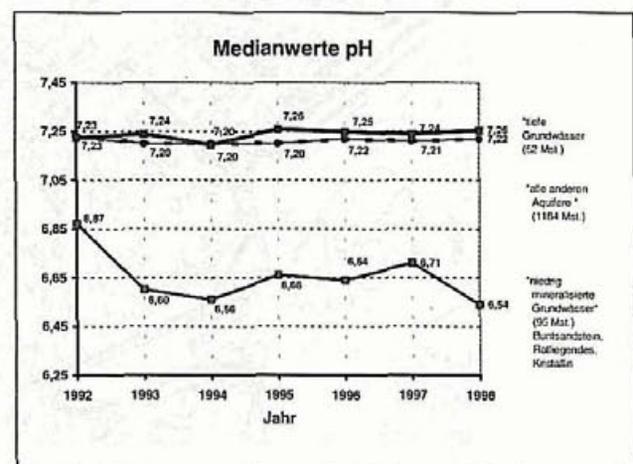


Abbildung 2.8.2: Entwicklung der pH-Wert-Mediane von 1992 bis 1998 für konsistente Messstellen für verschiedene Aquifergruppen. Beprobungszeitraum jeweils September - November.

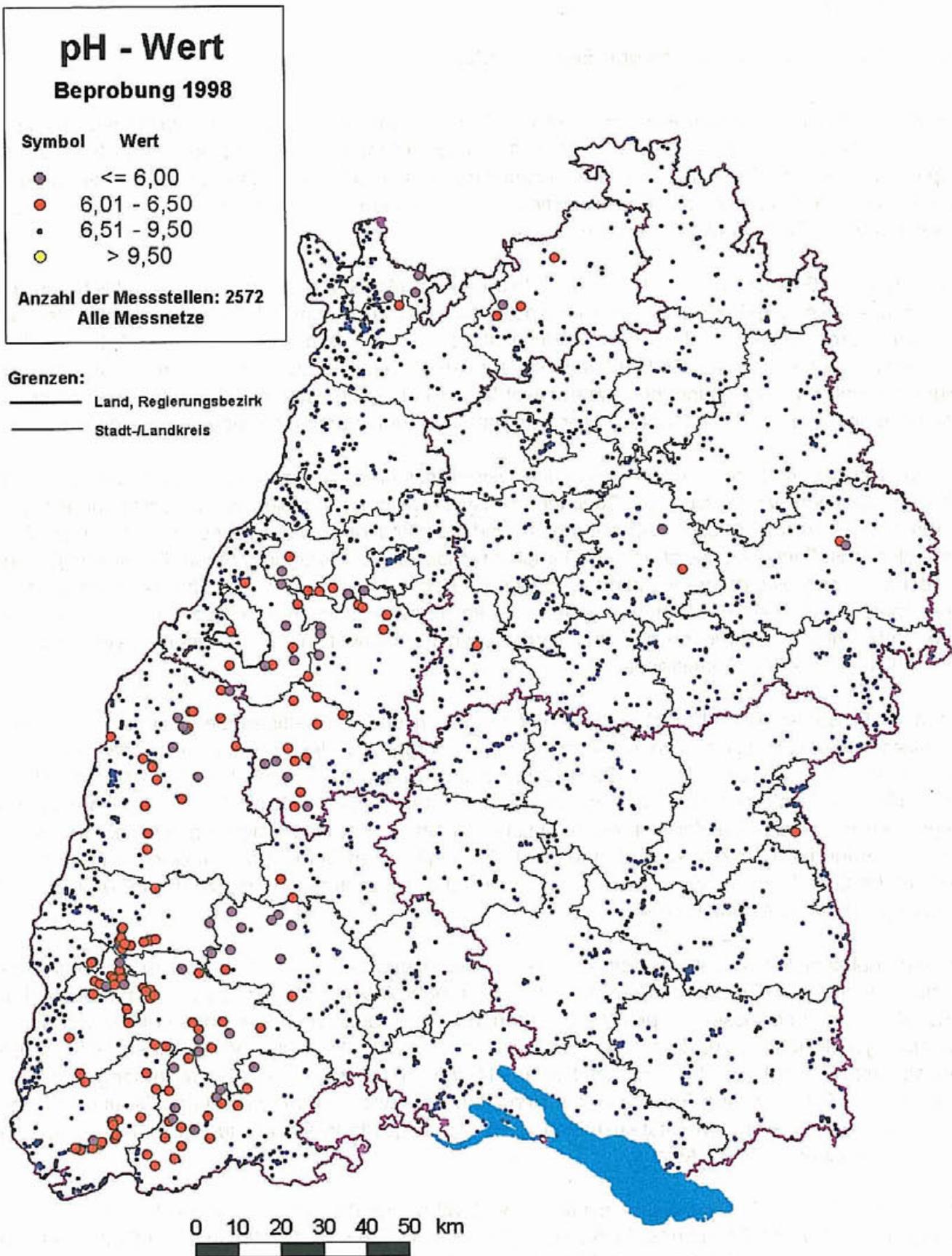


Abbildung 2.8.3: Verteilung pH-Wert 1998.

2.9 Arsen

2.9.1 Natürliches Vorkommen und Eigenschaften

Arsen (As) ist ein natürlicher Bestandteil vieler Minerale und von organischen Substanzen (Humus). Chemisch gesehen ist Arsen ein Halbmetall. Arsen kommt meist in sulfidischen Eisen-, Blei-, Zink-, Kupfermineralen vor. Deshalb enthalten industriell gewonnene Metalle auch Arsen. Wichtige natürlich vorkommende Metallarsenide und Arsensulfide sind z.B. Arsenkies (FeAsS-Arsenopyrit), Glanzkobalt, Arsennickelkies, Realgar und Arsensilberblende.

Im Boden und Grundwasser sind die Löslichkeit und die Mobilität von Arsen hauptsächlich von der vorliegenden Bindungsform und vom Redoxpotential, aber auch vom pH-Wert, vom Vorhandensein gelöster organischer Substanzen (Huminstoffe) und vom natürlichen Schwermetallnachlieferungspotential des Bodens und des Grundwasserleiters abhängig. In metallorganischen „Humuskomplexen“ eingebundenes Arsen bleibt länger in Lösung, ist sehr mobil und erreicht höhere Konzentrationen, wie z.B. im Grundwasser unterhalb von anmoorigen oder moorigen Bereichen.

Aufgrund seines Auftretens in verschiedenen Oxidationsstufen ist Arsen sehr mobil und nimmt an vielen natürlichen Verwitterungs-, Sedimentationsprozessen und biologischen Umsetzungen teil. Durch Vulkanausbrüche bzw. Verwitterungs- und Lösungsvorgänge wird es aus den Gesteinsmineralen (z.B. Pyrit) freigesetzt und als Dampf bzw. über Bodenabtragung, Staub, Fluss- und Grundwasser in andere Gebiete transportiert, in denen es sich wiederum diffus verteilt oder auch konzentriert ablagert. Solche konzentrierten Ablagerungen in der Erdgeschichte („Seifen“) sind z.B. aus Meer- oder Flussablagerungen in mitteleuropäischen Buntsandstein- und Keupergebieten bekannt (z.B. in Rheinland-Pfalz, Mittelfranken).

Arsen ist in Spuren überall nachweisbar und in sauren und kalkhaltigen Sedimentgesteinen, wie Flusskiesen, eisenhaltigen Tonen, Tonschiefern, Mergeln, Kalkgesteinen und Löß als „Spurenelement“ weit verbreitet. In o.g. Sedimentgesteinen sind höhere As-Gehalte zu erwarten als in magmatischen Gesteinen (z.B. Granit). Böden enthalten meist 6-17 mg/kg. Im baden-württembergischen Posidonienschiefer werden natürliche Gehalte von etwa 45 mg/kg gemessen. Im Meerwasser beträgt der „normale“ As-Gehalt 0,002-0,004 mg/l As, im Süßwasser allgemein 0,0005-0,002 mg/l As. Im Grundwasser sind lokal durchaus natürliche Konzentrationen bis zu etwa 0,01 mg/l und auch bis zu 0,1 mg/l As anzutreffen.

Die o.g. Abhängigkeiten äußern sich z.B. darin, dass sauerstoffarme und/oder saure, huminstoffreiche Grundwässer (Odenwald, Schwarzwald) meist mehr Arsen enthalten als sauerstoffreiche, huminstoffarme Grundwässer mit pH-Werten um den Neutralpunkt. Auch bei hohen pH-Werten kann der Arsengehalt höher sein, da die Löslichkeit mit steigendem pH-Wert wieder wächst. Tiefe, heiße und sauerstoffarme Mineralwässer mit hohen pH-Werten weisen meist höhere Arsengehalte bis zu 1 mg/l auf. Oft sehr hohe Gehalte finden sich oft in Grundwässern mit Kontakt zu Öl- und Kohlelagerstätten oder zu vererzten Gesteinsfolgen. Eine Mineralquelle in Rheinland-Pfalz (Bad Dürkheim) weist beispielsweise 17 mg/l As auf.

Der Grenzwert in der EU-Trinkwasserrichtlinie von 1980 betrug 0,05 mg/l As, in der Novelle vom November 1998 sind es 0,01 mg/l As. In der deutschen TrinkwV vom 05.12.1990 galt ein Grenzwert von 0,04 mg/l, der ab 1996 auf 0,01 mg/l As herabgesetzt wurde. Mineralwässer dürfen in der Bundesrepublik Deutschland maximal 0,04 mg/l As enthalten.

2.9.2 Anthropogene Herkunft und Emissionspfade

Arsen und Arsenverbindungen werden seit einigen Jahrhunderten in vielfältigster Form verarbeitet, beispielsweise in der metallverarbeitenden Industrie, in Galvanisierbetrieben (Legierungsbestandteil, Glanzzusatz), in Beizereien, aber auch in Farbenfabriken, in Gerbereien und Färbereien, in der Holz-, Glas-, Chemie-, Munitions- und Arzneimittelindustrie. Weitere nicht vernachlässigbare Belastungen aus früherer Zeit sind Kriegsbombardierungen, der Bergbau und die jahrhundertelange Verwendung als Arzneimittel und Schädlingsbekämpfungsmittel. Auch im Straßen- und Wegebau und bei winterlichen Straßenstreuungen verwendete Gesteinsschotter und -splitte können arsenhaltig sein.

Metallische Probennahmegeräte und Ausbaumaterialien von Grundwassermessstellen können das als Legierungsbestandteil verwendete Arsen ebenfalls ins Grundwasser abgeben. Deshalb müssen bei der Plausibilisierung von Arsenbefunden immer auch die Analysenergebnisse der anderen Inhaltsstoffe sowie das hydrochemische Gesamtmilieu herangezogen werden.

Über die Luft gelangen arsenhaltige Dämpfe und Stäube in die Atmosphäre und können weit verbreitet werden. Emittenten sind vor allem Eisen- und Stahlwerke, Zementwerke, Bergwerke, Öl- und Kohlefeuerungsanlagen (Hausbrand, Kraftwerke). Auch Ölprodukte wie Kraftstoffe, Autoreifen und Bremsbeläge enthalten Arsen.

Im Haushalt finden sich in vielen Produkten Arsenverbindungen, z.B. in Elektrogeräten, in konservierten Hölzern, in Farblacken, Schmuckwaren, Pharmazeutika und früher auch in Kosmetikartikeln. Daher sind die Auslaugung und die Staubverfrachtung bei Hausmülldeponien und das Abwasser (z.B. undichte Abwasserkanäle) mögliche Kontaminationspfade. Durch Auslaugung von Altablagerungen, Industriemülldeponien und Abraumhalden können Boden- und Grundwasserkontaminationen entstehen, da z.B. im Bergbau und in Hüttenwerken arsenhaltige Abfälle in großer Menge anfallen. Arsen stellt keinen Wertstoff dar, weshalb Arsenrestmengen meist in Schlacken und Schlämmen gebunden und als Abfallstoffe entsorgt werden. Auch Schlämme aus der Chemieindustrie, aus Galvanisierbetrieben und aus der Trinkwasseraufbereitung arsenhaltiger Rohwässer werden deponiert.

Im häuslichen Abwasser findet sich Arsen in meist geringen Mengen wieder (0,001 - 0,005 mg/l As). Da Arsen in Kläranlagen nur z.T. zurückgehalten werden kann, wird es über die Einleitung der geklärten Abwässer in die Flüsse oft in den Sedimenten angereichert. Dort kann die Mobilität von Arsen durch die im gereinigten Abwasser enthaltenen Detergentien und die in Wasch- und Reinigungsmitteln enthaltenen Komplexbildner EDTA und NTA verstärkt sein, so dass Arsen über die Uferfiltration in das umgebende Grundwasser gelangen kann. Klärschlamm und anorganische Düngemittel können arsenhaltig sein und durch Verwertung und Anwendung in Garten und Landwirtschaft Boden und Grundwasser belasten.

In Insektiziden, Fungiziden, Rodentiziden und Herbiziden war früher Calciumarsenat und Arsentrioxid ein wichtiger Bestandteil. Anwendung fanden diese z.B. im Weinbau, auf Bahnanlagen und als Ratengift. Über Erosion von arsenhaltigem Bodestaub können Belastungen auch im weiteren Umkreis von derartigen PSM-Anwendungen auftreten.

Anthropogen erhöhte Schwermetallkonzentrationen im Boden, Sickerwasser und im Grundwasser sind meist auf Schadensfälle, Deponien und Altablagerungen zurückzuführen. Diese Schadensfälle sind eher lokal begrenzt.

2.9.3 Landesweite Situation, räumliche Verteilung, statistische Kennzahlen, Bewertung

Abbildung 2.9.1 zeigt die landesweite Verteilung der Arsengehalte. Die Klasseneinteilung ist so gewählt, dass die violetten, roten und gelben Punkte die Überschreitungen des früheren und des derzeitigen Grenzwertes der Trinkwasserverordnung sowie des Warnwertes des Grundwasserüberwachungsprogrammes darstellen.

Arsen ist landesweit an 90,3 % aller Messstellen sowohl in sauerstoffhaltigen wie auch sauerstoffarmen Grundwässern nachweisbar, da es einerseits ein natürlicher Bestandteil der Gesteine und Böden ist und andererseits durch anthropogene Tätigkeiten weitreichend und diffus verteilt worden ist. Aufgrund der erhöhten Löslichkeit von Arsen bei niedrigen Sauerstoffgehalten treten insbesondere in sauerstoffarmen Grundwässern höhere, natürliche und anthropogene Gehalte auf. Zur Grundwasser-versauerung zeichnet sich kein Zusammenhang ab. Der möglichen diffusen Grundwasserbelastung aus Klärschlammasbringungen und PSM-Applikationen konnte nicht nachgegangen werden, da dies einer detaillierteren Auswertung bedarf.

An 2,7 % der untersuchten 2.329 Messstellen treten Überschreitungen des derzeitigen Arsengrenzwertes der TrinkwV von 0,01 mg/l As auf. Schwerpunkte höherer Konzentrationen über dem Warn- und Grenzwert liegen in der Oberrheinebene (Raum Karlsruhe, Heidelberg, Mannheim bis zur Landesgrenze), im Kinzigtal, am Hochrhein, auf der Baar, im Alpenvorland und in den Räumen Heilbronn und Stuttgart. Die meisten Grenzwertüberschreitungen werden bei den Emittentenmessstellen Industrie und Siedlungen festgestellt. Hier erhöhen offenbar Emissionen den natürlich vorhandenen Arsengehalt. Die Grenzwertüberschreitungen sind nur zu etwa einem Drittel natürlich bedingt und finden sich hauptsächlich in tiefen sauerstofffreien Grundwässern in den Lockergesteinen der Oberrheinebene und des Alpenvorlandes und in Grundwässern aus der Grundwasserlandschaft Lias und Dogger (Tongesteine) im südlichen Albvorland (Baar). Zum Teil sind Einflüsse von Mineralwässern zu erkennen.

Neben natürlichen Gründen sind etwa zwei Drittel der 64 Grenzwertüberschreitungen auf anthropogene Ursachen in Industrie- und Siedlungsbereichen zurückzuführen, da in diesen Fällen meist gleichzeitig EDTA, LHKW und Bor gefunden werden und in den betroffenen Eintragsgebieten Altablagerungen, Schadensfälle und direkte Industrie- und Gewerbeemissionen bekannt sind. Auch deutet sich ein Zusammenhang zu historischen Bergbauablagerungen, Betonwerken, Bahn- und Abwasseranlagen an. Da EDTA für Metalle eine mobilitätserhöhende Wirkung besitzt und etwa die Hälfte der Arsengrenzwertüberschreitungen gleichzeitig mit nachweisbaren EDTA-Konzentrationen einhergehen, muss davon ausgegangen werden, dass hier die Mobilität von Arsen durch EDTA verstärkt wird. In den überprüften Fällen wird offenbar Arsen und EDTA gemeinsam aus den anthropogenen Quellen emittiert. Somit besteht zumindest unterhalb der Industrie- und Siedlungsemittenten eine Grundwassergefährdung durch Arsen im Zusammenhang mit EDTA.

Die Sanierung der häufigsten Ursachen für anthropogene Grenzwertüberschreitungen, wie Altablagerungen, Schadensfälle, direkte Industrieemissionen und offenbar auch Abwasseranlagen muss weiter verfolgt werden. Der Zusammenhang zwischen den erhöhten Arsenbefunden und dem ebenfalls gefundenen EDTA bedarf der weiteren Überprüfung anhand weiterer Schwermetallanalysen. Auch für die mögliche Grundwassergefährdung durch die Nutzung schwermetallhaltiger Klärschlämme und Bioabfälle in der Landwirtschaft besteht noch Untersuchungsbedarf.

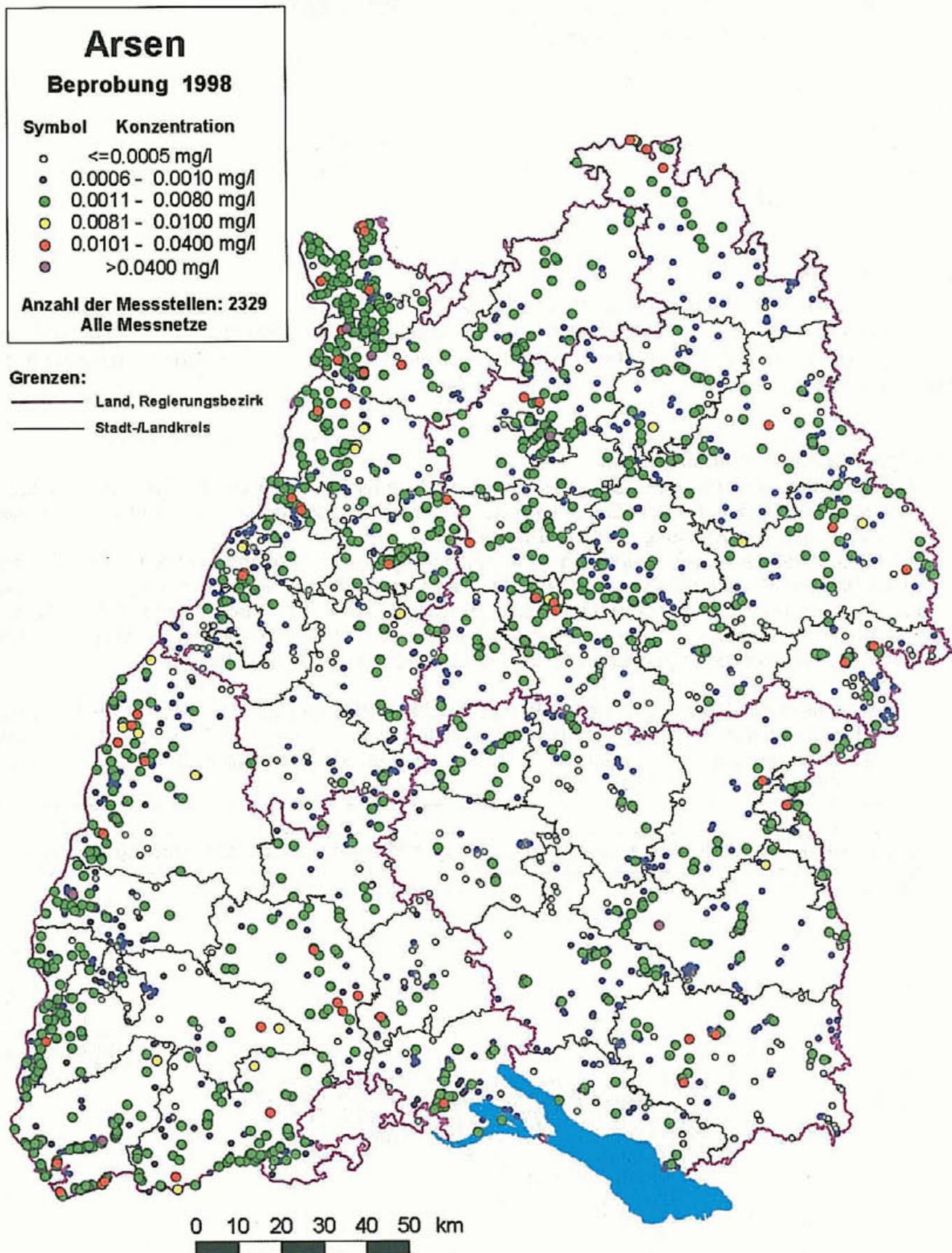


Abbildung 2.9.1: Konzentrationsverteilung Arsen 1998.

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.

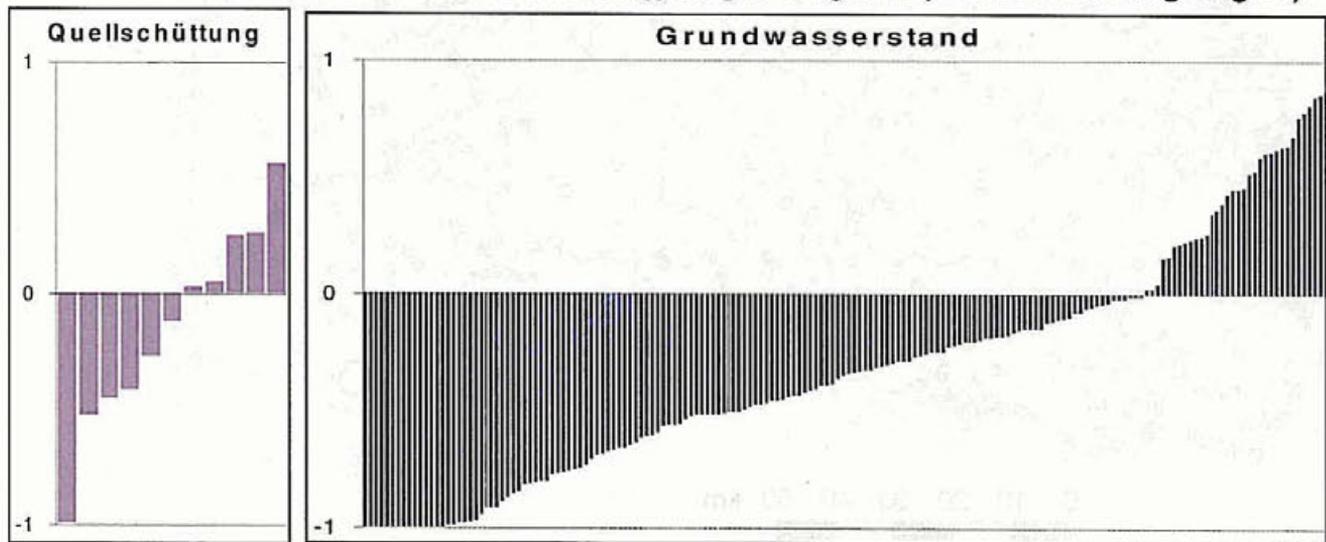
Datengrundlage

Auswahl von ca. 220 repräsentativen und funktionsfähigen Grundwassermessstellen mit beschleunigter Datenübermittlung: rd. 200 Grundwasserstandsmessstellen (wöchentlicher Beobachtungsrhythmus), ca. 10 Quellen (wöchentliche bis monatliche Messung) und 8 Lysimeter (tägliche bis wöchentliche Beobachtung).

Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Die Grundwasservorräte im **Jahr 1998** waren im Vergleich zu den langfristigen Verhältnissen unterdurchschnittlich. Das ungünstig verteilte Niederschlagsgeschehen führte erst ab November zu einer deutlichen Erholung der Grundwasservorräte.
- Die **Grundwasserstände** stiegen nach der ausgeprägten Trockenperiode (1989 bis 1991) kontinuierlich an. Die mittelfristige Tendenz (20 Jahre) ist nach wie vor überwiegend fallend. Die langfristigen Entwicklungen (50 Jahre) sind im weiten Teilen des Oberrheingrabens ungünstig, wobei die grundwasserstützenden Auswirkungen der Rheinausbaumaßnahmen sowie rückläufige Grundwasserförderungen einen Anstieg der Grundwasserstände gebietsweise erkennen lassen.
- Die vom Niederschlagsgeschehen geprägten **Quellschüttungen** deuten auf eine Erholung der Grundwasservorräte in den letzten 10 Jahre hin. Das Niveau der späten 70er Jahre konnte, außer auf der Schwäbischen Alb, aber nicht erreicht werden. Die langfristige Entwicklung (45 Jahre) ist weitgehend ausgeglichen.

Normierte Jahresmittelwerte 1998 im langjährigen Vergleich (seit Beobachtungsbeginn)



Erläuterung: Dargestellt wird pro Messstelle der, gegen den seit Beobachtungsbeginn jeweils kleinsten (-1) bzw. größten (+1) Jahresmittelwert, normierte Jahresdurchschnitt im Jahr 1998.

Ergebnisse 1998: Baden-Württemberg TMN Grundwasserstand (Auswahl)										
Meßstelle GW-Nummer	Gebiet	Grundwasser- Landschaft	Jahresminimum 1998		Jahresmaximum 1998		Mittelwert 1998	Trend [cm/Jahr]		
			[m+NN]	Datum	[m+NN]	Datum		[m+NN]	10 Jahre	20 Jahre
0116/022-0	Oberrheingraben	Quartär	216,16	12.01.	217,79	16.11.	216,43	-0,44	-2,35	-3,63
0124/023-8	Oberrheingraben	Quartär	239,90	02.03.	240,31	08.06.	240,10	+8,08	-3,26	-3,23
0115/066-9	Oberrheingraben	Quartär	153,00	31.08.	155,03	13.04.	153,56	+5,57	-0,23	-1,00
0115/068-8	Freiburger Bucht	Quartär	193,97	12.10.	195,27	05.01.	194,58	-0,93	-1,10	-0,45
0133/068-0	Oberrheingraben	Quartär	171,05	19.10.	171,56	11.05.	171,29	+3,05	-1,49	-0,37
0102/070-7	Freiburger Bucht	Quartär	217,13	31.08.	218,70	14.04.	217,84	+2,66	-0,83	+0,11
0160/070-0	Staufener Bucht	Quartär	244,79	28.12.	246,27	25.05.	245,59	+10,33	-3,69	-
0102/073-1	Wiesental	Talfüllungen	336,54	27.07.	338,75	02.11.	337,43	+3,05	-0,50	-
0112/074-9	Hochrhein	Talfüllungen	260,89	26.10.	261,28	11.05.	261,05	+0,83	-0,99	-
0126/114-5	Oberrheingraben	Quartär	138,95	24.08.	140,68	19.01.	139,46	+2,41	+0,29	-0,36
0110/116-6	Oberrheingraben	Quartär	155,80	31.08.	156,96	27.04.	156,24	+3,87	-0,24	-2,94
0100/119-1	Freiburger Bucht	Quartär	206,22	27.07.	207,22	05.01.	206,73	+3,04	-0,72	-2,38
0103/161-0	Oberrheingraben	Quartär	109,79	23.02.	111,29	09.11.	110,26	+1,46	-1,92	+0,07
0124/163-8	Oberrheingraben	Quartär	130,37	17.08.	131,40	16.11.	130,76	+2,27	-0,75	+0,28
0115/211-5	Oberrheingraben	Quartär	109,86	06.09.	110,96	08.11.	110,16	+0,92	-1,43	-0,26
0103/256-3	Oberrheingraben	Quartär	91,57	31.08.	92,18	26.01.	91,79	-4,44	-7,11	-
0703/256-1	Oberrheingraben	Quartär / Tief	92,74	24.08.	93,36	14.12.	93,04	-0,55	-6,56	-
0118/258-2	Oberrheingraben	Quartär	96,85	17.08.	99,45	02.11.	97,56	+3,88	-1,48	+0,78
0227/259-1	Oberrheingraben	Quartär	108,84	28.09.	109,05	25.05.	108,96	+3,65	-1,29	+0,97
0150/260-6	Oberrheingraben	Quartär	111,93	19.10.	112,32	02.02.	112,16	-0,23	-2,64	+1,07
0173/260-0	Oberrheingraben	Quartär	111,76	26.10.	112,40	21.12.	112,04	+5,75	-0,19	-
0174/260-5	Oberrheingraben	Quartär / Tief	111,53	24.08.	112,11	14.12.	111,78	+5,31	-0,34	-
0133/304-6	Oberrheingraben	Quartär	93,86	05.01.	94,19	28.12.	93,99	+2,56	+2,30	-
0733/304-4	Oberrheingraben	Quartär / Tief	91,30	17.08.	91,85	28.12.	91,52	+2,97	+1,76	-
0104/305-6	Oberrheingraben	Quartär	87,64	24.08.	90,09	02.11.	88,33	+2,50	-3,11	-0,51
0107/305-0	Oberrheingraben	Quartär	95,20	21.09.	95,61	28.12.	95,31	+5,98	+2,23	-1,48
0100/307-1	Oberrheingraben	Quartär	99,33	12.10.	99,54	22.06.	99,43	+1,41	-3,16	-2,46
0108/308-7	Oberrheingraben	Quartär	106,31	25.10.	106,72	07.06.	106,51	+3,60	-0,88	-1,30
0101/320-1	Donautal	Talfüllungen	674,51	17.08.	675,37	19.01.	674,86	+0,34	+0,92	-1,09
0100/321-9	Aitrachtal	Talfüllungen	683,21	31.08.	684,63	19.01.	683,99	+2,03	-1,05	-
0100/355-1	Oberrheingraben	Quartär	96,61	31.08.	97,47	30.11.	96,79	+10,90	+2,00	-0,79
0105/370-3	Donautal	Talfüllungen	651,54	17.08.	654,87	09.03.	652,36	+7,86	+6,91	-
0101/372-4	Singener Becken	Quartär	413,13	31.08.	414,02	26.01.	413,47	-0,78	-1,27	-
0112/372-4	Singener Becken	Quartär / Tief	414,20	17.08.	414,97	26.01.	414,57	-2,18	-	-
0100/458-0	Neckartal	Talfüllungen	154,10	27.07.	154,99	14.12.	154,25	+1,00	-0,27	-
0101/470-4	Stockacher Aach	Talfüllungen	581,83	31.08.	582,44	12.01.	582,13	-0,28	-3,70	-
0167/508-9	Neckartal	Lettenkeuper	153,90	10.08.	154,60	16.11.	154,15	+3,81	+4,27	-
0103/509-5	Neckartal	Ob. Muschelkalk	169,50	29.08.	170,26	28.12.	169,79	+15,80	+6,78	-
0110/509-7	Neckartal	Ob. Muschelkalk	171,94	28.09.	178,82	28.12.	174,53	+27,62	-4,37	-
0100/517-0	Fehlatal	Talfüllungen	680,96	19.10.	686,66	28.12.	683,49	+10,87	-3,10	-
0100/522-4	Alpenvorland	Quartär	432,59	05.01.	433,49	28.12.	432,96	-2,77	-0,81	-
0001/569-0	Donautal	Quartär	534,88	12.10.	535,65	28.12.	535,25	-0,61	-	-
0110/623-5	Argendelta	Quartär	411,69	19.10.	412,03	15.06.	411,84	+0,39	-1,57	-
0103/670-1	Oberschwaben	Quartär	586,13	09.11.	586,77	28.12.	586,32	-3,56	-6,12	-
0101/713-8	Ostalb	Malm Weißjura	536,92	31.08.	547,39	01.11.	539,14	-0,38	-4,86	-
0104/716-9	Donautal	Talfüllungen	479,01	31.08.	483,99	28.12.	480,27	-10,56	-12,05	-
0100/721-0	Leutkircher Heide	Quartär	632,76	07.09.	634,53	28.12.	633,40	-5,36	-5,72	-
0127/762-8	Kochertal	Talfüllungen	497,58	07.08.	500,40	30.11.	498,39	+2,68	-2,39	-
0101/763-1	Ostalb	Malm Weißjura	505,62	21.09.	518,29	28.12.	509,32	+9,92	-33,80	-
0119/765-9	Ostalb	Malm Weißjura	467,69	09.02.	474,93	28.12.	468,99	+15,88	-28,52	-
0161/768-5	Illertal	Quartär	532,12	07.09.	532,78	16.11.	532,33	-2,42	-0,65	-
0150/769-7	Illertal	Quartär	564,16	19.10.	564,93	21.12.	564,37	-2,44	-1,83	-
0160/770-4	Leutkircher Heide	Quartär	607,21	31.08.	609,14	30.11.	607,74	-1,03	-1,76	-
0110/773-2	Alpenvorland	Quartär	712,78	17.08.	714,97	16.11.	713,82	-2,04	-1,48	-
0103/812-9	Ostalb	Malm Weißjura	486,81	14.09.	500,23	02.11.	491,78	-15,02	-21,74	-

Ergebnisse 1998: Baden-Württemberg TMN Quellschüttung (Auswahl)										
Meßstelle GW-Nummer	Gebiet	Grundwasser- Landschaft	Jahresminimum 1998		Jahresmaximum 1998		Mittelwert 1998	Trend [l × s ⁻¹ /Jahr]		
			[l/s]	Datum	[l/s]	Datum		[l/s]	10 Jahre	20 Jahre
0601/219-3	Südl. Schwarzwald	Kristallin	0,66	15.07.	5,00	02.11.	1,58	-0,03	-0,05	±0,00
0600/222-6	Hochschwarzwald	Kristallin	1,39	15.08.	3,20	01.03.	2,45	+0,01	-0,04	±0,00
0600/263-6	Nördl. Schwarzwald	Buntsandstein	4,87	01.09.	25,97	15.11.	10,07	-0,05	-0,28	-0,20
0601/407-1	Kraichgau	Höherer Keuper	0,88	31.08.	1,81	14.12.	1,29	+0,01	-0,04	±0,00
0600/468-4	Schwäbische Alb	Malm Weißjura	41,0	31.08.	336,0	09.11.	118,5	+3,86	+0,47	-
0600/517-2	Schwäbische Alb	Malm Weißjura	11,9	05.10.	128,9	09.03.	49,88	+2,53	+0,15	-
0602/521-3	Oberschwaben	Quart. Moränen	1,05	15.02.	2,96	02.05.	1,63	-0,04	-0,06	-0,01
0600/554-9	Nord-Württemberg	Muschelkalk	24,30	31.08.	110,0	30.10.	54,1	+1,56	-0,89	-0,08
0601/559-1	Schw.-Fränk. Berge	Höherer Keuper	0,07	07.09.	0,57	07.12.	0,30	-0,03	-0,01	±0,00

3.2 Gesamtmessnetz - Beschaffenheit

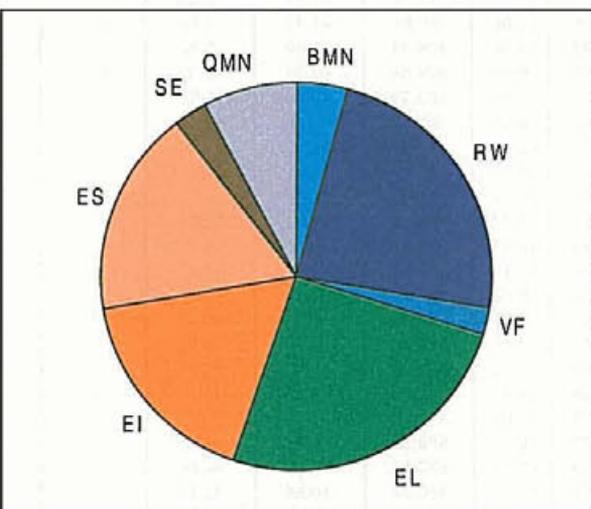
Messnetzziel

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

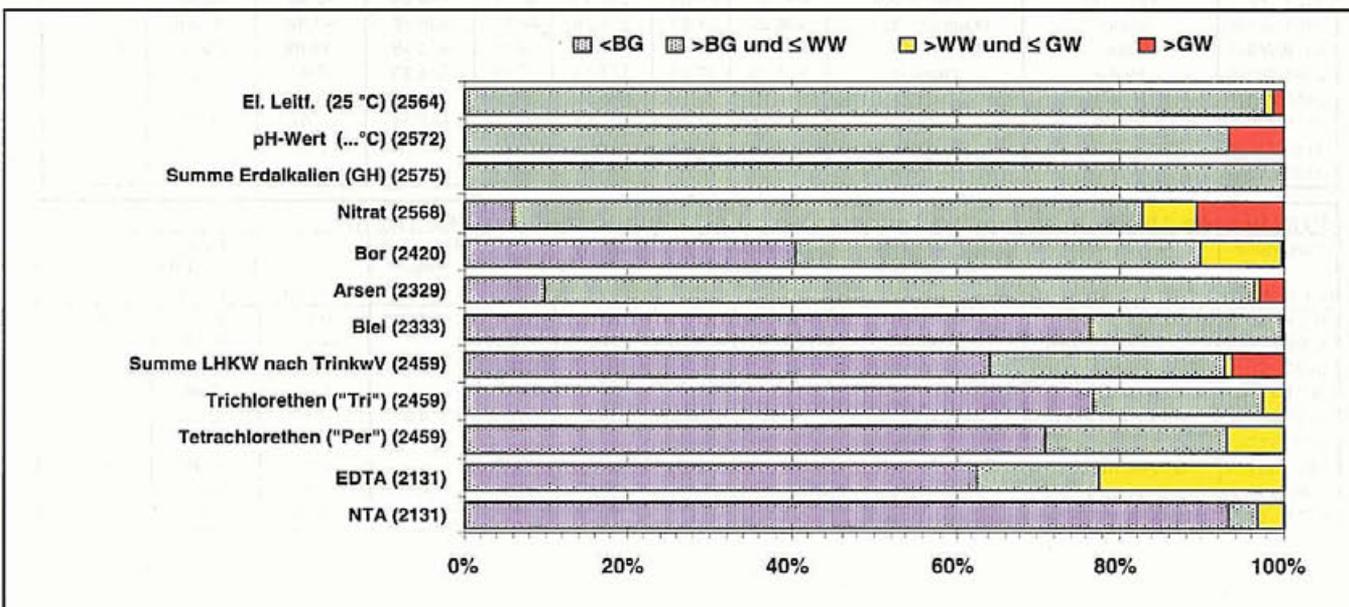
Datengrundlage

Ausgewertet wurden im Jahre 1997 die Daten von insgesamt 2.583 Meßstellen (Land: 2.152 Messstellen, Kooperation: WVU: 431). Die vom Land betriebenen Messstellen wurden auf folgende Parameter untersucht (Messprogramme siehe Anhang):

	BMN	RW/VF	EL	EI/ES/SE	QMN
Vor-Ort-Parameter	•	•	•	•	•
Kurzmessprogramm	•	•	•	•	•
LHKW und BTXE	•	•	•	•	•
EDTA und NTA	•	•	•	•	•
Arsen, Blei, Bor	•	•	•	•	•
PSM1			•		



Messnetz	Messstellen Anzahl	Messstellen Anteil %
BMN	111	4,3
RW	597	23,1
VF	58	2,2
EL	660	25,5
EI	449	17,4
ES	433	16,8
SE	76	3,0
QMN	199	7,7
Summe	2.583	100,0



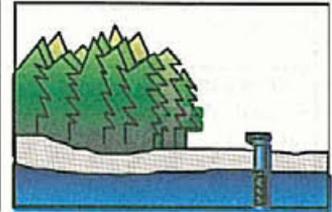
Ergebnisse 1998 : Baden-Württemberg Alle											
Parameter	Dim.	Anz. Mst.	> BG		> WW		> GW		P50 (Median)	P90	Maximum
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	°C	2545	2545	100	14	0,6	5	0,2	11,7	14,9	48,9
El. Leitf. (25 °C)	mS/m	2564	2564	100	62	2,4	34	1,3	71,65	110,7	865
pH-Wert (...°C)		2572	2572	100	175	6,8	175	6,8	7,2	7,49	4,76/9,16
Säurekap. bis pH 4,3	mmol/l	2539	2539	100	-	-	-	-	5,6	7,13	14,8
Basekap. bis pH 8,2	mmol/l	268	266	99,3	-	-	-	-	0,62	1,2	3,3
Summe Erdalkalien (GH)	mmol/l	2575	2573	99,9	-	-	-	-	3,57	5,51	21,9
Sauerstoff	mg/l	2529	2433	96,2	-	-	-	-	6,3	10	14
DOC	mg/l	499	459	92	5	1	-	-	0,5	1,2	10
AOX	mg/l	352	50	14,2	0	0	-	-	< 0,01	0,01	0,047
Calcium	mg/l	945	945	100	9	1	6	0,6	109	163	570
Magnesium	mg/l	946	945	99,9	82	8,7	30	3,2	19,2	39	94
Natrium	mg/l	550	550	100	2	0,4	2	0,4	5,9	17,25	400
Kalium	mg/l	550	535	97,3	5	0,9	3	0,5	1,3	3,3	27,6
Chlorid	mg/l	546	543	99,5	2	0,4	2	0,4	14,95	43	704,3
Ammonium	mg/l	542	187	34,5	4	0,7	3	0,6	< 0,01	0,02	3,7
Nitrat	mg/l	2568	2418	94,2	442	17,2	272	10,6	19	51,4	190
Nitrit	mg/l	382	16	4,2	4	1	3	0,8	< 0,01	< 0,01	0,59
Sulfat	mg/l	552	551	99,8	6	1,1	6	1,1	23,65	104	718
Ortho-Phosphat	mg/l	450	363	80,7	-	-	0	0	0,05	0,19	4,1
Bor	mg/l	2420	1442	59,6	242	10	9	0,4	0,0245	0,101	7,395
Aluminium	mg/l	236	133	56,4	7	3	4	1,7	0,011	0,04	0,548
Arsen	mg/l	2329	2102	90,3	84	3,6	64	2,7	0,001	0,0034	0,142
Blei	mg/l	2333	550	23,6	8	0,3	4	0,2	< 0,0005	0,0021	0,084
Cadmium	mg/l	354	12	3,4	0	0	0	0	< 0,0001	< 0,0005	0,0007
Chrom, gesamt	mg/l	354	70	19,8	1	0,3	0	0	< 0,001	< 0,005	0,012
Cyanid, gesamt	mg/l	281	1	0,4	1	0,4	0	0	< 0,005	< 0,01	0,047
Fluorid	mg/l	343	302	88	0	0	0	0	0,1	0,23	1,14
Nickel	mg/l	354	77	21,8	0	0	0	0	< 0,001	< 0,003	0,028
Quecksilber	mg/l	289	1	0,3	0	0	0	0	< 0,0001	< 0,0001	0,0001
Zink	mg/l	125	30	24	-	-	-	-	< 0,01	< 0,05	0,18
Summe LHKW nach TrinkwV	mg/l	2459	882	35,9	176	7,2	156	6,3	< 0,005	0,0088	20,218
1,1,1-Trichlorethan	mg/l	2459	256	10,4	18	0,7	-	-	< 0,0001	0,0002	0,183
Trichlorethen ("Tri")	mg/l	2459	570	23,2	62	2,5	-	-	< 0,0001	< 0,001	10,3
Tetrachlorethen ("Per")	mg/l	2459	712	29	174	7,1	-	-	< 0,0001	0,0026	14
Dichlormethan	mg/l	2459	2	0,08	1	0,04	-	-	< 0,005	< 0,005	0,02
Tetrachlormethan	mg/l	2459	77	3,1	7	0,3	4	0,2	< 0,0001	< 0,0001	0,222
cis-1,2-Dichlorethen	mg/l	2289	73	3,2	45	2	-	-	< 0,005	< 0,005	5,8
KW, gelöst und emulgiert	mg/l	47	0	0	-	-	0	0	< 0,01	< 0,05	-
Atrazin	µg/l	995	226	22,7	41	4,1	23	2,3	0,02	< 0,05	0,85
Simazin	µg/l	997	48	4,8	3	0,3	2	0,2	< 0,02	< 0,05	0,26
Terbutylazin	µg/l	997	4	0,4	1	0,1	1	0,1	< 0,02	< 0,05	0,54
Metolachlor	µg/l	997	7	0,7	2	0,2	2	0,2	< 0,05	< 0,05	0,79
Metazachlor	µg/l	997	3	0,3	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	0,08
Desethylatrazin	µg/l	998	342	34,3	111	11,1	79	7,9	< 0,03	0,1	2,8
Desisopropylatrazin	µg/l	984	36	3,7	7	0,7	7	0,7	< 0,05	< 0,05	0,33
Desethylterbutylazin	µg/l	959	6	0,6	2	0,2	2	0,2	< 0,02	< 0,05	0,18
Propazin	µg/l	943	9	1	1	0,1	1	0,1	< 0,02	< 0,05	0,38
Bromacil	µg/l	833	15	1,8	2	0,2	2	0,2	< 0,05	< 0,05	0,15
Hexazinon	µg/l	855	9	1,1	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	0,05
Metaxyl	µg/l	820	6	0,7	2	0,2	1	0,1	< 0,05	< 0,05	1,18
Benzol	µg/l	2153	7	0,3	5	0,2	-	-	< 1	< 1	280
Toluol	µg/l	2153	6	0,3	2	0,09	-	-	< 1	< 1	3,2
o-/m-/p-Xylol	µg/l	2142	6	0,3	3	0,1	-	-	< 1	< 1	95
Ethylbenzol	µg/l	2153	2	0,09	1	0,05	-	-	< 1	< 1	250
EDTA	mg/l	2131	801	37,6	481	22,6	-	-	< 0,5	2,8	86
NTA	µg/l	2131	143	6,7	64	3	-	-	< 0,5	< 0,5	29

Hinweise siehe Anhang A6

3.3 Basismessnetz (BMN)

Messnetzziel

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

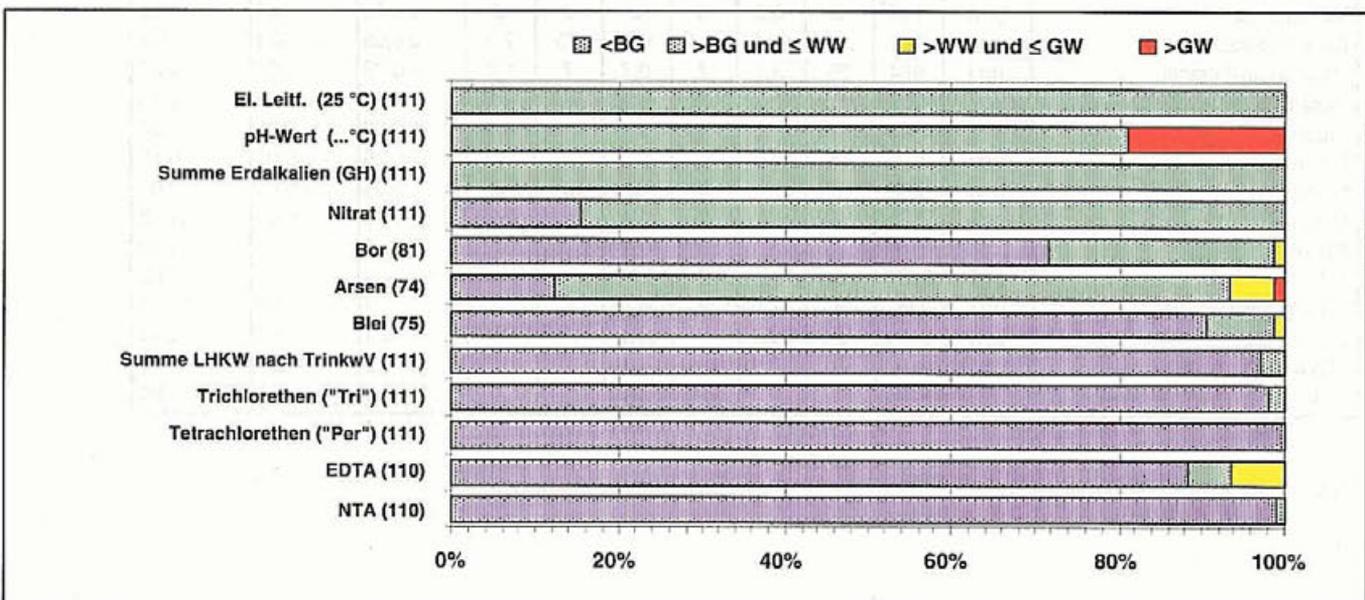


Datengrundlage

Beprobte wurden 111 Messstellen in verschiedenen Grundwasserlandschaften Baden-Württembergs. Generell wurde untersucht auf: das Vor-Ort- und Kurzmessprogramm, LHKW/BTXE, Arsen, Blei, Bor. Weitere Parameter (z.B. Schwermetalle) wurden wegen ihrer Einzelfallbedeutung (z.B. Versauerung) nur an wenigen Messstellen analysiert.

Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Die im Jahre 1998 untersuchten BTXE werden im BMN nicht gefunden. Nur geringe Nachweisfrequenzen gibt es bei den LHKW an drei, bei NTA an einer und bei EDTA an 13 Messstellen (=11,8 %). Die Tatsache, dass diese Stoffe nicht oder nur in geringem Umfang nachgewiesen werden, unterstreicht die wichtige Grundwasserschutzfunktion der Waldgebiete, in denen die meisten der Basismessstellen liegen. Rund die Hälfte der o.g. positiven EDTA-Befunde werden meist an Quellen mit nicht vollständiger Waldbedeckung und auch an tieferen Messstellen festgestellt. Aus den Einzelfallüberprüfungen der Messstellen mit positiven Befunden an LHKW, NTA und EDTA ergeben sich folgende plausible Ursachen: Siedlungen, Infiltrationen von Abwasser-sammlern und Flusswasser, auch Hochwasserüberschwemmungen und bisher unbekannte Depo-nien. Zwei der drei positiven LHKW-Befunde (1,1,1-Trichlorethan, „Tri“-Befunde) und zwei posi-tive EDTA-Befunde werden an tiefen Förderbrunnen (> ca. 30m - 50m) im Lockergestein der Flusstäler gemessen. Die hier wiederholt positiven LHKW-Werte liegen zwar im unteren Konzen-trationsbereich, zeigen jedoch z.T. zusammen mit EDTA und Nitrat die in den vergangenen Jah-ren zunehmenden Emissionen bis in tiefere Grundwasserbereiche an. Dies wird offenbar auch durch zunehmende Tiefenwasserförderungen der Wasserwerke mitverursacht.
- Die Ursache der Grenzwertüberschreitung bei Arsen ist natürlichen Ursprung (tiefes sauerstofflo-ses, huminstoffhaltiges Grundwasser in der Oberrheinebene).
- Unausweichlich ist in den nächsten Jahren eine Überarbeitung des Basismessnetzes, da die ur-sprüngliche - nun 15 Jahre zurückliegende Auswahl von möglichst unbeeinflussten Grundwässern - von der mittlerweile zunehmenden Grundwasserbelastung eingeholt wurde.



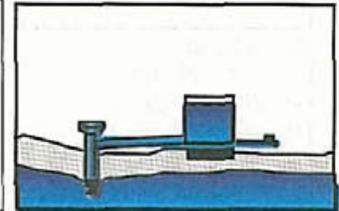
Ergebnisse 1998 : Baden-Württemberg BMN											
Parameter	Dim.	Anz. Mst.	> BG		> WW		> GW		P50 (Median)	P90	Maximum
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	°C	111	111	100	5	4,5	4	3,6	9,2	13,2	48,9
El. Leitf. (25 °C)	mS/m	111	111	100	0	0	0	0	49	69,9	104,3
pH-Wert (...°C)		111	111	100	21	18,9	21	18,9	7,33	7,72	5,22/9,16
Säurekap. bis pH 4,3	mmol/l	110	110	100	-	-	-	-	4,45	6,37	7,67
Basekap. bis pH 8,2	mmol/l	35	35	100	-	-	-	-	0,45	0,88	1,11
Summe Erdalkalien (GH)	mmol/l	111	111	100	-	-	-	-	2,41	3,64	5,81
Sauerstoff	mg/l	111	103	92,8	-	-	-	-	8,9	10,6	11,3
DOC	mg/l	36	34	94,4	0	0	-	-	0,4	0,8	1,6
AOX	mg/l	0	0	-	0	0	-	-	-	-	-
Calcium	mg/l	36	36	100	0	0	0	0	10,4	101,2	129
Magnesium	mg/l	36	36	100	1	2,8	0	0	2,2	20	46
Natrium	mg/l	36	36	100	0	0	0	0	2,4	6,7	11
Kalium	mg/l	36	33	91,7	0	0	0	0	< 0,95	2	2,7
Chlorid	mg/l	36	36	100	0	0	0	0	2,45	9,8	12
Ammonium	mg/l	35	13	37,1	0	0	0	0	< 0,01	0,03	0,09
Nitrat	mg/l	111	94	84,7	0	0	0	0	7,4	16	37,5
Nitrit	mg/l	21	2	9,5	1	4,8	1	4,8	< 0,01	< 0,01	0,27
Sulfat	mg/l	36	36	100	0	0	0	0	10,8	37	107
Ortho-Phosphat	mg/l	18	17	94,4	-	-	0	0	0,065	0,16	0,21
Bor	mg/l	81	23	28,4	1	1,2	0	0	< 0,017	0,0335	0,104
Aluminium	mg/l	34	19	55,9	2	5,9	1	2,9	0,011	0,043	0,252
Arsen	mg/l	74	65	87,8	5	6,8	1	1,4	0,00045	0,0023	0,076
Blei	mg/l	75	7	9,3	1	1,3	0	0	< 0,0005	< 0,0005	0,031
Cadmium	mg/l	17	2	11,8	0	0	0	0	< 0,0002	0,00021	0,00049
Chrom, gesamt	mg/l	17	1	5,9	0	0	0	0	< 0,0005	< 0,0005	0,0007
Cyanid, gesamt	mg/l	0	0	-	0	0	0	0	-	-	-
Fluorid	mg/l	17	8	47,1	0	0	0	0	< 0,05	0,13	0,23
Nickel	mg/l	17	6	35,3	0	0	0	0	< 0,0005	0,0016	0,0023
Quecksilber	mg/l	0	0	-	0	0	0	0	-	-	-
Zink	mg/l	17	4	23,5	-	-	-	-	< 0,005	0,0074	0,0087
Summe LHKW nach TrinkwV	mg/l	111	3	2,7	0	0	0	0	< 0,005	< 0,005	0,0003
1,1,1-Trichlorethan	mg/l	111	1	0,9	0	0	-	-	< 0,0001	< 0,0001	0,0001
Trichlorethen ("Tri")	mg/l	111	2	1,8	0	0	-	-	< 0,0001	< 0,0001	0,0003
Tetrachlorethen ("Per")	mg/l	111	0	0	0	0	-	-	< 0,0001	< 0,0001	-
Dichlormethan	mg/l	111	0	0	0	0	-	-	< 0,005	< 0,005	-
Tetrachlormethan	mg/l	111	0	0	0	0	0	0	< 0,0001	< 0,0001	-
cis-1,2-Dichlorethen	mg/l	111	0	0	0	0	-	-	< 0,005	< 0,005	-
KW, gelöst und emulgiert	mg/l	0	0	-	-	-	0	0	-	-	-
Atrazin	µg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	-
Simazin	µg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	-
Terbutylazin	µg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	-
Metolachlor	µg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,02	< 0,02	-
Metazachlor	µg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	-
Desethylatrazin	µg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	-
Desisopropylatrazin	µg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	-
Desethylterbutylazin	µg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	-
Propazin	µg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	-
Bromacil	µg/l	1	1	100	0	0	0	0	0,01	0,01	0,01
Hexazinon	µg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	-
Metalaxyl	µg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,02	< 0,02	-
Benzol	µg/l	111	0	0	0	0	-	-	< 1	< 1	-
Toluol	µg/l	111	0	0	0	0	-	-	< 1	< 1	-
o-/m-/p-Xylol	µg/l	110	0	0	0	0	-	-	< 1	< 3	-
Ethylbenzol	µg/l	111	0	0	0	0	-	-	< 1	< 1	-
EDTA	µg/l	110	13	11,8	7	6,4	-	-	< 0,5	0,7	6
NTA	µg/l	110	1	0,9	0	0	-	-	< 0,5	< 0,5	0,8

Hinweise siehe Anhang A6

3.4 Rohwassermessstellen (RW)

Messnetzziel

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

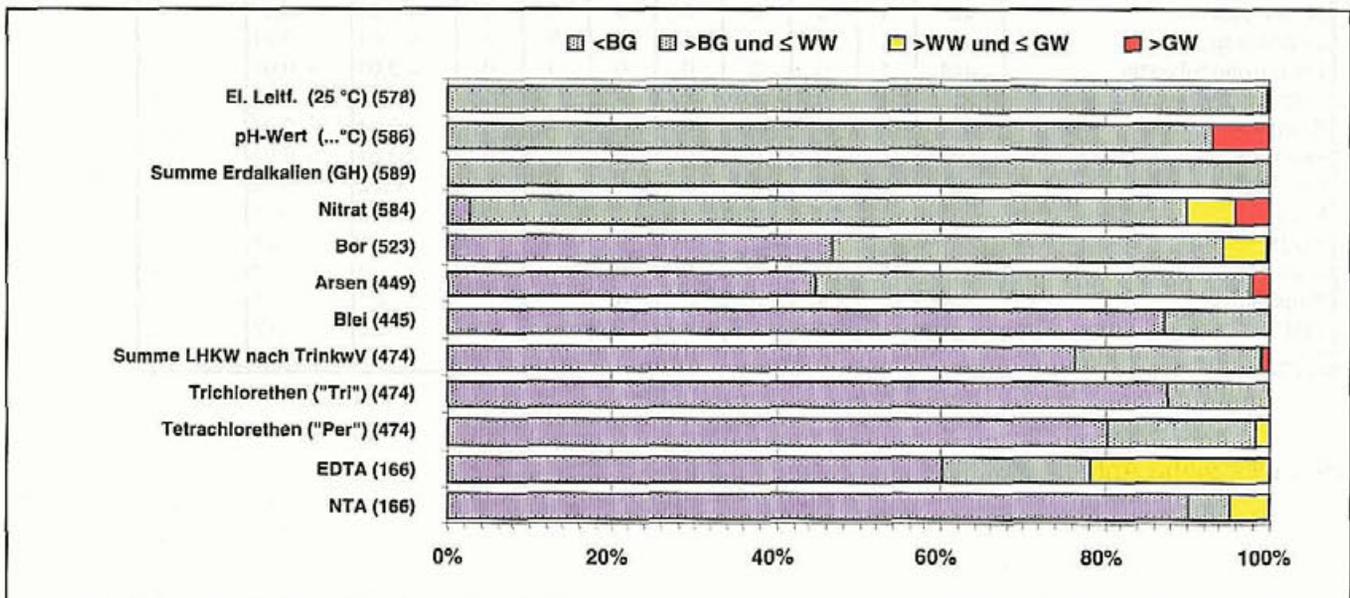


Datengrundlage

Ausgewertet wurden 597 Rohwassermessstellen (Land: 166 Messstellen, Kooperation: 431 Messstellen mit Stichtag: 05.03.1999). Bei den auf Landeskosten beprobten Messstellen wurden die Vor-Ort-Parameter, das Kurzmessprogramm, LHKW und BTXE sowie EDTA/NTA untersucht. Der Analysenumfang der Kooperationsmessstellen lag meist auf einem erfreulich hohen Niveau. Die meisten Messwerte liegen für den pH-Wert, die Summe Erdalkalien und 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 der TrinkwV von 50 mg/l für Nitrat wird wie im Vorjahr an 4,1 %, der Warnwert von 40 mg/l an 9,9 % (Vorjahr: 11,8 %) der Messstellen überschritten. Der Spitzenwert bei den untersuchten beträgt 94 mg/l. 90 % der Messwerte liegen unter 40 mg/l.
- Stickstoffherbizide wurden 1998 an rund 300 Messstellen des Kooperationsmessnetzes untersucht. Bei den PSM liegen bei Desethylatrazin an 3,9 % (Vorjahreswert an 441 Messstellen: 2,5 %) und bei Atrazin 0,3 % (Vorjahreswert: 0,2 %) der Messstellen Überschreitungen des Trinkwassergrenzwertes vor.
- Bei den am häufigsten auftretenden LHKW Tri- und Tetrachlorethen sind an 12,2 bzw. 19,6 % der Messstellen positive Befunde im unteren Konzentrationsbereich festzustellen, der Warnwert von 0,005 mg/l wird nur von Tetrachlorethen an 1,5 % der Messstellen überschritten, der Grenzwert für die „Summe LHKW nach TrinkwV“ an 0,8 % der Messstellen. BTXE-Aromaten sind im Rohwasser bis auf eine Ausnahme (o-/m-/p-Xylol = 0.6 µg/l) nicht nachweisbar.
- EDTA und NTA wurden an rund einem Drittel der Messstellen untersucht und davon wird in 39,8 % der Fälle das stabile EDTA und in 9,6 % der Fälle das gut abbaubare NTA gefunden.
- Der Grenzwert der TrinkwV von 6,5 wird beim pH-Wert an 6,8 % (Vorjahr: 6,7 %) der Messstellen unterschritten. Der niedrigste gemessene pH-Wert beträgt 5,22, der höchste 8,5.



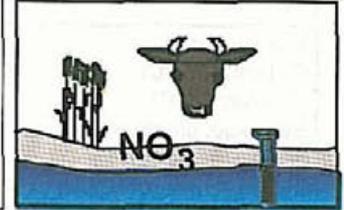
Ergebnisse 1998 : Baden-Württemberg RW											
Parameter	Dim.	Anz.	> BG		> WW		> GW		P50 (Median)	P90	Maximum
		Mst.	Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	°C	559	559	100	0	0	0	0	10,9	12,9	17,1
El. Leitf. (25 °C)	mS/m	578	578	100	1	0,2	0	0	66,55	94,8	178
pH-Wert (...°C)		586	586	100	40	6,8	40	6,8	7,2475	7,57	4,98/8,5
Säurekap. bis pH 4,3	mmol/l	561	561	100	-	-	-	-	5,51	6,82	9,74
Basekap. bis pH 8,2	mmol/l	136	136	100	-	-	-	-	0,63	1,25	3,3
Summe Erdalkalien (GH)	mmol/l	589	589	100	-	-	-	-	3,41	4,96	6,83
Sauerstoff	mg/l	546	542	99,3	-	-	-	-	7,4	10,5	14
DOC	mg/l	359	333	92,8	3	0,8	-	-	0,5	1,2	4,7
AOX	mg/l	352	50	14,2	0	0	-	-	< 0,01	0,01	0,047
Calcium	mg/l	460	460	100	0	0	0	0	105	145	205
Magnesium	mg/l	461	460	99,8	25	5,4	4	0,9	18,3	36,8	66
Natrium	mg/l	410	410	100	1	0,2	1	0,2	6,3	18,75	180
Kalium	mg/l	410	399	97,3	1	0,2	1	0,2	1,3	3,3	13
Chlorid	mg/l	406	404	99,5	1	0,2	1	0,2	15	41	268
Ammonium	mg/l	410	148	36,1	2	0,5	1	0,2	< 0,01	0,02	0,8
Nitrat	mg/l	584	569	97,4	58	9,9	24	4,1	16,1	40	94
Nitrit	mg/l	302	10	3,3	2	0,7	1	0,3	< 0,01	< 0,01	0,59
Sulfat	mg/l	412	411	99,8	3	0,7	3	0,7	27	108	327
Ortho-Phosphat	mg/l	381	307	80,6	-	-	0	0	0,046	0,17	4,1
Bor	mg/l	523	279	53,3	29	5,5	1	0,2	0,027	0,077	1,2
Aluminium	mg/l	106	73	68,9	2	1,9	1	0,9	0,0205	0,039	0,548
Arsen	mg/l	449	248	55,2	12	2,7	9	2	< 0,001	0,0029	0,084
Blei	mg/l	445	57	12,8	0	0	0	0	< 0,001	< 0,005	0,0065
Cadmium	mg/l	289	9	3,1	0	0	0	0	< 0,0001	< 0,0005	0,0007
Chrom, gesamt	mg/l	289	46	15,9	1	0,3	0	0	< 0,001	< 0,005	0,012
Cyanid, gesamt	mg/l	281	1	0,4	1	0,4	0	0	< 0,005	< 0,01	0,047
Fluorid	mg/l	283	258	91,2	0	0	0	0	0,111	0,24	1,14
Nickel	mg/l	289	51	17,6	0	0	0	0	< 0,001	< 0,003	0,028
Quecksilber	mg/l	289	1	0,3	0	0	0	0	< 0,0001	< 0,0001	0,0001
Zink	mg/l	60	14	23,3	-	-	-	-	< 0,02	0,105	0,18
Summe LHKW nach TrinkwV	mg/l	474	111	23,4	5	1,1	4	0,8	< 0,005	< 0,01	0,0566
1,1,1-Trichlorethan	mg/l	474	29	6,1	0	0	-	-	< 0,0001	0,0005	0,0049
Trichlorethen ("Tri")	mg/l	474	58	12,2	0	0	-	-	< 0,0001	< 0,001	0,0034
Tetrachlorethen ("Per")	mg/l	474	93	19,6	7	1,5	-	-	< 0,0001	< 0,001	0,054
Dichlormethan	mg/l	474	0	0	0	0	-	-	< 0,005	< 0,01	-
Tetrachlormethan	mg/l	474	8	1,7	0	0	0	0	< 0,0001	< 0,0002	0,0004
cis-1,2-Dichlorethen	mg/l	304	0	0	0	0	-	-	< 0,005	< 0,01	-
KW, gelöst und emulgiert	mg/l	47	0	0	-	-	0	0	< 0,01	< 0,05	-
Atrazin	µg/l	307	46	15	3	1	1	0,3	< 0,02	< 0,05	0,13
Simazin	µg/l	309	12	3,9	0	0	0	0	< 0,02	< 0,05	0,03
Terbutylazin	µg/l	309	2	0,6	0	0	0	0	< 0,02	< 0,05	0,03
Metolachlor	µg/l	309	1	0,3	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	0,05
Metazachlor	µg/l	309	1	0,3	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	0,05
Desethylatrazin	µg/l	310	86	27,7	17	5,5	12	3,9	< 0,03	0,07	0,34
Desisopropylatrazin	µg/l	296	1	0,3	0	0	0	0	< 0,05	< 0,1	0,05
Desethylterbutylazin	µg/l	271	1	0,4	0	0	0	0	< 0,02	< 0,05	0,01
Propazin	µg/l	255	1	0,4	0	0	0	0	< 0,02	< 0,05	0,01
Bromacil	µg/l	145	3	2,1	2	1,4	2	1,4	< 0,05	< 0,05	0,15
Hexazinon	µg/l	167	1	0,6	0	0	0	0	< 0,05	< 0,1	0,05
Metalaxyl	µg/l	132	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,1	-
Benzol	µg/l	167	0	0	0	0	-	-	< 1	< 1	-
Toluol	µg/l	167	0	0	0	0	-	-	< 1	< 1	-
o-/m-/p-Xylol	µg/l	165	1	0,6	0	0	-	-	< 1	< 1	2
Ethylbenzol	µg/l	167	0	0	0	0	-	-	< 1	< 1	-
EDTA	µg/l	166	66	39,8	36	21,7	-	-	< 0,5	1,7	7,1
NTA	µg/l	166	16	9,6	8	4,8	-	-	< 0,5	0,7	29

Hinweise siehe Anhang A6

3.5 Emittentenmessstellen Landwirtschaft (EL)

Messnetzziel

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

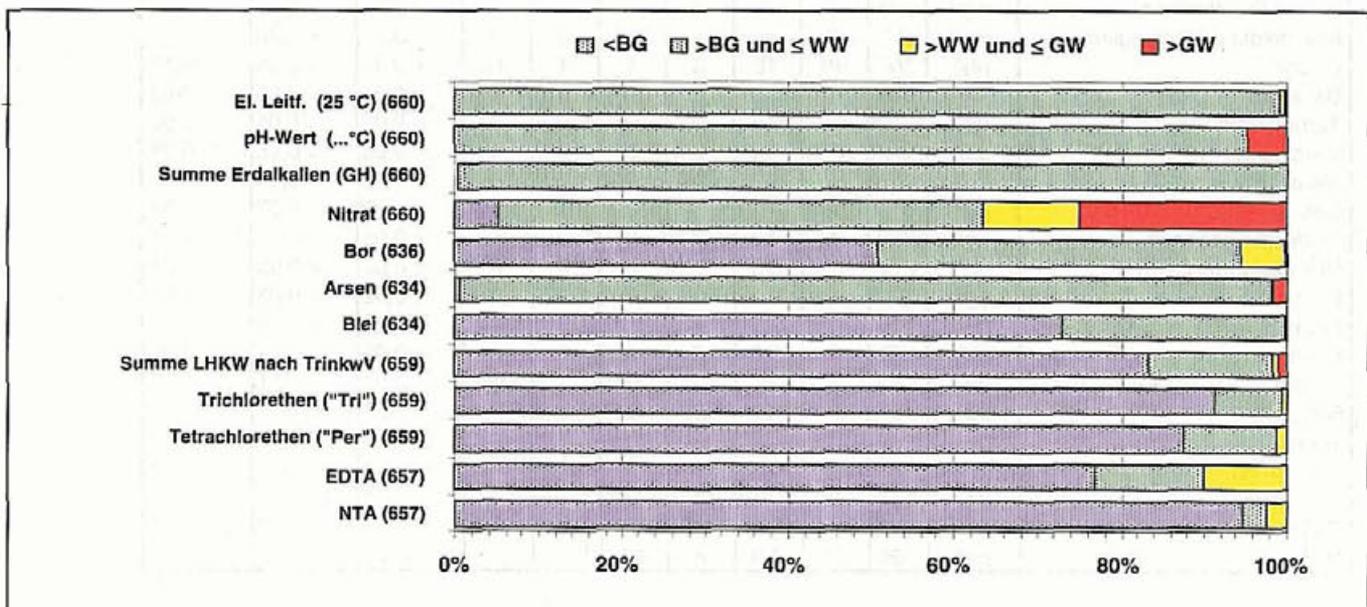


Datengrundlage

660 Emittentenmessstellen Landwirtschaft wurden auf die Vor-Ort-Parameter, das Kurzmessprogramm, LHKW/BTXE, EDTA/NTA sowie auf das Messprogramm PSM1 untersucht.

Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Der Medianwert Nitrat im Emittentenmessnetz Landwirtschaft fiel gegenüber dem Vorjahreswert um 2 mg/l auf 30,15 mg/l. Der 90. Perzentilwert beträgt 73,85 (Vorjahreswert: 74,8 mg/l). Der Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms von 40 mg/l wird an 36,5 %, der Grenzwert der Trinkwasserverordnung an 25,0 % der Messstellen überschritten (Vorjahreswerte: 35,8 bzw. 26,0 %).
- Bei den PSM wurde 1998 auf die Triazine (PSM1) untersucht. Die Belastung mit Desethylatrazin ist mit Warnwertüberschreitungen an 13,8 % der Messstellen am höchsten, danach folgt das seit 1991 verbotene Atrazin mit 5,8 %. (Werte der letzten Messung aus dem Jahr 1996: 12,8 % bzw. 7,3 %), d.h. der Abbau von Atrazin zum Desethylatrazin im Grundwasser scheint doch erkennbar fortzuschreiten.
- Die weiteren organischen Parameter LHKW, BTXE und EDTA/NTA sind ebenfalls mit teilweise hoher Häufigkeit nachweisbar, da die Einflüsse aus räumlichen Gründen nicht immer klar zu trennen sind und Industriegebiete auch häufig „auf der grünen Wiese“ liegen. So ist beispielsweise an 12,4 % der Messstellen Tetrachlorethen, an 8,6 % Trichlorethen und an 23,3 % der Messstellen EDTA nachweisbar.



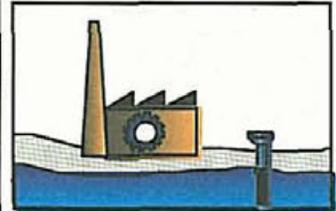
Ergebnisse 1998 : Baden-Württemberg EL											
Parameter	Dim.	Anz. Mst.	> BG		> WW		> GW		P50 (Median)	P90	Maximum
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	°C	660	660	100	0	0	0	0	11,6	14,5	18,8
El. Leitf. (25 °C)	mS/m	660	660	100	5	0,8	2	0,3	73,75	103,55	865
pH-Wert (...°C)		660	660	100	32	4,8	32	4,8	7,2	7,45	4,96/8,4
Säurekap. bis pH 4,3	mmol/l	660	660	100	-	-	-	-	5,66	7,195	14,68
Basekap. bis pH 8,2	mmol/l	31	30	96,8	-	-	-	-	0,73	1,46	2,74
Summe Erdalkalien (GH)	mmol/l	660	658	99,7	-	-	-	-	3,73	5,4	11,1
Sauerstoff	mg/l	660	642	97,3	-	-	-	-	6,7	9,6	12,6
DOC	mg/l	31	24	77,4	2	6,5	-	-	0,8	2,7	10
AOX	mg/l	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-
Calcium	mg/l	169	169	100	3	1,8	0	0	112	158	338
Magnesium	mg/l	169	169	100	16	9,5	5	3	20,2	40	64,7
Natrium	mg/l	31	31	100	0	0	0	0	7	16	68
Kalium	mg/l	31	31	100	2	6,5	1	3,2	1,2	3,7	14,6
Chlorid	mg/l	31	31	100	0	0	0	0	25,3	47	123
Ammonium	mg/l	31	11	35,5	2	6,5	2	6,5	< 0,01	0,14	3,7
Nitrat	mg/l	660	626	94,8	241	36,5	165	25	30,15	73,85	190
Nitrit	mg/l	31	2	6,5	1	3,2	1	3,2	< 0,01	< 0,01	0,21
Sulfat	mg/l	31	31	100	2	6,5	2	6,5	42	140	718
Ortho-Phosphat	mg/l	1	1	100	-	-	0	0	0,077	0,077	0,077
Bor	mg/l	636	312	49,1	35	5,5	1	0,2	< 0,017	0,065	2,666
Aluminium	mg/l	32	12	37,5	1	3,1	0	0	< 0,005	0,03	0,18
Arsen	mg/l	634	630	99,4	12	1,9	9	1,4	0,0009	0,0024	0,021
Blei	mg/l	634	172	27,1	1	0,2	0	0	< 0,0005	0,0013	0,028
Cadmium	mg/l	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-
Chrom, gesamt	mg/l	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-
Cyanid, gesamt	mg/l	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-
Fluorid	mg/l	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-
Nickel	mg/l	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-
Quecksilber	mg/l	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-
Zink	mg/l	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Summe LHKW nach TrinkwV	mg/l	659	109	16,5	10	1,5	7	1,1	< 0,005	< 0,005	0,0744
1,1,1-Trichlorethan	mg/l	659	20	3	3	0,5	-	-	< 0,0001	< 0,0001	0,043
Trichlorethen ("Tri")	mg/l	659	57	8,6	3	0,5	-	-	< 0,0001	< 0,0001	0,052
Tetrachlorethen ("Per")	mg/l	659	82	12,4	8	1,2	-	-	< 0,0001	0,0001	0,0336
Dichlormethan	mg/l	659	0	0	0	0	-	-	< 0,005	< 0,005	-
Tetrachlormethan	mg/l	659	3	0,5	0	0	0	0	< 0,0001	< 0,0001	0,0008
cis-1,2-Dichlorethen	mg/l	659	5	0,8	0	0	-	-	< 0,005	< 0,005	0,009
KW, gelöst und emulgiert	mg/l	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-
Atrazin	µg/l	659	170	25,8	38	5,8	22	3,3	< 0,03	0,06	0,85
Simazin	µg/l	659	35	5,3	3	0,5	2	0,3	< 0,02	< 0,05	0,26
Terbutylazin	µg/l	659	2	0,3	1	0,2	1	0,2	< 0,02	< 0,05	0,54
Metolachlor	µg/l	659	6	0,9	2	0,3	2	0,3	< 0,05	< 0,05	0,79
Metazachlor	µg/l	659	2	0,3	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	0,06
Desethylatrazin	µg/l	659	241	36,6	91	13,8	66	10	0,03	0,11	2,8
Desisopropylatrazin	µg/l	659	35	5,3	7	1,1	7	1,1	< 0,05	< 0,05	0,33
Desethylterbutylazin	µg/l	659	5	0,8	2	0,3	2	0,3	< 0,02	< 0,05	0,18
Propazin	µg/l	659	8	1,2	1	0,2	1	0,2	< 0,02	< 0,05	0,38
Bromacil	µg/l	659	10	1,5	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	0,06
Hexazinon	µg/l	659	7	1,1	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	0,04
Metalaxyl	µg/l	659	6	0,9	2	0,3	1	0,2	< 0,05	< 0,05	1,18
Benzol	µg/l	660	1	0,2	0	0	-	-	< 1	< 1	1
Toluol	µg/l	660	3	0,5	1	0,2	-	-	< 1	< 1	2,3
o-/m-/p-Xylol	µg/l	659	2	0,3	1	0,2	-	-	< 1	< 1	5,7
Ethylbenzol	µg/l	660	1	0,2	0	0	-	-	< 1	< 1	1,2
EDTA	µg/l	657	153	23,3	66	10	-	-	< 0,5	1,1	40
NTA	µg/l	657	35	5,3	17	2,6	-	-	< 0,5	< 0,5	19

Hinweise siehe Anhang A6

3.6 Emittentenmessstellen Industrie (EI)

Messnetzziel

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

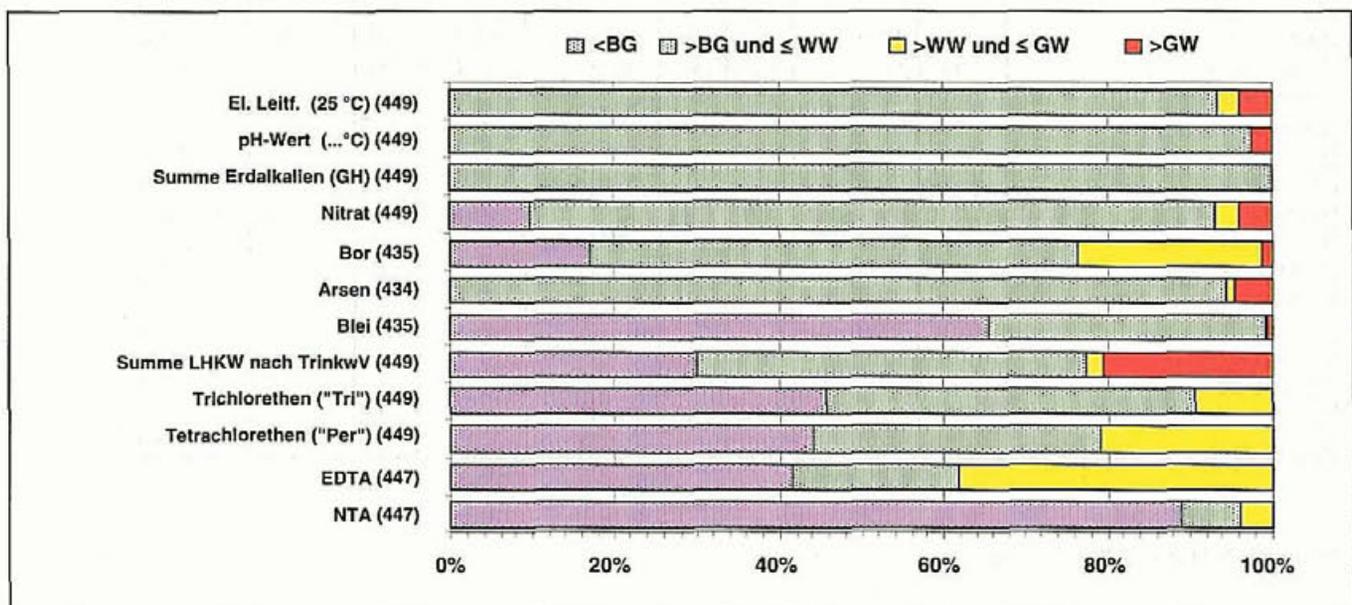


Datengrundlage

Beprobt wurden insgesamt 449 Emittentenmessstellen mit einem generellen Untersuchungsumfang auf das Vor-Ort- und Kurzmessprogramm, LHKW/BTXE, Arsen, Blei, Bor, EDTA/NTA.

Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Bei den Belastungsparametern EDTA, NTA, LHKW, Bor und BTXE weisen die Emittentenmessstellen Industrie den höchsten Prozentsatz an positiven Befunden, auch bei Arsen und Blei auf. Das gleiche Bild ergibt sich für die Warn- bzw. Grenzwertüberschreitungen der o.g. Stoffe. Von den 261 Messstellen mit positiven EDTA-Befunden werden gleichzeitig an rund 70 % auch LHKW und an 10 % auch NTA nachgewiesen.
- Entsprechend der vielfältigen Verwendung in Industrie und Haushalt gelangt EDTA über das Abwasser aus industriellen, privaten und städtischen Kanälen, aus Kläranlagen und über Flusswasser in das Grundwasser. Die überraschend und bedenklich hohe Rate an positiven EDTA-Befunden (58,4 %) und Warnwertüberschreitungen (38,3 %) sowie auch die hohe Nachweis Häufigkeit der „Summe LHKW nach TrinkwV“ (bis zu rund 70 %) verdeutlicht das Ausmaß der Grundwassergefährdung. Die zahlreichen EDTA-Befunde unterstreichen die Notwendigkeit, EDTA durch andere Stoffe zu ersetzen und die Sanierung defekter Kanalnetze weiter voranzutreiben.
- BTXE sind erfreulicherweise nur an vier Messstellen nachweisbar: im Abstrom von vier Schadensfällen an einem alten Gaswerksstandort und bei drei Chemiebetrieben.
- Die zwanzig Grenzwertüberschreitungen bei Arsen (4,6 %) sind nach Einzelüberprüfung hauptsächlich auf die Emissionen von Altlablagerungen, Deponien, Schadensfällen, Chemie-, Textil-, Metall-, Galvanisier-, Photoartikel-, Recyclingbetrieben, Tankstellen, Kraftwerken, Hüttenwerken zurückzuführen. Nur in drei Fällen sind natürliche Ursachen ausschlaggebend.



Ergebnisse 1998 : Baden-Württemberg El											
Parameter	Dim.	> BG			> WW		> GW		P50 (Median)	P90	Maximum
		Anz. Mst.	Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	°C	449	449	100	7	1,6	1	0,2	13,4	16,8	28,4
El. Leitf. (25 °C)	mS/m	449	449	100	30	6,7	17	3,8	80,7	135	626
pH-Wert (...°C)		449	449	100	12	2,7	12	2,7	7,15	7,44	5,8/8,64
Säurekap. bis pH 4,3	mmol/l	448	448	100	-	-	-	-	5,785	7,45	14,8
Basekap. bis pH 8,2	mmol/l	2	2	100	-	-	-	-	1,265	2	2
Summe Erdalkalien (GH)	mmol/l	449	449	100	-	-	-	-	3,82	6,79	21,9
Sauerstoff	mg/l	448	427	95,3	-	-	-	-	4,7	8	11,9
DOC	mg/l	3	3	100	0	0	-	-	0,71	1,54	1,54
AOX	mg/l	0	0	-	0	-	-	-	-	-	-
Calcium	mg/l	57	57	100	2	3,5	2	3,5	133	225	419
Magnesium	mg/l	57	57	100	15	26,3	8	14	24	56	94
Natrium	mg/l	3	3	100	0	0	0	0	12,1	15,5	15,5
Kalium	mg/l	3	3	100	0	0	0	0	3,48	3,6	3,6
Chlorid	mg/l	3	3	100	0	0	0	0	20,8	61,2	61,2
Ammonium	mg/l	2	1	50	0	0	0	0	0,015	0,02	0,02
Nitrat	mg/l	449	405	90,2	31	6,9	17	3,8	16,3	36,5	181
Nitrit	mg/l	2	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	-
Sulfat	mg/l	3	3	100	0	0	0	0	29,6	86	86
Ortho-Phosphat	mg/l	1	0	0	-	-	0	0	< 0,092	< 0,092	-
Bor	mg/l	435	361	83	102	23,4	5	1,1	0,044	0,194	7,395
Aluminium	mg/l	2	1	50	0	0	0	0	< 0,0035	< 0,005	0,002
Arsen	mg/l	434	434	100	24	5,5	20	4,6	0,0015	0,0048	0,142
Blei	mg/l	435	150	34,5	3	0,7	2	0,5	< 0,0005	0,0026	0,084
Cadmium	mg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,0002	< 0,0002	-
Chrom, gesamt	mg/l	1	1	100	0	0	0	0	0,0006	0,0006	0,0006
Cyanid, gesamt	mg/l	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-
Fluorid	mg/l	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-
Nickel	mg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,0005	< 0,0005	-
Quecksilber	mg/l	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-
Zink	mg/l	1	1	100	-	-	-	-	0,0118	0,0118	0,0118
Summe LHKW nach TrinkwV	mg/l	449	314	69,9	101	22,5	92	20,5	< 0,005	0,0397	14,4088
1,1,1-Trichlorethan	mg/l	449	104	23,2	10	2,2	-	-	< 0,0001	0,0005	0,183
Trichlorethen ("Tri")	mg/l	449	244	54,3	42	9,4	-	-	0,0001	0,0047	10,3
Tetrachlorethen ("Per")	mg/l	449	251	55,9	94	20,9	-	-	0,0002	0,021	4,1
Dichlormethan	mg/l	449	2	0,4	1	0,2	-	-	< 0,005	< 0,005	0,02
Tetrachlormethan	mg/l	449	33	7,3	5	1,1	2	0,4	< 0,0001	< 0,0001	0,0086
cis-1,2-Dichlorethen	mg/l	449	47	10,5	32	7,1	-	-	< 0,005	< 0,005	2,4
KW, gelöst und emulgiert	mg/l	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-
Atrazin	µg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	-
Simazin	µg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	-
Terbutylazin	µg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	-
Metolachlor	µg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,02	< 0,02	-
Metazachlor	µg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	-
Desethylatrazin	µg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	-
Desisopropylatrazin	µg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	-
Desethylterbutylazin	µg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	-
Propazin	µg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	-
Bromacil	µg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	-
Hexazinon	µg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	-
Metalaxyl	µg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,02	< 0,02	-
Benzol	µg/l	449	3	0,7	2	0,4	-	-	< 1	< 1	4
Toluol	µg/l	449	1	0,2	0	0	-	-	< 1	< 1	1,3
o-/m-/p-Xylol	µg/l	448	1	0,2	0	0	-	-	< 1	< 2	1
Ethylbenzol	µg/l	449	0	0	0	0	-	-	< 1	< 1	-
EDTA	µg/l	447	261	58,4	171	38,3	-	-	0,7	5,3	86
NTA	µg/l	447	49	11	17	3,8	-	-	< 0,5	< 1	11,6

Hinweise siehe Anhang A6

3.7 Emittentenmessstellen Siedlung (ES)

Messnetzziel

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

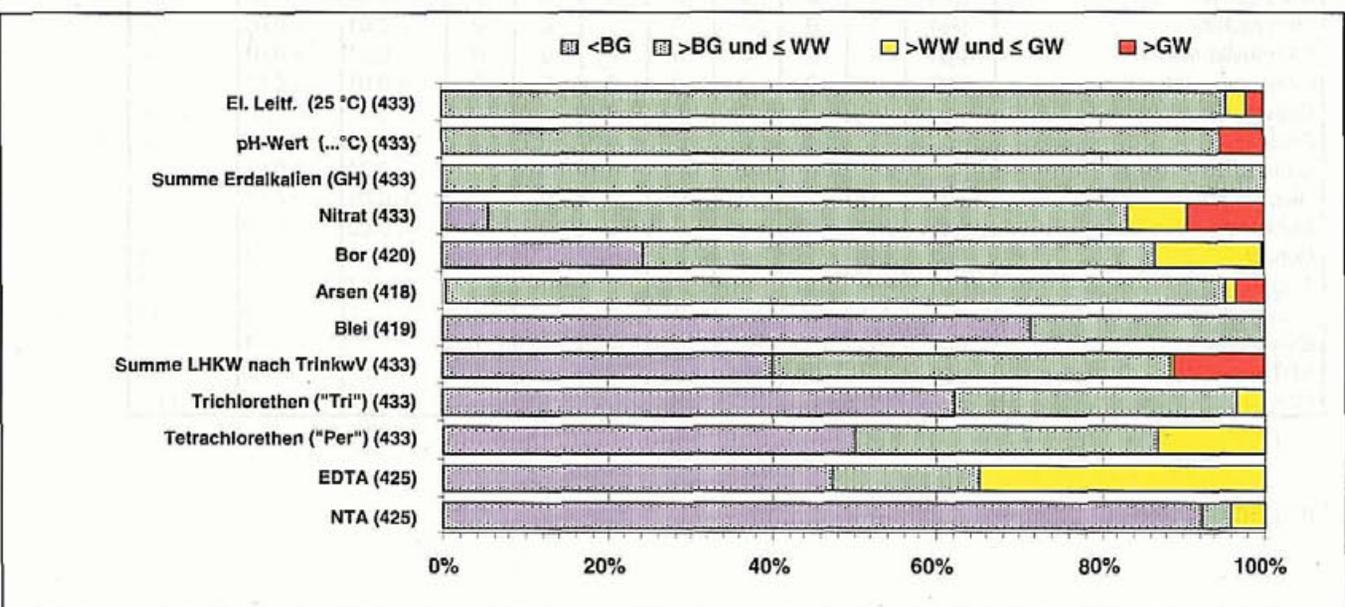


Datengrundlage

Beprobt wurden insgesamt 433 Emittentenmessstellen mit einem generellen Untersuchungsumfang auf das Vor-Ort- und Kurzmessprogramm, LHKW/BTXE, Arsen, Blei, Bor, EDTA/NTA.

Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Bei den Belastungsparametern EDTA, NTA, LHKW, Bor und BTXE zeigen die Emittentenmessstellen Siedlung die nach dem Industriemessnetz zweithöchste Rate an Positivbefunden, auch bei Arsen und Blei. Das gleiche Bild ergibt sich für die Warn- bzw. Grenzwertüberschreitungen der o.g. Stoffe. An rund zwei Dritteln bzw. an zwanzig der Messstellen mit positiven EDTA-Befunden wurden gleichzeitig auch LHKW bzw. NTA nachgewiesen.
- Die überraschend und bedenklich hohe Rate an positiven EDTA-Befunden (52,5 %) und an Warnwertüberschreitungen (34,8 %) verdeutlicht das Ausmaß der Grundwassergefährdung durch die Siedlungsgebiete ebenso wie die hohe Nachweishäufigkeit für die „Summe LHKW nach TrinkwV“ (60,0 %). Entsprechend der vielfältigen Verwendung von EDTA in Industrie und Haushalt gelangt EDTA direkt oder indirekt über das Abwasser aus Hausanschlüssen, städtischen Kanälen, Kläranlagen und über das Flusswasser in das Grundwasser. Die zahlreichen EDTA-Befunde unterstreichen die Notwendigkeit, EDTA durch andere Stoffe zu ersetzen und die Sanierung defekter Kanalnetze weiter voranzutreiben. Der Belastungspfad „Abwasser“ wird meist über das gleichzeitige Auftreten von Bor bestätigt.
- BTXE sind erfreulicherweise nur an fünf Messstellen nachweisbar: im Abstrom von drei Schadensfällen (alter Gaswerksstandort, Tankstelle, Tanklager) und an einer Strasse.
- Die fünfzehn Grenzwertüberschreitungen bei Arsen (3,6 %) sind nach Einzelüberprüfung nur in vier Fällen auf natürliche Ursachen zurückzuführen, sondern hauptsächlich auf die Emissionen aus Altlasten, Deponien und Kraftstoffschadensfällen an Tankstellen, Flugplätzen, Kraftwerken und Kasernen. Auch kann die Nähe zu Strassen und Bahnanlagen eine Ursache sein.



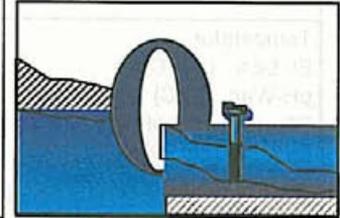
Ergebnisse 1998 : Baden-Württemberg ES											
Parameter	Dim.	> BG			> WW		> GW		P50 (Median)	P90	Maximum
		Anz. Mst.	Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	°C	433	433	100	2	0,5	0	0	12,8	15,4	20,8
El. Leitf. (25 °C)	mS/m	433	433	100	20	4,6	9	2,1	81	131,9	378
pH-Wert (...°C)		433	433	100	23	5,3	23	5,3	7,15	7,38	4,95/8,18
Säurekap. bis pH 4,3	mmol/l	432	432	100	-	-	-	-	5,83	7,57	11,4
Basekap. bis pH 8,2	mmol/l	7	7	100	-	-	-	-	0,56	1,75	1,75
Summe Erdalkalien (GH)	mmol/l	433	433	100	-	-	-	-	3,81	6,51	17,66
Sauerstoff	mg/l	432	408	94,4	-	-	-	-	4,6	8,7	11,9
DOC	mg/l	8	7	87,5	0	0	-	-	0,8	2,3	2,3
AOX	mg/l	0	0		0		-	-	-	-	-
Calcium	mg/l	104	104	100	2	1,9	2	1,9	145,1	212	549
Magnesium	mg/l	104	104	100	12	11,5	8	7,7	24,55	43	93
Natrium	mg/l	8	8	100	0	0	0	0	8,45	35,3	35,3
Kalium	mg/l	8	8	100	1	12,5	0	0	1,885	11	11
Chlorid	mg/l	8	8	100	0	0	0	0	27,6	74	74
Ammonium	mg/l	7	1	14,3	0	0	0	0	< 0,01	0,3	0,3
Nitrat	mg/l	433	409	94,5	72	16,6	41	9,5	20	50	145
Nitrit	mg/l	7	1	14,3	0	0	0	0	< 0,01	0,01	0,01
Sulfat	mg/l	8	8	100	0	0	0	0	48,75	225	225
Ortho-Phosphat	mg/l	1	0	0	-	-	0	0	< 0,092	< 0,092	-
Bor	mg/l	420	317	75,5	56	13,3	1	0,2	0,037	0,1225	3,132
Aluminium	mg/l	7	2	28,6	0	0	0	0	< 0,005	0,04	0,04
Arsen	mg/l	418	417	99,8	20	4,8	15	3,6	0,0014	0,0048	0,043
Blei	mg/l	419	120	28,6	0	0	0	0	< 0,0005	0,0016	0,0155
Cadmium	mg/l	1	0	0	0	0	0	0	< 0,0002	< 0,0002	-
Chrom, gesamt	mg/l	1	1	100	0	0	0	0	0,0012	0,0012	0,0012
Cyanid, gesamt	mg/l	0	0		0		0		-	-	-
Fluorid	mg/l	0	0		0		0		-	-	-
Nickel	mg/l	1	1	100	0	0	0	0	0,0015	0,0015	0,0015
Quecksilber	mg/l	0	0		0		0		-	-	-
Zink	mg/l	1	1	100	-	-	-	-	0,0147	0,0147	0,0147
Summe LHKW nach TrinkwV	mg/l	433	260	60	50	11,5	47	10,9	< 0,005	0,0108	20,218
1,1,1-Trichlorethan	mg/l	433	75	17,3	5	1,2	-	-	< 0,0001	0,0003	0,027
Trichlorethen ("Tri")	mg/l	433	163	37,6	14	3,2	-	-	< 0,0001	0,0016	6,2
Tetrachlorethen ("Per")	mg/l	433	216	49,9	56	12,9	-	-	< 0,0001	0,0097	14
Dichlormethan	mg/l	433	0	0	0	0	-	-	< 0,005	< 0,005	-
Tetrachlormethan	mg/l	433	28	6,5	2	0,5	2	0,5	< 0,0001	< 0,0001	0,222
cis-1,2-Dichlorethen	mg/l	433	20	4,6	12	2,8	-	-	< 0,005	< 0,005	5,8
KW, gelöst und emulgiert	mg/l	0	0		-		0		-	-	-
Atrazin	µg/l	2	0	0	0	0	0	0	< 0,03	< 0,05	-
Simazin	µg/l	2	0	0	0	0	0	0	< 0,03	< 0,05	-
Terbutylazin	µg/l	2	0	0	0	0	0	0	< 0,03	< 0,05	-
Metolachlor	µg/l	2	0	0	0	0	0	0	< 0,035	< 0,05	-
Metazachlor	µg/l	2	0	0	0	0	0	0	< 0,03	< 0,05	-
Desethylatrazin	µg/l	2	0	0	0	0	0	0	< 0,03	< 0,05	-
Desisopropylatrazin	µg/l	2	0	0	0	0	0	0	< 0,03	< 0,05	-
Desethylterbutylazin	µg/l	2	0	0	0	0	0	0	< 0,03	< 0,05	-
Propazin	µg/l	2	0	0	0	0	0	0	< 0,03	< 0,05	-
Bromacil	µg/l	2	0	0	0	0	0	0	< 0,03	< 0,05	-
Hexazinon	µg/l	2	1	50	0	0	0	0	< 0,045	< 0,05	0,04
Metalaxyl	µg/l	2	0	0	0	0	0	0	< 0,035	< 0,05	-
Benzol	µg/l	433	3	0,7	3	0,7	-	-	< 1	< 1	280
Toluol	µg/l	433	2	0,5	1	0,2	-	-	< 1	< 1	3,2
o-/m-/p-Xylol	µg/l	432	2	0,5	2	0,5	-	-	< 1	< 2	95
Ethylbenzol	µg/l	433	1	0,2	1	0,2	-	-	< 1	< 1	250
EDTA	µg/l	425	223	52,5	148	34,8	-	-	< 0,5	4,3	41
NTA	µg/l	425	33	7,8	17	4	-	-	< 0,5	< 0,5	15

Hinweise siehe Anhang A6

3.8 Quellmessnetz (QMN)

Messnetzziel

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

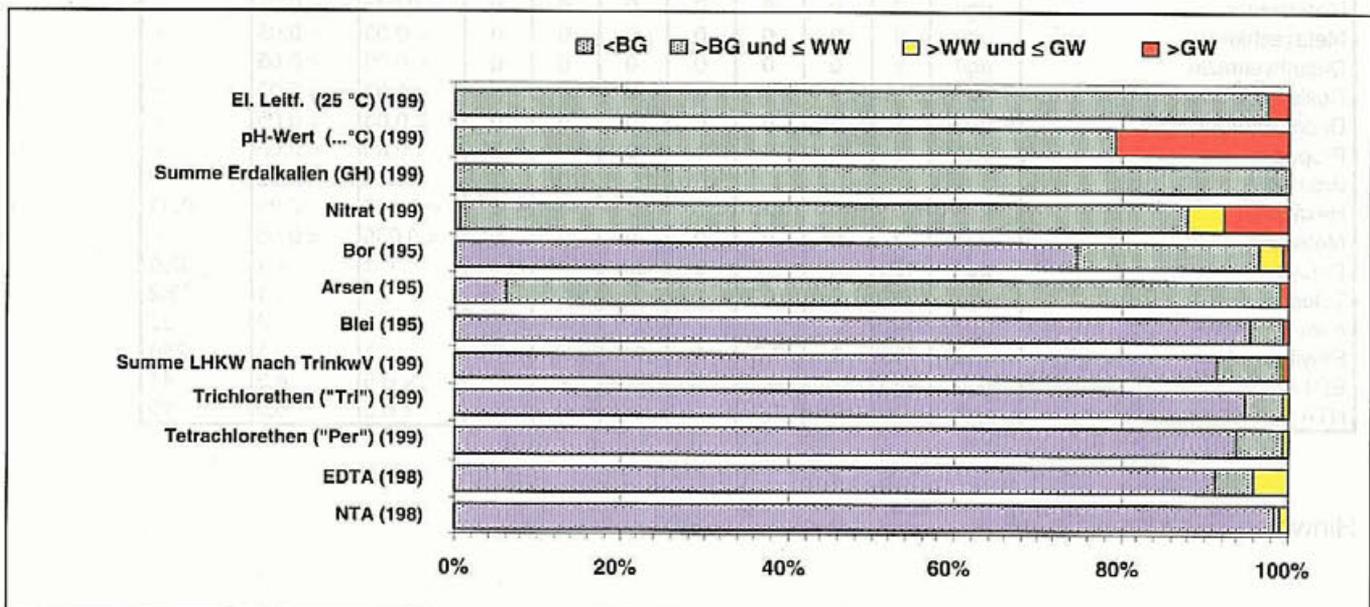


Datengrundlage

Beprobte wurden insgesamt 199 Quellen mit einem generellen Untersuchungsumfang auf das Vor-Ort- und Kurzmessprogramm, LHKW/BTXE, Arsen, Blei, Bor, EDTA/NTA. Auf weitere Parameter wurde nur an wenigen Messstellen analysiert, z.B. auf einige Schwermetalle.

Wichtige Ergebnisse/Auffälligkeiten

- Die im Jahre 1998 durchgängig untersuchten BTXE werden, wie im Basismessnetz, an keiner Messstelle des Quellmessnetzes gefunden. Nur relativ geringe Nachweishäufigkeiten gibt es bei der „Summe LHKW nach TrinkwV“ und bei EDTA (jeweils 17 Messstellen = 8,5 %). Bei EDTA wird der Warnwert an sieben Messstellen, bei den LHKW an zwei Messstellen überschritten. Sowohl LHKW als auch EDTA treten nur an zwei Messstellen auf. Positive NTA-Befunde werden an drei Messstellen festgestellt, an denen auch gleichzeitig EDTA nachweisbar ist. Die positiven EDTA- und NTA-Befunde sind meist an Quellen mit mittleren bis großen Schüttungen und großen Einzugsgebieten festzustellen, hauptsächlich in den Keuper-, Muschelkalklandschaften der Gäugebiete und im Malm der Schwäbischen Alb. Nach Einzelfallprüfungen existieren hier in den großen z.T. verkarsteten Einzugsgebieten vielfältige Emittenten wie z.B. Siedlungen, Kläranlagen, Abwassersammler, Deponien und Flusswasserinfiltrationen- und -versinkungen.
- Die beiden Grenzwertüberschreitungen bei Arsen sind den Einzelfallprüfungen nach offenbar überwiegend natürlicher Art. Im Schwarzwald verursacht ein vulkanisches Gestein die höheren Gehalte, im Kraichgau - am Rande des Neckarbeckens - ein aufsteigendes auch salzhaltiges Grundwasser. In beiden Fällen sind aber offenbar auch Emissionen aus Kriegsablagerungen und aus einer salzhaltigen Bergwerksablagerung beteiligt.
- Positive Befunde von LHKW der TrinkwV sind auf Siedlungs- und Industrieemissionen in besiedelten Quelleinzugsgebieten zurückzuführen.



Ergebnisse 1998 : Baden-Württemberg QMN											
Parameter	Dim.	Anz. Mst.	> BG		> WW		> GW		P50 (Median)	P90	Maximum
			Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%			
Temperatur	°C	199	199	100	0	0	0	0	9,4	11,3	15,3
El. Leitf. (25 °C)	mS/m	199	199	100	5	2,5	5	2,5	61	89	321
pH-Wert (...°C)		199	199	100	41	20,6	41	20,6	7,24	7,53	4,76/8,43
Säurekap. bis pH 4,3	mmol/l	199	199	100	-	-	-	-	4,96	6,5	12,34
Basekap. bis pH 8,2	mmol/l	54	53	98,1	-	-	-	-	0,615	0,95	1,36
Summe Erdalkalien (GH)	mmol/l	199	199	100	-	-	-	-	3,05	4,69	19,28
Sauerstoff	mg/l	198	196	99	-	-	-	-	9,4	10,5	11,1
DOC	mg/l	54	50	92,6	0	0	-	-	0,4	0,7	1
AOX	mg/l	0	0		0		-	-	-	-	-
Calcium	mg/l	88	88	100	2	2,3	2	2,3	79,5	146	570
Magnesium	mg/l	88	88	100	13	14,8	5	5,7	13	45	89
Natrium	mg/l	54	54	100	0	0	0	0	3,75	11	73
Kalium	mg/l	54	53	98,1	0	0	0	0	1,1	2	2,6
Chlorid	mg/l	54	53	98,1	0	0	0	0	8,5	30,2	144
Ammonium	mg/l	54	12	22,2	0	0	0	0	< 0,01	0,014	0,03
Nitrat	mg/l	199	198	99,5	24	12,1	15	7,5	16	44	90,2
Nitrit	mg/l	16	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	-
Sulfat	mg/l	54	54	100	1	1,9	1	1,9	10,55	56,4	311
Ortho-Phosphat	mg/l	43	36	83,7	-	-	0	0	0,06	0,28	0,79
Bor	mg/l	195	50	25,6	7	3,6	1	0,5	< 0,017	0,04	2,373
Aluminium	mg/l	52	26	50	2	3,8	2	3,8	0,0065	0,058	0,36
Arsen	mg/l	195	183	93,8	2	1	2	1	0,0007	0,002	0,0122
Blei	mg/l	195	9	4,6	1	0,5	1	0,5	< 0,0005	< 0,0005	0,046
Cadmium	mg/l	41	1	2,4	0	0	0	0	< 0,0002	< 0,0002	0,00024
Chrom, gesamt	mg/l	41	17	41,5	0	0	0	0	< 0,0005	0,0019	0,0059
Cyanid, gesamt	mg/l	0	0		0		0		-	-	-
Fluorid	mg/l	43	36	83,7	0	0	0	0	0,06	0,19	0,84
Nickel	mg/l	41	15	36,6	0	0	0	0	< 0,0005	0,0008	0,0025
Quecksilber	mg/l	0	0		0		0		-	-	-
Zink	mg/l	41	6	14,6	-	-	-	-	< 0,005	0,0067	0,042
Summe LHKW nach TrinkwV	mg/l	199	17	8,5	2	1	1	0,5	< 0,005	< 0,005	0,036
1,1,1-Trichlorethan	mg/l	199	4	2	0	0	-	-	< 0,0001	< 0,0001	0,0003
Trichlorethen ("Tri")	mg/l	199	10	5	1	0,5	-	-	< 0,0001	< 0,0001	0,035
Tetrachlorethen ("Per")	mg/l	199	12	6	1	0,5	-	-	< 0,0001	< 0,0001	0,0098
Dichlormethan	mg/l	199	0	0	0	0	-	-	< 0,005	< 0,005	-
Tetrachlormethan	mg/l	199	0	0	0	0	0	0	< 0,0001	< 0,0001	-
cis-1,2-Dichlorethen	mg/l	199	0	0	0	0	-	-	< 0,005	< 0,005	-
KW, gelöst und emulgiert	mg/l	0	0		-		0		-	-	-
Atrazin	µg/l	21	8	38,1	0	0	0	0	< 0,01	0,04	0,08
Simazin	µg/l	21	1	4,8	0	0	0	0	< 0,01	< 0,01	0,01
Terbutylazin	µg/l	21	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,02	-
Metolachlor	µg/l	21	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-
Metazachlor	µg/l	21	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-
Desethylatrazin	µg/l	21	13	61,9	3	14,3	1	4,8	< 0,03	0,09	0,18
Desisopropylatrazin	µg/l	21	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-
Desethylterbutylazin	µg/l	21	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,05	-
Propazin	µg/l	21	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,05	-
Bromacil	µg/l	21	0	0	0	0	0	0	< 0,05	< 0,05	-
Hexazinon	µg/l	21	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,05	-
Metalaxyl	µg/l	21	0	0	0	0	0	0	< 0,01	< 0,05	-
Benzol	µg/l	199	0	0	0	0	-	-	< 1	< 1	-
Toluol	µg/l	199	0	0	0	0	-	-	< 1	< 1	-
o-/m-/p-Xylol	µg/l	199	0	0	0	0	-	-	< 1	< 1	-
Ethylbenzol	µg/l	199	0	0	0	0	-	-	< 1	< 1	-
EDTA	µg/l	198	17	8,6	8	4	-	-	< 0,5	< 0,5	6,3
NTA	µg/l	198	3	1,5	2	1	-	-	< 0,5	< 0,5	1,6

4 Ausblick

Messnetzbetrieb

Im Jahr 1999 steht turnusgemäß die Zustandserhebung des Grundwassers auf geogene Parameter auf dem Programm. Daneben werden die bisher durchgeführten Controlling-Programme sowie die Untersuchungen im Rahmen verschiedener Berichtspflichten gegenüber dem Bund und der EU weitergeführt.

Als Sonderuntersuchungsprogramm wird an ausgewählten Messstellen auf MTBE (Methyl-tertär-Butyläther) untersucht, das als Zusatz in Kraftstoffen für eine bessere Verbrennung sorgt.

Qualitätsverbesserung

Die Vervollständigung der Messstellenbeschreibungen ist Voraussetzung für eine sachgerechte Bewertung der Daten und damit eine Daueraufgabe, die auch im Jahr 1999 fortgeführt wird.

Zur Abschätzung der Belastung aus anthropogen verursachten diffusen Quellen ist eine Überarbeitung der geogenen Hintergrundbeschaffenheit auf der Grundlage des gesamten Messnetzes vorgesehen. Diese Daten sollen auch für eine integrierte Bewertung der Nährstoffbelastung der oberirdischen Gewässer genutzt werden.

Datenverarbeitung

Hauptaufgabe 1999 wird die Umstellung der Grundwasserdatenbank auf ein neues System sein. Damit verbunden ist die Integration in das WAABIS-Konzept, das eine Verknüpfung von Daten aus den verschiedenen Umweltbereichen ermöglicht. Dies ist Voraussetzung für eine integrierte Bewertung der Grundwasserbeschaffenheitsdaten.

Berichtswesen

Die Überarbeitung der Grundsatzpapiere für den Bereich Probennahme und Analytik ist abgeschlossen. Diese technischen Anleitungen liegen demnächst zusammengefasst in einem Bericht vor.

Die Ergebnisse der Beprobung 1998 werden wieder in bewährter Weise für die einzelnen Landkreise ausgewertet und den regionalen Behörden zur Verfügung gestellt. Mittelfristig sollen durch alle Gewässerdirektionen und Bereiche Regionalberichte erstellt werden. Darin erfolgt durch Hinzunahme weiterer Daten aus lokalen Messstellen eine differenziertere Bewertung der Grundwasserbeschaffenheit unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten.

5 Literaturverzeichnis

(berücksichtigt wurden die Veröffentlichungen der letzten 5 Jahre)

5.1 Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg – Ergebnisse

LfU, 1994

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

Keim, 1994

Keim, B., Barczewski, B., Juraschek, M., „Überwachung von Grundwasserbeschaffenheit 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: „Grundwasserüberwachungsprogramm – Ergebnisse der Beprobung 1994“, Karlsruhe, 1995.

Bárdossy, u.a. 1995

Bárdossy, 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, 1995.

LfU, 1996

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Auswirkungen saurer Niederschläge auf Böden und Gewässer“, 2. unveränderte Auflage, Karlsruhe, 1996.

LfU, 1996

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm – Geogen geprägte Hintergrundbe-

schaffenheit – Ergebnisse aus dem Basis-messnetz“, 2. unveränderte Auflage, Karlsruhe, 1996.

LfU, 1996

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Grundwasserüberwachungsprogramm – Beprobung von Grundwasser: Literaturstudie“, 3. unveränderte Auflage, Karlsruhe, 1996

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 – 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, Bd.2 - Grundwasserüberwachungsprogramm – Ergebnisse der Beprobung 1996“, Karlsruhe, 1997.

LfU, 1997

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Handbuch Wasser 3, Bd.3 - Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg: Einfluß der Probennahme 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 Probennahme von Grund-, Roh- und Trinkwasser, 1997.

Bárdossy, 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.

5.2 Fachspezifische EDV-Anwendungen

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.

LfU, 1998

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: „Handbuch Wasser 3, Bd.5 - Grundwasserüberwachungsprogramm – Ergebnisse der Beprobung 1997“, Karlsruhe, 1998.

LfU, 1998

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

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 Informations- und Datenverarbeitung: Teststellung zur Studie „Objektorientierter Zugriff auf Grundwasserdaten“, Karlsruhe, 1998.

IITB 1999

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

IITB 1999

Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung: „Softwarearchitektur für das IT-Segment GWDB“, Karlsruhe, 1999.

Anhang

A1 Messstellenarten

Für die Auswertung werden die Messstellen nach Nutzung bzw. potentiellen Emittenten im Einzugsgebiet zusammengefaßt. Damit ergeben sich folgende Messstellenarten:

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, Silikat, Aluminium, Arsen, Blei, Cadmium, Nickel, Zink, Kupfer, Barium

Messprogramm „N“

Nitrat, Nitrit, Ammonium

Messprogramm „K“

Temperatur, Elektrische Leitfähigkeit (bei 25°C), pH-Wert (bei ...°C), Säurekapazität bis pH 4,3 (bei ...°C), Summe Erdalkalien, SAK-254, Nitrat

Messprogramm „LHKW und BTXE“

Trichlormethan, 1,1,1-Trichlorethan, Trichlorethen, Tetrachlorethen, Dichlormethan, Tetrachlormethan, cis-1,2-Dichlorethen; Benzol, Toluol, o/m/p-Xylol, Ethylbenzol

Messprogramm „PSM-1“

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

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 interessiert.
- Zur einheitlichen Verarbeitung der Daten wird die Rangstatistik nicht nur auf die Spurenstoffe, sondern auf alle Parameter angewendet. Soweit es jedoch zum allgemeineren Verständnis erforderlich ist, wird parallel dazu auch der Mittelwert angegeben.

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).

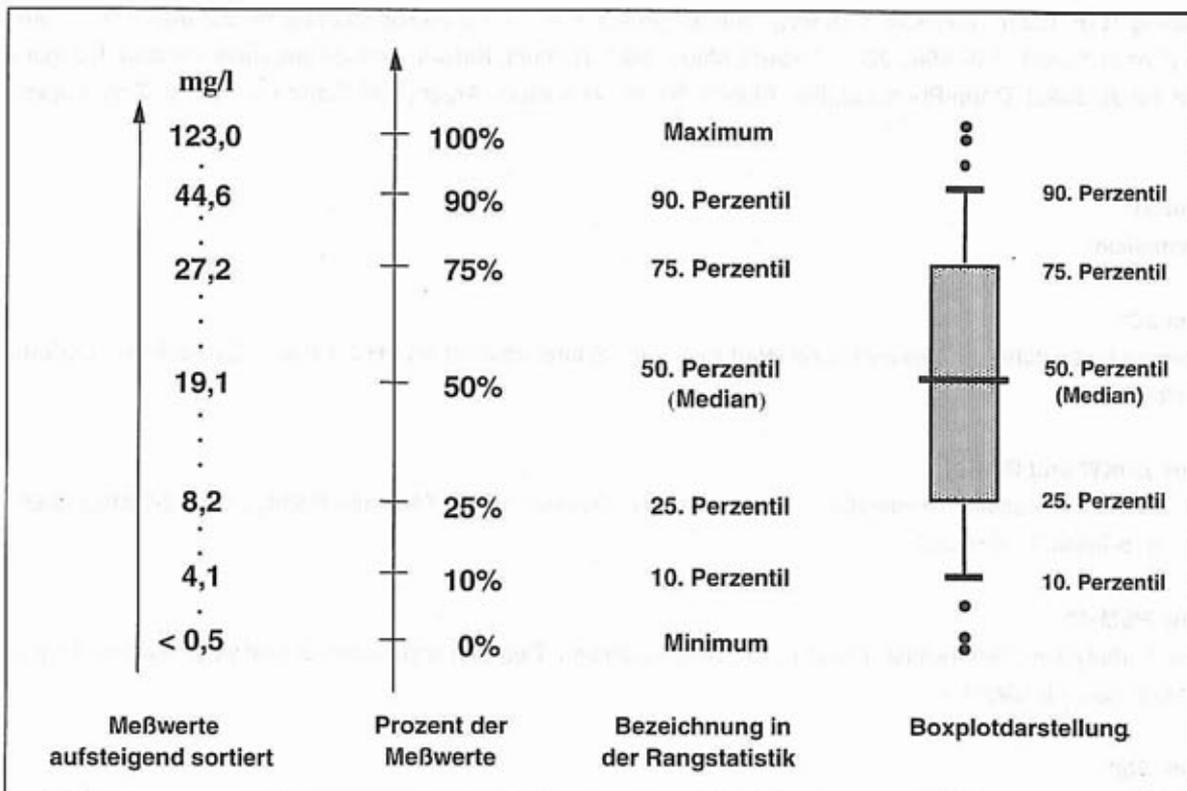


Abbildung. A1: Beispiel für die Rangstatistik und die Boxplotdarstellung

A3.3 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 für die betreffende Messstelle berechnet.

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

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“
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	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	0,0780
Summe LHKW nach TrinkwV	< 0,0050	0,0052	0,0054	0,1505

Tabelle A2: Anlässlich der Beprobung 1998 häufig auftretende Bestimmungsgrenzen sowie Warnwerte (WW) des Grundwasserüberwachungsprogrammes und Grenzwerte (GW) nach Trinkwasserverordnung vom 05.12.1990.

Parameter	Dimension	Anz. Mst. Mw<BG	Bestimmungsgrenzen *	Warnwert	Grenz- wert
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	2	0,05 / 0,1	-	-
Summe Erdalkalien (GH)	mmol/l	2	0,01	-	-
Sauerstoff	mg/l	96	0,1 / 0,2 / 0,5	-	-
DOC	mg/l	40	0,1 / 0,2 / 0,5	3,0	-
AOX	mg/l	302	0,005 / 0,01	0,05	-
Calcium	mg/l	0	entfällt	320,0	400,0
Magnesium	mg/l	1	1,0	40,0	50,0
Natrium	mg/l	0	entfällt	120,0	150,0
Kalium	mg/l	15	0,3 / 0,5 / 1,0	10,00	12,00
Chlorid	mg/l	3	0,5 / 3,0 / 5,0	200,0	250,0
Ammonium	mg/l	355	0,003 / 0,005 / 0,01	0,4	0,5
Nitrat	mg/l	149	0,1 / 0,3 / 0,4 / 0,5	40,0	50,0
Nitrit	mg/l	366	0,01	0,08	0,1
Sulfat	mg/l	1	2,0	240,0	240,0
Ortho-Phosphat	mg/l	87	0,005 / 0,01 / 0,03 / 0,1	-	6,700
Bor	mg/l	978	0,02 / 0,03	0,100	1,000
Aluminium	mg/l	103	0,005 / 0,01 / 0,03	0,16	0,2
Arsen	mg/l	227	0,0002 / 0,0005 / 0,001 / 0,005	0,008	0,01
Blei	mg/l	1783	0,0005 / 0,001	0,02	0,04
Cadmium	mg/l	342	0,0001 / 0,0002 / 0,0005	0,002	0,005
Chrom, gesamt	mg/l	284	0,0005 / 0,001 / 0,005	0,01	0,05
Cyanid, gesamt	mg/l	280	0,004 / 0,005 / 0,01	0,01	0,05
Fluorid	mg/l	40	0,01 / 0,05 / 0,1 / 0,2	1,2	1,5
Nickel	mg/l	277	0,0005 / 0,001 / 0,002 / 0,003	0,04	0,05
Quecksilber	mg/l	288	0,00001 / 0,00005 / 0,0001 / 0,0002	0,0008	0,001
Zink	mg/l	95	0,005 / 0,01 / 0,02 / 0,05	-	-
Summe LHKW nach TrinkwV	mg/l	-	entfällt	0,008	0,010
1,1,1-Trichlorethan	mg/l	2203	0,0001	0,005	-
Trichlorethen („Tri“)	mg/l	1889	0,0001	0,005	-
Tetrachlorethen („Per“)	mg/l	1747	0,0001	0,005	-
Dichlormethan	mg/l	2457	0,001 / 0,002 / 0,005 / 0,01	0,020	-
Tetrachlormethan	mg/l	2382	0,0001	0,0024	0,003
cis-1,2-Dichlorethen	mg/l	2216	0,001 / 0,005	0,020	-
KW, gelöst und emulgiert	mg/l	47	0,01 / 0,05	-	0,01
Atrazin	µg/l	769	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,08	0,1
Simazin	µg/l	949	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,08	0,1
Terbutylazin	µg/l	993	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,08	0,1
Metolachlor	µg/l	990	0,01 / 0,02 / 0,05	0,08	0,1
Metazachlor	µg/l	994	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,08	0,1
Desethylatrazin	µg/l	656	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,08	0,1
Desisopropylatrazin	µg/l	948	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05 / 0,1	0,08	0,1
Desethylterbutylazin	µg/l	953	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,08	0,1
Propazin	µg/l	934	0,01 / 0,02 / 0,03 / 0,05	0,08	0,1
Bromacil	µg/l	818	0,01 / 0,02 / 0,05	0,08	0,1
Hexazinon	µg/l	846	0,01 / 0,02 / 0,05 / 0,1	0,08	0,1
Metalaxyl	µg/l	814	0,01 / 0,02 / 0,05 / 0,1	0,08	0,1
Benzol	µg/l	2146	1,0	2,0	-
Toluol	µg/l	2146	1,0	2,0	-
o-/m-/p-Xylol	µg/l	2136	0,1 / 1,0 / 2,0	2,0	-
Ethylbenzol	µg/l	2151	1,0	2,0	-
EDTA	µg/l	1330	0,5	1,0	-
NTA	µg/l	1988	0,1 / 0,5	1,0	-

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. 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:

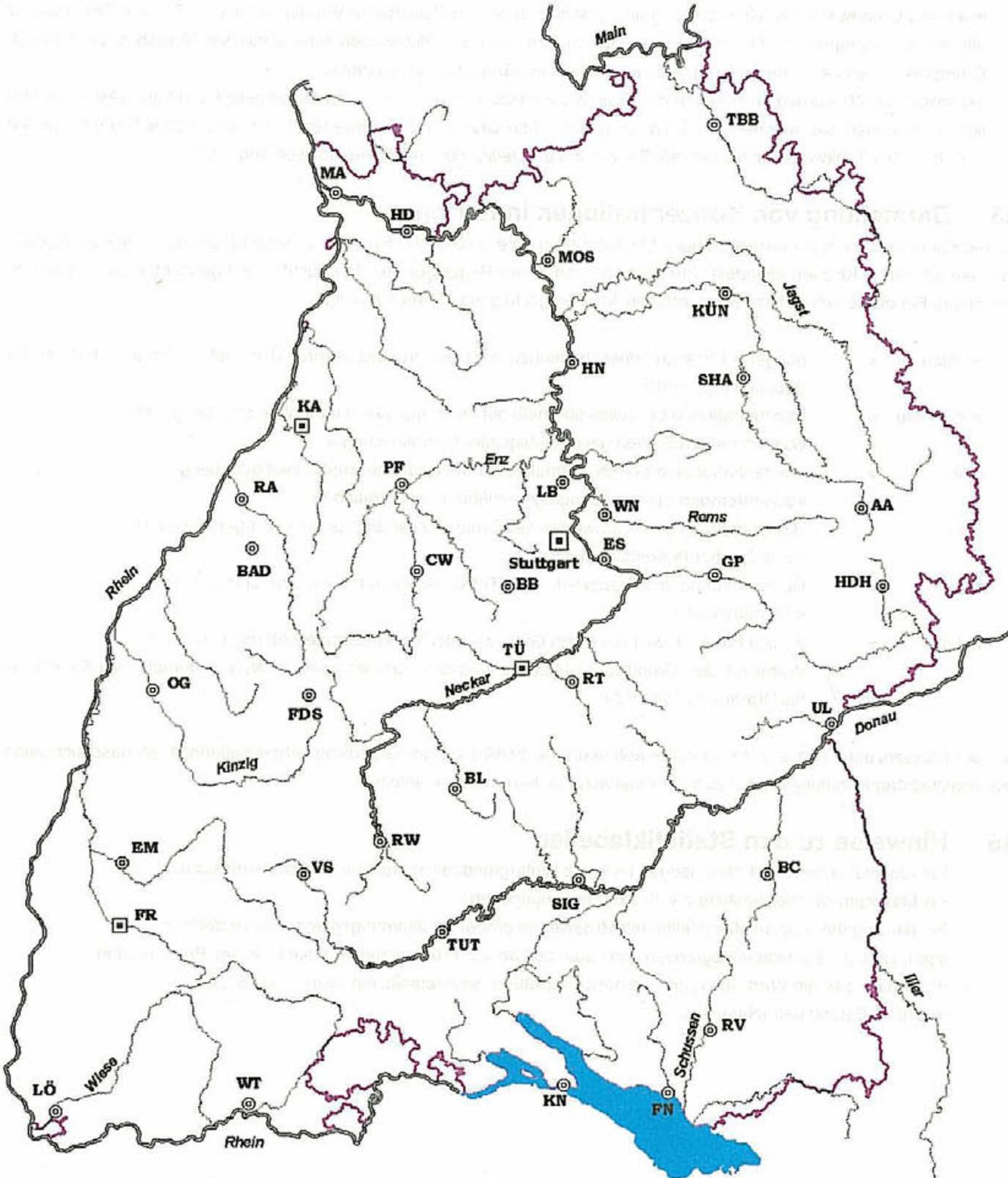
- hellblau = geogene Hintergrundbeschaffenheit oder bei grundwasserfremden Stoffen Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze
- dunkelblau = Konzentrationen bis etwas oberhalb der Hintergrundbeschaffenheit oder bei grundwasserfremden Stoffen geringe ubiquitäre Beeinflussungen.
- grün = Konzentrationen merklich 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