



Grundwasserschutz 35

# Grundwasser-Überwachungsprogramm

 Ergebnisse der Beprobung 2006 – Kurzbericht



Baden-Württemberg

# Zusammenfassung

Im Mittel bewegten sich die Grundwasserstände und Quellschüttungen im Jahr 2006 auf insgesamt höherem Niveau als im Vorjahr und entsprechen langjährig mittleren Verhältnissen. Die starken Frühjahrsniederschläge haben signifikante Zunahmen auf überdurchschnittliche Werte bewirkt. Im weiteren Jahresverlauf waren die quantitativen Grundwasserverhältnisse unauffällig.

Nitrat ist die Hauptbelastung des Grundwassers in der Fläche. An jeder neunten Messstelle wird eine Grenzwert-überschreitung festgestellt.

Die von 2004 auf 2005 aufgrund des extremen Trockenjahres 2003 angestiegene Nitratbelastung hat sich 2006 stabilisiert. Sie entspricht dem der Jahre 2002/2003 - also den Jahren vor der Trockenperiode 2003/2004. Die Werte liegen weiterhin unterhalb der Belastungssituation der 1990er Jahre.

Erfreulich ist, dass der landesweit festgestellte Anstieg der Nitratbelastung von 2004 auf 2005/2006 innerhalb der Wasserschutzgebiete deutlich geringer ausfällt als außerhalb von Wasserschutzgebieten und dass sich die Belastung in den Nitratsanierungsgebieten – entgegen dem landesweiten Trend – auch 2005 und 2006 weiter verringert. Offenbar zeigen die im Rahmen der Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) durchgeführten Maßnahmen in der Landwirtschaft Wirkung.

Das Monitoring auf Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und deren Abbauprodukte ist im Landesmessnetz seit rund 20 Jahren etabliert. Dadurch konnten diejenigen Stoffe identifiziert werden, die für das Grundwasser und die Trinkwasserversorgung ein Problem darstellen. Insbesondere

die Triazine erwiesen sich als sehr schlecht im Untergrund abbaubar und damit langlebig. Nur durch Totalverbote konnte die Belastung mit diesen Stoffen und deren Abbauprodukten im Laufe der Jahre reduziert werden. Bei anderen Stoffen wie beispielsweise Bentazon konnten – auch aufgrund der Ergebnisse aus Baden-Württemberg – Verbesserungen durch eine Konkretisierung der Anwendungsbestimmungen erreicht werden. Insgesamt gesehen hat sich die Belastungssituation in Baden-Württemberg in den letzten Jahren merklich entspannt.

Jedoch müssen die Funde der Ende letzten Jahres erstmalig gefundenen Abbauprodukte der Wirkstoffe Tolyfluanid und Chloridazon mit großer Sorge betrachtet werden. Sie erreichten Werte in Konzentrationen von mehreren Mikrogramm pro Liter. Für Tolyfluanid ordnete das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit daraufhin ein bundesweites Ruhen der Zulassung bis Ende 2007 an. Für Chloridazon konnte für Baden-Württemberg und Bayern mit den Herstellern eine freiwillige Vereinbarung hinsichtlich der Verringerung der ausgebrachten Wirkstoffmengen abgeschlossen werden. In Zukunft wird sich das Augenmerk auf die Problematik der Metaboliten dieser und weiterer Wirkstoffe richten.

Die großräumigen industriell und landwirtschaftlich verursachten Belastungen des Grundwassers geben trotz deutlicher Verbesserungen der Situation mit Nitrat, LHKW, Komplexbildnern und Pflanzenschutzmitteln weiterhin Anlass zur Besorgnis. Bereits eingeleitete Schutzmaßnahmen, die Sanierung der Abwasseranlagen bzw. die Einführung von nicht umweltgefährdenden Ersatzstoffen in der Industrie sind weiter zu verfolgen bzw. zu verbessern.

# Das Grundwassermessnetz

Die Situation bei der Grundwassermenge wurde anhand der Daten von 220 Trendmessstellen ermittelt.

Die Grundwasserbeschaffenheit hat die LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden - Württemberg an insgesamt 2.058 Messstellen des Landesmessnetzes untersucht. Diese Messstellen sind auf verschiedene Teilmessnetze aufgeteilt. An diesen Messstellen hat die LUBW im Jahr 2006 schwerpunktmäßig

die landwirtschaftstypischen Parameter wie Nitrat und einige ausgewählte Pflanzenschutzmittel untersucht.

Die Wasserversorgungswirtschaft Baden-Württembergs stellte 2.766 Nitrat-Daten von 1.292 Messstellen in Wasserschutzgebieten als Kooperationsbeitrag zur Verfügung. Zu 1.010 Messstellen wurden die vereinbarten Analysen für Pflanzenschutzmittelwirkstoffe (PSM) und deren Abbauprodukte übermittelt. Diese Kooperations-Messstellen liegen alle in Wasserschutzgebieten.

## Die Grundwassermenge

Nachdem zum Jahresende 2005 ein niedriges Grundwasserniveau erreicht wurde, konnten 2006 die Frühjahrsniederschläge eine Erholung der Grundwasservorräte auf überdurchschnittliche Verhältnisse herbeiführen. Im weiteren Jahresverlauf entsprachen die quantitativen Grundwasserverhältnisse den langjährigen Erfahrungswerten.

Die Niederschlagsverteilung innerhalb des Jahres 2006 weicht vom mittleren Gang stark ab. Auf den niederschlagsarmen Jahresbeginn folgten ein überdurchschnittlich regenreiches Frühjahr und ein extrem nasser August (Abb. 1, 2).

Im Jahr 2006 lagen die Jahressummen der Niederschläge mit 97 % im Bereich des langjährigen Mittels (Abb. 1). Die Lysimeterbeobachtungen verdeutlichen eine intensive Grundwasserneubildung aus Niederschlägen im Zeitraum von Februar bis Juni 2006 (Abb. 2). Nach dem naturgemäßen Ausbleiben der Sickerung im Sommer haben die Starkniederschläge im August 2006 für einen vergleichsweise frühen Wiederbeginn der Grundwasserneubildung im Spätsommer und dadurch für eine Stabilisierung der Grundwasserstände gesorgt (Abb. 2).

Im Mittel bewegen sich die Grundwasserstände und Quellschüttungen im Jahr 2006 auf insgesamt höherem Niveau als im Vorjahr und entsprechen langjährig mittleren Verhältnissen. Der Jahresgang der Grundwasserneubildung

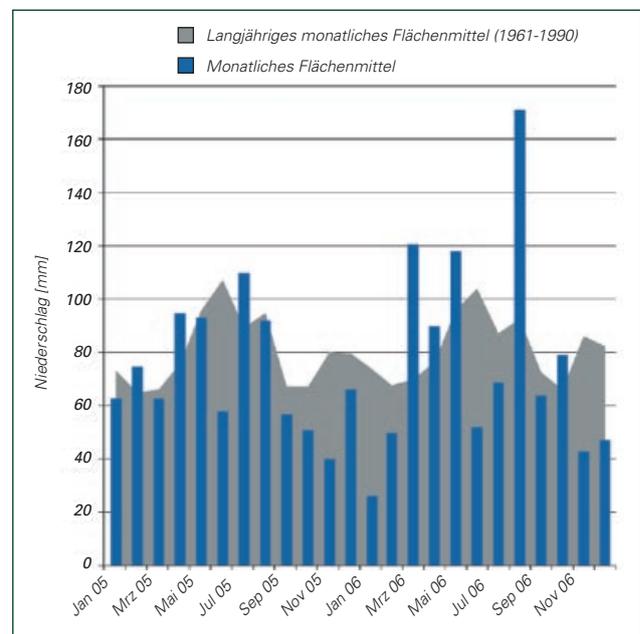


Abb. 1: Monatliche Flächenmittel des Niederschlags (Balken) für Baden - Württemberg 2005 bis 2006. Die blau hinterlegte Kurve stellt die von 1961 bis 1990 langjährig berechneten mittleren Monatsniederschlags-summen dar.

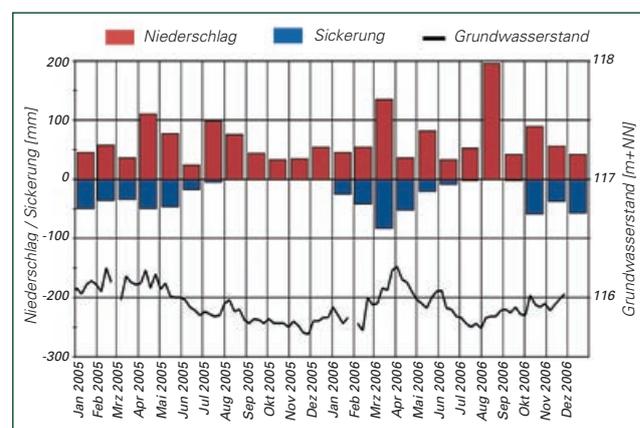


Abb. 2: Monatliche Niederschläge, Sickerungen und Grundwasserstände am Lysimeter Rauental (Oberheingraben) 2005 - 2006.

2006 entspricht weitgehend der erwartungsgemäßen Dynamik.

In Abb. 3 kennzeichnen rot und gelb markierte Messstellen Bereiche, in denen die für 2006 berechneten mittleren Grundwasserstände bzw. Quellschüttungen unterhalb des Mittels aus den letzten 20 Jahren liegen.

Trendberechnungen zeigen, dass die kurzfristige Entwicklung (10 Jahre) - insbesondere im Rheineinzugsgebiet - insgesamt rückläufig ist, die mittelfristige Entwicklung (20 Jahre) steigend und die langfristige Entwicklung (50 Jahre) ausgeglichen bis leicht rückläufig ausfällt.

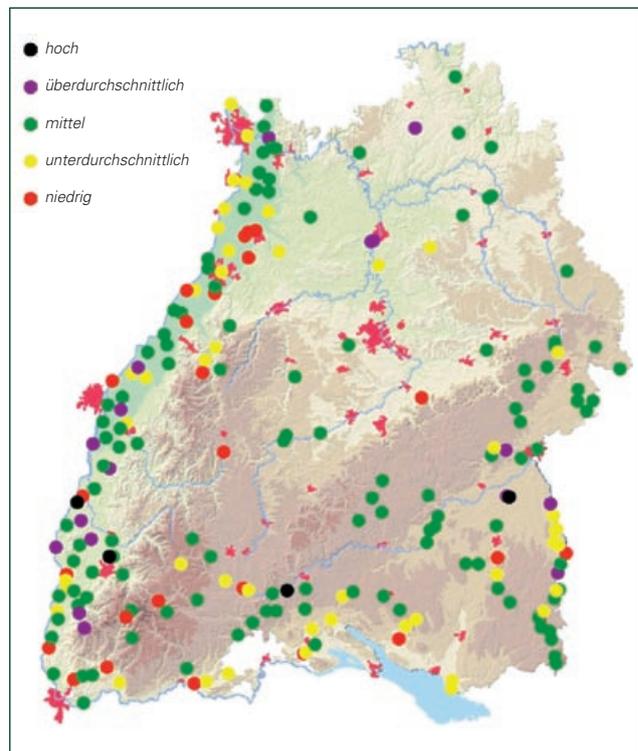


Abb. 3: Mittlere Grundwasserverhältnisse 2006

## Die Grundwasserbeschaffenheit

### NITRAT

#### GESAMTSITUATION

Die Maßnahmen zur Reduzierung der Nitratbelastung - hierzu zählen in Baden-Württemberg insbesondere die Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) und das Marktentlastungs- und Kulturlandschaftsausgleichsprogramm (MEKA) - haben in den letzten zehn Jahren erfreulicherweise zu einer Abnahme der Nitratbelastung geführt, jedoch ist die Belastung in weiten Teilen des Landes nach wie vor hoch.

Der Nitrat-Warnwert des Grundwasserüberwachungsprogramms von 40 mg/l wird an jeder fünften Landesmessstelle überschritten, der Grenzwert der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) bzw. der Qualitätsnorm der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) von 50 mg/l an jeder neunten Landesmessstelle.

Die regionalen Belastungsschwerpunkte liegen in den Räumen Markgräfler Land, Bruchsal-Mannheim-Heidelberg, Kraichgau, Stuttgart-Heilbronn, Main-Tauber-Kreis und Oberschwaben (Abb. 4).

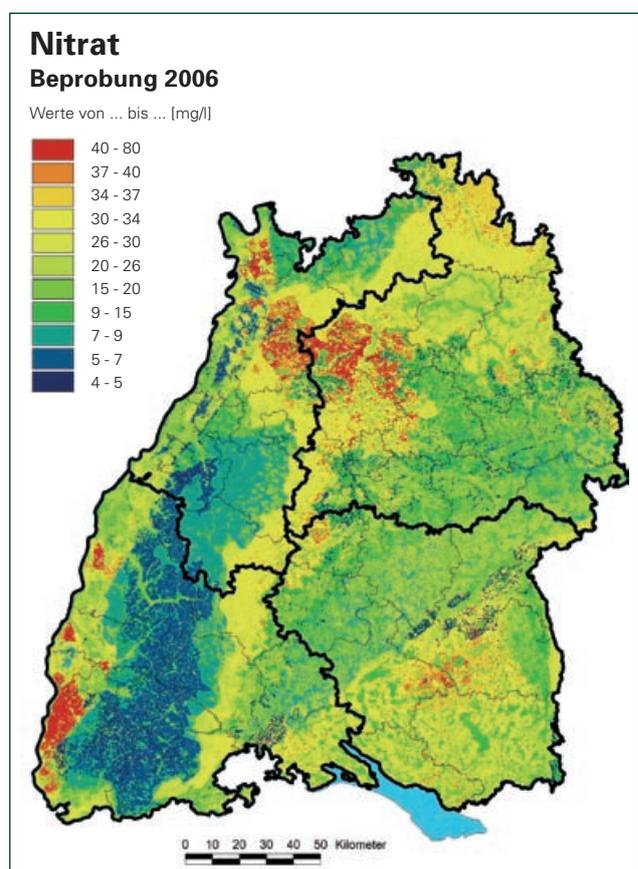


Abb. 4: Nitratgehalte 2006 im oberflächennahen Grundwasser

Bei der kurzfristigen Nitrat-Entwicklung von 2005 auf 2006 ist das landesweite Mittel um 0,4 mg/l gestiegen. Dieser erneute Belastungsanstieg ist wie schon der Anstieg von 2004 auf 2005 auf das Trockenjahr 2003 zurückzuführen. Im damaligen Extremsommer lagen die landwirtschaftlichen Erträge weit unter dem Durchschnitt und damit auch die von den Pflanzen aufgenommenen Nährstoffmengen. Die Landwirte konnten bei der Düngung im Frühjahr 2003 den trockenheitsbedingten Minderbedarf noch nicht abschätzen. Die Beprobung der landwirtschaftlich genutzten Böden im Herbst 2003 zeigte daher auch einen Anstieg der Bodenstickstoffwerte gegenüber dem Jahr 2002. Dieser Anstieg der Nitratwerte im Boden, der sich in den Folgejahren nicht fortsetzte, wurde bis 2005/2006 in das Grundwasser ausgetragen und führt jetzt dort zum Anstieg der Nitratgehalte.

An 48 % der Landesmessstellen sind Zunahmen, an 44 % Abnahmen festzustellen. Während 2005 die Belastung an nahezu allen Messstellen mit Konzentrationen von über 10 mg/l zugenommen hatte, sind 2006 hauptsächlich nur noch die Messstellen der Konzentrationsklassen größer 25 mg/l betroffen. An Messstellen mit Nitratgehalten unter 25 mg/l sind meist Abnahmen zu beobachten.

Die mittelfristige Nitrat-Entwicklung seit 1994 an regelmäßig in jedem Jahr im Herbst beprobten Landesmessstellen zeigt, dass sich der seit 1994 festgestellte fallende Trend 2005 und 2006 nicht fortsetzt. Schon in den Jahren 1997, 1999 und 2001 gab es kurzfristige Zunahmen (Abb. 5).

Im Jahr 2006 kommt es zu einer Konsolidierung des 2005 angestiegenen Belastungsniveaus. Dies gilt sowohl für das Gesamtmessnetz wie auch für das Landwirtschaftsmessnetz - sowohl für Bereiche innerhalb als auch außerhalb von Wasserschutzgebieten (Abb. 6).

Mit der Belastungszunahme von 2004 auf 2005/2006 wird wieder das Niveau von 2002/2003 erreicht.

Es bleibt abzuwarten, ob die erst im Jahr 2005 einsetzende Nitratauswaschung des in den Trockenjahren 2003/2004 in den oberen Bodenschichten angereicherten Stickstoffs in das Grundwasser bereits abgeschlossen ist oder ob es zu einem weiteren Konzentrationsanstieg kommen wird. Die nach 2003 gemessenen weitaus niedrigeren Bodenstickstoff-

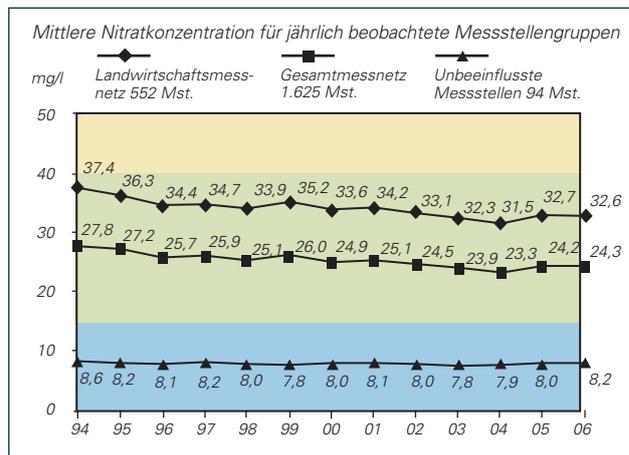


Abb. 5: Mittelfristige Trends der mittleren Jahres-Nitratkonzentrationen für jährlich beobachtete Messstellengruppen, sowohl innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten (nur Landesmessstellen).

werte in landwirtschaftlich genutzten Böden lassen mittelfristig eine Fortsetzung des fallenden Trends erwarten.

Insgesamt hat die mittlere Nitratkonzentration im gesamten Landesmessnetz von 1994 bis 2006 um etwa 13,0 % abgenommen.

#### NITRATBELASTUNG IN WASSERSCHUTZGEBIETEN

Erfreulich ist, dass der Belastungszunahme von 2004 auf 2005/2006 innerhalb der Wasserschutzgebiete deutlich geringer ausfällt als außerhalb von Wasserschutzgebieten (Abb. 6). Dies unterstreicht die Richtigkeit der ergriffenen umweltpolitischen Lenkungsmaßnahmen durch die SchALVO, besonders in den hoch belasteten Problem- und Sanierungsgebieten.

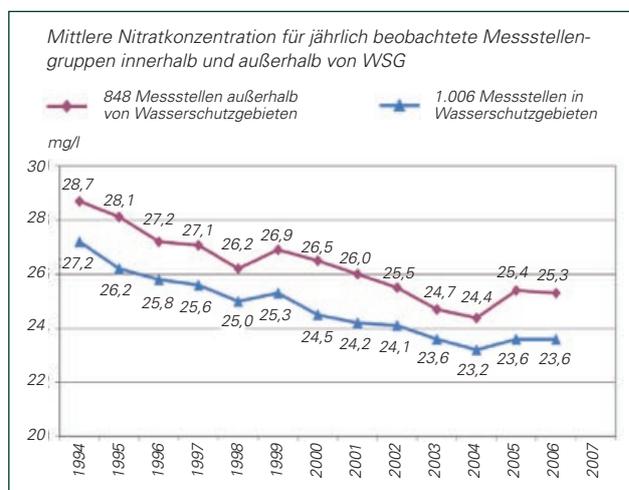


Abb. 6: Mittelfristige Trends der mittleren Jahres-Nitratkonzentrationen für jährlich beobachtete Messstellengruppen - getrennt nach der Lage der Messstellen innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten (WSG) (Alle Landesmessstellen und Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen).

Entgegen der landesweiten Trendumkehr 2005 und 2006 nimmt der Nitratgehalt in den Wasserschutzgebieten bei den hoch belasteten Sanierungsgebieten weiterhin seit 2001 von Jahr zu Jahr ab (Abb. 7).

Dagegen ist in den Problem- und Normalgebieten von 2005 auf 2006 eine leichte Zunahme der Nitratbelastung zu beobachten.

Die mittelfristigen Trendbeobachtungen in den nach der Nitratbelastung von 2001 klassifizierten Wasserschutzgebieten zeigen im Vergleich von 2006 zu 2001 bei den stärker belasteten Problem- und Sanierungsgebieten Abnahmen. Die Belastungsreduzierungen betragen im Mittel 1,7 mg/l in den Problemgebieten und 3,6 mg/l in den Sanierungsgebieten (Abb. 7). In den gering belasteten Normalgebieten gibt es im Mittel keine wesentlichen Veränderungen.

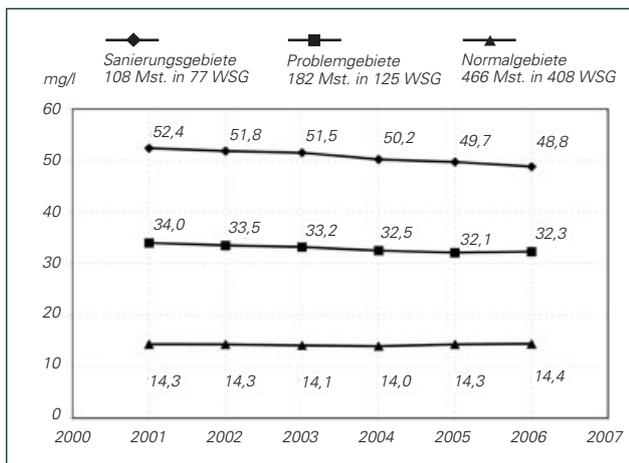


Abb. 7: Mittelfristige Trends der mittleren Jahres-Nitratkonzentrationen für jährlich beobachtete Messstellen (Mst.) in Wasserschutzgebieten (WSG) (Landesmessstellen und Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen. Anm.: Nur für die WSG-Einstufung maßgebliche Messstellen).

#### PFLANZENSCHUTZMITTEL UND DEREN ABBAUPRODUKTE (PSM)

Das Messprogramm der Pflanzenschutzmittel umfasste 2006 bei der Herbstbeprobung 13 erstmals im Landesmessnetz untersuchte Herbizide und Fungizide sowie fünf bereits früher untersuchte Phenylharnstoffe. Erfreulicherweise gab es insgesamt nur 16 Positivbefunde. Bei fünf Stoffen war der Grenzwert der TrinkwV bzw. der Qualitätsnorm der WRRL von 0,1 µg/l überschritten, davon viermal an der gleichen Messstelle.

Die Auswertung der PSM-Daten von 86 häufig gemessenen Wirkstoffen und 6 Abbauprodukten im Zeitraum 1997 – 2006 zur Beschreibung der Gesamtsituation PSM zeigt:

- 37 Substanzen wurden an keiner einzigen Messstelle gefunden, darunter 1 Abbauprodukt, 28 nicht mehr zugelassene und 8 zugelassene Wirkstoffe.
- Positive Befunde in Konzentrationen unter dem Grenzwert der TrinkwV bzw. der Qualitätsnorm der WRRL lagen von 28 Stoffen vor (1 Abbauprodukt, 19 nicht mehr zugelassene und 8 zugelassene Wirkstoffe).
- Grenzwertüberschreitungen an bis zu 1 % der Messstellen werden durch 25 Stoffe verursacht (2 Abbauprodukte, 10 nicht mehr zugelassene und 13 zugelassene Wirkstoffe).
- Grenzwertüberschreitungen an mehr als 1 % der Messstellen werden durch die Abbauprodukte 2,6-Dichlorbenzamid und Desethylatrazin hervorgerufen.

Aufgrund von aktuellen Ereignissen zum Jahresende 2006 wurde in Pilotuntersuchungen die Belastung mit Abbauprodukten von zwei häufig eingesetzten PSM-Wirkstoffen untersucht. Es handelt sich dabei um

- Desphenylchloridazon und Methyldesphenylchloridazon („Metabolit B“ und „Metabolit B1“), Abbauprodukte von Chloridazon, das seit über 40 Jahren als Herbizid im Futter- und Zuckerrübenanbau verwendet wird. Nur an 4 bzw. 12 von 41 „Verdachtsmessstellen“ wurden keine Abbauprodukte gefunden, ansonsten war die Belastung überraschend hoch: In 35 Fällen lag die Konzentration des Metaboliten B und in 21 Fällen die Konzentration des Metaboliten B1 über dem Wert von 0,1 µg/l. Daraufhin wurde eine freiwillige Vereinbarung zwischen den Zulassungsinhabern und dem Land geschlossen, dass künftig aus „Vorsorgegründen keine chloridazonhaltigen Produkte mehr in sensiblen und für die Trinkwassergewinnung bedeutsamen Gebieten verwendet werden“. Auch die Handelsprodukte, die ausschließlich Chloridazon enthalten, werden in Baden-Württemberg künftig nicht mehr eingesetzt.

- N,N-Dimethylsulfamid (DMS), ein neu entdecktes Abbauprodukt von Tolyfluanid, das als Fungizid in Reben- und Obstkulturen eingesetzt wird. Aus Dimethylsulfamid

kann bei der Trinkwasseraufbereitung mit Ozon kanzerogenes N-Nitrosodimethylamin (NDMA) entstehen.

An 36 der 101 „Verdachtsmessstellen“ wurde kein DMS nachgewiesen, bei 57 Messstellen lag eine Überschreitung des Grenzwerts der TrinkwV bzw. der Qualitätsnorm der WRRL vor. Sehr hohe Belastungen von rund 6 - 11 µg/l traten im Bereich von Erdbeerfeldern, Weinbau und Obstplantagen auf. Der Spitzenwert von 16 µg/l wurde in einer Quelfassung gemessen, in deren Einzugsgebiet ausschließlich Weinberge liegen. Inzwischen hat das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit vorsorglich für tolylfluoridhaltige PSM ein Ruhen der Zulassung bis zum 31.12.2007 angeordnet.

#### ORGANISCHE SPURENSTOFFE

Das Monitoring von Arzneimittelwirkstoffen wurde 2006 fortgesetzt. Von 22 untersuchten Verdachtsmessstellen waren 16 mit bis zu sieben Wirkstoffen belastet. Die sowohl nach Anzahl als auch nach Konzentration am häufigsten vertretenen Substanzen waren Carbamazepin, Diclofenac und die iodierten Röntgenkontrastmittel Iopamidol und Amidotrizoesäure. Gegenüber den letzten Messungen im Jahr 2000 wurden 2006 mehr Wirkstoffe an mehr Messstellen nachgewiesen. An Messstellen, die unmittelbar durch Rohabwasser beeinflusst sind, z.B. durch undichte Abwasserleitungen oder Klärbecken, findet man typischerweise Carbamazepin, Diclofenac und Bezafibrat in Konzentrationen von 500 bis 1200 ng/l, Röntgenkontrastmittel bis zu 200 ng/l. An Messstellen, die durch gereinigtes Abwasser aus Kläranlagenabläufen bzw. über Uferfiltrat beeinflusst sind, sind die in der Kläranlage gut bis mittelmäßig eliminierbaren Substanzen wie Bezafibrat und Diclofenac nicht mehr nachweisbar, wohl aber die schlecht bis gar nicht eliminierbaren Verbindungen wie Carbamazepin und Amidotrizoesäure.

Arzneimittelwirkstoffe in den derzeit gefundenen Konzentrationen stellen aus Sicht des Gesundheitsschutzes keine Gefährdung dar, weder bei kurzzeitiger noch bei lebenslanger Aufnahme. Dennoch sollten aus Gründen des Vorsorgeprinzips alle Maßnahmen in Betracht gezogen werden, die den Eintrag von Arzneimittelwirkstoffen vermeiden oder verringern. Pilotuntersuchungen, bei denen in der Kläranlage eine Nachreinigung der Abwässer mit Aktivkohle erfolgt, haben gezeigt, dass je nach Wirkstoff eine Entfernung von 40 - 95 % möglich ist.

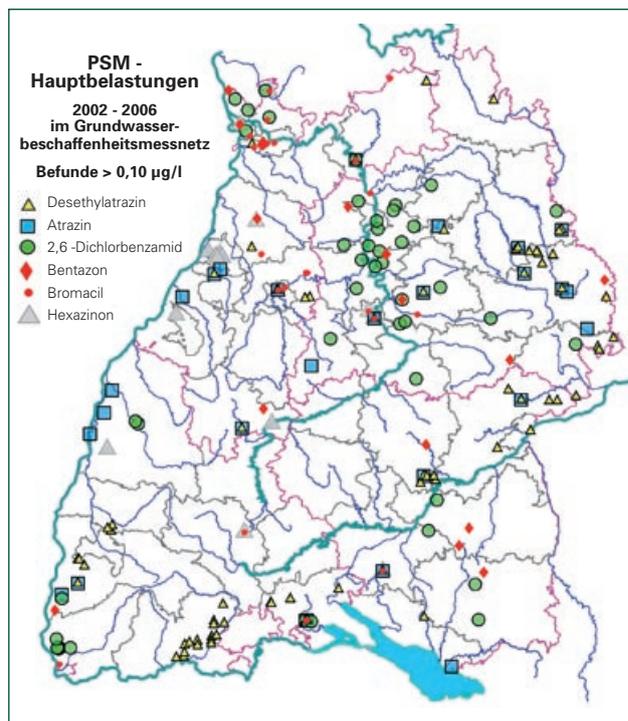


Abb. 8: PSM-Hauptbelastungen: 4 PSM-Wirkstoffe und 2 Abbauprodukte an 217 Messstellen mit Befunden über dem Grenzwert der TrinkwV bzw. der Qualitätsnorm der WRRL von 0,1 µg/l. Datengrundlage: Landesmessstellen und Kooperationsmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen: pro Messstelle jeweils der aktuellste Messwert aus dem Zeitraum 2002 bis 2006.

Perfluorierte Tenside (PFT) gelangten im Sommer 2006 in die Schlagzeilen, als in Nordrhein-Westfalen PFT-haltiger „Dünger“ auf Felder ausgebracht wurde und in der Folge hohe Konzentrationen an Perfluorooktanat (PFOA) im Trinkwasser des Hochsauerlandkreises gefunden wurden. Bei der Untersuchung von 46 Verdachtsmessstellen in Baden-Württemberg wurden an 70 % der Messstellen PFT gefunden, insbesondere die am häufigsten vorkommenden Substanzen Perfluorooktanat (PFOA) und Perfluoroktansulfonat (PFOS). Hohe Befunde an Perfluorobutansulfonat (PFBS) an Messstellen entlang des Rheins konnten auf eine Stoßeinleitung in den Rhein in der Schweiz zurückgeführt werden. Insgesamt stellen Perfluorierte Tenside in Baden-Württemberg derzeit kein flächendeckendes Problem für das Grundwasser dar. Die Ursachen der punktuellen Belastungen sind auf Altablagerungen, Feuerlöscheinsätze und betriebliche Unfälle zurückzuführen.

#### HINWEIS:

Diese Kurzfassung basiert auf dem ausführlichen Fachbericht Grundwasserüberwachungsprogramm Ergebnisse der Beprobung 2006, Reihe Grundwasserschutz Bd. 34, 2007.



## IMPRESSUM

**HERAUSGEBER** LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg  
Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe, [www.lubw.baden-wuerttemberg.de](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de)

**BEARBEITUNG & REDAKTION** LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg  
Referat 42 - Grundwasser, Baggerseen

**BEZUG** Diese Kurzfassung (Bd. 35, kostenlos) und der ausführliche Fachbericht  
(Bd. 34, Preis 15 €) sind erhältlich bei der Verlagsauslieferung der LUBW  
JVA Mannheim - Druckerei, Herzogenriedstr. 111, 68169 Mannheim  
[bibliothek@lubw.bwl.de](mailto:bibliothek@lubw.bwl.de) sowie als Download unter: [www.lubw.baden-wuerttemberg.de](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de)

**ISSN** 1437-0131 (Reihe Grundwasserschutz, Bd. 35, 2007)

**STAND** Juli 2007, 1. Auflage

**DRUCK** Agentur und Druckerei Murr GmbH, 76187 Karlsruhe  
Gedruckt auf Recyclingpapier

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