



**Entwicklung der PSM-Belastung
in bayerischen Gewässern –
Bilanz nach 30 Jahren PSM-Monitoring**



analytik



Entwicklung der PSM-Belastung in bayerischen Gewässern – Bilanz nach 30 Jahren PSM-Monitoring

Impressum

Entwicklung der PSM-Belastung in bayerischen Gewässern – Bilanz nach 30 Jahren PSM-Monitoring

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

Bürgermeister-Ulrich-Straße 160

86179 Augsburg

Tel.: 0821 9071-0

Fax: 0821 9071-5556

E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de

Internet: www.lfu.bayern.de/

Redaktion:

LfU

Texte und Bearbeitung:

LfU:

Dr. Markus Scheithauer, Dr. Michael Gierig, Georg Straus, Dr. Simone Simon-O'Malley,
Janet Fripan, Ilona Schlößer, Dr. Thorsten Scheel, Anette Maetze, Dr. Manfred Sengl

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL):

Klaus Gehring, Dr. Josef Huber, Jakob Maier, Werner Heller

Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL):

Dr. Sandra Anstötz, Markus Arndt, Dr. Magnus Jezussek

Bildnachweis:

LfU

Druck:

KESSLER DRUCK + MEDIEN GmbH & Co. KG

Michael-Schäffer-Str. 1, 86399 Bobingen

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

Stand:

April 2018, 2. korrigierte Fassung

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Bei publizistischer Verwertung – auch von Teilen – wird um Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplars gebeten.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Broschüre wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Diese Broschüre wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

Inhaltsverzeichnis

1	Historie	9
2	Rechtsgrundlagen im Pflanzenschutz	13
3	PSM-Analytik	16
3.1	Analysenverfahren und Stoffspektrum	16
3.2	Bestimmungsgrenzen	18
3.3	AQS-System	18
4	Pflanzenschutz und Gewässerschutz	19
4.1	Landbewirtschaftung im Wandel	19
4.2	Pflanzenschutz und Beratung	22
4.3	Anwendungskontrollen Pflanzenschutz	25
4.4	Applikationstechnik	28
5	PSM-Monitoring der Gewässer	31
5.1	Grundwasser	31
5.1.1	Landesmessnetz Grundwasserbeschaffenheit	31
5.1.2	PSM-Schwerpunktprogramme	41
5.1.3	Karstquellen	44
5.1.4	Untersuchungsprogramm „Gleisnahe Brunnen“	46
5.2	Fließgewässer	48
5.2.1	Landesmessnetz	50
5.2.2	Kleinere Fließgewässer mit landwirtschaftlichen Einzugsgebieten	52
5.2.3	Fließgewässermonitoring nach WRRL	56
5.3	Seen	67
5.3.1	Seenmonitoring nach WRRL	67
5.3.2	Ergebnisse 2010 bis 2016	68
5.4	Niederschlagswasser – Nassdepositionsmessungen	70
6	Wasserversorgung	75
6.1	Ergebnisse Rohwasseruntersuchungen	75
6.2	PSM-Konzept: Gemeinsame Strategie zur Ermittlung und Bestimmung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) und deren Metaboliten im Grund- und Trinkwasser	79

6.3	Überwachung nach TrinkwV: Zentrale Wasserversorgungen und Einzelwasserversorgung	80
6.4	Ergebnisse Trinkwasseruntersuchungen	82
6.4.1	Sonderuntersuchung LGL: Pflanzenschutzmittel-Rückstände und relevante Metaboliten	82
6.4.2	Sonderuntersuchung LGL: Nicht relevante Metaboliten	85
6.4.3	Zusammenfassung der Sonderuntersuchungen des LGL	88
7	Gesamtschau über auffällige PSM-Wirkstoffe und Metaboliten	89
7.1	Atrazin mit Metabolit Desethylatrazin	89
7.2	Diuron	91
7.3	Terbuthylazin mit Metabolit Desethylterbuthylazin	91
7.4	Metolachlor mit Metaboliten Metolachlorsulfonsäure und Metolachlorsäure	94
7.5	Bentazon	94
7.6	Metazachlor mit Metaboliten Metazachlorsulfonsäure und Metazachlorsäure	96
7.7	Mecoprop	98
7.8	Chloridazon mit Metaboliten Desphenylchloridazon und Methyl-desphenylchloridazon	98
7.9	Glyphosat mit Metabolit AMPA	100
7.10	Tolyfluanid mit Metabolit Dimethylsulfamid (DMSA)	101
7.11	Dichlobenil mit Metabolit 2,6-Dichlorbenzamid	102
7.12	Isoproturon	104
7.13	Neonicotinoide und Pyrethroide	104
7.14	Weitere auffällige PSM	106
8	Zustandsbewertung und Maßnahmenplanung nach EG-WRRL	107
8.1	Grundwasser	107
8.2	Oberflächengewässer	110
9	Bilanz und Ausblick	114
9.1	Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse	114
9.2	Ausblick und weiterer Handlungsbedarf	116
10	Literaturverzeichnis	119
11	Anhang	122
11.1	Fachtagungen und Berichte	122
11.2	Tabellen	122

Abkürzungsverzeichnis

BfR	Bundesamt für Risikobewertung
BG/UBG	Bestimmungsgrenze/Untere Bestimmungsgrenze
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
EFSA	Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit
EZG	Einzugsgebiet
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
DVGW	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfachs e.V.
FG	Fließgewässer
GA	Gesundheitsamt, d. h. KVB, Abt. Gesundheitswesen
GOW	Gesundheitlicher Orientierungswert
GW	Grundwasser
GWM	Grundwassermessstellen
GWK	Grundwasserkörper
GrwV	Grundwasserverordnung
JD-UQN	Jahresdurchschnitts-UQN
JKI	Julius Kühn-Institut
KVB	Kreisverwaltungsbehörde (für Wasserrecht zuständige Abteilung)
LAWA AO	Arbeitskreis Oberflächengewässer der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LfU	Bayerisches Landesamt für Umwelt
LfL	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
LfW	Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft
LGL	Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit
NAP	Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln
nrM	Nicht relevante Metaboliten
OG	Oberflächengewässer
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
PflSchG	Pflanzenschutzgesetz
PRIO	Prioritärer Wirkstoff nach OGewV
PSM	Pflanzenschutzmittel
RAK	Regulatorisch akzeptable Konzentration
SPEZ	Flussgebietspezifischer Wirkstoff nach OGewV
StMELF	Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
StMGP	Bayer. Staatsministerium für Gesundheit und Pflege
StMUV	Bayer. Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz
TrinkwV	Trinkwasserverordnung
TU	Toxic Units
TW	Trinkwasser
UBA	Umweltbundesamt
UBG	Untere Bestimmungsgrenze
UQN	Umweltqualitätsnorm
WRRL	EG-Wasserrahmenrichtlinie
WWA	Wasserwirtschaftsamt
WVU	Wasserversorgungsunternehmen
ZHK-UQN	Zulässige Höchstkonzentration-UQN

Vorwort

Seit etwas mehr als drei Jahrzehnten wird in Bayern das Pflanzenschutzmittel (PSM)-Monitoring durchgeführt. Hinter diesem Begriff verbirgt sich ein gemeinsames Untersuchungsprogramm von Umwelt-, Landwirtschafts- und Gesundheitsverwaltung. Vorrangige Aufgaben des Monitorings sind das Erkennen, Erfassen und Bewerten der Belastungssituation des Grund- und Trinkwassers sowie der Oberflächengewässer mit PSM. Zur Umsetzung dieser Aufgaben werden eine Reihe von Routine- und Sonderuntersuchungsprogrammen durchgeführt, deren Ergebnisse einmal jährlich präsentiert und die daraus abzuleitenden Folgerungen zwischen den beteiligten Behörden diskutiert werden. Die Untersuchungen im Rahmen des PSM-Monitorings bilden eine notwendige Grundlage, um mögliche Maßnahmen zur Verringerung von Belastungen fachlich zu begründen.



Wesentlicher Bestandteil des vorliegenden Berichts ist die Darstellung der aktuellen Belastungssituation sowie die Analyse von Belastungsentwicklungen der letzten rund 30 Jahre seit Beginn des PSM-Monitorings. Auch mögliche Folgerungen und Konsequenzen werden aufgezeigt. Allgemein ist festzustellen, dass die Anwendung von PSM zu erhöhten Konzentrationen im Grund- und Trinkwasser und zu Überschreitungen der Umweltqualitätsnormen für Oberflächengewässer führen kann. Ziel der gemeinsamen Anstrengungen ist es daher letztendlich, diese Belastungen durch entsprechende Maßnahmen zu minimieren und den guten Zustand der Gewässer im Sinne der EG-Wasserrahmenrichtlinie zu gewährleisten. Zentrale Forderungen sind nach wie vor die Verringerung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln sowie die Durchsetzung der guten fachlichen Praxis vor Ort.

Der vorliegende Bericht wurde vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) mit Textbeiträgen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) und dem Bayerischen Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) erstellt. Die Kapitel der LfL und des LGL wurden bei den Überschriften im Textteil durch entsprechende Nennung kenntlich gemacht.

Wir bedanken uns bei allen Beteiligten für die über all die Jahre hinweg sehr gute und konstruktive Kooperation.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'C. Kumutat', written in a cursive style.

Claus Kumutat
Präsident des Bayerischen Landesamtes für Umwelt

1 Historie

Nach dem Pflanzenschutzgesetz (PflSchG, 2012) werden PSM-Wirkstoffe nur zugelassen, wenn die vorsorgliche Prüfung nach dem Stand von Wissenschaft und Technik ergibt, dass bei Anwendung von PSM nach der guten fachlichen Praxis oder in deren Folge keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier und auf das Grundwasser sowie keine sonstigen, nicht vertretbaren Auswirkungen insbesondere auf den Naturhaushalt zu befürchten sind.

Allerdings kann erst durch ein intensives Monitoring in der Fläche festgestellt werden, ob bei der üblichen Anwendung von PSM unter den verschiedenen örtlichen Verhältnissen auch tatsächlich keine Belastungen des Wassers auftreten.

Seit rund 30 Jahren wird deshalb in Bayern das PSM-Monitoring durchgeführt. Anlass war der Ende der 70er- und Anfang der 80er-Jahre festgestellte Trend zu steigenden Nitratgehalten im Grundwasser sowie der allgemein erreichte Umfang der PSM-Anwendung. Es war zu vermuten, dass in intensiv landwirtschaftlich genutzten Gebieten mit bereits hoher Nitratbelastung auch eine erhöhte Gefährdung des Trinkwassers durch PSM besteht. So wurden in den 60er-Jahren auf dem Gebiet der alten Bundesrepublik Deutschland ca. 12.000 t/a an PSM-Wirkstoffen abgesetzt, 1979 waren es mit ca. 34.000 t/a dreimal so viel, ein Niveau, das annähernd bis heute gehalten wird (BVL, 2016a). Vorrangiges Ziel der Untersuchungen war es, einen Überblick über die Belastungssituation des Grund- und Trinkwassers zu erhalten (Metzner, 2005).

1984 wurde im Rahmen des Monitoring-Programms mit einer orientierenden Untersuchung von PSM-Rückständen in Grund- und Trinkwasser in besonders gefährdeten Gebieten begonnen. Um für diese Gebiete einen Überblick zu gewinnen, wurden zunächst 20 Wasserversorgungsanlagen (WVA) nach entsprechenden Kriterien für eine Untersuchung ausgewählt. Bei diesen anfänglichen Untersuchungen hatten sich bereits die Karstgebiete als ein Belastungsschwerpunkt herausgestellt.

Konkreter Anlass für diese ersten Untersuchungen war die Richtlinie 80/778/EWG „über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch“ (Trinkwasserrichtlinie) vom 15.07.1980, in der erstmals auch Grenzwerte für Pflanzenschutzmittel, nämlich 0,1 µg/l je Einzelsubstanz (Wirkstoff oder relevanter Metabolit) und 0,5 µg/l für die Summe aller PSM-Wirkstoffe und relevanter Metaboliten festgelegt wurden. Diese Grenzwerte hatten Vorsorgecharakter und sind bis heute in den europäischen und nationalen Richtlinien und Verordnungen verankert. Mit dieser Regelung wurden keine Unterschiede im Hinblick auf Toxizität oder Umweltverträglichkeit einzelner Wirkstoffe berücksichtigt, sondern es sollte mit diesen Vorsorgewerten ausgedrückt werden, dass Pflanzenschutzmittel im Grundwasser nicht vorkommen sollen, weil sie dort unerwünscht sind. Die Vorgaben der Trinkwasserrichtlinie wurden mit der Trinkwasserverordnung vom 22.05.1986 umgesetzt. Die darin vorgeschriebenen PSM-Grenzwerte für das Trinkwasser mussten demnach ab dem 01.10.1989 eingehalten werden.

Darüber hinaus wurden PSM-Wirkstoffe mit ungünstigen Versickerungseigenschaften im Rahmen der Zulassung mit einer Wasserschutzgebietsauflage (W-Auflage) belegt. Nach der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung von 1988 (PflSchAnwV, 1988) durften immerhin 79 Mittel mit einer W-Auflage in allen Zonen von amtlich ausgewiesenen Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebieten nicht mehr angewendet werden, darunter auch aktuell noch zugelassene Wirkstoffe wie beispielsweise Bentazon, Dicamba, Haloxyfop, Metazachlor, Picloram, Pirimicarb und Pyridat. In den darauf folgenden Jahren wurden jedoch aufgrund neuer Erkenntnisse sukzessive die meisten der vorgenannten Wirkstoffe aus der PflSchAnwV, Anlage 3 Abschnitt B wieder gestrichen. In der aktuell gültigen PflSchAnwV finden sich praktisch keine aktuell zugelassenen Wirkstoffe mit einer W-Auflage mehr. Einzige Ausnahme stellen Phosphorwasserstoff entwickelnde Verbindungen wie Aluminiumphosphid dar (mit BVL-Anwendungsbestimmung (Code): NG 237). Erst in jüngster Zeit wurde mit Bekanntmachung des BVL

vom 12.02.2015 erneut ein derzeit zugelassener Wirkstoff (Chloridazon) mit einer Wasserschutzgebietsauflage (BVL-Code NG 301) versehen, allerdings bislang nur für drei definierte Wasserschutzgebiete in Nordrhein-Westfalen, und zwar aufgrund von Funden eines nicht relevanten Metaboliten von Chloridazon oberhalb des entsprechenden Vorsorgemaßnahmenwertes von 10 µg/l (BVL, 2015).

Um einen Überblick über die Trinkwassersituation in Bayern hinsichtlich der Belastung mit PSM-Rückständen unabhängig von der Gefährdungseinschätzung der Einzugsgebiete zu erhalten, wurde im Frühjahr 1987 mit der Untersuchung der 50 größten WVA begonnen. Diese 50 WVA deckten etwa die Hälfte des Trinkwasserbedarfs der Bevölkerung. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden bei 33 Anlagen ein- oder mehrmals PSM-Rückstände nachgewiesen; die Anzahl der WVA mit Grenzwertüberschreitungen lag bei acht. Die ermittelten PSM-Belastungen lagen bei maximal 0,28 µg/l Atrazin und 0,5 µg/l Desethylatrazin. Weitere PSM-Rückstände konnten mit den damals vorhandenen analytischen Möglichkeiten nicht nachgewiesen werden. Als wichtiges Resultat konnte festgestellt werden, dass die PSM-Belastung des Grundwassers nicht nur auf wenige kleine WVU beschränkt war, sondern flächenhaft auftrat. Diese PSM-Monitoring-Ergebnisse waren damals eine wichtige Grundlage für das Anwendungsverbot des Herbizids Atrazin im Jahr 1991.

Das PSM-Monitoring-Programm hat in der Vergangenheit einige wesentliche Erweiterungen erfahren, z. B. durch die Aufnahme der Fließgewässer und Seen in die Jahresüberwachungsprogramme, die Kontrolle des Atrazin-Anwendungsverbots mittels Untersuchung von Bodenproben durch die Landwirtschaftsverwaltung sowie durch die Untersuchung der PSM-Einträge über Niederschläge. Neu hinzugekommen sind vor allem auch die zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) (WRRL, 2000) notwendigen zusätzlichen Aufgaben. Die WRRL stellt hohe Anforderungen an die Gewässerqualität. Ziel ist das Erreichen des guten Zustands der Gewässer grundsätzlich bis 2015, spätestens aber bis 2027. Ist dieses Ziel gefährdet bzw. nicht erreicht, sind Maßnahmen erforderlich. Im Zusammenhang mit der Umsetzung der Anforderungen der WRRL erfolgte eine umfangreiche Anpassung der Untersuchungsprogramme für Oberflächengewässer und Grundwasser. So wurde die Anzahl der zu untersuchenden Messstellen deutlich erhöht und der PSM-Untersuchungsumfang überarbeitet (Schuster et al., 2014).

Die Zielsetzung des PSM-Monitorings musste deshalb zur Vorsorge hin entsprechend erweitert werden, d. h. die Ergebnisse aus dem PSM-Monitoring sollen auch in die Grundsätze für eine nachhaltige Nutzung von PSM und einen integrierten Pflanzenschutz einfließen (Metzner, 2005).

Damit gehören nun folgende Aufgaben zum PSM-Monitoring:

- Aufstellen und Durchführen von Messprogrammen in Wasser und Boden
- Aufdecken von Ursachen von PSM-Belastungen
- Darstellen langfristiger Trends
- Bewerten der Auswirkungen der PSM-Anwendung auf das Wasser
- Einleiten geeigneter Maßnahmen zum Gewässerschutz
- Aufzeigen von weiterem Handlungsbedarf (z. B. Anwendungsbeschränkungen)
- Erfüllung von Berichtspflichten
- Informationsaustausch zwischen den beteiligten Verwaltungen, mit den PSM-Herstellern und den Anwendern

Zuletzt wurden die PSM-Monitoringdaten für Bayern 1994 in einem Bericht zusammengefasst (LfW, 1994).

Die Ergebnisse der Routine- und ausgewählter Sonderuntersuchungsprogramme werden in den folgenden Kapiteln dargestellt. Von den zahlreichen Sonderuntersuchungsprogrammen der vergangenen drei Jahrzehnte soll exemplarisch in den beiden folgenden Absätzen auf zwei wichtige Studien kurz eingegangen werden:

In den Jahren 2000 und 2001 wurden Untersuchungen an 91 bzw. 56 gleisnahen Brunnen auf „bahntypische“ PSM durchgeführt, die früher bei der Bahn auf Gleisanlagen eingesetzt wurden, wie z. B. Simazin, Bromacil, Diuron, Ethidimuron sowie Glyphosat, welches auch aktuell Anwendung findet. Mit dieser Untersuchung sollte vor allem erkundet werden, welche Belastungen aus der Anwendung von PSM auf Gleiskörpern resultieren. Dabei wurden in etlichen Fällen Belastungen in den Brunnen nachgewiesen, die aufgrund des Wirkungsspektrums auf Gleisherbizide hindeuten. Neben den Triazinen, die am häufigsten gefunden wurden, waren vor allem Diuron, Ethidimuron und Bromacil auffällig (siehe auch Kapitel 5.1.4).

Auch die Untersuchung von Kläranlagen- und Gehöftabläufen war Gegenstand einiger Sonderuntersuchungen. So wurden u. a. in den Jahren 1996 bis 1998 an 20 Probenahmestellen in fünf Messserien (Probenahme Mai/Juni/Juli bzw. September/Okttober/November; Probenahmestellen aus allen Regierungsbezirken) stichprobenartig 17 Kläranlagenabläufe und drei Gehöftabläufe auf 35 PSM-Wirkstoffe bzw. Metaboliten untersucht. Insgesamt konnten 22 PSM bis zu einem Maximalwert von 23 µg/l nachgewiesen werden. 47 % der Messwerte lagen im Konzentrationsbereich von 0,1-1,0 µg/l, 21 % der Messwerte im Bereich > 1,0 µg/l. Während der Hauptanwendungszeit der PSM im Mai/Juni wurden deutlich mehr PSM gefunden als im Herbst. 21 der 60 Einzelmesswerte > 1,0 µg/l wurden aufgrund der gegenüber Kläranlagenabläufen geringeren Verdünnung bei den 3 untersuchten Gehöftabläufen gefunden. Regionale Unterschiede bei Art oder Zahl der Befunde waren nicht feststellbar. Die erhaltenen PSM-Befunde sind mit bisher aus der Literatur bekannten Daten bezüglich Wirkungsspektrum und Größenordnung gut vergleichbar und weisen auf die große Bedeutung hin, die punktuelle PSM-Einträge auf PSM-Konzentrationen in Oberflächengewässern haben können [(Vom Wasser, 1994) und (Wasserwirtschaft, 1995)]. Die flächenhaften stichprobenartigen Untersuchungen wurden in späteren Jahren nicht fortgesetzt; ausgenommen bei gezielten regionalen Untersuchungen, u. a. zur Überwachung der Wirksamkeit des Atrazinverbots.

Das Thema „nicht relevante Metaboliten“ ist im Jahr 2006 verstärkt in den Fokus des Interesses gerückt. Unter nicht relevanten Metaboliten (nrM) von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen versteht man im Sinne des Pflanzenschutzrechts Abbauprodukte, die keine pestizide Wirkung mehr haben und wenig bedenklich hinsichtlich ihrer human- und ökotoxikologischen Eigenschaften sind. 2006 wurden die Fachbehörden in Bayern und Baden-Württemberg – nach entsprechenden Hinweisen – erstmals auf Funde von Desphenylchloridazon (Chloridazon-Metabolit B – Abbauprodukt des Rübenherbizids Chloridazon) im Grundwasser aufmerksam. Die daraufhin durchgeführten Untersuchungen des Bayerischen Landesamtes für Umwelt und anderer Institute ergaben Nachweise im Grundwasser, die teilweise deutlich über dem gemäß Grundwasserverordnung geltenden Schwellenwert für Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und relevante Metaboliten in Höhe von 0,1 µg/l lagen. Anfang des Jahres 2007 wurden mit Methyl-desphenylchloridazon (Chloridazon-Metabolit B1 – weiterer Metabolit von Chloridazon) und N,N-Dimethylsulfamid zwei weitere Metaboliten bekannt und in höheren Konzentrationen nachgewiesen. Besonders N,N-Dimethylsulfamid (DMSA), ein Metabolit des Fungizids Tolyfluanid, ist kritisch zu sehen, da es im Zuge einer Trinkwasseraufbereitung mittels Ozon zur Bildung des krebserregenden Nitrosamins N-Nitrosodimethylamin (NDMA) kommen kann. Im Frühjahr 2007 veröffentlichte das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) eine Liste mit weiteren Metaboliten, die im Rahmen der Zulassung in Lysimeteruntersuchungen mit Konzentrationen bis über 10 µg/l im Sickerwasser nachgewiesen wurden. Es handelte sich dabei um Metaboliten der Wirkstoffe Metazachlor, S-Metolachlor, Dimethachlor und Chlorthalonil. Daraufhin wurden in Abstimmung zwi-

schen dem Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) und dem Bayerischen Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) Untersuchungen von Grund- und Trinkwasser auf die entsprechenden Metaboliten durchgeführt. Bis zum Jahr 2010 veröffentlichte das BVL Listen mit weiteren Metaboliten, die bei Lysimeter- oder Feldversickerungsstudien im Rahmen des Zulassungsverfahrens mit Konzentrationen von größer gleich 1,0 µg/l nachgewiesen oder in Modellrechnungen in Konzentrationen von größer gleich 5,0 µg/l simuliert wurden. Die zuletzt bereitgestellte Übersicht vom November 2010 umfasst insgesamt 50 nicht relevante Metaboliten von 20 Wirkstoffen. Auf die Untersuchungsergebnisse im Rahmen des PSM-Monitorings wird in den entsprechenden Kapiteln (Kap. 5.1.1, Unterkapitel „Nicht relevante Metaboliten“ sowie Kapitel 6.4.2 „Sonderuntersuchungen LGL: Nicht relevante Metaboliten“) näher eingegangen.

Um die Risiken, die durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln entstehen können, weiter zu reduzieren, wurden auf EU-Ebene 2009 die neue Pflanzenschutzmittelzulassungsverordnung (VO (EG) Nr. 1107/2009) sowie die Richtlinie 2009/128/EG über einen Aktionsrahmen der Gemeinschaft für die nachhaltige Verwendung von Pestiziden erlassen. Um die Ziele dieser Richtlinie zu erreichen, werden die Mitgliedsstaaten verpflichtet, „Nationale Aktionspläne zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln“ (NAP, 2013) zu erarbeiten, umzusetzen und ständig fortzuschreiben. In diesem Rahmen sollen geeignete Maßnahmen gemeinsam von Bund und Ländern durchgeführt und getragen werden. Aus wasserwirtschaftlicher Sicht ist hierbei u. a. das Ziel des NAP herauszustellen, Einträge von PSM in Gewässer soweit zu reduzieren, dass die gesetzlich festgelegten Umweltqualitätsnormen (UQN) für Oberflächenwasserkörper eingehalten werden. Dies soll gemäß den Zielen des NAP auch für Kleingewässer in Agrarlandschaften mit Einzugsgebieten (EZG) < 10 km² gelten.

2 Rechtsgrundlagen im Pflanzenschutz

(Beitrag der LfL)

Unsere Nutz- und Kulturpflanzen werden von Krankheitserregern und Schädlingen bedroht, und sie müssen mit Unkräutern um Wasser, Licht und Nährstoffe konkurrieren. Folglich brauchen diese einen wirksamen Schutz, sonst kann es zu Ernteverlusten bis hin zu Totalausfällen kommen. Seit Mitte des letzten Jahrhunderts konnten die Ernten durch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln gesichert und gesteigert werden. Nach den Erfolgen zeigten sich in den 60er und 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts auch die Grenzen sowie nachteilige Auswirkungen auf die Umwelt, insbesondere auf Oberflächengewässer und das Grundwasser. Immer klarer wurde, dass die Sicherheit für Anwender, Umwelt und Verbraucher genauso wichtig ist wie die Wirksamkeit der Pflanzenschutzmittel.

Seit nunmehr 30 Jahren werden die **rechtlichen Rahmenbedingungen** für den Pflanzenschutz mit dem Pflanzenschutzgesetz (PflSchG, 2012) und den entsprechenden Verordnungen sowie weiteren Vorschriften gesetzt. Ziel des Pflanzenschutzgesetzes war und ist es

- Pflanzen, insbesondere Kulturpflanzen, vor Schadorganismen und nichtparasitären Beeinträchtigungen zu schützen,
- Pflanzenerzeugnisse vor Schadorganismen zu schützen,
- Gefahren abzuwenden, die durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln oder durch andere Maßnahmen des Pflanzenschutzes, insbesondere für die Gesundheit von Mensch und Tier und für den Naturhaushalt, entstehen können.

Diese Zielsetzung wurde im neuen Pflanzenschutzgesetz vom 14. Februar 2012 aufrechterhalten und erweitert. Die Zielsetzung lautet nun nicht nur Gefahren abzuwenden, sondern auch diesen vorzubeugen.

Im ersten Pflanzenschutzgesetz vom 15. September 1986 wurde auch festgelegt, welche Bedingungen erfüllt sein müssen, damit ein Pflanzenschutzmittel zugelassen und auf den Markt gebracht werden darf. Zum Schutz von Mensch, Tier und Naturhaushalt können im Rahmen der Zulassung mittel- und flächenbezogene Anwendungsbestimmungen verfügt werden, die vom Anwender eingehalten werden müssen. Bereits 1986 wurde auch festgelegt, dass die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf Nichtkulturlandflächen, wie z. B. auf Bahngleisen sowie auf befestigten Wegen und Plätzen, grundsätzlich verboten ist und nur von der zuständigen Behörde mit einer Ausnahmegenehmigung erlaubt werden kann.

Reicht dies nicht aus, so kann der Gesetzgeber strengere Regelungen mit Verordnungen, wie z. B. der Bienenschutzverordnung und der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung erlassen. In der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung legt der Gesetzgeber für problematische Wirkstoffe Anwendungsbeschränkungen bis hin zu Anwendungsverböten fest. So besteht beispielsweise in Deutschland seit 1. April 1991 ein bußgeldbewehrtes Anwendungsverbot für Atrazin.

Der Blick in andere EU-Mitgliedstaaten zeigte große Unterschiede im Pflanzenschutzrecht auf. Mit dem Ziel, die Standards zu harmonisieren und Wettbewerbsnachteile zu beseitigen, wurde Anfang des 21. Jahrhunderts auf EU-Ebene ein gemeinsamer Rechtsrahmen geschaffen. Im Jahr 2009 traten die Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln und die Richtlinie 2009/128/EG über einen Aktionsrahmen der Gemeinschaft für die nachhaltige Verwendung von Pestiziden in Kraft.

Mit der neuen europäischen „Pflanzenschutzmittelverordnung“ 1107/2009 wurden die Voraussetzungen für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln auf EU-Ebene festgelegt. So müssen die Wirkstoffe

auf EU-Ebene genehmigt, die Pflanzenschutzmittel selbst jedoch von den jeweiligen Mitgliedsstaaten zugelassen werden. Zielsetzung dieser Verordnung ist es auch, die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln mit besonders bedenklichen Wirkstoffeigenschaften auf ein Minimum zu reduzieren. Dazu wurden Ausschlusskriterien für die Genehmigung von Wirkstoffen festgelegt. Dies sind Persistenz, Bioakkumulation und Umwelttoxizität der Wirkstoffe, aber auch Gentoxizität, Karzinogenität, Reproduktionstoxizität und endokrinschädliche Eigenschaften.

Wirkstoffe, die zwar alle gesetzlichen Anforderungen erfüllen, aber bestimmte ungünstigere Stoffeigenschaften hinsichtlich Gesundheit und Umwelt aufweisen, werden als „zu ersetzende Wirkstoffe“ (Substitutionskandidaten) deklariert. Pflanzenschutzmittel mit solchen Wirkstoffen dürfen nur zugelassen werden, wenn es keine wirtschaftlichen und praktikablen Alternativen gibt, die deutlich sicherer für Mensch und Umwelt sind.

Im Rahmen der EU-Richtlinie über die nachhaltige Verwendung von Pestiziden 2009/128/EG wurde den Mitgliedsstaaten die Möglichkeit eröffnet und gleichzeitig der Auftrag erteilt, einen **Nationalen Aktionsplan** zu erlassen mit dem Ziel, Risiken, die durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln entstehen können, zu reduzieren.

In § 4 des deutschen Pflanzenschutzgesetzes wurde der Nationale Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP) verankert. Der NAP ist von der Bundesregierung unter Beteiligung der Bundesländer und einschlägiger Verbände zu erstellen. Der erste NAP wurde am 15. Mai 2013 im Bundesanzeiger veröffentlicht. Im NAP wurden quantitative Vorgaben, Ziele, Maßnahmen und Zeitpläne zur Verringerung der Risiken und Auswirkungen der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf die Gesundheit von Mensch und Tier sowie auf den Naturhaushalt, insbesondere auch zum Schutz von Gewässern festgelegt.

Ein wesentliches Ziel des NAP ist es, den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln auf das notwendige Maß zu beschränken. Um den Pflanzenschutzmittele Anwendern hierbei Hilfestellung zu leisten, werden kulturspezifische Leitlinien des integrierten Pflanzenschutzes etabliert. Außerdem soll beispielsweise neben dem bestehenden Gewässermonitoring ein Kleingewässermonitoring durchgeführt werden.

Die Vorstellung von einem zukunftsfähigen Pflanzenschutz wurde bereits im Pflanzenschutzgesetz von 1986 als **integrierter Pflanzenschutz** definiert – und zwar als *„eine Kombination von Verfahren, bei denen unter vorrangiger Berücksichtigung biologischer, biotechnischer, pflanzenzüchterischer sowie anbau- und kulturtechnischer Maßnahmen die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel auf das notwendige Maß beschränkt wird.“*

Der integrierte Pflanzenschutz wurde zentrales Thema in der Aus- und Fortbildung der Landwirte, Gärtner usw. Doch ein Ziel zu benennen, reicht allein nicht aus; es galt und gilt den Weg aufzuzeigen. Bereits im Rahmen der Novelle des Pflanzenschutzgesetzes im Jahr 1998 wurde die Durchführung des Pflanzenschutzes beschrieben: *„(1) Pflanzenschutz darf nur nach guter fachlicher Praxis durchgeführt werden. (...) Zur guten fachlichen Praxis gehört, dass die Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes und der Schutz des Grundwassers berücksichtigt werden. (2) Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten erstellt unter Beteiligung der Länder und unter Berücksichtigung des Standes der wissenschaftlichen Erkenntnisse sowie den Erfahrungen der Pflanzenschutzdienste und des Personenkreises, der Pflanzenschutzmaßnahmen durchführt, die Grundsätze für die Durchführung der guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz.“*

Die **gute fachliche Praxis** ist also kein statisches Konzept, sondern unterliegt aufgrund neuer Forschungsergebnisse und Erkenntnisse einer steten Fortentwicklung. Zur guten fachlichen Praxis gehört, dass die Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes und nicht zuletzt der Schutz des Grundwassers berücksichtigt werden.

„Die erste Veröffentlichung im Jahr 1998 diente dazu, durch beschreibende und mit Beispielen unterlegte Grundsätze das Gesamtpaket der Handlungsanforderungen an diejenigen, die Pflanzenschutzmaßnahmen durchführen, darzustellen. Ganz bewusst wurden dabei die Grundsätze als Ergänzung zu den bestehenden rechtlichen Regelungen (z. B. in Verordnungen zum Pflanzenschutz oder durch Anwendungsbestimmungen, die bei der Zulassung festgesetzt werden) formuliert.“ (Gute fachliche Praxis, 2010)

Beispielsweise soll die Reinigung des Pflanzenschutzgeräts auf dem Feld und nicht auf dem Hof erfolgen. Dies dient dazu, Einträge in Gewässer über die Kanalisation zu unterbinden.

Aktuell werden die „Grundsätze für die Durchführung der guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz“ novelliert. Der Schutz von an Pflanzenschutzmaßnahmen nicht Beteiligten, z. B. Anwohnern behandelter Flächen, und von sensiblen Gebieten, z. B. von Flächen, die nicht durch Pflanzenschutzmittel getroffen werden sollen, wird noch deutlicher herausgestellt. Dazu zählt u. a. die Verwendung abtriftparmer Pflanzenschutzgeräte.

Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwirtschaft müssen die gute fachliche Praxis ebenso wie Haus- und Kleingärtner oder Anwender von Pflanzenschutzmitteln mit Ausnahmegenehmigung, wie z. B. für Gleisanlagen, beachten. Dies gilt insbesondere auch im Hinblick auf eine möglichst weitgehende Vermeidung von Pflanzenschutzmittlrückständen in Lebens- und Futtermitteln, aber auch zum Schutz des Grund- und Trinkwassers. Die bereits erwähnten kulturspezifischen Leitlinien sollen den Anwendern hierbei konkrete Hilfestellung geben.

Zur guten fachlichen Praxis gehört es für den Anwender von Pflanzenschutzmitteln selbstverständlich, die **Anwendungsbestimmungen**, die im Rahmen der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) festgelegt werden, einzuhalten.

Das BVL kann Pflanzenschutzmittel nur zulassen, wenn die Prüfung ergibt, dass das Pflanzenschutzmittel auf Grund seiner Eigenschaften bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier oder auf Grundwasser und keine sonstigen nicht vertretbaren Auswirkungen auf den Naturhaushalt hat. In der Zulassung kann das BVL Anwendungsbestimmungen, einschließlich solcher über den bei sachgerechter und bestimmungsgemäßer Anwendung zum Schutz von Gewässern erforderlichen Abstand und Maßnahmen bei der Anwendung festlegen. Die vom BVL festgelegten Anwendungsgebiete und Anwendungsbestimmungen, z. B. Abstände zu Gewässern und Saumbiotopen oder Auflagen zur Begrenzung der Aufwandmenge, sind vom Anwender zwingend einzuhalten. Da das BVL die Auflagen auch während der Zulassung eines Pflanzenschutzmittels ändern kann – und auch ändert, muss sich der Pflanzenschutzmittelanwender stets die aktuell gültige Gebrauchsanleitung besorgen. Verstöße gegen Anwendungsbestimmungen sind bußgeldbewehrt.

Der Pflanzenschutz unterliegt aufgrund neuer Erkenntnisse, neuer Pflanzenschädlinge und -krankheiten, der Resistenzbildung sowie neuer Technologien und Wirkstoffe einem steten Wandel. Deshalb reicht für die Anwender wie auch für Abgeber (Verkäufer) von Pflanzenschutzmitteln der Erwerb der entsprechenden Pflanzenschutz-Sachkunde im Rahmen der beruflichen Ausbildung oder über eine Sachkundeprüfung nicht mehr lebenslang aus. Im neuen Pflanzenschutzgesetz vom 14. Februar 2012 wurde erstmals die Fortbildung im Pflanzenschutz für Anwender und Abgeber von Pflanzenschutzmitteln sowie Berater über den Pflanzenschutz, auch den ökologischen Pflanzenschutz, verbindlich eingeführt. Alle Sachkundigen müssen in jedem von aufeinander folgenden Dreijahreszeiträumen einmal an einer anerkannten Sachkunde-Fortbildung teilnehmen. Wesentliche vorgeschriebene Fortbildungsinhalte jeder anerkannten Sachkunde-Fortbildung sind die rechtlichen Vorschriften, z. B. die Anwendungsbestimmungen, sowie der integrierte Pflanzenschutz.

3 PSM-Analytik

3.1 Analysenverfahren und Stoffspektrum

In den letzten 30 Jahren haben sich die Bestimmungsverfahren für PSM-Wirkstoffe stark weiterentwickelt, so dass immer mehr Wirkstoffe immer empfindlicher nachgewiesen werden konnten. Wurden früher bevorzugt gaschromatographische Verfahren mit Spezialdetektoren wie ECD (electron-capture-detector) oder NPD (Stickstoff/Phosphor-spezifischer Detektor) eingesetzt, so hat sich seit Jahren die Massenspektrometrie (MS) als Detektor durchgesetzt. Bei flüssigchromatographischen Verfahren (LC) wurde viele Jahre mit Einwellenlängen-UV-Detektoren, später dann mit Mehrwellenlängendetektoren und schließlich mit Diodenarraydetektoren (DAD) gearbeitet, mit denen komplette UV-Spektren kontinuierlich aufgenommen werden konnten. Seit rund 10 Jahren wurden diese Detektoren durch die massenspektrometrische Detektion weitgehend abgelöst. Für spezifische Stoffgruppen wie z. B. die sehr polaren PSM-Wirkstoffe Glyphosat und Glufosinat sowie den Glyphosat-Metaboliten AMPA kamen gruppenspezifische Verfahren wie die LC mit einem Fluoreszenzdetektor nach Derivatisierung der extrahierten Wirkstoffe mit einem fluoreszierenden Agens zum Einsatz.

Der Einsatz der jeweiligen Analysenverfahren für die Wasseranalytik hängt naturgemäß von der Geräteausrüstung der beteiligten Laboratorien ab. Die PSM-Analytik wurde früher ausschließlich in den Laboren der Wasserwirtschaftsverwaltung (LfU und WWA) durchgeführt (Ausnahme: Trinkwasseranalytik durch LGL). In den letzten Jahren wurden zunehmend PSM-Untersuchungen an private Labors vergeben.

Die Probenvorbereitung erfolgte lange Jahre meist mittels Festphasenextraktion an Polymermaterialien (Styrol/Divinylbenzol-Polymere) nach Glasfaserfiltration, wobei typischerweise ein Anreicherungsfaktor von 1000 erreicht wurde. Die Festphasenextraktion erfolgte zunächst manuell, später auch automatisiert mit der Möglichkeit, sechs Proben parallel vorzubereiten.

In Tab. 1 ist der Einsatz der verschiedenen Analysenverfahren während der letzten 30 Jahre dargestellt.

Tab. 1: In den letzten 30 Jahren eingesetzte Analysenverfahren

Analysenverfahren	Untersuchte Stoffe/ Stoffgruppen	Beteiligte Labors, Zeitraum ca.	Angewandte Analysenverfahren
GC-ECD	Halogenierte PSM, insbesondere chlorierte Insektizide wie z. B. Lindan oder Endosulfan	LfU; 1980–2003	DIN 38407-2:1993-02
GC-PND	Triazine, ausgewählte Phosphorsäureester, weitere N-haltige flüchtige PSM	LfU, WWA; 1987–2000	EN ISO 10695:2000-11
HPLC-UV, HPLC-DAD	Polare bis mittelpolare PSM	LfU, WWA Bad Kissingen; 1985 bis heute	EN ISO 11369:1997-11
GC-MS	Saure PSM nach Derivatisierung	LfU, WWA Bad Kissingen; 1993 bis heute	DIN 38407-14:1994-10
HPLC-FLD	Glyphosat, AMPA, Glufosinat	LfU; 1995–2010	Hausmethode
GC-MS mit TWISTER-Technik	Ausgewählte flüchtige PSM	LfU seit 2006	Hausmethode
HPLC-MS	Polare bis mittelpolare PSM	LfU seit 2006; Auftragslabors seit 2011	DIN 38407-36:2014-09
HPLC-MS	Glyphosat, AMPA, Glufosinat	Auftragslabors seit 2014	ISO 16308:2014-09
HPLC-MS	PSM-Metaboliten gemäß BVL-Liste	LfU seit 2008	In Anlehnung an DIN 38407-36:2014-09

Die Parameterauswahl richtete sich früher in erster Linie nach den analytischen Möglichkeiten. Mit fortschreitender Entwicklung in der PSM-Analytik wurde das untersuchte PSM-Parameterspektrum zunehmend größer und orientierte sich an den erweiterten gesetzlichen Anforderungen. Bis 2016 umfasste die PSM-Liste für die Standarduntersuchung an den Messstellen des Landesmessnetzes Grundwasserbeschaffenheit und des Fließgewässer-Überblicksmessnetzes rund 100 Parameter (Tab. 18). An einer Auswahl an Messstellen (Grundwasser: ca. 100 bzw. 130; Fließgewässer: drei bzw. ca. 60, Seen: 12) erfolgte zudem die Untersuchung auf nicht relevante Metaboliten (Tab. 20) bzw. Glyphosat (Tab. 22). An zuletzt 13 Grundwasser-Sondermessstellen und ca. 15 Fließgewässermessstellen in stark landwirtschaftlich geprägten Regionen wurde darüber hinaus ein deutlich erweitertes PSM-Parameterspektrum mit ca. 150 Stoffen analysiert (Tab. 19).

Für das PSM-Monitoring ab 2017 wurde der PSM-Parameterumfang bei Gewässeruntersuchungen grundlegend überarbeitet. Zentrale Basis des aktualisierten Parameterumfangs ist eine Liste der Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) mit PSM-Wirkstoffen, die aktuell in Bayern eingesetzt werden. Diese Liste wird jährlich überarbeitet und das zu analysierende PSM-Spektrum somit fortlaufend angepasst. Bei den PSM-Messprogrammen wird ab dem Jahr 2017 zwischen dem Routineprogramm A (gemeinsames, erweitertes PSM-Programm für Grundwasser (GW) und Oberflächengewässer (OG) mit 175 Parametern) und dem Zusatzprogramm B (vorerst nur für Fließgewässer (FG); 18 zusätzliche PSM mit sehr niedrigen UQN und Bestimmungsgrenzen) unterschieden. Für eine möglichst hohe Repräsentativität der Ergebnisse soll der ausführliche PSM-Untersuchungsumfang PSM-A an allen bis dato festgelegten Messstellen für Grundwasser und Oberflächengewässer ermittelt werden, zudem das Zusatzprogramm PSM-B an allen bis dato festgelegten Fließgewässer-Messstellen. Außerdem wurden neue Parameter aus den Anlagen 6 und 8 der Oberflächengewässerverordnung (OGewV, 2016) aufgenommen und obsolet gewordene Parameter gestrichen. Zudem erfolgte eine Ausweitung

des Routineprogramms PSM A auf fünf nicht relevante Metaboliten mit hoher Fundhäufigkeit. Ferner erfolgt ab 2017 die Untersuchung von Glyphosat und AMPA an allen Fließgewässer-Messstellen. Neu ab 2017 ist außerdem die Untersuchung einiger spezieller PSM, wie z. B. Pyrethroide und Neonicotinoide mit sehr niedrigen Bestimmungsgrenzen und einiger bisher kaum untersuchte Metaboliten. Eine Zusammenstellung der ab 2017 verwendeten PSM-Messprogramme mit der Auflistung der Einzelparameter findet sich in Tab. 21 bis Tab. 24. Dabei sind auch die jeweiligen UQN-Werte aufgeführt, sofern entsprechende Werte bereits abgeleitet wurden.

3.2 Bestimmungsgrenzen

Durch die Verwendung der Kopplung HPLC mit der Massenspektrometrie ergab sich die Möglichkeit, Wasserproben direkt zu analysieren. Durch Optimierung der Massenspektrometer sind damit heutzutage Bestimmungsgrenzen von 10–20 ng/l erreichbar, die früher nur durch Anreicherung um den Faktor 1000 erzielt werden konnten.

Der Einsatz unterschiedlicher Analysetechniken und -verfahren in Verbindung mit der jeweiligen Nachweisstärke der zur Verfügung stehenden Geräte hat in den letzten 30 Jahren zu Ergebnissen mit unterschiedlichen Bestimmungsgrenzen geführt. Dies erschwert naturgemäß die Auswertung von längeren Zeitreihen und die Ermittlung von Trends.

3.3 AQS-System

Die PSM-Analytik erfolgt in der Regel nach genormten Analyseverfahren. Am LfU wird seit vielen Jahren nach den Vorgaben der DIN EN ISO 17025 gearbeitet. Es werden die gängigen Instrumente der analytischen Qualitätssicherung wie Methodvalidierung, Blindwertkontrollen, Ermittlung von Wiederfindungsraten sowie Kontrollkartenführung für ausgewählte Einzelparameter mit Daten aus der Messung von Kontrollproben angewandt. Die untersuchenden Labors nehmen regelmäßig an Ringversuchen teil.

Auftragslabors müssen ebenfalls ein Qualitätssicherungssystem nach DIN EN ISO 17025 betreiben. Voraussetzungen für die Vergabe ist eine erfolgreiche Teilnahme an einer vorgeschalteten Vergleichsmessung. Während der Vertragslaufzeiten wird die Leistungsfähigkeit der Auftragslabors durch den Versand von verdeckten, dotierten Proben überprüft. In einem Fall führte bisher die mangelnde Qualität der Ergebnisse nach Überprüfung in Form eines auftragsbezogenen Laboraudits zur Auflösung eines Vertrages.

4 Pflanzenschutz und Gewässerschutz

4.1 Landbewirtschaftung im Wandel

(Beitrag der LfL)

Die Landwirtschaft ist der größte Flächennutzer in Bayern. Knapp 3,13 Mio. ha, das sind rd. 44 % der Fläche Bayerns, werden im Jahr 2017 landwirtschaftlich genutzt. Etwa zwei Drittel der landwirtschaftlich genutzten Fläche werden ackerbaulich und ein Drittel als Grünland bewirtschaftet.

Die Landwirtschaft ist ein wichtiges Standbein unserer Volkswirtschaft. Besonders in den ländlichen Gebieten ist die Landwirtschaft zusammen mit den vor- und nachgelagerten Bereichen ein bedeutender Arbeitgeber und Garant für die Erhaltung und nachhaltige Entwicklung der ländlichen Räume. Die Landwirtschaft sichert nicht nur die Ernährung und produziert nachwachsende Rohstoffe, sondern erbringt auch wesentliche Leistungen für den Erhalt und die Entwicklung der Kulturlandschaft. Im Lauf der Zeit hat die Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe abgenommen (Abb. 1), jedoch die durchschnittliche Betriebsgröße zugenommen.

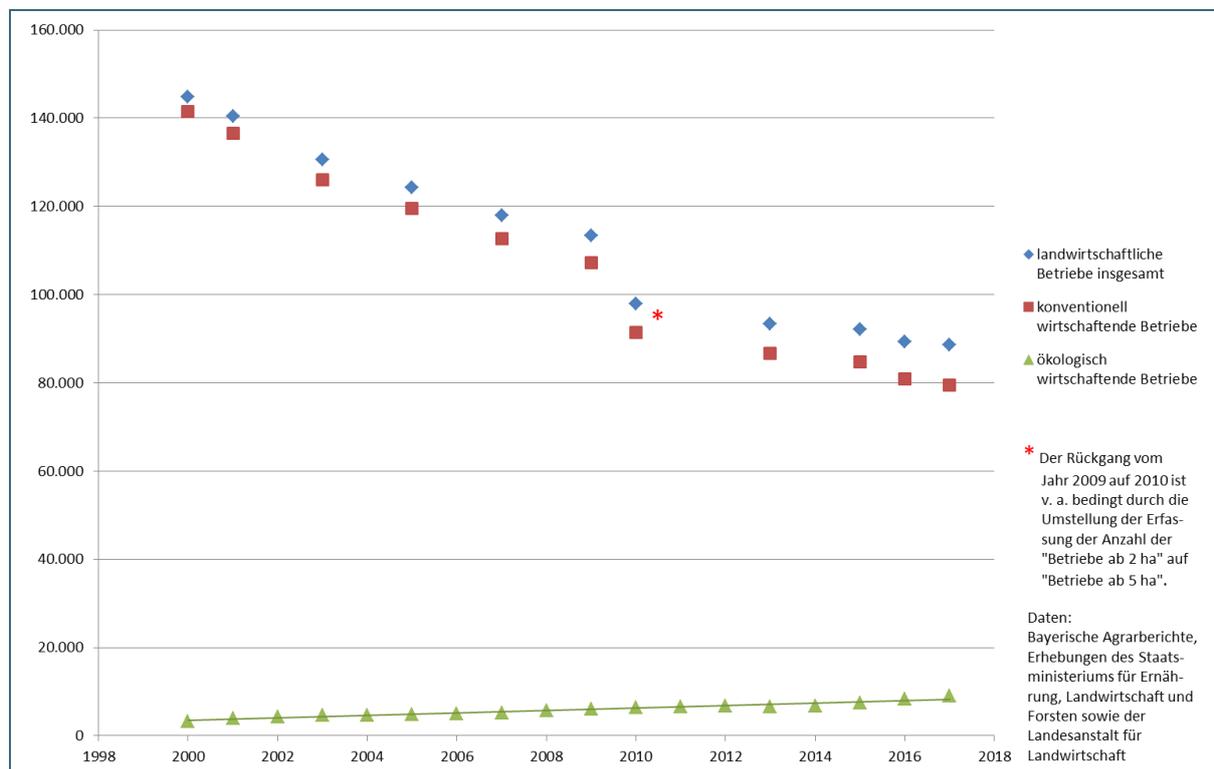


Abb. 1: Entwicklung der Anzahl konventionell bzw. ökologisch wirtschaftender Landwirtschaftsbetriebe in Bayern

In den 1950er und 1960er Jahren stand die Erzeugung von Lebensmitteln zweifellos im Vordergrund. Aufgrund der enormen Produktivitätssteigerung der Landwirtschaft in den vergangenen Jahrzehnten können Flächen aber auch für den Anbau nachwachsender Rohstoffe zur Erzeugung von Energie, z. B. Biogas aus Mais und Biokraftstoffe aus Raps, genutzt werden.

Wesentliche Voraussetzungen für diese Produktivitätssteigerung sind der technische und züchterische Fortschritt, aber auch der Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln. Mit einer Intensivierung des Anbaus oder der Variabilität bei den angebauten Kulturen können auch Auswirkungen auf die Umwelt (Boden, Wasser, Luft und Biosphäre) verbunden sein. Dabei kann bei ökologisch bewirtschafteten

Flächen mit Ausnahme einiger Kulturen, wie z. B. Kartoffeln oder Wein, auf Pflanzenschutzmittel verzichtet werden.

In Bayern wirtschafteten im Jahr 2016 über 8.400 Betriebe auf rd. 277.000 ha landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) nach den Regeln des ökologischen Landbaus, insbesondere im Grünlandgürtel Bayerns (Abb. 2).

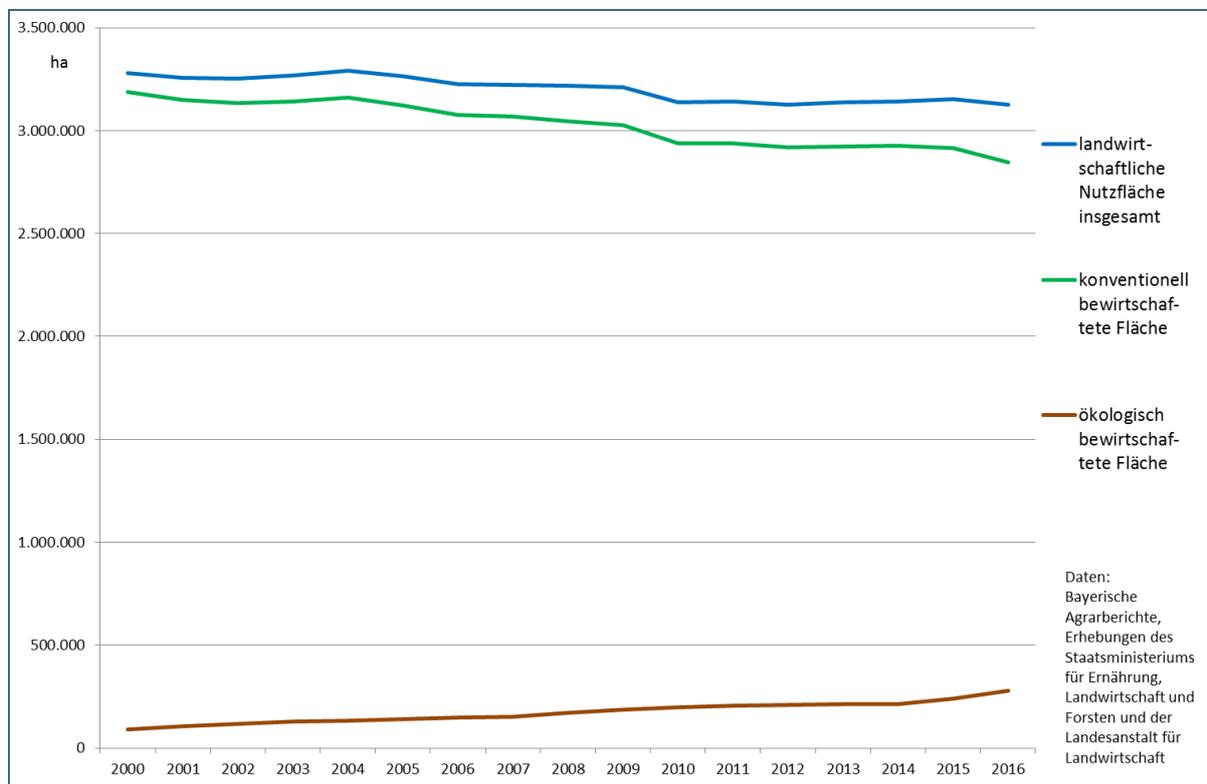


Abb. 2: Produktionsverfahren – konventionell und ökologisch bewirtschaftete Fläche.

In Bayern wird über eine Mio. Hektar als Dauergrünland genutzt. Pflanzenschutzmittel werden dort in sehr geringem Umfang und meist nur zur Einzelpflanzenbekämpfung von Ampfer eingesetzt. Mit über einer Mio. Hektar entspricht die Getreideanbaufläche in etwa der Dauergrünlandfläche. Sowohl bei Dauergrünland als auch bei Getreide ist seit 1985 ein steter Flächenrückgang feststellbar (Abb. 3).

An dritter Stelle der bedeutendsten Kulturarten ist der Maisanbau (Silo- und Körnermais) zu nennen. Die Maisanbaufläche Bayerns überschritt 1969 erstmals 100.000 ha. Sie nahm bis zum Jahr 1988 kontinuierlich auf über 400.000 ha zu, um dann wieder etwas abzufallen. Lange Jahre schwankte die Anbaufläche um etwa 400.000 ha, bis sie schließlich 2008 deutlich und dann stetig zunahm auf rund 547.000 ha im Jahr 2017. Die Zunahme der letzten Jahre ist vor allem auf den Anbau von Mais zur Erzeugung von Energie in Biogasanlagen zurückzuführen.

Eine weitere wichtige Ackerkultur ist Raps. Der Flächenumfang von Raps überschritt im Jahr 1987 erstmals 100.000 ha. Seit 2007 ist ein rückläufiger Trend beim Rapsanbau zu verzeichnen. Erst seit 2016 steigt die Rapsfläche wieder leicht an auf über 118.000 ha im Jahr 2017.

Kartoffeln werden in fast allen Regionen Bayerns angebaut. Ihre Anbaufläche ist in den letzten 30 Jahren kontinuierlich von rd. 70.000 ha auf derzeit rd. 40.000 ha zurückgegangen. Der Zuckerrübenanbau ist in Bayern besonders auf die Gebiete mit guten und tiefgründigen Böden in Niederbayern, Unterfranken sowie an der Donau in Schwaben und Oberbayern konzentriert. Bei der Anbaufläche ist seit 30 Jahren ein rückläufiger Trend zu beobachten. Im Jahr 2015 fiel diese unter 50.000 ha.

Aufgrund der Abschaffung der EU-Zuckerquote stieg die Fläche im Jahr 2017 wieder auf über 70.000 ha an.

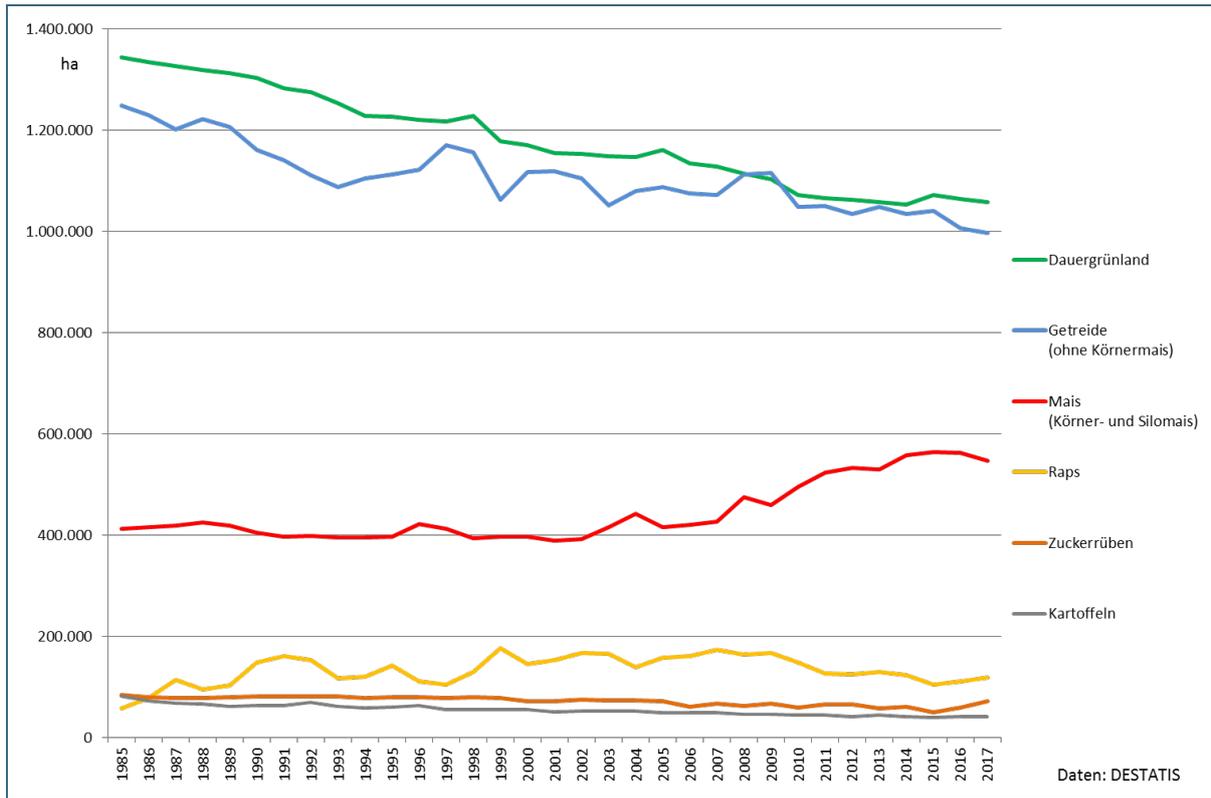


Abb. 3: Entwicklung der Anbauflächen der wichtigsten landwirtschaftlichen Kulturen in Bayern

Der Ertrag kann bei den verschiedenen Kulturen nur durch individuell optimierte Pflanzenschutzverfahren sichergestellt werden. Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln wird durch die Anwendung der Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes und der guten fachlichen Praxis auf das notwendige Maß begrenzt.

Die Mengen an Pflanzenschutzmitteln, die im Inland abgegeben werden, müssen Hersteller und Vertreter von Pflanzenschutzmitteln gemäß Pflanzenschutzgesetz dem Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) jährlich melden – seit dem Jahr 2002 einschließlich der Parallelimporte. Wurden im Jahr 2002 über 91.000 t Pflanzenschutzmittel (ohne inerte Gase) in Deutschland verkauft, waren es im Jahr 2016 über 99.600 t. Die zehn bedeutendsten Wirkstoffe auf der Basis der Abgabemenge in den letzten fünf Jahren sind – in alphabetischer Reihenfolge: Chlormequat, Chlorthalonil, Dimethenamid-P, Glyphosat, Isoproturon¹, Mancozeb, Metamitron, Prosulfocarb, Schwefel und Terbuthylazin.

Fakt ist: Die verschiedenen Kulturpflanzen erfordern unterschiedliche Pflanzenschutzkonzepte. Dabei kann auf ökologisch bewirtschafteten Flächen mit Ausnahme einiger Kulturen auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln verzichtet werden. Eine Intensivierung der Flächenbewirtschaftung oder marktwirtschaftlich bedingte Änderungen bei der Flächennutzung, z. B. der vermehrte Anbau von „Energiepflanzen“, können sich auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln auswirken.

¹ Nach dem Widerruf der Zulassung für Isoproturon-haltige Pflanzenschutzmittel gilt für diese eine Abbaufrist bis zum 30. September 2017

4.2 Pflanzenschutz und Beratung

(Beitrag der LfL)

Der Pflanzenschutz ist ein wesentlicher und unverzichtbarer Bestandteil der Pflanzenproduktion. Die Ertragspotenziale, die die Züchtung, Dünge- und Anbautechnik vorgibt, müssen durch eine bedarfsorientierte und effiziente Bekämpfung von Krankheiten, Schädlingen und Unkräutern abgesichert werden. Die Entwicklung der Ertragsleistung bei wichtigen Ackerbaukulturen in Bayern (Abb. 4 und Abb. 5) bestätigt eine erhebliche Leistungssteigerung im Verlauf der letzten drei Jahrzehnte. Neben der reinen Ertragsabsicherung haben Pflanzenschutzmaßnahmen auch eine wichtige Bedeutung für die Erntequalität. In einzelnen Bereichen kann sich die Qualitätsabsicherung durch gezielte Pflanzenschutzmaßnahmen selbst auf die Verwertbarkeit des Erntegutes auswirken. Beispiele hierfür sind die Reduktion von natürlichen Pilzgiften im Getreidebau durch den Fungizideinsatz gegen Fusarien-Pilze oder die Giftpflanzenbekämpfung im Feldfutterbau und der Grünlandbewirtschaftung durch den gezielten Einsatz leistungsfähiger Herbizide.

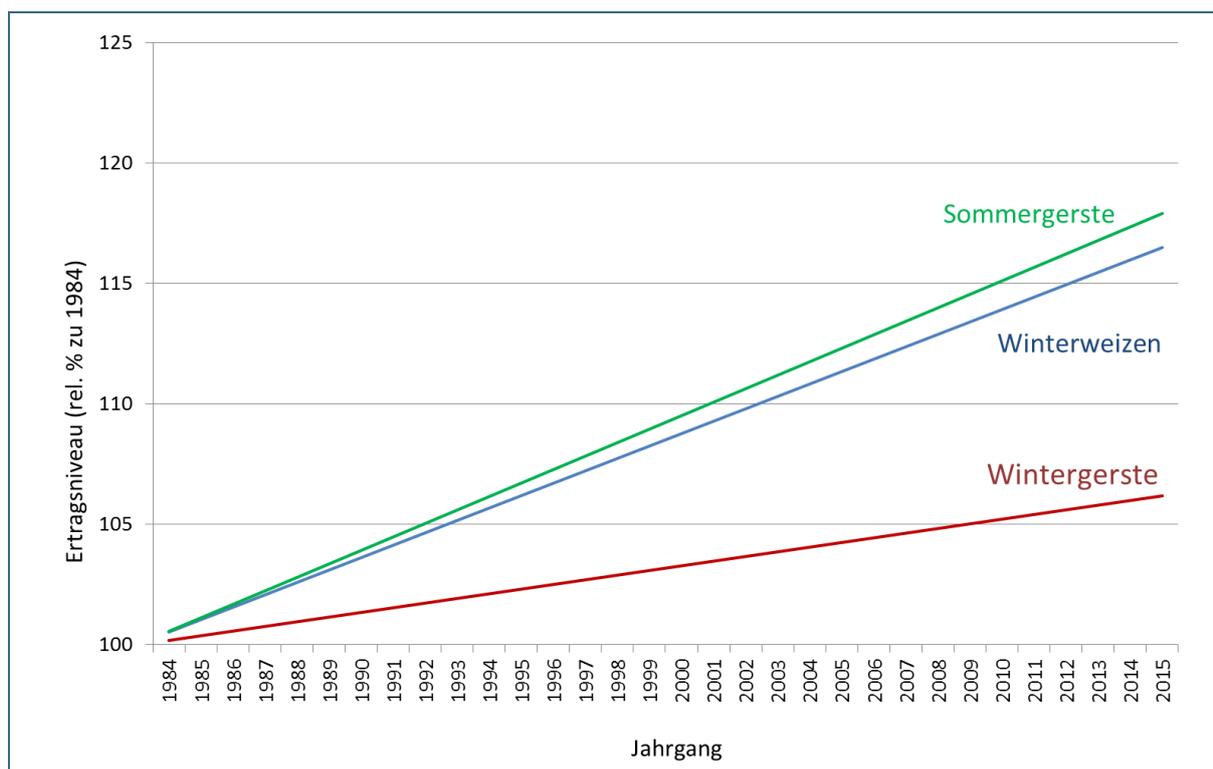


Abb. 4: Relativer Entwicklungstrend der Ertragsleistung im Getreidebau in Bayern, Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung

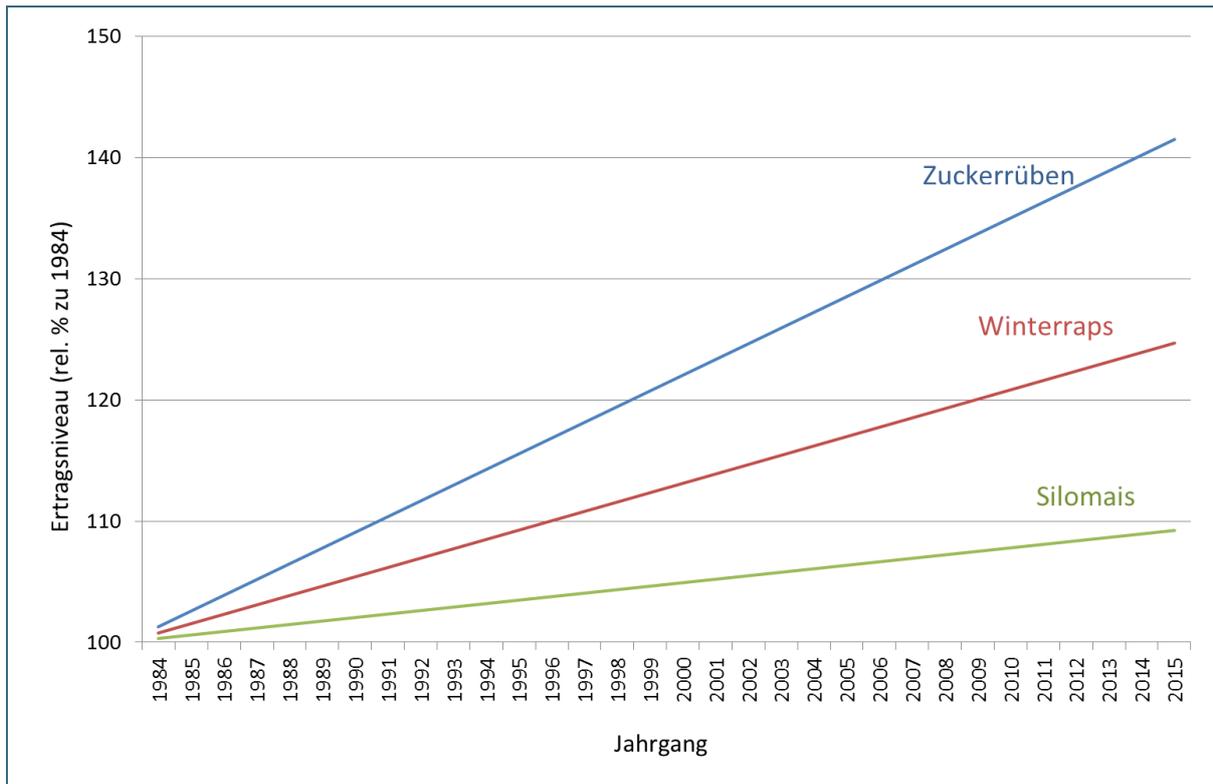


Abb. 5: Relativer Entwicklungstrend der Ertragsleistung im Marktfrucht- und Feldfutterbau in Bayern; Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung

Das Spektrum der zu regulierenden Schaderreger befindet sich in einem ständigen Wandel. Neben der Anpassung einzelner Schaderreger an bestimmte Kulturen und Fruchtfolgen, wie zum Beispiel die zunehmende Entwicklung von Schadhirsen (*Echinochloa crus-galli*, *Setaria spp.*, *Digitaria spp.*) im Maisanbau oder Trespensarten (*Bromus spp.*) im Getreidebau, treten Neozoen wie etwa der Westliche Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera*) auf, die sich etablieren konnten und zu schwer regulierbaren Schaderregern wurden. Veränderungen von Schaderregern, insbesondere durch Selektion resistenter Biotypen, führen zu virulenteren Pathogenen, die schwieriger zu regulieren sind und aufgrund eines verstärkten Auftretens einen intensiveren Behandlungsbedarf verursachen. Ein aktuelles Beispiel hierfür sind der Gelbrost (*Puccinia striiformis*) und die Sprenkelnekrose der Gerste (*Ramularia collo-cygni*) im Getreidebau, die nur noch durch einzelne, besonders leistungsfähige Fungizide und termingerechte Behandlungen ausreichend sicher reguliert werden können. Vergleichbare Resistenzentwicklungen bei Schädlingen (Bsp.: Rapsglanzkäfer, *Meligethes aeneus*) und Unkräutern (Bsp.: Acker-Fuchsschwanz, *Alopecurus myosuroides*) begrenzen die Auswahl leistungs- und einsatzfähiger Wirkstoffe. Dies führt wiederum zu einer verstärkten Anwendung bestimmter, noch ausreichend wirksamer Pflanzenschutzmittel in einzelnen Anwendungsgebieten. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass veränderte Anbauverfahren (z. B. bodenschonende, pfluglose Bodenbearbeitung) und Veränderungen bzw. Anpassungen im Pathogenspektrum im Verlauf der letzten dreißig Jahre zu einer höheren Bedeutung und zu gesteigerten Herausforderungen für den Pflanzenschutz in der Landwirtschaft geführt haben.

Im Ökologischen Landbau werden Pflanzenschutzmittel zur Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen in Form von Naturstoffen (z. B. Kupfer, Schwefel, Kaliumcarbonat, Pflanzenöle) oder als natürliche Gegenspieler (z. B. *Bacillus thuringiensis*, *Coniothyrium minitans*, *Pseudomonas chlororaphis*) und als natürliche Wirkstoffe (z. B. Azadirachtin, Spinosad, Pyrethrin) eingesetzt.

Im sogenannten konventionellen Ackerbau finden vorwiegend chemisch-synthetische Wirkstoffe zur Krankheits-, Schädlings- und Unkrautbekämpfung Anwendung. Die Anzahl zugelassener Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe im Ackerbau und Grünland hat sich im Verlauf der letzten drei Jahrzehnte leicht reduziert (ca. -5 %). Derzeit sind in Deutschland etwa 250 verschiedene chemisch-synthetische und biologische Wirkstoffe und rund 600 verschiedene Handelspräparate für den landwirtschaftlichen Einsatz im Ackerbau und Grünland registriert (Quelle: Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Nov. 2017). Bei der Anzahl der Handelspräparate ist zu berücksichtigen, dass es sich hierbei aus marktstrategischen Gründen der Hersteller häufig auch um gleichartige oder teilweise nicht am Markt angebotene Präparate handelt.

In Bezug auf den Wirkungsbereich und der Anzahl verfügbarer Wirkstoffe haben Herbizide die größte Bedeutung (36 % der Wirkstoffe), gefolgt von Fungiziden (32 %). Insektizide und Wachstumsregler haben eine vergleichbare Wirkstoffausstattung (14 bzw. 11 %), während die weiteren Wirkungsbereiche nur mit jeweils einem oder wenigen Wirkstoffen ausgestattet sind (Abb. 6).

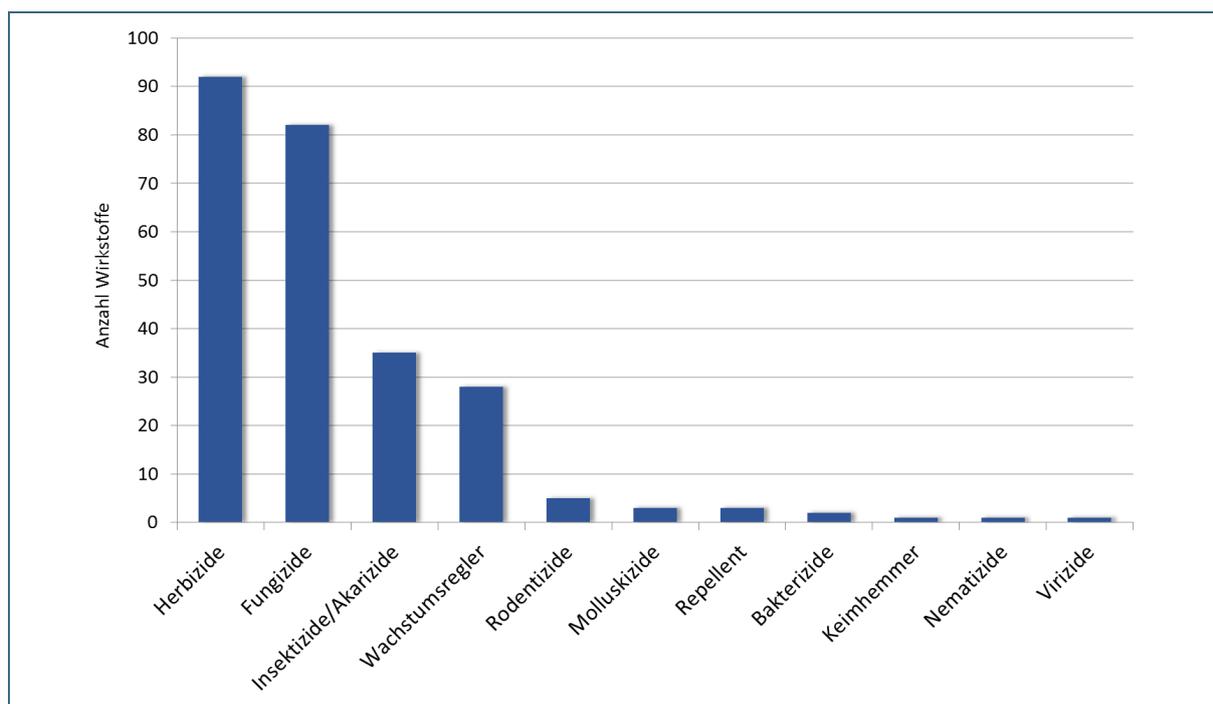


Abb. 6: Wirkstoffausstattung verschiedener Wirkungsbereiche von Pflanzenschutzmitteln im Ackerbau und der Grünlandbewirtschaftung in Deutschland; Quelle: Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Juli 2016

Die Wirkstoffverfügbarkeit hängt stark mit den Anforderungen im Zulassungsverfahren zusammen. Aufgrund neuer Erkenntnisse und höheren Sicherheitsansprüchen haben insbesondere die Anforderungen im Bereich der Umweltverträglichkeit für Pflanzenschutzmittel deutlich zugenommen. Für den Gewässerschutz werden inzwischen die Risikobereiche Abdrift und Abschwemmung in angrenzende Oberflächengewässer, Versickerung in den Grundwasserkörper, Verlagerung und Austrag über Drainsysteme und die Wirkstoffpersistenz bzw. das Wirkstoffabbauverhalten bewertet. Je nach den jeweiligen chemisch-physikalischen Stoffeigenschaften resultieren die Sicherheitsanforderungen in mehr oder weniger intensiven bzw. vielfältigen Anwendungsbestimmungen, Einschränkungen der Behandlungshäufigkeit bzw. des maximalen Wirkstoffaufwandes bis hin zum Versagen oder Zurückziehen der Zulassung. Das klassische Beispiel für den Verlust der Zulassung eines häufig eingesetzten Wirkstoffes ist das Anwendungsverbot für Atrazin Anfang der 90er Jahre aufgrund der festgestellten Grundwassergefährdung. Ein weiteres Beispiel ist die aktuelle Wirkstoffbewertung für das Herbizid

Isoproturon im Rahmen der EU-Wirkstoffüberprüfung. In diesem Fall war auch das Risiko für die Kontamination des Grundwassers durch Isoproturon und dessen Metaboliten ursächlich für die negative Beurteilung und ein dadurch resultierendes Anwendungsverbot innerhalb der europäischen Gemeinschaft.

Die sehr unterschiedlichen und spezifischen Anforderungen an die Umweltverträglichkeit und den Gewässerschutz haben eine hohe Relevanz für die Einsatzpraxis und die Pflanzenschutzberatung. Verstöße gegen Anwendungsbestimmungen für den Gewässerschutz sind grundsätzlich bußgeldbewehrte Ordnungswidrigkeiten und werden zusätzlich im Rahmen der Agrarförderung sanktioniert. Laufende Änderungen und Anpassungen der Anwendungsbestimmungen stellen hohe Anforderungen an die Sachkunde der Pflanzenschutzmittelanwender. Neben dem hohen Informations- und Fortbildungsbedarf für den einzelnen Anwender steigen damit auch die Anforderungen und der Bedarf für die Pflanzenschutzberatung. Nachdem sich die staatliche Landwirtschaftsberatung aus dem Bereich Produktionstechnik und Pflanzenschutz im Ackerbau und der Grünlandbewirtschaftung zurückgezogen hat, kommt der staatlich geförderten Verbundberatung (Pflanzenschutzberatung auf der Ebene der Erzeugerringe für pflanzliche Produkte), der Privatberatung, der Fachberatung der Pflanzenschutzmittelhersteller und insbesondere der Handelsberatung ein deutlich höherer Stellenwert zu. Von staatlicher Seite wurden im Rahmen der Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie Spezialberater für den Gewässerschutz eingesetzt. Diese Fachkräfte haben die wichtige Aufgabe, das Beratungskonzept für den Gewässerschutz des Bayerischen Pflanzenschutzdienstes der landwirtschaftlichen Praxis zu vermitteln.

Die wirkstoffspezifische Bewertung des Zustandes der Grundwasserkörper durch die Umweltverwaltung erfordert ein landesweit wirksames Risikomanagement in Bezug auf auffällige Wirkstoffe und der Gefährdungslage der verschiedenen Regionen und Standorte. Neben dem langjährig bereits empfohlenen Anwendungsverzicht für das Herbizid Terbutylazin im Gebiet des besonders sensiblen Jura-Karsts, müssen inzwischen weitere Wirkstoffe in das Risikomanagement mit einbezogen werden. Die Landwirtschaftsverwaltung setzt dabei nach wie vor auf das Prinzip der freiwilligen und verantwortungsvollen Mitwirkung durch alle Akteure der Beratung und der Anwender von Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft. Das aktuell von der LfL entwickelte Standort- und wirkstoffspezifische Risikomanagement zum Schutz von Grundwasser gegenüber der Belastung mit Pflanzenschutzmitteln wird in Kapitel 8.1 „Zustandsbewertung und Maßnahmenplanung nach EG-WRRL“ detailliert dargestellt.

4.3 Anwendungskontrollen Pflanzenschutz

(Beitrag der LfL)

Das EU-Recht und das deutsche Pflanzenschutzrecht enthalten zahlreiche Vorgaben zum Handel und zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Für die Überwachung der Einhaltung dieser Vorschriften sind die Bundesländer zuständig.

Seit dem Jahr 2002 werden in Bayern intensive Anwendungskontrollen im Bereich Pflanzenschutz durchgeführt. Seit 2004 erfolgen diese Kontrollen im Rahmen des bundesweit geltenden Pflanzenschutz-Kontrollprogramms. Darin haben die Länder vereinbart, ihre Überwachungsprogramme untereinander abzustimmen und nach einheitlichen Vorgaben zu kontrollieren. Die Anwendungskontrollen haben das Ziel, einem nicht sachgerechten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln entgegenzuwirken und dadurch mögliche Gefahren für die Gesundheit von Mensch und Tier sowie für den Naturhaushalt abzuwenden.

Das Institut für Pflanzenschutz (IPS) der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft erstellt jährlich einen Kontrollplan, in dem die Anzahl der Kontrollen je Anbausparte und die Kontrollatbestände fest-

gelegt werden. Die sieben bayerischen Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AELF) mit Fachzentrum Pflanzenbau führen die Kontrollen nach den Vorgaben des IPS durch. Laut Vorgabe des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF) sind jedes Jahr ca. 1000 Betriebe zu kontrollieren. Die Kontrollen erstrecken sich grundsätzlich auf alle landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturen, wobei der Schwerpunkt im Bereich der Lebens- und Futtermittelproduktion liegt. Außer den regionalen Besonderheiten werden bei der Planung der Kontrollen u. a. folgende Kriterien berücksichtigt:

- Hinweise auf Verstöße aus den Vorjahren
- Intensität des Pflanzenschutzmitteleinsatzes in den verschiedenen Kulturen
- Ergebnisse aus dem Gewässermonitoring
- Änderung der Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln.

Neben diesen über den Kontrollplan vorgegebenen systematischen Kontrollen finden auch Anlasskontrollen statt. Bei Anlasskontrollen wird offensichtlichen oder vermuteten Verstößen nachgegangen. Die Meldungen oder gar Anzeigen stammen hierbei unter anderem von der Lebensmittelüberwachung, der Wasserwirtschaft, der Polizei, Umweltschutzorganisationen oder Privatpersonen.

Seit 2004 werden in Bayern auch gezielt Kontrollen auf Nichtkulturland durchgeführt. Das Pflanzenschutzgesetz verbietet die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf allen Freilandflächen, die nicht landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzt werden. Im Einzelfall kann die zuständige Landwirtschaftsbehörde Ausnahmen von diesem Verbot genehmigen, wenn eine Maßnahme unbedingt notwendig ist und es keine praktikablen Alternativen gibt. Neben Feldrainen, Feldwegen, Böschungen und Gräben zählen auch befestigte Flächen wie Straßen, Wege, Plätze und Garagenzufahrten zu den Nichtkulturlandflächen. Durch die unerlaubte bzw. unsachgemäß durchgeführte Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf befestigten Flächen kann es nach Niederschlägen zu einem direkten Eintrag von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen in Oberflächengewässer oder in die Kanalisation kommen. Deshalb bildet der Bereich Nichtkulturland einen besonderen Schwerpunkt im Pflanzenschutz-Kontrollprogramm. Bei diesen Kontrollen werden insbesondere solche Flächen überprüft, bei denen der augenscheinliche Verdacht auf unzulässige Anwendung von Totalherbiziden vorliegt. Bei den Nichtkulturlandkontrollen wurden in bis zu 90 % der Fälle Verstöße festgestellt. Der Durchschnitt der letzten fünf Kontrolljahre liegt bei 66 %. Aus der vergleichsweise hohen Beanstandungsquote lassen sich jedoch keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Umfang von Fehlanwendungen ziehen, da es sich hier größtenteils um Anlasskontrollen handelt. Die Beanstandungen machen jedoch deutlich, dass hier weiterhin eine intensive Aufklärungs- und Informationsarbeit erforderlich ist.

Bei den Kontrollen auf Kulturland zeigt sich hingegen ein anderes Bild. Hier liegt die Anzahl der Verstöße (z. B. fehlende Anwendersachkunde, Einsatz eines nicht geprüften Pflanzenschutzgeräts, fehlende oder mangelhafte Aufzeichnungen, Nichteinhaltung von Anwendungsverböten, Anwendungsgebieten und Anwendungsbestimmungen) deutlich niedriger. Für die Kontrolljahre 2014 und 2015 ergab sich – über alle Kontrolltatbestände berechnet – eine Beanstandungsquote von 2,7 %.

Auffällig ist, dass die Anzahl der nachgewiesenen Indikationsverstöße in den letzten Jahren merklich abgenommen hat. In landwirtschaftlichen Kulturen bereitet die Einhaltung der Indikationszulassung in der Regel keine allzu großen Probleme. Es steht bis auf wenige Ausnahmen eine ausreichende Anzahl von Mitteln zur Verfügung. In gärtnerischen Klein- und Kleinstkulturen führte das Inkrafttreten der Indikationszulassung zum 01. Juli 2001 hingegen zu erheblichen Bekämpfungslücken. In den Folgejahren war eine erhöhte Anzahl von Fehlanwendungen zu verzeichnen. Die Länder reagierten darauf mit bundesweiten Kontrollschwerpunkten in den Anbausparten Beerenobst, Gemüse und Zierpflanzen.

Die Kontrolle der Einhaltung von Anwendungsbestimmungen zum Gewässerschutz ist nach 2005 bis 2007 seit dem Jahr 2013 abermals ein bundesweiter Kontrollschwerpunkt. Mit der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln werden Anwendungsbestimmungen erteilt, die einen bestimmten Abstand zu Gewässern vorschreiben, um unverträgliche Auswirkungen auf Gewässerorganismen zu verhindern. Einträge von Pflanzenschutzmitteln in Gewässer können während der Ausbringung über Abdrift erfolgen. Die Abdrift kann durch die Einhaltung von Abständen und die Verwendung von abdriftmindernder Technik vermieden bzw. deutlich vermindert werden. Im Kontrollschwerpunkt wird überprüft, ob die Anwendungsbestimmungen NW 601 bis NW 609 beachtet werden. Im Vergleich zu den Anfängen des Pflanzenschutz-Kontrollprogramms hat auch hier die Anzahl der nachgewiesenen Verstöße abgenommen. Waren früher die Pflanzenschutzgeräte ohne verlustmindernde Technik oder mit max. 50 % Abdriftminderung im Einsatz, so sind heute bei der Mehrzahl der Betriebe Geräte mit 90 % abdriftmindernder Technik Standard. Abdriftminderungskategorie 90 % kann bedeuten, dass bei bestimmten Pflanzenschutzmitteln kein spezieller Mindestabstand zu Oberflächengewässern eingehalten werden muss.

Die Kontrolle der Einhaltung des seit 01.04.1991 geltenden vollständigen Anwendungsverbotes Atrazin-haltiger Pflanzenschutzmittel wird in Bayern seit 1993 durchgeführt. Diese Kontrolle stellt quasi den Ursprung der bayerischen Anwendungskontrollen dar. Dabei werden mit Hilfe eines Zufallsgenerators per EDV landwirtschaftliche Betriebe mit Maisanbau für eine Bodenbeprobung ausgewählt. Neben diesen flächenhaften Untersuchungen finden Kontrollen in sogenannten Verdichtungsgebieten statt. Diese Gebiete werden von Seiten der Wasserwirtschaft für eine Beprobung vorgeschlagen. Gründe für die Auswahl sind z. B. auffällige Atrazinwerte in Grundwasser oder in Fließgewässern. Seit 2003 werden neben Maisflächen auch Flächen mit Weihnachtsbaumkulturen in das Untersuchungsprogramm aufgenommen. In den Jahren 1993 bis 2008 wurden jährlich im Durchschnitt 386 Bodenproben auf Atrazin untersucht (Abb. 7). Die Beanstandungsquote war in den ersten beiden Kontrolljahren am höchsten (1993: 7,4 %, 1994: 6,2 %, Abb. 8). Sie nahm in den Folgejahren deutlich ab. Im Jahr 2005 wurde erstmals kein Verstoß mehr festgestellt. Nachdem auch in den Jahren 2007 und 2008 keine verbotswidrige Atrazinanwendung nachgewiesen werden konnte, wurde in Abstimmung mit der Wasserwirtschaft die Anzahl der Atrazinkontrollen auf jährlich ca. 100 reduziert. Im Jahr 2013 konnte bislang zum letzten Mal einem Landwirt der Einsatz von Gesaprim auf Maisflächen nachgewiesen werden. Die Atrazinkontrollen werden in Absprache mit der Wasserwirtschaft weiter fortgeführt.

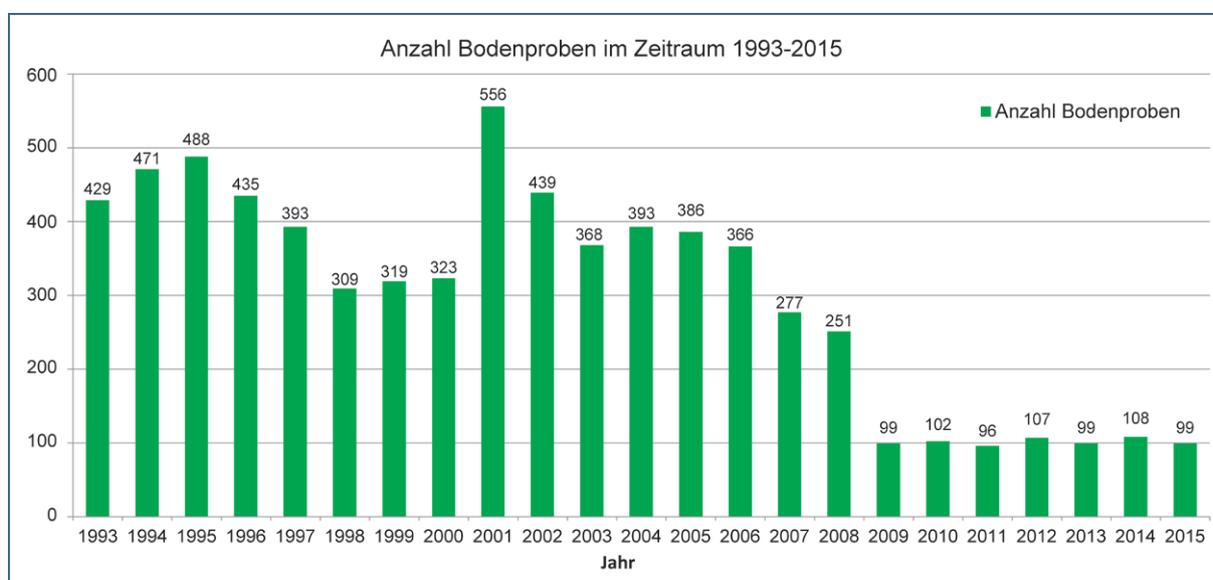


Abb. 7: Atrazin – Anzahl der Bodenproben im Zeitraum 1993–2015

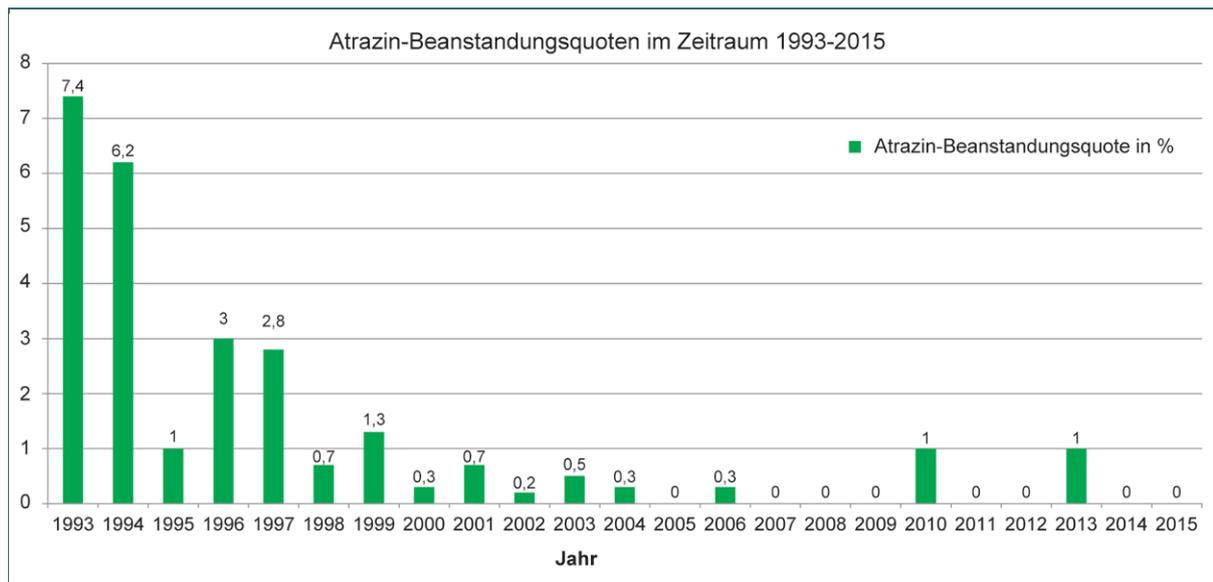


Abb. 8: Atrazin – Beanstandungsquoten im Zeitraum 1993–2015

4.4 Applikationstechnik

(Beitrag der LfL)

Die stetig wachsenden Betriebsgrößen führten in der Applikationstechnik zu immer größeren Geräten mit entsprechenden Arbeitsbreiten und hohen Fahrgeschwindigkeiten. Die Gewährleistung einer optimalen Verteilung und Anlagerung der Pflanzenschutzmittel stellt höchste Ansprüche an Maschine und Anwender. Die Gerätehersteller brachten in den vergangenen 30 Jahren eine Vielzahl an Entwicklungen auf den Markt, welche enorme Verbesserungen zum Schutz von Gewässern und Naturhaushalt erbrachten. Die Verwendung bestimmter Düsen und Geräte ermöglichen Abdriftminderungen bis 99 %. Sprühgeräte mit Recycling-Einrichtung, welche die nicht angelagerte Spritzbrühe wieder auffangen oder Geräte mit Sensorsteuerung, die nur dort spritzen wo auch eine Zielpflanze steht, ermöglichen Pflanzenschutzmitteleinsparungen bis über 70 % gegenüber herkömmlichen Anwendungen. Auch der Anwenderschutz bei der Befüllung und Reinigung der Geräte wurde deutlich verbessert.

Düsenteknik

Die Düse spielt bei der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln eine entscheidende Rolle. Sie ist verantwortlich für die Dosierung, Zerstäubung und Verteilung der Spritzflüssigkeit und damit auch für die optimale Anlagerung an der Zielfläche. Während vor 30 Jahren bei Pflanzenschutzdüsen noch Kriterien wie Tropfenspektrum und Bedeckungsgrad im Mittelpunkt standen, ist bei heutigen Düsen vor allem die Forderung nach möglichst geringer Abdrift maßgebend. Noch vor nicht allzu langer Zeit war es üblich, dass Feldspritzgeräte bei Pflanzenschutzmaßnahmen deutliche Spritzschleier aus feinen Tropfen hinter sich hergezogen haben. Der Feintropfenanteil mit Tropfengrößen unter 100 µm früherer Standarddüsen betrug teilweise mehr als 10 % des Gesamtvolumenstroms. Dieser Feintropfenanteil ist bei Wind extrem abdriftgefährdet und kann durch Thermik über weite Strecken verfrachtet werden.

Durch die Abdriftdiskussion wurden Anfang der neunziger Jahre Düsen entwickelt, die ein Tropfenspektrum mit deutlich geringerem Feintropfenanteil erzeugen. Im Jahr 1993 wurde die erste Injektor-Flachstrahldüse unter dem Namen TurboDrop auf dem Markt gebracht. Zahlreiche Versuche bestätigten, dass die biologische Wirkung dieser grobtropfigen Injektordüsen genauso hoch ist, wie bei extrem feintropfigen Standarddüsen, bei gleichzeitig deutlich weniger Abdrift. Im Verzeichnis „Verlustmindernde Geräte“ vom Julius Kühn-Institut (JKI) sind heute eine Vielzahl anerkannter Pflanzenschutzdü-

sen mit Abdriftminderung in allen gängigen Größen eingetragen. Die Düse PRE 130-05 erreicht die derzeit höchste Abdriftminderungsklasse für Flächenkulturen bis 95 %. Sie eignet sich allerdings nur für die reine Voraufanwendung oder zur Flüssigdüngerausbringung. Zur Optimierung von Verteilung und Anlagerung der Pflanzenschutzmittel wurden in den letzten Jahren verstärkt Doppelflachstrahl-Injektordüsen entwickelt. Diese werden bei allen Herstellern mit hohen Abdriftminderungsklassen und mit unterschiedlichen Spritzwinkeln angeboten (Abb. 9).

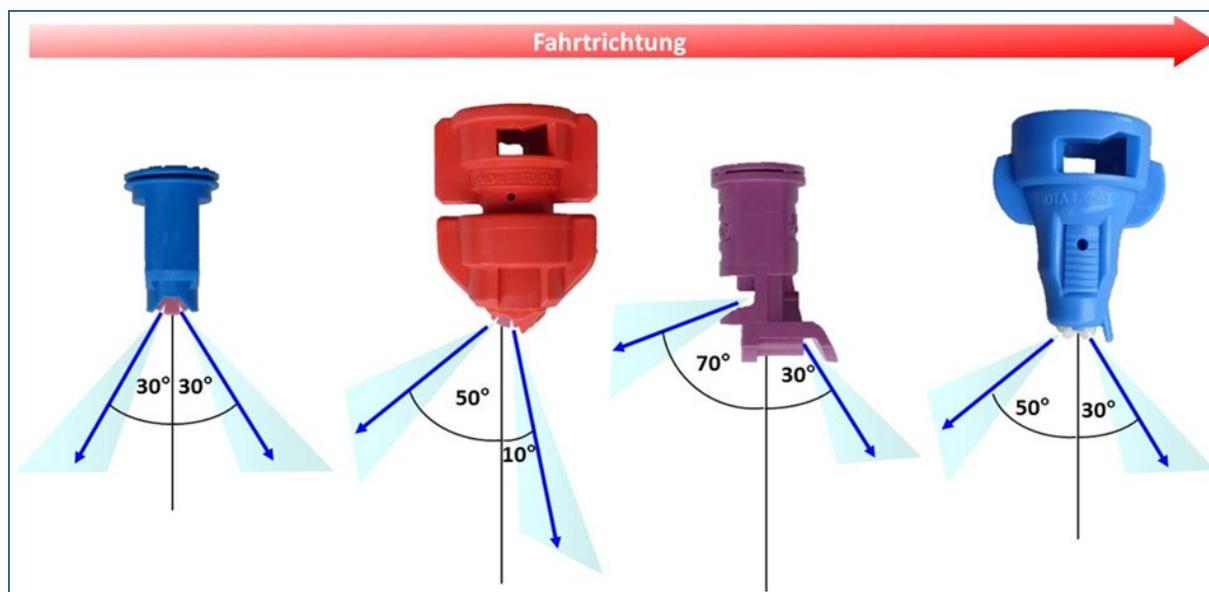


Abb. 9: Moderne Doppelflachstrahl-Injektordüsen optimieren die Verteilung und verbessern die Anlagerung an die Zielfläche, auch bei hohen Fahrgeschwindigkeiten (Quelle: W. Heller, LfL)

Eine weitere Innovation ist die Pflanzenschutzapplikation mit sogenannten Droplegs. Diese eignen sich auch zur Blütenbehandlung in Raps, ohne dabei die Blüte selbst zu treffen. Dabei wird mit abgehängten Düsen der blühende Raps durchkämmt und die Pflanzenschutzmittel unterhalb der Blütenzone appliziert. Dadurch lassen sich Wirkstoff-Rückstände im Pollen und damit auch im Honig deutlich reduzieren.

Reinigung von Pflanzenschutzgeräten

Bereits seit 1998 müssen in Deutschland Feldspritzgeräte (Sprühgeräte > 400 l seit 2003) mit einem zusätzlichen Frischwassertank für die Innenreinigung des Pflanzenschutzgerätes, sowie mit einer Anschlussmöglichkeit für die Außenreinigung ausgestattet sein. Dadurch lassen sich die Geräte bereits auf der Behandlungsfläche sauber reinigen. Herkömmliche Reinigungssysteme erfordern für ein effektives Ergebnis vom Anwender meist ein mehrfaches Einspülen von Teilmengen der vorhandenen Klarwassermenge. Zu berücksichtigen ist außerdem, dass sämtliche mit Spritzbrühe in Berührung kommenden Bauteile in den Reinigungsablauf integriert werden. Dies erfordert vom Landwirt meist ein mehrfaches Absteigen vom Schlepper zur Bedienung der Armaturen, sowie auch häufig ein Durchlaufen bereits behandelter Kulturen. Neuere Systeme bieten hier die Möglichkeit einer halb- oder vollautomatischen Steuerung der einzelnen Reinigungsschritte vom Schlepper aus.

Eine weitere Neuentwicklung ist die kontinuierliche Innenreinigung. Hier erfolgt die Reinigung nicht durch mehrfaches Verdünnen der Restmenge, sondern durch kontinuierliches Zuführen von Klarwasser, nachdem der Spritzbrühebehälter leerespritzt wurde. Dazu ist eine zusätzliche Reinigungspumpe notwendig, welche ausschließlich Klarwasser über spezielle Innenreinigungsdüsen in den Behälter einspült und diesen gleichzeitig reinigt. Parallel läuft die Spritzpumpe weiter und spritzt die Reinigungsflüssigkeit über das Gestänge wieder aus. Somit wird die technische Restmenge mit Klarwasser

kontinuierlich hinausgedrückt. Mit diesem System kann die Gerätereinigung deutlich schneller und effektiver in wenigen Minuten auf der Behandlungsfläche durchgeführt werden. Dadurch werden unsachgemäße Reinigungen auf befestigten Hofflächen obsolet und damit auch Punktquelleneinträge von Pflanzenschutzmitteln in Oberflächengewässer verhindert.

Befüllung von Pflanzenschutzgeräten

Bei der Befüllung von Pflanzenschutzgeräten besteht grundsätzlich das Risiko, dass durch versehentlich verschüttete Pflanzenschutzmittel oder auslaufende Spritzbrühe aufgrund unvorhersehbarer Defekte am Pflanzenschutzgerät, Wirkstoffe in Oberflächengewässer eingetragen werden. Deshalb sollte die Befüllung und Reinigung ausschließlich auf speziell dafür geeigneten Plätzen erfolgen, die nicht an das öffentliche Kanalnetz angeschlossen sind.

Grundsätzlich werden Pflanzenschutzmittel in Messbechern abgemessen und dann über meist schlecht zugängliche Behälteröffnungen in das Spritzfass eingefüllt. Die Gefahr, dass dabei kleine Mengen verschüttet werden, ist hoch. Damit bei der Befüllung nichts daneben geht, wurden in den letzten Jahren spezielle Befüllsysteme für Pflanzenschutzmittel entwickelt. Hier gibt es automatische Systeme, welche nach Vorgabe der gewünschten Aufwandmenge mehrere Pflanzenschutzmittel selbständig abmessen und in die Pflanzenschutzgeräte einfüllen, sowie abschließend auch die Befüllleitung mit Klarwasser spülen. Dadurch wird die richtige Dosierung gewährleistet und ein Verschütten von Mitteln wird verhindert. Seit zwei Jahren gibt es ein neues Befüllsystem auch für Kleingebinde: Das EasyFlow-System ist ein geschlossenes und für den Anwender völlig kontaminationsvermeidendes Entnahmesystem für flüssige Pflanzenschutzmittel aus gesiegelten oder offenen Kanistern. Es ermöglicht Teil- und Komplettnahmen und gewährleistet eine schnelle und vollständige Reinigung der Pflanzenschutzmittelbehälter nach dessen Entleerung. Außerdem lässt es sich jederzeit an vorhandene Pflanzenschutzgeräte nachrüsten.

Fazit:

- Die Applikationstechnik hat sich in den letzten 30 Jahren deutlich zum Positiven hin entwickelt. Dadurch konnte die Abdrift von Pflanzenschutzmitteln effektiv reduziert werden. Die Anlagerung der Mittel wurde bei steigender Schlagkraft weiter verbessert. Einsparungen von Pflanzenschutzmitteln durch Wirkungsoptimierung infolge besserer Applikationstechnik konnten realisiert werden.
- Der Anwenderschutz wurde verbessert durch automatische Reinigungs- und Befüllsysteme. Diese verhindern gleichzeitig auch Punktquelleneinträge in Oberflächengewässer.
- Nicht zuletzt bestätigt auch die Pflanzenschutzgerätekontrolle einen guten Zustand der verwendeten Geräte. In Deutschland müssen seit 1993 Pflanzenschutzgeräte für Flächenkulturen kontrolliert werden (Geräte für Raumkulturen seit 2002, Pflanzenschutzgeräte im Unterglasanbau seit 2013, Beizgeräte und Granulatstreuer spätestens bis 2020). Der Anteil der Geräte, welche die Kontrolle erfolgreich und mit gültiger Plakette verlassen haben, liegt seit Jahren in Bayern bei über 99 %.

5 PSM-Monitoring der Gewässer

Im Wesentlichen handelt es sich bis dato um folgende behördliche Untersuchungsprogramme:

- Untersuchungen an den Messstellen des Landesmessnetzes Grundwasserbeschaffenheit
- Grundwasserschwerpunktprogramme in definierten landwirtschaftlichen Einzugsgebieten
- langfristige Beobachtungen von Brunnen und Quellen in Karstgebieten
- Beprobung der Fließgewässerhauptmessstellen im Landesmessnetz Bayern sowie Untersuchungen im Rahmen der Richtlinie EG 76/464 (Nachfolge-Richtlinie: 2006/11/EG)
- Kleinere Fließgewässer im Einzugsgebiet ausgesuchter landwirtschaftlicher Prägung
- Regionale Programme der Wasserwirtschaftsämter und Regierungen an Fließgewässern
- Beprobung der Seewasserkörper nach WRRL im Rahmen des Routinemonitorings
- Sonderuntersuchungen (z. B. gleisnahe Brunnen)
- Niederschlagswasser im Rahmen des Depositionsmessnetzes Bayern

Untersuchungen des Roh- und Trinkwassers der öffentlichen und privaten Trinkwasserversorgung werden im Rahmen der Eigenüberwachungs- (EÜV) und Trinkwasserverordnung (TrinkwV), (EÜV, 1995), (TrinkwV, 2001) durch die Wasserversorgungsunternehmen (siehe Kapitel 6) und Bodenuntersuchungen durch die Landwirtschaftsverwaltung durchgeführt (siehe Kapitel 4.3).

5.1 Grundwasser

5.1.1 Landesmessnetz Grundwasserbeschaffenheit

Die Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit in Bayern erfolgte in ihren Anfängen zunächst nur für ausgewählte Stoffe und meist einzelfallbezogen. Erst Anfang der 1980er Jahre wurde mit einer systematischen Grundwasserüberwachung an zunächst 58 Messstellen begonnen. Im Rahmen der behördlichen Überwachung finden seit dem Jahr 1989 Grundwasseruntersuchungen auf PSM-Wirkstoffe und relevante Metaboliten an den Messstellen des Landesmessnetzes Grundwasserbeschaffenheit statt. In den darauf folgenden Jahren wurde das Landesmessnetz Grundwasserbeschaffenheit weiter ausgebaut und bis 2006 mit ca. 280 Messstellen betrieben. Neben Nitrat, Schwermetallen und weiteren trinkwasserrelevanten Stoffen wurden auch die Pflanzenschutzmittel als wichtige Qualitätsparameter flächendeckend einheitlich überwacht.

Mit der Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie wurde 2007 eine grundlegende Neuordnung des Messnetzes erforderlich, das zwischenzeitlich ca. 500 Messstellen umfasste. Im Jahr 2014 erfolgte eine erneute Anpassung an die geänderte Gebietskulisse der Grundwasserkörper (GWK). Das aktuelle Messnetz umfasst derzeit ca. 620 Messstellen, davon sind rund zwei Drittel der Messstellen Brunnen oder Quellen der öffentlichen Wasserversorgung, etwa 25 % Grundwassermessstellen und rund 7 % natürliche Quellen.

Die Analyse auf Pflanzenschutzmittel erfolgt nicht jedes Jahr flächendeckend an allen Messstellen, vielmehr orientiert sich die Messstellenauswahl vorrangig an der bereits nachgewiesenen PSM-Belastung, der Landnutzung im Einzugsgebiet der Messstelle sowie dem bestehenden Laborkontingent. Eine variable Anzahl an Dauerbeobachtungsmessstellen mit einer PSM-Belastung für einen Einzelstoff von mindestens 0,05 µg/l werden jährlich untersucht.

Für Pflanzenschutzmittel stehen seit einigen Jahren grundsätzlich vier verschiedene Messprogramme mit insgesamt ca. 100 Parametern zur Verfügung: PSM mit HPLC/UV (64 Parameter), Saure PSM (bis

zu 15 Parameter), PSM-Sonderanalytik (Glyphosat u. a., drei Parameter) sowie PSM-Metaboliten (21 Parameter). Eine Liste mit den bis 2016 untersuchten Standard-PSM-Parametern findet sich im Anhang, Tab. 18. Seit 2017 kommt eine wesentlich überarbeitete PSM-Parameterliste zur Anwendung (siehe Kap. 3.1).

PSM-Wirkstoffe und relevante Metaboliten

Zu Beginn des PSM-Monitorings wurde das Grundwasser auf die 11 Triazine Atrazin, Desethylatrazin, Simazin, Desisopropylatrazin, Terbutylazin, Metribuzin, Terbutryn, Cyanazin, Propazin, Sebuthylazin und Desmetryn untersucht. Der Parameterumfang wurde in den darauffolgenden Jahren kontinuierlich erweitert. Eine Übersicht der pro Jahr untersuchten Messstellen, sowie die Verteilung der dabei erhobenen Messwerte auf die PSM-Belastungsklassen kann Abb. 10 entnommen werden. Die Belastungsklassen beziehen sich dabei auf Einzelstoffe, d. h. wenn in einer Probe ein Stoff über 0,1 µg/l nachgewiesen wurde, wurde diese Belastungsklasse vergeben. Dabei ist festzustellen, dass pro Jahr an ca. 40 bis 60 % der untersuchten Messstellen mindestens ein PSM-Wirkstoff bzw. relevanter Metabolit in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurde. Darüber hinaus wurden an ca. 7 bis 19 % der pro Jahr untersuchten Messstellen sogar Messwerte oberhalb des Schwellenwerts nach Grundwasserverordnung in Höhe von 0,1 µg/l festgestellt.

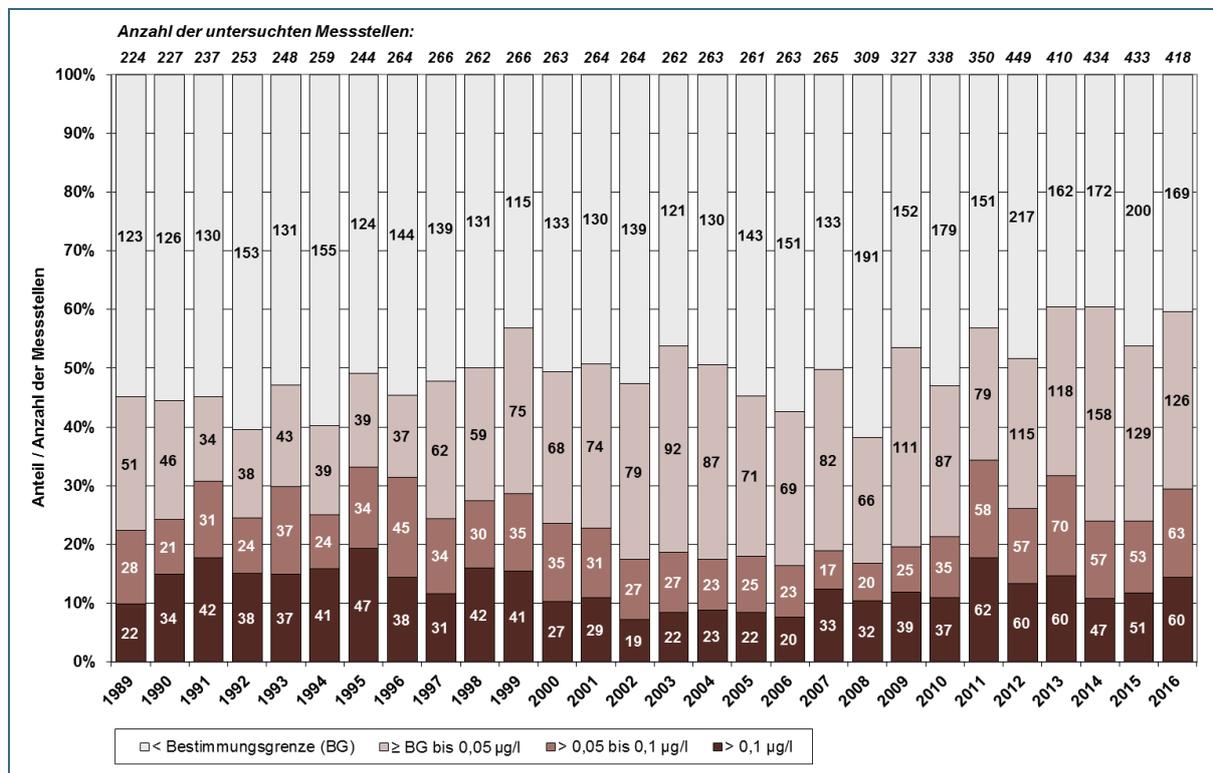


Abb. 10: Anteil der untersuchten Messstellen des Landesmessnetzes Grundwasserbeschaffenheit an den PSM-Belastungsklassen für die Jahre 1989 bis 2016

Da in jedem Jahr eine unterschiedliche Anzahl von Messstellen auf PSM untersucht wurde und auch das jeweilige PSM-Parameterspektrum sich über die Jahre geändert hat, ist darauf hinzuweisen, dass anhand Abb. 10 keine Aussage hinsichtlich der Belastungsentwicklung des Grundwassers mit PSM getroffen werden kann. Um die Entwicklung der PSM-Belastung im Grundwasser über die Jahre deutlich zu machen, werden in Abb. 11 im Gegensatz zu Abb. 10 nur konsistente Messstellen betrachtet. Es werden also nur solche Messstellen in der Auswertung berücksichtigt, die in jedem 2-Jahreszeitraum zumindest einmal auf PSM untersucht wurden. Auf diese Weise konnten für den Zeitraum 1989

bis 2006 insgesamt 230 und für den Zeitraum 2007 bis 2016 insgesamt 436 konsistente Messstellen herangezogen werden.

In der Konzentrationsklasse „> 0,1 µg/l“ oberhalb des Schwellenwerts nach Grundwasserverordnung zeigt sich zunächst eine Belastungszunahme bis zu den Jahren 1995/1996 (Abb. 11). In diesem 2-Jahreszeitraum werden bei fast ein Viertel der 230 Messstellen PSM-Konzentrationen über 0,1 µg/l ermittelt. Im Anschluss an diesen Belastungshöhepunkt geht der Anteil der Messstellen in der höchsten Belastungsklasse bis zu den Jahren 2005/2006 kontinuierlich bis auf rund 9 % zurück. Bei den beiden übrigen Konzentrationsklassen zeigt sich im Zeitraum bis 2006 keine eindeutige Tendenz. Im Zeitraum 2007 bis 2016 liegt die PSM-Belastung des Grundwassers etwa auf einem gleichbleibenden Niveau. Erst in den letzten beiden Zeiträumen ist wieder eine leicht rückläufige Tendenz hinsichtlich der höchsten Belastungsklasse zu erkennen. Auch bei dieser Auswertung ist zu beachten, dass sich das untersuchte Parameterspektrum über die Jahre verändert und deutlich erweitert hat.

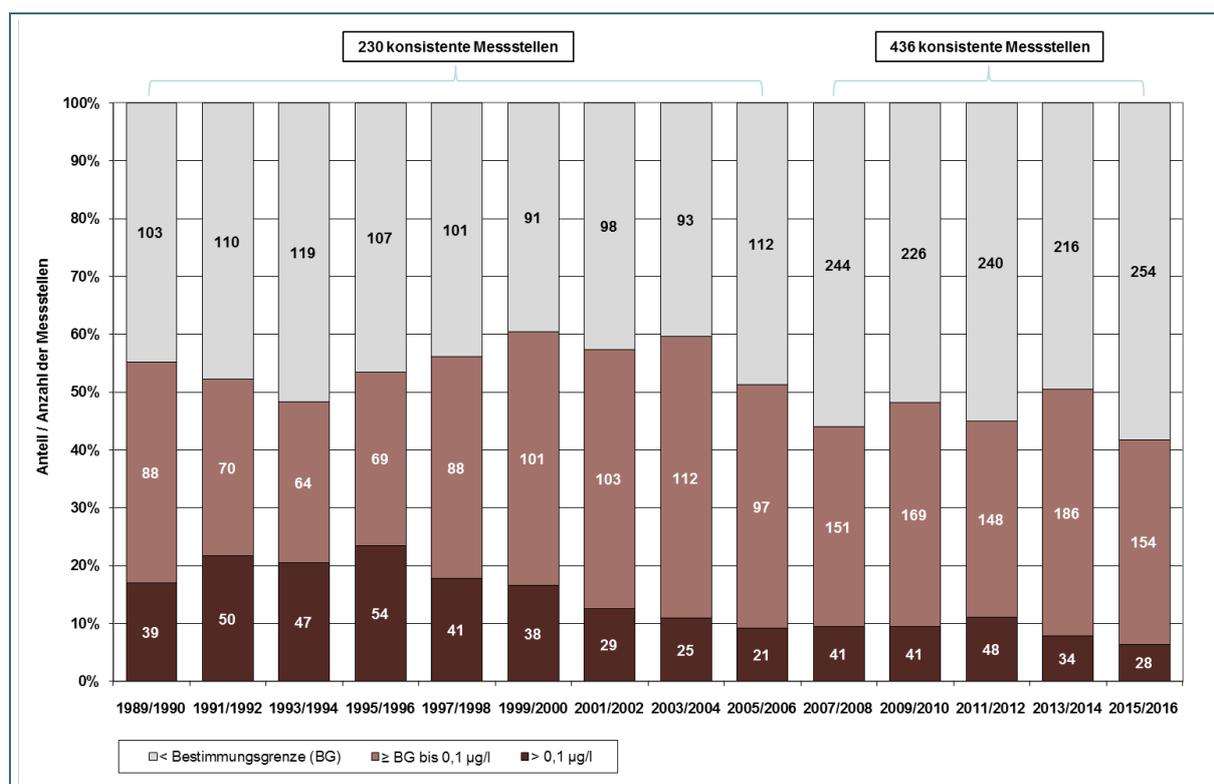


Abb. 11: Anteil der 230 bzw. 436 konsistenten Messstellen des Landesmessnetzes Grundwasserbeschaffenheit an den PSM-Belastungsklassen für die Jahre 1989 bis 2006 bzw. 2007 bis 2016 (2-Jahreszeiträume)

Die meisten PSM-Nachweise im Grundwasser sind auf PSM-Wirkstoffe und relevante Metaboliten zurückzuführen, die teilweise schon seit vielen Jahren nicht mehr Bestandteil von zugelassenen PSM sind. Insbesondere sind hierbei der Wirkstoff Atrazin und dessen Abbauprodukt Desethylatrazin zu nennen, die mit Abstand am häufigsten in erhöhten Konzentrationen im Grundwasser gefunden werden. Die bisherige Befundsituation dieser beiden Stoffe im Grundwasser zeigt Abb. 12. Der darin dargestellte Verlauf insbesondere der Desethylatrazin-Konzentrationen über die Jahre stimmt mit der in Abb. 11 insgesamt aufgeführten PSM-Belastungsentwicklung überein. Bei Atrazin dagegen zeigt sich ab dem Anwendungsverbot im Jahr 1991 zunächst eine kontinuierliche Abnahme in der höchsten Belastungsklasse; ab dem Jahr 2001 kann man jedoch von einer eher gleichbleibenden Belastungssituation sprechen. Des Weiteren geht aus Abb. 12 hervor, dass alle weiteren PSM-Wirkstoffe und relevanten Metaboliten (sowohl aus derzeit zugelassenen als auch nicht mehr zugelassenen PSM) über den Gesamtzeitraum von 1989 bis 2016 ungeachtet jährlicher Schwankungen insgesamt etwa in gleicher

Häufigkeit im Grundwasser nachgewiesen werden. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass sich das Parameterspektrum über die Jahre geändert hat.

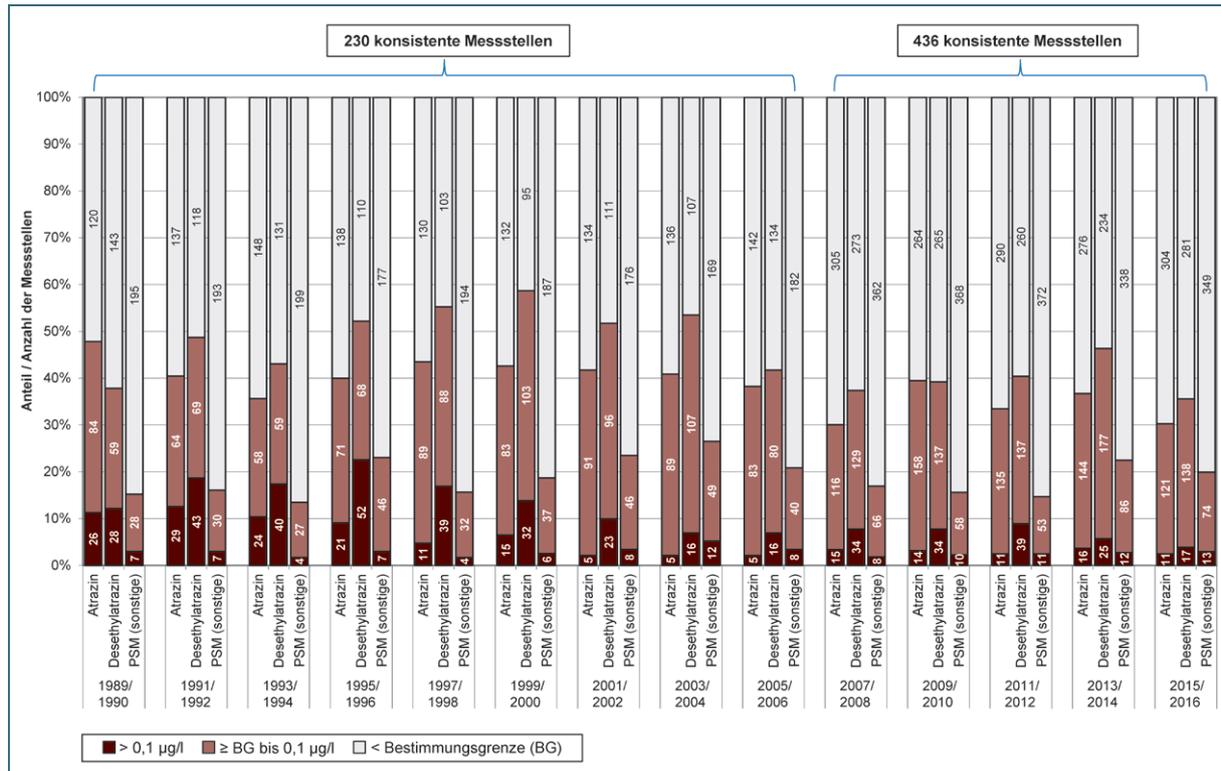


Abb. 12: Atrazin, Desethylatrazin und sonstige PSM: Anteil der 230 bzw. 460 konsistenten Messstellen des Landesmessnetzes Grundwasserbeschaffenheit an den PSM-Belastungsklassen für die Jahre 1989 bis 2006 bzw. 2007 bis 2016 (2-Jahreszeiträume)

Abb. 13 zeigt die regionale Verteilung der Messstellen des Landesmessnetzes mit der dazugehörigen PSM-Konzentration. Je Messstelle wurde dabei der höchste Messwert aller untersuchten PSM-Wirkstoffe und relevanter Metaboliten aus dem Zeitraum von 1989 bis 2016 berücksichtigt. Wie aus Abb. 13 hervorgeht, bildet die Karstregion der Fränkischen Alb, die sich hauptsächlich über die Regierungsbezirke Oberfranken und Oberpfalz erstreckt, einen Schwerpunkt hinsichtlich der Belastung des Grundwassers mit PSM. Daneben wurden bzw. werden insbesondere an Messstellen in der westlichen Hälfte Niederbayerns, im nördlichen Schwaben sowie in Teilen Oberbayerns, Mittel- und Unterfrankens erhöhte PSM-Gehalte im Grundwasser festgestellt.

Darüber hinaus sind in Abb. 13 diejenigen Messstellen², an denen Schwellenwert-Überschreitungen für PSM-Wirkstoffe bzw. relevante Metaboliten aus derzeit zugelassenen PSM festgestellt wurden, extra hervorgehoben. Wie aus Abb. 13 hervorgeht, sind diese Messstellen relativ weiträumig über die oben genannten Regionen verteilt. Die Verteilung der PSM-Belastung ist im Allgemeinen von zahlreichen Einflussfaktoren wie Klima (Niederschlag), Bodenbeschaffenheit und Landnutzung (PSM-Einsatz) abhängig, welche sich auch kleinräumig unterscheiden können.

² An diesen Messstellen wurden in der Regel nicht nur Wirkstoffe und relevante Metaboliten aus derzeit zugelassenen PSM, sondern auch solche aus aktuell nicht mehr zugelassenen PSM in Konzentrationen oberhalb von 0,1 µg/l festgestellt.

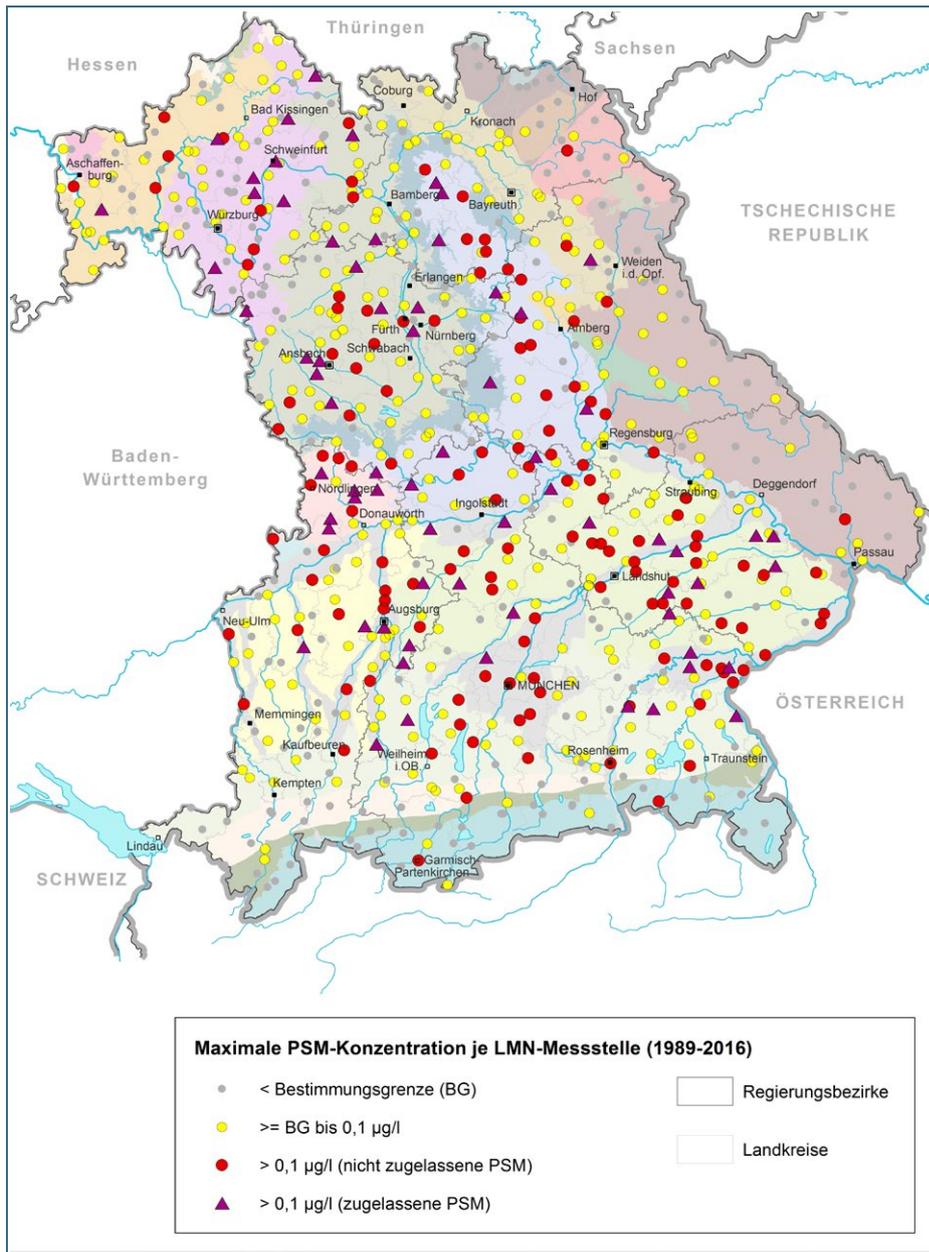


Abb. 13: PSM-Belastung an im Rahmen der behördlichen Überwachung untersuchten Messstellen des Landesmessnetzes Grundwasserbeschaffenheit; maximale PSM-Konzentration je Messstelle im Zeitraum von 1989 bis 2016

Wie bereits oben beschrieben, sind die meisten PSM-Funde im Grundwasser auf den Wirkstoff Atrazin und dessen Abbauprodukt Desethylatrazin zurückzuführen. Diese beiden Stoffe liegen auf den Plätzen 1 und 2 eines Rankings der am meisten nachgewiesenen PSM-Parameter im Rahmen des Grundwassermonitorings in Bayern (Tab. 2). Erst mit großem Abstand folgen die weiteren Stoffe.

Des Weiteren fällt auf, dass mit Bentazon, Terbutylazin, Desethylterbutylazin, Isoproturon³ und Metolachlor auch Stoffe hinsichtlich ihrer Fundhäufigkeit weit oben platziert sind, die noch in aktuell zugelassenen Pflanzenschutzmitteln enthalten sind und dementsprechend im Gegensatz zu beispielsweise Atrazin weiterhin eingesetzt werden dürfen.

Die Belastung des Grundwassers mit aktuell zugelassenen Pflanzenschutzmitteln steht im faktischen Widerspruch zu den Zielen des Zulassungsverfahrens. Auf ein von der LfL entwickeltes Standort- und

³ Die Zulassung von Isoproturon ist seit 30.06.2016 abgelaufen, die Aufbrauchfrist endete am 30.09.2017.

wirkstoffspezifisches Risikomanagement zum Schutz von Grundwasser gegenüber der Belastung mit Pflanzenschutzmitteln wird ausführlich in Kapitel 8.1 eingegangen.

Tab. 2: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen im Rahmen der behördlichen Überwachung im Zeitraum **1989 bis 2016**; es sind nur Wirkstoffe und relevante Metaboliten mit Nachweisen > 0,1 µg/l an mindestens 2 Messstellen aufgeführt (**fett**: PSM-Wirkstoffe, die derzeit Bestandteil zugelassener Pflanzenschutzmittel sind, *kursiv*: relevante Metaboliten von PSM-Wirkstoffen, nicht fett: nicht mehr zugelassene PSM)

Wirkstoff/ relevanter Metabolit	Anzahl Messstellen					
	insgesamt untersucht	höchster Messwert an der Messstelle				
		< Bestimmungsgrenze (BG)	≥ BG bis 0,05 µg/l	> 0,05 bis 0,1 µg/l	> 0,1 bis 1,0 µg/l	> 1,0 µg/l
<i>Desethylatrazin</i>	747	284	178	134	144	7
Atrazin	747	341	234	91	77	4
Bentazon	741	683	14	19	22	3
Terbuthylazin	747	616	96	22	12	1
Simazin	747	626	99	9	11	2
<i>Desethylterbuthylazin</i>	747	596	116	23	12	0
<i>Desethylsimazin</i>	747	653	69	13	11	1
Isoproturon ³	744	701	26	6	8	3
Metolachlor	747	717	16	5	8	1
<i>2-Hydroxyatrazin</i>	83	49	16	11	7	0
Bromacil	744	731	6	1	5	1
<i>2-Hydroxydesethylatrazin</i>	61	30	13	13	5	0
Diuron	744	720	15	4	3	2
Propazin	747	689	51	2	5	0
Terbutryn	747	719	23	0	5	0
MCPA	741	728	8	0	5	0
Ethidimuron	743	730	10	0	2	1
Metazachlor	747	734	9	2	2	0
Chloridazon	744	720	21	1	2	0
Fluroxypyr	736	726	8	0	2	0
Propiconazol	742	736	4	0	2	0
Hexazinon	743	739	2	0	2	0

Nicht relevante PSM-Metaboliten

Das LfU führte ab dem Jahr 2006 Untersuchungen des Grundwassers auf nicht relevante Metaboliten (nrM) durch. Die Hintergründe zu den in den Fokus gerückten nrM sind im Kapitel 1 „Historie“ erläutert. Nachdem Grundwasserproben anfangs nur auf den Metaboliten Desphenylchloridazon (Chloridazon-Metabolit B) analysiert wurden, wurde das Parameterspektrum in den darauf folgenden Jahren entsprechend der Veröffentlichungen des BVL stetig um weitere Metaboliten erweitert. Die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen auf nrM aus den Jahren 2006 bis 2016 können zusammengefasst nachfolgender Abb. 14 entnommen werden.

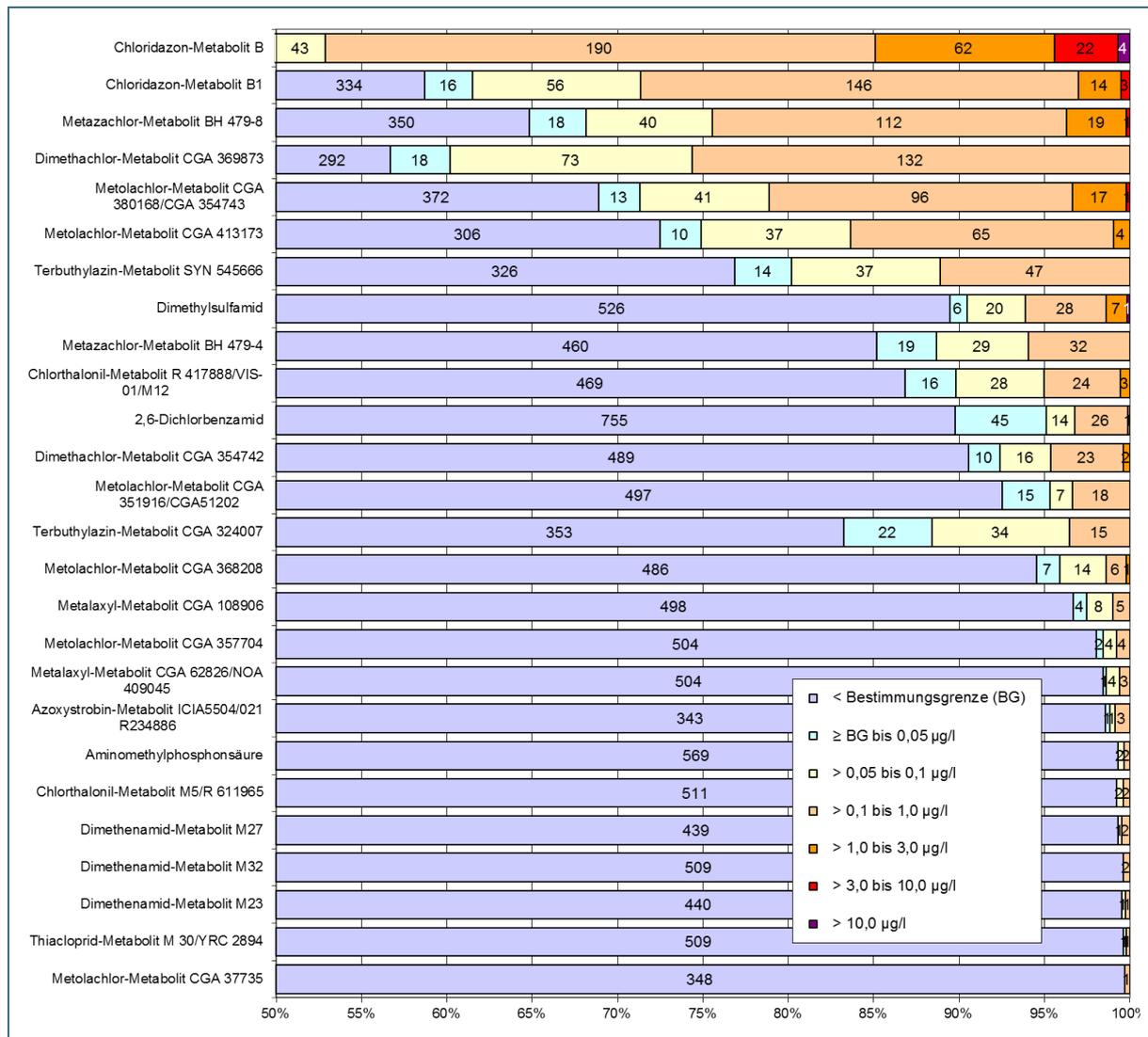


Abb. 14: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen zu nicht relevanten Metaboliten im Zeitraum 2006 bis 2016; Anteil der untersuchten Messstellen an den Belastungsklassen je Metabolit; es sind nur nicht relevante Metaboliten mit positivem Nachweis an mindestens einer Messstelle aufgeführt.

Die dargestellten Ergebnisse in Abb. 14 zeigen, dass der Chloridazon-Metabolit B mit Nachweisen an über 50 % der untersuchten Messstellen mit Abstand am häufigsten und in teilweise sehr hohen Konzentrationen von größer 3,0 µg/l im Grundwasser gefunden wird. Darüber hinaus sind vor allem der Chloridazon-Metabolit B1, Dimethylsulfamid, der Metazachlor-Metabolit BH 479-8 sowie die Metolachlor-Metaboliten CGA 380168 / CGA 354743 und CGA 413173 mit Konzentrationen von größer 1,0 µg/l und relativ hohen Fundhäufigkeiten als auffällig zu bewerten. Allerdings ist festzustellen, dass in diesen Fällen keine Grenz- bzw. Schwellenwertüberschreitungen vorliegen, da 1,0 µg/l in vorliegendem

Bericht nur als relativer Vergleichswert für die ermittelten Konzentrationen der nicht relevanten PSM-Metaboliten verwendet wird. Eine sehr hohe Fundhäufigkeit weist auch der Dimethachlor-Metabolit CGA 369873 auf; dieser wird an über 40 % der untersuchten Messstellen oberhalb der Bestimmungsgrenze im Grundwasser nachgewiesen. Es ist anzumerken, dass die in den Jahren 2006 bis 2016 untersuchten Messstellen größtenteils risikobasiert ausgewählt wurden. Neben einzelnen Referenzmessstellen in Waldgebieten wurden also vor allem solche Messstellen untersucht, deren Einzugsgebiete landwirtschaftlich genutzt werden. Dementsprechend sind die gewonnenen Untersuchungsergebnisse als nicht repräsentativ für die Situation in ganz Bayern anzusehen. Dennoch sind die häufigen Nachweise und die weiträumige Verteilung einzelner Metaboliten im Grundwasser als auffällig zu bezeichnen. Die regionale Verteilung der Messstellen mit den entsprechenden nrM-Konzentrationen im Grundwasser kann nachfolgender Abb. 15 entnommen werden.

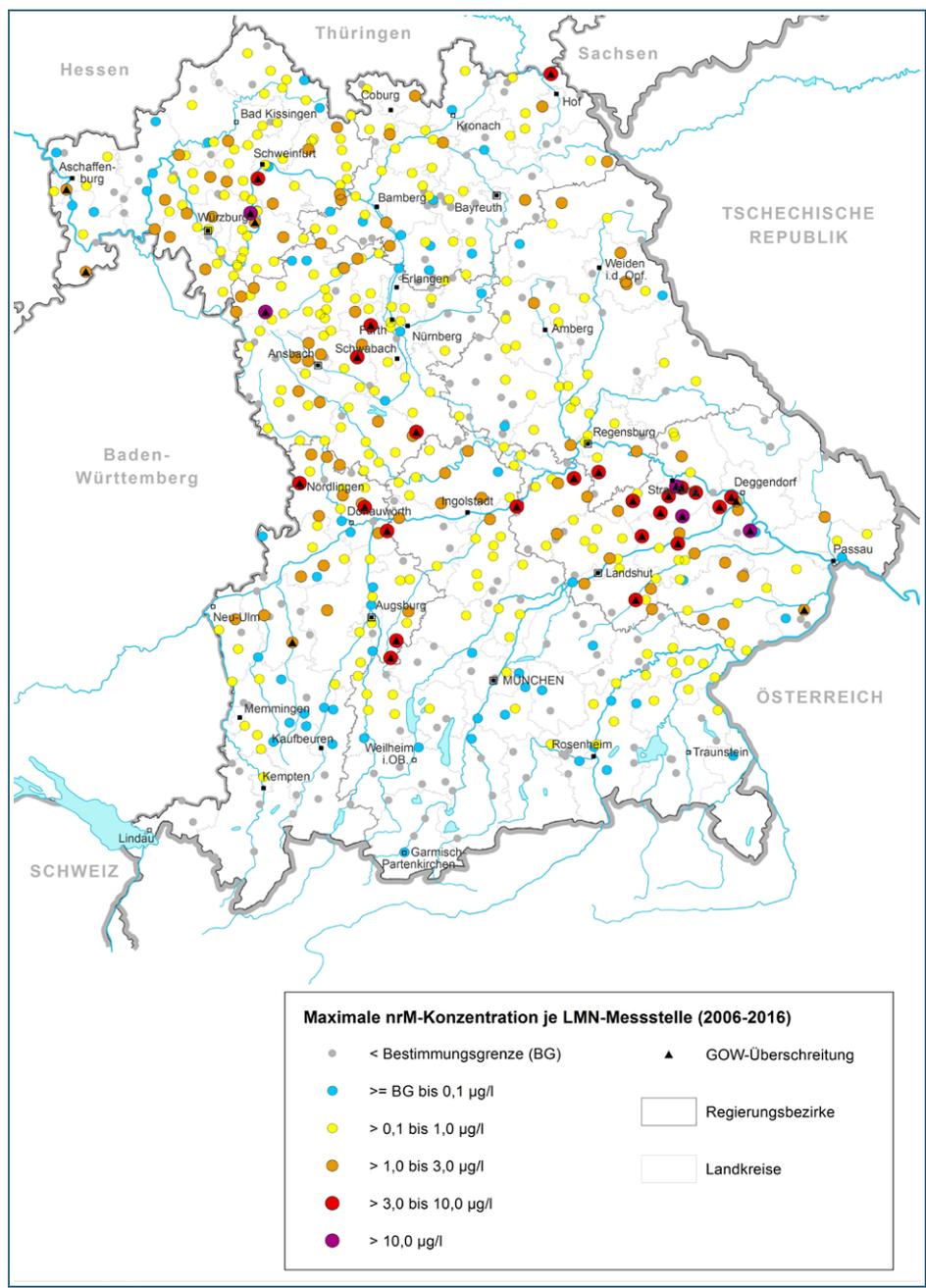


Abb. 15: Regionale Verteilung der nrM-Konzentrationen im Grundwasser Bayerns (maximale nrM-Konzentration je Messstelle im Zeitraum von 2006 bis 2016)

Die meisten erhöhten Konzentrationen im Grundwasser sind auf die Metaboliten des Rübenerbizids Chloridazon zurückzuführen. Folglich liegt ein Großteil der belasteten Messstellen in Regionen mit Zuckerrübenanbau im Umfeld der drei großen Zuckerfabriken Ochsenfurt (Landkreis Würzburg), Plattling (Landkreis Deggendorf) und Rain am Lech (Landkreis Donau-Ries). Auf das lokale Vorkommen der Metaboliten von Chloridazon wird ausführlich in Kapitel 7.8 „Gesamtschau über auffällige PSM-Wirkstoffe und Metaboliten; Chloridazon und Metaboliten“ eingegangen.

Der gemäß Grundwasserverordnung (GrwV) geltende Schwellenwert sowie der nach Trinkwasserverordnung (TrinkwV) festgelegte Grenzwert – beide in Höhe von 0,1 µg/l – wurden für PSM-Wirkstoffe und relevante Metaboliten erlassen. Somit enthalten beide Verordnungen keine direkten Anforderungen an die Bewertung von nrM. Aufgrund vermehrter Funde von nrM im Grundwasser hat das Umweltbundesamt (UBA) im Jahr 2008 die Empfehlung „Trinkwasserhygienische Bewertung stoffrechtlich „nicht relevanter“ Metaboliten von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln im Trinkwasser“ veröffentlicht (UBA, 2008). Darin sind u. a. trinkwasserhygienisch bis auf weiteres (vorerst dauerhaft) hinnehmbare gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) für nrM abgeleitet. Dieser GOW liegt bei Vorliegen aussagekräftiger toxikologischer Studien bei 3,0 µg/l, ansonsten bei 1,0 µg/l. Darüber hinaus ist in der Empfehlung des UBA noch ein Vorsorge-Maßnahmenwert in Höhe von 10,0 µg/l genannt, der als trinkwasserhygienisch vorübergehend hinnehmbar bezeichnet wird. Zusammen mit dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) veröffentlicht das UBA eine stetig fortgeschriebene Liste mit den aktuellen gesundheitlichen Orientierungswerten je nrM. Bisher wurden im Grundwasser Bayerns folgende nrM in Konzentrationen oberhalb des jeweils geltenden GOW festgestellt: Chloridazon-Metabolit B, Dimethylsulfamid, Metolachlor-Metabolit CGA 413173, Chloridazon-Metabolit B1, Metazachlor-Metabolit BH 479-8, Metolachlor-Metabolit CGA 380168/CGA 354743 und Metolachlor-Metabolit CGA 368208 (Tab. 3). Der vom UBA empfohlene Vorsorge-Maßnahmenwert in Höhe von 10,0 µg/l wurde bisher im Grundwasser von insgesamt fünf Messstellen für den Chloridazon-Metaboliten B bzw. für Dimethylsulfamid überschritten. Es ist anzumerken, dass die GOW vor dem Hintergrund des Vorsorgegedankens abgeleitet wurden; sie sind rechtlich nicht bindend. Aufgrund des Fehlens eines pauschalen Grenzwerts muss hinsichtlich des Trinkwassers eine entsprechende Regelung im Einzelfall durch das zuständige Gesundheitsamt erfolgen. Genauere Erläuterungen hierzu finden sich im Kapitel 6.4.2 „Sonderuntersuchungen LGL: Nicht relevante Metaboliten“.

Tab. 3: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen zu nicht relevanten Metaboliten (nrM) im Zeitraum 2006 bis 2016; es sind nur nrM mit Werten > 0,1 µg/l an mindestens zwei Messstellen aufgeführt (**fett**: nrM von aktuell zugelassenen PSM-Wirkstoffen)

Nicht relevanter Metabolit	Anzahl Messstellen								Gesundheitlicher Orientierungswert (GOW) in µg/l	Anzahl Messstellen > GOW
	insgesamt untersucht	höchster Messwert an der Messstelle								
		< Bestimmungsgrenze (BG)	≥ BG bis 0,05 µg/l	> 0,05 bis 0,1 µg/l	> 0,1 µg/l bis 1,0 µg/l	> 1,0 µg/l bis 3,0 µg/l	> 3,0 µg/l	> 10,0 µg/l		
Chloridazon-Metabolit B	590	261	8	43	190	62	22	4	3,0	26
Chloridazon-Metabolit B1	569	334	16	56	146	14	3	0	3,0	3
Metazachlor-Metabolit BH 479-8	540	350	18	40	112	19	1	0	3,0	1
Metolachlor-Metabolit CGA 380168/CGA 354743	540	372	13	41	96	17	1	0	3,0	1
Dimethylsulfamid	588	526	6	20	28	7	0	1	1,0	8
Metolachlor-Metabolit CGA 413173	422	306	10	37	65	4	0	0	1,0	4
Chlorthalonil-Metabolit R 417888/VIS-01/M12	540	469	16	28	24	3	0	0	3,0	0
Dimethachlor-Metabolit CGA 354742	540	489	10	16	23	2	0	0	3,0	0
2,6-Dichlorbenzamid	687	621	31	12	22	1	0	0	3,0	0
Metolachlor-Metabolit CGA 368208	514	486	7	14	6	1	0	0	1,0	1
Dimethachlor-Metabolit CGA 369873	515	292	18	73	132	0	0	0	1,0	0
Terbutylazin-Metabolit SYN 545666	424	326	14	37	47	0	0	0		0
Metazachlor-Metabolit BH 479-4	540	460	19	29	32	0	0	0	1,0	0
Metolachlor-Metabolit CGA 351916/CGA51202	537	497	15	7	18	0	0	0	3,0	0
Terbutylazin-Metabolit CGA 324007	424	353	22	34	15	0	0	0		
Metalaxyl-Metabolit CGA 108906	515	498	4	8	5	0	0	0	1,0	0
Metolachlor-Metabolit CGA 357704	514	504	2	4	4	0	0	0	1,0	0
Metalaxyl-Metabolit CGA 62826/NOA 409045	512	504	1	4	3	0	0	0	1,0	0
Azoxystrobin-Metabolit ICIA5504/021 R234886	348	343	1	1	3	0	0	0	1,0	0
Aminomethylphosphonsäure (AMPA)	561	557	0	2	2	0	0	0		
Chlorthalonil-Metabolit M5/R 611965	515	511	0	2	2	0	0	0	3,0	0
Dimethenamid-Metabolit M27	442	439	0	1	2	0	0	0	3,0	0
Dimethenamid-Metabolit M32	511	509	0	0	2	0	0	0		

5.1.2 PSM-Schwerpunktprogramme

Neben den Routineuntersuchungen an den Messstellen des Landesmessnetzes Grundwasserbeschaffenheit werden ausgewählte Messstellen im Rahmen von Schwerpunktprogrammen intensiver auf PSM-Wirkstoffe und Metaboliten untersucht. Um einen möglichst umfassenden Überblick über die PSM-Belastung zu bekommen, werden hierzu Analysen des Grundwassers an ausgewählten Messstellen auf möglichst viele PSM-Parameter durchgeführt.

Multi-PSM-Schwerpunktprogramm (1991–1999)

Für das „Multi-PSM-Schwerpunktprogramm“ wurden im Jahr 1990 insgesamt 15 Wasserfassungen sowie acht Grundwasserhauptmessstellen ausgewählt. Die Hauptkriterien für die Auswahl der insgesamt 23 Messstellen waren eine intensive landwirtschaftliche Nutzung im Einzugsgebiet (erhöhte Nitratgehalte), eine Beeinflussung der Wasserfassung durch Uferfiltrat oder Bahngleise im Wasserschutzgebiet. In Zusammenarbeit mit den Landwirtschaftsbehörden wurden die angebauten Kulturen in den Einzugsgebieten erhoben und die dort üblicherweise eingesetzten PSM zusammengestellt. Die ab dem Jahr 1991 durchgeführten vierteljährlichen Untersuchungen wurden durch die damaligen Landesuntersuchungsämter Nord- und Südbayern sowie das damalige Landesamt für Wasserwirtschaft durchgeführt. Um das Parameterspektrum zu erweitern, wurden einige Proben auch an ein Privatlabor vergeben. Dadurch konnte die Untersuchung aller Messstellen auf mindestens 81 PSM-Wirkstoffe bzw. Metaboliten gewährleistet werden. Die im Rahmen des Multi-PSM-Schwerpunktprogramms erhaltenen Messwerte zeigten, dass bei fast allen Messstellen Atrazin sowie Desethylatrazin in erhöhten Konzentrationen im Grundwasser nachgewiesen werden konnten. Neben diesen beiden Substanzen wurden die Wirkstoffe Simazin, Bentazon, Terbutylazin und Metalaxyl in mehr als einer Probe in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze festgestellt. Es war jedoch festzuhalten, dass bislang kein anderer PSM-Parameter eine mit Atrazin und Desethylatrazin vergleichbare Belastung des Grundwassers verursacht hat.

Sonderuntersuchung (SU) 80.91 (2000–2016)

Im Jahr 2000 wurde das Multi-PSM-Schwerpunktprogramm durch die „Sonderuntersuchung (SU) 80.91“ ersetzt. Ziel des neuen Untersuchungsprogramms war es, repräsentative Grundwassermessstellen in landwirtschaftlich typisch genutzten Gebieten auf möglichst viele der dort eingesetzten PSM zu untersuchen. Außerdem sollte die langzeitliche Entwicklung insbesondere auch bezüglich des Vorkommens neuer PSM-Wirkstoffe beobachtet werden. Hierfür wurden zunächst 18 Messstellen nach folgenden Kriterien ausgewählt:

- oberflächennahes Grundwasser
- unterschiedliche landwirtschaftliche Nutzung im Einzugsgebiet
- hohe Belastung mit Nitrat und PSM
- Verteilung der Messstellen in ganz Bayern

Auch einige Messstellen aus dem früheren Multi-PSM-Schwerpunktprogramm wurden in die neue Sonderuntersuchung aufgenommen. Die so ausgewählten Messstellen wurden ab dem Jahr 2001 zweimal pro Jahr (vor und nach der Vegetationsperiode) auf alle am LfU (damals LfW) analysierbaren PSM-Parameter untersucht. Ab dem Jahr 2007 wurde im Rahmen der Neukonzipierung des Landesmessnetzes die Messstellenanzahl der SU 80.91 auf 13 reduziert, wobei diese 13 Messstellen ab diesem Zeitpunkt Bestandteil des Landesmessnetzes wurden. In diesem Zusammenhang wurde auch der Messturnus auf einmal pro Jahr verringert. Das Grundwasser der 13 Messstellen wurde bis 2016 im Rahmen der SU 80.91 auf alle bis dato am LfU etablierten PSM-Untersuchungsmethoden, nämlich „PSM mit HPLC/UV“, „Saure PSM“, PSM-Sonderanalytik“ (Glyphosat und AMPA), „SHKW“, „Insektizide und halogenhaltige Herbizide“ sowie „PSM-Metaboliten“ (nicht relevante Metaboliten) analysiert.

Insgesamt wurden die einzelnen Grundwasserproben auf ca. 170 PSM-Parameter (Wirkstoffe, relevante und nicht relevante Metaboliten) untersucht.

Wie aus Tab. 4 hervorgeht, konnten an den Messstellen der SU 80.91 im Zeitraum von 2001 bis 2016 eine Reihe von PSM-Wirkstoffen und relevanten Metaboliten oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden. Die meisten dieser Stoffe wurden an einzelnen Messstellen und in Konzentrationen unterhalb des Schwellenwerts von 0,1 µg/l nachgewiesen. Allerdings wurden bei einzelnen Messstellen auch Werte oberhalb von 0,1 µg/l festgestellt, beispielsweise für die aktuell zugelassenen PSM-Wirkstoffe Terbutylazin, Mecoprop und Metolachlor. Analog zu den übrigen Untersuchungen des behördlichen Grundwassermonitorings sind die meisten Schwellenwert-Überschreitungen wiederum auf Desethylatrazin, Bentazon und Atrazin zurückzuführen. Auch der weitere Metabolit von Atrazin 2-Hydroxydesethylatrazin, der bisher ausschließlich an den Messstellen der SU 80.91 untersucht wurde, ist als auffällig zu bewerten. Darüber hinaus wurden noch weitere Wirkstoffe bzw. relevante Metaboliten aus derzeit zugelassenen Pflanzenschutzmitteln im Grundwasser nachgewiesen (Tab. 4).

Tab. 4: Untersuchungsergebnisse für PSM-Wirkstoffe und relevante Metaboliten im Grundwasser der Messstellen der **Sonderuntersuchung 80.91** im Zeitraum 2001 bis 2016; es sind nur Wirkstoffe und relevante Metaboliten mit positiven Nachweisen an mindestens 2 Messstellen aufgeführt (**fett**: PSM-Wirkstoffe, die derzeit Bestandteil zugelassener Pflanzenschutzmittel sind, *kursiv*: relevante Metaboliten von PSM-Wirkstoffen, nicht fett: nicht mehr zugelassene PSM)

Wirkstoff / Metabolit	Anzahl Messstellen				
	insgesamt untersucht	höchster Messwert an der Messstelle			
		< Bestimmungsgrenze (BG)	≥ BG bis 0,05 µg/l	> 0,05 bis 0,1 µg/l	> 0,1 µg/l
<i>Desethylatrazin</i>	13	2	3	4	4
Bentazon	13	5	4	0	4
Atrazin	13	2	7	1	3
<i>2-Hydroxydesethylatrazin</i>	13	8	0	2	3
Terbutylazin	13	8	3	1	1
<i>Desethyl-desisopropylatrazin</i>	13	9	2	1	1
Mecoprop	13	11	1	0	1
Terbutryn	13	12	0	0	1
Cyprodinil	13	12	0	0	1
Metolachlor	13	12	0	0	1
Desethylterbutylazin	13	8	5	0	0
<i>Desethylsimazin</i>	13	9	2	2	0
Propazin	13	9	4	0	0
loxynil	13	10	3	0	0
<i>2-Hydroxyatrazin</i>	13	10	1	2	0
2,4-D	13	11	2	0	0
2,4-DB	13	11	2	0	0
Glyphosat	13	11	1	1	0
Isoproturon	13	11	1	1	0
Simazin	13	11	2	0	0

In Tab. 5 sind die Untersuchungsergebnisse der Sonderuntersuchung SU 80.91 für die nicht relevanten Metaboliten (nrM) aufgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass die nrM im Vergleich zu den Wirkstoffen und relevanten Metaboliten deutlich häufiger und zum Teil in höheren Konzentrationen im Grundwasser gefunden werden. Dies wird insbesondere am Chloridazon-Metabolit B deutlich, der fast an

allen Messstellen der SU 80.91 in Konzentrationen von größer 0,1 µg/l (nur relativer Vergleichswert, da kein Grenz-/bzw. Schwellenwert für nrM) im Grundwasser nachgewiesen wird. Mit Ausnahme des Metalaxyl-Metaboliten CGA 62826/NOA 409045 sowie des Chlorthalonil-Metaboliten M5/R 611965 weisen alle in Tab. 5 aufgeführten nrM zumindest an einer der 13 untersuchten Messstellen eine Konzentration oberhalb von 0,1 µg/l auf, die meisten von ihnen sogar an mehreren Messstellen. Für den Chloridazon-Metabolit B, Dimethylsulfamid und die Metolachlor-Metaboliten CGA 413173 und CGA 368208 wurden Konzentrationen oberhalb des jeweils gültigen Gesundheitlichen Orientierungswerts (GOW) in Höhe von 1,0 bzw. 3,0 µg/l festgestellt.

Tab. 5: Untersuchungsergebnisse für **nicht relevante Metaboliten (nrM) im Grundwasser der Messstellen der Sonderuntersuchung 80.91** im Zeitraum 2001 bis 2016; es sind nur nrM mit positiven Nachweisen aufgeführt (**fett**: nrM von aktuell zugelassenen PSM-Wirkstoffen)

Nicht relevanter Metabolit	Anzahl Messstellen						
	insgesamt untersucht	höchster Messwert an der Messstelle					
		< Bestimmungsgrenze (BG)	≥ BG bis 0,05 µg/l	> 0,05 bis 0,1 µg/l	> 0,1 µg/l bis 1,0 µg/l	> 1,0 µg/l bis 3,0 µg/l	> 3,0 µg/l
Chloridazon-Metabolit B	13	1	0	1	5	5	1
Dimethylsulfamid	13	8	1	1	1	1	1
Metolachlor-Metabolit CGA 380168/CGA 354743	13	6	1	3	1	2	0
Chloridazon-Metabolit B1	13	4	0	2	6	1	0
Metazachlor-Metabolit BH 479-8	13	8	0	1	3	1	0
Metolachlor-Metabolit CGA 413173	13	9	1	0	2	1	0
Dimethachlor-Metabolit CGA 354742	13	9	1	1	1	1	0
Metolachlor-Metabolit CGA 368208	13	12	0	0	0	1	0
Dimethachlor-Metabolit CGA 369873	13	2	0	5	6	0	0
Chlorthalonil-Metabolit R 417888/VIS-01/M12	13	8	0	1	4	0	0
Terbutylazin-Metabolit SYN 545666	13	9	0	0	4	0	0
Metolachlor-Metabolit CGA 351916/CGA51202	13	10	1	0	2	0	0
Terbutylazin-Metabolit CGA 324007	13	9	0	3	1	0	0
Metazachlor-Metabolit BH 479-4	13	9	2	1	1	0	0
Aminomethylphosphonsäure (AMPA)	13	11	0	1	1	0	0
2,6-Dichlorbenzamid	13	10	2	0	1	0	0
Metalaxyl-Metabolit CGA 108906	13	12	0	0	1	0	0
Metolachlor-Metabolit CGA 357704	13	12	0	0	1	0	0
Metalaxyl-Metabolit CGA 62826/NOA 409045	13	12	0	1	0	0	0

5.1.3 Karstquellen

Nachdem im Rahmen der ersten PSM-Monitoringuntersuchungen in Bayern auffällig hohe Atrazin-Konzentrationen insbesondere an Wasserfassungen in Karstgebieten festgestellt wurden, wurde das Grundwasser in Karstgebieten in den darauffolgenden Jahren intensiver auf PSM untersucht. Das Ziel dieser Untersuchungen bestand darin, die Entwicklung insbesondere der Atrazin-Belastung des Grundwassers über einen längeren Zeitraum von mehreren Jahren zu beobachten, um mögliche Trends zu erkennen.

Die ersten Untersuchungen hierzu fanden ab Mitte/Ende der 80er-Jahre an Karstquellen im Landkreis Weißenburg statt. Abb. 16 zeigt beispielhaft den Konzentrationsverlauf für Atrazin und Desethylatrazin an einer Karstquelle, die bis zum Jahr 1998 noch für die öffentliche Wasserversorgung genutzt wurde. Hierbei ist ungeachtet jährlicher Schwankungen über den gesamten Zeitraum sowohl für Atrazin als auch Desethylatrazin eine Konzentrationsabnahme festzustellen. Für Desethylatrazin fällt diese deutlicher aus als für Atrazin, wobei die Ausgangskonzentration für Desethylatrazin auch deutlich höher war. Hinsichtlich Atrazin ist der nur sehr langsame Rückgang der Konzentrationen bzw. das fast gleichbleibende Konzentrationsniveau über die letzten Jahre als auffällig zu bewerten. Die aktuellen Gehalte an Atrazin und Desethylatrazin liegen an dieser Quelle nach wie vor oberhalb des Schwellenwertes nach Grundwasserverordnung (0,1 µg/l).

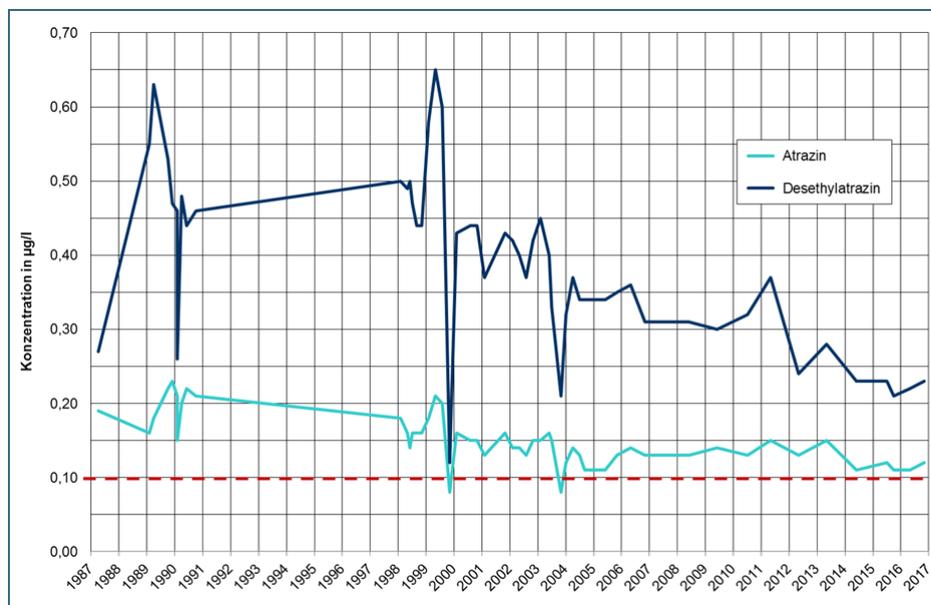


Abb. 16: Entwicklung der Atrazin- und Desethylatrazin-Konzentrationen im Grundwasser an einer Karstquelle im Landkreis Weißenburg-Gunzenhausen.

Auch im Landkreis Neumarkt finden seit dem Jahr 2000 an neun Karstquellen kontinuierliche PSM-Untersuchungen statt; zu Beginn wurden sogar insgesamt 28 Quellen beprobt. Die Entwicklungen der Atrazin- und Desethylatrazin-Konzentrationen über einen Zeitraum von rund 15 Jahren an drei exemplarischen Karstquellen können den Abb. 17 bis Abb. 19 entnommen werden. Gemäß den vorliegenden Daten ist mit Ausnahme von Beispiel 3 (Abb. 19) für alle Quellen insgesamt ein Rückgang der Belastung zu erkennen, der je nach Anfangskonzentration unterschiedlich stark ausfällt. Allerdings zeigt sich bei einigen Quellen für die letzten Jahre nur ein sehr geringer Konzentrationsrückgang bzw. ein fast konstantes Konzentrationsniveau. Dabei liegen die ermittelten Desethylatrazin-Gehalte immer über denen von Atrazin. Die aktuellen Konzentrationen liegen bei fast allen Quellen weiterhin oberhalb des Schwellenwerts von 0,1 µg/l.

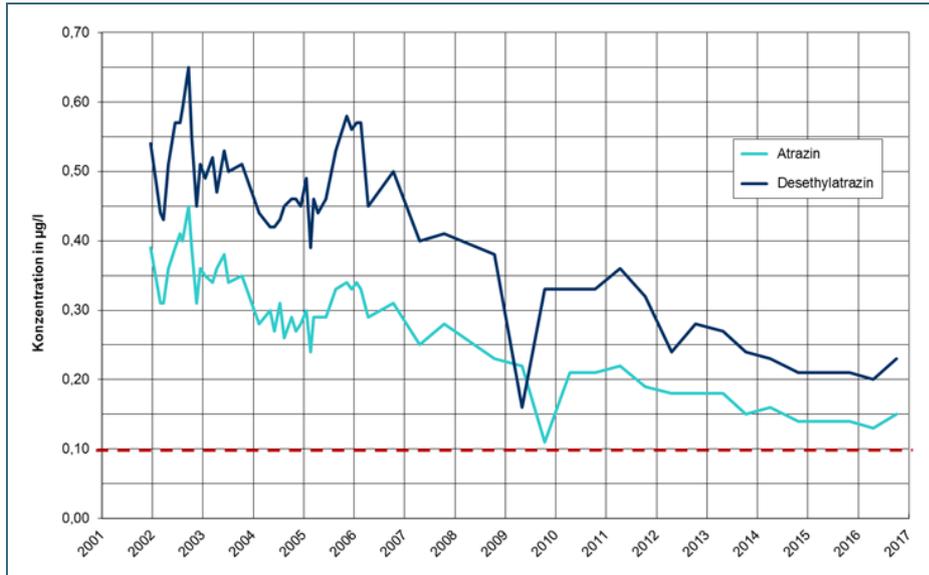


Abb. 17:
Entwicklung der Atrazin- und Desethylatrazin-Konzentrationen im Grundwasser an einer Karstquelle im Landkreis Neumarkt (Beispiel 1).

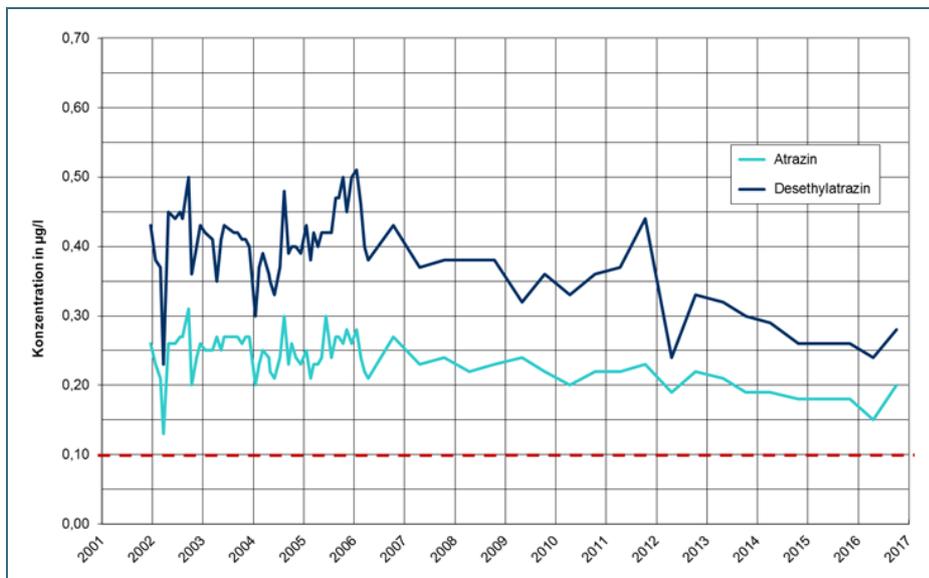


Abb. 18:
Entwicklung der Atrazin- und Desethylatrazin-Konzentrationen im Grundwasser an einer Karstquelle im Landkreis Neumarkt (Beispiel 2).

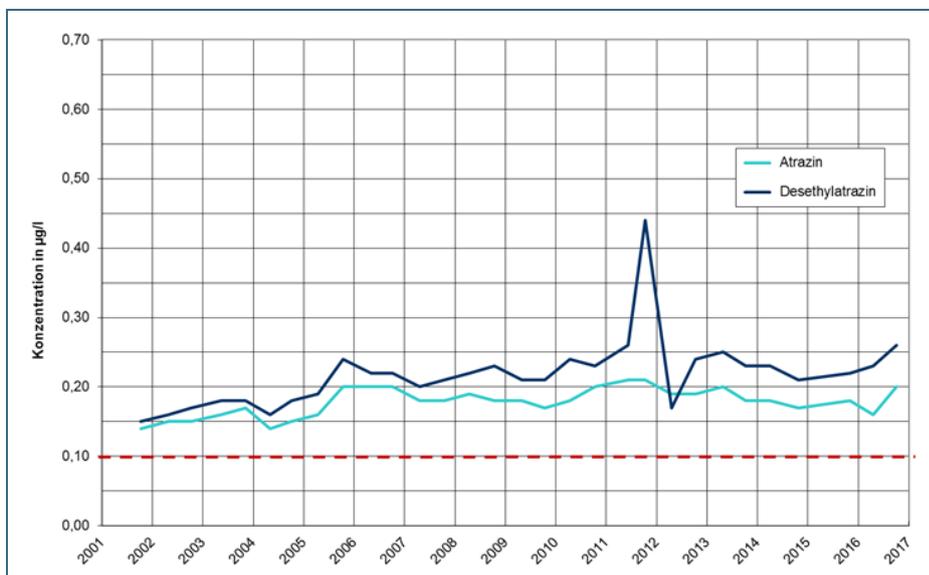


Abb. 19:
Entwicklung der Atrazin- und Desethylatrazin-Konzentrationen im Grundwasser an einer Karstquelle im Landkreis Neumarkt (Beispiel 3).

Ein ähnliches Bild zeigt sich auch bei weiteren neun Karstquellen, die ab dem Jahr 2008 im Landkreis Kelheim beprobt werden.

Trotz des seit 1991 bestehenden Anwendungsverbots ist Atrazin sowie sein Hauptabbauprodukt Desethylatrazin im Karstgrundwasser weiterhin in erhöhten Konzentrationen nachweisbar. Dies belegt die hohe Empfindlichkeit von Karstgebieten speziell gegenüber PSM-Einträgen und die ausgeprägte Persistenz insbesondere von Atrazin und Desethylatrazin im Karstgrundwasser. Das für Karstgebiete geltende erhöhte Risiko der Verlagerung von PSM ins Grundwasser wird durch einzelne Nachweise anderer Wirkstoffe wie Bentazon, Terbutylazin und Isoproturon bestätigt. Darüber hinaus wird aus den Konzentrationsverläufen für Atrazin und Desethylatrazin deutlich, dass beide Stoffe auch in den kommenden Jahren noch in erhöhten Konzentrationen im Grundwasser zu finden sein werden.

5.1.4 Untersuchungsprogramm „Gleisnahe Brunnen“

Aus Gründen der Betriebssicherheit setzt die Deutsche Bahn seit 1955 Pflanzenschutzmittel zur Gleisentkrautung (chemische Vegetationskontrolle) ein. Gemäß den dem LfU vorliegenden Informationen wurden Pflanzenschutzmittel mit den nachfolgend genannten Wirkstoffen auf Gleisanlagen verwendet: 2,4-D, Amitrol, Atrazin, Bromacil, Dalapon, Dichlobenil, Dichlorprop, Dimefuron, Diuron, Ethidimuron, Flazasulfuron, Flumioxazin, Glyphosat, Hexazinon, MCPA, Mecoprop, Methabenzthiazuron, Monuron, Picloram, Propazin, Sebuthylazin, Simazin, Terbutylazin sowie Triclopyr. Ein Großteil dieser Wirkstoffe wurde nach 1989 nicht mehr eingesetzt. Aktuell sind für die Anwendung auf Gleisanlagen ausschließlich Pflanzenschutzmittel mit den Wirkstoffen Glyphosat, Flazasulfuron und Flumioxazin zugelassen.

Da bei Schotterkörpern die Aufenthaltsdauer der Wirkstoffe und damit deren möglicher Um- oder Abbau in oberflächennahen Schichten drastisch herabgesetzt sind, kann es in Folge der PSM-Anwendung auf Gleisanlagen zu einem Eintrag in das Grundwasser kommen. Darüber hinaus kann die immer wiederkehrende Behandlung der gleichen Flächen zu einer Anreicherung von PSM im Untergrund führen. Vor diesem Hintergrund führte das LfU (damals LfW) Mitte der 90er-Jahre erste Untersuchungen an Messstellen im Bereich von Gleisanlagen durch und konnte dabei zum Teil erhebliche Belastungen des Grundwassers mit Triazin, Diuron und Ethidimuron, also typischen Gleisherbiziden, feststellen.

Um einen besseren Überblick über die Belastungssituation zu bekommen, wurde im Jahr 2000 das Untersuchungsprogramm „Gleisnahe Brunnen“ aufgelegt. Im Rahmen dieses Untersuchungsprogramms wurden insgesamt 91 gleisnahe Grundwassermessstellen bzw. Brunnen von den Wasserwirtschaftsämtern ausgewählt und im Zeitraum zwischen Ende Februar und Anfang August 2000 beprobt. In den 91 untersuchten Proben konnten insgesamt 12 PSM-Wirkstoffe und 3 relevante Metaboliten nachgewiesen werden:

- Die meisten Nachweise entfielen dabei auf die Wirkstoffgruppe der Triazine: Atrazin und Desethylatrazin wurden in insgesamt 69 Wasserproben mit Höchstgehalten von deutlich über 1 µg/l nachgewiesen. Simazin wurde in über 50 % der Proben gefunden (Maximalwert: 2,8 µg/l). Das dazugehörige Abbauprodukt Desethylsimazin (1,9 µg/l) sowie der Wirkstoff Terbutylazin (0,8 µg/l) und dessen Metabolit Desethylterbutylazin (0,26 µg/l) konnten in etwa einem Viertel der Proben nachgewiesen werden.
- Aus der Gruppe der Harnstoffherbizide wurde Diuron (Maximalwert: 3,9 µg/l) in knapp einem Viertel der Proben, Ethidimuron (2,2 µg/l) in insgesamt elf Proben, sowie Dimefuron in einer Probe nachgewiesen.
- Bromacil, als weiterer „bahntypischer“ PSM-Wirkstoff (Maximalwert: 2,9 µg/l) konnte in insgesamt acht Proben nachgewiesen werden.

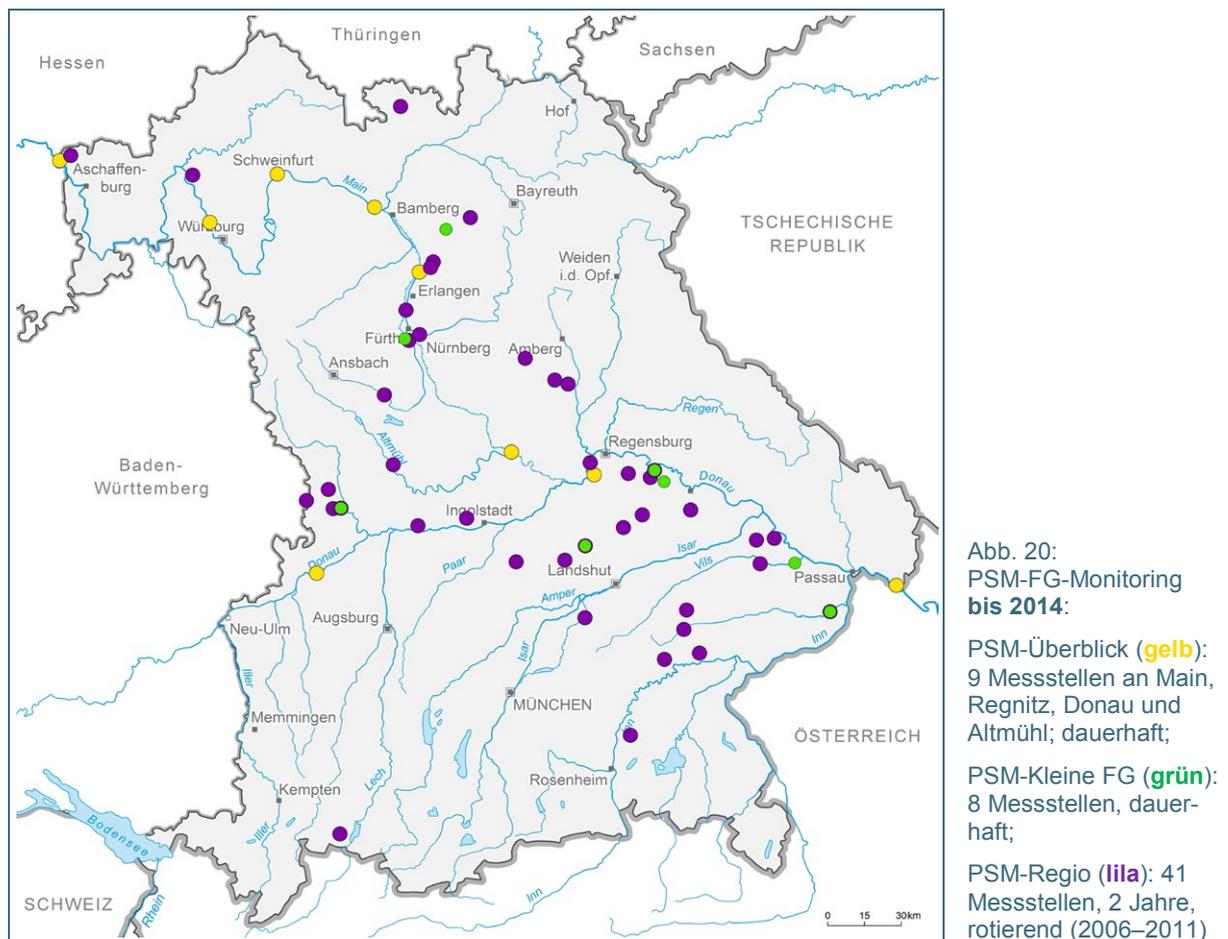
- Die zusätzlichen Untersuchungen von 56 Wasserproben auf Glyphosat und AMPA brachten lediglich in zwei Proben positive Befunde im Bereich der Nachweisgrenze.

Aufgrund des erstmaligen Einsatzes des PSM-Wirkstoffs Dimefuron durch die Deutsche Bahn wurde das Untersuchungsprogramm im Jahr 2001 mit einer weiteren Beprobung von insgesamt 56 gleisnahen Messstellen fortgesetzt. An insgesamt 36 Messstellen wurden Belastungen nachgewiesen, bei denen aufgrund des Wirkungsspektrums der Einsatz von Gleisherbiziden als Ursache vermutet wurde. Besonders auffällig waren dabei die PSM-Wirkstoffe Ethidimuron, Diuron, Glyphosat und dessen Abbauprodukt AMPA sowie Bromacil. Dimefuron wurde in keiner Probe nachgewiesen.

Die in den Jahren 2000 und 2001 durchgeführten Untersuchungen des Grundwassers an gleisnahen Brunnen bzw. Messstellen haben gezeigt, dass der Einsatz von Herbiziden auf Gleisanlagen zum Teil zu deutlichen Belastungen des Grundwassers führen kann. Insbesondere konnten solche Herbizide, die nach 1989 von der Bahn nicht mehr angewendet wurden, wie die Wirkstoffe Atrazin, Simazin, Bromacil und Ethidimuron, teilweise in sehr hohen Konzentrationen nachgewiesen werden. Das Messprogramm „Gleisnahe Brunnen“ wurde nach 2001 nicht mehr fortgeführt. Jedoch zeigen einzelne Untersuchungen von Messstellen mit Gleisanlagen im Einzugsgebiet in den Folgejahren eine ähnliche Wirkstoffzusammensetzung im Grundwasser, allerdings mittlerweile mit geringeren Konzentrationen.

5.2 Fließgewässer

In Bayern wurden in den letzten 30 Jahren verschiedene Messprogramme zur Untersuchung von Fließgewässern (FG) auf PSM und deren Metaboliten durchgeführt. Langfristige Trends wurden an Landesmessstellen großer und mittlerer Fließgewässer ermittelt (siehe Kapitel 5.2.1 und Abb. 20), während zusätzlich an weiteren Messstellen, speziell in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten, erweiterte Untersuchungen auf eine größere Anzahl an PSM durchgeführt wurden, um u. a. Belastungsschwerpunkte zu identifizieren (siehe Kapitel 5.2.2 und Abb. 20). In allen Programmen fanden mehrere (bis 16) Untersuchungen pro Messstelle und Jahr statt, z. T. mit verdichteten Probenahmen zu den Hauptanwendungszeiten der PSM. Darüber hinaus erfolgten in einigen Fällen auch ereignisbezogene PSM-Untersuchungen.



2014 erfolgte eine Umstellung des Monitorings, um die Anforderungen der Oberflächengewässerverordnung (OGewV, 2011), die die EG-WRRL umsetzt, zu erfüllen (siehe Kapitel 5.2.3 und Abb. 21).

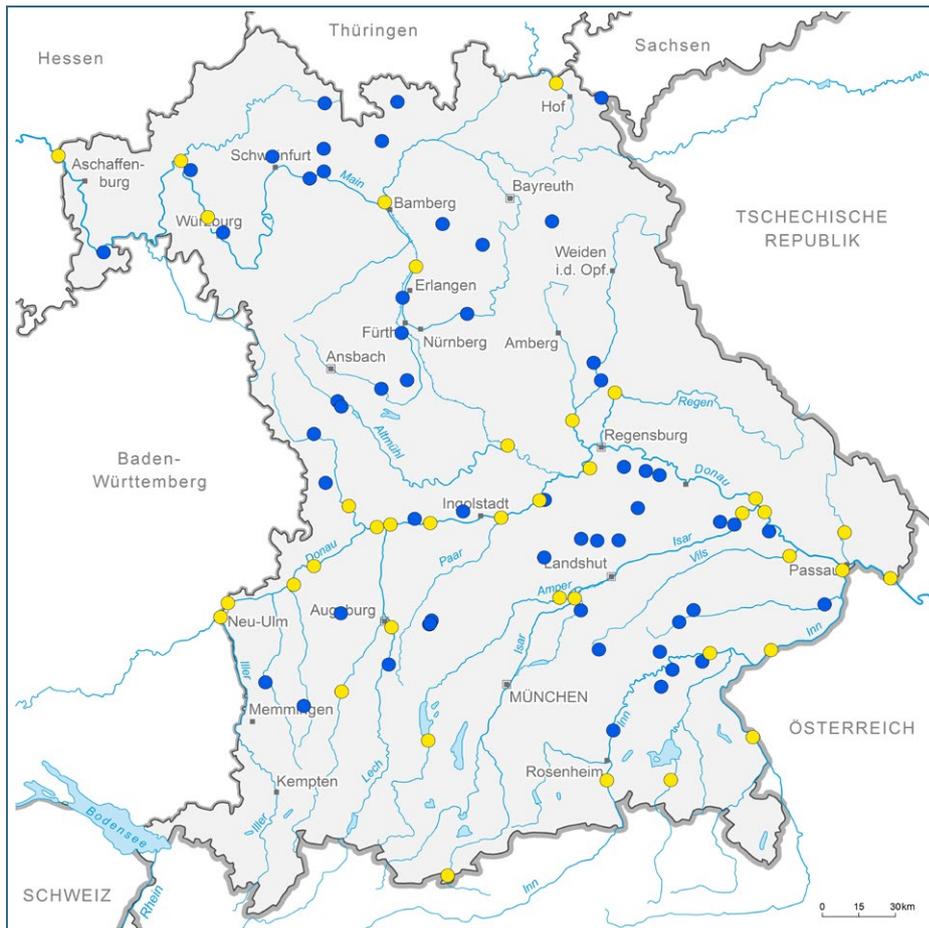


Abb. 21:
PSM-FG-Monitoring
ab 2014:

PSM-Überblick (gelb):
38 Messstellen;

PSM-Belastungs-
messnetz (blau): 55
Messstellen

Im Rahmen der Überblicksüberwachung werden 38 Überblicksmessstellen im 3-Jahresrhythmus auf eine umfangreiche PSM-Liste untersucht (Messfrequenz 4-wöchentlich). Die Stellenauswahl für die Überblicksüberwachung erfolgte unter Berücksichtigung folgender Kriterien:

- Der Abfluss bezogen auf das Einzugsgebiet ist bedeutend.
- Die Messstelle integriert die Belastungen des Einzugsgebietes bzw. des Teileinzugsgebietes.
- Die Messstellen liegen an bedeutenden Wasserkörpern, die sich über die Grenzen eines Mitgliedsstaates hinaus erstrecken.
- Die an der Messstelle gewonnenen Daten dienen zur Erfüllung von Berichtspflichten (z. B. für EIONET [Europäisches Umweltinformations- und Umweltbeobachtungsnetz]).

Zusätzlich wird eine Verdichtung des Monitorings an insgesamt 55 Messstellen durchgeführt, die ebenfalls im 3-Jahresrhythmus untersucht werden (Messfrequenz 4-wöchentlich). Die Auswahl der Messstellen dieses PSM-Belastungsmessnetzes beruht im Wesentlichen auf folgenden Kriterien:

- Messstellen, an denen im Rahmen von regionalen Untersuchungen oder von PSM-Untersuchungen Überschreitungen von UQN vorlagen.
- Messstellen, an denen eine Belastung mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit vorliegen könnte:
 - Großes Erosionspotenzial und hoher Anteil landwirtschaftlich genutzter Flächen im Einzugsgebiet
 - Hoher Anteil an Sonderkulturlflächen im Einzugsgebiet.

Neben den prioritären und flussgebietspezifischen PSM entsprechend der Auflistung in der Oberflächengewässerverordnung (OGewV, 2016) wurden in den letzten Jahren auch zahlreiche weitere Wirkstoffe und Metaboliten analysiert.

Die Belastung der Fließgewässer mit PSM wird aktuell anhand von Umweltqualitätsnormen (UQN) gemäß Oberflächengewässerverordnung (OGewV, 2016) bewertet. Die UQN für die Jahresdurchschnittswerte (JD-UQN) gelten als eingehalten, wenn die Jahresdurchschnittswerte der gemessenen Konzentrationen an den Messstellen nicht überschritten werden. Für ausgewählte Stoffe wurden zusätzlich auch zulässige Höchstkonzentrationen (ZHK-UQN) festgelegt. Die zulässigen Höchstkonzentrationen gelten als eingehalten, wenn die Konzentrationen bei jeder Einzelmessung den Normwert nicht überschreiten. Bei Überschreitungen von UQN sind verpflichtend Maßnahmen zu ergreifen.

5.2.1 Landesmessnetz

1981 wurde das Landesmessnetz Fließgewässer eingerichtet, dessen Messstellen seither untersucht werden, um die langfristige Entwicklung der Fließgewässerbeschaffenheit zu dokumentieren. Zu Beginn des PSM-Monitorings wurden aufgrund des relativ hohen Aufwands nur wenige (sieben bis neun) ausgewählte Messstellen des damals insgesamt 105 Hauptmessstellen umfassenden Landesmessnetzes regelmäßig untersucht. Später kamen weitere Messstellen in das PSM-Monitoringprogramm hinzu, wobei sich auch das PSM-Untersuchungsspektrum nach und nach vergrößerte. So waren beispielsweise erst seit 2003 „saure“ PSM (MCPA, Mecoprop, Dichlorprop, 2,4-D, Bentazon, u. a.) routinemäßig im Messumfang dabei. Die Probenahmen erfolgten insgesamt bis zu ca. 18 mal pro Jahr (Stichproben), wobei in der Hauptanwendungszeit von Ende März bis Mitte Juli und im Oktober der Abstand jeweils zwei Wochen betrug. Diese Untersuchungen dienen vor allem der Überwachung der größeren Fließgewässer an den Landes- und Bundesgrenzen, in Mündungsbereichen oder von Belastungsschwerpunkten von überörtlicher Bedeutung.

Die Einzugsgebietsgrößen der entsprechenden Messstellen variieren zwischen 2.291 und 77.091 km² (siehe Tab. 6) und bedingen aufgrund ihrer ausgedehnten Flächen eine Verdünnung der PSM-Konzentrationen aus Belastungsgebieten.

Fließgewässer Landesmessstellen	EZG [km ²]
Donau Dillingen	11.379
Donau Bad Abbach	26.520
Donau Jochenstein	77.091
Altmühl Dietfurt	2.291
Regnitz Hausen	4.255
Main Viereth	11.981
Main Schweinfurt	12.706
Main Erlabrunn	14.259
Main Kahl	23.176

Tab. 6:
Landesmessstellen und die zugehörige Einzugsgebietsgröße der Messstellen in km²

Die langfristige PSM-Belastung in den großen Fließgewässern Donau, Main, Regnitz und Altmühl (Befunde an fünf konsistenten Messstellen) seit 1990 zeigen die Abb. 22 bis Abb. 24. Während für die Konzentrationen von Atrazin und dessen Hauptabbauprodukt Desethylatrazin eine deutliche Abnahme zu erkennen ist, sind Terbutylazin und dessen Hauptabbauprodukt Desethylterbutylazin über den gesamten Zeitraum deutlich nachweisbar. Die Konzentrationsspitzen insbesondere beim Wirkstoff Terbutylazin sind auf Untersuchungen zurückzuführen, welche zeitnah zum Ausbringungszeitpunkt durchgeführt wurden. Die Höhe dieser Spitzen ist stark davon abhängig, ob Beprobungs- und Aus-

bringungszeitpunkt zusammenfallen. Für Isoproturon erfolgte zunächst in den 90er-Jahren eine Konzentrationszunahme, bevor die Belastung seitdem tendenziell abnimmt.

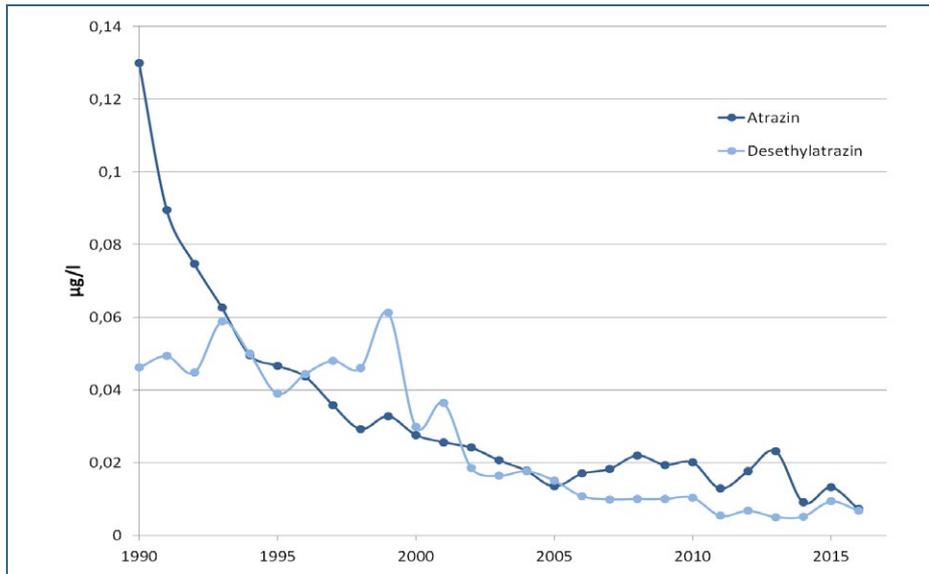


Abb. 22: Entwicklung der Atrazin/Desethylatrazin-Konzentrationen in großen Fließgewässern. Dargestellt sind über fünf konsistente Messstellen gemittelte Jahresmittelwerte.

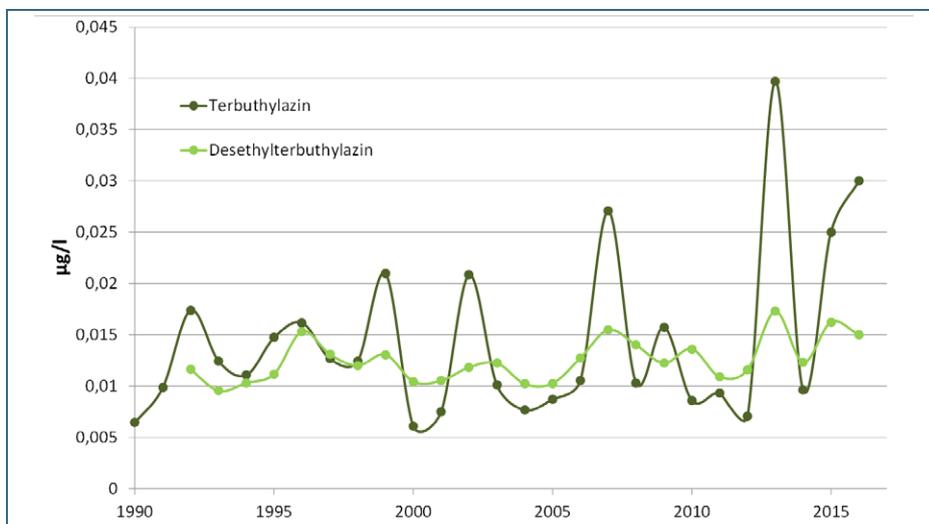


Abb. 23: Entwicklung der Terbutylazin/Desethylterbutylazin-Konzentrationen in großen Fließgewässern. Dargestellt sind über fünf konsistente Messstellen gemittelte Jahresmittelwerte.

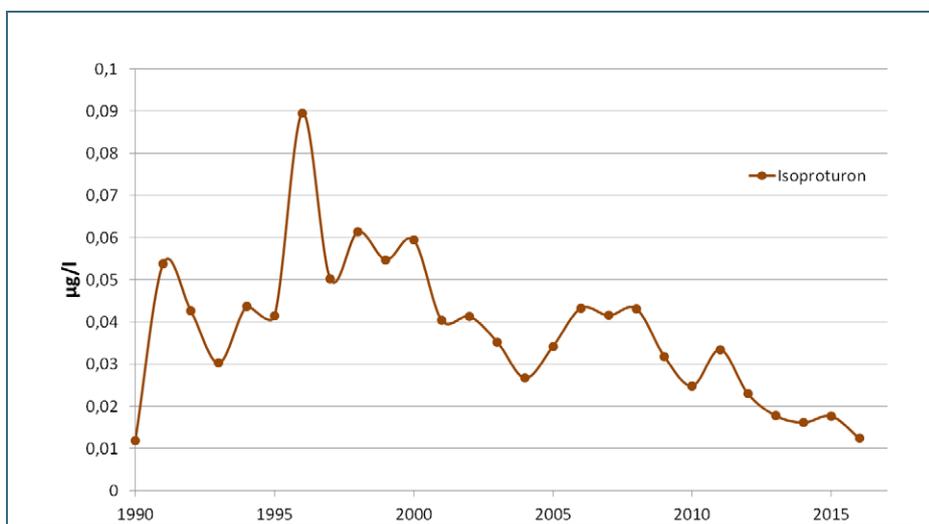


Abb. 24: Entwicklung der Isoproturon-Konzentrationen in großen Fließgewässern. Dargestellt sind über fünf konsistente Messstellen gemittelte Jahresmittelwerte.

5.2.2 Kleinere Fließgewässer mit landwirtschaftlichen Einzugsgebieten

Um die Belastungssituation innerhalb landwirtschaftlicher Einzugsgebiete feststellen zu können, wurden kleinere Fließgewässer untersucht. Ab 2002 wurde ein spezielles Sonderuntersuchungsprogramm für kleinere Fließgewässer aufgelegt. Ausgewählt wurden 15 Messstellen in landwirtschaftlichen Einzugsgebieten mit bestimmter Prägung, z. B. > 40 % Ackerfläche, > 20 % Hackfrüchte, > 5 % Sonderkulturen, die dann zweimal während der Hauptanwendungszeit, also etwa Mitte Mai und Anfang Juli untersucht wurden. An drei Probenahmestellen wurde dann auch noch zwischen Mitte Oktober und Anfang November untersucht, um auch die Herbstanwendung (z. B. Isoproturon-Einsatz im Wintergetreide) zu erfassen (Metzner, 2005), (Schuster et al., 2014).

Es stellte sich heraus, dass die Messstellen nur für sehr punktuelle Auswertungen geeignet, aber nicht repräsentativ für die Bewertung von Oberflächenwasserkörpern nach EG-WRRL sind. Im Vorgriff auf die ab 2006 aufzustellenden Monitoringprogramme gemäß EG-WRRL wurde die Untersuchung deshalb ab 2005 abgeändert, ohne dass dabei der Messaufwand erhöht werden sollte. Ab 2005 wurden nur noch fünf Messstellen, die sich bisher als höher belastet herausgestellt haben, weitergeführt: Vils/Grafenmühle, Große Laber/Schönach, Schulmühlbach/Heiligenstadt, Bibert/Zirndorf und Eger/Egermühle. Dafür wurden diese Messstellen zur Vertiefung der bisherigen Kenntnisse über den zeitlichen Verlauf häufiger (sieben bis zehn Mal zwischen April und November) beprobt, was zugleich Hinweise liefern sollte, wie häufig in Zukunft im Rahmen der EG-WRRL zu untersuchen ist. Seit 2010 wurden drei weitere Messstellen in das Programm aufgenommen (siehe Tab. 7). Bei der Auswahl der zu untersuchenden PSM wurden Anwendungshäufigkeit und -bedeutung der PSM in den landwirtschaftlichen Hauptkulturen berücksichtigt. Zudem wurden solche PSM aufgenommen, die nach der WRRL relevant und auch zugelassen waren. Dies bedeutete, dass bis 2016 ein Spektrum von bis zu ca. 120 PSM-Wirkstoffen untersucht wurde (siehe hierzu auch Kapitel 3.1).

Fließgewässer bzw. Messstellen	EZG [km ²]
Eger/Egermühle	443
Pfatter/oh Mdg. Strbr. Am Bach	172
Gr. Laber/Seemühle Brücke	69
Gr. Laber/Schönach Pegel	403
Vils/Grafenmühle	1.440
Rott/ Ruhstorf	1.049
Schulmühlbach/Heiligenstadt	606
Bibert/Zirndorf	327

Tab. 7:
Messstellen im Programm „Kleinere Fließgewässer“ und die zugehörige Einzugsgebietsgröße der Messstellen in km²

Exemplarisch zeigen Abb. 25 bis Abb. 30 die Belastung mit bedeutenden PSM-Wirkstoffen und -Metaboliten in einem kleineren Fließgewässer, der Großen Laber an der Messstelle „Seemühle“ als einem hoch belasteten Gewässer in einem intensiv landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebiet. Die Diagramme in Abb. 25 bis Abb. 30 zeigen die Konzentrations-Zeitreihen von 2006 bis 2017, wobei sämtliche Einzelwerte dargestellt sind. Für Atrazin und dessen Hauptabbauprodukt Desethylatrazin stellt man stark streuende Werte um 0,075 µg/l für Atrazin und 0,125 µg/l für Desethylatrazin fest – mit einer leicht abnehmenden Tendenz für beide Stoffe. Im Gegensatz dazu sind bei den im Maisanbau häufig eingesetzten Herbiziden Terbutylazin (mit Metabolit Desethylterbutylzin) und Metolachlor seit Beginn der Untersuchungen regelmäßige Spitzenkonzentrationen zur Hauptanwendungszeit im Frühsommer festzustellen. Bei den anderen Wirkstoffen Glyphosat (mit Metabolit AMPA), Isoproturon und Bentazon wurden zwar auch regelmäßig Spitzenkonzentrationen zu den Hauptanwendungszeiten gefunden, aber keine eindeutigen zu- oder abnehmenden Tendenzen.

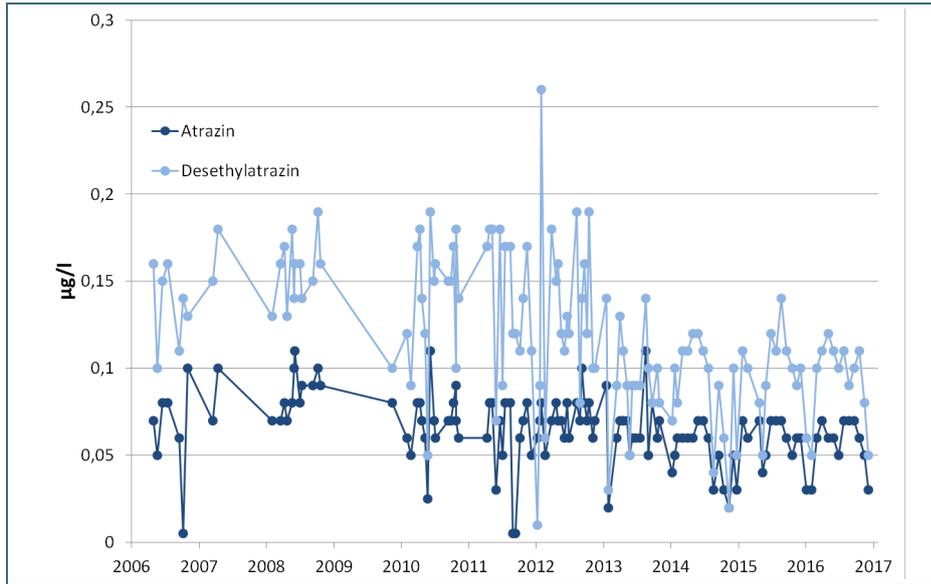


Abb. 25:
Zeitreihe der Atrazin/
Desethylatrazin-
Konzentrationen an der
Messstelle Seemühle
der Großen Laber

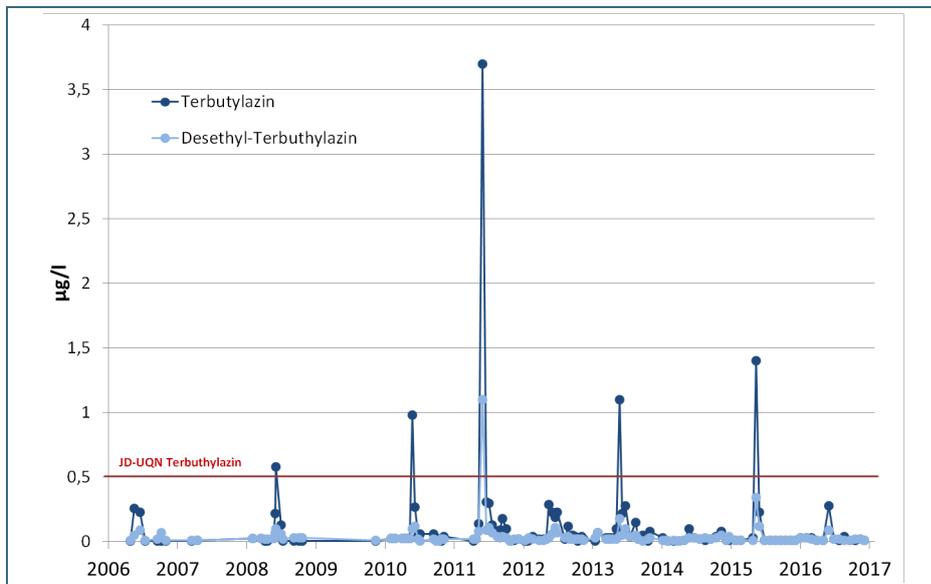


Abb. 26:
Zeitreihe der Terbutyl-
azin/Desethylterbutyl-
azin-Konzentrationen
an der Messstelle
Seemühle der Großen
Laber

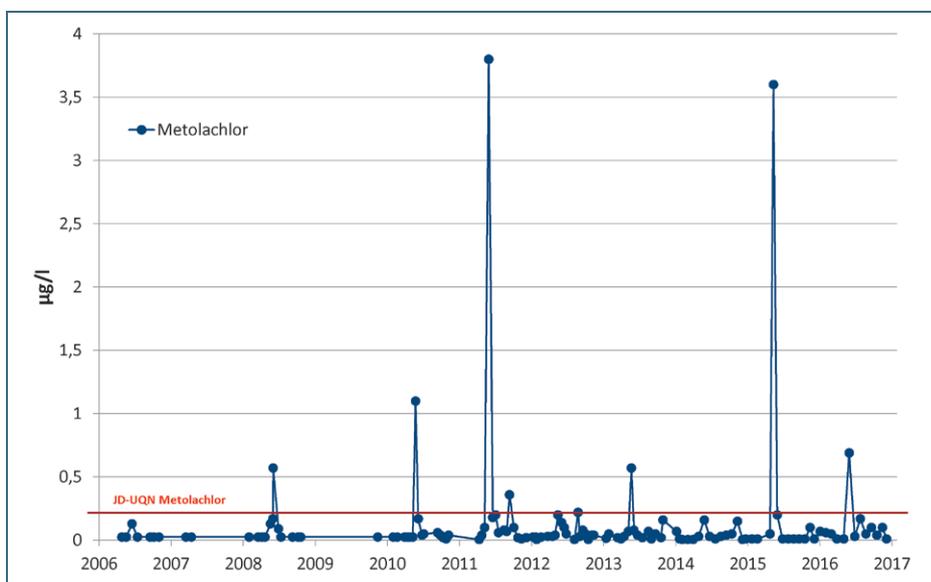


Abb. 27:
Zeitreihe der Metola-
chlor-Konzentrationen
an der Messstelle
Seemühle der Großen
Laber

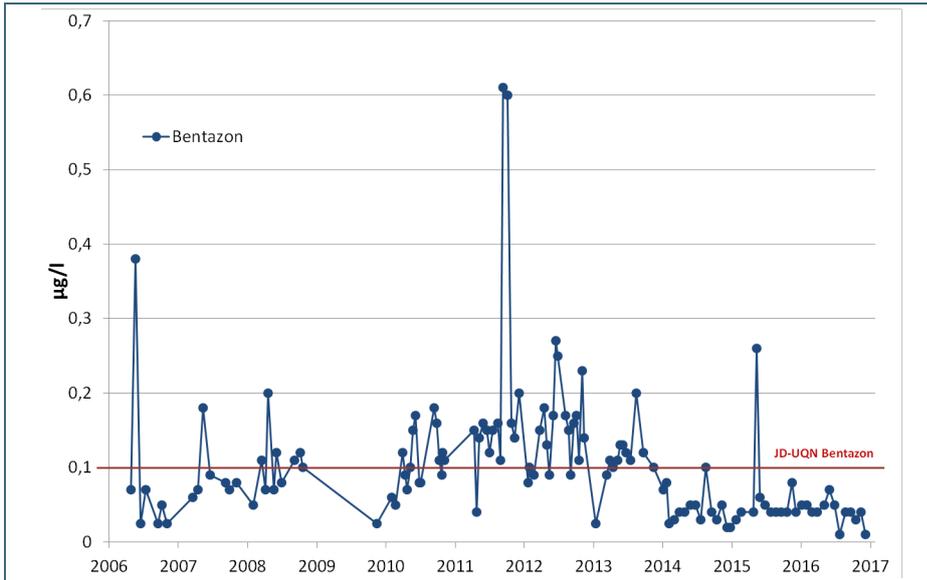


Abb. 28:
Zeitreihe der Bentazon-
Konzentrationen an der
Messstelle Seemühle
der Großen Laber

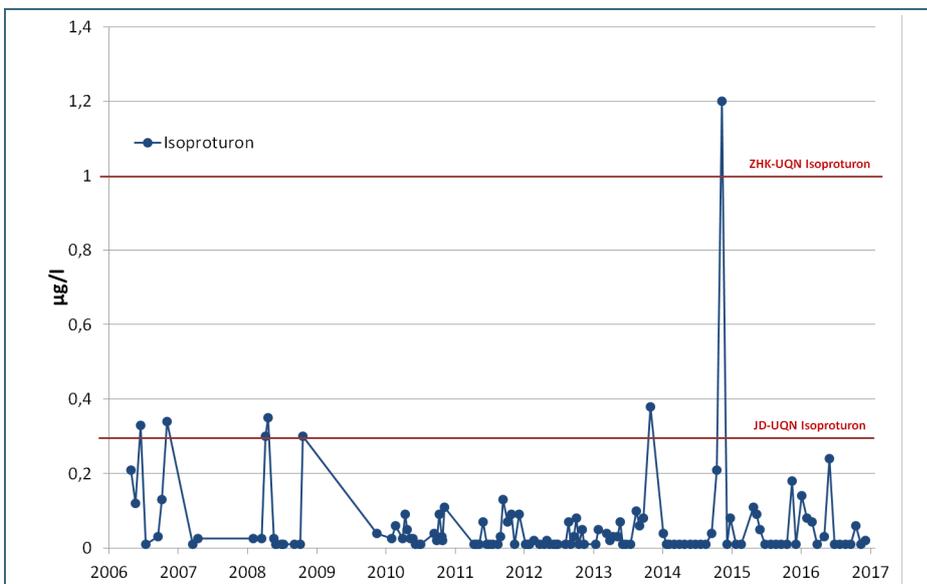


Abb. 29:
Zeitreihe der Isoprotu-
ron-Konzentrationen
an der Messstelle
Seemühle der Großen
Laber

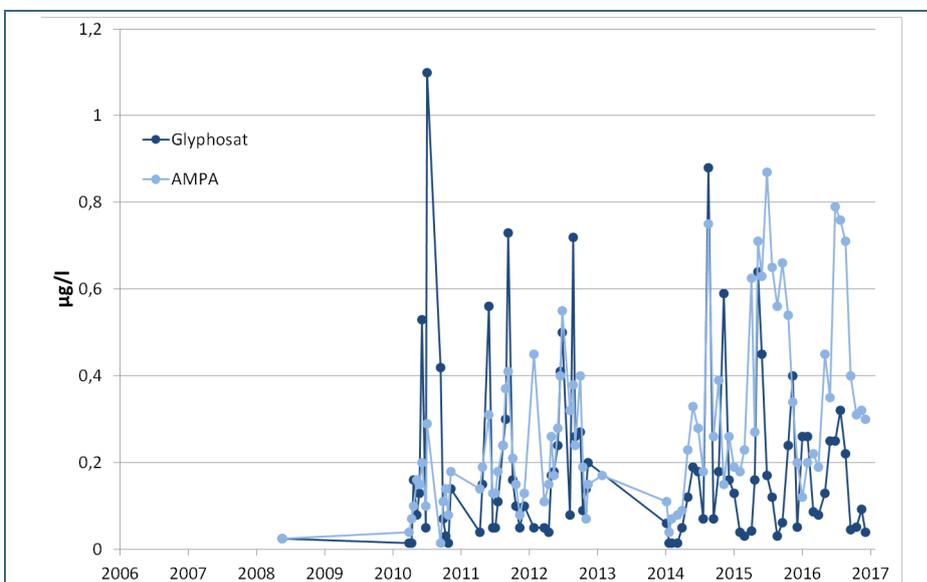


Abb. 30:
Zeitreihe der
Glyphosat/AMPA-
Konzentrationen an
der Messstelle See-
mühle der Großen
Laber

Das Spektrum an PSM-Funden in den kleineren Fließgewässern war für eine Reihe an Stoffen über die Jahre zwar einigermaßen vergleichbar, aber es wurden immer wieder auch weitere Wirkstoffe gefunden. Auffällige Belastungen traten z. B. mit Pyrethroiden (Cypermethrin bis 0,16 µg/l, Cyfluthrin bis 0,25 µg/l) in der Großen Laber, der Eger sowie im Schulmühlbach auf. Insgesamt konnte festgestellt werden, dass durch die geänderte Probenahmestrategie ab 2005 die PSM-Belastungen wesentlich besser erfasst werden konnten.

Grundsätzlich zeigen sich bei den kleineren Fließgewässern deutlich höhere Konzentrationen als an den großen und mittleren Fließgewässern, insbesondere auch hinsichtlich der aktuell eingesetzten PSM. Auffällig sind immer wieder Belastungsspitzen, bei denen gleichzeitig mehrere Wirkstoffe in erhöhten Konzentrationen auftreten können.

Weitere Untersuchungen wurden bei den Wasserwirtschaftsämtern vor Ort in regionalen Programmen durchgeführt. Probenahmestellen und Anzahl der Untersuchungen waren variabel, das Spektrum umfasste meist die mittels HPLC/UV erfassbaren PSM.

Eine Sonderuntersuchung an der Pfatter und ihren Nebengewässern, die von 1996 bis 2005 vom Wasserwirtschaftsamt Regensburg durchgeführt wurde, zeigte sehr hohe PSM-Belastungen in diesen kleinen Fließgewässern in einem landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebiet für eine Reihe von Wirkstoffen: Isoproturon, Chloridazon, Metolachlor, Terbutylazin, Metribuzin, Pirimicarb, Atrazin, Diuron und Epoxiconazol.

Im Jahr 2006 wurde das neue Untersuchungsprogramm PSM-Regio aufgelegt. Das Programm diente der flächigen Erfassung der Belastungssituation kleinerer Fließgewässer in ausgewählten potenziell belasteten Regionen. Nach 2-jähriger Untersuchungsdauer wurde ein Wechsel zu anderen Regionen vorgenommen. Zur Erfassung der räumlichen Varianz wurden pro Region mehrere Messstellen (bis ca. 20) untersucht. Die Regionen umfassten beispielsweise 2006/2007: Pfatter (drei Messstellen), Laber (fünf Messstellen), Rott/Isen (fünf Messstellen) und Wiesent (fünf Messstellen). Es wurden sieben bis zehn Probenahmen von Mai bis November (teilweise 72-Stunden-Mischproben, teilweise Stichproben) durchgeführt. Häufig nachweisbar waren Atrazin, Desethylatrazin, Bentazon, Terbutylazin, Desethylterbutylazin, Isoproturon, Metolachlor und Dichlorbenzamid. Ferner waren folgende Stoffe mit Nachweisen über 0,1 µg/l auffällig: Dichlorprop, Ethofumesat, Epoxiconazol, Mecoprop, Metamitron, Metazachlor, Terbutryn, Chloridazon, MCPA, Pirimicarb, 2,4-D, Propiconazol und Metobromuron. Die Stoffe Glyphosat und AMPA, die an Fließgewässern häufiger nachweisbar sind, wurden in diesem Programm nicht analysiert. In den darauf folgenden Jahren (bis 2011) wurden Messstellen von weiteren Regionen beprobt. Neben den vorgenannten Stoffen wurden noch weitere PSM (z. B. Haloxyfop, Azoxystrobin, Fluroxypyr, Triadimenol, Diflufenican, Flurtamone) häufig in Konzentrationen > 0,1 µg/l gefunden. Vergleichbar zum Sonderuntersuchungsprogramm „Kleinere Fließgewässer“ wurden an den kleineren Fließgewässern des Programms „PSM-Regio“ Pflanzenschutzmittel wesentlich häufiger und in höheren Konzentrationen als in den großen und mittleren Gewässern des Landesmessnetzes gefunden. Außerdem war das Spektrum an nachgewiesenen PSM deutlich größer.

5.2.3 Fließgewässermonitoring nach WRRL

Überblicksüberwachung

Im Jahr 2014 erfolgte eine Umstellung des Monitorings auf der Basis der Oberflächengewässerverordnung (OGewV). Nach Anlage 9 der OGewV sind an jeder Überblicksmessstelle (ÜMS) zum einen die prioritären Stoffe nach Anlage 7 der OGewV zu untersuchen, für die es Einleitungen oder Einträge im Einzugsgebiet gibt, und zum anderen die flussgebietspezifischen Schadstoffe nach Anlage 5, die in signifikanten Mengen eingeleitet oder eingetragen werden. Mit dem Messnetz der Überblicksüberwachung werden Messstellen untersucht, deren Abfluss bezogen auf das Einzugsgebiet bedeutend ist. Da an diesen Messstellen die Belastungen des Einzugsgebietes integriert wiedergegeben werden, ist damit auch eine Einschätzung des oberhalb liegenden Bereiches möglich. An insgesamt 38 Messstellen (Abb. 21) werden alle wichtigen Schadstoffe, darunter auch Pflanzenschutzmittel, untersucht. Die Überblicksmessstellen werden seit 2014 im Dreijahreszyklus monatlich auf ca. 100 Pflanzenschutzmittelwirkstoffe untersucht. Die Messstellen wurden in drei Gruppen eingeteilt, welche innerhalb eines Jahres im 4-wöchentlichen Intervall beprobt werden.

An den Überblicksmessstellen wurden von insgesamt 99 analysierten Einzelverbindungen für 65 Parameter keine Nachweise über der Bestimmungsgrenze ermittelt. In Tab. 8 sind die Parameter mit absteigender Häufigkeit der Nachweise über der Bestimmungsgrenze und den maximal nachgewiesenen Werten an den Überblicksmessstellen im Zeitraum 2014 bis 2016 aufgeführt. Der prozentuale Anteil der Nachweishäufigkeit ist zusätzlich grafisch dargestellt. Auf die tabellarische und grafische Darstellung der insgesamt sieben Parameter, die nur einmalig nachgewiesen werden konnten, wurde verzichtet. Zu beachten ist, dass für die Stoffe Diflufenican und Lindan die Bestimmungsgrenze um den Faktor fünf bis 50 niedriger liegt als bei den übrigen Stoffen.

Die häufigsten Nachweise (36 %) wurden für das seit 1991 nicht mehr zugelassene Atrazin ermittelt. Allerdings liegen die Nachweise mit maximal 0,04 µg/l nur knapp über der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l. Auch für das Abbauprodukt Desethylatrazin wurden bei ca. 10 % der Untersuchungen Nachweise festgestellt. Weitere häufiger bzw. mehrfach nachgewiesene Wirkstoffe, die als Herbizide zum Einsatz kommen, sind Diflufenican, Isoproturon (seit 2017 nicht mehr zugelassen), Terbutylazin, Metolachlor, Terbutryn, Chlortoluron und Bentazon.

In der Art ihres Auftretens unterscheiden sich die nachgewiesenen Parameter:

- Einmalig hohe Konzentrationen von Terbutylazin wurden an der Vils mit 0,97 µg/l und an der Fränkischen Saale mit 0,75 µg/l während der Anwendungszeit im Juni nachgewiesen. Ab Ende August lagen die Messwerte bis zur nächsten Anwendung im Bereich der Bestimmungsgrenze oder darunter. Ähnlich verhält es sich mit Metolachlor und MCPA, die ebenfalls nur in der Anwendungszeit Juni/Juli nachgewiesen wurden. Alle drei Wirkstoffe werden unter anderem als Herbizid im Maisanbau eingesetzt. Als Abbauprodukt von Terbutylazin wurden auch für Desethylterbutylazin Maxima bis 0,19 µg/l (Vils) in der Hauptanwendungszeit Juni nachgewiesen. Danach nahmen die Konzentrationen ab, wobei einzelne Nachweise über der Bestimmungsgrenze auch im Spätherbst oder im Frühjahr festgestellt wurden und mit Einträgen infolge von Starkregenereignissen oder Schneeschmelzen zu erklären sind.
- Isoproturon wurde sowohl im Frühsommer als auch im Spätherbst/Winter als Herbizid bei Sommer- und Wintergetreide angewendet und weist daher häufig zwei Maxima auf. An den Überblicksmessstellen lag das Maximum im November bei 0,28 µg/l (Donau, Dillingen) und im Frühsommer bei 0,14 µg/l (Paar).
- Diflufenican wird an den Überblicksmessstellen erst seit 2014 untersucht. Der Wirkstoff wird als Herbizid bei Wintergetreide im Voraufbau und frühen Nachaufbau eingesetzt. Diflufenican wird in

fast allen Monaten knapp über der Bestimmungsgrenze nachgewiesen. Ein deutliches Maximum mit bis zu 0,009 µg/l (Wörnitz) lag in den Wintermonaten November bis Januar vor.

- Chlortoluron wird als Herbizid für Winterweizen im Spätherbst nach der Saat und z. T. im Frühjahr nach der Ernte eingesetzt. Die Nachweise über der Bestimmungsgrenze beschränken sich auf die Wintermonate November bis Januar. Der Maximalwert von 0,26 µg/l wurde an der Messstelle Donau, Dillingen festgestellt.
- Atrazin ist seit 1991 verboten. Die Nachweise lagen im Bereich der Bestimmungsgrenze von 0,01 bzw. 0,02 µg/l bis maximal 0,04 µg/l und sind unabhängig von den Jahreszeiten.

Tab. 8: Nachgewiesene PSM an den Überblicksmessstellen (2014–2016)
(Fundhäufigkeit über alle Messungen)

Messgröße	Anzahl (N) ges	N > BG	BG (µg/l)	max. Wert (µg/l)	0 %	20 %	40 %	60 %	80 %	100 %
Atrazin	529	189	0,01	0,04						
Diflufenican	316	88	0,001	0,009						
Isoproturon	529	68	0,02	0,28						
Terbuthylazin	508	56	0,01	0,97						
Desethylatrazin	529	52	0,02	0,12						
Desethylterbuthylazin	509	48	0,02	0,19						
Metolachlor	529	26	0,05	0,93						
Terbutryn	508	20	0,01	0,02						
Chlortoluron	529	19	0,02	0,26						
Bentazon	499	13	0,05	0,3						
Mecoprop	499	5	0,05	0,09						
Metribuzin	509	5	0,03	0,13						
MCPA	499	4	0,05	0,83						
Dicamba	499	4	0,05	0,18						
Chloridazon	509	3	0,01	0,06						
Metazachlor	529	3	0,03	0,15						
Lindan	473	2	0,002	0,003						

Fett: Stoff mit Umweltqualitätsnorm (UQN) nach Oberflächengewässerverordnung (OGewV, 2016)

■ < BG (%) ■ >BG (%)

In Abb. 31 sind die Nachweise der PSM-Parameter bezogen auf die Anzahl der Messstellen dargestellt. Danach wurden Terbuthylazin und sein Metabolit Desethylterbuthylazin an 30 bzw. 24 der 38 Überblicksmessstellen nachgewiesen. An mehr als der Hälfte der Überblicksmessstellen wurden die Herbizide Isoproturon, Metolachlor und Atrazin gefunden. An einer Messstelle wurde das als Insektizid verbotene Lindan knapp über der Bestimmungsgrenze nachgewiesen.

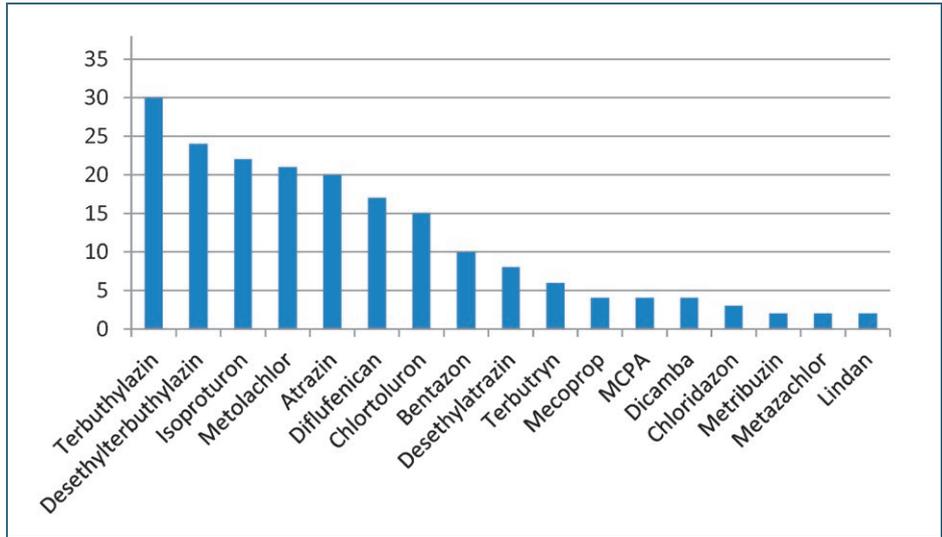


Abb. 31: Anzahl der Überblicksmessstellen (insgesamt 38) mit Nachweisen der PSM-Stoffe (2014–2016)

In Abb. 32 und Abb. 33 sind für jede Messstelle die Anzahl der nachgewiesenen Parameter über der Bestimmungsgrenze bzw. die aufsummierten Jahresmittelwerte der nachgewiesenen PSM dargestellt. Bei der Berechnung des Mittelwerts wurden Messwerte unter der Bestimmungsgrenze mit der Hälfte der Bestimmungsgrenze verrechnet.

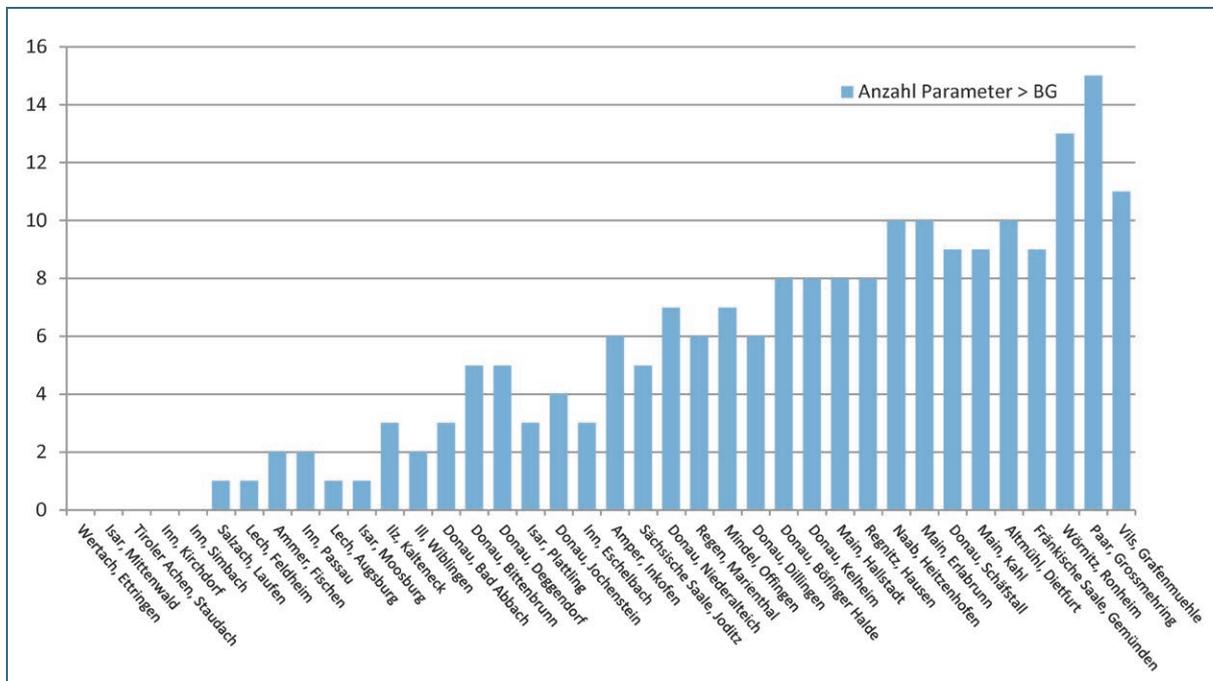


Abb. 32: Überblicksmessstellen mit Anzahl nachgewiesener PSM (2014–2016)

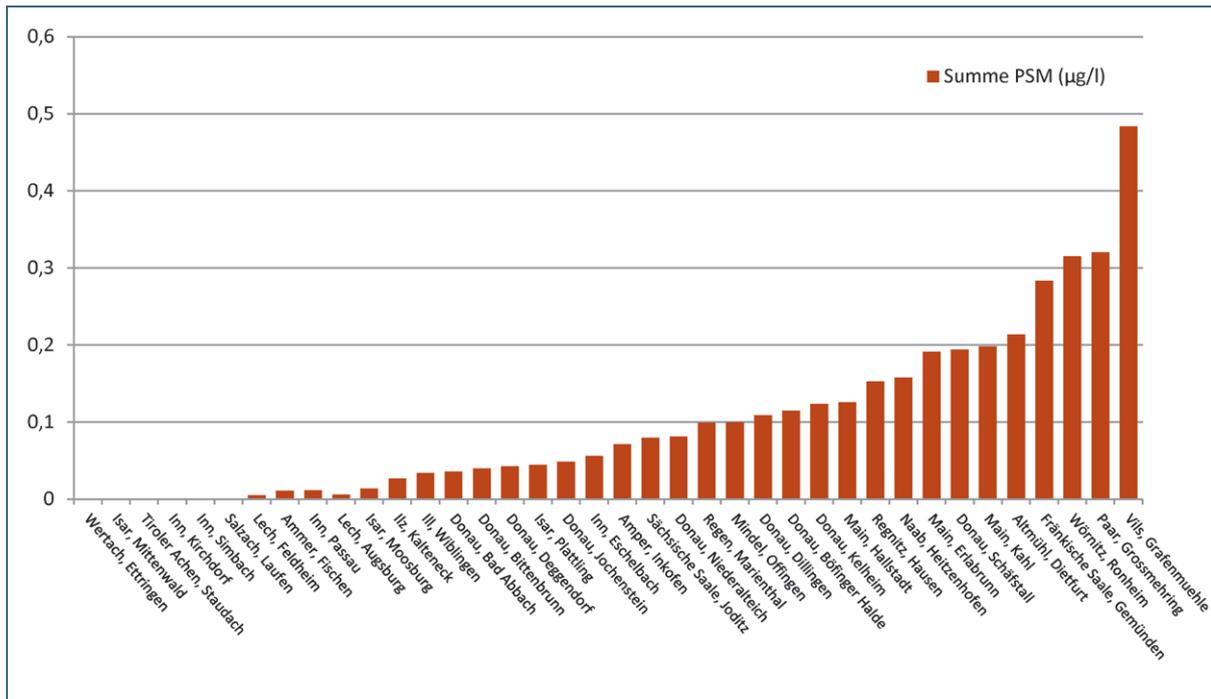


Abb. 33: Überblicksmessstellen mit aufsummierten Mittelwerten (2014–2016)

An den Überblicksmessstellen Wertach-Ettringen, Isar-Mittenwald, Tiroler Achen-Staudach und den beiden Messstellen Inn-Kirchdorf und Inn-Simbach wurden keine PSM-Parameter über der Bestimmungsgrenze nachgewiesen. Auch an elf weiteren Messstellen, die vorwiegend in der voralpinen Region liegen, wurden nur wenige, bis zu maximal drei Parameter über der Bestimmungsgrenze nachgewiesen. Die höchste Anzahl an PSM über der Bestimmungsgrenze mit 11 bis 15 Parametern wurde an Wörnitz, Paar und Vils ermittelt. An diesen Messstellen erreichten die aufsummierten Jahresmittelwerte Konzentrationen von 0,3 µg/l bis maximal 0,5 µg/l.

An allen Überblicksmessstellen wurden lediglich die Metaboliten Desethylatrazin, Desethylterbutylazin, Desethylsebutylazin und Desethylsimazin untersucht. Weitere Metaboliten wurden nur bei wenigen Probenahmen oder an vereinzelt Messstellen untersucht und daher in der Auswertung nicht berücksichtigt. Für die Metaboliten Desethylsebutylazin und Desethylsimazin wurden keine Nachweise über der Bestimmungsgrenze ermittelt.

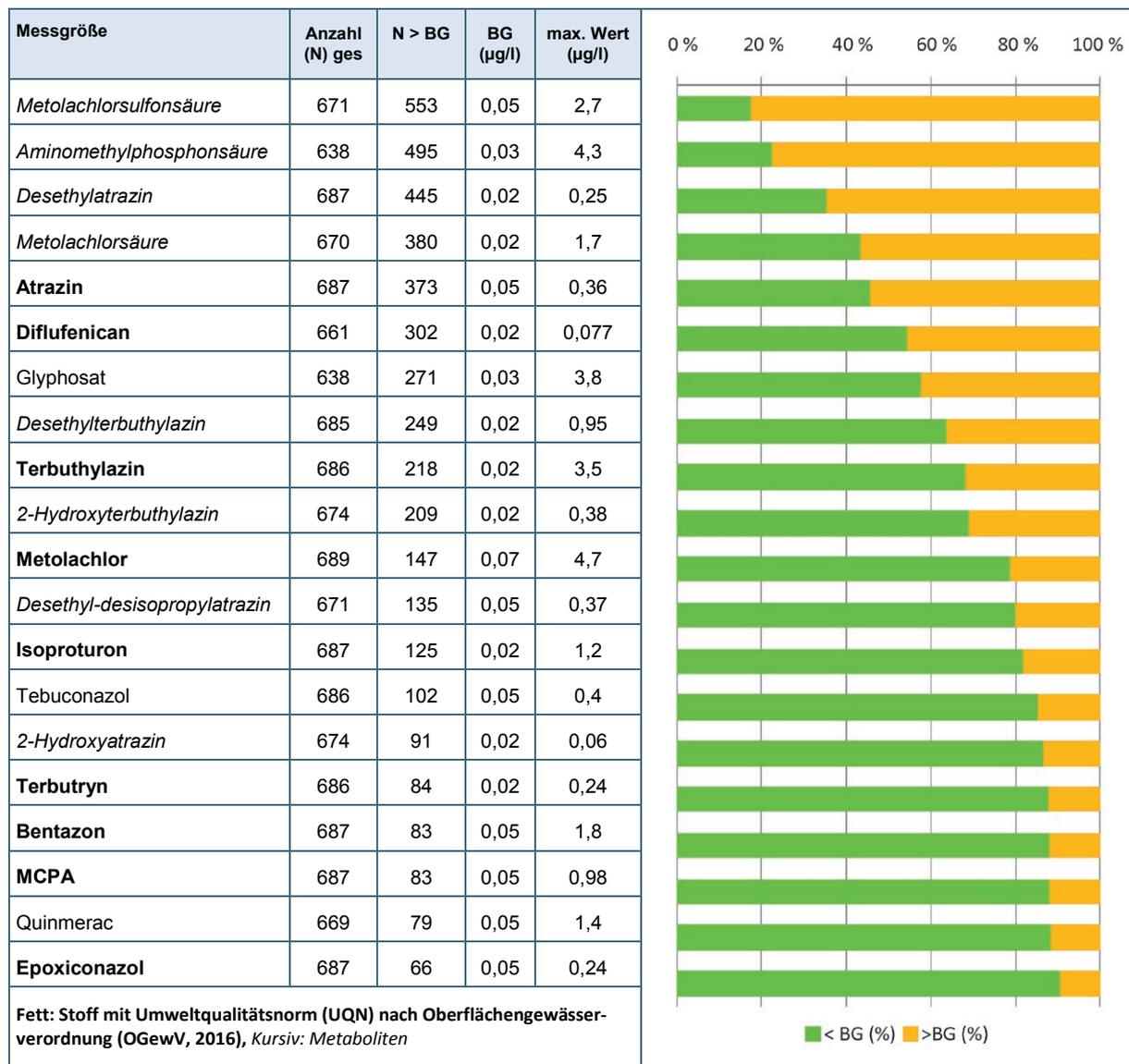
In der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) werden für einige Pflanzenschutzmittel Vorgaben für einzuhaltende Umweltqualitätsnormen vorgegeben. Dies betrifft die in Tab. 8 fett markierten Substanzen. An den Messstellen der Überblicksüberwachung wurden im Zeitraum 2014 bis 2016 keine Umweltqualitätsnormen für Pflanzenschutzmittel überschritten.

Untersuchung in Belastungsgebieten (PSM-Messnetz)

Zusätzlich werden seit 2014 Untersuchungen in ausgewählten Belastungsgebieten durchgeführt. Die Auswahl der Messstellen erfolgte zum einen aufgrund bereits vorliegender Erkenntnisse aus Untersuchungen in intensiv landwirtschaftlich genutzten Gebieten, in denen UQN-Überschreitungen ermittelt wurden und zum anderen aufgrund von Kriterien, die eine Belastung mit Pflanzenschutzmitteln wahrscheinlich machen. Hierfür wurden Kriterien wie hohes Erosionspotential, hoher Anteil an Sonderkulturfleichen im Einzugsgebiet oder auch Hinweise der LfL zur Einsatzintensität von Isoproturon herangezogen und mit den Wasserwirtschaftsämtern abgestimmt. Im „PSM-Messnetz“ werden 55 Messstellen im 3-Jahreszyklus mit einer 4-wöchentlichen Beprobung untersucht. Die Lage der Messstellen ist in Abb. 21 dargestellt.

Die Auswertung der Messstellen bezieht sich auf das jeweilige Untersuchungsjahr im Zeitraum 2014 bis 2016. Im Messprogramm wurden insgesamt 148 Einzelparameter, darunter auch mehrere Metaboliten untersucht. Von den analysierten Einzelverbindungen wurden für 56 Parameter keine Nachweise über der Bestimmungsgrenze ermittelt. In Tab. 9 sind die Parameter in der Rangfolge bis Platz 20 mit absteigender Häufigkeit der Nachweise über der Bestimmungsgrenze, sowie den maximal nachgewiesenen Werten im Zeitraum 2014 bis 2016 aufgeführt und grafisch dargestellt. In Tab. 10 ist die Stoffliste fortgesetzt. Auf die tabellarische Darstellung der insgesamt 12 Parameter, die nur einmalig nachgewiesen werden konnten, wurde verzichtet.

Tab. 9: Nachgewiesene PSM-Wirkstoffe und Metaboliten an den Messstellen des PSM-Messnetzes im Zeitraum 2014–2016 (Fundhäufigkeit über alle Messungen)



Tab. 10: Nachgewiesene PSM-Wirkstoffe und Metaboliten an den Messstellen des PSM-Messnetzes im Zeitraum 2014–2016 (Fortsetzung von Tab. 9)

Messgröße	Anzahl (N) ges	N > BG	BG (µg/l)	max. Wert (µg/l)	Messgröße	Anzahl (N) ges	N > BG	BG (µg/l)	max. Wert (µg/l)
Metazachlor	688	54	0,03	4,2	Dichlorprop	687	8	0,05	0,96
Metamitron	687	50	0,02	1,4	Propazin	686	8	0,02	0,19
Nicosulfuron	671	50	0,03	0,48	Fenpropidin	673	8	0,02	0,08
Ethofumesat	687	48	0,03	0,68	<i>2-Hydroxy-desethylatrazin</i>	674	7	0,02	0,43
Flufenacet	673	48	0,02	0,54	Topramezon	671	7	0,05	0,16
Mecoprop	687	45	0,05	0,47	Metalaxyl	688	7	0,03	0,12
Boscalid	681	44	0,05	0,48	Clopyralid	669	6	0,05	0,59
Azoxystrobin	686	42	0,03	0,12	<i>Desethylsebutylazin</i>	686	6	0,03	0,16
Diuron	687	41	0,02	0,22	Imidacloprid	688	5	0,03	0,65
Chloridazon	687	35	0,02	0,51	Chlorfenac	670	5	0,05	0,08
Simazin	687	34	0,02	0,38	Dimethoat	674	5	0,02	0,06
Triadimenol	686	34	0,03	0,11	Difenoconazol	687	5	0,05	0,06
Carbendazim	687	33	0,05	0,18	Pirimicarb	689	4	0,03	0,06
Propiconazol	686	32	0,05	0,23	Fluazifop	670	4	0,05	0,06
Chlortoluron	687	30	0,02	0,56	<i>Desethylsimazin</i>	688	4	0,02	0,03
Dicamba	687	29	0,05	1,9	Fenpropimorph	673	3	0,02	0,1
<i>2-Hydroxydesethylterbuthylazin</i>	674	29	0,02	0,08	Metsulfuron-methyl	671	3	0,02	0,07
Fluroxypyr	687	25	0,05	1,2	Dinoterb	669	3	0,05	0,06
Flusilazol	673	20	0,02	0,09	2,4,5-Trichlorphenoxyessigsäure	688	3	0,05	0,05
Bromoxynil	686	19	0,05	0,43	Dimethachlor	674	3	0,02	0,04
Flurtamone	687	19	0,03	0,25	Picoxystrobin	671	3	0,02	0,02
Prosulfocarb	686	18	0,03	1	Napropamid	672	2	0,02	4
2,4-Dichlorphenoxyessigsäure	687	13	0,05	0,09	Dinoseb	670	2	0,05	0,31
Prochloraz	685	12	0,03	0,2	Fenhexamid	673	2	0,02	0,2
Pendimethalin	685	12	0,03	0,03	Ametryn	671	2	0,02	0,19
Thiamethoxam	673	11	0,02	0,36	Fenoxaprop	673	2	0,02	0,18
Metribuzin	686	10	0,03	0,79	Cyprodinil	674	2	0,02	0,08
Fluopicolide	673	10	0,02	0,04	Prosulfuron	672	2	0,02	0,07
Clothianidin	674	9	0,02	0,11	Aclonifen	687	2	0,05	0,05
<i>2,6-Dichlorbenzamid</i>	688	9	0,02	0,05	Clomazone	673	2	0,02	0,03
Fett: Stoff mit Umweltqualitätsnorm (UQN) nach Oberflächengewässerverordnung (OGewV, 2016) <i>Kursiv: Metaboliten</i>									

Die vier Stoffe mit den höchsten Nachweishäufigkeiten von 57 % bis 82 % aller Proben sind die nrM Metolachlorsulfonsäure und Metolachlorsäure des Wirkstoffs Metolachlor, der nrM Aminomethylphosphonsäure (AMPA) des Wirkstoffs Glyphosat und der relevante Metabolit Desethylatrazin des seit 1991 nicht mehr zugelassenen Pflanzenschutzmittels Atrazin. Auch die entsprechenden Wirkstoffe selbst stehen in der Rangfolge der Nachweishäufigkeit ganz oben. Die nicht relevanten Metaboliten weiterer Wirkstoffe wie Chloridazon und Metazachlor, bei denen mit hohen Fundhäufigkeiten zu rechnen ist, wurden in den Untersuchungen des Belastungsmessnetz aus analytischen Gründen nicht berücksichtigt.

In Abb. 34 sind die Nachweise der PSM-Wirkstoffe bezogen auf die Anzahl der untersuchten Messstellen dargestellt. Danach wurde Terbutylazin an 51 der 55 untersuchten Messstellen über der Bestimmungsgrenze gefunden. Weitere Wirkstoffe wie Atrazin, Metolachlor, Glyphosat, Isoproturon, Diflufenican, MCPA, Flufenacet, Tebuconazol, Nicosulfuron, Quinmerac und Bentazon wurden an mehr als der Hälfte der untersuchten Messstellen nachgewiesen. Wirkstoffe, die an weniger als 10 Messstellen nachgewiesen wurden, aber eine maximale Konzentration $\geq 1 \mu\text{g/l}$ aufweisen, sind: Napropamid ($4 \mu\text{g/l}$) und Prosulfocarb ($1 \mu\text{g/l}$).

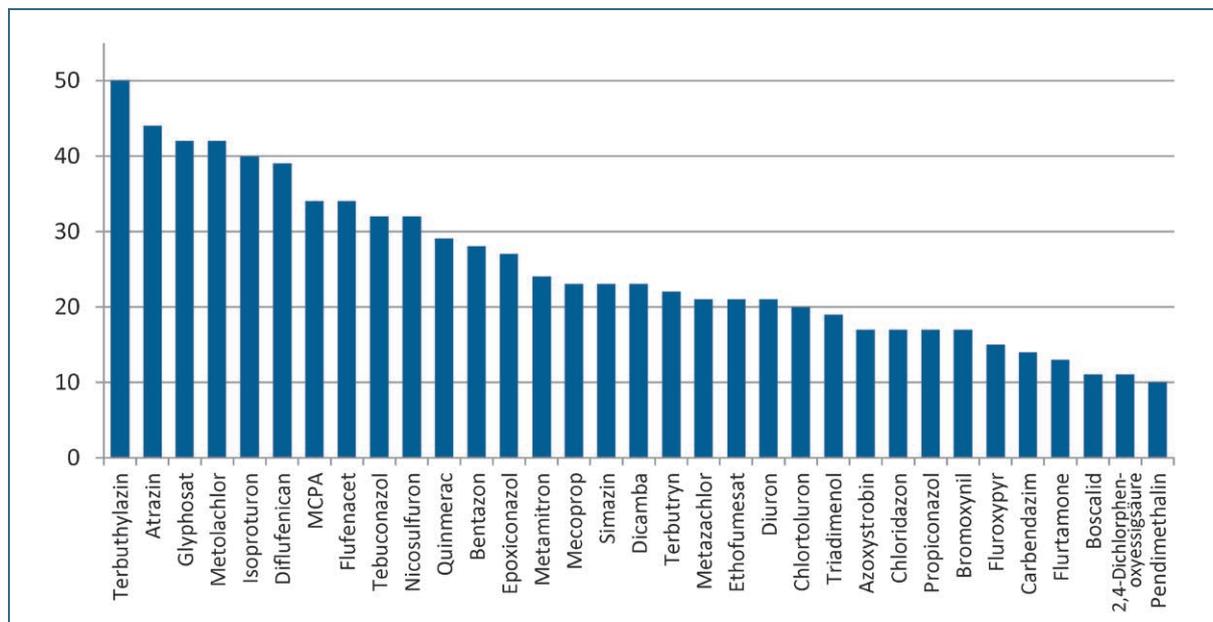


Abb. 34: Anzahl der Messstellen des PSM-Messnetzes mit Nachweisen der PSM-Wirkstoffe (2014–2016)

In Abb. 35 und Abb. 36 sind für jede Messstelle die Anzahl der nachgewiesenen Parameter über der Bestimmungsgrenze bzw. die aufsummierten Jahresmittelwerte der nachgewiesenen Wirkstoffe und der Metaboliten dargestellt. Bei der Berechnung des Jahresmittelwerts wurden Messwerte unter der Bestimmungsgrenze mit der Hälfte der Bestimmungsgrenze verrechnet.

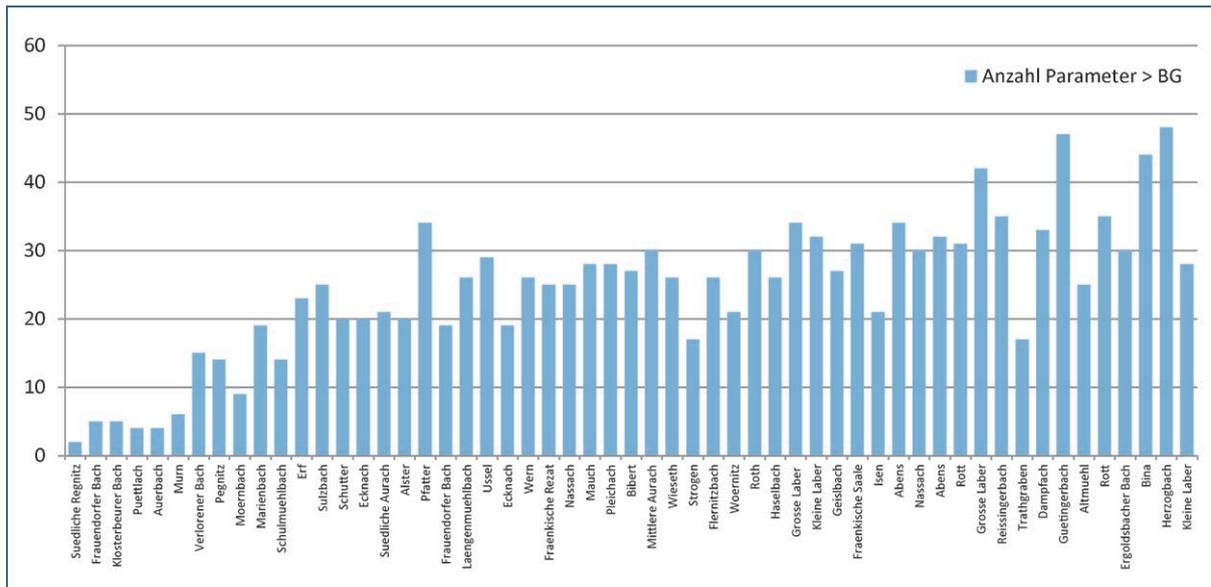


Abb. 35: Messstellen des PSM-Messnetzes mit Anzahl nachgewiesener PSM (2014–2016)

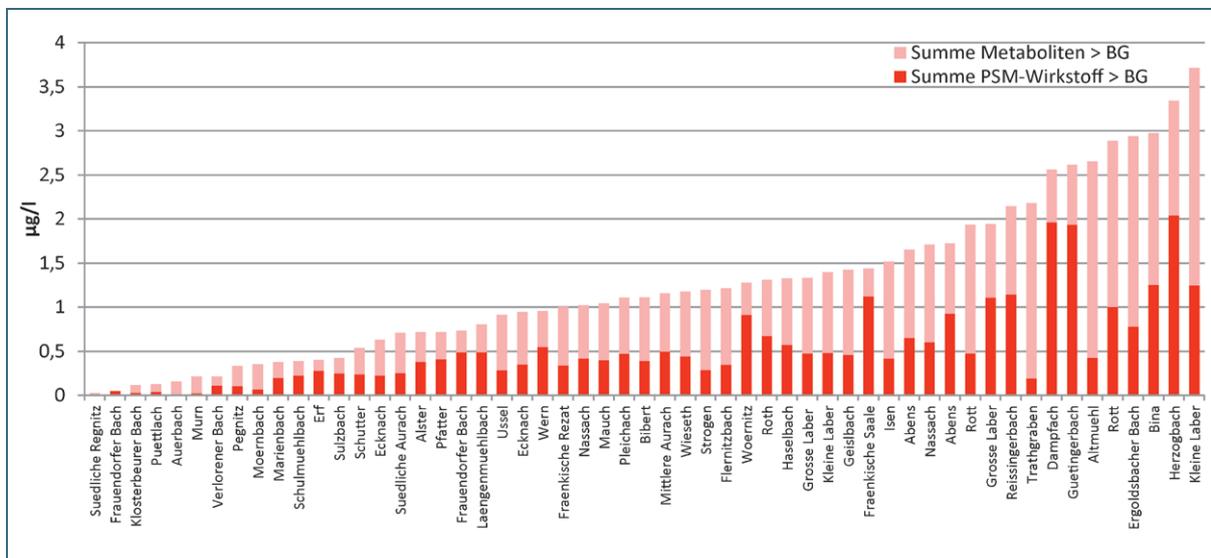


Abb. 36: Messstellen des PSM-Messnetzes mit aufsummierten Jahresmittelwerten von Wirkstoffen und Metaboliten (2014–2016)

An allen untersuchten Gewässern des PSM-Messnetzes wurden PSM-Wirkstoffe und Metaboliten nachgewiesen. An 18 von 55 untersuchten Gewässern lag die Anzahl der ermittelten PSM bei ≥ 30 . Der Konzentrationsbereich der aufsummierten Jahresmittelwerte der nachgewiesenen Stoffe erstreckt sich von $0,03 \mu\text{g/l}$ bis $3,7 \mu\text{g/l}$. An 13 Gewässern, verteilt auf das Mittelgebirge, die Alpen und das Alpenvorland (Suedliche Regnitz, Frauendorfer Bach, Klosterbeurer Bach, Püttlach, Auerbach, Murn, Verlorener Bach, Pegnitz, Moernbach, Marienbach, Schulmuehlbach, Erf und Sulzbach), erreichen die aufsummierten Stoffkonzentrationen maximal $0,5 \mu\text{g/l}$ und liegen damit im Bereich der Stoffkonzentrationen an den Überblicksmessstellen. Die höchsten Summen-Konzentrationen an Wirkstoffen und Metaboliten ($2,9$ bis $3,7 \mu\text{g/l}$) wurden an fünf Gewässern in Niederbayern nachgewiesen, die in intensiv landwirtschaftlich genutzten Gebieten liegen.

In der Regel ist der Anteil der Metaboliten an der Gesamtsumme der aufsummierten Mittelwerte aller Stoffe über der Bestimmungsgrenze mit rund 60 bis 70 % recht bedeutend.

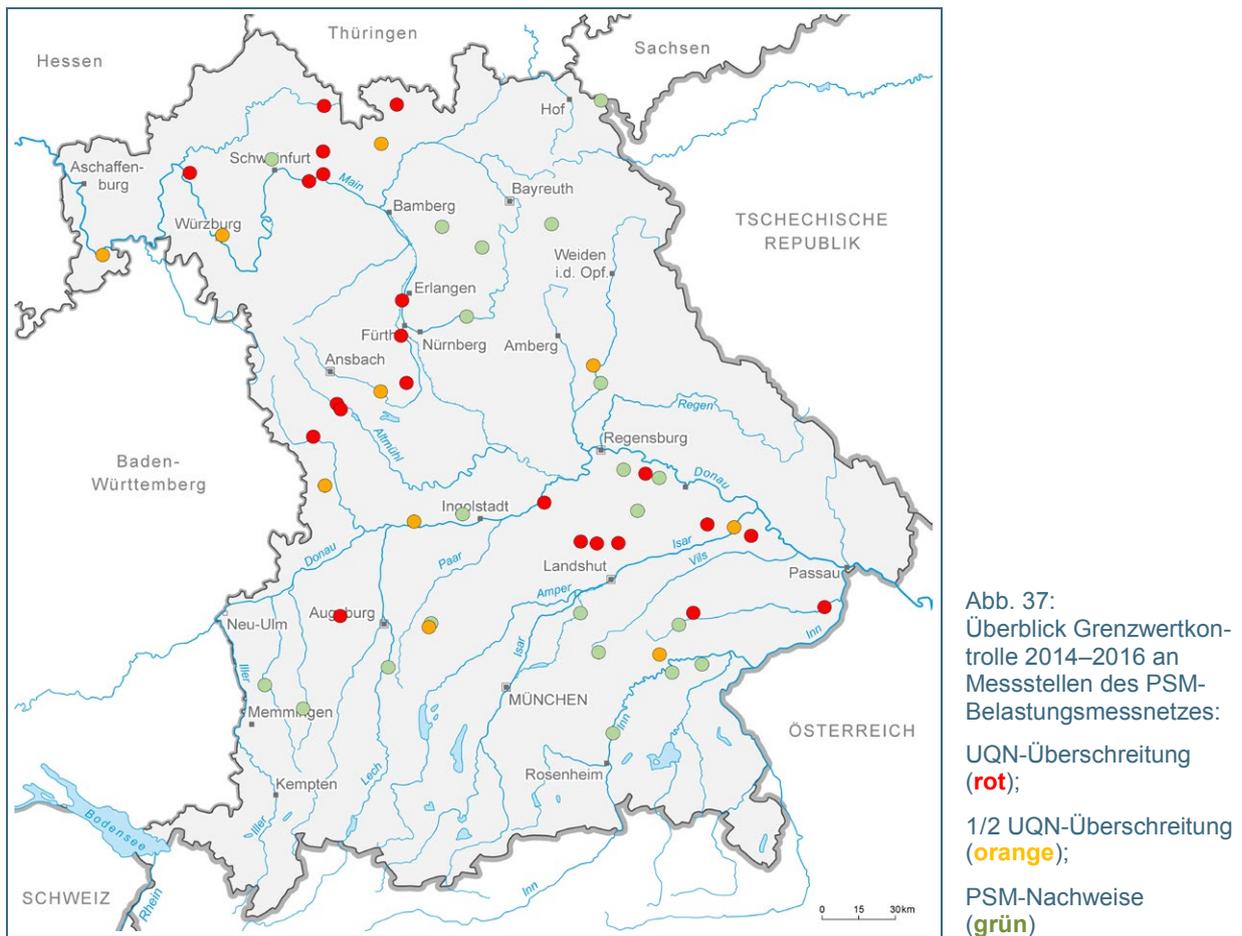
In der Oberflächengewässerverordnung (OGewV, 2016) werden für einige Pflanzenschutzmittel Vorgaben für einzuhaltende Umweltqualitätsnormen festgelegt. Dies betrifft die in Tab. 9 und Tab. 10 (nachgewiesene PSM an den Messstellen des PSM-Messnetzes) fett markierten Substanzen. Werden die Umweltqualitätsnormen an einer repräsentativen Messstelle eines Flusswasserkörpers überschritten, sind verpflichtend Maßnahmen durchzuführen. Für den 2. Bewirtschaftungsplan (Zeitraum 2009 bis 2013, veröffentlicht 2015) sind die Flusswasserkörper mit UQN-Überschreitungen bei PSM in Kapitel 8.2 „EG-Wasserrahmenrichtlinie – Oberflächengewässer“ aufgeführt. In nachfolgender Tab. 11 sind die Gewässer mit UQN-Überschreitungen im Zeitraum 2014 bis 2016 aufgelistet, die für den 3. Bewirtschaftungsplan relevant werden.

Tab. 11: Übersicht über PSM mit UQN-Überschreitungen von 2014 bis 2016 an Messstellen des PSM-Messnetzes; *kursiv*: prioritärer Stoff Isoproturon

Gewässer	Flussgebietspezifischer / prioritärer Stoff	Untersuchungsjahr
Bibert	Flufenacet	2014
Große Laber	Imidacloprid, Diflufenican, Flufenacet, <i>Isoproturon</i>	2014
Guetingerbach	Nicosulfuron	2014
Herzogbach	Diflufenican, Flufenacet	2014
Nassach	Nicosulfuron	2014
Sulzbach	Nicosulfuron	2014
Wern	Bentazon	2014
Abens	Nicosulfuron	2015
Altmuehl	Nicosulfuron	2015
Bina	Metolachlor, Nicosulfuron	2015
Ergoldsbacher Bach	Metolachlor	2015
Kleine Laber	Metolachlor, Nicosulfuron	2015
Mittlere Aurach	Nicosulfuron	2015
Reissingerbach	Metolachlor, Nicosulfuron	2015
Roth	Nicosulfuron	2015
Rott	Metolachlor, Nicosulfuron	2015
Suedliche Aurach	Flufenacet, Nicosulfuron	2015
Wieseth	Nicosulfuron	2015
Dampfach	Nicosulfuron	2016
Fraenkische Saale	<i>Isoproturon</i> , Nicosulfuron	2016
Nassach	Nicosulfuron	2016
Woernitz	Flufenacet, Nicosulfuron	2016

An insgesamt 22 der 55 untersuchten Gewässer wurden Überschreitungen der UQN mindestens eines der als Herbizid wirkenden Pflanzenschutzmittelwirkstoffe Nicosulfuron, Flufenacet, Metolachlor, Diflufenican, Isoproturon, Bentazon und dem Insektizid Imidachlopid ermittelt. In der Kartendarstellung in Abb. 37 ist die Verteilung der UQN-Überschreitungen innerhalb Bayerns dargestellt. An der Großen Laber, einem Gewässer im intensiv landwirtschaftlich genutzten Gebiet wurden Überschreitungen von sogar vier PSM-Wirkstoffen festgestellt.

Die häufigsten Überschreitungen (17 Gewässer) wurden für das Herbizid Nicosulfuron für die zulässige Höchstkonzentration (ZHK-UQN) von 0,09 µg/l nachgewiesen. Nicosulfuron wurde als flussgebietspezifischer Stoff neu in die aktualisierte Fassung der OGewV 2016 mit einer Jahresdurchschnitts- und einer zulässigen Höchstkonzentration-UQN aufgenommen. Gleiches gilt für Flufenacet, das neu aufgenommen wurde und dessen zulässige Höchstkonzentration von 0,2 µg/l an fünf Gewässern nicht eingehalten werden konnte. Für Metolachlor gilt gemäß OGewV eine Jahresdurchschnitts-UQN von 0,2 µg/l, die an fünf Gewässern überschritten wurden – in drei Fällen zusammen mit Nicosulfuron.



Zur Veranschaulichung des jahreszeitlichen PSM-Konzentrationsverlaufs sind exemplarisch entsprechende Daten an einem kleineren Fließgewässer (Bina, EZG: 137 km²) in Abb. 38 dargestellt. Es wurden Maximalkonzentrationen für Metolachlor bis 5 µg/l und für Terbutylazin bis 5,5 µg/l gefunden. 2013 und 2015 wurde die Jahresdurchschnitts-UQN für Metolachlor überschritten. Deutlich zu erkennen sind die Konzentrationspeaks der Wirkstoffe kurz nach der Anwendungszeit im Mai/Juni. Darüber hinaus haben zusätzliche Untersuchungen am Ober- und Unterlauf einer Kläranlage an der Bina gezeigt, dass der Haupteintrag hier sehr wahrscheinlich nicht über die Kläranlage, sondern diffus über die Fläche erfolgt. Diese Bewertung der Haupteintragsursache wird auch dadurch unterstützt, dass die

entsprechenden PSM-Metaboliten wie Metolachlorsulfonsäure relativ kontinuierlich das ganze Jahr über nachgewiesen werden (siehe Abb. 39).

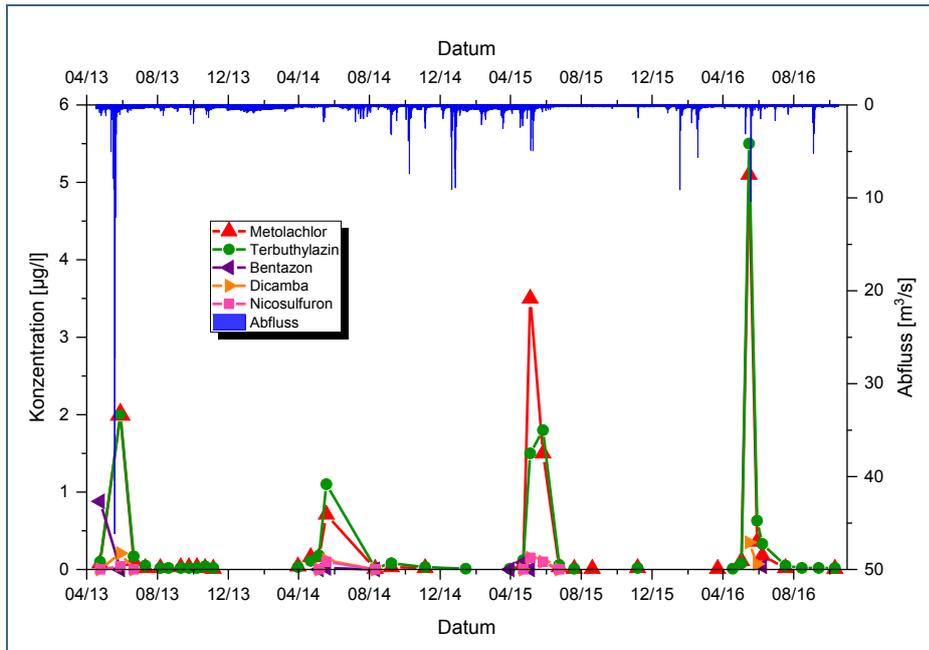


Abb. 38: Konzentrationsverlauf einiger PSM an einem kleineren FG (Bina) mit Maxima zu den Anwendungszeiten; blau: mittlerer täglicher Abfluss

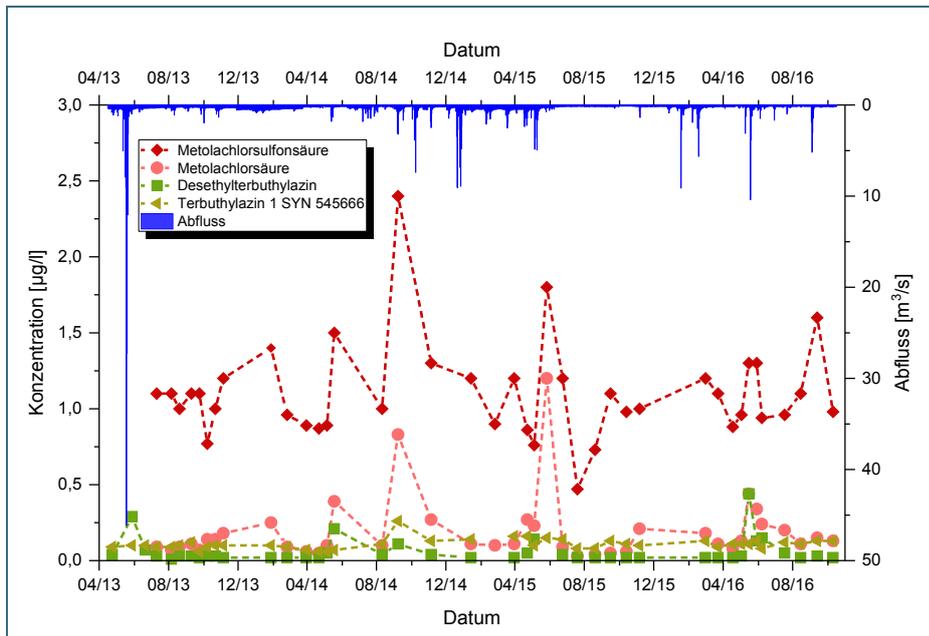


Abb. 39: Konzentrationsverlauf einiger nrM an einem kleineren FG (Bina); blau: mittlerer täglicher Abfluss

Insgesamt ist festzustellen, dass in den einzelnen kleineren Fließgewässern im PSM-Belastungsmessnetz eine vergleichsweise wesentlich höhere Anzahl an verschiedenen Wirkstoffen als an den größeren Flüssen des Überblicksmessnetzes nachweisbar ist (siehe Abb. 32 und Abb. 35). Bei den größeren Fließgewässern wurden 2014 bis 2016 maximal 15 PSM (Paar) nachgewiesen, bei den kleineren Fließgewässern dagegen bis zu 48 PSM (Herzogbach). Zudem werden in den kleineren Fließgewässern erheblich mehr Funde über der Bestimmungsgrenze und generell auf einem höheren Niveau (teilweise sogar mit UQN-Überschreitungen) nachgewiesen als in den größeren Fließgewässern des Überblicksmessnetzes (siehe Tab. 8 bis Tab. 11).

5.3 Seen

Ein Großteil der großen bayerischen Seen liegt im Gebiet der Alpen bzw. im Alpenvorland, in denen sich die landwirtschaftliche Nutzung häufig auf Grünlandwirtschaft beschränkt. Eine starke Belastung durch PSM und damit eine Überschreitung von UQN ist daher eher nicht zu erwarten. Darüber hinaus sollte durch die große Wassermenge eines Sees selbst bei einem Eintrag an PSM ein deutlicher Verdünnungseffekt zu erwarten sein. Mit Einführung der WRRL wurde allerdings eine Beurteilung der Belastungssituation aller Oberflächengewässer, also auch der Seen gefordert. Zwingend vorgeschrieben sind diese Untersuchungen an Überblicksgewässern, also 10 bedeutenden natürlichen Seen und dem Großen Brombachsee in einem Turnus von drei Jahren.

5.3.1 Seenmonitoring nach WRRL

Die Untersuchungen an den für die WRRL relevanten 49 bayerischen Seen orientieren sich an der Belastungssituation durch Nährstoffe. Neben den Überblickseen werden nährstoffbelastete Seen im 3-jährlichen Rhythmus beprobt, nährstoffarme Seen dagegen in einem Turnus von sechs Jahren. Bei den Seen im Überblicksmessnetz handelt es sich in der Regel um gering mit Nährstoffen belastete Seen, an denen Einträge aus der Landwirtschaft – Nährstoffe und PSM – keine große Rolle spielen. Daher wurde der Fokus bei der Priorisierung der zu untersuchenden Seen primär auf eher nährstoffbelastete Seen im operativen WRRL-Messnetz gelegt. Langfristiges Ziel ist es, eine Aussage zu PSM in allen 49 Seewasserkörpern zu bekommen.

Die Probenahme findet monatlich an der tiefsten Stelle statt und umfasst neben der Erfassung von Parametern mittels Sonde (Temperatur, pH, Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt) in den Tiefenstufen (1 m-Abstände), Untersuchungen zur Basischemie in Tiefen im Abstand von zwei Metern (Nährstoffparameter, Metalle, etc.) aber auch Messungen in einer Integralprobe (z. B. Chlorophyll). Da der Aufwand für eine Seenuntersuchung enorm ist, wurden die Untersuchungen auf PSM in diesen Turnus eingepasst.

Die Untersuchung der PSM erfolgt aus der Integralprobe. Der integrierte Bereich umfasst dabei 0–20 m bei tiefen Seen bzw. 0–1 m über Grund bei flacheren Seen (< 20 m Tiefe). Außerdem werden die Zuflüsse untersucht. Der Probenahmeturnus orientiert sich dabei an den Anforderungen aus der Oberflächengewässerverordnung und sieht 12 Untersuchungen pro Jahr vor. Anders als bei Fließgewässern ist ein 30 Tages-Zyklus an Seen nicht immer sicherzustellen, da beispielsweise zugefrorene Seen nicht beprobt werden können. In diesen Fällen werden die Seen in der Vegetationsperiode verdichtet untersucht.

Die Oberflächengewässerverordnung schreibt die Überwachung diverser Schadstoffgruppen vor. Aus fachlicher Sicht sind aber für viele organische Substanzen keine Eintragspfade ersichtlich und eigentlich nur für die Pflanzenschutzmittel Belastungen denkbar. Daher wurde für die Seen ein Untersuchungsumfang festgelegt, der die Substanzen abdeckt, die mit hoher Wahrscheinlichkeit in den Einzugsgebieten anzutreffen sind. Unter anderem sind dies saure PSM (DIN EN ISO 15913-F20:2003-05), Glyphosat, Glufosinat und Aminomethylphosphorsäure (AMPA), sowie PSM, die mittels HPLC und UV-Detektion (DIN EN ISO 11369) gemessen werden.

2010 wurde der Hopfensee als erster See im Rahmen des Monitorings auf PSM untersucht. Entgegen den Erwartungen zeigte sich bereits hier ein erster Nachweis und rechtfertigte damit die Untersuchung weiterer Seen. Bis Ende 2016 sind 18 Seen untersucht worden. In den kommenden Jahren sehen die Planungen eine deutlich höhere Zahl an zu beprobenden Seen vor, so dass voraussichtlich 2022 alle nach WRRL relevanten Seen untersucht sein werden.

5.3.2 Ergebnisse 2010 bis 2016

Die bisherigen Untersuchungen liefern zahlreiche Nachweise für einzelne Pflanzenschutzmittel. Berücksichtigt man den Ort der Probenahme an der tiefsten Stelle des jeweiligen Sees und damit in teilweise erheblichem Abstand zum Uferbereich, so war diese Befundsituation nicht unbedingt zu erwarten. Überschreitungen der Umweltqualitätsnormen nach OGeV (2016) wurden bei den bisher untersuchten Seen allerdings noch nicht ermittelt. Die folgende Tabelle dokumentiert die bisher in den Seen gefundenen PSM und die Anzahl der jeweiligen Nachweise.

Tab. 12: Ergebnisse der PSM-Untersuchungen an Seen von 2010 bis 2016 mit Angabe der gefundenen Nachweise pro Untersuchungsjahr für die einzelnen Stoffe

Wirkstoff	Hopfensee	Altmühlsee	Igelsbachsee	Simssee	Hartsee	Pelhamer See	Großer Ostersee	Waginger See	Rothsee	Großer Brombachsee	Staffelsee (Südteil)	Untreusee
Untersuchungsjahr	2010	2012	2012	2012	2013	2013	2014	2014, 2016	2015	2016	2016	2016
2,6-Dichlorbenzamid	1											
Aminomethylphosphonsäure		12							11	1		
Atrazin		6	6	3					9	1		
Bentazon									1			
Chlortoluron		1										
Desethylatrazin									9	1		6
Desethylsebutylazin			2									
Desethylterbutylazin		12	10		2	1		0; 6	2	11		
Difenoconazol		1										
Imidacloprid		1										
Isoproturon		5	1									
Quinmerac		2										
Terbutylazin		10	5	4	2	1	1	6; 10	1	11	1	8

Hervorzuheben sind die Nachweise von Terbutylazin in jedem seit 2012 untersuchten See, insbesondere auch in Seen wie dem Großen Ostersee, die nicht in landwirtschaftlich geprägten Regionen liegen. Die Belastung des Altmühlsees hingegen war aufgrund der hohen Belastung der zufließenden Altmühl und seiner geringen Tiefe (maximal 3 m) und kurzen Aufenthaltszeit zu erwarten.

Atrazin als bereits seit 1991 verbotenes Pflanzenschutzmittel lässt sich auch in einem Teil der untersuchten Seen wiederfinden. Vermutlich dürften hier Rücklösungseffekte aus dem Sediment eine Rolle spielen.

Insgesamt gehören die WRRL-Seen aufgrund ihrer überwiegenden Lage in gering landwirtschaftlich geprägten Gebieten sowie großer Fläche (> 50 ha) und großem Volumen nicht zu den Gewässern, in

denen auf absehbarer Zeit mit Überschreitungen der Umweltqualitätsnormen zu rechnen ist. Dennoch sollen die Seen mit einer größeren Anzahl an Nachweisen auch in den kommenden Jahren weiter untersucht werden, um ggf. gezielt auf Verschlechterungen reagieren zu können. Aus diesem Grund wurde beispielsweise der Waginger See 2014 und 2016 beprobt. Das bereits 2014 gefundene Terbutylazin wurde noch häufiger (zehn statt sechs Nachweise) gefunden und 2016 zusätzlich auch sein Abbauprodukt Desethylterbutylazin (sechs Nachweise). Dies könnte witterungsbedingt sein oder ein Indiz dafür sein, dass sich die Belastungssituationen in den kommenden Jahren verschärfen werden.

In diesem Zusammenhang ist auch geplant, die Ursachen für die Belastungen zu erkunden. Dazu soll das Untersuchungsprogramm ausgeweitet und Stellen im Uferbereich beprobt werden.

Gemäß den Zielen des NAP sollen künftig neben kleinen Fließgewässern auch kleine Seen in Agrarlandschaften untersucht werden. Der Fokus liegt dabei auf kleineren Gewässern (< 1 ha Wasserfläche), die in unmittelbarer Nähe von landwirtschaftlich genutzten Flächen liegen. In Diskussion ist eine Nutzung als Acker- und Sonderkulturfläche im Umkreis von 100 m um das Gewässer von mindestens 75 % sowie eine ganzjährige Wasserführung. Die Beprobung soll anlassbezogen sein, um Belastungsspitzen erkennen zu können.

5.4 Niederschlagswasser – Nassdepositionsmessungen

Bereits seit 1987 wurde von der damaligen Landesanstalt für Wasserforschung an bis zu 26 Standorten in Bayern Niederschlagswasser auf organische Spurenstoffe wie z. B. Pflanzenschutzmittelwirkstoffe untersucht. Zur Probenahme kamen folgende Sammler zum Einsatz:

- Bulk-Sammler, Eigenbau, ca. 80 cm tief eingegraben, keine weitere Kühlung
- Wet-only und Bulk-Sammler, Fa. Eigenbrodt, sehr gute Kühlung, Stromanschluss erforderlich
- Bulk-Sammler, Eigenbau, oberirdisch, mit Kühlung, Batteriebetrieb möglich

Die Sammelzeit betrug 4 Wochen, das Sammelvolumen je nach Sammler 10–30 Liter.

Von 1987 bis 2000 wurden 11 Pflanzenschutzmittelwirkstoffe überwiegend aus den Gruppen der Triazine und Harnstoffderivate sowie die Insektizide Lindan, alpha- und beta-Endosulfan sowie Endosulfansulfat regelmäßig analysiert (BayLaW, 1987). Ab dem Jahr 2000 wurde das Parameterspektrum auf insgesamt 53 Wirkstoffe erweitert.

Im Rahmen des Untersuchungszeitraums konnten mengenmäßig bedeutende PSM-Anwendungen an den Befunden im Niederschlag abgelesen werden. So ist das 1991 mit einem Verkaufs- und Anwendungsverbot belegte Atrazin nach einigen Jahren der „Restmengenverwertung“ fast ganz verschwunden. Dagegen nahmen die Konzentrationen des Atrazin-Ersatzstoffes Terbutylazin und seines Metaboliten Desethylterbutylazin ab 1992 deutlich zu. Beide Substanzen werden seitdem auch vermehrt in Grundwasserproben nachgewiesen. Aus der Gruppe der Phenylharnstoffderivate konnte Isoproturon in Konzentrationen von über 200 ng/l nachgewiesen werden. Durch die Erweiterung des Analysenspektrums wurden ab dem Jahr 2000 weitere Wirkstoffe gefunden, wobei insbesondere Prosulcarb immer wieder in hohen Konzentrationen auftaucht (LFW, 2002).

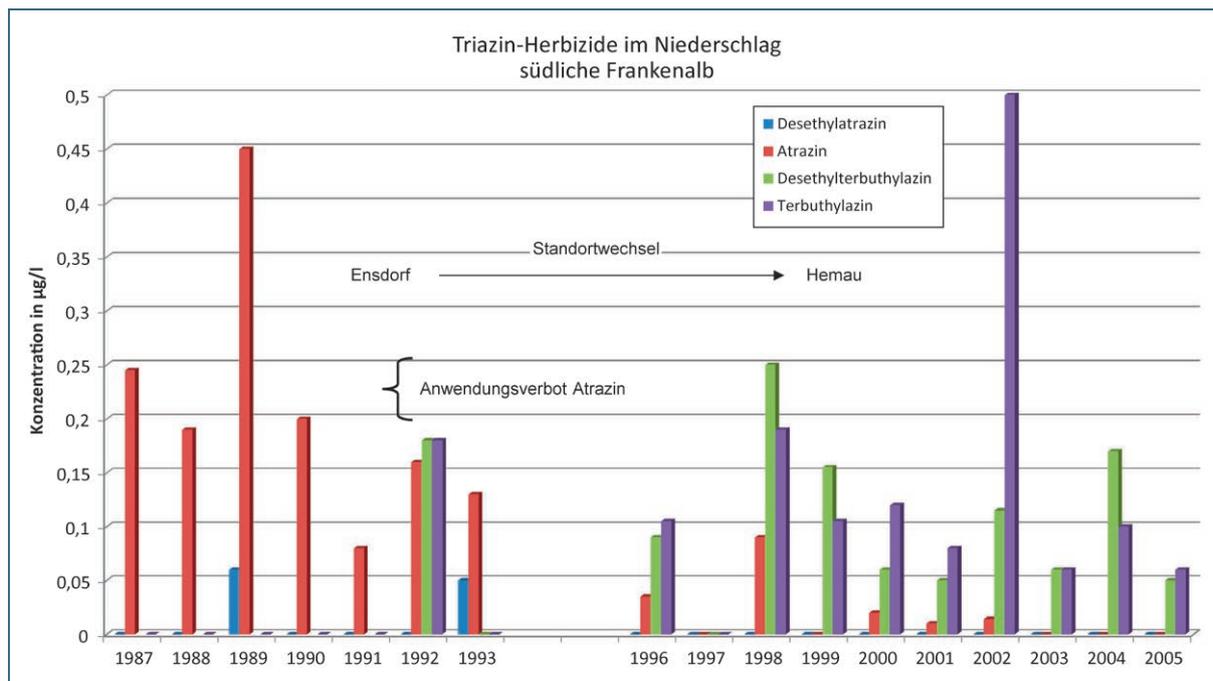


Abb. 40: Konzentrationen von Atrazin und Terbutylazin sowie ihrer Desethylmetaboliten an der Probenahme-stelle „Südliche Frankenalb“ 1987–2005

Im Jahr 1994 wurde das Niederschlagsmessnetz der ehemaligen Landesanstalt für Wasserforschung mit dem „Messnetz Stoffeintrag – Grundwasser (MSGW)“ des damaligen Landesamtes für Wasserwirtschaft inhaltlich abgestimmt und reduziert. So wurde die Probenahmezeit auf die Monate April bis

November sowie auf die Untersuchung von PSM beschränkt (LfW, 2004). Im Mai 2003 wurden alle Proben einmalig auch auf 15 saure PSM untersucht, wobei nur am Standort Frankenalb Mecoprop in einer Konzentration von 0,11 µg/l nachgewiesen wurde.

Eine Verlagerung der im Niederschlag bisher festgestellten Stoffe in Richtung Grundwasser konnte in Verbindung mit Untersuchungen des MSGW nicht festgestellt werden. Die Grundwassergefährdung durch Depositionseinträge kann als vergleichsweise gering eingeschätzt werden, muss allerdings für alle Schadstoffe individuell in Abhängigkeit von ihren spezifischen Stoffeigenschaften abgeschätzt und/oder durch Messungen abgesichert werden. Eine vergleichbare Bewertung des Risikopotentials ist auch im Abschlussbericht des Projekts „Grundwassergefährdung durch organische Luftschadstoffe“, das im Auftrag des DVWK bearbeitet wurde, gegeben (DVWK, 2000).

Wie zu erwarten, sind im Niederschlag in den Waldgebieten Nordbayerns deutlich geringere PSM-Konzentrationen zu finden als im Niederschlag von exponierten Standorten mit Ackerflächen in der näheren Umgebung. Depositionsmessungen können somit als effizientes Frühwarnsystem für den flächenhaften Eintrag von Schadstoffen in die Böden herangezogen werden.

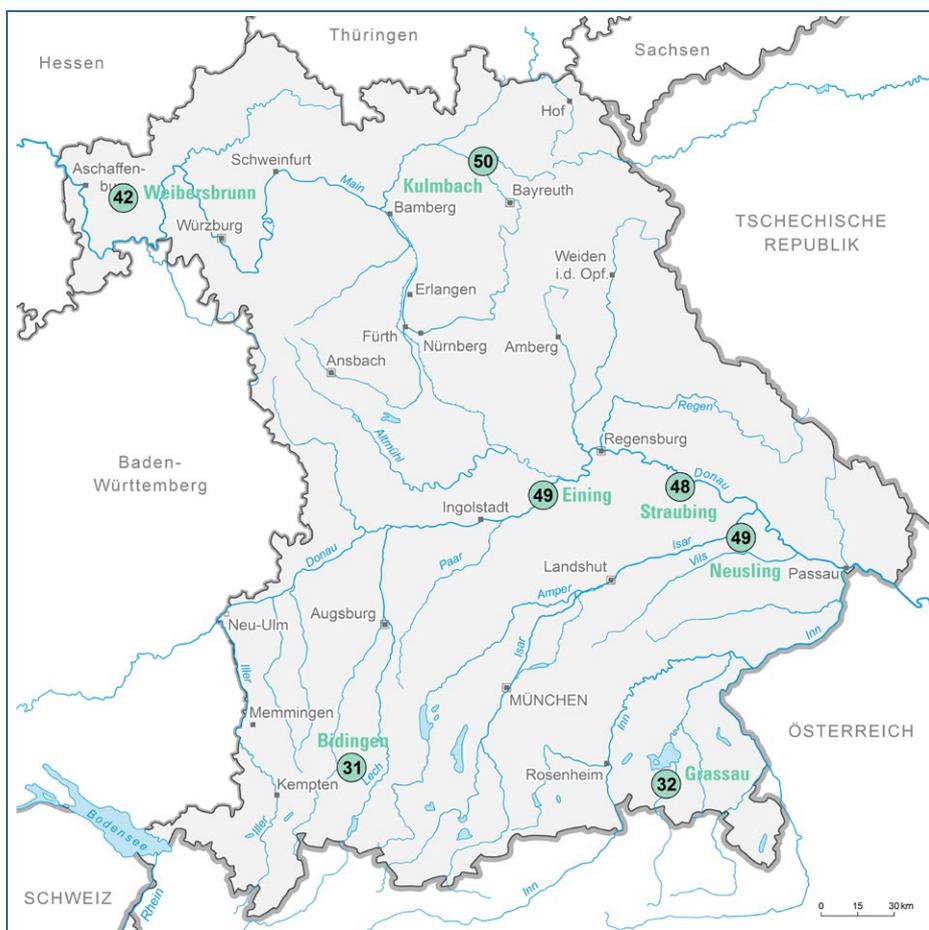


Abb. 41:
Anzahl der Positivbe-
funde von 118 unter-
suchten PSM in der
Gesamtd deposition
2014

Seit 2006 werden die Pflanzenschutzmittel in der Deposition mittels LC-MS/MS analysiert. Auch der Parameterumfang hat sich seither enorm vergrößert. So sind es seit dem Jahr 2009 bis zu 118 untersuchte Substanzen. Um die Pflanzenschutzmittel aus der Atmosphäre über die Gesamtd deposition zu erfassen, werden sieben ausgewählte Regensammler zur Probenerfassung genutzt. Die Standortauswahl orientiert sich an verschiedenen Formen wie landwirtschaftlicher Nutzung, Wald, Grünland und großen Grundwasserströmen. So wurden zwei Messstellen in Nordbayern (Weibersbrunn und Kulmbach), drei im Donauebiet (Eining, Straubing, Neusling) und zwei in Südbayern am Alpenrand

(Bidingen und Grassau) eingerichtet. An jedem Regensammler werden von April bis November einmal monatlich zeitkontinuierliche Mischproben entnommen. Je 50 ml Wasserprobe werden nach einer Festphasenextraktion mittels Flüssigchromatographie, gekoppelt an ein Massenspektrometer, analysiert. Die Bestimmungsgrenze liegt bei 2 ng/l.

Es ist festzustellen, dass innerhalb eines Jahres bis zu 50 der 118 untersuchten Pflanzenschutzmittel nachgewiesen wurden. Während die Belastung im Norden und auch im Donaugebiet sehr hoch ist, ist die Zahl der positiven Nachweise an den Standorten in Alpennähe deutlich geringer (Abb. 41).

Des Weiteren ist hervorzuheben, dass die PSM-Wirkstoffe Prosulfocarb als auch Pendimethalin im Jahr 2014 an allen Messstellen nachgewiesen wurden. Die höchsten Konzentrationen wurden nach der Ausbringung im Mai gemessen. Die Konzentrationen an Prosulfocarb liegen bei sechs Messstellen deutlich über 50 ng/l, im Maximum über 1,3 µg/l. Spitzenbelastungen zeigen sich in Eining und Neusling.

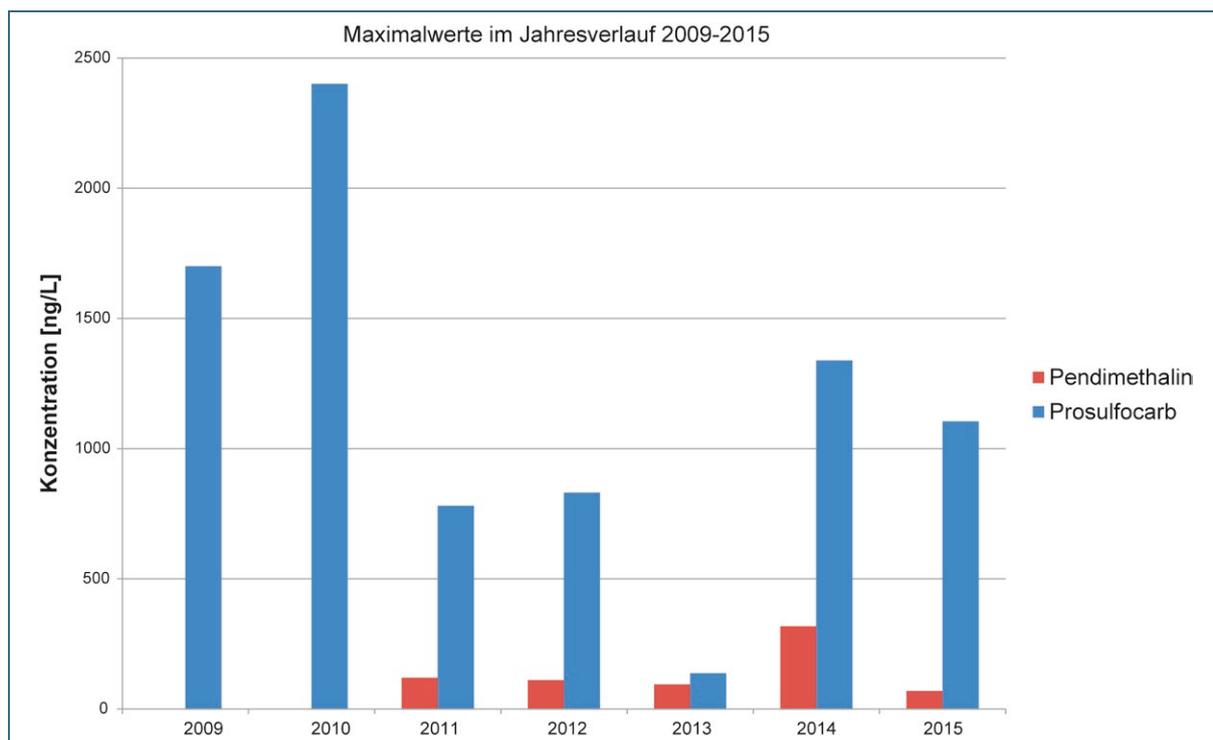


Abb. 42: Maximalbefunde von Prosulfocarb und Pendimethalin 2009–2015

Betrachtet man die gemessenen Maximalkonzentrationen von Prosulfocarb (2009–2015) und Pendimethalin über mehrere Jahre (2011 bis 2015), so zeigt sich ein dauerhaft hohes Auftreten von Prosulfocarb im Niederschlag. Lediglich 2013 liegen die Konzentrationen unter 200 ng/l (Abb. 42). Pendimethalin dagegen ist in einem vergleichsweise geringeren Konzentrationsbereich von 94 – 317 ng/l nachweisbar. Beide Stoffe werden in Deutschland nach BVL-Angaben in großen Mengen abgesetzt, Prosulfocarb im Jahr 2016 in der Mengenkategorie 1000–2500 t und Pendimethalin in der Mengenkategorie 250–1000 t. Bei Untersuchungen 2012–2014 in Brandenburg gab es Nachweise von Pendimethalin und Prosulfocarb, obwohl in unmittelbarer Nachbarschaft keine Herbizide mit diesen Wirkstoffen eingesetzt wurden. Eine Studie im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV) Brandenburg kam zu dem Schluss, dass die beiden Wirkstoffe zur Verflüchtigung neigen (Dampfdruck bei 25°C: 3,34 mPa bzw. 0,79 mPa) und weiträumig über thermische Luftbewegungen verbreitet werden können (LUGV, 2015). Aufgrund der in Einzelfällen nachgewiesenen Stoffeinträge auf Nicht-Zielflächen wurden vom BVL im März 2016 neue Anwendungsbestimmungen für

Herbizide mit den vorgenannten Wirkstoffen erlassen (BVL, 2016b). Demnach muss bei der Applikation neben der Verwendung von Düsen mit hoher Abdriftminderung insbesondere auf eine maximale Fahrgeschwindigkeit (NT146) und maximale Windgeschwindigkeit (NT170) geachtet werden.

Auch der 1993 auf den Markt gebrachte fungizide Wirkstoff Epoxiconazol wird zunehmend mehr eingesetzt. Er wird zur Bekämpfung zahlreicher Getreidepathogene verwendet. Seit 2009 treten im Donaugebiet stetig ansteigende Konzentrationen dieses Stoffes auf. Die Maximalkonzentrationen werden im Juni und Juli erreicht. Im Zeitraum 2009 bis 2015 ist ein deutlicher Anstieg zu verzeichnen (Abb. 43). Der Dampfdruck von Epoxiconazol bei 25°C wird in der Pesticide Properties Data Base (PPDB) zwar mit einem vergleichsweise niedrigen Wert von 0,01 mPa angegeben (PPDB, 2017), aber die Inlandsabsatzmenge für Epoxiconazol lag 2016 relativ hoch in der Mengenkategorie 250–1000 t.

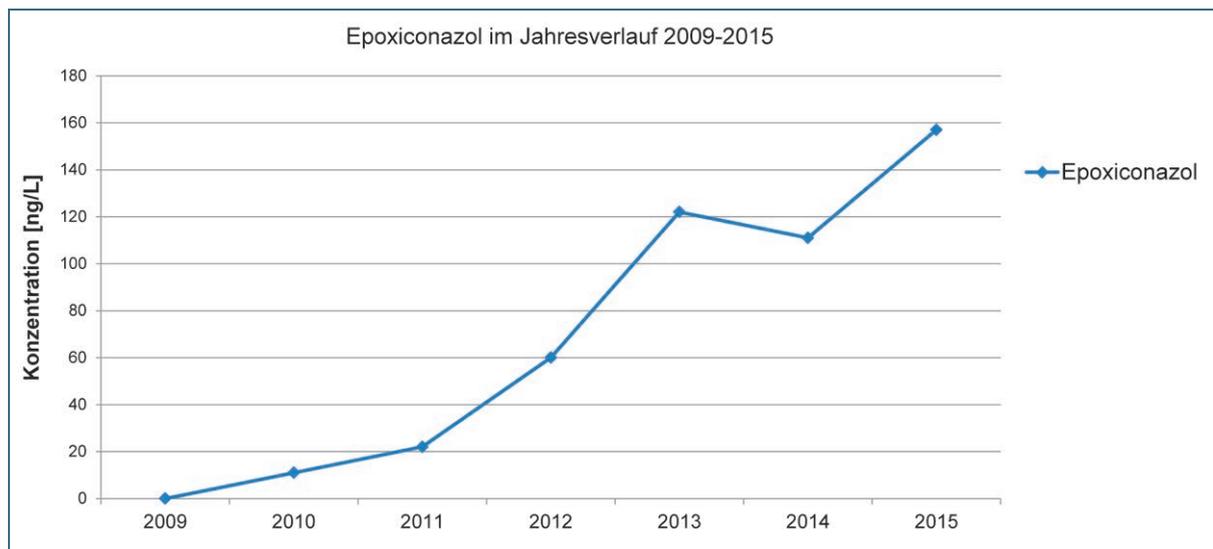


Abb. 43: Maximalbefunde von Epoxiconazol 2009-2015

Als weiterer Wirkstoff mit vergleichsweise hohem Dampfdruck ist beispielsweise auch Clomazone bekannt. Dieser Wirkstoff wurde seit 1987 als Herbizid hauptsächlich bei Winterraps angewendet. Clomazone neigt aufgrund des überdurchschnittlich hohen Dampfdrucks (19,2 mPa) zur Verflüchtigung bei der Anwendung. Seit 2012 liegen für Clomazone-haltige PSM umfangreiche Anwendungsbestimmungen vor, die letztlich in Bayern zu einem starken Rückgang des Einsatzes geführt haben. Die Inlandsabsatzmenge von Clomazone in Deutschland lag 2016 in der vergleichsweise niedrigen Mengenkategorie 10–25 t. Derzeit werden in Bayern im Rahmen der landwirtschaftlichen Beratung keine Clomazone-Herbizide im Rapsanbau für den Standardeinsatz mehr empfohlen (LfL, 2017). Als Alternative kommen derzeit vorwiegend Metazachlor-Präparate zum Einsatz.

Bei alleiniger Berücksichtigung des Dampfdrucks und der Inlandsabsatzmengen sollten einige weitere Wirkstoffe in den Nassdepositionsmessungen ähnlich auffällig wie Prosulfocarb und Pendimethalin sein. In Tab. 13 sind einige Wirkstoffe aufgeführt, deren Dampfdrücke größer als die von Prosulfocarb (0,79 mPa bei 25°C) sind und die in Deutschland 2016 in Mengen über 100 t abgesetzt wurden. Aktuelle Daten des bayerischen LfU von 2016 zeigen, dass die Wirkstoffe mit den häufigsten Nachweisen und höchsten Konzentrationen (willkürliche Kriterien: mindestens in 20 von 61 untersuchten Proben nachgewiesen und maximale Konzentrationen über 100 ng/l) sich tatsächlich zum Teil unter den in Tab. 13 (kursiv) gelisteten Stoffen befinden. Weitere Stoffe, die ebenfalls die vorgenannten Kriterien erfüllen, sind Tebuconazol, Terbutylazin, Desethylterbutylazin, Dimethomorph und Carbendazim. Deren Dampfdrücke sind jedoch erheblich geringer als die von Prosulfocarb.

Insgesamt ist festzustellen, dass die vorliegenden PSM-Untersuchungen zur Nassdeposition von PSM Hinweise geben können, welche Stoffe außerhalb der zu behandelten Flächen durch Abdrift und/oder Verflüchtigung transportiert werden.

Wirkstoff	Dampfdruck [mPa] bei 25°C	Inlandsabsatzklasse für 2016 [t]
<i>Prosulfocarb</i>	0,79	1000–2500
<i>Dimethenamid-P</i>	2,51	250–1000
Fenpropimorph	3,9	250–1000
<i>Pendimethalin</i>	3,34	250–1000
<i>S-Metolachlor</i>	3,7	250–1000
Spiroxamine	3,5	250–1000
Ethephon	1	100–250
<i>Fenpropidin</i>	17	100–250
Fluazinam	7,5	100–250
<i>Propamocarb bzw. P.-Hydrochlorid</i>	730 0,87	100–250
Trinexapac	2,16	100–250
Clomazone	19,2	10–25
Atrazin	0,039	-
Glyphosat	0,013	2500–10000
<i>Terbuthylazin</i>	0,12	250–1000
<i>Desethyl-Terbuthylazin</i>	0,35	Metabolit
Isoproturon	0,0055	250–1000
Epoxiconazol	0,01	250–1000
Bentazon	0,17	100–250

Tab. 13:

Wirkstoffe mit einem Dampfdruck größer als der von Prosulfocarb (0,79 mPa) und mit Inlandsabsatzmengen ab 100 t für 2016.

Zum Vergleich mit aufgeführt: Clomazone mit überdurchschnittlich hohem Dampfdruck und einige weitere, ausgewählte PSM

Kursiv: PSM mit vergleichsweise häufigen Nachweisen in den Nassdepositionsuntersuchungen des LfU.

Quelle: BVL (für Inlandsabsatzmengen) und Pesticide Properties Data Base (PPDB) (für Dampfdrücke)

6 Wasserversorgung

(LfU mit Beiträgen des LGL)

Bereits die ersten Untersuchungen auf Rückstände von Pflanzenschutzmitteln im Grundwasser in Bayern fanden an Wasserfassungen der öffentlichen Wasserversorgung statt. Hierzu wurden im Jahr 1984 insgesamt 20 Brunnen ausgewählt und beprobt. Um einen Überblick über die Belastung des zu Trinkwasserzwecken genutzten Grundwassers zu erlangen, wurden im Jahr 1987 die Untersuchungen auf die 50 größten öffentlichen Wasserversorgungen Bayerns ausgedehnt. Aufgrund ihrer besonderen Gefährdung hinsichtlich Stoffeinträge wurden zusätzlich ausgewählte Wasserfassungen in Karstgebieten untersucht.

Anlass für diese ersten Untersuchungen war die Richtlinie 80/778/EWG „über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch“ (Trinkwasserrichtlinie) vom 15.07.1980, in der erstmals auch Grenzwerte für Pflanzenschutzmittel, nämlich 0,1 µg/l je Einzelsubstanz und 0,5 µg/l für die Summe festgelegt wurden. Die Vorgaben der Trinkwasserrichtlinie wurden mit der Trinkwasserverordnung vom 22.05.1986 umgesetzt. Die darin vorgeschriebenen PSM-Grenzwerte für das Trinkwasser mussten demnach ab dem 01.10.1989 eingehalten werden. Infolgedessen erging im Jahr 1989 ein Auftrag des damals zuständigen Bayerischen Staatsministeriums des Innern an die Gesundheitsämter, mittels Formblättern PSM-Daten der öffentlichen Trinkwasserversorgungsanlagen in Bayern zu erheben. Die erste Erhebung erfolgte zum Stand 01.01.1990. Das damalige Bayerische Landesamt für Wasserwirtschaft (LfW) wurde beauftragt, diese Erhebungen auszuwerten und die Ergebnisse darzustellen. Ab dem Jahr 2000 wurden die Ergebnisse in Form eines jährlichen Berichts (PSM-Bericht Bayern) im Internet veröffentlicht. Der in dieser Form zuletzt erschienene Bericht stammt aus dem Jahr 2005.

Die Verordnung zur Eigenüberwachung von Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen (Eigenüberwachungsverordnung – EÜV) vom 20.09.1995 (EÜV, 1995) verpflichtet die Wasserversorgungsunternehmen quantitative und qualitative Daten des zu Trinkwasserzwecken geförderten Grundwassers (Rohwasser) an Wasserfassungen bzw. Messstellen zu erheben und anschließend jährlich an die lokal zuständigen Wasserwirtschaftsämter zu übermitteln. Die EÜV gilt im Trinkwasserbereich nur für Wasserversorgungsanlagen mit einer wasserrechtlich gestatteten Entnahmemenge von mehr als 5.000 m³ pro Jahr. Zur Erfüllung der Vorgaben der EÜV ist das Rohwasser „stichprobenweise, etwa in Abständen von fünf Jahren (...)“ auch auf PSM-Wirkstoffe und relevante Metaboliten zu untersuchen. Die gemäß EÜV erhobenen PSM-Daten werden ab dem Berichtsjahr 2005 vom Bayerischen Landesamt für Umwelt in dem ständig fortgeschriebenen Bericht „Grundwasser für die öffentliche Wasserversorgung: Nitrat und Pflanzenschutzmittel“ zusammengefasst. Bisher wurden in dieser Form drei Berichte (Berichtsjahre 2005 bis 2007, 2008 bis 2012 und 2013 bis 2015) erstellt und veröffentlicht:

www.lfu.bayern.de/wasser/grundwasserbeschaffenheit/nitrat_psm.

6.1 Ergebnisse Rohwasseruntersuchungen

Die ersten Untersuchungen an Fassungen der öffentlichen Wasserversorgung Mitte bis Ende der 1980er Jahre ergaben erste Hinweise auf eine relativ weit verbreitete Belastung des Grundwassers mit Atrazin und dessen Hauptabbauprodukt Desethylatrazin. Sonstige PSM-Wirkstoffe bzw. Metaboliten wurden im Rahmen dieser Analysen nur vereinzelt nachgewiesen, wobei zu berücksichtigen ist, dass die damaligen Analysemöglichkeiten, vor allem hinsichtlich des Parameterspektrums, nicht mit denen von heute vergleichbar waren (siehe Kap. 3).

Durch die Gesundheitsämter wurden im Zeitraum von 1990 bis 2005 PSM-Daten von jährlich ca. 2.000 bis 3.000 Trinkwasserversorgungsanlagen (WVA) in Bayern erhoben und zur Auswertung an die Wasserwirtschaftsverwaltung weitergegeben. Abb. 44 zeigt die aus diesen Daten resultierende

Belastungssituation der Trinkwasserversorgungsanlagen mit einer Entnahme von mehr als 1000 m³ pro Jahr in Bayern in den Jahren von 1990 bis 2005. Demnach traten Anfang der 1990er Jahre noch an knapp 40 % der untersuchten Anlagen positive Nachweise für PSM-Wirkstoffe bzw. relevante Metaboliten auf. An gut 10 % der Anlagen wurde sogar der Wert von 0,1 µg/l überschritten. Mit Ausnahme zwischenzeitlicher kleinerer Schwankungen ist hinsichtlich der positiven PSM-Nachweise eine kontinuierliche Abnahme über die Jahre zu erkennen. Der zwischenzeitliche Anstieg ab dem Jahr 2002 ist auf Funde des Metaboliten 2,6-Dichlorbenzamid zurückzuführen, der bis zum Jahr 2005 noch als relevanter Metabolit eingestuft bzw. bewertet wurde. Im Jahr 2005 lag der Anteil der untersuchten Trinkwasserversorgungsanlagen mit positiven PSM-Befunden bei gut 25 %. An ca. 5 % der Anlagen wurde der Wert von 0,1 µg/l überschritten. Festgestellte erhöhte PSM-Konzentrationen sind größtenteils auf Atrazin und Desethylatrazin zurückzuführen. Weitere PSM-Wirkstoffe bzw. Metaboliten wurden nur vereinzelt nachgewiesen.

Bei der Interpretation der Ergebnisse dieser Erhebung ist zu beachten, dass bei der Auswahl der WVA einerseits vor allem solche Bereiche berücksichtigt wurden, in denen bereits früher PSM-Belastungen aufgetreten waren bzw. Belastungen nicht von vornherein ausgeschlossen werden konnten, andererseits aber auch infolge der Maßnahmen zur Vermeidung von Schadstoffeinträgen in den Trinkwasser-einzugsgebieten (insbesondere in den ausgewiesenen Trinkwasserschutzgebieten) Belastungen häufig niedriger sein dürften als bei Grundwassermessstellen, die keinen Bezug zur Trinkwasserversorgung haben. Darüber hinaus wurden bei einem Teil der WVA anstelle von Rohwasserwerten PSM-Konzentrationen im Rein- bzw. Mischwasser angegeben, wobei nicht erkenntlich war, ob dies die Belastungssituation des Rohwassers zutreffend wiedergibt.

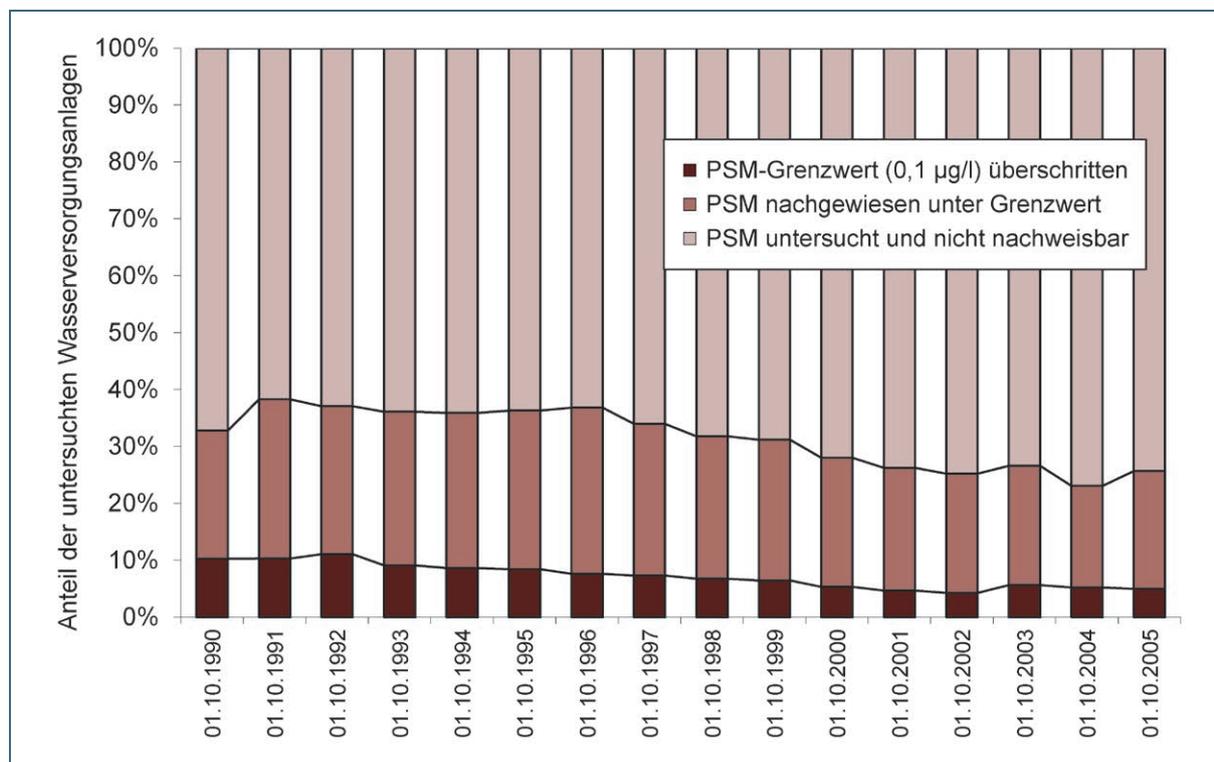


Abb. 44: Pflanzenschutzmittel in untersuchten öffentlichen Trinkwasserversorgungsanlagen in Bayern 1990 bis 2005 (Datenquelle: Erhebung der Gesundheitsverwaltung gemäß IMS vom 21.08.1990 Az. IE3-5279-41/76/89)

Ab dem Berichtsjahr 2005 wird die Belastung des zur öffentlichen Trinkwasserversorgung genutzten Grundwassers hinsichtlich PSM im Rahmen des Berichts „Grundwasser für die öffentliche Wasserversorgung: Nitrat und Pflanzenschutzmittel“ beschrieben. Etwa 2,5 % des in Bayern zu Zwecken der öffentlichen Wasserversorgung gewonnenen Grundwassers weist demnach im Zeitraum von 2011 bis 2015⁴ Konzentrationen für PSM-Wirkstoffe bzw. relevante Metaboliten oberhalb des gemäß Grundwasserverordnung geltenden Schwellenwertes von 0,1 µg/l auf. Mit Abstand die meisten Befunde sind dabei auf Atrazin und Desethylatrazin zurückzuführen. In 78 % des Rohwassers werden keine PSM nachgewiesen bzw. liegt der ermittelte Wert unterhalb der Bestimmungsgrenze. Die Entwicklung der Belastung des Rohwassers mit Pflanzenschutzmitteln über die Jahre zeigt keine eindeutige Tendenz (siehe Abb. 45). Hinsichtlich der Belastung des Rohwassers mit PSM-Wirkstoffen und relevanten Metaboliten in Bayern bestehen deutliche regionale Unterschiede (siehe Abb. 46). Die regionale Verteilung der PSM-Belastung im Grundwasser wird dabei hauptsächlich von den Faktoren Klima, Bodenbeschaffenheit und Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung bestimmt. Vor allem in Oberfranken, Niederbayern und der Oberpfalz weisen die Rohwässer vermehrt PSM-Konzentrationen über dem Schwellenwert von 0,1 µg/l auf. In Oberfranken und der Oberpfalz ist dies vor allem auf die dort befindlichen Karstgebiete zurückzuführen. In Niederbayern kann die erhöhte PSM-Belastung mit der intensiven Landwirtschaft, vor allem im Süden und Westen des Regierungsbezirks, in Verbindung gebracht werden. Die Rohwasseranteile ohne PSM-Nachweis liegen in Unter- und Mittelfranken auf ähnlichem Niveau wie bei den zuvor genannten Regierungsbezirken. Allerdings ist der Anteil an Konzentrationen oberhalb von 0,1 µg/l deutlich geringer. In Oberbayern und Schwaben, wo das geförderte Rohwasser insgesamt gesehen nur sehr gering mit PSM belastet ist, liegen die Rohwasseranteile ohne PSM-Nachweis bei 92 bzw. 89 % und sind damit deutlich höher als in den anderen fünf Regierungsbezirken. Dies kann unter anderem mit der dortigen Niederschlagssituation (Verdünnung) erklärt werden.

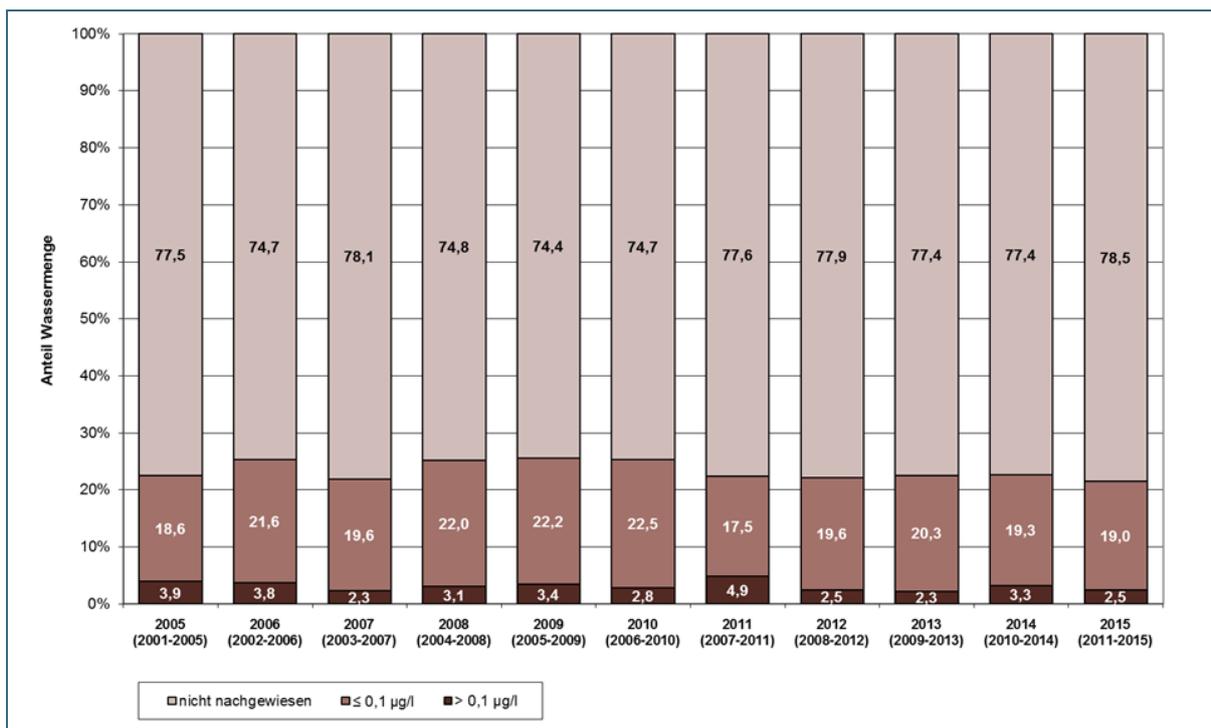


Abb. 45: Entwicklung der PSM-Belastungsklassen bei den Gewinnungsanlagen der öffentlichen Trinkwasserversorgung, bezogen auf die entnommene Wassermenge (2005–2015)

⁴ Aufgrund der in der EÜV nicht eindeutig festgelegten Untersuchungsintervalle werden je Betrachtungsjahr Messwerte aus einem Fünfjahreszeitraum berücksichtigt, also für das Jahr 2015 Werte aus dem Zeitraum 2011 bis 2015.

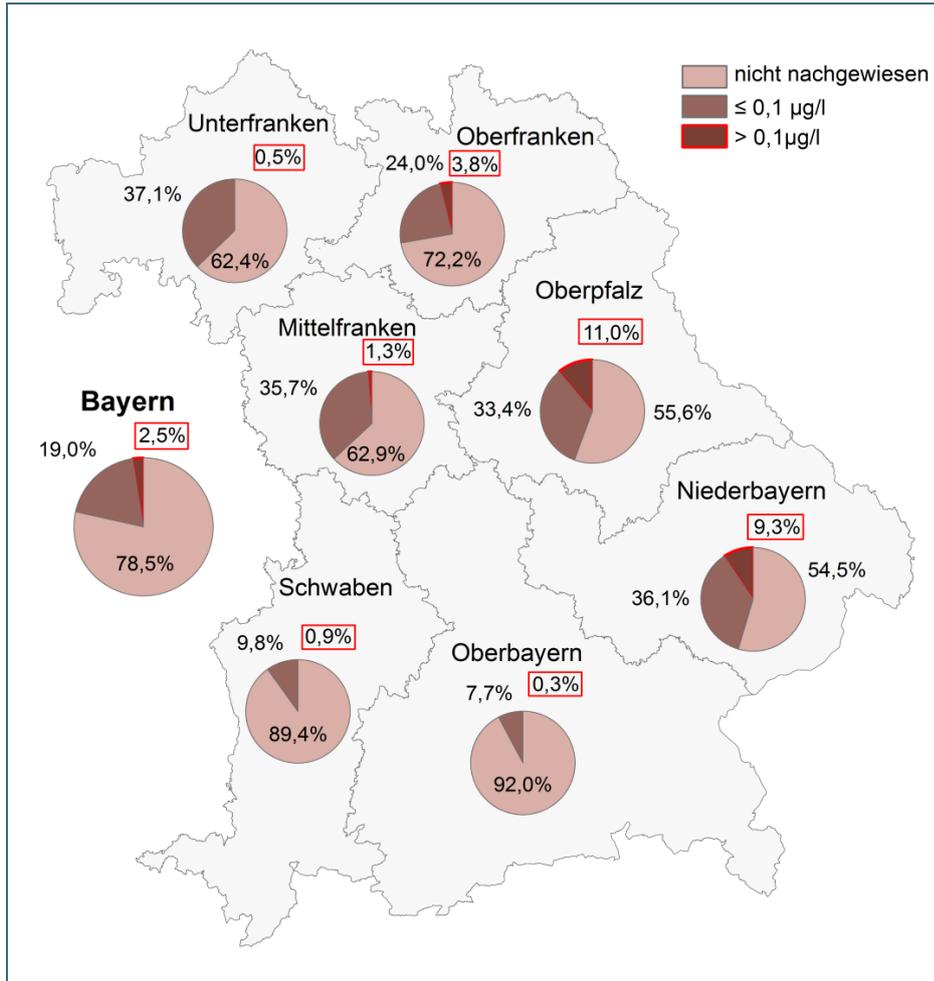


Abb. 46:
Regionale Verteilung
der PSM-Belastung
im Rohwasser der
öffentlichen Trinkwas-
serversorgung 2015
(2011–2015) – wasser-
mengenbezogene
Auswertung

Grundsätzlich ist darauf hinzuweisen, dass die PSM-Fundsituation neben verschiedenen anderen Einflussfaktoren auch von dem der Rohwasseranalyse zugrunde liegenden Parameterspektrum abhängt. Das heißt, dass in einer Rohwasserprobe nur solche PSM-Einzelsubstanzen nachgewiesen werden können, die auch untersucht werden. Trotz der Vorgaben aus der Eigenüberwachungsverordnung hinsichtlich des zu untersuchenden Parameterspektrums, die auf einen je nach PSM-Einsatz im Einzugsgebiet individuellen Parameterumfang für die Rohwasseranalyse abzielen, haben viele Wasserversorgungsunternehmen das Rohwasser in der Vergangenheit nur auf wenige und immer auf die gleichen PSM-Einzelsubstanzen untersucht. Zur Umsetzung der in der EÜV genannten Anforderungen hinsichtlich des zu untersuchenden Parameterumfangs wurde das sog. „PSM-Konzept“ erarbeitet, welches in Kapitel 6.2 näher erläutert wird.

Die in diesem Kapitel beschriebene Belastungssituation des Rohwassers der öffentlichen Trinkwasserversorgung zeigt, dass entsprechende Befunde von PSM-Wirkstoffen bzw. relevanten Metaboliten in einigen Regionen Bayerns zu Problemen bei der Trinkwasserversorgung führen. Bei Überschreitung des nach Trinkwasserverordnung geltenden Grenzwerts im Trinkwasser muss das Rohwasser einer Aufbereitung unterzogen oder mit weniger belastetem Wasser aus anderen Wasserfassungen gemischt werden. Eine entsprechende Wasseraufbereitung in Form einer PSM-Entfernung wird von etwa 40 bis 50 Wassergewinnungsanlagen in Bayern betrieben. Gemäß einer früheren Erhebung im Zeitraum von 2005 bis 2007 mischten zusätzlich ca. 50 Wassergewinnungsanlagen ihre Rohwässer, um den Grenzwert im Trinkwasser einzuhalten. Oftmals waren hierfür aber nicht allein erhöhte PSM-Gehalte verantwortlich. Darüber hinaus wurden im Zeitraum von 2000 bis 2012 ca. 60 Wasserfassungen der öffentlichen Trinkwasserversorgung infolge hoher PSM-Konzentrationen im Rohwasser still-

gelegt. In einigen Fällen waren hier aber nicht nur die erhöhten PSM-Werte, sondern weitere Gründe, wie beispielsweise eine mangelnde Quantität, fehlende Schützbarkeit, bauliche Mängel oder erhöhte Konzentrationen weiterer Parameter (Mikrobiologie, Nitrat), für die Stilllegung verantwortlich. Weitere Informationen zur Belastungssituation des Rohwassers der öffentlichen Trinkwasserversorgung hinsichtlich PSM: www.lfu.bayern.de/wasser/grundwasserbeschaffenheit/nitrat_psm.

6.2 PSM-Konzept: Gemeinsame Strategie zur Ermittlung und Bestimmung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) und deren Metaboliten im Grund- und Trinkwasser

Nach § 3 Abs. 1 in Verbindung mit Anhang 1, zweiter Teil der Eigenüberwachungsverordnung (EÜV) sowie nach § 6 Abs. 2 in Verbindung mit Anlage 2 der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) müssen die Betreiber von Wasserversorgungsanlagen das Roh- bzw. Trinkwasser auf das Vorkommen von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen sowie relevanten Metaboliten untersuchen. Dabei sind jeweils nur diejenigen Stoffe zu berücksichtigen, mit deren Vorkommen auch gerechnet werden muss bzw. deren Vorhandensein im betreffenden Wassereinzugsgebiet wahrscheinlich ist. Die vergangenen Jahre haben gezeigt, dass insbesondere bei kleinen Wasserversorgungsunternehmen (WVU) eine große Unsicherheit herrscht, auf welche Stoffe zu untersuchen ist.

Um hier Abhilfe zu schaffen, wurde im Auftrag des damaligen Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz von den Landesämtern für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) sowie Umwelt (LfU) in Zusammenarbeit mit der Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) das sogenannte „PSM-Konzept“ erstellt und Ende 2014 eingeführt. Ziel des PSM-Konzepts ist es, die Wasserversorgungsunternehmen bei der Festlegung eines für die jeweilige Wassergewinnungsanlage (WGA) spezifischen PSM-Untersuchungsprogramms zu unterstützen. Das Konzept ist als Hilfestellung für den Wasserversorger zu sehen, die Vorgaben der EÜV und TrinkwV vollständig umzusetzen. Ein weiteres Ziel des PSM-Konzepts besteht darin, durch die Festlegung spezifischer Messprogramme den Untersuchungsaufwand und damit auch anfallende Analysekosten zu reduzieren. Darüber hinaus soll das PSM-Konzept sicherstellen, dass störende, bisher unbekannte PSM-Belastungen in Zukunft zuverlässig erkannt werden.

Das Konzept für die Festlegung eines WGA-spezifischen PSM-Untersuchungsspektrums unterteilt sich in folgende aufeinander aufbauende Verfahrensschritte:

1. Durch die LfL wird eine Liste der in Bayern vorwiegend angebauten Kulturen und der dafür üblicherweise eingesetzten PSM-Wirkstoffe erstellt. Diese Liste wird von LGL und LfU mit weiteren Wirkstoffen und relevanten Metaboliten ergänzt, die aufgrund vorliegender Informationen im Grund- bzw. Trinkwasser eine Rolle spielen können.
2. Die in der Liste enthaltenen PSM-Wirkstoffe bzw. relevanten Metaboliten werden durch das LfU hinsichtlich ihrer potentiellen Grundwasserrelevanz und durch das LGL hinsichtlich ihrer trinkwasserhygienischen bzw. gesundheitlichen Bedeutung eingestuft.
3. Im nächsten Schritt wird durch LGL und LfU geprüft, ob für die in der Liste enthaltenen Stoffe geeignete analytische Bestimmungsmethoden im Privatlabor verfügbar sind. Ist für einen Wirkstoff kein geeignetes analytisches Nachweisverfahren vorhanden, so ist, ggf. im Rahmen eines Forschungsprojekts, eine entsprechende Analysemethode zu entwickeln.

Als Ergebnis der ersten 3 Schritte resultiert eine Liste von PSM-Wirkstoffen und relevanten Metaboliten, die für die Untersuchungen nach EÜV und TrinkwV in Frage kommen. Als untersuchungsrelevant werden dabei diejenigen PSM-Parameter aus Schritt 1 angesehen, für die eine potentielle

Grundwasserrelevanz, eine trinkwasserhygienische oder eine gesundheitliche Bedeutung festgestellt wurde. Darüber hinaus muss auch eine entsprechende Routineanalytik verfügbar sein. Ist dies für einen Stoff nicht der Fall, so wird eine Untersuchung des Stoffes durch das WVU nicht gefordert. Die Liste der untersuchungsrelevanten PSM-Parameter wird üblicherweise jährlich aktualisiert.

4. Zur Festlegung der WGA-spezifischen Messprogramme fordern die Wasserwirtschaftsämter (WWA) von den WVU Informationen über die im Wassereinzugsgebiet jeweils angebauten Kulturen an. Mittels dieser Angaben kann vom WWA auf Basis der oben beschriebenen Liste das WGA-spezifische Untersuchungsprogramm erstellt werden. Dieses Untersuchungsprogramm umfasst unabhängig vom Einsatz in den in Frage kommenden Kulturen auch solche Stoffe, die im Rahmen von behördlichen Untersuchungen bereits in erhöhten Konzentrationen nachgewiesen wurden. Nach Übermittlung des Untersuchungsprogramms an das zuständige Gesundheitsamt wirkt dieses darauf hin, dass das WVU die erforderliche Untersuchung nach TrinkwV durchführt. Darüber hinaus informiert das Gesundheitsamt das WVU darüber, dass das Messprogramm auch für die Untersuchung des Rohwassers nach EÜV gilt.
5. Im letzten Schritt werden die gemessenen Untersuchungsergebnisse von den WVU gemäß TrinkwV an die Gesundheitsämter und gemäß EÜV an die Wasserwirtschaftsämter übermittelt.

6.3 Überwachung nach TrinkwV: Zentrale Wasserversorgungen und Einzelwasserversorgung

(Beitrag des LGL)

Die Grenzwerte für Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte in Trinkwasser sind in der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) festgelegt (siehe Anlage 2 Teil I Nrn. 10 und 11 zu § 6 Abs. 2 TrinkwV). Die Bestimmung von Pflanzenschutzmitteln und Biozidprodukten ist als Bestandteil der „umfassende Untersuchung“ nach TrinkwV vom Gesetzgeber vorgeschrieben. In Anlage 4 Teil II zu § 14 Abs. 1 TrinkwV werden die Mindesthäufigkeiten der Untersuchungen für Trinkwasser, das aus dem Verteilernetz bereitgestellt wird, festgelegt. Die Anzahl der Analysen pro Jahr richtet sich nach der Menge des in einem Versorgungsgebiet abgegebenen Wassers in m³ pro Tag. Die Untersuchungen dürfen nur von Untersuchungsstellen durchgeführt werden, die den Anforderungen des § 15 Abs. 4 TrinkwV genügen. Die Analyseverfahren müssen den Anforderungen der TrinkwV bzgl. der dort spezifizierten Verfahrenskennwerte genügen (siehe Anlage 5 Teil II Nr. 27 zu § 15 Abs. 2 TrinkwV). Die Beprobung liegt in der Verantwortung der Wasserversorger. Diese beauftragen ein geeignetes Labor mit der Untersuchung und melden die Ergebnisse der Betreiberuntersuchungen an das zuständige Gesundheitsamt (GA). Diese Ergebnisse gehen ein in den jährlichen Trinkwasserbericht, der vom Umweltbundesamt alle drei Jahre zusammengefasst wird: www.umweltbundesamt.de/publikationen/bericht-des-bundesministeriums-fuer-gesundheit-des-2.

Trinkwasser mit Grenzwertüberschreitungen darf nur abgegeben werden, wenn durch die Belastung keine Gesundheitsgefährdung zu besorgen ist und das GA die Grenzwertüberschreitung formal duldet oder zulässt. Das Vorgehen bei und die Meldepflichten für Grenzwertabweichungen im Trinkwasser wurde durch die erste Novelle im November 2011 und die zweite Novelle im Dezember 2012 geändert, was Einfluss auf die dem LGL vorliegenden Daten hatte. Aktuell unterscheidet § 3 der TrinkwV verschiedene Anlagenarten wie zentrale Wasserwerke, dezentrale kleine Wasserwerke, Kleinanlagen zur Eigenversorgung sowie Trinkwasserinstallationen. § 9 enthält Maßnahmen im Falle der Nichteinhaltung von Grenzwerten, der Nichterfüllung von Anforderungen sowie der Überschreitung von techni-

schen Maßnahmenwerten. Die Zulassung der Abweichung von Grenzwerten für chemische Parameter regelt § 10 TrinkwV.

In Bayern war bisher bei den PSM-Nachweisen keine Gesundheitsgefährdung zu besorgen. Daher sind keine Sofortmaßnahmen wie z. B. die Unterbrechung der Versorgung oder Warnung über Funk und Fernsehen erforderlich gewesen, so dass nach § 9 (4) neben der Ursachenaufklärung, nur Abhilfemaßnahmen zur Wiederherstellung der Trinkwasserqualität durch das GA angeordnet wurden. Werden die vom GA angeordneten Abhilfemaßnahmen innerhalb von 30 Tagen erfolgreich abgeschlossen, erfolgt keine Meldung an das LGL. Bei Kleinanlagen zur Eigenversorgung nach § 3 Nr. 2c der TrinkwV kann das GA bei chemischen Parametern von der Anordnung von Abhilfemaßnahmen absehen. In diesem Fall erfolgt eine Meldung an das LGL, das dieser Duldung zustimmen muss. Falls das GA für Kleinanlagen eine Duldung unter Anordnung von Abhilfemaßnahmen ausspricht, muss dies nicht ans LGL gemeldet werden.

Bei Anlagen nach § 3 Nr. 2a und 2b kann, wenn eine Gesundheitsschädigung nicht zu befürchten ist, bei Überschreitung der chemischen Grenzwerte eine befristete Zulassung einer Grenzwertabweichung ausgesprochen werden. Die erste Zulassung für eine Dauer von 30 Tagen bis maximal drei Jahren erteilt zunächst das zuständige Gesundheitsamt ohne Meldung an das LGL. Nur bei Wasserversorgungsanlagen mit mehr als 5.000 versorgten Einwohnern erfolgt bei der ersten Zulassung eine Meldung an LGL, Bund und EU. Bei der zweiten Zulassung ist nach Prüfung der Abhilfemaßnahmen durch das GA für maximal drei Jahre die Zustimmung durch das LGL und eine Meldung an Bund und EU nötig. Eine dritte Zulassung einer Abweichung vom Grenzwert für weitere maximal drei Jahre ist nach Prüfung durch das GA nur unter außergewöhnlichen Umständen durch die Europäische Kommission möglich. Eine dritte Zulassung hat es bisher nicht gegeben.

Derzeit gibt es keine laufende meldepflichtige Zulassung einer Grenzwertüberschreitung für PSMBP und keine zustimmungspflichtige Duldung ohne Abhilfemaßnahmen. Zulassungen für Grenzwertüberschreitungen wurden seit 2001 erteilt für die Parameter Atrazin, Desethylatrazin, Bentazon, Ethidimuron, PSM-Summe und 2,6-Dichlorbenzamid. Duldungen für Desethylatrazin in Kleinanlagen sind nicht zustimmungspflichtig, da das Anwendungsverbot als Abhilfemaßnahme gilt. Für nicht relevante Metaboliten gilt der PSM-Grenzwert nicht und somit gibt es über den Meldeweg der Duldungen/Zulassungen von Grenzwertabweichungen keine Daten für diese Stoffe.

Der zweite Meldeweg von Grenzwertabweichungen läuft über den jährlich von den Gesundheitsämtern abzugebenden Trinkwasserbericht. Im Berichtsjahr 2015 gab es bei Anlagen > 5000 versorgte Einwohner für den Parameter Desethylatrazin eine und im Jahr 2016 keine Abweichung vom Grenzwert. Für Anlagen ab 10 m³/d bis 1000 m³/d gab es 2015 vier Anlagen mit Überschreitung bei Desethylatrazin und eine mit Bentazon. 2016 wurden noch drei Anlagen mit Desethylatrazin gemeldet. Kleinanlagen < 10 m³/d werden im Trinkwasserbericht nicht berücksichtigt. Nicht relevante Metaboliten werden mit Ausnahme von AMPA (versehentliche Aufnahme) im Bericht ebenfalls nicht erfasst.

Die Novellen der TrinkwV haben durch die Entfristung bei Kleinanlagen die Möglichkeit eröffnet, über Maßnahmen der Landwirtschaft eine nachhaltige Behebung der Ursache anzustreben. Die Einbindung der Fachbehörden (Wasserwirtschaftsämter und Landwirtschaftsämter) sollte in Zukunft intensiviert werden und auch bei Kleinanlagen in angemessener Form erfolgen.

Darüber hinaus werden bei speziellen Fragestellungen oder besonderen Auffälligkeiten von der Gesundheitsverwaltung Trinkwasserproben nach Bedarf gezogen und am Bayerischen Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) auf PSM untersucht. Die Anzahl dieser Proben schwankt relativ stark. Diese Proben ersetzen nicht die durch die TrinkwV vorgegebenen Betreiberuntersuchungen.

6.4 Ergebnisse Trinkwasseruntersuchungen

(Beitrag des LGL)

Üblicherweise werden Trinkwasseruntersuchungen am LGL risikoorientiert im Auftrag der Gesundheitsämter durchgeführt. Dies führt dazu, dass im Jahresverlauf innerhalb einiger Landkreise eine größere Anzahl an Proben gezogen wird, während andere Gesundheitsämter keine oder nur wenige Proben zur Untersuchung vorlegen. Dieser Umstand ist bei der jährlichen Auswertung und Interpretation von Ergebnissen zu berücksichtigen, denn in diesem Fall sind die erhaltenen Daten nicht repräsentativ für die Trinkwasserversorgung in ganz Bayern.

Seit Beginn des PSM-Monitorings wurden neben den größten Wasserversorgungsunternehmen, die den Hauptanteil des Trinkwasserbedarfs decken, auch kleinere, kommunale Wasserzweckverbände und zahlreiche Einzelwasserversorgungen (EWV) überprüft. Die Anzahl der von der Gesundheitsverwaltung eingesandten Proben schwankte zwischen rund 50 bis zu einigen hundert im Jahr, wobei mit den Jahren ein deutlich abnehmender Trend festzustellen war. Dabei stammte jeweils ein Teil der Proben von in den Vorjahren auffälligen Probenahmestellen. Auffällig war, dass die Einzelwasserversorgungen häufiger und stärker belastet waren als die öffentlichen Versorgungsanlagen. Während bei den zentralen Wasserversorgungsanlagen Grenzwertüberschreitungen fast ausschließlich bei den Stoffen Desethylatrazin und Atrazin sowie ab ca. 2006 GOW-Überschreitungen bei einzelnen nicht relevanten Metaboliten auftraten, waren bei Einzelwasserversorgungsanlagen häufiger Grenzwertüberschreitungen auch von anderen PSM zu beobachten. Zudem ist festzustellen, dass Funde $> 0,1 \mu\text{g/l}$ und sogar $> 1 \mu\text{g/l}$ von nicht relevanten Metaboliten aktuell zugelassener Wirkstoffe sowohl bei EWV als auch bei zentralen Wasserversorgern (ZWV) nicht selten auftraten. Bei EWV waren grundsätzlich vielfältigere Wasserbelastungen mit einem größeren PSM-Spektrum sowie höheren Konzentrationen zu erkennen. Ursachen für die stärkere Belastung der Privatbrunnen könnten darin zu suchen sein, dass dies zum einen häufig relativ flache Brunnen ohne Schutzgebiet sind, die das Wasser aus nur wenigen Metern Tiefe entnehmen. Zum anderen werden bei EWV seltener spezifische Aufbereitungen des Wassers durchgeführt, so dass vermehrt Rückstände an PSM zu erwarten sind.

6.4.1 Sonderuntersuchung LGL: Pflanzenschutzmittel-Rückstände und relevante Metaboliten

Bislang waren umfassende Aussagen über die aktuelle Trinkwasserbelastung mit Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen und ihren Metaboliten in ganz Bayern nicht möglich. Da kein einheitliches Mindeststoffspektrum für die Trinkwasseruntersuchungen nach TrinkwV vorgeschrieben ist, wäre ein Vergleich der vorhandenen Daten z. B. von Betreiberuntersuchungen nur eingeschränkt sinnvoll. Aus diesem Grund wurde von 2011 bis 2014 ein bayernweites Untersuchungsprogramm mit folgenden Zielen durchgeführt:

- Der Belastungsgrad von Pflanzenschutzmittel-Rückständen und deren Metaboliten in Trinkwasser aus zentralen Wasserversorgungen wird auf einer sehr breiten Basis erfasst, indem das Trinkwasser von mindestens 70 % der bayerischen Bevölkerung untersucht wird. Die Auswahl der zentralen Wasserversorgungen orientiert sich an der Personenzahl, die von dieser zentralen Wasserversorgung das Trinkwasser erhält.
- Die im Rahmen des Projekts ermittelten Daten fließen in das bayerische PSM-Konzept ein, mit dessen Hilfe die Wasserversorgungsunternehmen ein spezifisches Untersuchungsspektrum auf Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe erhalten.
- Die Gesamtsituation der von den zuständigen Bundesbehörden als „nicht relevant“ eingestuft „neuen“ Metaboliten von Pflanzenschutzmitteln wird dargestellt. Zu dieser Fragestellung liegen derzeit noch keine aussagekräftigen Daten vor.

Das LGL berücksichtigte in diesem Programm nur zentrale Wasserversorgungen, um am Ende eine Aussage für einen möglichst großen Teil der bayerischen Bevölkerung zu treffen. Einzelwasserversorgungen und kleinere zentrale Wasserversorgungen wurden damit nicht in dieses Programm aufgenommen. Es wurden jeweils die größten zentralen Wasserversorger im Einzugsgebiet der Gesundheitsämter beprobt.

Für die Untersuchung wurden die Trinkwasserproben zentral bevorzugt aus dem Ortsnetz entnommen. Das LGL untersuchte damit Trinkwasser, wie es der Verbraucher erhält (d. h. Reinwasser, kein Rohwasser).

Die Trinkwasserproben wurden auf zahlreiche PSM analysiert. Das Untersuchungsprogramm bestand aus ca. 100 Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen aus dem Standardprogramm des LGL sowie zusätzlich aus einer Vielzahl an sogenannten „neuen Metaboliten“. Diese Metaboliten sind nach Empfehlungen des Umweltbundesamts (UBA) alle als „nicht relevant“ eingestuft⁵ und fallen nicht unter die Beurteilung nach der TrinkwV (2001). Die so ausgewählten Substanzen wurden mit der intern validierten Methode gemäß L00.00-136 der „Amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB, Bestimmung von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen und Metaboliten in Wasser mittels HPLC und Tandem-Massenspektrometrie“ analysiert⁶.

Im Zeitraum von Juli 2011 bis April 2014 hat das LGL insgesamt 576 Trinkwasserproben untersucht. Alle bayerischen Gesundheitsämter haben bei der Probeneinsendung mitgewirkt, so dass Aussagen zum gesamten Landesgebiet getroffen werden können.

⁵ Trinkwasserhygienische Bewertung stoffrechtlich „nicht relevanter“ Metaboliten von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln im Trinkwasser, Empfehlung des Umweltbundesamtes, Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz, Vol. 51, Nr. 7, S. 797-801 (2008).

⁶ Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB, Untersuchung von Lebensmitteln: Bestimmung von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen und Metaboliten in Wasser mittels HPLC und Tandem-Massenspektrometrie, L 00.00-136, Beuth-Verlag, Berlin (2011).

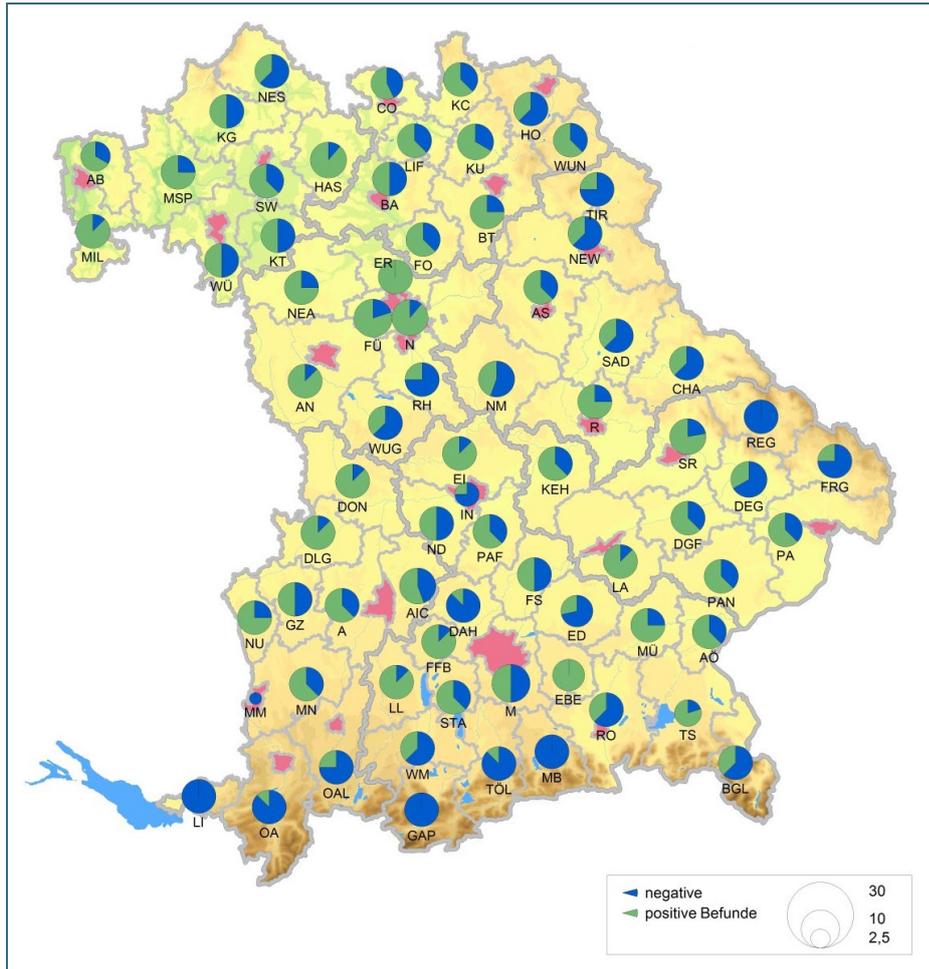


Abb. 47:
Überblick über Befunde
an PSM-Wirkstoffen
bzw. „relevanten“ Me-
taboliten in den bayeri-
schen Städten und
Landkreisen

Abb. 47 zeigt, dass in fast allen Landkreisen Rückstände von Pflanzenschutzmitteln sowie relevante Metaboliten von Pflanzenschutzmitteln nachgewiesen wurden. Lediglich in vier Einzugsgebieten im Alpenraum mit den Landkreisen Lindau, Garmisch-Partenkirchen und Miesbach sowie im Landkreis Regen traten keine solchen Rückstände auf (vollständig blauer Kreis in Abb. 47).

Jedoch gibt dieser Überblick noch keine Auskunft über die nachgewiesenen Stoffe und deren Konzentrationen. In Tab. 14 sind alle Stoffe gelistet, die mindestens einmal auftraten. Neben einigen Einzelbefunden spielten vor allem die Stoffe Atrazin und Desethylatrazin, Desethylsimazin, Desethylterbutylazin sowie Bentazon eine Rolle. Während bei Desethylsimazin und Desethylterbutylazin die Gehalte bei maximal 0,02 µg/l lagen, wurden bei Desethylatrazin, Atrazin und Bentazon häufig höhere Konzentrationen gemessen. Zu beanstanden waren allerdings nur drei Proben (0,3 %), jeweils auf Grund eines erhöhten Gehaltes an Desethylatrazin, dem Abbauprodukt („relevanter“ Metabolit) von Atrazin. Da die Trinkwasserproben jeweils von den größten zentralen Wasserversorgern der Kreise und Städte in Bayern stammten und bei diesen eine entsprechende Eigenkontrolle sowie gegebenenfalls eine Trinkwasseraufbereitung vorhanden ist, überrascht es nicht, dass kaum beanstandungswürdige Gehalte an Pflanzenschutzmittelrückständen auftraten.

Tab. 14: Befunde an PSM-Rückständen und relevanten Metaboliten in Trinkwasserproben (n = 576)

Stoff	positive Proben		Anzahl der Befunde			Maximalwert [µg/l]
	Anzahl	Anteil	< 0,01 µg/l	0,01 bis ≤ 0,10 µg/l	> 0,10 µg/l	
Desethylatrazin	295	51 %	52	240	3	0,17
Atrazin	226	39 %	89	137	0	0,08
Bentazon	92	16 %	52	40	0	0,06
Desethylsimazin	23	4 %	12	11	0	0,02
Desethylterbuthylazin	20	3 %	9	11	0	0,02
Ethidimuron	13	2 %	11	2	0	0,06
Propazin	3	1 %	2	1	0	0,01
Simazin	1	0 %	0	1	0	0,02
2,4-D	1	0 %	1	0	0	< 0,01
Metazachlor	1	0 %	1	0	0	< 0,01
Terbuthylazin	1	0 %	1	0	0	< 0,01

6.4.2 Sonderuntersuchung LGL: Nicht relevante Metaboliten

Nach dem Bekanntwerden der nicht relevanten Metaboliten und erster Grundwasserbefunde im Dezember 2006 startete das LGL ein bayernweites Sonderuntersuchungsprogramm, bei dem die Stoffe Desphenylchloridazon (Chloridazon-Metabolit B), Methyl-desphenylchloridazon (Chloridazon-Metabolit B-1) sowie Dimethylsulfamid in bayerischem Trinkwasser nachgewiesen wurden. In den nachfolgenden Jahren wurden durch Lysimeterversuche und Modellrechnungen ständig weitere „nicht relevante“ Metaboliten bekannt. Das LGL untersuchte die Trinkwasserproben aus dem Sonderuntersuchungsprogramm auf 50 nicht relevante Metaboliten.

Handelt es sich bei einer nachgewiesenen Substanz um einen stoffrechtlich „nicht relevanten“ Metaboliten (nrM), so fällt diese Verbindung nicht unter die Grenzwertregelung der TrinkwV. Für die Bewertung dieser Stoffgruppe liegt an Stelle von rechtsverbindlichen Grenzwerten eine Empfehlung des Umweltbundesamtes⁷ vom 04. April 2008 und eine Liste des Umweltbundesamtes in Kooperation mit dem BfR⁸ mit gesundheitlichen Orientierungswerten (GOW) vor. Der vom UBA in Zusammenarbeit mit dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) für den jeweiligen nrM festgelegten GOW (GOWa bzw. GOWb) bildet die Bewertungsgrundlage für die im Trinkwasser festgestellten Konzentrationen an nrM.

Liegt die für den jeweiligen nrM festgestellte Trinkwasserkonzentration unter dem für den jeweiligen Stoff festgelegten GOWa (1 µg/l) bzw. GOWb (3 µg/l), kann eine gesundheitliche Gefährdung dauerhaft ausgeschlossen werden.

⁷ Trinkwasserhygienische Bewertung stoffrechtlich „nicht relevanter“ Metaboliten von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln im Trinkwasser, Empfehlung des Umweltbundesamtes, Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz, Vol. 51, Nr. 7, S. 797-801 (2008).

⁸ Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) für nicht relevante Metaboliten (nrM) von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln (PSM), Stand 28.05.2015, http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/tabelle_gow_nrm2.pdf

Liegt eine statistisch gesicherte Überschreitung des für den jeweiligen nrM heranzuziehenden GOWa bzw. GOWb vor, kann zeitlich befristet (bis zur Dauer von 10 Jahren) eine Konzentration von bis zu 10 µg/l im Trinkwasser ohne gesundheitliche Bedenken toleriert werden. Die Konzentration von 10 µg/l stellt den Vorsorgemaßnahmewert (VMW) des UBA für nrM dar. Bleibt der VMW von 10 µg/l unterschritten, kann eine gesundheitliche Gefährdung der Verbraucher ausgeschlossen werden; der VMW des UBA gilt allerdings nur vorübergehend (zeitlich befristet).

Für Stoffe, für die noch kein gesundheitlicher Orientierungswert festgelegt wurde, wird im Bedarfsfall ein Trinkwasser-Leitwert von Toxikologen abgeleitet. Überschreitet die im Trinkwasser festgestellte nrM-Konzentration den VMW von 10 µg/l, wird für den konkreten Fall im LGL eine Risikobewertung durchgeführt. Abhängig von deren Ergebnis werden entsprechende Maßnahmen zum Risikomanagement veranlasst.

Der Überblick in Abb. 48 zeigt schon visuell, dass in fast zwei Drittel (63 %) der untersuchten Trinkwasserproben nicht relevante Metaboliten vorhanden waren. Insbesondere im fränkischen Raum gab es viele positive Befunde. Frei davon waren wieder die Landkreise Regen in der Oberpfalz und Miesbach sowie Garmisch-Partenkirchen in Oberbayern.

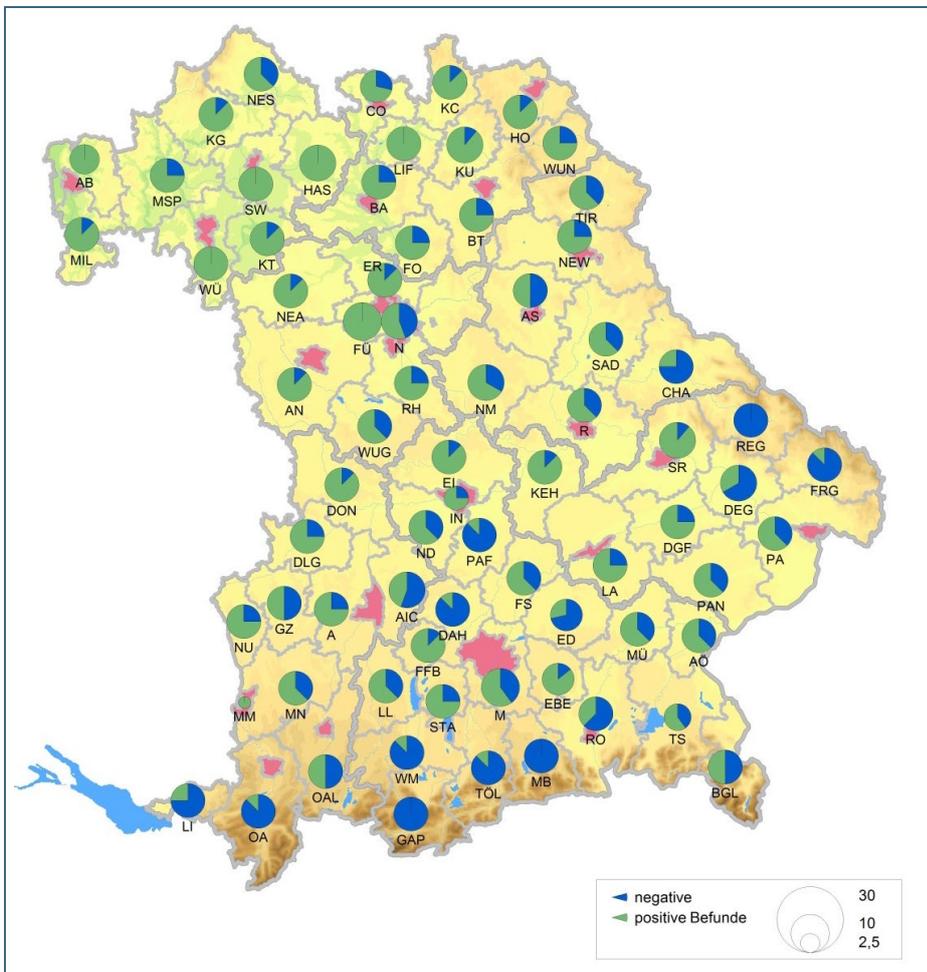


Abb. 48: Überblick über Befunde an „nicht relevanten“ Metaboliten in den bayerischen Städten und Landkreisen

Eine detaillierte Aufschlüsselung liefert Tab. 15. Bei den am häufigsten nachgewiesenen nicht relevanten Metaboliten handelt es sich um Chloridazon B und B1, Metazachlor BH479-8 und BH479-4, 2,6-Dichlorbenzamid, Dimethylsulfamid sowie Chlorthalonil R417888. Dabei wurden vor allem Chloridazon B und B1, Metazachlor BH479-8 und Dimethylsulfamid in höheren Konzentrationen ermittelt. Die weiteren aufgeführten Stoffe traten nur vereinzelt und überwiegend in Konzentrationen unter

0,10 µg/l auf. Aufgrund ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften sind nicht relevante Metaboliten im Gegensatz zu anderen Pflanzenschutzmittelrückständen nicht mit den in der Wasserwirtschaft gängigen Aufbereitungsarten wie beispielsweise Aktivkohlefilter komplett aus dem Wasser zu entfernen. In der Folge sind sie dann noch vorhanden, aber ihre Ausgangssubstanzen in der Regel nicht mehr im Trinkwasser nachweisbar. Lediglich in fünf Fällen (0,5 %) wurde der gesundheitliche Orientierungswert für nicht relevante Metaboliten geringfügig überschritten. Auffällige Befunde traten nur sehr vereinzelt und punktuell auf.

Tab. 15: Befunde an nicht relevanten Metaboliten in Trinkwasserproben (n = 576)

Stoff	Positive Proben		Anzahl der Befunde				Maximalwert	Gehalte > GOW	GOW
	Anzahl	Anteil	< BG	< 0,10 µg/l	0,10–1,0 µg/l	> 1,0 µg/l	[µg/l]	Anzahl	[µg/l]
Chloridazon B	279	48 %	21	86	148	24	3,86	3	3
Chloridazon B1	197	34 %	27	112	54	4	2,03	0	3
Metazachlor BH 479-8	173	30 %	37	81	54	1	1,05	0	3
Dimethylsulfamid	91	16 %	56	15	18	2	1,57	2	1
2,6-Dichlorbenzamid	87	15 %	36	46	5	0	0,17	0	3
Metazachlor BH 479-4	84	15 %	36	39	9	0	0,30	0	1
Chlorthalonil R417888	64	11 %	34	30	0	0	0,05	0	3
Dimethachlor CGA354742	50	9 %	35	11	4	0	0,68	0	3
Terbutylazin SYN545666	35	6 %	20	10	5	0	0,32	-	-*
Terbutylazin GS16984	12	2 %	9	2	1	0	0,12	-	-*
Metazachlor BH 479-12	5	1 %	2	3	0	0	0,03	0	1
Metolachlor CGA357704	4	1 %	1	3	0	0	0,06	0	1
Metolachlor CGA368208	1	0 %	0	1	0	0	0,06	0	1

* Für diese Stoffe sind derzeit noch keine GOW festgelegt, die bislang nachgewiesenen Gehalte sind nach der dem LGL vorliegenden Datenlage als toxikologisch unbedenklich anzusehen.

6.4.3 Zusammenfassung der Sonderuntersuchungen des LGL

Die insgesamt nachgewiesenen Stoffe des Untersuchungsspektrums ergeben eine sehr überschaubare Liste an Positivbefunden. Lediglich 25 von insgesamt 147 (17 %) der im Spektrum enthaltenen Stoffe wurden mindestens einmal nachgewiesen. Dies betraf 11 von 97 untersuchten Pflanzenschutzmitteln und ihrer relevanten Metaboliten, sowie 13 von 50 nicht relevanten Metaboliten.

Im Hinblick auf die verfolgten **Ziele des Untersuchungsprogramms** ist Folgendes festzuhalten:

- Der Belastungsgrad mit Pflanzenschutzmittel-Rückständen und ihren Metaboliten in Trinkwasser aus zentralen Wasserversorgungen in Bayern wurde erfasst und ermöglicht diesbezüglich Aussagen über die **Trinkwasserqualität von über 80 % der bayerischen Bevölkerung**. Da überall das gleiche Untersuchungsspektrum beleuchtet wurde, können echte Vergleiche zwischen den einzelnen Wasserversorgungen gezogen werden. Gleichzeitig wurde ein sehr breites Spektrum an Stoffen untersucht, so dass eine bislang einzigartige Datenlage erhoben wurde. Grundsätzlich lässt sich zusammenfassen, dass das bayerische Trinkwasser in der Regel rückstandsarm ist und mit wenigen Ausnahmen den Anforderungen nach der TrinkwV bezogen auf Pflanzenschutzmittelrückstände entspricht.
- Die ermittelten Daten können nun bei dem bayerischen „PSM-Konzept“ berücksichtigt werden. Mit Hilfe dieses Konzeptes erhalten die Wasserversorgungsunternehmen eine Arbeitshilfe, mit der sie ein individuell angepasstes Untersuchungsspektrum für ihr Einzugsgebiet erstellen können. Darin können beispielsweise häufige Befunde dieses Untersuchungsprogramms als Pflichtstoffe aufgenommen, auf der anderen Seite aber auch bestimmte nicht nachgewiesene Stoffe aus dem Spektrum entfernt werden.
- Es wird in dieser Breite erstmals ausführlich dargestellt, welche „nicht relevanten“ Metaboliten in bayerischem Trinkwasser vorkommen und eine besondere Rolle spielen. So konnte gezeigt werden, dass neben den häufig auftretenden „nicht relevanten“ Metaboliten der ersten Stunde wie die Chloridazon-Metaboliten B und B1, Dimethylsulfamid und Metaboliten von Metazachlor und Metolachlor nur wenige Stoffe dieser Gruppe zusätzlich interessant sind. Insgesamt treten diese „nicht relevanten“ Metaboliten häufig in höheren Gehalten als die anderen Pflanzenschutzmittel-Rückstände auf (30 % der positiven Befunde an „nicht relevanten“ Metaboliten waren $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$). Immerhin sind aber auch in 37 % der Proben keine Rückstände an „nicht relevanten“ Metaboliten nachweisbar.

Die Ergebnisse geben somit einen **repräsentativen Überblick über die Rückstandssituation des Trinkwassers für den Hauptanteil der Einwohner Bayerns**. Zugleich wurde durch das umfangreiche Untersuchungsspektrum eine bislang einzigartige und aktuelle Datengrundlage geschaffen. Das Projekt wurde unter dem Titel „Pflanzenschutzmittelrückstände und deren Metaboliten in Trinkwasser“ als Band 5 der Schriftenreihe Lebensmittelsicherheit in Bayern veröffentlicht und ist per pdf-Download⁹ über den Bestellshop der Bayerischen Staatsregierung erhältlich.

⁹ www.bestellen.bayern.de
Artikel-Nr.: Igl_lms_00008

7 Gesamtschau über auffällige PSM-Wirkstoffe und Metaboliten

In diesem Kapitel wird die stoffbezogene Belastungssituation in bayerischen Grund- und Oberflächen-gewässern anhand der am häufigsten nachgewiesenen bzw. bislang im PSM-Monitoring in Bayern auffälligen PSM-Wirkstoffe bzw. Metaboliten zusammengefasst vorgestellt. Für diese Betrachtung wurden die Wirkstoffe Atrazin, Diuron, Terbutylazin, Metolachlor, Bentazon, Metazachlor, Mecoprop, Chloridazon, Glyphosat, Tolyfluanid, Dichlobenil, Isoproturon, Neonicotinoide und Pyrethroide sowie einige weitere PSM ausgewählt. Neben den auffälligen Wirkstoffen ist zudem eine Reihe an bislang untersuchten relevanten und nicht relevanten Metaboliten zu nennen, die mit hohen Fundhäufigkeiten bzw. vergleichsweise erhöhten Konzentrationen nachgewiesen wurden. Hierzu zählen insbesondere Desethylatrazin, Desethylterbutylazin, Metolachlorsulfonsäure und Metolachlorsäure, Metazachlor-sulfonsäure und Metazachlorsäure, Desphenylchloridazon und Methyl-desphenylchloridazon, AMPA, Dimethylsulfamid sowie 2,6-Dichlorbenzamid. Diese Metaboliten werden in den folgenden Unterkapiteln gemeinsam mit dem jeweiligen Wirkstoff behandelt, da sich die „Auffälligkeit“ der Wirkstoffe oftmals erst durch die entsprechenden Metabolitenfunde ergeben hat. Neben der vergleichsweise hohen Fundhäufigkeit wurde bei einigen der o. g. Parameter auch der Schwellenwert von 0,1 µg/l im Grundwasser und/oder die UQN im Fließgewässer bzw. der GOW-Wert für nicht relevante Metaboliten im Grundwasser überschritten. Die „Auffälligkeit“ der Neonicotinoide und Pyrethroide ergibt sich einerseits durch vereinzelt auftretende erhöhte Konzentrationen einzelner Vertreter dieser Stoffgruppen im PSM-Monitoring der bayerischen Fließgewässer, andererseits auch aufgrund der besonderen Toxizität dieser Insektizide auch für Nicht-Zielorganismen.

Zusätzlich zu den in diesem Kapitel aufgeführten PSM-Wirkstoffen können aufgrund der erhöhten Fundhäufigkeiten im Niederschlagswasser der Nassdepositionsmessungen in Bayern auch einige weitere Stoffe genannt werden, zu denen insbesondere Prosulfocarb und Pendimethalin zählen (siehe hierzu Kapitel 5.4).

Von den oben genannten PSM-Wirkstoffen sind in Deutschland Atrazin (Zulassung bis 1991), Diuron (Zulassung bis 2007), Tolyfluanid (Zulassung bis 2010) sowie Dichlobenil (Zulassung bis 2004) bereits seit mehreren Jahren nicht mehr Bestandteile von zugelassenen PSM. Isoproturon ist seit 2017 nicht mehr zugelassen.

7.1 Atrazin mit Metabolit Desethylatrazin

Bei Atrazin handelt es sich um einen herbiziden Pflanzenschutzmittelwirkstoff, der bis zum vollständigen Anwendungsverbot im Jahr 1991 großflächig angewendet wurde. Besonders im Maisanbau galt Atrazin aufgrund seines breiten Wirkungsspektrums über einen Zeitraum von 25 Jahren als wichtigstes Herbizid. Darüber hinaus erfolgte die Anwendung von Atrazin als Totalherbizid auf Nichtkulturland, z. B. Bahngleisen oder in Siedlungsbereichen. Atrazin ist in Wasser unter Umweltbedingungen nur schwer abbaubar. Im Boden wird Atrazin nur langsam abgebaut. Es wird in den Humus eingebaut und bildet gebundene Rückstände, welche mit üblichen Extraktionsmethoden nicht mehr feststellbar sind. Erst beim Abbau dieser Humusverbindungen durch die in allen Böden stattfindende Mineralisierung wird Atrazin wieder freigesetzt und kann dann metabolisiert (umgewandelt zu Desethylatrazin) und abgebaut, aber auch ausgewaschen werden (Hofmann, 2000), (Jablonowski, 2009). Infolgedessen kann es daher zu stark schwankenden Konzentrationen im Sickerwasser und im Grundwasser kommen, auch wenn keine Neuanwendungen stattfinden. Darüber hinaus kann es in Karstgebieten, wo die Transport- und Fließwege aufgrund der komplexen Hohlraumsysteme im Detail nicht nachvollziehbar sind, beispielsweise nach Starkregenereignissen zur Mobilisierung von „Atrazin-Depots“ und damit zu erhöhten Gehalten im Grundwasser kommen. Hinsichtlich der Konzentrationen für Atrazin

sowie für Desethylatrazin zeigt sich im Grundwasser in den letzten Jahren insgesamt eine abnehmende Tendenz. An einzelnen Messstellen lässt sich jedoch aufgrund der o. g. Ursachen auch eine steigende, schwankende oder gleichbleibende Belastung feststellen. Im Grundwasser ist Atrazin sehr langlebig. Aufgrund der dort herrschenden Verhältnisse (Dunkelheit, niedrige Temperatur, extrem geringe biologische Aktivität) findet kaum ein Abbau statt. Hinsichtlich der Entwicklung der Atrazin- und Desethylatrazin-Konzentrationen im Grundwasser wird auf Abb. 12 in Kapitel 5.1.1 sowie auf das Kapitel 5.1.3 verwiesen.

Trotz des seit dem Jahr 1991 bestehenden vollständigen Anwendungsverbots wird Atrazin und Desethylatrazin nach wie vor in erhöhten Konzentrationen im Grundwasser nachgewiesen. Im Zeitraum 2015/2016 wurden an ca. 42 bzw. 37 % der untersuchten Messstellen des Landesmessnetzes Grundwasserbeschaffenheit Gehalte für Desethylatrazin bzw. Atrazin oberhalb der Bestimmungsgrenze festgestellt; an ca. 7 bzw. 3 % in Konzentrationen oberhalb des Schwellenwerts von 0,1 µg/l. Wie aus nachfolgender Abb. 49 hervorgeht, sind die entsprechenden Messstellen mit erhöhten Konzentrationen insbesondere in der Karstregion der Fränkischen Alb, die sich hauptsächlich über die Regierungsbezirke Oberfranken und Oberpfalz erstreckt sowie in Niederbayern und Mittelfranken zu finden.

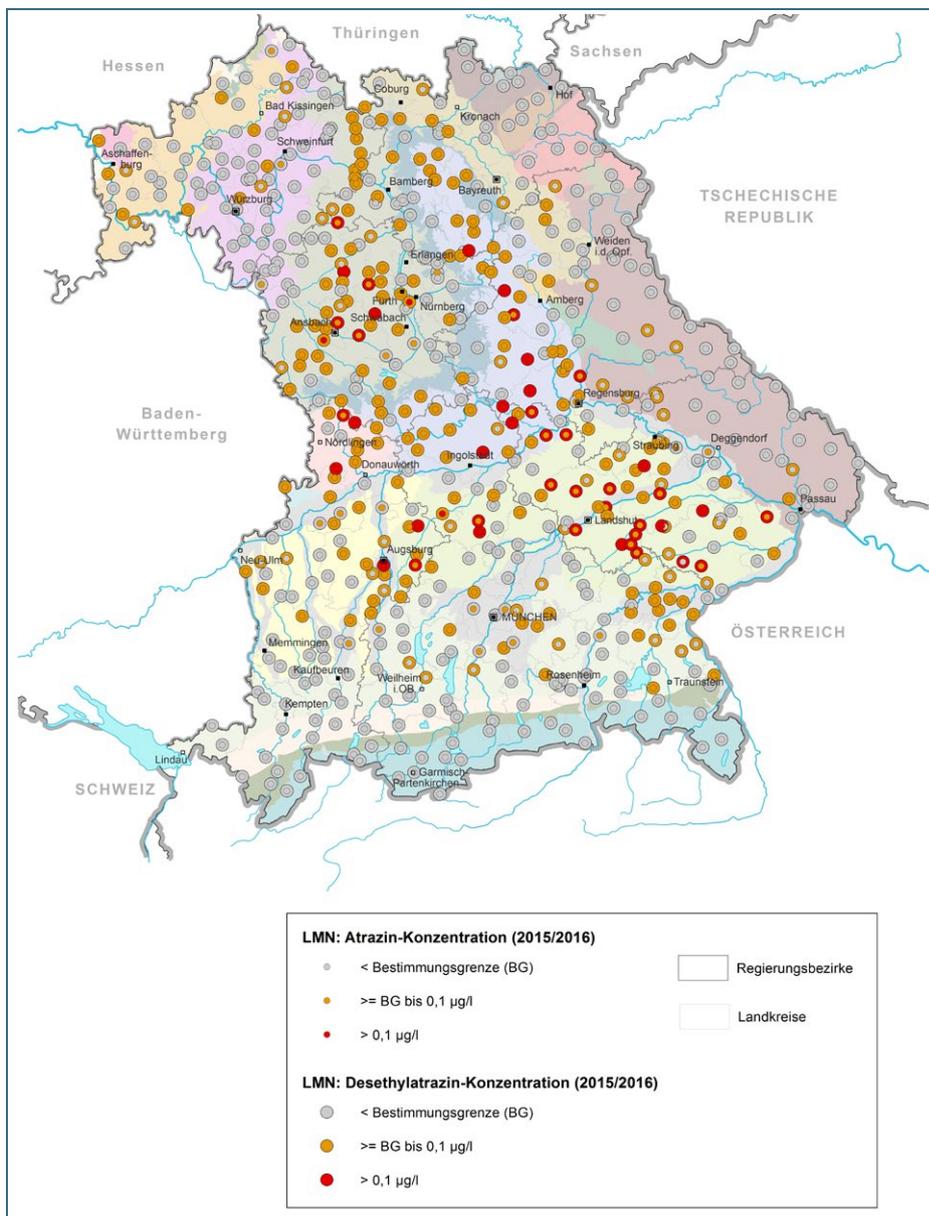


Abb. 49: Atrazin- und Desethylatrazin-Konzentrationen in Grundwasser an den im Rahmen der behördlichen Überwachung untersuchten Messstellen des Landesmessnetzes Grundwasserbeschaffenheit; maximale Konzentration je Messstelle im Zeitraum 2015/2016

Die Belastung von Fließgewässern mit Atrazin ist in den letzten Jahren rückläufig. Dennoch ist Atrazin der in Fließgewässern in den Jahren 2014 bis 2016 immer noch am häufigsten nachgewiesene Wirkstoff. 36 % bis 55 % aller untersuchten Proben an Überblicksmessstellen bzw. an Messstellen des PSM-Belastungsmessnetzes enthielten Atrazin in Konzentrationen knapp über der Bestimmungsgrenze (Tab. 8 und Tab. 9). Das Hauptabbauprodukt Desethylatrazin wird an den kleineren Fließgewässern des PSM-Belastungsmessnetzes mit 65 % sogar noch häufiger als der Wirkstoff selbst nachgewiesen.

In den seit 2010 durchgeführten Untersuchungen an Seen finden sich Nachweise für Atrazin und dessen Abbauprodukt bevorzugt in Seen, die in stärker landwirtschaftlich geprägten Gebieten liegen (z. B. Mittelfranken). Dass in Oberflächengewässern nach wie vor Atrazin gefunden wird, hängt u. a. damit zusammen, dass Remobilisierungen gebundener Rückstände im Boden und im Sediment insbesondere während der wärmeren Jahreszeit stattfinden. Ferner kann durch Infiltration von Atrazin-belastetem Grundwasser ein Eintrag von Atrazin in Oberflächengewässer erfolgen.

Die im Rahmen der Risikobeurteilungen verwendeten UQN zum Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaft für Atrazin von 0,6 µg/l (JD-UQN) bzw. 2 µg/l (ZHK-UQN) wurden in den letzten Jahren in den bayerischen Oberflächengewässern nicht (mehr) überschritten.

Für Atrazin wurde mit dem seit 1991 geltenden Anwendungsverbot bereits die maximal mögliche Maßnahme ergriffen, um weitere Einträge in die Gewässer zu verhindern.

7.2 Diuron

Diuron ist ein mäßig persistentes und wenig mobiles Bodenherbizid, das vorwiegend zur Vegetationskontrolle auf Gleisanlagen eingesetzt wurde. Im Vergleich zu landwirtschaftlich genutzten Böden ist im Schotterbett des Gleiskörpers die biologische Aktivität der behandelten Flächen stark vermindert. Der natürliche Boden wurde beim Bau des Bahndamms entfernt, der Schotterkörper enthält kaum Feinkorn und organisches Material zum Rückhalt und Abbau der Mittel. Es ist daher eine erhöhte Besorgnis gegeben, dass PSM-Rückstände ins Grundwasser versickern. Zahlreiche Diuron-Befunde im Grundwasser haben Anfang 1997 letztlich dazu geführt, dass dem Wirkstoff die Zulassung für die Anwendung im Bereich von Gleisanlagen entzogen wurde. Zum 31.12.2007 wurden die Zulassungen in Deutschland für Diuron-haltige PSM insgesamt widerrufen. Im Rahmen der behördlichen Grundwasserüberwachung in Bayern wurden erhöhte Konzentrationen für Diuron nur an wenigen einzelnen Messstellen des Landesmessnetzes festgestellt. In der Regel befinden sich im Einzugsgebiet dieser Messstellen Gleisanlagen, die in der Vergangenheit mit Diuron behandelt wurden.

In Fließgewässern wurde Diuron selten in Konzentrationen über 0,1 µg/l nachgewiesen. Für Diuron als prioritären Stoff gelten eine JD-UQN von 0,2 µg/l und eine ZHK-UQN von 1,8 µg/l, diese wurden in den letzten drei Jahren nicht überschritten. In Seen liegen die Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze.

Diuron ist seit 2007 in Deutschland nicht mehr in zugelassenen PSM enthalten.

7.3 Terbutylazin mit Metabolit Desethylterbutylazin

Terbutylazin (TBA) ist ein Pflanzenschutzmittel-Wirkstoff, der zur Bekämpfung von Unkräutern vor allem in Maiskulturen eingesetzt wird. Vor dem Hintergrund des zunehmenden Anbaus von Energiemais für Biogasanlagen und dem damit verbundenen vermutlich vermehrten Einsatz Terbutylazin-haltiger Pflanzenschutzmittel besteht vor allem in Gebieten mit sorptionsschwachen Böden das Risiko einer möglichen Zunahme der Belastungssituation im Grundwasser. Neben dem Wirkstoff selbst wird

auch das als relevanter Metabolit eingestufte Hauptabbauprodukt Desethylterbuthylazin im Grundwasser häufiger nachgewiesen.

Nachfolgende Abb. 50 zeigt die Entwicklung der Terbuthylazin- und Desethylterbuthylazin-Gehalte im Grundwasser der Messstellen des Landesmessnetzes Grundwasserbeschaffenheit für die beiden Zeiträume 1995 bis 2006 und 2007 bis 2016. Für diese Auswertung wurden nur konsistente Messstellen, also nur Messstellen, die in jedem 2-Jahreszeitraum zumindest einmal auf Terbuthylazin (TBA) und Desethylterbuthylazin (DTBA) untersucht wurden, berücksichtigt. Aus Abb. 50 lässt sich für beide Stoffe keine eindeutige Tendenz erkennen. Als auffällig zu bewerten ist die relativ hohe Fundhäufigkeit sowohl für TBA als auch für DTBA im Vergleich zu anderen PSM-Wirkstoffen bzw. relevanten Metaboliten: TBA konnte an bis zu knapp 10 %, DTBA an bis zu 12 % der Messstellen im Grundwasser nachgewiesen werden. Die dabei im Grundwasser festgestellten Konzentrationen lagen zumeist unterhalb von 0,05 µg/l. Allerdings wurden an einzelnen Messstellen auch Gehalte oberhalb des Schwellenwertes von 0,1 µg/l im Grundwasser festgestellt. Die relativ hohe Fundhäufigkeit für TBA und DTBA bestätigt, dass für beide Stoffe ein allgemein erhöhtes Risiko der Verlagerung ins Grundwasser besteht, welches auch durch Daten aus der EU-Wirkstoffbewertung bestätigt wird.

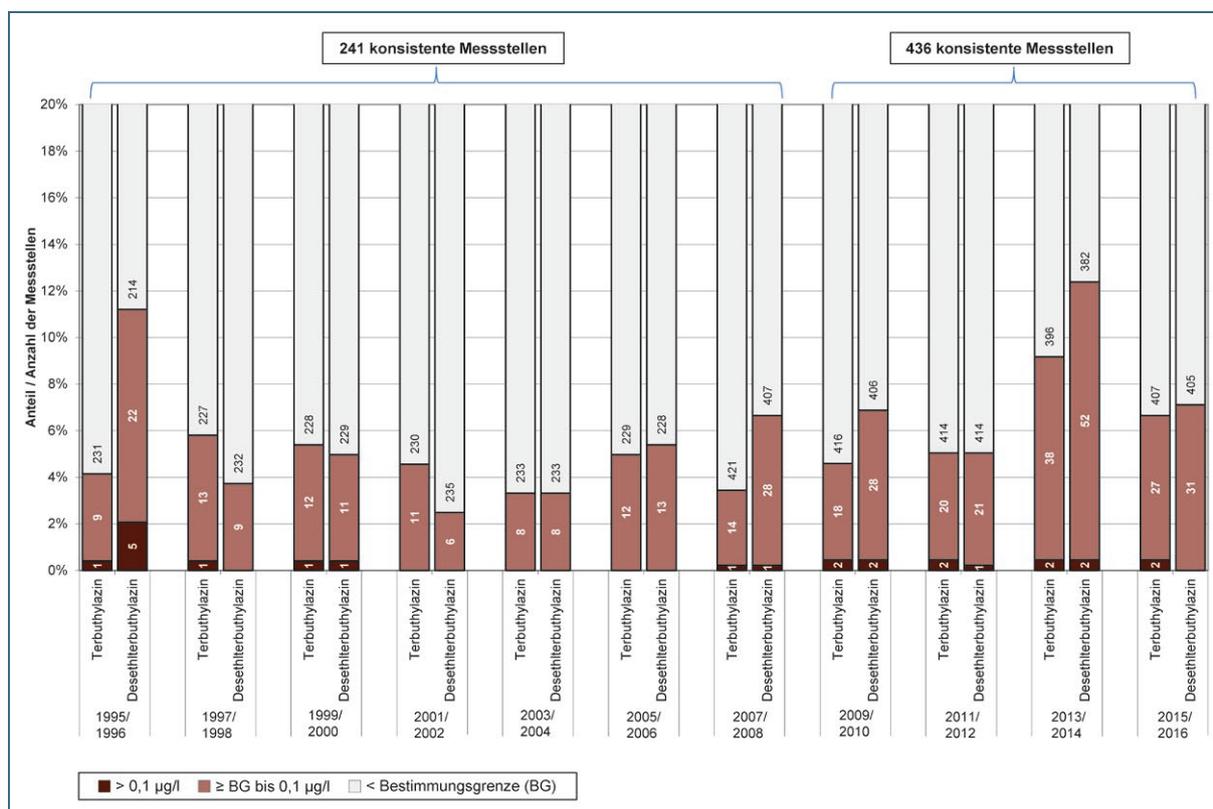


Abb. 50: Terbuthylazin und Desethylterbuthylazin: Anteil der 241 bzw. 436 konsistenten Messstellen des Landesmessnetzes Grundwasserbeschaffenheit an den PSM-Belastungsklassen für die Jahre 1995 bis 2006 bzw. 2007 bis 2016 (2-Jahreszeiträume)

Um dem besonderen Schutzbedarf des Grundwassers gerecht zu werden, müssen TBA-Einträge verhindert werden. Deshalb sollten entsprechend grundwassersensible Gebiete aus Vorsorgegründen von der Anwendung TBA-haltiger Pflanzenschutzmittel ausgenommen werden, wie es bereits die Gebrauchsanweisungen für TBA-haltige Pflanzenschutzmittel vorschreiben. Zur Umsetzung dieser Forderung in die Praxis ist eine Kenntnis über die Lage der betroffenen Gebiete notwendig. Vor diesem Hintergrund wurde in Bayern im Jahr 2013 eine entsprechende Gebietskulisse für den Bereich des Jura-Karsts erarbeitet. Diese Kulisse dient der Landwirtschaftsverwaltung als Beratungsgrundlage für das freiwillige Programm „TBA-freier Jura-Karst in Bayern“.

TBA-Gebietskulisse: Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln mit dem oft auch als Nachfolgeprodukt von Atrazin bezeichneten Wirkstoff TBA ist in jüngster Vergangenheit stark in die Kritik geraten. Unter anderem forderte die Kooperation „Trinkwasserschutz Oberpfälzer Jura“ im Jahr 2012 unter Verweis auf die negativen Erfahrungen mit Atrazin in einem offenen Brief an den Ministerpräsidenten ein Anwendungsverbot für TBA-haltige Pflanzenschutzmittel im Jurakarst. Wegen seiner stofflichen Eigenschaften wird insbesondere in grundwassersensiblen Gebieten mit einem verstärkten Eintrag von TBA in das Grundwasser gerechnet. Aufgrund dieser Problematik und der erneuten Zulassung des Wirkstoffes durch die EU bis 2021 gilt es, den weiteren Einsatz von TBA in sensiblen Gebieten zu unterbinden bzw. zumindest weiter zu reduzieren. Da ein regionales Anwendungsverbot aus Sicht der Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) allerdings als nicht durchsetzbar bezeichnet wird, bedarf es zumindest einer Umsetzung des in den Gebrauchsanweisungen genannten Hinweises („Von einer Behandlung auf extrem durchlässigen Böden (sehr leichte Sandböden, Karstböden mit nur geringer Oberbodenaufgabe) ist abzusehen“). Hierzu ist die Kenntnis über die Lage bzw. geologisch/pedologische Beschaffenheit der betroffenen Gebiete, in denen auf die Anwendung von TBA verzichtet werden soll, notwendig. Vor diesem Hintergrund wurde zwischen Vertretern der LfL und des LfU vereinbart, dass das LfU eine entsprechende Gebietskulisse erstellen und diese der LfL zur Verfügung stellen wird. Diese Kulisse soll der Landwirtschaftsverwaltung als Beratungsgrundlage dienen, um den TBA-Einsatz zu verringern. Vom LfU wurde im Jahr 2013 eine entsprechende Gebietskulisse für den Bereich des Jurakarsts erarbeitet und mit Unterstützung der Regierung der Oberpfalz mit der LfL abgestimmt. Die abgestimmte Gebietskulisse wurde ab der Beratungssaison 2014 im Rahmen der landwirtschaftlichen Fachberatung verwendet. Mit Ausnahme von Unterfranken sind alle Regierungsbezirke von dieser Gebietskulisse betroffen.

Anwendungsverbote für TBA-haltige PSM existieren bereits in Karstgebieten der Schweiz (seit 1999) und in den großräumigen Wasserschutzgebieten Baden-Württembergs und Österreichs.

Untersuchungsergebnisse von Fließgewässern lieferten in den letzten Jahren erste Anzeichen für einen vermehrten Einsatz Terbutylazin-haltiger Herbizide. In kleineren Fließgewässern ist in den letzten Jahren ein tendenzieller Anstieg der Belastung sowohl mit Terbutylazin als auch mit Metolachlor festzustellen. Beide Wirkstoffe kommen in Form von Kombipräparaten in Maisherbiziden zum Einsatz (Gardo Gold, Primagram Gold). Möglicherweise hängt dieser Belastungsanstieg mit der Zunahme des Maisanbaus zusammen. Die höchsten Belastungen in den kleineren Fließgewässern treten zu den Hauptanwendungszeiten im Frühsommer auf (Abb. 26). Dabei wurden in den letzten drei Jahren für TBA und DTBA Spitzenkonzentrationen von 3,5 µg/l bzw. 0,95 µg/l festgestellt, und die Nachweishäufigkeit über alle Proben lag bei rund 32 % bzw. 36 %. Damit liegt TBA auf den vorderen Plätzen hinsichtlich der Nachweishäufigkeit bei den derzeit zugelassenen PSM-Wirkstoffen, und zwar nicht nur bei den kleineren Fließgewässern (Tab. 9), sondern auch bei den großen Fließgewässern des Überblicksmessnetzes (Tab. 8). Die Umweltqualitätsnorm (JD-UQN: 0,5 µg/l) wird aber an allen Messstellen eingehalten.

Seit 2012 wird Terbutylazin in allen untersuchten Seen nachgewiesen (Tab. 12), selbst im Großen Ostersee (einmalig), in dessen Einzugsgebiet kaum landwirtschaftliche Nutzung vorhanden ist. Erneute Untersuchungen stärker belasteter Seen (Waginger See 2014 und 2016) zeigen eine Steigerung der Nachweishäufigkeit, speziell auch des Abbauprodukts Desethylterbutylazin. Die Spitzenkonzentrationen liegen allerdings deutlich unter denen der Fließgewässer. Die Umweltqualitätsnorm nach Oberflächengewässerverordnung wird an allen untersuchten Seen eingehalten.

7.4 Metolachlor mit Metaboliten Metolachlorsulfonsäure und Metolachlorsäure

S-Metolachlor ist ein Herbizidwirkstoff, der beispielsweise im Maisanbau eingesetzt wird. Während früher das racemische Gemisch (S,R)-Metolachlor mit einem R-Isomer ohne pestizide Wirksamkeit bereits seit 1976 und bis 2003 zugelassen war, ist erst seit 2005 nur noch das S-Isomer in der EU zugelassen. Da mit der üblichen Analytik die Isomere nicht unterschieden werden, erfolgt die Benennung des Wirkstoffs häufig nur mit „Metolachlor“.

Der Wirkstoff Metolachlor wird nur vereinzelt im Grundwasser nachgewiesen, zumeist zusammen mit Terbutylazin. Im Gegensatz dazu weisen die als nicht relevant bewerteten Metaboliten von Metolachlor deutlich höhere Fundhäufigkeiten auf, insbesondere die Metolachlorsulfonsäure (CGA 380168/CGA 354743) und die Metolachlorsulfoncarbonsäure (CGA 413173) mit Nachweisen an über 30 % bzw. über 25 % der untersuchten Messstellen (siehe Kapitel 5.1.1). Für beide Abbauprodukte wurden im Zeitraum 2007–2016 GOW-Überschreitungen im Grundwasser von einer bzw. vier Messstellen festgestellt.

In Fließgewässern liegt der Wirkstoff Metolachlor im oberen Bereich hinsichtlich der Fundhäufigkeit der aktuell in Deutschland zugelassenen Wirkstoffe. An den kleineren Fließgewässern beträgt die Fundhäufigkeit bei Berücksichtigung aller über das Jahr verteilter Proben bei rund 20 %, mit Spitzenkonzentrationen bis 4,7 µg/l. Dabei wurde die JD-UQN von 0,2 µg/l in den Jahren 2014 bis 2016 an einigen kleineren Fließgewässern überschritten (Tab. 11). Nach WRRL sind daher in den entsprechenden Flusswasserkörpern Maßnahmen durchzuführen.

Besonders herauszustellen ist aber darüber hinaus, dass in den letzten drei Jahren zusätzlich zum Wirkstoff auch die beiden Hauptabbauprodukte Metolachlorsulfonsäure und Metolachlorsäure (Bezeichnung: CGA 380168/CGA 354743 bzw. CGA 351916) an allen Messstellen des PSM-Belastungsmessnetzes untersucht und mit einer Fundhäufigkeit von 82 % bzw. 56 % nachgewiesen wurden. Hierbei resultierten Spitzenkonzentrationen von 2,7 bzw. 1,7 µg/l. Metolachlorsulfonsäure weist somit die höchste Fundhäufigkeit auf, bezogen auf sämtliche untersuchte Wirkstoffe und Metaboliten – einschließlich Atrazin und Desethylatrazin – an den bisher untersuchten kleineren Fließgewässern (Metolachlorsäure weist eine etwas geringere Fundhäufigkeit auf). Für Metolachlor und seine Metaboliten liegen die Messwerte an den bisher untersuchten Seen unter der Bestimmungsgrenze.

7.5 Bentazon

Gemäß den Ergebnissen des aktuellen PSM-Berichts der LAWA („Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit – Pflanzenschutzmittel – Berichtszeitraum 2009 bis 2012“) (LAWA, 2015) steht Bentazon hinter Desethylatrazin und Atrazin an dritter Stelle der am häufigsten im oberflächennahen Grundwasser nachgewiesenen Wirkstoffe und relevanten Metaboliten. Unter den in derzeit zugelassenen Pflanzenschutzmitteln enthaltenen Wirkstoffen ist Bentazon mit Abstand der am häufigsten im Grundwasser nachgewiesene Einzelstoff.

Gemäß den Daten aus der EU-Wirkstoffprüfung weist Bentazon ein erhöhtes Risiko der Verlagerung ins Grundwasser auf und ist somit in grundwasserempfindlichen Gebieten als kritisch einzustufen.

Aufgrund einer Reihe erhöhter Bentazon-Funde im Grundwasser wurde von der Zulassungsbehörde festgesetzt, dass Bentazon-haltige Produkte „nicht auf den Bodenarten reiner Sand, schwach schluffiger Sand und schwach toniger Sand“ und „auf Böden mit einem organischen Kohlenstoffgehalt kleiner als 1 %“ sowie „nicht vor dem 15. April eines Kalenderjahres“ angewendet werden dürfen. Darüber hinaus wird in den Gebrauchsanleitungen für Bentazon-haltige Produkte empfohlen: „Von einer Behandlung auf extrem durchlässigen Böden (sehr leichte Sandböden, Karst- und Kiesböden mit weni-

ger als 30–35 cm Oberbodenauflage) ist abzusehen.“ Diese Anwendungseinschränkungen bzw. -hinweise bringen zum Ausdruck, dass Bentazon in grundwasserempfindlichen Gebieten eine erhöhte Versickerungsneigung aufweist. Eine Datenauswertung über die vergangenen Jahre zeigte jedoch, dass die im Grundwasser nachgewiesenen hohen Konzentrationen nicht nur auf die Anwendung in besonders gefährdeten Gebieten zurückzuführen ist. Dies hatte zur Folge, dass das Bayerische Landesamt für Umwelt, genauso wie die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, mit dem Hersteller Bentazon-haltiger Pflanzenschutzmittel (BASF) die Vereinbarung getroffen haben, PSM mit dem Wirkstoff Bentazon im Zuge der amtlichen Beratung nicht mehr zu empfehlen. Diese Vereinbarung gilt seit dem Jahr 2006. Darüber hinaus haben, nach Aussage der Herstellerfirma BASF, Bentazon-haltige PSM in der letzten Zeit stark an Bedeutung verloren, da mittlerweile effektivere Alternativpräparate auf dem Markt verfügbar sind. In einigen Sonder- und Kleinkulturen gibt es allerdings keine verfügbaren Alternativ-Herbizide für den Einsatz von Bentazon.

Analog zu den oben genannten Ergebnissen des PSM-Berichts der LAWA gilt auch für Bayern, dass Bentazon unter den derzeit zugelassenen PSM am häufigsten in Konzentrationen oberhalb des Schwellenwerts von 0,1 µg/l im Grundwasser nachgewiesen wird (siehe Tab. 2 in Kapitel 5.1.1). Im Zeitraum 2015/2016 wurden an 14 von insgesamt gut 600 untersuchten Messstellen des Landesmessnetzes Bentazon-Konzentrationen im Grundwasser von größer 0,1 µg/l festgestellt. An weiteren 17 Messstellen wurde Bentazon in Konzentrationen unterhalb von 0,1 µg/l nachgewiesen. Im Vergleich zu Terbutylazin bzw. Desethylterbutylazin ist die Fundhäufigkeit für Bentazon insgesamt betrachtet zwar geringer, allerdings wird Bentazon deutlich häufiger in erhöhten Konzentrationen im Grundwasser nachgewiesen.

Abb. 51 zeigt die Entwicklung der Bentazon-Konzentrationen im Grundwasser an den Messstellen des Landesmessnetzes Grundwasserbeschaffenheit für die beiden Zeiträume 2003 bis 2006 und 2007 bis 2016. Für diese Auswertung wurden nur konsistente Messstellen, also nur Messstellen, die in jedem 2-Jahreszeitraum zumindest einmal auf Bentazon untersucht wurden, berücksichtigt. Aus Abb. 51 lässt sich keine eindeutige Tendenz ableiten. Eine Abnahme der Belastung infolge des oben genannten „Beratungsverzichts“ sowie der nachlassenden Bedeutung Bentazon-haltiger PSM ist im Grundwasser bisher also nicht zu erkennen. Auffallend ist die im Vergleich zu anderen PSM-Wirkstoffen relativ hohe Anzahl an Messstellen mit Bentazon-Gehalten größer 0,1 µg/l.

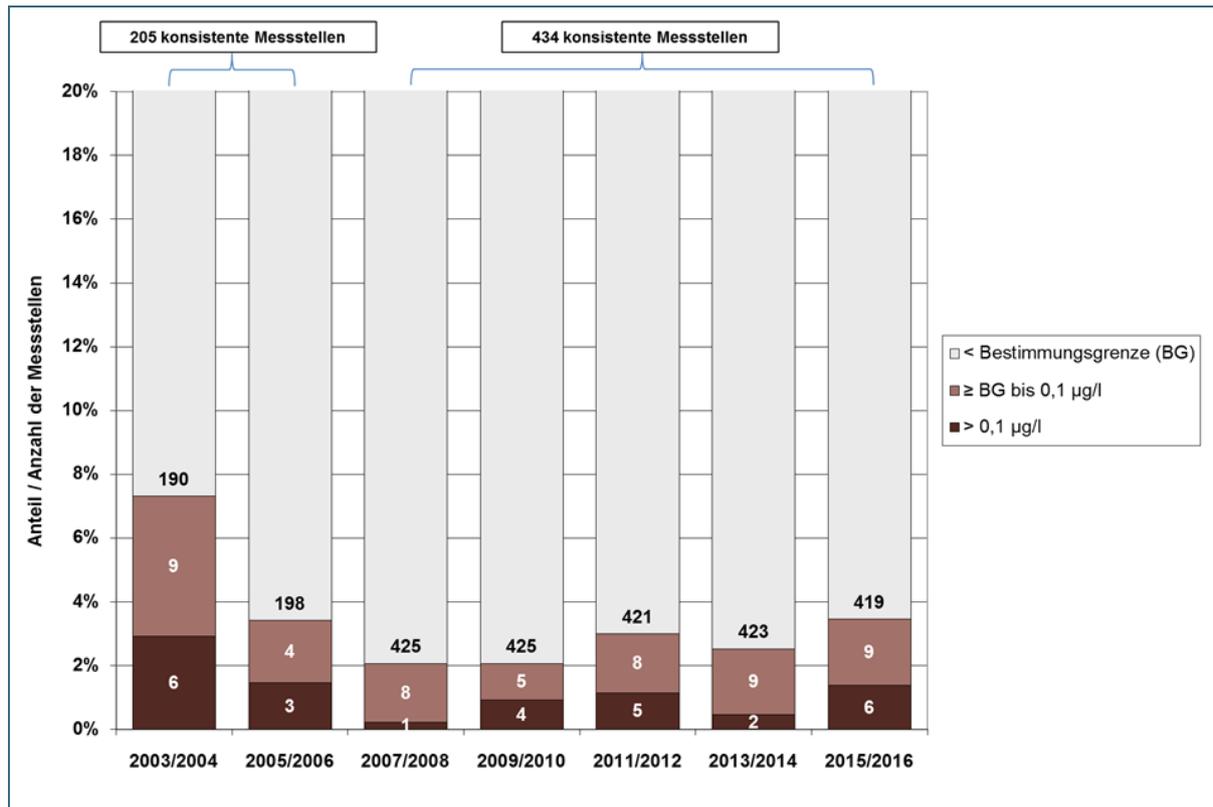


Abb. 51: Bentazon: Anteil der 205 bzw. 434 konsistenten Messstellen des Landesmessnetzes Grundwasserbeschaffenheit an den PSM-Belastungsklassen für die Jahre 2003 bis 2006 bzw. 2007 bis 2016 (2-Jahreszeiträume)

In Fließgewässern wurde für Bentazon in den letzten Jahren ein abnehmender Trend ermittelt. Im Untersuchungszeitraum des 2. Bewirtschaftungsplans (2009 bis 2013) wurden Überschreitungen der JD-UQN von 0,1 µg/l für immerhin fünf Wasserkörper ausgewiesen (Tab. 17). In den entsprechenden Flusswasserkörpern sind Maßnahmen erforderlich. In den letzten drei Jahren wurde die JD-UQN nur noch an einem Fließgewässer (Wern) überschritten (Tab. 11). In diesem Zeitraum wurde Bentazon an rund 12 % aller Proben an Messstellen des PSM-Belastungsmessnetzes nachgewiesen, mit Spitzenwerten bis 1,8 µg/l. Bentazon wurde 2015 auch im Rothsee (einmalig) mit einer Konzentration von 0,1 µg/l nachgewiesen, die Umweltqualitätsnorm wurde an keinem See überschritten.

7.6 Metazachlor mit Metaboliten Metazachlorsulfonsäure und Metazachlorsäure

Metazachlor ist ein selektives Herbizid, das im Acker- (insbesondere bei Raps), Gemüse- und Zierpflanzenbau zur Anwendung kommt. Der Wirkstoff ist in Deutschland seit 1981 zugelassen und wird seit vielen Jahren in großen Mengen verwendet (Inlandsabsatzklasse exemplarisch für 2016: 250–1.000 t (BVL, 2016a)). Die Hauptabbauprodukte sind die nicht relevanten Metaboliten Metazachlorsulfonsäure (BH 479-8) und in geringerem Ausmaß Metazachlorsäure (BH 479-4). Aufgrund der höheren Persistenz und der höheren Versickerungsneigung ist die Fundhäufigkeit für die Metaboliten deutlich höher als für den Wirkstoff selbst. Allerdings gilt für die nicht relevanten Metaboliten nicht der Grenzwert für Wirkstoffe und relevante Metaboliten. Auf die Bewertung der nicht relevanten Metaboliten wird ausführlich in Kap. 5.1.1, Unterkapitel „Nicht relevante Metaboliten“ eingegangen. Der Metabolit BH 479-8 wurde bisher an über 30 %, der Metabolit BH 479-4 an über 10 % der untersuchten Messstellen des Landesmessnetzes im Grundwasser gefunden (siehe Kapitel 5.1.1). GOW-Überschreitungen wurden bisher nur für den Metaboliten BH 479-8 an einer Messstelle festgestellt.

Abb. 52 zeigt die regionale Verteilung der Messstellen mit den entsprechenden Metazachlorsulfonsäure-Konzentrationen im Grundwasser. Der Wirkstoff selbst wird dagegen nur in Einzelfällen im Grundwasser nachgewiesen.

Ähnlich wird der Wirkstoff auch in Fließgewässerproben nur relativ selten nachgewiesen, in kleineren Fließgewässern lediglich bei ca. 8 % der untersuchten Proben, jedoch mit Maximalwerten bis 4,2 µg/l. Die zugehörige JD-UQN von 0,4 µg/l wurde eingehalten.

Die oben genannten Hauptmetaboliten von Metazachlor wurden in den letzten Jahren lediglich an drei ausgewählten Messstellen untersucht. Dabei resultierte jedoch eine Fundhäufigkeit von 100 %, d. h. bei jeder über das gesamte Jahr verteilten Messungen wurden die Abbauprodukte nachgewiesen, und zwar mit Maximalwerten bis 0,24 µg/l (Metabolit BH 479-4) bzw. 0,36 µg/l (Metabolit BH 479-8). Um eine höhere Repräsentativität der Befundsituation zu erreichen, wird seit 2017 der Metazachlor-Metabolit BH 479-8 an sämtlichen Fließgewässer-Messstellen untersucht. Metazachlorsulfonsäure wurde auch im Altmühlsee in Konzentrationen bis 0,11 µg/l (2012) nachgewiesen.

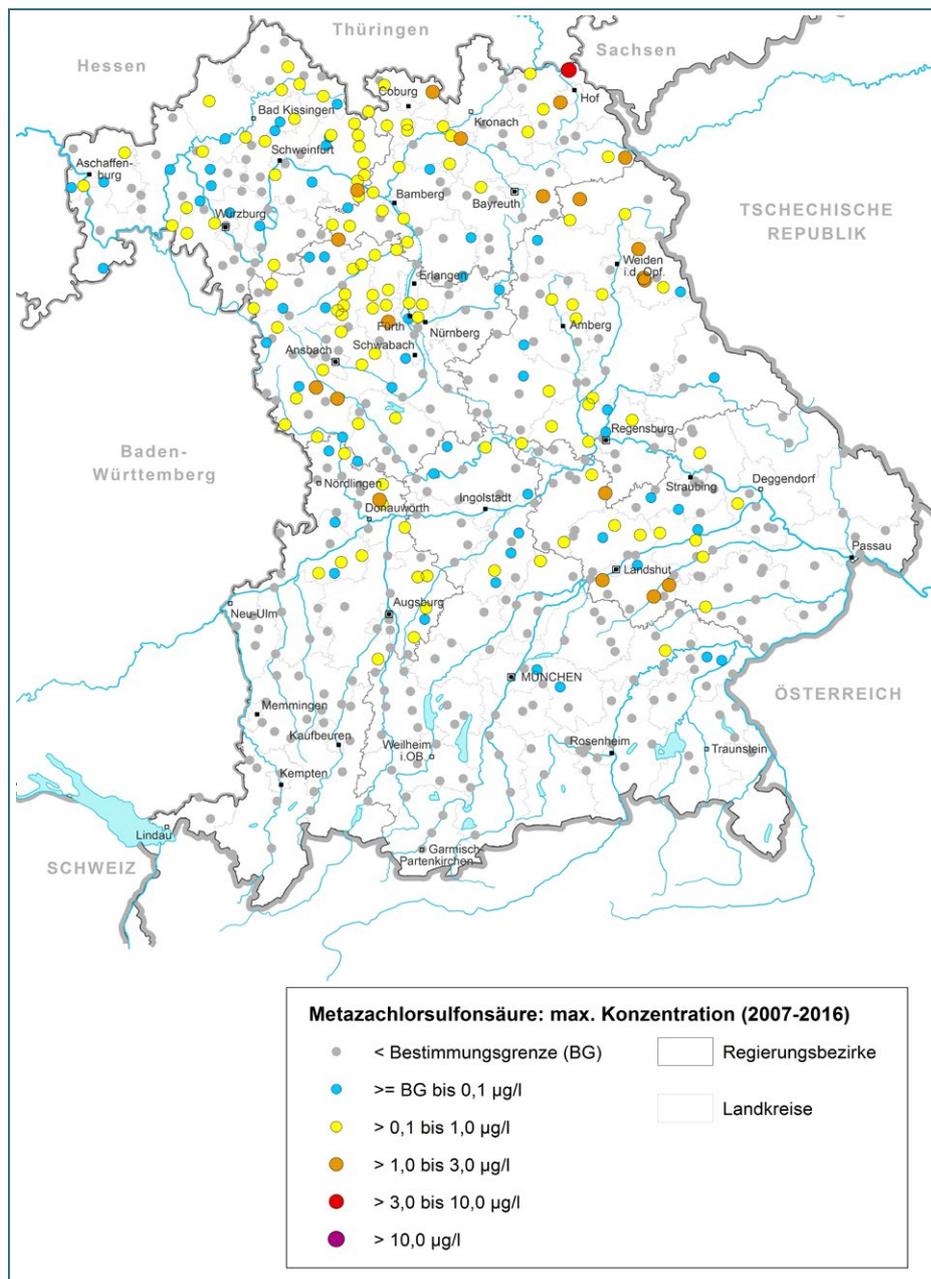


Abb. 52: Metazachlorsulfonsäure-Konzentrationen im Grundwasser an den im Rahmen der behördlichen Überwachung untersuchten Messstellen des Landesmessnetzes Grundwasserbeschaffenheit (maximale Konzentration je Messstelle im Zeitraum 2007 bis 2016)

7.7 Mecoprop

In Deutschland sind aktuell mehrere Mecoprop-P-haltige PSM-Präparate als selektive Herbizide unter anderem im Acker-, Obst und Weinbau zugelassen. Bis 1992 war in Deutschland auch das racemische Gemisch (R,S)-Mecoprop zugelassen. Gemäß dem zuletzt veröffentlichten PSM-Bericht der LAWA (Berichtszeitraum 2009–2012) (LAWA, 2015) ist Mecoprop unter den zugelassenen PSM hinter Bentazon der im Grundwasser am zweithäufigsten nachgewiesene PSM-Wirkstoff. Dieses nationale Ergebnis lässt sich allerdings nicht auf Bayern übertragen, denn hier wird Mecoprop nur äußerst selten im Grundwasser gefunden.

Auch an den Messstellen der großen Fließgewässer des Überblicksmessnetzes traten in den letzten drei Jahren nur vereinzelte Funde in geringen Konzentrationen auf. An den kleineren Fließgewässern ist die Fundhäufigkeit vergleichsweise etwas höher (ca. 7 %, Tab. 10), wobei Maximalkonzentrationen von 0,47 µg/l erreicht wurden. Dabei wurde die JD-UQN von 0,1 µg/l jedoch nicht überschritten. An Seen liegen die Messwerte für Mecoprop unter der Bestimmungsgrenze.

7.8 Chloridazon mit Metaboliten Desphenylchloridazon und Methyl-desphenylchloridazon

Chloridazon-haltige PSM werden hauptsächlich im Futter- und Zuckerrübenanbau eingesetzt. Aufgrund der geringen Persistenz wird Chloridazon nur vereinzelt im Grundwasser nachgewiesen. Dagegen werden die wesentlichen Abbauprodukte Desphenylchloridazon (Metabolit B) und Methyl-desphenylchloridazon (Metabolit B1), die als nicht relevante Metaboliten gelten, vergleichsweise häufig im Grundwasser gefunden. Letztere wurden erstmals 2006 bei der Routineuntersuchung von Grundwasserproben nachgewiesen (Weber et al., 2007).

Die beiden Chloridazon-Abbauprodukte werden unter den nicht relevanten Metaboliten am häufigsten im Grundwasser in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen. Insbesondere Desphenylchloridazon ist als auffällig zu bezeichnen. An fast der Hälfte der untersuchten Messstellen des Landesmessnetzes wurde dieser Metabolit in Konzentrationen oberhalb von 0,1 µg/l gefunden. Darüber hinaus wurden GOW-Überschreitungen (GOW: 3,0 µg/l) für Desphenylchloridazon bisher an 26 und für Methyl-desphenylchloridazon bisher an drei Messstellen festgestellt. An vier Messstellen lagen die gemessenen Gehalte für Desphenylchloridazon im Grundwasser sogar über dem Vorsorgemaßnahmewert von 10 µg/l (siehe Kapitel 5.1.1).

In nachfolgender Abb. 53 ist die regionale Verteilung der im Grundwasser festgestellten Desphenylchloridazon-Konzentrationen in Korrelation zur Rübenanbaufläche dargestellt. Die meisten Messstellen mit erhöhten Befunden für Desphenylchloridazon befinden sich im westlichen Niederbayern, im nördlichen Schwaben sowie im südlichen Unterfranken, also in den Gebieten, in denen auch aufgrund der dort vorhandenen Zuckerrübenfabriken die meisten Rüben in Bayern angebaut werden. Insgesamt korrelieren die Metaboliten-Funde im Grundwasser damit sehr gut mit den Rübenanbauflächen, d. h. fast überall dort, wo Rüben angebaut werden, wird auch Desphenylchloridazon im Grundwasser nachgewiesen. Dies ist ein weiteres Indiz für die ausgeprägte Grundwassergängigkeit dieses Stoffes.

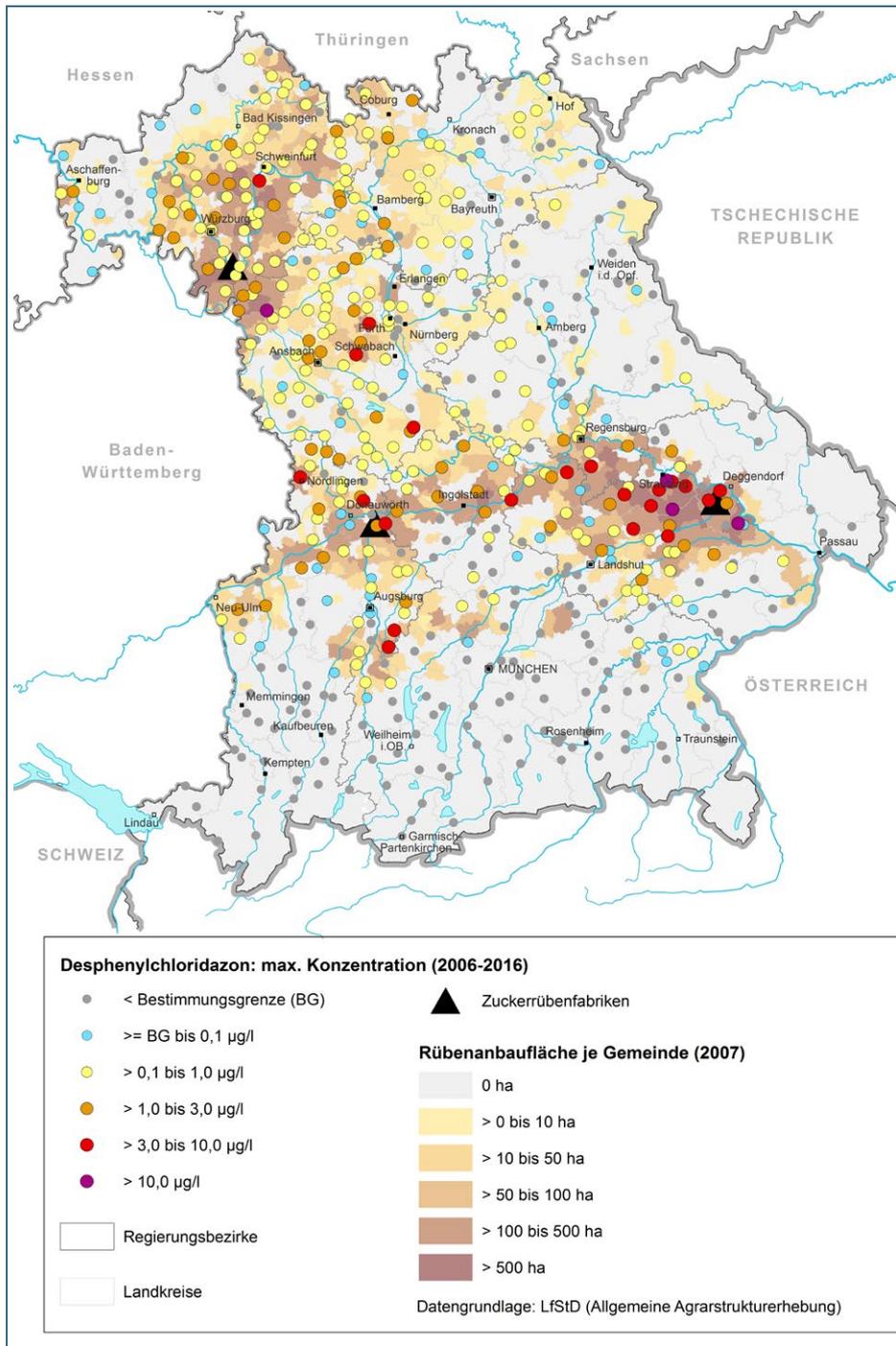


Abb. 53: Desphenylchloridazon-Konzentrationen im Grundwasser an den im Rahmen der behördlichen Überwachung untersuchten Messstellen des Landesmessnetzes Grundwasserbeschaffenheit (maximale Konzentration je Messstelle im Zeitraum 2006 bis 2016); Rübenanbaufläche je Gemeinde

Als Reaktion auf zahlreiche hohe Funde von Chloridazon-Metaboliten im Grundwasser ab 2006 haben mehrere Länder (u. a. Baden-Württemberg, Bayern und Nordrhein-Westfalen) mit den Zulassungsinhabern vereinbart, „aus Vorsorgegründen keine Chloridazon-haltigen Produkte mehr auf Rübenanbauflächen in sensiblen und für die Trinkwassergewinnung bedeutenden Gebieten anzuwenden“ (LTZ, 2014) und (ISIP, 2014).

Als Folge häufiger Nachweise mit hohen Konzentrationen für nicht relevante Metaboliten im Grundwasser hat das BVL im Jahr 2015 darüber hinaus die Möglichkeit geschaffen, einzelne Trinkwassergewinnungsgebiete von der Anwendung bestimmter zugelassener Pflanzenschutzmittel auszunehmen, wenn das Grundwasser in diesen Gebieten mit nicht relevanten Metaboliten von PSM-Wirkstoffen belastet ist. Die Wasserversorger haben die Möglichkeit, entsprechende Belastungen im Roh-

wasser an das BVL zu melden. Werden die relevanten Kriterien hinsichtlich Belastung und Fundhäufigkeit erfüllt, kann für die jeweiligen PSM-Wirkstoffe die Anwendungsbestimmung NG 301 „Keine Anwendung in Wasserschutzgebieten oder Einzugsgebieten von Trinkwassergewinnungsanlagen, die vom BVL im Bundesanzeiger veröffentlicht wurden“ erlassen werden. Bislang (Stand: Januar 2018) gilt die Anwendungsbestimmung für Chloridazon-haltige PSM in drei Trinkwassereinzugsgebieten in Nordrhein-Westfalen.

In Fließgewässern wird Chloridazon an rund einem Drittel der untersuchten Messstellen im Belastungsmessnetz und an drei Überblicksmessstellen über der Bestimmungsgrenze nachgewiesen. Die Umweltqualitätsnorm (JD-UQN: 0,1 µg/l) wird aber an allen Messstellen eingehalten. In Seen gibt es bisher keine Nachweise für Chloridazon.

Die Hauptabbauprodukte Desphenylchloridazon (Metabolit B) und Methyldesphenylchloridazon (Metabolit B1) wurden bisher an wenigen Messstellen und in geringer Frequenz untersucht. In der Regel lagen die Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze und erreichten Konzentrationen bis max. 5 µg/l für Desphenylchloridazon und max. 2 µg/l für Methyldesphenylchloridazon. Seit 2017 werden zur Abklärung der Befundsituation an allen „Standard“-Fließgewässer- und Seennesmessstellen die beiden Metaboliten im PSM-Messprogramm (PSM-A) berücksichtigt.

7.9 Glyphosat mit Metabolit AMPA

Glyphosat ist ein nicht-selektives Blattherbizid mit systemischer Wirkung, das über grüne Pflanzenteile aufgenommen wird. Es wirkt als Totalherbizid gegen einkeimblättrige (Gräser) und zweikeimblättrige höhere Pflanzen und wird im Acker-, Wein- und Obstbau, beim Anbau von Zierpflanzen, auf Wiesen, Weiden und Rasenflächen, im Forst sowie auf Nichtkulturlandflächen wie Gleisanlagen verwendet (LANUV, 2013). Auch zur Abreifebeschleunigung (Sikkation) wurde Glyphosat in großem Umfang eingesetzt, die Anwendung hierfür wurde jedoch eingeschränkt (BVL, 2014). Glyphosat wird in Deutschland in erheblichem Umfang (im Jahr 2012 ca. 6.000 Tonnen reine Wirkstoffmenge) in der Landwirtschaft, bei kommunalen Grünflächen und im Haus- und Kleingartenbereich eingesetzt.

Im Boden wird Glyphosat zu AMPA (Aminomethylphosphonsäure) abgebaut. In Freilandversuchen in Mitteleuropa erfolgte dies mit einer Halbwertszeit von fünf bis zwölf Tagen. AMPA ist als nicht relevanter Metabolit (nrM) eingestuft. Für AMPA wurde bisher kein gesundheitlicher Orientierungswert (GOW) abgeleitet. Der Abbau von Glyphosat im Boden erfolgt sowohl unter aeroben als auch anaeroben Bedingungen. Neben der hohen Mineralisierungsrate wird Glyphosat in der obersten Bodenzone durch Sorption schnell fixiert. Auch durch Simulationsrechnungen konnte die geringe Mobilität im Boden bestätigt werden, so dass weder für den Wirkstoff Glyphosat noch für den Metaboliten AMPA mit Einträgen über 0,1 µg/l in das Grundwasser zu rechnen ist.

Im Rahmen des staatlichen landesweiten Grundwassermonitorings finden seit 2007 Untersuchungen des Grundwassers auf Glyphosat statt. Im Zeitraum von 2007 bis 2016 wurden insgesamt 569 Messstellen auf Glyphosat und 561 Messstellen auf AMPA untersucht. Die vorliegenden Ergebnisse geben bisher keinen Hinweis auf eine Belastung des Grundwassers mit Glyphosat. Lediglich in einzelnen Grundwassermessstellen konnte Glyphosat in geringen Konzentrationen (< 0,1 µg/l) nachgewiesen werden. Somit ist auch keine Tendenz hinsichtlich der Belastungssituation mit Glyphosat zu erkennen. AMPA wurde bisher insgesamt nur an vier Messstellen, an zwei davon in Konzentrationen knapp über 0,1 µg/l, festgestellt. Vor dem Hintergrund, dass Glyphosat zu den am häufigsten eingesetzten PSM-Wirkstoffen zählt, wird die Überwachung des Grundwassers auf Glyphosat weiter fortgeführt.

Der Pflanzenschutzmittelwirkstoff Glyphosat wird an Fließgewässern bayernweit im Rahmen verschiedener Messprogramme untersucht. Dort gibt es häufiger Nachweise von Glyphosat (an kleineren

Fließgewässern bei ca. 60 % der Messstellen, für das PSM-Messnetz im Zeitraum 2014–2016 bei ca. 40–45 %). In Fließgewässern sorgt neben dem mikrobiellen Abbau auch die Adsorption an Sedimente und Schwebeteilchen sowie bei größeren Fließgewässern Verdünnungseffekte für einen Rückgang der Glyphosatkonzentration. Zur Herkunft von AMPA in Fließgewässern ist festzustellen, dass bestimmte Phosphonsäuren durch Hydrolyse zu AMPA abgebaut werden. Phosphonsäuren werden unter anderem in Wasch- und Reinigungsmitteln eingesetzt. Auffällig ist jedoch, dass AMPA ähnlich wie Glyphosat in den Wintermonaten in einigen Fließgewässern nicht bzw. nur in geringen Konzentrationen nachweisbar ist (exemplarisch siehe Abb. 30). Daher ist anzunehmen, dass dort die Hauptbelastungen an AMPA in Fließgewässern durch den Abbau von Glyphosat verursacht werden.

Die Spitzenkonzentrationen von Glyphosat und AMPA lagen in den letzten drei Jahren bei 3,8 µg/l bzw. 4,3 µg/l in den untersuchten kleineren Fließgewässern. Die Fundhäufigkeiten beider Stoffe über alle Proben des vorgenannten Zeitraums sind vergleichsweise hoch mit 42 % bzw. sogar 77 % (Tab. 9). Damit liegt Glyphosat von den derzeit zugelassenen PSM-Wirkstoffen sowie AMPA von den sämtlichen untersuchten PSM-Wirkstoffen und -Metaboliten an den bisher untersuchten kleineren Fließgewässern im Zeitraum 2014 bis 2016 hinsichtlich der Fundhäufigkeit im oberen Bereich.

In allen bisher nach den Vorgaben der WRRL untersuchten Seen lagen die Messwerte von Glyphosat unter der Bestimmungsgrenze, während für AMPA Werte bis zu 0,51 µg/l (Altmühlsee) ermittelt wurden. Allerdings ist der Altmühlsee ein sehr stark von seinen Zuläufen (Altmühl und Nesselbach) geprägter See, was die hohe Belastung mit AMPA vermutlich erklären kann. In der Altmühl wurde 2012 im Jahresmittel eine Konzentration von 2,39 µg/l, im Nesselbach von 0,17 µg/l nachgewiesen. Für die Belastung der Altmühl dürfte ein Kläranlagenablauf eine wichtige Rolle spielen.

Eine Umweltqualitätsnorm für Glyphosat wurde bisher nicht abgeleitet. Eine Arbeitsgruppe der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) hat im Mai 2015 eine PNEC (predicted no effect concentration) abgeleitet, die als Basiswert für die Ableitung einer UQN dienen kann. Für Glyphosat beträgt der Wert 28 µg/l. Ebenso wie beim Grundwasser wird die Entwicklung der Glyphosat/AMPA-Konzentrationen in Oberflächengewässern im Rahmen des landesweiten PSM-Monitorings weiterhin ermittelt werden.

7.10 Tolyfluanid mit Metabolit Dimethylsulfamid (DMSA)

Nach dem erstmaligen Nachweis von Desphenylchloridazon im Jahr 2006 wurde Anfang 2007 mit Dimethylsulfamid (DMSA) ein weiterer Metabolit bekannt und in erhöhten Konzentrationen im Grundwasser nachgewiesen. Dimethylsulfamid – ein Metabolit des Fungizids Tolyfluanid – ist kritisch zu bewerten, da es im Zuge einer Trinkwasseraufbereitung mittels Ozon zur Bildung des krebserregenden Nitrosamins N-Nitrosodimethylamin (NDMA) kommen kann. Infolgedessen erfolgte Ende 2008 der endgültige Widerruf der Wirkstoffzulassung für die Freilandanwendung und seit Ende 2010 für Anwendungen im Gewächshaus.

Obwohl die Fundhäufigkeit für DMSA im Grundwasser im Vergleich zu Desphenylchloridazon und anderen nrM deutlich geringer ausfällt, wurden für DMSA die zweithäufigsten GOW-Überschreitungen festgestellt. Insgesamt an acht Messstellen des Landesmessnetzes wurde DMSA bisher in Konzentrationen oberhalb des GOW von 1,0 µg/l im Grundwasser nachgewiesen (siehe Kapitel 5.1.1). Tolyfluanid wurde in der Vergangenheit vor allem im Wein-, Obst- und Gemüsebau eingesetzt. Die insgesamt geringere Fundhäufigkeit von DMSA ist auf die eher geringe Verbreitung dieser Kulturen in Bayern zurückzuführen. Abb. 54 zeigt die regionale Verteilung der DMSA-Konzentrationen. Wie aus der Karte hervorgeht, konzentrieren sich die Messstellen mit hohen DMSA-Konzentrationen vor allem in Regionen im südlichen Unterfranken sowie auf den Landkreis Deggendorf.

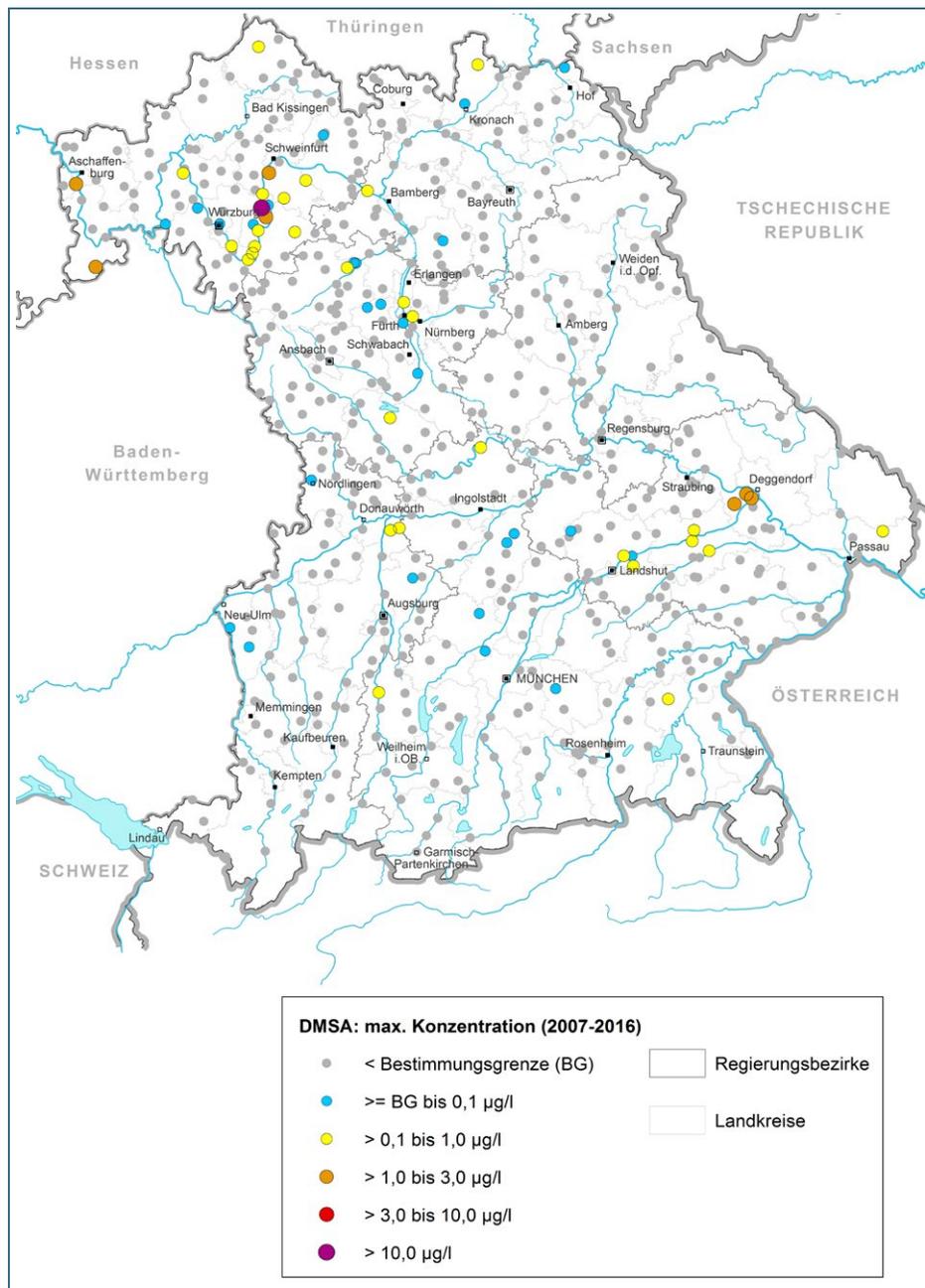


Abb. 54: DMSA-Konzentrationen im Grundwasser an den im Rahmen der behördlichen Überwachung untersuchten Messstellen des Landesmessnetzes Grundwasserbeschaffenheit (maximale Konzentration je Messstelle im Zeitraum 2007 bis 2016)

Der Wirkstoff Tolyfluanid wird seit 2014 in kleineren Fließgewässern und seit 2017 auch in Seen untersucht, allerdings bislang nicht nachgewiesen. Der Metabolit DMSA wurde in der Vergangenheit nur an drei ausgewählten Fließgewässern untersucht; die Nachweishäufigkeit ist jedoch gering. Seit 2014 gab es zwei Nachweise knapp über der Bestimmungsgrenze von 0,05 µg/l.

7.11 Dichlobenil mit Metabolit 2,6-Dichlorbenzamid

Dichlobenil wurde als Herbizid u. a. zur Ampferbekämpfung auf Grünlandflächen sowie im Obstbau und auf Nichtkulturlandflächen angewendet. Als wichtigstes Abbauprodukt im Boden entsteht 2,6-Dichlorbenzamid, welches entsprechend den Stoffeigenschaften als persistent und mobil einzustufen ist. Seit Einführung einer Analysenmethode für 2,6-Dichlorbenzamid (BAM) am damaligen LfW wurde der Dichlobenil-Metabolit relativ häufig im Grundwasser nachgewiesen. Belastungsschwerpunkt war insbesondere der südwestbayerische Raum, wo häufig Konzentrationen über dem Schwellenwert von

0,1 µg/l festgestellt wurden. 2,6-Dichlorbenzamid (BAM) war vor Inkrafttreten des "Guidance Document on the Assessment at the Relevance of Metabolites in Groundwater of Substances Regulated under Council Directive 91/414/EEC" der EU als relevant bewertet worden; die Zulassung für Dichlobenil wurde 2004 widerrufen. Nach Neubewertung anhand des vorgenannten Guidance Documents wurde BAM als nicht relevanter Metabolit bewertet, für den folglich Konzentrationen bis 10 µg/l vorübergehend hinnehmbar sind.

BAM wurde in den vergangenen Jahren an relativ vielen Messstellen in erhöhten Konzentrationen im Grundwasser nachgewiesen (siehe Tab. 3). Die meisten dieser Messstellen liegen im Südwesten Bayerns (Allgäu). Der für BAM festgelegte GOW in Höhe von 3,0 µg/l wurde bisher nicht überschritten. In Abb. 55 ist die Entwicklung der BAM-Konzentrationen im Grundwasser der Messstellen des Landesmessnetzes Grundwasserbeschaffenheit für die beiden Zeiträume 2001 bis 2006 und 2007 bis 2016 dargestellt. Für diese Auswertung wurden nur konsistente Messstellen, also nur Messstellen, die in jedem 2-Jahreszeitraum zumindest einmal auf BAM untersucht wurden, berücksichtigt. Aus Abb. 55 ist hinsichtlich der Nachweise für BAM insgesamt eine abnehmende Tendenz über die letzten 15 Jahre erkennbar. Dies ist wohl auf den Widerruf der Zulassung für Dichlobenil im Jahr 2004 zurückzuführen. Dennoch wurden auch in der jüngeren Vergangenheit noch Konzentrationen von größer 0,1 µg/l im Grundwasser gefunden. Da BAM auch als Abbauprodukt des aktuell zugelassenen Fungizids Fluopicolide (Einsatzgebiete: Wein, Kartoffel, Hopfen) gebildet werden kann, sollte der Metabolit auch weiter im PSM-Monitoring berücksichtigt werden.

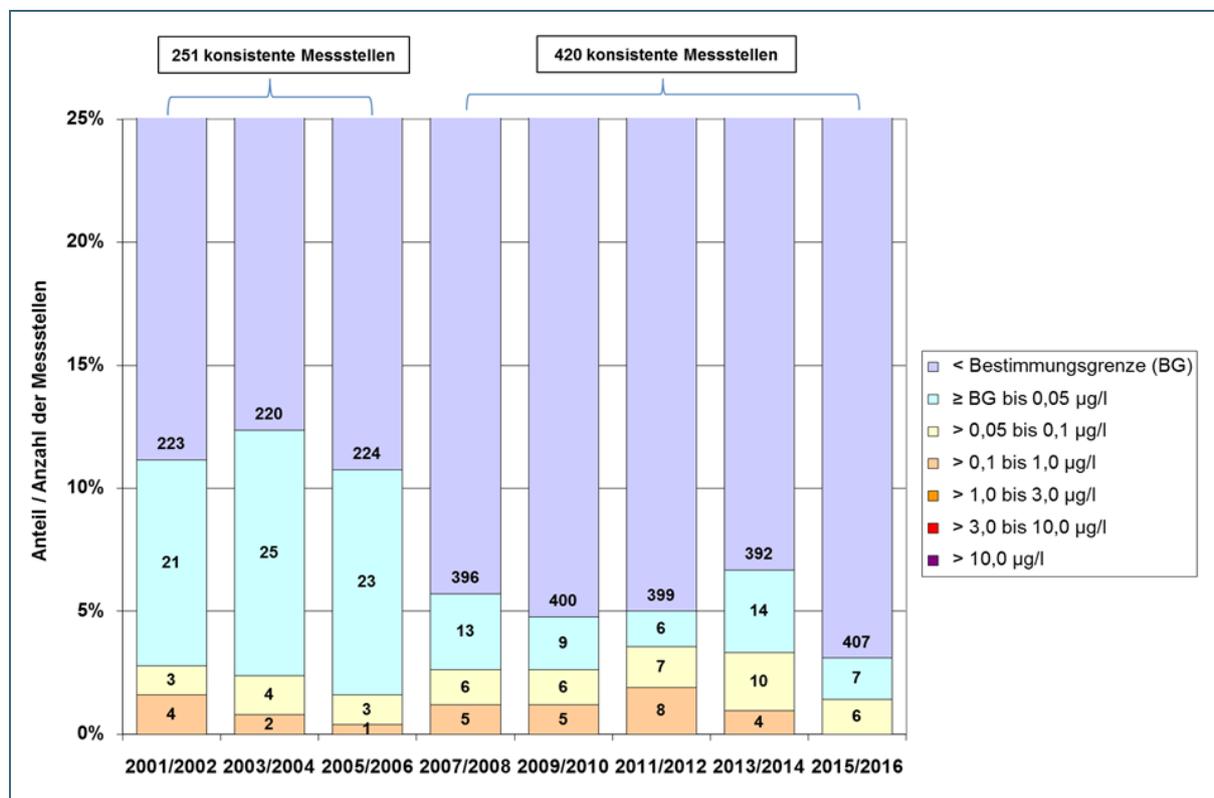


Abb. 55: 2,6-Dichlorbenzamid: Anteil der 251 bzw. 420 konsistenten Messstellen des Landesmessnetzes Grundwasserbeschaffenheit an den PSM-Belastungsklassen für die Jahre 2001 bis 2006 bzw. 2007 bis 2016 (2-Jahreszeiträume)

2,6-Dichlorbenzamid wird sowohl in Fließgewässern als auch in Seen untersucht. Die Nachweishäufigkeit in Fließgewässern ist gering und die höchsten Konzentrationen in den vergangenen Jahren lagen im Bereich der Bestimmungsgrenze von 0,02 bis maximal 0,05 µg/l. Für Seen gibt es bisher lediglich einen Nachweis mit einer Konzentration von 0,03 µg/l im Hopfensee.

7.12 Isoproturon

Isoproturon gehörte über einen längeren Zeitraum zu den am häufigsten abgesetzten und damit wohl auch eingesetzten Wirkstoffen in Deutschland. Trotz dieser Tatsache wurde der Wirkstoff im Gegensatz zu den Ergebnissen in Fließgewässern nur vereinzelt im Rahmen der behördlichen Überwachung im Grundwasser nachgewiesen. Seit 1989 wurde insgesamt bei 15 Grundwasserproben eine Überschreitung des Grenzwertes von 0,1 µg/l nachgewiesen. Ausschlaggebend für die vergleichsweise geringe Relevanz des Wirkstoffes für das Grundwasser könnte die Anwendungsbestimmung „Keine Anwendung auf den Bodenarten reiner Sand, schwach schluffiger Sand und schwach toniger Sand mit einem C_{org}-Gehalt kleiner als 1 %“ sein, die für Isoproturon-haltige PSM aufgrund der erhöhten Versickerungsneigung auf sorptionsschwachen Standorten galt.

In großen Fließgewässern konnte in den letzten ca. 20 Jahren eine abnehmende Belastung mit Isoproturon festgestellt werden (Abb. 24). Dennoch gehört der Wirkstoff hinsichtlich der Fundhäufigkeit sowohl in großen als auch in den kleineren Fließgewässern zu den wichtigsten PSM-Wirkstoffen (Tab. 8 und Tab. 9). Die UQN (JD-UQN: 0,3 µg/l bzw. ZHK-UQN: 1 µg/l) wurde im 2. Bewirtschaftungsplan an sechs Wasserkörpern und in den Jahren 2014 bis 2017 an zwei kleineren Fließgewässern überschritten. In den entsprechenden Flusswasserkörpern sind grundsätzlich Maßnahmen erforderlich. Die gemessene Maximalkonzentration lag im Untersuchungszeitraum des 2. Bewirtschaftungsplans bei 8 µg/l und in den letzten drei Jahren bei 1,2 µg/l.

Im Frühjahr 2005 wurden ungewöhnlich hohe Isoproturon-Belastungen in Fließgewässern beobachtet. Beispielsweise konnten in kleineren Fließgewässern bis 2 µg/l und bis 0,35 µg/l in großen Gewässern ermittelt werden. Die Vermutung, dass die erhöhten Isoproturon-Belastungen in Gewässern mit geänderten Abstandsauflagen (kein Mindestabstand mehr bei Anwendung von 2,5 l/ha Fenikan) in Zusammenhang stehen könnten, konnte nicht geklärt werden.

In den bisher untersuchten Seen wurden Messwerte oberhalb der Nachweisgrenze für Isoproturon nur im Altmühlsee (Jahresmittel 2012: 0,029 µg/l) und im Rothsee (2006 einmalig 0,04 µg/l) festgestellt. Die Werte in den Zuläufen des Altmühlsees sind dabei mit den Werten im See vergleichbar. Die Umweltqualitätsnorm wurde in allen Seen eingehalten.

Nachdem die Europäische Kommission 2016 entschieden hat, die Genehmigung für Isoproturon als Pflanzenschutzmittelwirkstoff nicht zu erneuern, hat das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit die Zulassungen von Pflanzenschutzmitteln mit diesen Wirkstoffen zum 30. September 2016 widerrufen. Nach dem Widerruf gilt eine Abverkaufsfrist für Lagerbestände bis zum 30. März 2017 und eine Aufbrauchfrist bis zum 30. September 2017. Der Erneuerung der Genehmigung wurde nicht zugestimmt, da nicht nachgewiesen werden konnte, dass die aktuellen Genehmigungskriterien erfüllt sind. Bei Isoproturon ergab die Bewertung unter anderem ein nicht akzeptables Risiko von Einträgen in das Grundwasser und ein hohes Belastungsrisiko für aquatische Organismen beim Eintrag in Oberflächengewässer.

7.13 Neonicotinoide und Pyrethroide

Neonicotinoide gehören zur Stoffklasse der Insektizide und werden hauptsächlich zur Beizung von Saatgut und als Spritzmittel in der Landwirtschaft eingesetzt. Hierzu zählen die Stoffe Acetamiprid, Clothianidin, Imidacloprid, Nitenpyram, Thiacloprid und Thiamethoxam. Aufgrund von Untersuchungen im Hinblick auf die toxische Wirkung der Neonicotinoide auf Honigbienen wurde die Anwendung von Clothianidin, Imidacloprid und Thiamethoxam befristet eingeschränkt (BVL, 2013). Zum Vorkommen und zur Bedeutung der Stoffgruppe der Neonicotinoide in der aquatischen Umwelt sind bislang nur relativ wenige Studien verfügbar.

Einige Untersuchungen an kleineren Fließgewässern zeigten, dass einige Vertreter der Neonicotinoide teilweise in hohen Konzentrationen auftreten können: Thiacloprid bei Einzelproben bis 13 µg/l und Imidacloprid bis 9,2 µg/l bei Überschreitung der ZHK-UQN (0,1 µg/l für Imidacloprid) und auch der JD-UQN (0,002 µg/l für Imidacloprid) mit einem Jahresmittel von 1,2 µg/l (Einzelproben; Fluss: Fuhse, (NLWKN, 2014)).

Im Rahmen des PSM-Monitorings in Bayern wurde bei Imidacloprid im Zeitraum 2014 bis 2016 die JD-UQN von 0,002 µg/l an einem der bislang untersuchten kleineren Fließgewässer überschritten. Einschränkung ist jedoch festzustellen, dass bislang routinemäßig eine analytische Bestimmungsgrenze von 0,02 µg/l angewandt wurde, die aber zur Überprüfung der JD-UQN nicht anwendbar war. Ab 2017 wird bei der Untersuchung der hochwirksamen Neonicotinoid-Wirkstoffe an Fließgewässern routinemäßig eine Bestimmungsgrenze von 0,001 µg/l angewendet, so dass die Einhaltung der entsprechenden JD-UQN mit ausreichender Sicherheit überprüft werden kann.

Aufgrund der relativ hohen Inlandsabsatzmengen in den letzten Jahren von Clothianidin, Thiacloprid, Imidacloprid und Thiamethoxam, sowie der vergleichsweise hohen Versickerungsneigung der Wirkstoffe und/oder der Abbauprodukte sollen die vorgenannten Neonicotinoide nicht nur verstärkt und flächendeckend in Oberflächengewässern, sondern zukünftig auch in Grundwasseruntersuchungen berücksichtigt werden.

Pyrethroide sind synthetische Insektizide, die den Hauptwirkstoffen des natürlichen Insektizids Pyrethrum ähneln. Hierzu zählen u. a. die in Deutschland aktuell zugelassenen Wirkstoffe (alpha- und zeta-)Cypermethrin, beta-Cyfluthrin, lambda-Cyhalothrin sowie Deltamethrin und Esfenvalerat. Pyrethroide gehören zu den für aquatische Organismen toxischsten Insektiziden. Das Vorkommen von Pyrethroiden wird häufig für das Fehlen von Invertebraten verantwortlich gemacht, wie z. B. Bachflohkrebsen in Fließgewässern (Fässler et al., 2013). Aufgrund der hohen toxischen Wirkung bereits in sehr geringen Konzentrationen resultieren sehr geringe UQN für Cypermethrin (ZHK-UQN: 0,0006 µg/l, JD-UQN: 0,00008 µg/l) und damit die Notwendigkeit sehr empfindlicher analytischer Nachweismethoden. Für die weiteren, vorgenannten Pyrethroide sind bislang keine UQN verfügbar und sollten aufgrund der Bedeutung für die aquatische Umwelt dringend abgeleitet werden.

Die für Bayern bislang vorliegenden Daten zeigen, dass die Stoffe nur in einzelnen kleineren Fließgewässern nachgewiesen werden konnten. Für eine repräsentative Beschreibung der aktuellen Belastungssituation sind jedoch noch Untersuchungen in erheblich größerem Ausmaß notwendig. Seit 2017 werden im bayerischen PSM-Monitoring die wichtigsten Insektizide an sämtlichen Messstellen des Überblicks- und Belastungsmessnetzes mit sehr geringen Bestimmungsgrenzen ermittelt (siehe Anlage Tab. 23).

Ergebnisse zu Untersuchungen auf Insektizide und Fungizide an Fließgewässern in der Schweiz weisen darauf hin, dass aufgrund der Relevanz dieser Stoffgruppen eine Aufnahme dieser PSM in Routineprogramme erfolgen sollte, um das Risiko für Gewässerorganismen repräsentativer erfassen zu können (Aqua & Gas Nr. 4, 2015). Mittels einer extrem empfindlichen Probenahme- und Analysenmethodik wurden z. T. Nachweisgrenzen weit unter 1 ng/l erreicht. Zu den Top-10-Insektiziden der Studie zählen u. a. Chlorpyrifos-methyl, Cypermethrin, lambda-Cyhalothrin, Thiamethoxam und Thiacloprid. Dabei lag die höchste Konzentration bei 0,065 µg/l (für Thiacloprid) und es wurden in mehreren Proben Überschreitungen von sogenannten effektbasierten, chronischen Qualitätskriterien (CQK) nachgewiesen. Gemäß den Autoren der vorgenannten Studie ist zu erwarten, dass die Konzentrationen in kleinen Gewässern deutlich höher sind und dadurch akute Effekte auf Gewässerorganismen nicht ausgeschlossen werden können (Aqua & Gas Nr. 4, 2015). Kleine Gewässer machen einen Großteil der Fließstrecke aus: für die Schweiz rund 75 % (Aqua & Gas Nr. 4, 2017a), für Deutschland rund 80 % (UBA 89, 2017). Für viele kleine Fließgewässer sind die Einträge aus landwirtschaftlichen Flä-

chen die Hauptbelastungsquelle, da Kläranlageneinleitungen meist an mittleren bis großen Gewässern liegen. Somit kann an diesen Gewässern üblicherweise ein Siedlungseinfluss vernachlässigt werden. Im Rahmen einer Studie an fünf Messstellen ausgewählter kleiner Schweizer Fließgewässer in durch unterschiedliche Hauptanbaukulturen geprägten Agrarlandschaften wurden u. a. bei Chlorpyrifos und Thiaclopid Überschreitungen der CQK an drei Messstellen nachgewiesen (Aqua & Gas Nr. 4, 2017a), (Aqua & Gas Nr. 4, 2017b). Insgesamt kommen die Autoren der Studie zu der Schlussfolgerung, dass Bäche in landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebieten stark mit PSM belastet sein können und in diesen Gebieten von einer Beeinträchtigung empfindlicher Gewässerorganismen auszugehen ist.

7.14 Weitere auffällige PSM

Aufgrund von Überschreitungen der UQN und/oder der Fundhäufigkeiten (willkürliches Kriterium: größer 10 % aller Messungen) in den Jahren 2014 bis 2016 insbesondere an Fließgewässer-Messstellen des PSM-Belastungsmessnetzes sind auch die folgenden PSM-Wirkstoffe als „auffällig“ zu bezeichnen: Diflufenican, Flufenacet, Nicosulfuron, Tebuconazol, Terbutryn, MCPA und Quinmerac.

Diflufenican wird als Bodenherbizid insbesondere im Herbst bei Wintergetreide im Voraufbau und frühen Nachaufbau eingesetzt. Als zwar vergleichsweise persistenter, jedoch nur schwach mobiler Stoff weist er ein relativ geringes Auslaugungspotenzial auf. Im Rahmen der behördlichen Überwachung wurde das Grundwasser bisher nicht routinemäßig auf Diflufenican untersucht. Untersuchungen an wenigen einzelnen Messstellen des Landesmessnetzes erbrachten bisher keine nennenswerten Befunde. Dies ist wohl auf die vorgenannten Stoffeigenschaften zurückzuführen. Demgegenüber weist der Wirkstoff eine sehr hohe Fundhäufigkeit über alle untersuchten Proben im Zeitraum 2014 bis 2016 sowohl in kleineren Fließgewässern mit 36 % als auch an den großen Fließgewässern des Überblicksmessnetzes mit 28 % auf. Die gemessenen Konzentrationen liegen allerdings im Vergleich zu den anderen nachgewiesenen Wirkstoffen bei sehr niedrigen Werten. Bei den kleineren Fließgewässern liegt die Maximalkonzentration bei 0,077 µg/l und bei den großen Fließgewässern nur bei 0,009 µg/l. Da die JD-UQN aber bei nur 0,009 µg/l liegt, muss zur Überprüfung der Einhaltung eine vergleichsweise empfindliche Analyseverfahren mit niedriger Bestimmungsgrenze angewendet werden. In den letzten drei Jahren wurde die JD-UQN von Diflufenican an zwei der bisher untersuchten kleineren Fließgewässer überschritten.

Nicosulfuron wird als Herbizid insbesondere im Maisanbau, Flufenacet als Bodenherbizid vorwiegend im Acker- und Gemüsebau angewendet. Hinsichtlich der Situation im Grundwasser gilt für beide Wirkstoffe das Gleiche wie für Diflufenican: Die bisher durchgeführten Untersuchungen an wenigen einzelnen Messstellen haben bisher zu keinen relevanten Befunden im Grundwasser geführt. Auch in den Fließgewässeruntersuchungen ist die Fundhäufigkeit mit jeweils rund 7 % nicht besonders hoch, wobei maximale Konzentrationen von 0,48 µg/l (Flufenacet) bzw. 0,54 µg/l (Nicosulfuron) auftraten. Für beide PSM wurden im Zeitraum 2014 bis 2016 jedoch in den bisher untersuchten kleineren Fließgewässern mehrfach Überschreitungen der jeweiligen JD-UQN von 0,04 µg/l für Flufenacet bzw. 0,009 µg/l für Nicosulfuron festgestellt (Tab. 11).

Tebuconazol, Terbutryn, MCPA und Quinmerac wurden in den vergangenen drei Jahren beim PSM-Monitoring an den kleineren Fließgewässern mit Fundhäufigkeiten über 10 % nachgewiesen und werden somit entsprechend den o. g. gewählten Kriterien als „auffällige“ Wirkstoffe bezeichnet. Während für MCPA und Terbutryn in den letzten drei Jahren an den bislang untersuchten kleineren Fließgewässern keine Überschreitungen der JD-UQN festgestellt wurden, konnte dies für die PSM-Wirkstoffe Tebuconazol und Quinmerac mangels entsprechender UQN-Werte bisher nicht überprüft werden.

8 Zustandsbewertung und Maßnahmenplanung nach EG-WRRL

Die Europäische Gemeinschaft hat mit der seit Dezember 2000 gültigen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000) in allen Mitgliedsstaaten der EU einheitlich geltende Umweltziele für den Schutz des Grundwassers und der Oberflächengewässer aufgestellt. Sie hat damit eine rechtliche Basis dafür geschaffen, wie das Wasser auf hohem Niveau zu schützen ist. Die Wasserrahmenrichtlinie verfolgt einen umfassenden, integrativen und länderübergreifenden Ansatz der Bewirtschaftungsplanung in Flussgebieten, der den nachhaltigen Ressourcenschutz und den Erhalt der ökologischen Funktionsfähigkeit der Gewässer in den Mittelpunkt stellt. Als Hauptziel wird angestrebt, dass Flüsse, Seen, Küstengewässer und Grundwasser nach Möglichkeit bis 2015 – spätestens bis 2027 – den guten Zustand erreichen. Ein bereits erreichter (sehr) guter Zustand ist zu erhalten. Als Referenz gilt die natürliche Vielfalt an Pflanzen und Tieren in den Gewässern, ihre unverfälschte Gestalt und Wasserführung sowie die natürliche Qualität des Oberflächen- und Grundwassers.¹⁰ Die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) hatte hierzu Arbeitshilfen auf der Grundlage von CIS-Guidance Dokumenten der EU erstellt, mit dem Ziel, die Vorgehensweise von der Zustandsbeschreibung über die Defizitanalyse bis hin zur Aufstellung von Bewirtschaftungsplänen zu vereinheitlichen.

8.1 Grundwasser

(LfU mit Beitrag der LfL)

Grundwasser soll entsprechend den Vorgaben der WRRL einen guten chemischen und mengenmäßigen Zustand aufweisen oder wieder in einen guten Zustand gebracht werden. Mit der Einführung der EG-WRRL und der Grundwasserrichtlinie (2006/118/EG) wurden Kriterien für den guten chemischen und mengenmäßigen Zustand des Grundwassers festgelegt und in der Grundwasserverordnung (GrwV, 2010) in nationales Recht umgesetzt. Für Grundwasser gelten demnach die Schwellenwerte für Pflanzenschutzmittel von 0,1 µg/l für den Einzelwirkstoff/relevanten Metaboliten bzw. von 0,5 µg/l für die Summe aller PSM-Wirkstoffe/relevanten Metaboliten.

Im Rahmen der Umsetzung der EG-WRRL war im Jahr 2004 erstmals eine sogenannte Bestandsaufnahme durchzuführen. Kernaufgabe der Bestandsaufnahme ist es, die Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten auf das Grundwasser zu überprüfen. Mittels einer Risikoanalyse ist dabei einzuschätzen, ob die Grundwasserkörper die Ziele der Wasserrahmenrichtlinie bis zu einem bestimmten Zeitpunkt erreichen oder nicht. In diesem Zusammenhang werden auch Pflanzenschutzmittel näher betrachtet, da diese aufgrund ihres diffusen Eintrags, im Wesentlichen über landwirtschaftliche Nutzflächen, eine potentielle Gefahr für das Grundwasser darstellen können. Im Jahr 2013 erfolgte eine Aktualisierung der Bestandsaufnahme mit einer neuen Risikoanalyse. Dabei wurde abgeschätzt, ob ein Risiko besteht, dass bestimmte Grundwasserkörper ohne Durchführung weiterer Maßnahmen zur Verminderung der Stoffeinträge das Ziel „guter Zustand“ bis zum Jahr 2021 verfehlen. Aufgrund von Belastungen durch Pflanzenschutzmittel wurden im Jahr 2013 insgesamt 26 Grundwasserkörper in die Kategorie „Zielerreichung unwahrscheinlich“ eingestuft. Dies entspricht einem Flächenanteil Bayerns von 14 %. Die Ergebnisse der Bestandsaufnahme stellen eine wichtige Grundlage der Bewirtschaftungsplanung dar. Daher werden die Ergebnisse aus der Überprüfung und Aktualisierung der Bestandsaufnahme auch in den Bewirtschaftungsplänen für die jeweils nachfolgende Bewirtschaftungsperiode zusammengefasst dargestellt.

¹⁰ www.lfu.bayern.de/wasser/wrri

Neben der Bestandsaufnahme ist die Beurteilung des Zustands der Grundwasserkörper die wichtigste Grundlage der Bewirtschaftungsplanung. Im Gegensatz zur Risikoanalyse (Bestandsaufnahme), die den Blick in die Zukunft richtet, wird im Rahmen der Zustandsbeurteilung der aktuelle Zustand der Grundwasserkörper ermittelt. Die Beurteilung des chemischen Zustands basiert auf den Ergebnissen der überblicksweisen und operativen Überwachung und berücksichtigt die Anforderungen der EG-Grundwasserrichtlinie (RL 2006/118/EG vom 12.12.2006) und der Grundwasserverordnung (GrwV vom 09.11.2010). Sie erfolgt grundsätzlich für die Parameter, für die in der Grundwasserverordnung Schwellenwerte festgelegt sind (GrwV Anlage 2). Aus der Überwachung des Grundwassers hat sich ergeben, dass in Bayern neben Nitrat auch Pflanzenschutzmittel im Hinblick auf den Zustand als relevant anzusehen sind. Die erste Beurteilung des Zustands der Grundwasserkörper erfolgte im Jahr 2009 im Rahmen des ersten Bewirtschaftungsplans (2010–2015). Die aktuelle Zustandsbeurteilung stammt aus dem Jahr 2015 und ist Grundlage für den zweiten Bewirtschaftungsplan (2016–2021). Demnach sind derzeit insgesamt 34 Grundwasserkörper aufgrund entsprechender PSM-Befunde im schlechten chemischen Zustand. Dies entspricht einem Flächenanteil Bayerns von ca. 18 %. Die meisten GWK werden dabei aufgrund von Befunden für Wirkstoffe bzw. Metaboliten, die nicht mehr Bestandteil von zugelassenen Pflanzenschutzmitteln sind – insbesondere Atrazin und dessen Abbauprodukt Desethylatrazin – in den schlechten Zustand eingestuft. In einigen Fällen sind allerdings auch Befunde für Wirkstoffe bzw. Metaboliten aus derzeit zugelassenen PSM für die Einstufung „schlechter Zustand“ verantwortlich.¹¹

Um die Ziele der WRRL in den betroffenen Grundwasserkörpern zu erreichen, ist ein entsprechendes Maßnahmenprogramm aufzustellen. Sowohl für GWK, die gemäß Risikoanalyse mit „Zielerreichung unwahrscheinlich“ eingestuft wurden als auch für GWK, die gemäß Zustandsbewertung im schlechten Zustand sind, sind also Maßnahmen zu planen, die zur Erreichung des Ziels „guter Zustand“ beitragen. Die aufgrund der PSM-Belastung ausgewiesenen Maßnahmenggebiete sind in Abb. 56 dargestellt.

¹¹ www.lfu.bayern.de/wasser/wrri/bewirtschaftungsplaene_1621

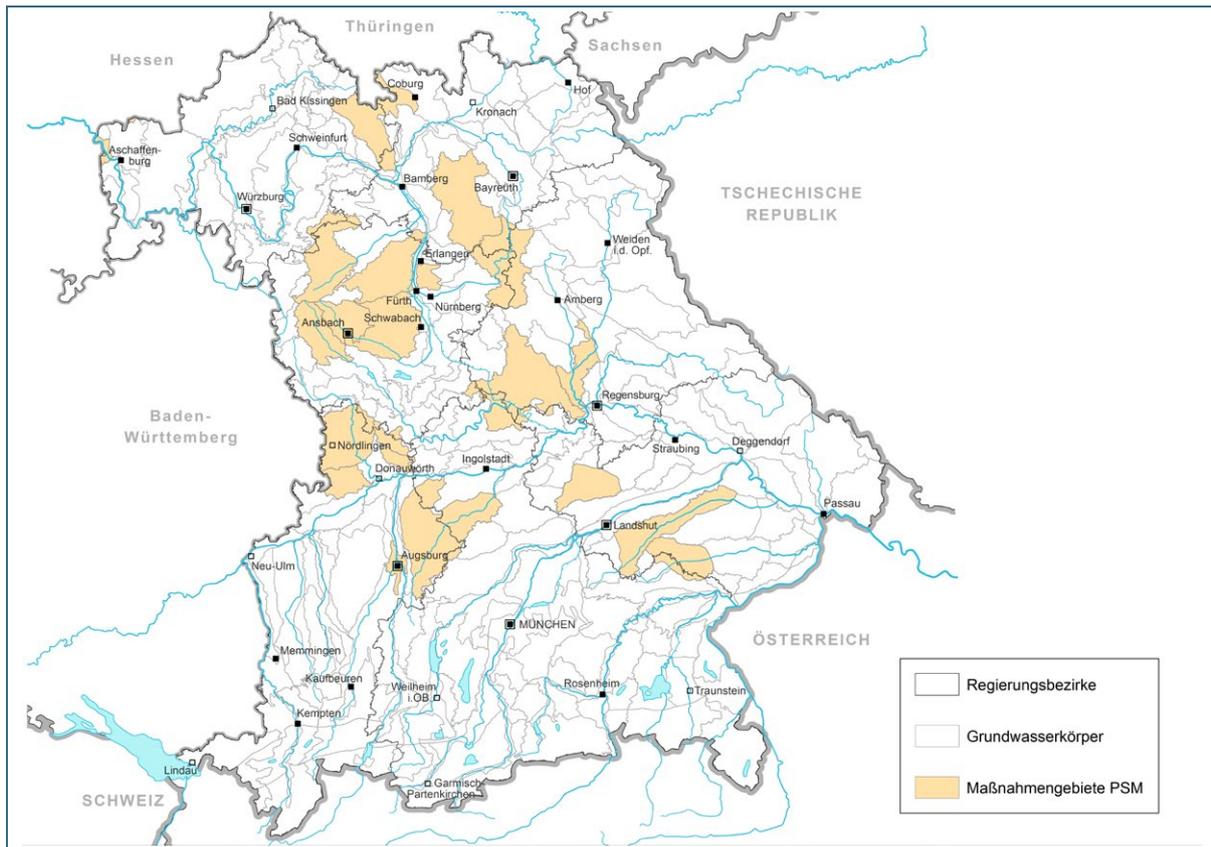


Abb. 56: Maßnahmensgebiete PSM (Stand: 22.12.2015)

Da Maßnahmen nur im Hinblick auf die Anwendung von Wirkstoffen, die derzeit Bestandteil von zugelassenen PSM sind, erforderlich sind, umfasst die Gebietskulisse der Maßnahmensgebiete nur die 22 GWK, in denen zusätzlich zur Einstufung „Zielerreichung unwahrscheinlich“ bzw. „schlechter Zustand“ zugelassene PSM in Konzentrationen von oberhalb 0,075 µg/l (Risikoanalyse) bzw. 0,1 µg/l (Zustand) im Grundwasser nachgewiesen wurden. Für Maßnahmen, die sich auf diffuse Einträge aus der Landwirtschaft beziehen, wurden durch die Fachzentren für Agrarökologie an den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AELF) in Abstimmung mit der Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) Maßnahmen zur gewässerschonenden Landbewirtschaftung ausgewählt sowie von der LfL ein standort- und wirkstoffspezifisches Risikomanagement entwickelt (siehe nachfolgende Ausführungen).

Standort- und wirkstoffspezifisches Risikomanagement

(Beitrag der LfL)

Die Belastung von Grundwasserkörpern mit aktuell zugelassenen Pflanzenschutzmitteln steht im faktischen Widerspruch zu den Zielen des Zulassungsverfahrens, das diese Art der Umweltbelastung mit hoher Sicherheit vermeiden soll. Die derzeitige Belastungssituation mit, in Einzelfällen, positiven Befunden bei zugelassenen Pflanzenschutzmitteln zeigt die Crux des großflächigen Einsatzes chemischer Pflanzenschutzmittel in der Landwirtschaft. Im Zusammenspiel zwischen Anwendungsintensität, spezifischen chemisch-physikalischen Stoffeigenschaften und ungünstigen Standortbedingungen (z. B. Witterung, Bodenverhältnisse, hydrologische Bedingungen) kann eine Kontamination des Grundwassers nicht vollkommen ausgeschlossen werden.

An diese Gegebenheiten knüpft ein von der Landesanstalt für Landwirtschaft entwickeltes und mit dem Landesamt für Umwelt abgestimmtes Risikomanagement an. Für auffällige Wirkstoffe und sensible Standortbedingungen wird auf einen freiwilligen Anwendungsverzicht in der Anbaupraxis gesetzt

(Abb. 57). Hierdurch soll die Anwendungshäufigkeit von kritischen Wirkstoffen speziell auf gefährdeten Standorten so weit wie möglich reduziert werden, um die Wahrscheinlichkeit von Versickerung und Belastung von Grundwasserkörpern weitestgehend zu minimieren. Neben einem Sanierungsansatz für belastete Grundwasserkörper beinhaltet dieses Risikomanagement auch einen Vorsorgeansatz für potenzielle Risikogebiete.

Wirkstoff	standortspezifisches Risikomanagement	
	Sensible Standorte	Normale Standorte
	<ul style="list-style-type: none"> - Wasserschutz- und -einzugsgebiete - Jura Karst Region - sorptionsschwache Böden - flachgründige Böden - belastete Grundwasserkörper 	
Bentazon	verzichten	
Chloridazon	verzichten	
Terbuthylazin	verzichten	Anwendung
Chlortoluron	verzichten	(Häufigkeit und Aufwandmenge)
Metazachlor	verzichten	möglichst reduzieren
S-Metolachlor	verzichten	

Abb. 57: Standort- und wirkstoffspezifisches Risikomanagement zum Schutz von Grundwasser gegenüber der Belastung mit Pflanzenschutzmitteln; LfL 2017

Mit den Wirkstoffen Terbuthylazin, Metazachlor und S-Metholachlor bezieht sich das Risikomanagement allerdings auch auf Kernwirkstoffe in wichtigen Ackerbaukulturen, die nicht problemlos substituiert werden können. Insbesondere im Mais- und Rapsanbau wird bei einem Einsatzverzicht dieser Herbizide die Effizienz der Unkrautbekämpfung beeinträchtigt und die Behandlungskosten werden erhöht. Damit wird auch die generelle Problematik von Wirkstoffverlusten, egal ob durch Nicht-Zulassung oder freiwilligen Anwendungsverzicht deutlich: Die Behandlungsmaßnahmen konzentrieren sich auf ein verringertes Wirkungsspektrum, was zur Verursachung von Umweltbelastungen mit anderen, bisher nicht auffälligen Wirkstoffen und einer verstärkten Resistenzentwicklung bei Schadorganismen aufgrund einer einseitigeren Einsatzsituation führen kann.

Trotz dieser pflanzenschutztechnischen Schwierigkeiten hat die Landwirtschaftsverwaltung die Beratung für einen umweltverträglichen Pflanzenschutzmitteleinsatz intensiviert. Speziell hierfür zuständige „Wasserberater“ informieren Landwirte über die Gewässerbelastung und beraten sie für die Umsetzung von Risikominderungsmaßnahmen im Bereich der Anbauverfahren, der Anwendung von Schutzmaßnahmen (z. B. Anlage von Gewässerrandstreifen) und der Umsetzung von gewässerschonenden Pflanzenschutzmittelstrategien. Im Sinne der gemeinwohlorientierten Beratung ist der Umwelt- und Gewässerschutz eine Schwerpunktaufgabe der gesamten Landwirtschaftsverwaltung.

8.2 Oberflächengewässer

Mit der Umsetzung der EG-WRRL wird der Gewässerzustand in Europa vorrangig nach ökologischen Qualitätskomponenten und verschiedenen in der Richtlinie 2008/105/EG (RiLi 2008/105/EG) festgelegten chemischen Parametern bewertet. Ergänzend dazu fließen auch weitere allgemeine physikalisch-chemische Parameter und die sogenannten flussgebietsspezifischen Schadstoffe in den Bewertungsprozess mit ein. Mit der Überführung dieser Vorgaben in nationales Recht hat Deutschland die

Oberflächengewässerverordnung (OGewV, 2011) im Jahr 2011 in Kraft gesetzt. In Anlage 7 dieser Verordnung sind die prioritären Stoffe zur Bewertung des chemischen Zustands aufgelistet und in Anlage 5 die flussgebietspezifischen Stoffe, die zur Bewertung des ökologischen Zustands berücksichtigt werden. Die Bewertung erfolgt anhand von Jahresdurchschnittswerten (JD-UQN) und maximal zulässigen Höchstkonzentrationen (ZHK-UQN). Werden die Qualitätsnormen für flussgebietspezifische Stoffe überschritten, kann maximal der mäßige ökologische Zustand erreicht werden. Werden die Qualitätsnormen für prioritäre Stoffe überschritten, ist der chemische Zustand des Oberflächenwasserkörpers im chemischen Zustand „nicht gut“.

In Tab. 16 und Tab. 17 sind die Flusswasserkörper aufgelistet, für die im 2. Bewirtschaftungsplan eine Überschreitung der Umweltqualitätsnorm mit Pflanzenschutzmitteln ermittelt wurde. An sechs Flusswasserkörpern (FWK) wird die Umweltqualitätsnorm für das Pflanzenschutzmittel Isoproturon überschritten und erzielt damit den „nicht guten“ chemischen Zustand. Da Isoproturon seit 2017 nicht mehr zugelassen ist, erübrigen sich jedoch weitere Maßnahmen zur Eintragsverringerung des Stoffs in die Gewässer.

Tab. 16: UQN-Überschreitungen prioritärer Stoffe

FWK	FWK Langname	Stoff	Stoffgruppe	Art der Belastung
1_F173	Schutter von Brücke westlich Sächentfarmühle bis Mündung	Isoproturon	Pflanzenschutzmittel (Herbizid)	Landwirtschaft diffus
1_F426	Strogen mit Hammerbach und Hochbach	Isoproturon	Pflanzenschutzmittel (Herbizid)	Landwirtschaft diffus
2_F107	Sulzbach; Griesgraben; Nerde; Krebsbach; Füllbach; Wohlbach; Hummerbach	Isoproturon	Pflanzenschutzmittel (Herbizid)	Landwirtschaft diffus
2_F129	Wollenbach, Steinach (Landkreis Schweinfurt), Wässernach	Isoproturon	Pflanzenschutzmittel (Herbizid)	Landwirtschaft diffus
2_F132	Nebengewässer der Wern zwischen Landkreisgrenze Schweinfurt/Main-Spessart und Mündung in den Main	Isoproturon	Pflanzenschutzmittel (Herbizid)	Landwirtschaft diffus
2_F144	Wern von Landkreisgrenze Schweinfurt/Main-Spessart bis Mündung in den Main	Isoproturon	Pflanzenschutzmittel (Herbizid)	Landwirtschaft diffus

Tab. 17: UQN-Überschreitungen flussgebietspezifischer Stoffe

FWK	FWK Langname	Stoff	Stoffgruppe	Art der Belastung
1_F104	Mauch, Arenbach, Goldbach und Steinbach von der Landesgrenze BY/BW bis Mündung in die Eger; Goldbachgraben; Großelfinger Bach	Metolachlor, Mecoprop, Dichlorprop	Pflanzenschutzmittel (Herbizid)	Landwirtschaft diffus
1_F173	Schutter von Brücke westlich Sächentfarmühle bis Mündung	Diflufenican	Pflanzenschutzmittel (Herbizid)	Landwirtschaft diffus
1_F212	Abens von Landkreisgrenze Kehlheim bis Mündung in die Donau	Metolachlor	Pflanzenschutzmittel (Herbizid)	Landwirtschaft diffus
1_F228	Altmühl von Einmündung Wieseth bis Einmündung Hungerbach	Bentazon	Pflanzenschutzmittel (Herbizid)	Landwirtschaft diffus
1_F353	Pfatter von Einmündung Wolkeringer Mühlbach	MCPA	Pflanzenschutzmittel (Herbizid)	Landwirtschaft diffus
1_F368	Große Laber bis Rottenburg, Lauterbach (zur Großen Laber), Talbach und Siegersbach	Bentazon	Pflanzenschutzmittel (Herbizid)	Landwirtschaft diffus
1_F369	Große Laber von Einmündung Lauterbach bis Mündung in die Donau	Metolachlor	Pflanzenschutzmittel (Herbizid)	Landwirtschaft diffus
1_F371	Kleine Laber bis Einmündung Altensdorfer Bach; Zuflüsse der Kleinen Laber	MCPA, Diflufenican	Pflanzenschutzmittel (Herbizid)	Landwirtschaft diffus
1_F426	Strogen mit Hammerbach und Hochbach	Dichlorprop, Bentazon	Pflanzenschutzmittel (Herbizid)	Landwirtschaft diffus
1_F435	Linksseitige Zuflüsse der Isar von Landshut bis Niederaichbach	Diflufenican	Pflanzenschutzmittel (Herbizid)	Landwirtschaft diffus
1_F484	Herzogbach und weitere	Chloridazon, Metolachlor,	Pflanzenschutzmittel (Herbizid)	Landwirtschaft diffus

FWK	FWK Langname	Stoff	Stoffgruppe	Art der Belastung
		Bentazon, MCPA		
1_F489	Vils von Pöcking bis Mündung in die Donau; Vilskanal bei Pörndorf	Metolachlor	Pflanzenschutzmittel (Herbizid)	Landwirtschaft diffus
1_F510	Rott, unterhalb Rottauensee	Metolachlor	Pflanzenschutzmittel (Herbizid)	Landwirtschaft diffus
1_F514	Bina	Metolachlor	Pflanzenschutzmittel (Herbizid)	Landwirtschaft diffus
2_F017	Fränkische Rezat von oberhalb Ansbach bis Zusammenfluss mit Schwäbischer Rezat	Diflufenican	Pflanzenschutzmittel (Herbizid)	Landwirtschaft diffus
2_F107	Sulzbach; Griesgraben; Nerde; Krebsbach; Füllbach; Wohlbach; Hummerbach	MCPA, Bentazon, Diflufenican	Pflanzenschutzmittel (Herbizid)	Landwirtschaft diffus
2_F144	Wern von Landkreisgrenze Schweinfurt/Main-Spessart bis Mündung in den Main	Diflufenican	Pflanzenschutzmittel (Herbizid)	Landwirtschaft diffus

An den bisher untersuchten Seen sind keine Überschreitungen bei prioritären und flussgebietspezifischen Schadstoffen ermittelt worden.

Sowohl bei flussgebietspezifischen als auch prioritären Stoffen sind bei Überschreitung der UQN ergänzende Maßnahmen zu planen, wenn der entsprechende Stoff nicht bereits verboten ist. Für die flussgebietspezifischen Stoffe sind im Bereich PSM in Abstimmung mit der Landwirtschaftsverwaltung im 2. Bewirtschaftungsplan einheitlich konzeptionelle Maßnahmen wie vertiefende Untersuchungen und Kontrollen bzw. Beratung geplant worden.¹² Es ist eine erweiterte und kleinräumige Ursachenbetrachtung der Belastung notwendig, um fallbezogene und substanzspezifische Maßnahmen festlegen zu können. Im Bereich der Landwirtschaft kommen hierfür vorbeugende produktionstechnische Maßnahmen zur Risikominimierung der Gewässerbelastung wie die Anwendung von Mulch- und Direktsaatsystemen als Produktionsverfahren für die Wasserrückhaltung auf der Ackerfläche und die Anlage von Puffer- und Gewässerschutzstreifen zur Vermeidung des Eintrags in Oberflächengewässer in Frage.

Sollte die Belastung bis zum nächsten Bewirtschaftungsplan nicht verringert werden können, sind ggf. weitere Maßnahmen erforderlich.

Im Rahmen der Neufassung der OGewV im Jahr 2016 wurden die Grenzwertlisten überarbeitet, wobei u. a. einige weitere, derzeit zugelassene PSM-Wirkstoffe aufgenommen wurden (OGewV, 2016).

¹² www.lfu.bayern.de/wasser/wrri/bewirtschaftungsplaene_1621

9 Bilanz und Ausblick

9.1 Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse

In den letzten rund 30 Jahren ist es über den gesamten Zeitraum und alle Wirkstoffe betrachtet zu einer Verminderung der Belastung mit PSM-Wirkstoffen und relevanten Metaboliten gekommen. Dies ist u. a. auf das Verbot des Herbizids Atrazin im Jahr 1991 zurückzuführen. Analog sollte auch künftig aus wasserwirtschaftlicher Sicht die Anwendung von Wirkstoffen, die wiederholt in Konzentrationen über 0,1 µg/l (gilt auch für deren relevante Metaboliten) im Grundwasser und über der Umweltqualitätsnorm in Oberflächengewässern gefunden werden, wesentlich eingeschränkt oder sogar verboten werden. Allerdings ist festzustellen, dass die in der Vergangenheit gemessenen hohen Belastungen mit Atrazin im Grundwasser bei anderen Wirkstoffen bislang nicht nachgewiesen werden können. Regionale Schwerpunkte hinsichtlich der PSM-Belastung des Grundwassers in Bayern finden sich in der Karstregion der Fränkischen Alb, in Mittelfranken sowie im westlichen Niederbayern.

Zu den am häufigsten und in erhöhten Konzentrationen im Grundwasser nachgewiesenen, aktuell zugelassenen Wirkstoffen zählen Bentazon, Terbutylazin, Isoproturon (seit 2017 nicht mehr zugelassen) und Metolachlor. Dies hängt zum einen mit den jeweiligen Stoffeigenschaften wie Mobilität und Persistenz, zum anderen aber auch mit der Anwendungshäufigkeit bzw. -menge zusammen. Konkrete Zahlen hierzu liegen zwar für Bayern nicht vor, und auch die jeweiligen Inlandsabsatzmengen der Wirkstoffe für Deutschland können nur annähernd mit den lokalen Anwendungsmengen korreliert werden. Dennoch kann festgestellt werden, dass die vorgenannten PSM zu denjenigen zählen, die auch in hohen Mengen im Inland in den letzten Jahren abgesetzt wurden: Terbutylazin, Isoproturon, Metolachlor mit rund 250 bis über 1.000 t/a. Lediglich Bentazon hat in den letzten Jahren an Bedeutung verloren, der Inlandsabsatz liegt mittlerweile bei 25–100 t/a: Hohe Anwendungsmengen bzw. Inlandsabsätze bedeuten jedoch nicht zwangsläufig hohe Fundhäufigkeiten der PSM im Grundwasser, da manche Wirkstoffe (z. B. Metazachlor, S-Metolachlor) relativ rasch zu Metaboliten abgebaut werden oder im Boden sehr wenig zur Versickerung neigen (z. B. Glyphosat). Je nach Mobilität und Persistenz der Metaboliten resultieren wiederum spezifische Fundhäufigkeiten im Grundwasser.

Im Vergleich zu den Wirkstoffen und relevanten Metaboliten weisen die pflanzenschutzrechtlich nicht relevanten Metaboliten eine deutlich höhere Fundhäufigkeit und zum Teil erheblich höheren Konzentrationen auf. Hierzu zählen insbesondere die Metaboliten der aktuell zugelassenen Wirkstoffe Chloridazon, Metazachlor, S-Metolachlor und Dimethachlor, aber auch der nicht mehr zugelassenen Wirkstoffe Tolyfluanid (Metabolit: Dimethylsulfamid) und Dichlobenil (Metabolit: 2,6-Dichlorbenzamid). Aufgrund der eingeschränkten Anwendung der beiden letztgenannten Wirkstoffe nur in Sonderkulturen resultieren ganz spezifische, lokale Belastungsschwerpunkte mit den entsprechenden Metaboliten in Bayern. Bisher wurden die jeweils abgeleiteten GOW-Werte im Grundwasser von über 5 % der untersuchten Messstellen überschritten, an insgesamt fünf Messstellen wurden Konzentrationen oberhalb des Vorsorgemaßnahmenwertes von 10 µg/l im Grundwasser festgestellt.

Inwieweit es aufgrund der Persistenz und des weiteren Eintrags an bislang nicht untersuchten oder noch nicht bekannten nicht relevanten Metaboliten in das Grundwasser zu einer Anreicherung und damit zu zunehmenden Konzentrationen kommt, kann derzeit aufgrund der erst in den letzten rund zehn Jahren mit Routineanalytik messbaren und in den Fokus gerückten Stoffgruppe nicht abgeleitet werden. Dies kann nur mit einem künftig noch ausgedehnteren Monitoring der nicht relevanten PSM-Metaboliten im Grundwasser untersucht werden.

Das PSM-Monitoring der Fließgewässer in Bayern der letzten rund 30 Jahre zeigte analog zum Grundwasser eine deutliche Abnahme der PSM-Belastung an den Überblicksmessstellen, was ebenfalls mit dem Anwendungsverbot von Atrazin zusammenhängt. Ein vergleichbarer Trend kann für die

Gesamtheit der kleineren bayerischen Fließgewässer nicht eindeutig festgestellt werden, da es ein durchgehendes Monitoring für diese Gewässer erst seit dem Jahr 2000 gibt. Eindeutig kann jedoch auf Basis der umfangreichen Untersuchungsergebnisse der letzten Jahre festgestellt werden, dass die Belastung bei den kleineren Fließgewässern im Vergleich zu den großen Fließgewässern erheblich höher ist und durch eine Vielzahl an unterschiedlichen PSM-Wirkstoffen und deren Metaboliten hervorgerufen wird. Überschreitungen von UQN treten nur in den kleineren Fließgewässern auf, wobei die höchsten Konzentrationen üblicherweise während den Anwendungszeiten gemessen werden.

Zu den am häufigsten und in vergleichsweise erhöhten Konzentrationen in großen Fließgewässern nachgewiesenen Wirkstoffen zählen neben den für Grundwasser herausragenden PSM zusätzlich insbesondere noch Diflufenican, Terbutryn und Chlortoluron. Bei den kleineren Fließgewässern in Belastungsgebieten sind darüber hinaus noch weitere Wirkstofffunde in Häufigkeit und/oder Konzentrationshöhe auffällig, wie insbesondere bei Glyphosat, Tebuconazol, MCPA, Quinmerac, Epoxiconazol, Nicosulfuron, Flufenacet und Imidacloprid.

Die meisten der vorgenannten PSM mit vergleichsweise hohen Fundhäufigkeiten und Konzentrationen in den bisher untersuchten Fließgewässern sind Herbizide. Es wurden jedoch auch einzelne Insektizide und Fungizide in erhöhten Konzentrationen nachgewiesen. Allerdings ist ergänzend festzustellen, dass insbesondere zu den Belastungen der Fließgewässer mit für die aquatische Lebensgemeinschaft besonders gefährlichen Insektiziden die Datenlage noch weiter zu verbessern ist, da die Einhaltung der sehr niedrigen UQN aufgrund des analytischen Aufwandes bislang noch nicht ausreichend repräsentativ überprüft werden konnte.

Ähnlich wie beim Grundwasser stehen auch bei der Fundhäufigkeit bei den kleineren Fließgewässern einige der bislang untersuchten nicht relevanten Metaboliten an den vorderen Plätzen, und zwar noch vor denen der Wirkstoffe und relevanten Metaboliten. Aus dem bisherigen Monitoring – hinsichtlich dieser Stoffgruppe nur mit eingeschränktem Untersuchungsumfang – können jedoch noch keine eindeutigen Trends hinsichtlich der Belastung der Fließgewässer mit nicht relevanten Metaboliten abgeleitet werden.

In den seit 2010 untersuchten großen bayerischen Seen sind trotz der eigentlich günstigen Ausgangssituation – große Wasserkörper mit ausreichender Verdünnung, Lage in landwirtschaftlich eher weniger genutzten Gebieten – Nachweise für Pflanzenschutzmittel vorhanden. Neben Atrazin und seinen Metaboliten sind dies vor allem Terbutylazin und dessen Hauptabbauprodukt sowie Glyphosat und dessen Abbauprodukt AMPA. Bisher liegen die Messwerte jedoch deutlich unter den bislang abgeleiteten UQN-Werten.

Die aus dem umfangreichen PSM-Monitoring in den bayerischen Gewässern der letzten rund drei Jahrzehnte resultierenden Untersuchungen haben wichtige Beiträge für die Bewertung der Gewässerbelastungen mit PSM und für die Ableitung von entsprechenden Maßnahmen zur Minderung der Belastungssituation geliefert. Die für die jeweiligen Wirkstoffe bislang durchgeführten Maßnahmen zum Schutz der bayerischen Gewässer sind ausführlich in den Kapiteln 7.1 bis 7.12 aufgeführt.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse des PSM-Monitorings (beispielsweise Schwellenwertüberschreitungen für aktuell zugelassene PSM im Grundwasser sowie UQN-Überschreitungen in Fließgewässern) jedoch auch auf, dass insbesondere zum Schutz der aquatischen Umwelt weitere gezielte Maßnahmen zur Reduktion der PSM-Einträge in die Gewässer erforderlich sind.

9.2 Ausblick und weiterer Handlungsbedarf

Grundsätzlich ist zur gesicherten und wirtschaftlichen Nahrungsmittelversorgung die Verwendung chemischer Pflanzenschutzmittel berechtigt. Hierbei muss jedoch durch eine gewässerschützende Landbewirtschaftung der gute Zustand der Gewässer gemäß Wasserhaushaltsgesetz (WHG) in Verbindung mit der Grundwasserverordnung (GrwV) und der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) erreicht werden bzw. erhalten bleiben. Die konkreten Ziele beim Gewässerschutz hinsichtlich der PSM-Einträge liegen in der Unterschreitung der Grenz- bzw. Schwellenwerte und Umweltqualitätsnormen (UQN) für Grundwasser und Oberflächengewässer. Bei ansteigenden Trends ist bereits bei Erreichen von 75 % der vorgenannten Zielwerte eine Trendumkehr einzuleiten.

Grundsätzlich sind auch nicht relevante Metaboliten von PSM-Wirkstoffen unerwünschte Kontaminanten in Gewässern, deren Einträge generell minimiert werden sollten. Allerdings bestehen aufgrund der bislang noch unvollständig aufeinander abgestimmten Rechtsbereiche des Pflanzenschutzrechtes und des Wasserrechts Diskrepanzen bei den Regelungen zu nicht relevanten Metaboliten. Gemäß Pflanzenschutzrecht dürfen derzeit Wirkstoffe zugelassen werden, auch wenn diese nicht relevante Metaboliten mit Konzentrationen von bis zu 10 µg/l freisetzen würden. Nach Wasserrecht gibt es zur Bewertung der nrM bislang keine rechtsverbindlichen Grenzwerte. Auf Vorschlag der LAWA soll daher künftig ein entsprechender Schwellenwert für nicht relevante Metaboliten in der Grundwasserverordnung eingeführt werden. Für die Bewertung dieser Metaboliten insbesondere für Trinkwasser können gesundheitliche Orientierungswerte (GOW-Werte) von 1 bzw. 3 µg/l herangezogen werden (siehe hierzu auch Kapitel 5.1.1 sowie Kapitel 6.4.2).

Unabhängig von ihrer Toxizität sollte der Eintrag von persistenten PSM-Metaboliten in die Gewässer, insbesondere im Sinne eines vorsorgenden Grundwasserschutzes, verhindert bzw. minimiert werden. Vor dem Hintergrund einer Vielzahl von bisher unbekanntem bzw. nicht untersuchten Metaboliten sind weitere auf aktualisierten Metabolitenlisten basierende Untersuchungen nötig, um die Belastungssituation in den Gewässern mit PSM-Metaboliten sicherer beurteilen zu können.

Im Rahmen des Zulassungsverfahrens werden unter anderem auch das Versickerungsverhalten des jeweiligen Pflanzenschutzmittels in Form von Modellierungsberechnungen und teils auch Lysimeterstudien untersucht. Demnach darf ein Pflanzenschutzmittel nur zugelassen werden, wenn die enthaltenen Wirkstoffe und relevanten Metaboliten nach Anwendung nicht in Konzentrationen $\geq 0,1$ µg/l im Grundwasser auftreten. Für nrM muss die über Lysimeterstudien ermittelte maximale Jahresdurchschnittskonzentration in der Regel unter 10 µg/l liegen (BVL, 2010). Trotz dieser Vorgaben werden vereinzelt erhöhte Funde oberhalb des Schwellenwertes von 0,1 µg/l für aktuell zugelassene PSM-Wirkstoffe im Grundwasser festgestellt, infolgedessen das BVL den PSM-Hersteller zu einer sog. Fundaufklärung verpflichten kann. Im Rahmen einer solchen Fundaufklärung muss der PSM-Hersteller die Ursache der erhöhten Einzelfunde ermitteln. Sofern nicht auszuschließen ist, dass der Befund im Grundwasser auf eine bestimmungsgemäße und sachgerechte Anwendung zurückzuführen ist, kann das BVL nach einer erweiterten Fundaufklärung an den betroffenen Messstellen und dem zugehörigen Einzugsgebiet entsprechende Maßnahmen erlassen. Dazu gehören beispielsweise die Forderung zur Durchführung eines Nachzulassungsmonitorings, die Forderung weiterer Studien oder Veränderungen in der Zulassung durch strengere Anwendungsbestimmungen. Da es in der Vergangenheit, insbesondere hinsichtlich der Dauer und den erzielten Ergebnissen, wiederholt Kritik am Fundaufklärungsverfahren gegeben hat, werden seitens des BVL und des UBA aktuell Anstrengungen unternommen, den Prozess der „Fundaufklärung“ zu optimieren. Die Ziele, die dadurch verfolgt werden, sind insbesondere die Verkürzung der Verfahren sowie die bessere Einbindung der vor Ort zuständigen Landesbehörden. Die Umsetzung der genannten Ziele ist die Voraussetzung dafür, dass das Fundaufklärungsverfahren zukünftig als wichtiges zulassungsbegleitendes Kontrollverfahren fungieren kann.

Bei der Anwendung von PSM sind die bei der Zulassung festgesetzten Anwendungsbestimmungen, Auflagen und Hinweise zu beachten und zu überwachen. Wichtig für den Schutz der Gewässer sind – entsprechend der jeweils aktuellen BVL-Codeliste für Auflagen – die zahlreichen NG (Naturhaushalt Grundwasser) und NW (Naturhaushalt Wasserorganismen) -Auflagen. So wird beispielsweise durch die Auflage NW 468 gefordert, dass PSM und deren Reste sowie Spülflüssigkeiten nicht in Gewässer gelangen dürfen, auch nicht über die Kanalisation oder Hofabläufe. In weiteren Auflagen (z. B. NW 603, 605, 607; NG 402) werden Vorgaben zur Einhaltung bestimmter Abstände zu Oberflächengewässern, u. a. auch in Abhängigkeit der Hangneigung der zu behandelten Fläche, genannt. Zudem gibt es für einzelne PSM spezifische Anwendungsbestimmungen hinsichtlich der Häufigkeit der Anwendungen (z. B. NG 327, NG 337) bzw. der Anwendungszeiträume (z. B. NG 315, NG 403). Um den Nutzen solcher Anwendungsbestimmungen zu garantieren, bedarf es einer effizienten Kontrolle hinsichtlich der Einhaltung in der Praxis (siehe Kapitel 4.3).

Im Rahmen des PSM-Monitorings an Fließgewässern zeigte sich, dass die Belastung in kleinen und mittelgroßen Gewässern am größten ist. Gerade die kleinen Gewässer werden aber in den Untersuchungen bislang kaum erfasst bzw. sind unterrepräsentiert. Eine repräsentative Zustandsbeschreibung für Kleingewässer in der Agrarlandschaft ist bislang nicht möglich. Grundsätzlich gelten jedoch die Umweltziele der EG-WRRL für alle Oberflächengewässer und das Grundwasser. Ein Ziel des Nationalen Aktionsplans zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln ist die deutschlandweite Untersuchung von Kleingewässern (UBA 89, 2017). Grundsätzlich treten in kleinen Fließgewässern in intensiv landwirtschaftlich genutzten Gebieten Belastungen an PSM vor allem während und nach der Anwendungsperiode auf. Beispielsweise wurden in einer Studie an fünf kleinen schweizer Fließgewässern mit Einzugsgebieten zwischen 1,6 und 9,0 km² und mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung nicht nur eine hohe Stoffvielfalt (drei bis max. 65 Stoffe pro Probe), sondern auch einzelne hohe Konzentrationsspitzen (bis max. 40 µg/l) nachgewiesen (Aqua & Gas Nr. 4, 2017b). Eine systematische Untersuchung derartiger Gewässer ist anzustreben, um die tatsächliche Belastungssituation besser beurteilen zu können (siehe hierzu auch Ausführungen im Umweltgutachten des Sachverständigenrates für Umweltfragen, insbesondere Kapitel 6.5.1 und 6.6.2 (SRU, 2016)). Es ist zu vermuten, dass die teils hohen Konzentrationen bei episodischen Belastungen, beispielsweise während und nach Niederschlagsereignissen, durch die gängigen Zufallsstichproben im Rahmen des routinemäßigen PSM-Monitorings an Fließgewässern nicht erfasst werden. Im Rahmen des Kleingewässermonitorings ist daher geplant, ereignisbezogene Beprobungen mit automatischen Probenehmern zeitlich hochaufgelöst durchzuführen. Auch eine Untersuchung von kleinen Standgewässern in der Agrarlandschaft steht zur Diskussion.

Zur Bewertung von kurzzeitigen Effekten von PSM auf die aquatische Lebensgemeinschaft werden im Rahmen des Zulassungsverfahrens nach definierten Kriterien abgeleitete Regulatorisch Akzeptable Konzentrationen (RAK-Werte (UBA, 2016)) herangezogen, unterhalb denen keine schädlichen Effekte erwartet werden. Aufgrund der unterschiedlichen Zielsetzung stimmen die RAK-Werte üblicherweise nicht mit den UQN-Werten überein, sondern liegen meist bei erheblich höheren Konzentrationen (siehe auch Tab. 21). Die Wirkung von PSM auf aquatische Lebensgemeinschaften ist bisher nur unzureichend beschrieben. Im Rahmen des oben genannten Kleingewässermonitorings ist daher auch eine biologische Wirkungskontrolle vorgesehen. Insbesondere soll Makrozoobenthos in Fließgewässern untersucht werden. Daneben werden weitere wissenschaftliche Untersuchungen durch das Umweltforschungszentrum Leipzig durchgeführt.

Im Zuge der Umsetzung der EG-WRRL sind im Bewirtschaftungsplan Maßnahmen zur Verringerung der PSM-Belastung an Gewässern genannt. Diese umfassen auch vertiefende Untersuchungen und Kontrollen, die in Flusswasserkörpern, die den guten Zustand aufgrund von PSM-Belastungen verfehlen, in den nächsten Jahren durchzuführen sind.

Die Ziele und Grundsätze einer gewässerschützenden Landwirtschaft im Hinblick auf den PSM-Einsatz sind auch im DWA-Arbeitsblatt DWA-A 912 (DWA-A 912, 2016) aufgeführt. Zu nennen ist insbesondere die Forderung nach einer Einsatzminimierung oder eines Verzichts auf die Anwendung von PSM, deren Wirkstoffe oder Metaboliten regional im Grund- und/oder Oberflächengewässer mit Zielwertüberschreitungen nachgewiesen werden.

Wie die Daten des vorliegenden Berichtes zeigen, werden trotz umfangreicher Zulassungsvorschriften nach wie vor Zielwertüberschreitungen in den Gewässern in Bayern festgestellt. Diese Zielwertüberschreitungen insbesondere bei den aktuell zugelassenen Wirkstoffen, sowie bei den relevanten und nicht relevanten Metaboliten zeigen Handlungsbedarf auf. So sollten die Erkenntnisse aus dem Monitoring und der Fundaufklärung zeitnah im Zulassungsverfahren berücksichtigt und mittels der Beratung vor Ort in konkrete Maßnahmen umgesetzt werden. Um sicherzustellen, dass es infolge von PSM-Anwendungen nicht zu einer Gefährdung der Gewässer kommt, bedarf es weiterhin regelmäßiger Untersuchungen. Nur durch die Fortführung des Gewässermonitorings lässt sich frühzeitig ein möglicher Maßnahmenbedarf und die Wirksamkeit von bereits durchgeführten Maßnahmen erkennen. Langfristig lässt sich die Rückstandsproblematik von PSM in Grund-, Trink- und Oberflächengewässern nur dadurch lösen, dass der Eintrag chemischer Wirkstoffe in die Gewässer durch unterschiedliche Maßnahmen verringert wird (NAP, 2013).

10 Literaturverzeichnis

- Aqua & Gas Nr. 4, 2015: C. Moschet; I. Wittmer; C. Stamm; H. Singer; J. Hollender: *Insektizide und Fungizide in Fließgewässern - wichtig zur Beurteilung der Gewässerqualität*, Aqua & Gas, 4, S. 54-65, 2015.
- Aqua & Gas Nr. 4, 2017a: T. Doppler, S. Mangold, I. Wittmer, S. Sycher, R. Comte, C. Stamm, H. Singer, M. Junghans, M. Kunz: *Hohe PSM-Belastung in Schweizer Bächen*, Aqua & Gas Nr. 4, S. 46-57, 2017.
- Aqua & Gas Nr. 4, 2017b: M. Langer, M. Junghans, S. Spycher, M. Koster, C. Baumgartner, E. Vermeirssen, I. Werner: *Hohe ökotoxikologische Risiken in Bächen*, Aqua & Gas Nr. 4, S. 58-68, 2017.
- BayLaW, 1987: *Bayerische Landesanstalt für Wasserforschung (1987), Bericht "Organische Schadstoffe - Polychlorbiphenyle (PCB) und Pestizide im Kreislauf des Wassers: Bilanzierung und Bewertung"*, 1987.
- BMEL, 2016: *Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, Ergebnisse im Jahr 2016*, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), Bonn, Nov. 2016, S. 33.
- BVL, 2010: *Übersicht nicht relevanter Grundwassermetaboliten von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen*, BVL-Schreiben vom 25.11.2010.
- BVL, 2013: *BVL ändert Zulassung von PSM aus der Gruppe der Neonicotinoide*, Fachmeldung des BVL, 2013.
- BVL, 2014: *Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL 2014): „Neue Anwendungsbestimmungen für Pflanzenschutzmittel mit dem Wirkstoff Glyphosat“*, Fachmeldung des BVL, 2014.
- BVL, 2015: *Bekanntmachung BVL 15/02/01 vom 12.02.2015*, BAnz AT 27.02.2015 B6, www.bvl.bund.de/NG301, 2015.
- BVL, 2016a: *Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland - Ergebnisse der Meldungen gemäß § 19 Pflanzenschutzgesetz für das Jahr 2016*. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, 2016.
- BVL, 2016b: *Neue Anwendungsbestimmungen für Pflanzenschutzmittel mit den Wirkstoffen Pendimethalin und Prosulfocarb*, BVL-Mitteilung 10.03.2016.
- DVWK, 2000: *DVWK Materialien 1/2000, "Grundwassergefährdung durch organische Luftschadstoffe"*, Dezember 1999, ISSN 0722-7167, 2000.
- DWA-A 912, 2016: *DWA-Arbeitsblatt 912, Entwurf 09.2016*.
- EÜV, 1995: *Verordnung zur Eigenüberwachung von Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen (Eigenüberwachungsverordnung - EÜV) vom 20.09.1995, zuletzt geänd. am 03.12.2001*. *BVBl. (1995)*, S. 769-791, 1995.
- Fässler et al., 2013: *Fässler, S.; Stockli, A.: Das Fehlen von Bachflohkrebsen, In-Situ-Versuche in der Wyna im Kanton Aargau*, Aqua & Gas, Nr. 5, S. 62-71, 2013.

- GrwV, 2010: *Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung - GrwV) vom 09.11.2010, zuletzt geändert am 04.05.2017*.
- Gute fachliche Praxis, 2010: *Gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz, Grundsätze für die Durchführung, BMEL, September 2010*.
- Hofmann, 2000: *Hofmann, R.: Quantitative Bestimmung gebundener Atrazinrückstände im Boden und Abschätzung der Grundwassergefährdung, Herbert Utz Verlag, 2000*.
- ISIP, 2014: *Informationssystem Integrierte Pflanzenproduktion. Gemeinschaftsangebot der im ISIP e.V. zusammengeschlossenen Beratungsträger für Pflanzenproduktion in den Ländern, Stand: November 2014*.
- Jablonowski, 2009: *Jablonowski, Nicolai David: Aging of 14C-labeled Atrazine Residues in Soil, Location, Characterization an Biological Accessibility, Forschungszentrum Jülich, 2009*.
- LANUV, 2013: *Belastungsentwicklung von Oberflächengewässern und Grundwasser in NRW mit Glyphosat und AMPA. LANUV-Fachbericht 46, 2013*.
- LAWA, 2015: *Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit - Pflanzenschutzmittel - Berichtszeitraum 2009 bis 2012, LAWA, 31.Januar 2015*.
- LfL, 2017: <https://www.lfl.bayern.de/ips/unkraut/113428/index.php> und <https://www.lfl.bayern.de/ips/pflanzenschutz/072301/index.php>; Gehring, K., LfL, 2017.
- LfW, 1994: *10 Jahre PSM-Monitoring in Bayern, Ergebnisse gemeinsamer Untersuchungen über Belastung des Wassers durch Pflanzenschutzmittel in Bayern, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München, 1994*.
- LfW, 2002: *Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (2002), Materialien Nr. 107, Untersuchungen zur Verteilung von PSM, Nitrophenolen sowie synthetischen Moschusverbindungen durch den Niederschlag, Bericht 1995-2001*.
- LfW, 2004: *Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (2004), Deposition von Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln (PSM) durch den Niederschlag, Messungen 2002-2003*.
- LTZ, 2014: *Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg: Pflanzenproduktion 2014 - Pflanzenschutz und Sorten im Ackerbau und Grünland - 84 S., LTZ Karlsruhe, 2014*.
- LUGV, 2015: *Hofmann, F., Durchführung einer Bioindikation auf Pflanzenschutzmittelrückstände mittels Luftgüte-Rindenmonitoring, Passivsammlern und Vegetationsproben, Fachbeiträge des LUGV Brandenburg, Heft Nr. 147, 2015*.
- Metzner, 2005: *Metzner, G.: Pflanzenschutzmittel-Monitoring in Bayern, in „Pflanzenschutzmittel und Gewässer, Hrsg. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Oldenburger Industrieverlag GmbH, München, 2005*.
- NAP, 2013: *Bekanntmachung des Nationalen Aktionsplans zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, BANz AT 15.05.2013 vom 10.04.2013*.
- NLWKN, 2014: *Orientierende Untersuchungen niedersächsischer Oberflächengewässer auf aktuell in Deutschland zugelassenen Pflanzenschutzmittel und auf Stoffe der sog. Metaboliten-Liste, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, 2014*.

- OGewV, 2011: *Verordnung zum Schutz von Oberflächengewässern (Oberflächengewässerverordnung - OGewV) vom 20.07.2011.*
- OGewV, 2016: *Verordnung zum Schutz von Oberflächengewässern (Oberflächengewässerverordnung - OGewV) vom 20.06.2016.*
- PflSchAnwV, 1988: *Verordnung über Anwendungsverbote für Pflanzenschutzmittel (Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung), Bundesgesetzblatt, Teil I, S. 1196-1202, 1988.*
- PflSchG, 2012: *Gesetz zum Schutz von Kulturpflanzen (Pflanzenschutzgesetz - PflSchG) vom 06.02.2012, BGBl. S. 148, 1281, 2012.*
- PPDB, 2017: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/index.htm>.
- RiLi 2008/105/EG: *Richtlinie 2008/105/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 16.12.2008 über Qualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik.*
- Schuster et al., 2014: *Schuster, M. et al.: Pflanzenschutzmittel-Monitoring der Umwelt-, Landwirtschafts- und Gesundheitsverwaltung in Bayern, Zusammenfassungen der jährlichen Sitzungen bis 2014, Bayerisches Landesamt für Umwelt, München, 2014.*
- SRU, 2016: *Umweltgutachten des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU), Impulse für eine integrative Umweltpolitik, Kap. 6, Geschäftsstelle Berlin, Mai 2016.*
- TrinkwV, 2001: *Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung) - TrinkwV 2001) vom 21.05.2001, BGBl. I (2001), S. 959-980.*
- UBA 89, 2017: *M. Brinke, B. Bänsch-Baltruschat, M. Keller, E. Szöcs, R. B. Schäfer, K. Foit, M. Liess: Umsetzung des NAP, Bestandsaufnahme zur Erhebung von Daten zur Belastung von Kleingewässern der Agrarlandschaft, UBA-Texte 89, 2017.*
- UBA, 2008: *Trinkwasserhygienische Bewertung stoffrechtlich "nicht relevanter" Metaboliten von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln im Trinkwasser, Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz Nr. 7, S. 797-801, 2008.*
- UBA, 2016: <https://webetox.uba.de/webETOX/public/basics/literatur.do?id=24559>.
- VO (EG) Nr. 1107/2009: *Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom Okt. 2008 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln, 2009.*
- Vom Wasser, 1994: *Vom Wasser, 83, 357-372, 1994.*
- Wasserwirtschaft, 1995: *Wasserwirtschaft 85, 1995.*
- Weber et al., 2007: *Weber, W. H. et al.: Nachweis der Metaboliten Desphenylchloridazon und Methyl-desphenylchloridazon in Oberflächen-, Grund- und Trinkwasser, Vom Wasser, 105 (1), 7-14, 2007.*
- WRRL, 2000: *Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23.10.2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, L327, 2000.*

11 Anhang

11.1 Fachtagungen und Berichte

- „Pflanzenschutzmittel und Gewässer“, 57. Fachtagung des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft in München am 17./18.11.2004.
- Pflanzenschutzmittel-Metaboliten, Vorkommen und Bewertung, Fachtagung des Bayerischen Landesamtes für Umwelt in München am 18./19.11.2008:
www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/psm_metaboliten
- Schuster et al.: Pflanzenschutzmittel-Monitoring der Umwelt-, Landwirtschafts- und Umweltverwaltung in Bayern, Zusammenfassungen der jährlichen Sitzungen bis 2014, Bayerisches Landesamt für Umwelt, München, 2014.
- 10 Jahre PSM-Monitoring in Bayern: Ergebnisse gemeinsamer Untersuchungen über Belastungen des Wassers durch Pflanzenschutzmittel in Bayern, Bericht, Hrsg.: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft mit Landesuntersuchungsamt für das Gesundheitswesen Südbayern, Landesuntersuchungsamt für das Gesundheitswesen Nordbayern, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau; Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München, 1994.
- G. Metzner: Pflanzenschutzmittel-Monitoring in Bayern, in „Pflanzenschutzmittel und Gewässer“, Hrsg. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Oldenburger Industrieverlag GmbH, München, 2005.

11.2 Tabellen

PSM-Untersuchungsspektrum für Grundwasser und Oberflächengewässer vor 2017

Tab. 18: Standard-PSM-Untersuchungsparameter Grundwasser und Oberflächengewässer;
UBG: untere Bestimmungsgrenze, siehe auch Abkürzungsverzeichnis

Beschreibung	Einheit	UBG	Stoff (OGewV)	JD-UQN [$\mu\text{g/l}$]	ZHK-UQN [$\mu\text{g/l}$]	Primärer Wirkungsbereich
2,4,5-T	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
2,4-D	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,2	1	Herbizid
2,4-DB	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
2,6-Dichlorbenzamid	$\mu\text{g/l}$	0,02				Metabolit
Aclonifen	$\mu\text{g/l}$	0,02	Prio	0,12	0,12	Herbizid
Alachlor	$\mu\text{g/l}$	0,02	Prio	0,3	0,7	Herbizid
Atraton	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Atrazin	$\mu\text{g/l}$	0,02	Prio	0,6	2	Herbizid
Azoxystrobin	$\mu\text{g/l}$	0,02				Fungizid
Bentazon	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,1		Herbizid
Boscalid	$\mu\text{g/l}$	0,02				Fungizid
Bromacil	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,6		Herbizid
Bromoxynil	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,5		Herbizid
Carbendazim	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,2	0,7	Fungizid
Carbetamid	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Chloridazon	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,1		Herbizid

Beschreibung	Einheit	UBG	Stoff (OGewV)	JD-UQN [$\mu\text{g/l}$]	ZHK-UQN [$\mu\text{g/l}$]	Primärer Wirkungsbereich
Chlortoluron	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,4		Herbizid
Cyanazin	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Desethylatrazin	$\mu\text{g/l}$	0,02				Metabolit
Desethylsebutylazin	$\mu\text{g/l}$	0,02				Metabolit
Desethylsimazin	$\mu\text{g/l}$	0,02				Metabolit
Desethylterbutylazin	$\mu\text{g/l}$	0,02				Metabolit
Desmetryn	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Dicamba	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Dichlorprop	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,1		Herbizid
Difenoconazol	$\mu\text{g/l}$	0,02				Fungizid
Diflubenzuron	$\mu\text{g/l}$	0,02				Insektizid
Dimefuron	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Dimoxystrobin	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,03	2	Fungizid
Diuron	$\mu\text{g/l}$	0,02	Prio	0,2	1,8	Herbizid
Epoxiconazol	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,2		Fungizid
Esfenvalerat	$\mu\text{g/l}$	0,02				Insektizid
Ethidimuron	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Ethofumesat	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Fenoprop	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Flurochloridone	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Fluroxypyr	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Flurtamone	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,2	1	Herbizid
1-(3,4-Dichlorphenyl)harnstoff	$\mu\text{g/l}$	0,02				Metabolit
1-(4-Isopropylphenyl)harnstoff	$\mu\text{g/l}$	0,02				Metabolit
1-(4-Isopropylphenyl)-3-methyl-harnstoff	$\mu\text{g/l}$	0,02				Metabolit
Haloxypol	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Hexazinon	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,07		Herbizid
Imidacloprid	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,002	0,1	Insektizid
Ioxynil	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Isoproturon	$\mu\text{g/l}$	0,02	Prio	0,3	1	Herbizid
Kresoxim-methyl	$\mu\text{g/l}$	0,02				Fungizid
Linuron	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,1		Herbizid
MCPA	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	2		Herbizid
MCPB	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Mecoprop	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,1		Herbizid
Mefenpyr-diethyl	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Metalaxyl	$\mu\text{g/l}$	0,02				Insektizid
Metamitron	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Metazachlor	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,4		Herbizid
Methabenzthiazuron	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	2		Herbizid
Metobromuron	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid

Beschreibung	Einheit	UBG	Stoff (OGewV)	JD-UQN [$\mu\text{g/l}$]	ZHK-UQN [$\mu\text{g/l}$]	Primärer Wirkungsbereich
Metolachlor	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,2		Herbizid
Metribuzin	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,2		Herbizid
Monolinuron	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,2	20	Herbizid
Pendimethalin	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Pirimicarb	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,09		Insektizid
Prochloraz	$\mu\text{g/l}$	0,02				Fungizid
Propaquizafop	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Propazin	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Propiconazol	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	1		Fungizid
Prosulfocarb	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Sebuthylazin	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Simazin	$\mu\text{g/l}$	0,02	Prio	1	4	Herbizid
Tebuconazol	$\mu\text{g/l}$	0,02				Fungizid
Tebutam	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Terbumeton	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Terbuthylazin	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,5		Herbizid
Terbutryn	$\mu\text{g/l}$	0,02	Prio	0,065	0,34	Herbizid
Triadimenol	$\mu\text{g/l}$	0,02				Fungizid
Triclopyr	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid

PSM-Untersuchungsspektrum für das Fließgewässer-PSM-Belastungsmessnetz und für die Grundwasser-Sondermessstellen SU 80.91 vor 2017

Tab. 19: PSM-Untersuchungsparameter Fließgewässer PSM-Belastungsmessnetz und GW-SU 80.91, UBG: untere Bestimmungsgrenze, siehe auch Abkürzungsverzeichnis

Beschreibung	Einheit	UBG	Stoff (OGewV)	JD-UQN [$\mu\text{g/l}$]	ZHK-UQN [$\mu\text{g/l}$]	Primärer Wirkungsbereich
2,4,5-T	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
2,4-D	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,2	1	Herbizid
2,4-DB	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
2,6-Dichlorbenzamid	$\mu\text{g/l}$	0,02				Metabolit
2-Hydroxydesethylatrazin	$\mu\text{g/l}$	0,02				Metabolit
2-Hydroxydesethyl-terbuthylazin	$\mu\text{g/l}$	0,02				Metabolit
Acifluorfen	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Aclonifen	$\mu\text{g/l}$	0,02	Prio	0,12	0,12	Herbizid
Alachlor	$\mu\text{g/l}$	0,02	Prio	0,3	0,7	Herbizid
Ametryn	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,5		Herbizid
Amidosulfuron	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Atraton	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Atrazin	$\mu\text{g/l}$	0,02	Prio	0,6	2	Herbizid
Azoxystrobin	$\mu\text{g/l}$	0,02				Fungizid
Benalaxyl	$\mu\text{g/l}$	0,02				Fungizid

Beschreibung	Einheit	UBG	Stoff (OGewV)	JD-UQN [µg/l]	ZHK-UQN [µg/l]	Primärer Wirkungs- bereich
Bentazon	µg/l	0,02	Spez	0,1		Herbizid
Benzotriazol(1,2,3-)	µg/l	0,02				Metabolit
Bifenox	µg/l	0,02	Prio	0,012	0,04	Herbizid
Benazolin	µg/l	0,02				Herbizid
Bensulfuron-methyl	µg/l	0,02				Herbizid
Boscalid	µg/l	0,02				Fungizid
Bromacil	µg/l	0,02	Spez	0,6		Herbizid
Bromoxynil	µg/l	0,02	Spez	0,5		Herbizid
Carbendazim	µg/l	0,02	Spez	0,2	0,7	Fungizid
Carbetamid	µg/l	0,02				Herbizid
Chloramben	µg/l	0,02				Herbizid
Chlorfenac	µg/l	0,02				Herbizid
Chloridazon	µg/l	0,02	Spez	0,1		Herbizid
Chlorpyrifos	µg/l	0,02	Prio	0,03	0,1	Insektizid
Chloroxuron	µg/l	0,02				Herbizid
Chlorsulfuron	µg/l	0,02				Herbizid
Chlortoluron	µg/l	0,02	Spez	0,4		Herbizid
Clomazone	µg/l	0,02				Herbizid
Clopyralid	µg/l	0,05				Herbizid
Clothianidin	µg/l	0,02				Insektizid
Cyanazin	µg/l	0,02				Herbizid
Cybutryn	µg/l	0,02	Prio	0,0025	0,016	Herbizid
Cyproconazol	µg/l	0,02				Fungizid
Cyprodinil	µg/l	0,02				Fungizid
Desethylatrazin	µg/l	0,02				Metabolit
Desethylsebutylazin	µg/l	0,02				Metabolit
Desethylsimazin	µg/l	0,02				Metabolit
Desethylterbutylazin	µg/l	0,02				Metabolit
Desethyl-desisopropylatrazin	µg/l	0,02				Metabolit
Desmedipham	µg/l	0,02				Herbizid
Desmetryn	µg/l	0,02				Herbizid
Diazinon	µg/l	0,02	Spez	0,01		Insektizid
Dichlobenil	µg/l	0,02				Herbizid
Dicamba	µg/l	0,02				Herbizid
Dichlorprop	µg/l	0,02	Spez	0,1		Herbizid
Difenoconazol	µg/l	0,02				Fungizid
Diflubenzuron	µg/l	0,02				Insektizid
Diflufenican	µg/l	0,02	Spez	0,009		Herbizid
Dimefuron	µg/l	0,02				Herbizid
Dimethachlor	µg/l	0,02				Herbizid
Dimethoat	µg/l	0,02	Spez	0,07	1	Insektizid
Dimoxystrobin	µg/l	0,02	Spez	0,03	2	Fungizid
Dinoseb	µg/l	0,02				Herbizid

Beschreibung	Einheit	UBG	Stoff (OGewV)	JD-UQN [$\mu\text{g/l}$]	ZHK-UQN [$\mu\text{g/l}$]	Primärer Wirkungsbereich
Dinoterb	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Diuron	$\mu\text{g/l}$	0,02	Prio	0,2	1,8	Herbizid
Epoxiconazol	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,2		Fungizid
Ethidimuron	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Ethofumesat	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Fenhexamid	$\mu\text{g/l}$	0,02				Fungizid
Fenoprop	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Fenoxaprop	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Fenoxycarb	$\mu\text{g/l}$	0,02				Insektizid
Fenpropidin	$\mu\text{g/l}$	0,02				Fungizid
Fenpropimorph	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,02	20	Fungizid
Fenuron	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Flamprop	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Fluazifop	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Flufenacet	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,04	0,2	Herbizid
Flumioxazin	$\mu\text{g/l}$	0,05				Herbizid
Fluopicolide	$\mu\text{g/l}$	0,02				Fungizid
Fluroxypyr	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Flurtamone	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,2	1	Herbizid
Flusilazol	$\mu\text{g/l}$	0,02				Fungizid
Haloxyfop	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Hexazinon	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,07		Herbizid
2-Hydroxyatrazin	$\mu\text{g/l}$	0,02				Metabolit
2-Hydroxyterbuthylazin	$\mu\text{g/l}$	0,02				Metabolit
Imazamox	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Imidacloprid	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,002	0,1	Insektizid
Iodosulfuron-methyl	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Ioxynil	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Isoproturon	$\mu\text{g/l}$	0,02	Prio	0,3	1	Herbizid
Kresoxim-methyl	$\mu\text{g/l}$	0,02				Fungizid
Linuron	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,1		Herbizid
Malathion	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,02		Insektizid
MCPA	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	2		Herbizid
MCPB	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Mecoprop	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,1		Herbizid
Metalaxyl	$\mu\text{g/l}$	0,02				Insektizid
Metamitron	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Metazachlor	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,4		Herbizid
Methabenzthiazuron	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	2		Herbizid
Methidathion	$\mu\text{g/l}$	0,02				Insektizid
Metobromuron	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Metolachlor	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,2		Herbizid

Beschreibung	Einheit	UBG	Stoff (OGewV)	JD-UQN [µg/l]	ZHK-UQN [µg/l]	Primärer Wirkungs- bereich
Metolachlorsulfonsäure	µg/l	0,02				Metabolit
Metolachlorsäure	µg/l	0,02				Metabolit
Metoxuron	µg/l	0,02				Herbizid
Metribuzin	µg/l	0,02	Spez	0,2		Herbizid
Metsulfuron-methyl	µg/l	0,02				Herbizid
Monolinuron	µg/l	0,02	Spez	0,2	20	Herbizid
Monuron	µg/l	0,02				Herbizid
Napropamid	µg/l	0,02				Herbizid
Nicosulfuron	µg/l	0,02	Spez	0,009	0,09	Herbizid
Parathion-ethyl	µg/l	0,02	Spez	0,005		Insektizid
Parathion-methyl	µg/l	0,02	Spez	0,02		Insektizid
Pendimethalin	µg/l	0,02				Herbizid
Phenmedipham	µg/l	0,02				Herbizid
Picloram	µg/l	0,02				Herbizid
Picoxystrobin	µg/l	0,02				Fungizid
Pirimicarb	µg/l	0,02	Spez	0,09		Insektizid
Primisulfuron-methyl	µg/l	0,02				Herbizid
Prochloraz	µg/l	0,02				Fungizid
Prometryn	µg/l	0,02	Spez	0,5		Herbizid
Propazin	µg/l	0,02				Herbizid
Propiconazol	µg/l	0,02	Spez	1		Fungizid
Prosulfocarb	µg/l	0,02				Herbizid
Prosulfuron	µg/l	0,02				Herbizid
Quinmerac	µg/l	0,02				Herbizid
Quinoxifen	µg/l	0,02	Prio	0,15	2,7	Fungizid
Sebuthylazin	µg/l	0,02				Herbizid
Simazin	µg/l	0,02	Prio	1	4	Herbizid
Spiroxamin	µg/l	0,02				Fungizid
Sulcotrion	µg/l	0,02	Spez	0,1	5	Herbizid
Tebuconazol	µg/l	0,02				Fungizid
Tebutam	µg/l	0,02				Herbizid
Terbumeton	µg/l	0,02				Herbizid
Terbuthylazin	µg/l	0,02	Spez	0,5		Herbizid
Terbuthylazin-Metabolit SYN545666	µg/l	0,02				Metabolit
Terbuthylazin-Metabolit CGA324007	µg/l	0,02				Metabolit
Terbutryn	µg/l	0,02	Prio	0,065	0,34	Herbizid
Thiamethoxam	µg/l	0,02				Insektizid
Thifensulfuron-methyl	µg/l	0,02				Herbizid
Tolyfluanid	µg/l	0,02				Fungizid
Tolytriazol (Methylbenzotria- zole, Summe 4-/5-)	µg/l	0,02				Metabolit
Topramezon	µg/l	0,02				Herbizid

Beschreibung	Einheit	UBG	Stoff (OGewV)	JD-UQN [$\mu\text{g/l}$]	ZHK-UQN [$\mu\text{g/l}$]	Primärer Wirkungsbereich
Triadimenol	$\mu\text{g/l}$	0,02				Fungizid
Triallat	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Triasulfuron	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Triclopyr	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Triflursulfuron-methyl	$\mu\text{g/l}$	0,02				Herbizid
Trifluralin	$\mu\text{g/l}$	0,02	Prio	0,03		Herbizid

PSM-Untersuchungsspektrum, zusätzlich für nicht relevante Metaboliten vor 2017

Tab. 20: PSM-Untersuchungsparameter nicht relevante Metaboliten in Grundwasser und Fließgewässer, UBG: Untere Bestimmungsgrenze

Beschreibung	Einheit	UBG
2,6-Dichlorbenzamid	$\mu\text{g/l}$	0,025
Azoxystrobin-Metabolit ICIA5504/021 R234886	$\mu\text{g/l}$	0,025
Benalaxyl-Metabolit F4	$\mu\text{g/l}$	0,025
Benalaxyl-Metabolit F8	$\mu\text{g/l}$	0,025
Chloridazon-Metabolit B	$\mu\text{g/l}$	0,025
Chloridazon-Metabolit B1	$\mu\text{g/l}$	0,025
Chlorthalonil-Metabolit M5/R 611965	$\mu\text{g/l}$	0,025
Chlorthalonil-Metabolit R 417888/VIS-01/M12	$\mu\text{g/l}$	0,025
Dimethachlor-Metabolit CGA 102935	$\mu\text{g/l}$	0,025
Dimethachlor-Metabolit CGA 354742	$\mu\text{g/l}$	0,025
Dimethachlor-Metabolit CGA 369873	$\mu\text{g/l}$	0,025
Dimethachlor-Metabolit CGA 50266	$\mu\text{g/l}$	0,025
Dimethachlor-Metabolit SYN 528702	$\mu\text{g/l}$	0,025
Dimethachlor-Metabolit SYN 530561	$\mu\text{g/l}$	0,025
Dimethenamid-Metabolit M23	$\mu\text{g/l}$	0,025
Dimethenamid-Metabolit M27	$\mu\text{g/l}$	0,025
Dimethenamid-Metabolit M32	$\mu\text{g/l}$	0,025
Dimethylsulfamid	$\mu\text{g/l}$	0,025
Dimoxystrobin-Metabolit 505M08	$\mu\text{g/l}$	0,025
Dimoxystrobin-Metabolit 505M09	$\mu\text{g/l}$	0,025
Flufenacet-Metabolit M2 (FOE Sulfonic acid)	$\mu\text{g/l}$	0,025
Metalaxyl-Metabolit CGA 108906	$\mu\text{g/l}$	0,025
Metalaxyl-Metabolit CGA 62826/NOA 409045	$\mu\text{g/l}$	0,025
Metazachlor-Metabolit BH 479-11	$\mu\text{g/l}$	0,025
Metazachlor-Metabolit BH 479-12	$\mu\text{g/l}$	0,025
Metazachlor-Metabolit BH 479-4	$\mu\text{g/l}$	0,025
Metazachlor-Metabolit BH 479-8	$\mu\text{g/l}$	0,025
Metazachlor-Metabolit BH 479-9	$\mu\text{g/l}$	0,025
Metolachlor-Metabolit CGA 351916/CGA51202	$\mu\text{g/l}$	0,025

Beschreibung	Einheit	UBG
Metolachlor-Metabolit CGA 357704	µg/l	0,025
Metolachlor-Metabolit CGA 368208	µg/l	0,025
Metolachlor-Metabolit CGA 37735	µg/l	0,025
Metolachlor-Metabolit CGA 380168/CGA 354743	µg/l	0,025
Metolachlor-Metabolit CGA 50267	µg/l	0,025
Metolachlor-Metabolit CGA 50720	µg/l	0,025
Picoxystrobin-Metabolit 3 (R403814)	µg/l	0,025
Quinmerac-Metabolit BH 518-2	µg/l	0,025
Terbutylazin-Metabolit CGA 324007	µg/l	0,025
Terbutylazin-Metabolit SYN 545666	µg/l	0,025
Thiacloprid-Metabolit M 30/YRC 2894	µg/l	0,025
Topramezon-Metabolit M 670H05	µg/l	0,025
Trifloxystrobin-Metabolit NOA 413161	µg/l	0,025
Trifloxystrobin-Metabolit NOA 413163	µg/l	0,025
Tritosulfuron-Metabolit BH 635-4 (635M01)	µg/l	0,025

PSM-Untersuchungsspektrum für Grund- und Oberflächengewässer ab 2017

Tab. 21: PSM-Untersuchungsparameter (PSM-A) in Grund- und Oberflächengewässer, UBG: Untere Bestimmungsgrenze; siehe auch Abkürzungsverzeichnis

Beschreibung	Einheit	UBG	Stoff (OGewV)	JD-UQN [µg/l]	ZHK-UQN [µg/l]	RAK [µg/l]	Aktuell zugelassen bzw. Zulassungsende (Stand 04/17) ¹³	Primärer Wirkungsbereich	Anwendung auch als Biozid lt. UBA 2015	Inlandsabsatzklassen für 2016 [t]
2,4,5-T	µg/l	0,02					1985	Herbizid		
2,4-D	µg/l	0,02	Spez	0,2	1	1,1	ja	Herbizid		25–100
2,6-Dichlorbenzamid	µg/l	0,02						Metabolit		
2-Hydroxydesethylatrazin	µg/l	0,02						Metabolit		
2-Hydroxydesethyl-terbutylazin	µg/l	0,02						Metabolit		
Aclonifen	µg/l	0,02	Prio	0,12	0,12	1,06	ja	Herbizid		250–1000
Alachlor	µg/l	0,02	Prio	0,3	0,7		1992	Herbizid		
Ametryn	µg/l	0,02	Spez	0,5			1994	Herbizid		
Amidosulfuron	µg/l	0,02					ja	Herbizid		<1,0
Atrazin	µg/l	0,02	Prio	0,6	2		1991	Herbizid		
Azoxystrobin	µg/l	0,02				0,55	ja	Fungizid	ja	100–250
Benalaxyl	µg/l	0,02				20	ja	Fungizid		1–2,5
Bentazon	µg/l	0,02	Spez	0,1		535	ja	Herbizid		100–250
Benthiavalicarbisopropylester	µg/l	0,02					ja	Fungizid		2,5–10
Benzotriazol(1,2,3-)	µg/l	0,02								
Bifenox	µg/l	0,02	Prio	0,012	0,04	1,33	ja	Herbizid		25–100
Bixafen	µg/l	0,02				0,46	ja	Fungizid		100–250
Boscalid	µg/l	0,02				12,5	ja	Fungizid		100–250
Bromacil	µg/l	0,02	Spez	0,6			1990	Herbizid		
Bromoxynil	µg/l	0,02	Spez	0,5		3,3	ja	Herbizid		25–100
Carbendazim	µg/l	0,02	Spez	0,2	0,7	0,15	>2009	Fungizid	ja	
Carbetamid	µg/l	0,02					2004	Herbizid		
Chlorfenvinphos	µg/l	0,02	Prio	0,1	0,3		2005	Insektizid		
Chloridazon	µg/l	0,02	Spez	0,1		56	ja	Herbizid		10–25
Chloridazon-Metabolit B	µg/l	0,02						Metabolit		
Chloridazon-Metabolit B1	µg/l	0,02						Metabolit		
Chlorpyrifos	µg/l	0,02	Prio	0,03	0,1	0,00045	>2009	Insektizid		
Chlorthalonil	µg/l	0,02					ja	Fungizid		1000–2500
Chlortoluron	µg/l	0,02	Spez	0,4		2,3	ja	Herbizid		250–1000
Clodinafop	µg/l	0,02					ja	Herbizid		1–2,5

¹³ Aktuelle Zulassungen: Quelle BVL, Stand 04/2017; Abgelaufene Zulassungen: BVL-Berichte zu Pflanzenschutzmitteln 2009, Zulassungshistorie und Regelungen der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung, Angaben aus Spalte „Zulassung Bundesrepublik“

Beschreibung	Einheit	UBG	Stoff (OGewV)	JD-UQN [$\mu\text{g/l}$]	ZHK-UQN [$\mu\text{g/l}$]	RAK [$\mu\text{g/l}$]	Aktuell zugelassen bzw. Zulassungsende (Stand 04/17) ¹³	Primärer Wirkungsbereich	Anwendung auch als Biozid lt. UBA 2015	Inlandsabsatzklassen für 2016 [t]
Clomazone	$\mu\text{g/l}$	0,02				5,66	ja	Herbizid		10–25
Clopyralid	$\mu\text{g/l}$	0,05				1080	ja	Herbizid		25–100
Clothianidin	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,007	ja	Insektizid	ja	25–100
Cybutryn	$\mu\text{g/l}$	0,02	Prio	0,0025	0,016			Herbizid	ja	
Cyflufenamid	$\mu\text{g/l}$	0,02				2,4	ja	Fungizid		2,5–10
Cyproconazol	$\mu\text{g/l}$	0,02					ja	Fungizid	ja	10–25
Cyprodinil	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,75	ja	Fungizid		25–100
Desethylatrazin	$\mu\text{g/l}$	0,02						Metabolit		
Desethylsebutylazin	$\mu\text{g/l}$	0,02						Metabolit		
Desethylsimazin	$\mu\text{g/l}$	0,02						Metabolit		
Desethylterbutylazin	$\mu\text{g/l}$	0,02						Metabolit		
Desethyl-desisopropylatrazin	$\mu\text{g/l}$	0,02						Metabolit		
Desmedipham	$\mu\text{g/l}$	0,02					ja	Herbizid		25–100
Diazinon	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,01			1995	Insektizid		
Dicamba	$\mu\text{g/l}$	0,02				180	ja	Herbizid		25–100
Dichlorprop	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,1			ja	Herbizid		25–100
Difenoconazol	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,36	ja	Fungizid		100–250
Diflubenzuron	$\mu\text{g/l}$	0,02					>2009	Insektizid	ja	
Diflufenican	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,009		0,025	ja	Herbizid		250–1000
Dimefuron	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,83	2004	Herbizid		
Dimethachlor	$\mu\text{g/l}$	0,02				3,5	ja	Herbizid		25–100
Dimethachlor-Metabolit CGA 369873	$\mu\text{g/l}$	0,02						Metabolit		
Dimethenamid	$\mu\text{g/l}$	0,02				1,35	ja	Herbizid		250–1000
Dimethoat	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,07	1	4	ja	Insektizid		2,5–10
Dimethomorph	$\mu\text{g/l}$	0,02				5,6	ja	Fungizid		100–250
Dimoxystrobin	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,03	2	0,0316	ja	Fungizid		25–100
Dinoseb	$\mu\text{g/l}$	0,02					1984	Herbizid		
Dinoterb	$\mu\text{g/l}$	0,02					1989	Herbizid		
Diuron	$\mu\text{g/l}$	0,02	Prio	0,2	1,8	0,79	2007	Herbizid	ja	
Epoxiconazol	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,2		0,5375	ja	Fungizid		250–1000
Ethidimuron	$\mu\text{g/l}$	0,02					1990	Herbizid		
Ethofumesat	$\mu\text{g/l}$	0,02				24	ja	Herbizid		100–250
Fenhexamid	$\mu\text{g/l}$	0,02				10,1	ja	Fungizid		10–25
Fenoxaprop	$\mu\text{g/l}$	0,02					>2009	Herbizid		
Fenoxycarb	$\mu\text{g/l}$	0,02					>2009	Insektizid	ja	<1,0
Fenpropidin	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,1	ja	Fungizid		100–250

Beschreibung	Einheit	UBG	Stoff (OGewV)	JD-UQN [$\mu\text{g/l}$]	ZHK-UQN [$\mu\text{g/l}$]	RAK [$\mu\text{g/l}$]	Aktuell zugelassen bzw. Zulassungsende (Stand 04/17) ¹³	Primärer Wirkungsbereich	Anwendung auch als Biozid lt. UBA 2015	Inlandsabsatzklassen für 2016 [t]
Fenpropimorph	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,02	20	0,195	ja	Fungizid	ja	250–1000
Fenuron	$\mu\text{g/l}$	0,02					1994	Herbizid		
Flazasulfuron	$\mu\text{g/l}$	0,02					ja	Herbizid		<1,0
Flonicamid	$\mu\text{g/l}$	0,02				310	ja	Insektizid		2,5–10
Florasulam	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,118	ja	Herbizid		2,5–10
Fluazifop	$\mu\text{g/l}$	0,02				146	ja	Herbizid		10–25
Fluazinam	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,26	ja	Fungizid		100–250
Flufenacet	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,04	0,2	2,4	ja	Herbizid		250–1000
Flumioxazin	$\mu\text{g/l}$	0,05				0,035	ja	Herbizid		2,5–10
Fluopicolide	$\mu\text{g/l}$	0,02				1,3	ja	Fungizid		10–25
Fluopyram	$\mu\text{g/l}$	0,02				5,12	ja	Fungizid		10–25
Fluoxastrobin	$\mu\text{g/l}$	0,02					ja	Fungizid		25–100
Flupyrsulfuron-methyl	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,22	ja	Herbizid		1,0–2,5
Fluquinconazol	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,8	>2009	Fungizid		
Fluroxypyr	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,314	ja	Herbizid		100–250
Flurtamone	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,2	1	0,99	ja	Herbizid		100–250
Flusilazol	$\mu\text{g/l}$	0,02				1,1	>2009	Fungizid		
Fluxapyroxad	$\mu\text{g/l}$	0,02				2,9	ja	Fungizid		25–100
Haloxyfop	$\mu\text{g/l}$	0,02					ja	Herbizid		2,5–10
1-(3,4-Dichlorphenyl)harnstoff	$\mu\text{g/l}$	0,02						Metabolit		
Hexazinon	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,07			1991	Herbizid		
2-Hydroxyatrazin	$\mu\text{g/l}$	0,02						Metabolit		
2-Hydroxyterbutylazin	$\mu\text{g/l}$	0,02						Metabolit		
Imazamox	$\mu\text{g/l}$	0,02					ja	Herbizid		<1,0
Imidacloprid	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,002	0,1	0,009	ja	Insektizid	ja	25–100
Iodosulfuron-methyl	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,079	ja	Herbizid		2,5–10
loxynil	$\mu\text{g/l}$	0,02				2,7	>2009	Herbizid		
Iprodion	$\mu\text{g/l}$	0,02					ja	Fungizid		10–25
Iprovalicarb	$\mu\text{g/l}$	0,02				189	ja	Fungizid		2,5–10
Isoproturon	$\mu\text{g/l}$	0,02	Prio	0,3	1	1,3	2017	Herbizid	ja	250–1000
Isopyrazam	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,258	ja	Fungizid		25–100
Kresoxim-methyl	$\mu\text{g/l}$	0,02				1	ja	Fungizid		25–100
Linuron	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,1			1997	Herbizid		
Malathion	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,02			1992	Insektizid		
Mandipropamid	$\mu\text{g/l}$	0,02				7,6	ja	Fungizid		25–100
MCPA	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	2		6,41	ja	Herbizid		250–1000
MCPB	$\mu\text{g/l}$	0,02					1986	Herbizid		

Beschreibung	Einheit	UBG	Stoff (OGewV)	JD-UQN [$\mu\text{g/l}$]	ZHK-UQN [$\mu\text{g/l}$]	RAK [$\mu\text{g/l}$]	Aktuell zugelassen bzw. Zulassungsende (Stand 04/17) ¹³	Primärer Wirkungsbereich	Anwendung auch als Biozid lt. UBA 2015	Inlandsabsatzklassen für 2016 [t]
Mecoprop	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,1		160	ja	Herbizid		25–100
Mesosulfuron-methyl	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,062	ja	Herbizid		
Mesotrione	$\mu\text{g/l}$	0,02					ja	Herbizid		100–250
Metalaxyl	$\mu\text{g/l}$	0,02				46	ja	Insektizid		10–25
Metamitron	$\mu\text{g/l}$	0,02				38	ja	Herbizid		250–1000
Metazachlor	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,4		0,88	ja	Herbizid		250–1000
Metazachlor-Metabolit BH 479-8	$\mu\text{g/l}$	0,02						Metabolit		
Metconazol	$\mu\text{g/l}$	0,02					ja	Fungizid		25–100
Methabenzthiazuron	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	2			1996	Herbizid		
Methidathion	$\mu\text{g/l}$	0,02					2004	Insektizid		
Methoxyfenozid	$\mu\text{g/l}$	0,02					>2009	Insektizid		
Metobromuron	$\mu\text{g/l}$	0,02				2	ja	Herbizid		10–25
Metolachlor	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,2		0,58	ja	Herbizid		250–1000
Metolachlor-Metabolit CGA 380168/CGA 354743	$\mu\text{g/l}$	0,02						Metabolit		
Metosulam	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,1756	ja	Herbizid		<1,0
Metribuzin	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,2		0,584	ja	Herbizid		25–100
Metsulfuron-methyl	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,036	ja	Herbizid		2,5–10
Monolinuron	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,2	20		1991	Herbizid	ja	
Myclobutanil	$\mu\text{g/l}$	0,02				2,4	ja	Fungizid		10–25
Napropamid	$\mu\text{g/l}$	0,02				6,7	ja	Herbizid		25–100
Nicosulfuron	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,009	0,09	0,085	ja	Herbizid		25–100
Parathion-methyl	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,02			2003	Insektizid		
Penconazol	$\mu\text{g/l}$	0,02				3,2	ja	Fungizid		2,5–10
Pendimethalin	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,63	ja	Herbizid		250–1000
Pethoxamid	$\mu\text{g/l}$	0,02				1,772	ja	Herbizid		100–250
Phenmedipham	$\mu\text{g/l}$	0,02					ja	Herbizid		100–250
Picloram	$\mu\text{g/l}$	0,02				55	ja	Herbizid		2,5–10
Picoxystrobin	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,6	ja	Fungizid		25–100
Pirimicarb	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,09		0,09	ja	Insektizid		25–100
Prochloraz	$\mu\text{g/l}$	0,02				5	ja	Fungizid		250–1000
Prometryn	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,5			1976	Herbizid		
Propamocarb	$\mu\text{g/l}$	0,02				630	ja	Fungizid		100-250
Propazin	$\mu\text{g/l}$	0,02					1985	Herbizid		
Propiconazol	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	1		2	ja	Fungizid	ja	100–250
Propoxycarbazone	$\mu\text{g/l}$	0,02					ja	Herbizid		2,5–10
Propyzamid	$\mu\text{g/l}$	0,02				34	ja	Herbizid		100–250
Prosulfocarb	$\mu\text{g/l}$	0,02				3,8	ja	Herbizid		1000–2500

Beschreibung	Einheit	UBG	Stoff (OGewV)	JD-UQN [$\mu\text{g/l}$]	ZHK-UQN [$\mu\text{g/l}$]	RAK [$\mu\text{g/l}$]	Aktuell zugelassen bzw. Zulassungsende (Stand 04/17) ¹³	Primärer Wirkungsbereich	Anwendung auch als Biozid lt. UBA 2015	Inlandsabsatzklassen für 2016 [t]
Prosulfuron	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,13	ja	Herbizid		2,5–10
Prothioconazol	$\mu\text{g/l}$	0,05				0,334 Met.	ja	Fungizid		250–1000
Pymetrozin	$\mu\text{g/l}$	0,02				2,5	ja	Insektizid		<1,0
Pyraclostrobin	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,317	ja	Fungizid		100–250
Pyridat	$\mu\text{g/l}$	0,02					ja	Herbizid		10–25
Pyrimethanil	$\mu\text{g/l}$	0,02				8	ja	Fungizid		10–25
Quinmerac	$\mu\text{g/l}$	0,02				316	ja	Herbizid		100–250
Quinoxyfen	$\mu\text{g/l}$	0,02	Prio	0,15	2,7		ja	Fungizid		2,5–10
Rimsulfuron	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,46	ja	Herbizid		2,5–10
Sebuthylazin	$\mu\text{g/l}$	0,02					1987	Herbizid		
Silthiofam	$\mu\text{g/l}$	0,02					ja	Fungizid		2,5–10
Simazin	$\mu\text{g/l}$	0,02	Prio	1	4		1998	Herbizid		
Spiroxamin	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,13	ja	Fungizid		250–1000
Sulcotrion	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,1	5		ja	Herbizid		10–25
Tebuconazol	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,578	ja	Fungizid	ja	250–1000
Tebufenozid	$\mu\text{g/l}$	0,02					ja	Insektizid		1,0–2,5
Tebufenpyrad	$\mu\text{g/l}$	0,02					ja	Insektizid		<1,0
Tembotrione	$\mu\text{g/l}$	0,02					ja	Herbizid		25–100
Tepraloxydim	$\mu\text{g/l}$	0,02					>2009	Herbizid		
Terbumeton	$\mu\text{g/l}$	0,02					1990	Herbizid		
Terbutylazin	$\mu\text{g/l}$	0,02	Spez	0,5		1,2	ja	Herbizid		250–1000
Terbutryn	$\mu\text{g/l}$	0,02	Prio	0,065	0,34		2002	Herbizid	ja	
Thifensulfuron-methyl	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,13	ja	Herbizid		1,0–2,5
Tolyfluanid	$\mu\text{g/l}$	0,02					2007	Fungizid	ja	
Tolyltriazol (Methylbenzotriazole, Summe 4-/5-)	$\mu\text{g/l}$	0,02								
Topramezon	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,9	>2009	Herbizid		
Triadimenol	$\mu\text{g/l}$	0,02				3,4	ja	Fungizid		25–100
Triasulfuron	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,02	>2009	Herbizid		
Triazoxid	$\mu\text{g/l}$	0,02					ja	Fungizid		1,0–2,5
Tribenuron	$\mu\text{g/l}$	0,02					ja	Herbizid		10–25
Triclopyr	$\mu\text{g/l}$	0,02					ja	Herbizid		2,5–10
Trifloxystrobin	$\mu\text{g/l}$	0,02				0,086	ja	Fungizid		10–25
Triflusulfuron-methyl	$\mu\text{g/l}$	0,02					ja	Herbizid		2,5–10
Triticonazol	$\mu\text{g/l}$	0,02					ja	Fungizid		2,5–10
Tritosulfuron	$\mu\text{g/l}$	0,02					ja	Herbizid		10–25

Tab. 22: PSM-Untersuchungsparameter für Grund- und Oberflächengewässer; Sonderanalytik, UBG: Untere Bestimmungsgrenze; siehe auch Abkürzungsverzeichnis

Beschreibung	Einheit	UBG	RAK [µg/l]	Aktuell zugelassen bzw. Zulassungsende in DE (Stand 04/17)	Primärer Wirkungsbereich	Inlandsabsatzklassen Stand 2016
Aminomethylphosphonsäure	µg/l	0,025			Metabolit	
Glufosinat	µg/l	0,025		2016	Herbizid	
Glyphosat	µg/l	0,025	100	ja	Herbizid	2.500–10.000

PSM-Untersuchungsspektrum zusätzlich für Fließgewässer ab 2017

Tab. 23: Zusätzliche PSM-Untersuchungsparameter (PSM-B) für Fließgewässer, UBG: Untere Bestimmungsgrenze; siehe auch Abkürzungsverzeichnis

Beschreibung	Einheit	UBG	Stoff (OGewV)	JD-UQN [µg/l]	ZHK-UQN [µg/l]	RAK [µg/l]	Aktuell zugelassen bzw. Zulassungsende (Stand 04/17) ¹⁴	Primärer Wirkungsbereich	Anwendung auch als Biozid lt. UBA 2015	Inlandsabsatzklassen für 2016 [t]
Azinphos-ethyl	µg/l	0,005	Spez	0,01			1992	Insektizid		
Azinphos-methyl	µg/l	0,005	Spez	0,01			1994	Insektizid		
Cybutryn	µg/l	0,002	Prio	0,0025	0,016			Herbizid	ja	
Cypermethrin	µg/l	0,003	Prio	0,00008	0,0006	0,001	ja	Insektizid	ja	10–25
Dichlorvos	µg/l	0,001	Prio	0,0006	0,0007		2007	Insektizid		
Dicofol	µg/l	0,005	Prio	0,0013	Nicht anwendbar		1989	Insektizid		
Etrimphos	µg/l	0,004	Spez	0,004			1989	Insektizid		
Fenitrothion	µg/l	0,009	Spez	0,009			1982	Insektizid		
Fenthion	µg/l	0,004	Spez	0,004			1989	Insektizid		
Imidacloprid	µg/l	0,001	Spez	0,002	0,1	0,009	ja	Insektizid	ja	25–100
Lambda-Cyhalothrin	µg/l	0,003					ja	Insektizid	ja	25–100
Nicosulfuron	µg/l	0,005	Spez	0,009	0,09	0,085	ja	Herbizid		25–100
Omethoat	µg/l	0,004	Spez	0,004	2		1998	Insektizid		
Parathion-ethyl	µg/l	0,005	Spez	0,005			2002	Insektizid		
Phoxim	µg/l	0,005	Spez	0,008			2005	Insektizid		
Picolinafen	µg/l	0,002	Spez	0,007		0,036	ja	Herbizid		2,5–10
Thiacloprid	µg/l	0,001				0,004	ja	Insektizid	ja	25–100
Thiamethoxam	µg/l	0,001				0,043	ja	Insektizid	ja	25–100

¹⁴ Aktuelle Zulassungen: Quelle BVL, Stand 04/2017; Abgelaufene Zulassungen: BVL-Berichte zu Pflanzenschutzmitteln 2009, Zulassungshistorie und Regelungen der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung, Angaben aus Spalte „Zulassung Bundesrepublik“

PSM-Untersuchungsspektrum, zusätzlich für nicht relevante Metaboliten ab 2017

Tab. 24: Zusätzliche nicht relevante Metaboliten für Grund- und Fließgewässer an einer Auswahl an Messstellen, UBG: Untere Bestimmungsgrenze

Beschreibung	Einheit	UBG
Azoxystrobin-Metabolit ICIA5504/021 R234886	µg/l	0,025
Chlorthalonil-Metabolit R 417888/VIS-01/M12	µg/l	0,025
Chlorthalonil-Metabolit M5/R 611965	µg/l	0,025
Dimethachlor-Metabolit CGA 354742	µg/l	0,025
Dimethenamid-Metabolit M32	µg/l	0,025
Dimethylsulfamid	µg/l	0,025
Metalaxyl-Metabolit CGA 62826/NOA 409045	µg/l	0,025
Metalaxyl-Metabolit CGA 108906	µg/l	0,025
Metazachlor-Metabolit BH 479-4	µg/l	0,025
Metolachlor-Metabolit CGA 351916/CGA51202	µg/l	0,025
Metolachlor-Metabolit CGA 368208	µg/l	0,025
Metolachlor-Metabolit CGA 357704	µg/l	0,025
Metolachlor-Metabolit CGA 413173	µg/l	0,025
Terbutylazin-Metabolit SYN 545666	µg/l	0,025
Terbutylazin-Metabolit CGA 324007	µg/l	0,025
Thiacloprid-Metabolit M 30/YRC 2894	µg/l	0,025

Ergebnisse Grundwasseruntersuchungen

Tab. 25: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen im Rahmen der behördlichen Überwachung im Zeitraum 1989 bis 2016

Wirkstoff/ relevanter Metabolit	Anzahl Messstellen					
	insgesamt untersucht	höchster Messwert an der Messstelle				
		< Bestimmungs- grenze (BG)	≥ BG bis 0,05 µg/l	> 0,05 bis 0,1 µg/l	> 0,1 µg/l	> 1,0 µg/l
Desethylatrazin	747	284	178	134	144	7
Atrazin	747	341	234	91	77	4
Bentazon	741	683	14	19	22	3
Terbuthylazin	747	616	96	22	12	1
Simazin	747	626	99	9	11	2
Desethylterbuthylazin	747	596	116	23	12	0
Desethylsimazin	747	653	69	13	11	1
Isoproturon	744	701	26	6	8	3
Metolachlor	747	717	16	5	8	1
2-Hydroxyatrazin	83	49	16	11	7	0
Bromacil	744	731	6	1	5	1
2-Hydroxydesethylatrazin	61	30	13	13	5	0
Diuron	744	720	15	4	3	2
Propazin	747	689	51	2	5	0
Terbutryn	747	719	23	0	5	0
MCPA	741	728	8	0	5	0
Ethidimuron	743	730	10	0	2	1
Metazachlor	747	734	9	2	2	0
Chloridazon	744	720	21	1	2	0
Fluroxypyr	736	726	8	0	2	0
Propiconazol	742	736	4	0	2	0
Hexazinon	743	739	2	0	2	0
Glufosinat	569	564	2	2	1	0
Mecoprop	741	727	12	1	1	0
Dimefuron	743	736	5	1	1	0
Desethyl-desisopropylatrazin	14	11	1	1	1	0
Chlortoluron	744	734	9	0	0	1
Dichlorprop	741	731	9	0	1	0
Metribuzin	747	738	8	0	1	0
Pendimethalin	747	738	8	0	1	0
Methabenzthiazuron	744	735	8	0	0	1
Prosulfocarb	743	736	6	0	1	0
Desethylsebutylazin	742	737	4	0	1	0
1-(4-Isopropylphenyl)-3- methylharnstoff	741	736	4	0	1	0
Epoxiconazol	743	739	3	0	1	0
1-(4-Isopropylphenyl)harnstoff	741	737	3	0	1	0
Difenoconazol	741	737	3	0	1	0
Carbendazim	742	739	2	0	1	0

Wirkstoff/ relevanter Metabolit	Anzahl Messstellen					
	insgesamt untersucht	höchster Messwert an der Messstelle				
		< Bestimmungs- grenze (BG)	≥ BG bis 0,05 µg/l	> 0,05 bis 0,1 µg/l	> 0,1 µg/l	> 1,0 µg/l
Glyphosat	578	567	3	8	0	0
Pirimicarb	743	738	3	2	0	0
Sebuthylazin	747	734	12	1	0	0
Dicamba	736	727	8	1	0	0
Desmetryn	747	739	7	1	0	0
Metamitron	744	738	5	1	0	0
Flurtamone	740	736	3	1	0	0
Prosulfuron	24	22	1	1	0	0
Atraton	669	668	0	1	0	0
Parathion-ethyl	27	26	0	1	0	0
Diazinon	26	25	0	1	0	0
Methidathion	26	25	0	1	0	0
Parathion-methyl	26	25	0	1	0	0
Cypermethrin	16	15	0	1	0	0
Cyfluthrin	15	14	0	1	0	0
Lambda-Cyhalothrin	15	14	0	1	0	0
Permethrin	15	14	0	1	0	0
2,4-D	741	732	9	0	0	0
2,4-DB	736	727	9	0	0	0
gamma-Hexachlorcyclohexan, (Lindan)	364	355	9	0	0	0
2,4,5-T	736	728	8	0	0	0
Bromoxynil	736	728	8	0	0	0
Fenoprop	736	728	8	0	0	0
Haloxypop	736	728	8	0	0	0
Ioxynil	736	728	8	0	0	0
MCPB	736	728	8	0	0	0
Triclopyr	736	728	8	0	0	0
Cyanazin	747	742	5	0	0	0
Metobromuron	744	739	5	0	0	0
Metoxuron	744	739	5	0	0	0
Carbetamid	743	738	5	0	0	0
Diflubenzuron	743	738	5	0	0	0
Ethofumesat	743	738	5	0	0	0
Imidacloprid	743	738	5	0	0	0
Metalaxyl	743	738	5	0	0	0
Monolinuron	743	738	5	0	0	0
Linuron	744	740	4	0	0	0
Flurochloridon	743	739	4	0	0	0
Fluroxypyr-1- methylheptylester	743	739	4	0	0	0
Terbumeton	743	739	4	0	0	0
Tebutam	742	738	4	0	0	0

Wirkstoff/ relevanter Metabolit	Anzahl Messstellen					
	insgesamt untersucht	höchster Messwert an der Messstelle				
		< Bestimmungsgrenze (BG)	≥ BG bis 0,05 µg/l	> 0,05 bis 0,1 µg/l	> 0,1 µg/l	> 1,0 µg/l
Triadimenol	743	740	3	0	0	0
1-(3,4-Dichlorphenyl)-3-methylharnstoff	741	738	3	0	0	0
1-(3,4-Dichlorphenyl)harnstoff	741	738	3	0	0	0
Esfenvalerat	741	738	3	0	0	0
Prometryn	111	108	3	0	0	0
Azoxystrobin	742	740	2	0	0	0
Aclonifen	741	739	2	0	0	0
Tebuconazol	741	739	2	0	0	0
Kresoxim-methyl	740	738	2	0	0	0
Mefenpyr-diethyl	740	738	2	0	0	0
Prochloraz	740	738	2	0	0	0
Propaquizafop	740	738	2	0	0	0
alpha-Endosulfan	344	343	1	0	0	0
beta-Endosulfan	344	343	1	0	0	0
2-Hydroxyterbutylazin	61	60	1	0	0	0
Triallat	31	30	1	0	0	0
Picloram	29	28	1	0	0	0
Benazolin	28	27	1	0	0	0
Cyprodinil	27	26	1	0	0	0
Bifenox	26	25	1	0	0	0
Diflufenican	25	24	1	0	0	0
2-Hydroxydesethylterbutylazin	24	23	1	0	0	0
Endosulfan-sulfat	16	15	1	0	0	0
Alachlor	611	611	0	0	0	0
Dimoxystrobin	611	611	0	0	0	0
Boscalid	610	610	0	0	0	0
Aldrin	353	353	0	0	0	0
Dieldrin	353	353	0	0	0	0
Hexachlorbenzol	353	353	0	0	0	0
p,p'-DDD	352	352	0	0	0	0
p,p'-DDT	352	352	0	0	0	0
o,p'-DDT	346	346	0	0	0	0
alpha-Hexachlorcyclohexan	345	345	0	0	0	0
Endrin	345	345	0	0	0	0
Methoxychlor	345	345	0	0	0	0
p,p'-DDE	345	345	0	0	0	0
beta-Hexachlorcyclohexan	344	344	0	0	0	0
Heptachlor	343	343	0	0	0	0
Pentachlornitrobenzol	343	343	0	0	0	0
Isodrin	303	303	0	0	0	0
Heptachlorepoxyd, cis- + trans-	268	268	0	0	0	0

Wirkstoff/ relevanter Metabolit	Anzahl Messstellen					
	insgesamt untersucht	höchster Messwert an der Messstelle				
		< Bestimmungs- grenze (BG)	≥ BG bis 0,05 µg/l	> 0,05 bis 0,1 µg/l	> 0,1 µg/l	> 1,0 µg/l
Trifluralin	144	144	0	0	0	0
Flusilazol	35	35	0	0	0	0
Quinmerac	33	33	0	0	0	0
Dimethachlor	29	29	0	0	0	0
Flufenacet	29	29	0	0	0	0
Phenmedipham	29	29	0	0	0	0
4-Chlorbenzoesäure	28	28	0	0	0	0
Acifluorfen	28	28	0	0	0	0
Chloramben	28	28	0	0	0	0
Chlorfenac	28	28	0	0	0	0
Clopyralid	28	28	0	0	0	0
Fenoxaprop	28	28	0	0	0	0
Flamprop	28	28	0	0	0	0
Fluazifop	28	28	0	0	0	0
Ametryn	27	27	0	0	0	0
Amidosulfuron	27	27	0	0	0	0
Chloroxuron	27	27	0	0	0	0
Desmedipham	27	27	0	0	0	0
Fenhexamid	27	27	0	0	0	0
Fenpropidin	27	27	0	0	0	0
Fenpropimorph	27	27	0	0	0	0
Fenuron	27	27	0	0	0	0
Flumioxazin	27	27	0	0	0	0
Iodosulfuron-methyl	27	27	0	0	0	0
Metsulfuron-methyl	27	27	0	0	0	0
Nicosulfuron	27	27	0	0	0	0
Quinoxifen	27	27	0	0	0	0
Triasulfuron	27	27	0	0	0	0
Dinoterb	26	26	0	0	0	0
Clomazone	25	25	0	0	0	0
Dinoseb	25	25	0	0	0	0
Fenoxycarb	25	25	0	0	0	0
2,6-Dichlorbenzotrifluorid	24	24	0	0	0	0
Benalaxyl	24	24	0	0	0	0
Bensulfuron-methyl	24	24	0	0	0	0
Chlorsulfuron	24	24	0	0	0	0
Cyproconazol	24	24	0	0	0	0
Dimethoat	24	24	0	0	0	0
Fluopicolide	24	24	0	0	0	0
Malathion	24	24	0	0	0	0
Monuron	24	24	0	0	0	0
Napropamid	24	24	0	0	0	0

Wirkstoff/ relevanter Metabolit	Anzahl Messstellen					
	insgesamt untersucht	höchster Messwert an der Messstelle				
		< Bestimmungsgrenze (BG)	≥ BG bis 0,05 µg/l	> 0,05 bis 0,1 µg/l	> 0,1 µg/l	> 1,0 µg/l
Picoxystrobin	24	24	0	0	0	0
Primisulfuron-methyl	24	24	0	0	0	0
Thifensulfuron-methyl	24	24	0	0	0	0
Triflursulfuron-methyl	24	24	0	0	0	0
Chlorpyrifos	14	14	0	0	0	0
Clothianidin	14	14	0	0	0	0
Cybutryn	14	14	0	0	0	0
Spiroxamin	14	14	0	0	0	0
Thiamethoxam	14	14	0	0	0	0
Tolyfluanid	14	14	0	0	0	0
Topramezon	14	14	0	0	0	0
Imazamox	12	12	0	0	0	0
Cybutryn Metabolit M1	11	11	0	0	0	0