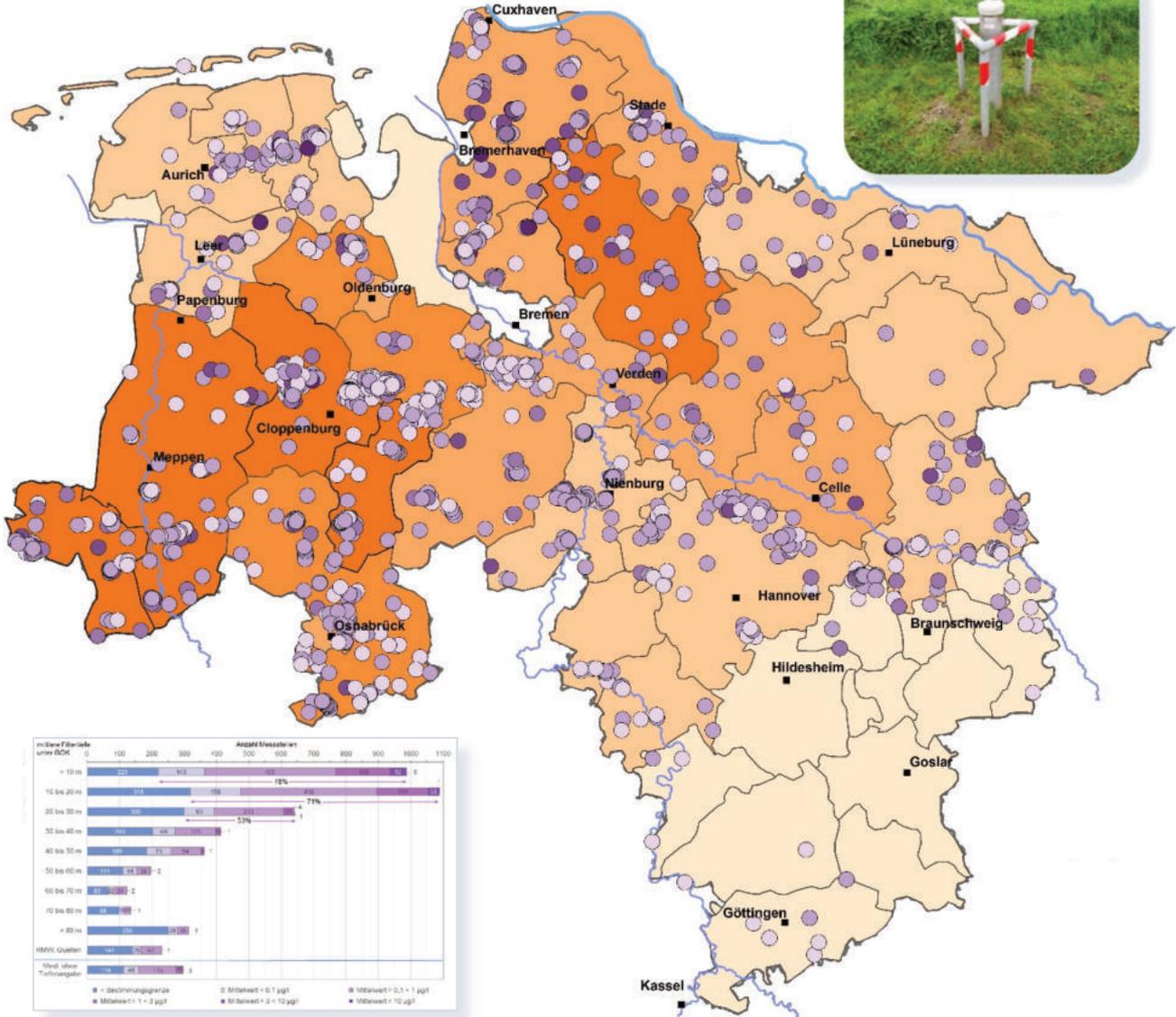




Niedersächsischer Landesbetrieb für  
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz



## Themenbericht Pflanzenschutzmittel II

## Wirkstoffe und Metaboliten im Grundwasser

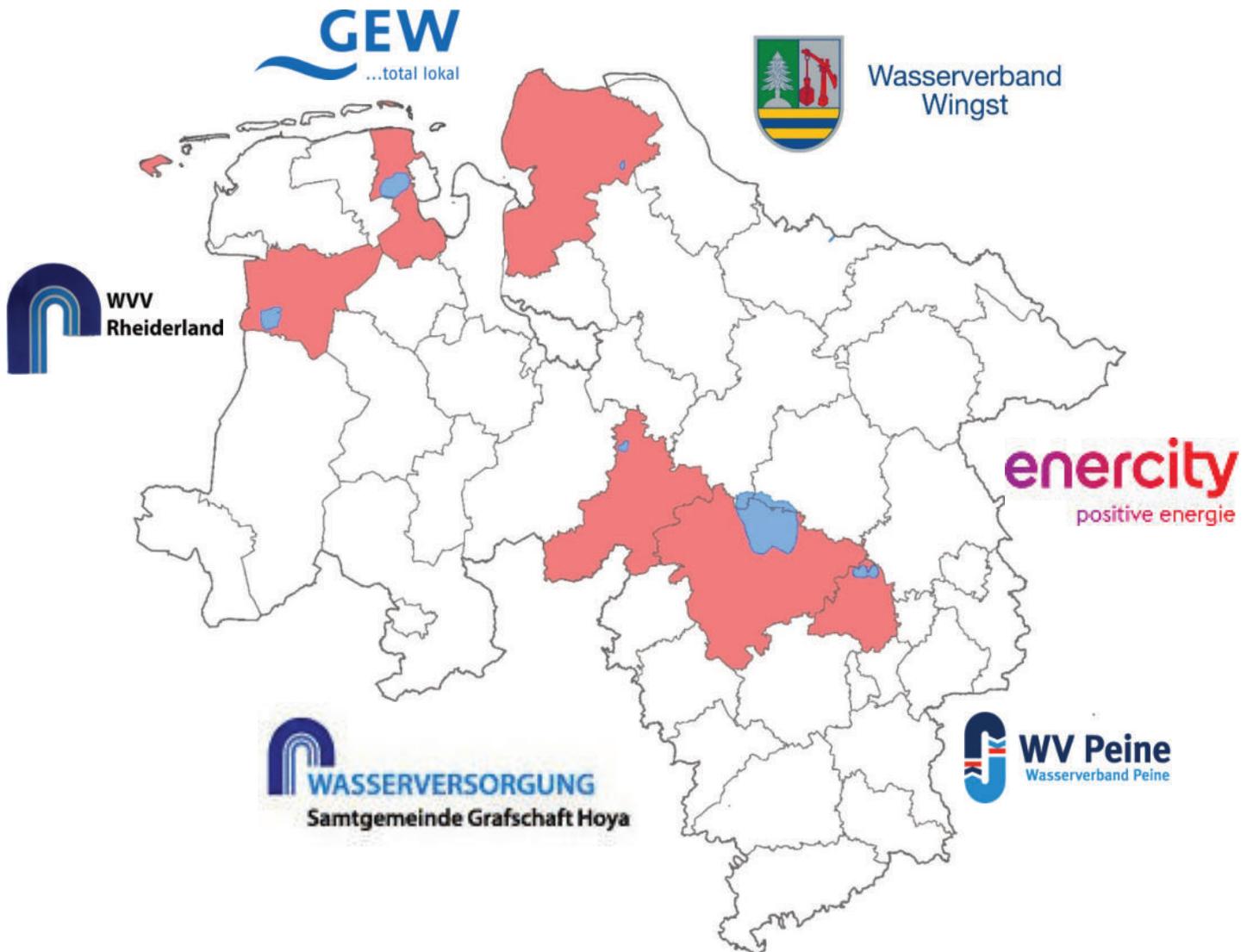
Datenauswertung 2000 bis 2016



Niedersachsen



Niedersächsischer Landesbetrieb für  
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz



## Themenbericht Pflanzenschutzmittel II

## Wirkstoffe und Metaboliten im Grundwasser

Datenauswertung 2000 bis 2016



Niedersachsen

## Herausgeber:

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN)  
Am Sportplatz 23  
26506 Norden

## Autorin und Autor:

Anouchka Jankowski, NLWKN Betriebsstelle Hannover-Hildesheim  
Andreas Roskam, NLWKN Betriebsstelle Aurich

## Mit Unterstützung durch:

Tanja Eden, NLWKN Betriebsstelle Aurich  
Malte Iltis, NLWKN Betriebsstelle Hannover-Hildesheim  
Hubertus Schültken, NLWKN Betriebsstelle Hannover-Hildesheim  
Dieter de Vries, NLWKN Betriebsstelle Aurich  
Thomas Waesch, NLWKN Betriebsstelle Hannover-Hildesheim

## Co-Autorinnen und Co-Autoren Fallbeispiele:

- (1) Michaela Neumeyer, Wasserverband Peine
- (2) Werner Raue, Andreas Rausch, enercity AG Hannover  
Dr. Axel Lamparter, Dr. Florian Stange, Tobias Witte, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
- (3) Lutz Hanneken, Wasserversorgungsverband Rheiderland
- (4) Ute Hennig, Detlef Meyer, Samtgemeinde Grafschaft Hoya, Eigenbetrieb Wasserversorgung
- (5) Harald Feith, GEW Wilhelmshaven GmbH  
Dr. Axel Rogge, Michael Scharfenberg, GeoDienste GmbH
- (6) Alfred Warnke, Wasserverband Wingst  
Dr. Sebastian Pagenkemper, Dr. Hartmut Geries, Geries Ingenieure GmbH

## Beratendes Gremium (Dachverbände Wasserwirtschaft):

Dörte Burg, Wasserverbandtag e.V. Bremen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt  
Sebastian Kaiser, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. Landesgruppe Norddeutschland  
Andreas Kalix, Interessengemeinschaft für norddeutsche Trinkwasserwerke e.V.  
Sarah Maasoumy, Verband kommunaler Unternehmen e.V. Landesgruppe Niedersachsen/Bremen

## Beratendes Gremium (Wasserversorgungsunternehmen):

Dr. Christina Aue (OOWV), Alfred Grote (WV Lingener Land), Antke Hahn (Stadtwerke Göttingen AG),  
Frank Kurtz (TV Verden), Dr. Lennart Lehmann (Harzwasserwerke GmbH), Volker Meyer (WV Rotenburg-Land),  
Michaela Neumeyer (Wasserverband Peine), Markus Penning (OOWV), Werner Raue (enercity AG),  
Rolf Richter (Purena GmbH), Ralph-Erik Schaffert (WV Bersenbrück), Michael Schneemann (WBV Harburg),  
Johannes Schnieders (WAZ Niedergrafschaft), Alfred Warnke (WV Wingst), Gerold Wittig (WV Wesermünde)

## Bildnachweis:

Abb. 2-1 LWK Niedersachsen, Abb. 3-4 NLWKN Bst. Aurich, Abb. 7-4 WV Peine,  
Abb. 7-10 WV Rheiderland, Abb. 7-15 SG Grafschaft Hoya, Abb. 7-20 Geries Ingenieure GmbH,  
Abb. 9-3 NLWKN Bst. Aurich, Abb. 10-1 und Abb. 11-1 LWK Niedersachsen, Abb. 11-2 Julius Kühn-Institut

1. Auflage: April 2020, 1.000 Stück  
Schutzgebühr: 5,00 € + Versand

## Bezug:

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft,  
Küsten- und Naturschutz (NLWKN)  
An der Scharlake 39  
31135 Hildesheim

Online verfügbar unter: [http://www.nlwkn.niedersachsen.de/service/veroeffentlichungen\\_webshop](http://www.nlwkn.niedersachsen.de/service/veroeffentlichungen_webshop)

# Inhalt

Abbildungsverzeichnis.....	3
Tabellenverzeichnis.....	5
Abkürzungsverzeichnis.....	6
Vorwort Dachverbände Wasserwirtschaft.....	7
Vorwort Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.....	9
Zusammenfassung.....	10
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>11</b>
<b>2 Zulassung und Bewertungsgrundlagen.....</b>	<b>12</b>
2.1 Zulassung von Pflanzenschutzmitteln und Pflanzenschutzkontrollprogramm.....	13
2.2 Relevanzbewertung der Metaboliten.....	15
2.3 Schwellen- bzw. Grenzwerte, Richtkonzentrationen, gesundheitliche Orientierungswerte und Leitwerte im Kontext Pflanzenschutzrecht, Trinkwasser- und Gewässerschutz.....	16
2.4 Biozide.....	18
<b>3 Messnetz und Datengrundlage.....</b>	<b>20</b>
3.1 Messnetz.....	20
3.2 Datengrundlage.....	21
<b>4 Aggregierte Auswertungen – allgemeine Befundlage.....</b>	<b>23</b>
4.1 Messnetzdichte.....	24
4.2 Nachweise auf der Betrachtungsebene Landkreise und kreisfreie Städte.....	25
<b>5 Wirkstoffe und relevante Metaboliten.....</b>	<b>28</b>
5.1 Wirkstoffe.....	28
5.2 Relevante Metaboliten und xM.....	33
5.3 Zeitliche Verteilung der untersuchten Messstellen und Nachweise von Wirkstoffen.....	37
5.4 Geografische Verteilung der Nachweise von Wirkstoffen und relevanten Metaboliten.....	39
<b>6 Nicht relevante Metaboliten.....</b>	<b>43</b>
6.1 Zeitliche Verteilung der untersuchten Messstellen und Nachweise von nrM.....	48
6.2 Geografische Verteilung der Nachweise von nicht relevanten Metaboliten.....	50
<b>7 Fallbeispiele aus der Praxis der Trinkwassergewinnung.....</b>	<b>56</b>
7.1 Fallbeispiel WSG Wehnsen – Leitwertmeldung NG 301-1.....	57
7.1.1 Gebietsbeschreibung.....	57
7.1.2 Belastungssituation.....	58
7.1.3 Leitwertmeldung NG 301-1.....	59
7.1.4 Umsetzung / Monitoring im Grundwasser.....	60
7.1.5 Kosten.....	60
7.2 Fallbeispiel WSG Fuhrberger Feld – Austrag nicht relevanter Metaboliten aus dem Boden.....	62
7.2.1 Gebietsbeschreibung.....	62
7.2.2 Belastungssituation.....	62
7.2.3 Das BGR-Projekt MetaBoTiG.....	62
7.2.4 Probenahme und -untersuchung des Sicker- und Grundwassers.....	63
7.2.5 Modellierung der PSM-/nrM-Transportvorgänge.....	64
7.2.6 Nachweise von nrM in Sicker- und Grundwasserproben.....	64

7.2.7 Diskussion der Ergebnisse .....	65
7.2.8 Fazit und Ausblick .....	66
7.3 Fallbeispiel WSG Weener – Rohwasserbelastungen mit Herbiziden .....	68
7.3.1 Gebietsbeschreibung.....	68
7.3.2 Belastungssituation .....	68
7.3.3 Potentielle Eintragspfade .....	69
7.3.4 Monitoring im Grundwasser .....	71
7.3.5 Erweiterung der Wasseraufbereitung mit einer Aktivkohleanlage .....	71
7.3.6 Kosten .....	72
7.4 Fallbeispiel WSG Hoya – nicht relevante Metaboliten im Rohwasser .....	73
7.4.1 Gebietsbeschreibung.....	73
7.4.2 Belastungssituation .....	73
7.4.3 Flächenbewirtschaftung im Trinkwassergewinnungsgebiet.....	74
7.4.4 Fundaufklärung, Monitoring in Vorfeldmessstellen .....	74
7.4.5 Erweiterung der Wasseraufbereitung mit einer Aktivkohlefilteranlage.....	75
7.4.6 Kosten .....	76
7.4.7 Ausblick .....	77
7.5 Fallbeispiel WSG Feldhausen – Kooperation Trinkwasserschutz und PSM-Nachweise.....	78
7.5.1 Gebietsbeschreibung.....	78
7.5.2 Belastungssituation .....	78
7.5.3 Schutzkonzept und Maßnahmen.....	81
7.5.4 Kooperationsarbeit .....	82
7.5.5 Kosten und Ausblick .....	82
7.6 Fallbeispiel TGG Dulonsberg – Entwicklung und Umsetzung von präventiven Pflanzenschutzmittel Minderungs- und Schutzmaßnahmen .....	83
7.6.1 Gebietsbeschreibung.....	83
7.6.2 GW-Monitoring und Belastungssituation .....	84
7.6.3 Perspektiven und Maßnahmen .....	85
7.6.4 Fazit.....	88
<b>8 Tendenzen .....</b>	<b>89</b>
8.1 Tendenzen für fünf ausgewählte Wirkstoffe.....	90
8.2 Tendenzen für vier ausgewählte nicht relevante Metaboliten .....	93
<b>9 Sonderauswertungen .....</b>	<b>96</b>
9.1 Korrelation mit potentiellen Emissionen (Fruchtarten) .....	96
9.2 Korrelation mit potentiellen Emissionen (Bahngleise).....	97
9.3 Beziehung PSM und anorganische Parameter (Nitrat, elektrische Leitfähigkeit) .....	100
9.4 LHKW 1,2-Dichlorpropan.....	102
<b>10 Ergebnisdiskussion .....</b>	<b>104</b>
<b>11 Fazit und Ausblick .....</b>	<b>106</b>
11.1 Landnutzung .....	107
11.2 Gesellschaftlicher Diskurs .....	108
11.3 Monitoring .....	109
11.4 Handlungsoptionen.....	110
<b>12 Literaturverzeichnis .....</b>	<b>112</b>
<b>13 Anlagen.....</b>	<b>115</b>

# Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1: Feldspritze im Einsatz in Maisbestand (Foto LWK Niedersachsen) .....	14
Abb. 3-1: Karte des ausgewerteten Messnetzes – unterschieden nach Art der Messstellen.....	20
Abb. 3-2: Karte Messnetz WVU.....	21
Abb. 3-3: Karte Messnetz NLWKN .....	21
Abb. 3-4: Grundwassermessstellen – Ausbau in drei Filtertiefen (Foto NLWKN Bst. Aurich).....	21
Abb. 4-1: Betrachtungsebene Landkreise – Messstellen auf PSM untersucht pro 10 km <sup>2</sup> (KFZ-Kennzeichen siehe Abb. 4-7) .....	24
Abb. 4-2: Betrachtungsebene Landkreise – Anteil der untersuchten Messstellen und Nachweise (Doppelzählung bei Nachweisen in beiden Gruppen); KFZ-Kennzeichen siehe Abb. 4-7).....	25
Abb. 4-3: Gesamtbetrachtung untersuchter Messstellen mit und ohne Nachweis (n= 5.781 exklusive 1,2-Dichlorpropan und xM) .....	26
Abb. 4-4: nrM untersuchte Messstellen (n= 4.795).....	26
Abb. 4-5: xM untersuchte Messstellen (n= 1.744).....	26
Abb. 4-6: WS und rM untersuchte Messstellen (n= 5.131 exklusive 1,2-Dichlorpropan) .....	26
Abb. 4-7: Betrachtungsebene Landkreise – Anzahl untersuchte Messstellen und Nachweise, Daten 2000 bis 2016 (Doppelzählung bei Nachweisen in beiden Stoffgruppen) .....	27
Abb. 5-1: WIRKSTOFFE-TOP 20 – Anzahl und Art der untersuchten Messstellen im Zeitraum 2000-2016.....	28
Abb. 5-2: WIRKSTOFFE-TOP 20 – Anzahl und Art der Messstellen mit Nachweisen im Zeitraum 2000-2016.....	29
Abb. 5-3: WIRKSTOFFE-TOP 20 – Mittel- und Maximalwerte der Nachweise im Zeitraum 2000-2016 .....	30
Abb. 5-4: WIRKSTOFFE-TOP 20 – Anzahl Messstellen Nachweise in Klassen im Zeitraum 2000-2016.....	31
Abb. 5-5: Alle Wirkstoffe tiefenabhängig – Anzahl Messstellen ohne Befund und Nachweise in Klassen im Zeitraum 2000-2016 .....	32
Abb. 5-6: Relevante Metaboliten – Anzahl und Art der untersuchten Messstellen im Zeitraum 2000-2016 .....	33
Abb. 5-7: Relevante Metaboliten – Anzahl und Art der Messstellen mit Nachweisen im Zeitraum 2000-2016 ..	33
Abb. 5-8: Relevante Metaboliten – Mittel- und Maximalwerte der Nachweise im Zeitraum 2000-2016 .....	34
Abb. 5-9: Relevante Metaboliten – Anzahl Messstellen Nachweise in Klassen im Zeitraum 2000-2016.....	34
Abb. 5-10: Relevante Metaboliten tiefenabhängig – Anzahl Messstellen ohne Befund und Nachweise in Klassen im Zeitraum 2000-2016.....	35
Abb. 5-11: WIRKSTOFFE-TOP 20 – Summe der untersuchten Messstellen pro Jahr 2000 bis 2016 .....	37
Abb. 5-12: WIRKSTOFFE-TOP 20 – zeitliche Verteilung der Nachweise 2000 bis 2016 – Anzahl Messstellen pro Jahr (siehe auch Anlage 3) .....	38
Abb. 5-13: Betrachtungsebene Landkreise – Medianwerte der Nachweise von allen untersuchten Wirkstoffen und relevanten Metaboliten sowie anteilige Darstellung der Mittelwerte dieser Nachweise je Messstelle mittels Tortendiagramm; die Städte OL und OS sind jeweils mit den Landkreisen zusammen ausgewertet .....	40
Abb. 5-14: WIRKSTOFFE-TOP 20 – Mittelwert der Nachweise an Einzel-Messstellen .....	41
Abb. 5-15: Mittelwerte der Nachweise von relevanten Metaboliten an Einzel-Messstellen, Daten 2000-2016 ..	42
Abb. 6-1: NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20 – Anzahl und Art der untersuchten Messstellen .....	43
Abb. 6-2: NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20 – Anzahl und Art der Messstellen mit Nachweisen.....	44
Abb. 6-3: NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20 – Mittel- und Maximalwerte der Nachweise .....	45
Abb. 6-4: NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20 – Anzahl Messstellen Nachweise in Klassen.....	46
Abb. 6-5: Alle nicht relevante Metaboliten tiefenabhängig – Anzahl Messstellen ohne Befund und Nachweise in Klassen, Zeitraum 2000 bis 2016.....	47
Abb. 6-6: NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20 – Summe der untersuchten Messstellen pro Jahr 2008 bis 2016.....	48
Abb. 6-7: NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20 – zeitliche Verteilung der Nachweise 2008 bis 2016 – Anzahl Messstellen pro Jahr (siehe auch Anlage 3) .....	49
Abb. 6-8: Betrachtungsebene Landkreise – Medianwerte der Nachweise von allen untersuchten nicht relevanten Metaboliten sowie anteilige Darstellung der Mittelwerte dieser Nachweise je Messstelle mittels Tortendiagramm; die Städte OL und OS sind jeweils mit den Landkreisen zusammen ausgewertet.....	50
Abb. 6-9: Karte mit Mittelwerten der Nachweise von S-Metolachlor-Sulfonsäure 2000 bis 2016 an Einzel-Messstellen in Kombination mit dem Anteil der Fruchtart Mais auf Betrachtungsebene Landkreise .....	52
Abb. 6-10: Karte mit Mittelwerten der Nachweise von Chloridazon-desphenyl (Metabolit B) 2000 bis 2016 an Einzel-Messstellen in Kombination mit dem Anteil der Fruchtart Rüben auf Betrachtungsebene Landkreise ...	53
Abb. 6-11: Karte mit Mittelwerten der Nachweise von Metazachlor-Sulfonsäure 2000 bis 2016 an Einzel-Messstellen in Kombination mit dem Anteil der Fruchtart Raps auf Betrachtungsebene Landkreise .....	54
Abb. 7-1: Übersichtskarte – Fallbeispiele aus der Praxis der Trinkwassergewinnung mit Co-Autoren.....	56

Abb. 7-2: Karte WSG Wehnsen mit den Grenzen der Schutzzonen II, III A, III B und Förderbrunnen .....	57
Abb. 7-3: FBR WW Wehnsen – Konzentrationsverlauf Chloridazon-desphenyl 2011 bis 2018.....	58
Abb. 7-4: Grundwasser-Messstellengruppe im WSG Wehnsen (Foto WV Peine) .....	60
Abb. 7-5: Schematische Darstellung der Sickerwasserbeprobung auf drei Ackerschlägen im Anströmungsbereich einer Multilevel-Messstelle (MLM), sowie der drei Beprobungstiefen der MLM. ....	63
Abb. 7-6: Vorkommen des nicht relevanten Metaboliten Chloridazon-desphenyl in jeweils 3 Tiefen der 3 MLM (Zylinder A, B, C), sowie im Sickerwasser unter den Ackerschlägen (Rauten), die sich im Anstrombereich der jeweiligen MLM befinden. Links die Ergebnisse aus dem Jahr 2015, rechts von 2016. Die Farben bezeichnen die Konzentrationsbereiche (Leitwert > 10 ug/l; GOW: Gesundheitlicher Orientierungswert; BG: Bestimmungsgrenze).....	65
Abb. 7-7: Grafik der Konzentrationsverläufe Bromacil und Ethidimuron (FBR IV und FBR V).....	69
Abb. 7-8: Strömungslinien im Abstrom der Gleistrasse.....	70
Abb. 7-9: Strömungslinien im Abstrom der Baumschulflächen .....	70
Abb. 7-10: Neubau der Aktivkohlefilteranlage – Einbau der Filterkessel (Foto WVV Rheiderland) .....	71
Abb. 7-11: WSG Hoya – Metazachlor-Säure 2011-2018 .....	73
Abb. 7-12: WSG Hoya – Metazachlor-Sulfon- säure 2011-2018.....	73
Abb. 7-13: WSG Hoya – Chloridazon-desphenyl 2011-2018 .....	74
Abb. 7-14: WSG Hoya – Mittelwert der Nachweise Metazachlor-Säure 2011 bis 2016 .....	75
Abb. 7-15: Wasserwerk Hoya – Filterkessel der Aktivkohleanlage (Foto SG Grafschaft Hoya) .....	76
Abb. 7-16: GW-Messstellennetz des TGG Feldhausen mit PSM-Untersuchungen .....	79
Abb. 7-17: Grundwassermessstellen mit und ohne PSM-Befunde (Zeitraum 2000-2016).....	80
Abb. 7-18: Konzentrationsentwicklung von PSM-Metaboliten im Grundwasser nach Nutzungsänderung auf der landwirtschaftlichen Fläche .....	81
Abb. 7-19: Übersichtskarte der hydrogeologischen Abgrenzung des Einzugsgebietes WW Dulonsberg (Quelle: Ing. Ges. Dr. Schmidt mbH, 2009).....	83
Abb. 7-20: Einsatz der Maishacke auf einer Fläche im TGG Dulonsberg (Foto Geries Ingenieure GmbH) .....	87
Abb. 8-1: Zeitliche Entwicklung der Untersuchungsergebnisse 2008-2016 zu Bentazon als Häufigkeitsverteilungen über Drei-Jahresintervalle – 1.317 konsistente Messstellen (absolute Anzahl je Klasse siehe tabellarische Auflistung) – höchster Messwert pro Messstelle und Zeitraum .....	90
Abb. 8-2: Zeitliche Entwicklung der Untersuchungsergebnisse 2008-2016 zu Ethidimuron als Häufigkeitsverteilungen über Drei-Jahresintervalle – 908 konsistente Messstellen (absolute Anzahl je Klasse siehe tabellarische Auflistung) – höchster Messwert pro Messstelle und Zeitraum .....	91
Abb. 8-3: Zeitliche Entwicklung der Untersuchungsergebnisse 2008-2016 zu Diuron als Häufigkeitsverteilungen über Drei-Jahresintervalle – 1.310 konsistente Messstellen (absolute Anzahl je Klasse siehe tabellarische Auflistung) – höchster Messwert pro Messstelle und Zeitraum.....	91
Abb. 8-4: Zeitliche Entwicklung der Untersuchungsergebnisse 2008-2016 zu Bromacil als Häufigkeitsverteilungen über Drei-Jahresintervalle – 1.267 konsistente Messstellen (absolute Anzahl je Klasse siehe tabellarische Auflistung) – höchster Messwert pro Messstelle und Zeitraum .....	92
Abb. 8-5: Zeitliche Entwicklung der Untersuchungsergebnisse 2008-2016 zu Mecoprop als Häufigkeitsverteilungen über Drei-Jahresintervalle – 1.319 konsistente Messstellen (absolute Anzahl je Klasse siehe tabellarische Auflistung) – höchster Messwert pro Messstelle und Zeitraum .....	92
Abb. 8-6: Zeitliche Entwicklung der Untersuchungsergebnisse 2008-2016 zu S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743) als Häufigkeitsverteilungen über Zwei-Jahresintervalle – 543 konsistente Messstellen (absolute Anzahl je Klasse siehe tabellarische Auflistung) – höchster Messwert pro Messstelle und Zeitraum .....	93
Abb. 8-7: Zeitliche Entwicklung der Untersuchungsergebnisse 2008-2016 zu Chloridazon-desphenyl als Häufigkeitsverteilungen über Zwei-Jahresintervalle – 565 konsistente Messstellen (absolute Anzahl je Klasse siehe tabellarische Auflistung) – höchster Messwert pro Messstelle und Zeitraum .....	94
Abb. 8-8: Zeitliche Entwicklung der Untersuchungsergebnisse 2008-2016 zu Metazachlor-Sulfonsäure (Metabolit BH 479-8) als Häufigkeitsverteilungen über Zwei-Jahresintervalle – 574 konsistente Messstellen (absolute Anzahl je Klasse siehe tabellarische Auflistung) – höchster Messwert pro Messstelle und Zeitraum .....	94
Abb. 8-9: Zeitliche Entwicklung der Untersuchungsergebnisse 2008-2016 zu N,N-Dimethylsulfamid (DMS) als Häufigkeitsverteilungen über Zwei-Jahresintervalle – 543 konsistente Messstellen (absolute Anzahl je Klasse siehe tabellarische Auflistung) – höchster Messwert pro Messstelle und Zeitraum .....	95
Abb. 9-1: Korrelation von Nachweisen ausgewählter Wirkstoffe mit Fruchtarten, Daten 2000 bis 2016 .....	96
Abb. 9-2: Korrelation von Nachweisen ausgewählter nicht relevanter Metaboliten mit Fruchtarten, Daten 2000 bis 2016 .....	97
Abb. 9-3: GW-Messstelle an Bahnstrecke (Foto NLWKN Bst. Aurich).....	97

Abb. 9-4: Korrelation von Nachweisen ausgewählter Wirkstoffe und nicht relevanter Metaboliten mit Bahngleisen, Daten 2000 bis 2016.....	98
Abb. 9-5: Geografische Verteilung von mittleren Nachweisen ausgewählter Wirkstoffe und dem nicht relevanten Metaboliten AMPA mit Bahngleisen, Daten 2000 bis 2016 .....	99
Abb. 9-6: Mittlere Nitratkonzentration von Messstellen ohne und mit PSM-Nachweisen, Daten 2000 bis 2016 .....	100
Abb. 9-7: Mittlere elektrische Leitfähigkeit von Messstellen ohne und mit PSM-Nachweisen, Daten 2000 bis 2016 .....	101
Abb. 9-8: LHKW 1,2-Dichlorpropan – Mittelwert der Nachweise 2000-2016 an Einzel-Messstellen.....	103
Abb. 10-1: Kamerageführte Hacke im Maisbestand (Foto LWK Niedersachsen) .....	104
Abb. 11-1: Einsatz einer Hacke im konventionellen Maisanbau (Foto LWK Niedersachsen) .....	107
Abb. 11-2: Autonome Kleinstmaschine im Rübenbestand „smart farming“ (Foto Julius Kühn-Institut).....	111

## Tabellenverzeichnis

Tab. 3-1: Überblick zu dem untersuchten Parameterumfang der Datenbasis sowie den Nachweisen.....	22
Tab. 3-2: Im Parameterumfang enthaltene Stereoisomere .....	23
Tab. 5-1: Zwischenbewertung der EFSA als relevanter Metabolit (xM) (UBA, 2019b) .....	36
Tab. 5-2: Fundhäufigkeiten der höchsten Einzelnachweise für Chlorthalonil-Sulfonsäure (Metabolit R 417888/M12), GOW = 3,0 µg/l .....	36
Tab. 5-3: WIRKSTOFFE-TOP 20 – Anzahl der untersuchten Messstellen je WS pro Jahr 2000 bis 2016.....	37
Tab. 6-1: NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20 – Anzahl der untersuchten Messstellen je nrM pro Jahr 2008 bis 2016 .....	48
Tab. 7-1: Konzentration Chloridazon-desphenyl und Chloridazon-methyl-desphenyl GWM 2013 .....	59
Tab. 7-2: Kosten PSM-Rückstandsproblematik Wasserwerk Hoya .....	76
Tab. 7-3: Funde des nicht relevanten Metaboliten (nrM) S-Metolachlor-Sulfonsäure (CGA 354743) als Mittelwert der TGG Dulonsberg DU, Wingst WI, Wanna WA und Altenwalde AL für die Jahre 2011, 2015 und 2018.....	84
Tab. 7-4: Ergebnisse der Funde nicht relevanter Metaboliten (nrM) von S-Metolachlor des Grundwasser-Monitorings 2018 mit den zugehörigen Eintragsflächen.....	84
Tab. 7-5: Vereinfachte Darstellung des S-Metolachlor-Einsatzes (g/ha) auf Eintragsflächen im TGG Dulonsberg sowie den zugehörigen nrM-Messwerten in Abhängigkeit der Fruchtfolge v. 1998 bis 2018 sowie dem entsprechenden Einsatz der Produkte .....	85
Tab. 7-6: Übersicht der verfügbaren Pflanzenschutzmittel für den Maisanbau ohne die Wirkstoffe S-Metolachlor und Terbutylazin .....	86
Tab. 7-7: Rechenbeispiel für den Einsatz alternativer Wirkstoffe zur Unkrautbekämpfung im Mais mit dem daraus resultierenden Ausgleichsbetrag (Quelle: LWK Nds. Blaubuch Erntejahr 2017/2018).....	86
Tab. 8-1: Untersuchte Messstellen und Messstellen mit Nachweisen 2000-2016 der für die Häufigkeitsverteilung ausgewählten Parameter sowie Anzahl der konsistenten Messstellen und der konsistenten Messstellen mit Nachweis für die gewählten Jahresintervalle (siehe Tab. 8-2) .....	89
Tab. 8-2: Datenbasis 2000-2016 versus Häufigkeitsverteilung mit Daten von 2008-2016 für Wirkstoffe und 2011-2016 für nicht relevante Metaboliten .....	89
Tab. 9-1: Fundhäufigkeiten der höchsten Einzelnachweise von 1,2-Dichlorpropan.....	102

## Abkürzungsverzeichnis

ATKIS	Amtliches Topografisch-Kartografisches Informationssystem
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BG	Bestimmungsgrenze
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
EC	European Commission (englische Abkürzung für europäische Kommission)
EFSA	Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit
EG	Europäische Gemeinschaft
EU	Europäische Union
EUA	Europäische Umweltagentur
GLD	Gewässerkundlicher Landesdienst
GOK	Geländeoberkante
GOW	gesundheitlicher Orientierungswert
GrwV	Grundwasserverordnung
GÜN	Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen
GW	Grundwasser
GWK	Grundwasserkörper
GWM	Grundwassermessstelle/n
ha	Hektar
IME	Fraunhofer Institut für Molekularbiologie und Angewandte Ökologie
InVeKoS	Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem
JKI	Julius Kühn-Institut
LAWA	Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
LHKW	Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe
LGLN	Landesamt für Geoinformation und Landvermessung Niedersachsen
LWK	Landwirtschaftskammer
Mest	Messstelle/n
MU	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz
NLGA	Niedersächsisches Landesgesundheitsamt
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
nn	nicht nachweisbar
nrM	nicht relevante Metaboliten
NWG	Niedersächsisches Wassergesetz
PflSchG	Pflanzenschutzgesetz
PSM	Pflanzenschutzmittel
QN	Qualitätsnorm
rM	relevante Metaboliten
SLA	Servicezentrum Landentwicklung und Agrarförderung Niedersachsen
TGG	Trinkwassergewinnungsgebiete
TrinkwV	Trinkwasserverordnung
TW	Trinkwasser
UBA	Umweltbundesamt
VMW	Vorsorge-Maßnahmenwert
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WS	Wirkstoff/e
WVU	Wasserversorgungsunternehmen
xM	relevant zwischenbewertete Metaboliten
µg/l	Mikrogramm pro Liter

# Vorwort

## Dachverbände Wasserwirtschaft

Liebe Leserinnen und Leser,

der stetig zunehmende Einfluss des Menschen auf seine Umwelt findet sich in vielen Bereichen des täglichen Lebens wieder. Auch das Medium Grundwasser stellt hier leider keine Ausnahme dar, sondern weist neben den jahrelang bekannten Nitrateinträgen weitere Stoffspuren aus dem Pflanzenschutzmitteleinsatz auf, mit denen sich der vorliegende Bericht im Detail auseinandersetzt.

Für die Trinkwasserversorger stehen die Gesundheit des Kunden und dessen Anspruch an Trinkwasser von höchster Qualität an erster Stelle. Deshalb muss der bedingungslose Schutz des Grundwassers Vorrang haben, wie es bereits das Wasserhaushaltsgesetz vorsieht. Aufgrund der langen Fließzeiten innerhalb eines Grundwasserkörpers werden erfahrungsgemäß eingetretene Verunreinigungen des Grundwassers langfristig, vielleicht sogar über Generationen hinaus, wirken. Nach dem für das Grundwasser anerkannten Vorsorgeprinzip sind alle Risiken zu vermeiden, die die Ressourcen bzw. Mensch und Natur gefährden können. Deshalb ist es das oberste Ziel, den Eintrag von schädlichen Stoffen in das Grundwasser von vornherein zu verhindern. Gesetzgeber und Zulassungsbehörden stehen hier in einer besonderen Verantwortung. Ein vorsorgender Grundwasserschutz und der nachhaltige Umgang mit der Ressource sind zudem volkswirtschaftlich effizient.

In dem vorliegenden Grundwasserbericht wird deutlich, dass insbesondere Abbauprodukte (Metaboliten) von Pflanzenschutzmitteln (PSM) im Spurenstoffbereich landesweit im Grundwasser in Niedersachsen nachgewiesen werden können. Diese Metaboliten haben laut Umweltbundesamt keine human- und gentoxikologische Bedeutung mehr, stellen aber eine Verunreinigung des Grundwassers mit Spurenstoffen dar. Dieser Bericht gibt einen Überblick über die Befundsituation des Grundwassers in Niedersachsen mit PSM- Wirkstoffen und Metaboliten und beschreibt Handlungsansätze.

Der erste Grundwasserbericht zu diesem Themenfeld (Grundwasser Band 23, NLWKN 2015) basierte auf den Monitoringergebnissen der

Messstellen des Landes. Er zeigte schon damals einen landesweiten und flächendeckenden Eintrag in das Grundwasser Niedersachsens und damit den Handlungsbedarf auf.

Um diese Datenbasis weiter zu stärken, haben für den nun vorliegenden Bericht die Wasserversorgungsunternehmen in Niedersachsen auf freiwilliger Basis ihre vorhandenen Datenreihen zur Verfügung gestellt sowie Fallbeispiele formuliert. Durch diese für Deutschland einmalige Datendichte kann nun ein sehr aussagekräftiges Belastungsbild der Situation dargestellt werden. BDEW, VKU, INTWA und WVT bedanken sich herzlich bei den Mitgliedsunternehmen für dieses Engagement, das weitergehende Maßnahmen und Diskussionen mit Industrie, Politik und der Bevölkerung unterstützt.

Auch der nun vorliegende Bericht belegt, dass dringender Handlungsbedarf besteht, um die Grundwasserressourcen für unser Trinkwasser nicht weiter dem Risiko von zunehmenden Pflanzenschutzmitteleinträgen und deren Abbauprodukten auszusetzen. Die bisher ergriffenen Gegenmaßnahmen der Wasserwirtschaft, die auch exemplarisch im Bericht dargestellt werden, dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, dass ein grundsätzliches, systemisches Problem in Bezug auf Pflanzenschutzmittelzulassung existiert. Die bisher geltenden Rahmenbedingungen im Pflanzenschutzmittelzulassungsrecht sind nicht in jedem Fall ausreichend, um den Wasserversorgern die Einhaltung der rechtlichen Vorgaben der Trinkwasserverordnung zu ermöglichen.

Die vereinzelt in Belastungsgebieten neu installierten Aufbereitungs- bzw. Reinigungsanlagen stehen dem Grundsatz der Vorsorge und Vermeidung entgegen und dürfen nicht ausschließlich Teil der Lösung sein. Zudem belasten sie die Wasserkunden durch höhere Kosten, setzen nicht an der Ursache an und stellen eine End-of-pipe Lösung dar.

Der flächenhafte Nachweis von Fremdstoffen im Grund- und nachgeschaltet im Trinkwasser erfordert dringend eine gesamtgesellschaftliche Diskussion, die mit allen beteiligten Akteuren, der Politik sowie der Bevölkerung geführt werden muss. Dazu sind die Risiken, Kosten und weitere Effekte der Pflanzenschutzmittelbelastungen im Grundwasser zu betrachten. Hierzu bietet der vorliegende Bericht ausreichend Material, Änderungen der bisherigen Pflanzenschutzpraxis anzustoßen.

Die Synchronisierung von Pflanzenschutzrecht und Trinkwasserrecht stehen dabei oben auf der Handlungsagenda, auch muss der Fokus bei der Neuentwicklung oder Weiterentwicklung von PSM sein, umweltverträgliche Wirkstoffe zu entwickeln, die keine persistenten Abbauprodukte ins Grundwasser abgeben.

Daneben sollten kurzfristig Maßnahmen bzw. Empfehlungen für die Wassergewinnungs- und Wasserschutzgebiete in Niedersachsen erarbeitet werden, die sowohl von der Wasserwirtschaft als auch von der Landwirtschaft getragen und umgesetzt werden können und den Eintrag von Pflanzenschutzmitteln in das Grundwasser minimieren. In dem Zusammenhang muss sicherlich auch über eine Finanzierung bzw. flankierende Unterstützung seitens des Landes Niedersachsen nachgedacht werden.

Der Schutz der Ressourcen hat eine hohe Priorität; die Sicherung der Ressource Trinkwasser für nachfolgende Generationen darf nicht gefährdet werden.

Um die Wasservorkommen dauerhaft vor Beeinträchtigungen zu schützen, müssen Einträge von Schadstoffen vermieden oder auf ein Minimum reduziert werden. Hier besteht gesellschaftlich eine gemeinsame Verantwortung für den Ressourcenschutz. Wirtschaftliche Interessen dürfen nicht dem Wohl der Allgemeinheit vorangestellt werden.

**Trinkwasser ist kein verhandelbares Gut, da es zu den bestehenden Trinkwassergewinnungsgebieten und der jetzigen Trinkwasserversorgung keine Alternative gibt.**

Abschließend möchten wir uns bei den zuständigen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des NLWKN herzlich für die hervorragende und fachlich zielgerichtete Zusammenarbeit bedanken und hoffen, dass wir in einem dritten Themenbericht PSM nicht nur Belastungen, sondern verstärkt auch Reduktionen und Verbesserungen darstellen können.



Godehard Hennies  
Geschäftsführer

WVT

Dr. Reinhold Kassing  
Geschäftsführer

VKU



Dr. Torsten Birkholz  
Geschäftsführer

BDEW



Andreas Kalix  
Vorsitzender

INTWA



## Vorwort

### Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz



Liebe Leserin, lieber Leser,

in Niedersachsen wird unser Trinkwasser zu ca. 85 % aus Grundwasser gewonnen. Diese Ressource ist für uns als Verbraucher lebenswichtig.

Die langjährigen Monitoringdaten zur Grundwasserqualität belegen jedoch sehr eindrucksvoll, dass die Grundwasserqualität fortdauernd durch den Eintrag von Pflanzenschutzmitteln (PSM) beeinträchtigt wird. Dies wurde bereits in dem 2015 veröffentlichten Themenbericht zu Pflanzenschutzmitteln im Grundwasser dargelegt.

Im vorliegenden Themenbericht II werden neben den Landesmessstellen erstmals die Ergebnisse aus dem Monitoring der Wasserversorgungsunternehmen (WVU) in eine Gesamtbewertung einbezogen. Dies bedeutet im Vergleich zum vorangegangenen Bericht einen deutlichen Zuwachs an Messstellen und Messergebnissen.

Um die umfangreiche Datenbasis zu aggregieren und die räumliche Verteilung übersichtlich zu strukturieren, sind einige statistische Auswertungen auch auf der Betrachtungsebene der Landkreise und kreisfreien Städte durchgeführt worden. Dies erscheint deshalb sinnvoll, da diese räumliche Bezugsebene dem Bürger vertraut ist und auch in anderen Berichten (z. B. Nährstoffbericht der Landwirtschaftskammer Niedersachsen) als Darstellungsebene genutzt wird. Zudem erfolgt auch auf dieser Betrachtungsebene der Austausch der lokalen Akteure aus Wasserwirtschaft, Landwirtschaft und Gesundheitswesen. Allerdings ist aus der gewählten Darstellung weder abzuleiten, dass ermittelte Werte immer für das Gebiet eines gesamten Landkreises reprä-

sentativ sind, noch, dass auf Ebene der Landkreise Handlungsnotwendigkeiten bzw. – mit Blick auf Zuständigkeiten – Handlungsmöglichkeiten bestehen.

Die Auswertung der Messergebnisse belegt einen flächenhaften Eintrag von Wirkstoffen, relevanten und nicht relevanten Metaboliten in das Grundwasser. Bei den Wirkstoffbefunden werden auch Stoffe nachgewiesen, für die bereits seit geraumer Zeit keine Zulassung mehr existiert.

Besonders auffällig ist die hohe Anzahl der Nachweise von nicht relevanten Metaboliten. Auch wenn diese Stoffe von den Fachleuten aus human- und ökotoxikologischer Sicht derzeit als unbedenklich eingestuft werden, so ist die hohe Anzahl an Nachweisen im Grundwasser dennoch besorgniserregend und im Trinkwasser aus hygienischer Sicht nicht erwünscht.

Die landesweite Befundsituation von PSM im Grundwasser unterstreicht einmal mehr die Notwendigkeit, durch die enge Kooperation und den fachlichen Austausch der relevanten Akteure aus Wasserwirtschaft, Landwirtschaft, Gartenbau und Deutsche Bahn mit gezielten Maßnahmen eine Reduzierung des PSM-Eintrags in das Grundwasser z. B. durch den reduzierten Einsatz von PSM, eine verbesserte Applikationstechnik oder den Einsatz von Alternativwirkstoffen zu realisieren. Hinzu kommen die Erprobung neuer Techniken zur mechanischen Beikrautregulierung und die Förderung des ökologischen Landbaus.

Darüber hinaus sind mit Blick auf die großflächige Belastungssituation auch die Bundesbehörden gefragt, die aktuelle Zulassungspraxis für PSM kritisch zu überprüfen und Zulassungsverfahren stärker an den Monitoringergebnissen zu orientieren. Hierzu gehört auch die Harmonisierung der unterschiedlichen Fachrechte und Vorgaben, so dass die Anforderungen zur Zulassung und Anwendung von PSM gewährleisten, dass die Qualitätsnormen der Trinkwasserversorgung eingehalten werden können.

Für die Datenbereitstellung und für die engagierte Mitarbeit und konstruktive Begleitung der Berichterstellung in der Gremienarbeit und mit konkreten Fallbeispielen sei den Wasserversorgungsunternehmen und den Dachverbänden der Wasserwirtschaft an dieser Stelle ganz herzlich gedankt.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Holger Hollemann". The signature is fluid and cursive.

## Zusammenfassung

Pflanzenschutzwirkstoffe und -metaboliten im Grundwasser haben sich zu einer wichtigen Wasserbewirtschaftungsfrage entwickelt. Für die vorliegende Auswertung wurden für den Betrachtungszeitraum 2000 bis 2016 Daten von insgesamt fast 6.000 Messstellen bereitgestellt, die sich aus den Messnetzen der Wasserversorgungsunternehmen (WVU) Niedersachsens und dem Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) zusammensetzen. Die Messnetzdichte auf den Betrachtungsebenen Landkreise beträgt im Mittel 1,12 Messstellen/10 km<sup>2</sup>.

Die Bewertung der Daten erfolgt im Kontext der rechtsverbindlichen Grenzwerte/Schwellenwerte und der Richtkonzentrationen mit empfehlendem Charakter – jedoch ohne Rechtsverbindlichkeit.

Auf Basis aller untersuchten bzw. ausgewerteten Messstellen bleiben 39,1% ohne PSM-Nachweis, bei 12,7% der Messstellen werden Wirkstoffe (WS) oder relevante Metaboliten (rM) nachgewiesen und bei insgesamt 48,2% der Messstellen werden Nachweise nicht relevanter Metaboliten (nrM) geführt. Der große Datenumfang ermöglicht stoffspezifische Auswertungen. So sind für die WIRKSTOFFE-TOP 20, für drei relevante Metaboliten sowie für die NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20 Einzelstoff bezogene Zahlen ermittelt worden. Dazu gehört die Anzahl der untersuchten Messstellen, die Anzahl der Messstellen mit Nachweisen, Mittel- und Maximalwerte, die Anzahl der Messstellen in Belastungsklassen sowie die zeitliche und geografische Verteilung der Nachweise. Für die einzelnen Stoffgruppen sind über alle Nachweise Auswertungen über die mittlere Filtertiefe gemacht worden, dabei zeigt sich, dass die höchste Zahl der Nachweise in einer mittleren Filtertiefe  $\leq 30\text{m}$  unter Gelände geführt wurde.

## Summary

Pesticide active substances and metabolites in groundwater have developed into an important water management issue. For the present evaluation data from approximately 6.000 measuring points were provided for the period 2000 to 2016. These measuring points are composed of the monitoring networks of the water supply companies (WVU) of Lower Saxony and the Lower Saxony Water Management, Coastal Defense and Nature Conservation Agency (NLWKN). The measuring network density at

Die Stoffgruppe der nrM erlangt aufgrund ihrer hohen Nachweisdichte – in fast der Hälfte der untersuchten Messstellen gibt es Befunde oberhalb der Bestimmungsgrenze – und der im Vergleich zu den Wirkstoffen höheren Konzentrationen eine besondere Bedeutung. Die geografische Verteilung der Messstellen mit Nachweisen der wichtigsten nrM der herbiziden Wirkstoffe S-Metolachlor, Choridazon und Metazachlor zeigt einen deutlichen Bezug zu den landwirtschaftlichen Fruchtarten Mais, Rüben und Raps mit den entsprechenden Indikationen.

Ergänzt wird der Bericht durch sechs Fallbeispiele von Wasserversorgungsunternehmen zu unterschiedlichen Pflanzenschutzmittel Themen aus dem Blickwinkel der Trinkwassergewinnung und des Grundwasserschutzes. Die Fallbeispiele skizzieren die jeweilige Trinkwassergewinnung und die lokale Belastungssituation, sie geben konstruktive Lösungsansätze, um zielgerichtet die spezifische Situation zu verbessern.

Erstmals konnten, aufgrund der umfangreichen Datenbasis, Tendenzberechnungen mit konsistenten Messstellen für 5 ausgewählte Wirkstoffe (2008 bis 2016) und 4 ausgewählte nicht relevante Metaboliten (2011 bis 2016) durchgeführt werden.

In Sonderauswertungen werden Zusammenhänge zu potentiellen Emissionen aus der Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Fruchtarten sowie für Herbizid-Anwendungen auf Gleisstrassen der Bahn hergeleitet.

Ein umfangreiches Tabellenwerk im Anhang gibt Auskunft zu allen untersuchten und nachgewiesenen Wirkstoffen und Metaboliten für den betrachteten Zeitraum.

district level is 1,12 measuring points per 10 km<sup>2</sup> in average.

The evaluation of the data is carried out in the context of the legally binding limit values/thresholds and the indicative concentrations of a recommendatory nature – but without legal validity.

On the basis of all the measuring points investigated, 39,1% remain without pesticides evidence, at 12,7% of the monitoring sites active substances or relevant metabolites are detected and at 48,2% of the monitoring sites evidence of irrelevant metabolites is provided. The large

data volume enables substance-specific evaluations. Thus, individual substance-related figures have been condensed for the PESTICIDE ACTIVE SUBSTANCES TOP 20, for three relevant metabolites and for the NON-RELEVANT METABOLITE TOP 20. This includes the number of measurement sites investigated, the number of measurement sites with evidence, mean and maximum values, the number of measurement sites in pollution classes as well as the temporal and geographical distribution of the evidence. For the individual groups of substances (e.g. active substance, relevant metabolite, non-relevant metabolite (WS / rM / nrM)), evaluations of the mean filter depth were carried out for all verifications, showing that the highest number of verifications was carried out in a mean filter depth of  $\leq 30\text{m}$  measuring point below ground.

The substance group of non-relevant metabolites (nrM) is of particular importance due to its high detection density – in almost half of the analysed measuring points there are findings above the limit of determination – and often concentrations are very close to the recommended orientation value. The geographical distribution of the measuring points with evidence of the most important nrM of the herbicides S-Meto-

lachlor, Choriadon and Metazachlor clearly relates to the agricultural crops maize, beet and oilseed rape with the corresponding indications.

This report is supplemented by six case studies of water supply companies on different pesticides topics from the point of view of drinking water production and groundwater protection. The case studies outline the respective drinking water conservation and the local pollution situation. By giving constructive approaches for solutions the case studies are a valuable contribution in order to improve the specific situation in a targeted manner.

For the first time, trend calculations with consistent measuring points for 5 selected active substances (2008 to 2016) and 4 selected non-relevant metabolites (2011 to 2016) could be calculated due to the extensive database.

In special evaluations correlations between potential emissions and agricultural crops and herbicide applications on railway tracks could be derived.

A comprehensive set of tables in the appendix provides information on all analysed and proven active substances and metabolites for the period under consideration.

## 1 Einleitung

In der vorliegenden Veröffentlichung wurden die Auswertungen des ersten Themenberichts Pflanzenschutzmittel (NLWKN, 2015), der das Gewässerüberwachungsmessnetz des Landes Niedersachsen (GÜN) zur Grundlage hatte, fortgesetzt und weiterentwickelt. Die dort beschriebenen Messprogramme EG-WRRL, LAWA und GÜN umfassten einen Betrachtungszeitraum von 1989 bis 2013. Für 1.180 Grundwassermessstellen wurden bereits umfangreiche Auswertungen zur Filterlage, zur zeitlichen und räumlichen Verteilung im Zeitraum 2008-2013 publiziert.

Die beiden wesentlichen Merkmale der aktuellen Auswertung zum Themenbericht Pflanzenschutzmittel II sind das deutlich umfangreichere Messnetz – ergänzt um die Messstellen der Wasserversorgungsunternehmen (WVU) – sowie der jüngere Betrachtungszeitraum von 2000 bis 2016. Die Vorbereitungen zur Datenbereitstellung haben bereits Mitte 2016 begonnen und

mündeten in einer umfassenden Datenlieferung in 2017. Die Datenbereitstellung ist von verschiedenen Akteuren unterstützt worden – die wasserwirtschaftlichen Dachverbände WVT, BDEW, VKU und INTWA haben sich auf vielfältige Weise für die zusammenfassende Auswertung der gemeinsamen Datenbasis eingesetzt. Die Kolleginnen und Kollegen der NLWKN Betriebsstellen haben die Kommunikation mit den Wasserversorgungsunternehmen vor Ort und die technische Umsetzung des regionalen Datenaustausches sichergestellt.

Die zentrale Basis des Berichtes sind die Daten der Wasserversorgungsunternehmen Niedersachsens, die daraus entwickelten Auswertungen und Darstellungsarten stehen im Einklang mit den Interessen der WVU als Dateneigentümern. Damit dies sichergestellt ist und um die Anregungen und Wünsche der WVU einzubinden, wurde die Auswertungsarbeit und Berichterstellung durch ein beratendes Gremium aus Vertreterinnen und Vertretern der Wasser-

versorgungsunternehmen und der wasserwirtschaftlichen Dachverbände begleitet. Die Namen der Mitglieder des beratenden Gremiums finden sich auf der Herausgeberseite.

Die organische Chemie im Allgemeinen und die hohe Zahl der Pflanzenschutzwirkstoffe und -metaboliten im Besonderen machen das Themenfeld sehr vielfältig. Um die praktischen Auswirkungen vor Ort zu verdeutlichen und die substantielle Bedeutung für die Wasserversorgung hervorzuheben, wurde der Bericht um sechs Fallbeispiele aus der Praxis der Trinkwassergewinnung erweitert.

Die Wasserversorgungsunternehmen, teilweise mit Unterstützung von Beratungsbüros und Institutionen, geben einen Einblick in die ganz individuelle Situation in ihrem jeweiligen Wassergewinnungsgebiet und zeigen neben der Problemlage auch lokale Lösungsansätze auf und können auch anderen Wasserversorgungsunternehmern oder Akteuren als Ratgeber dienen.

Die Nachweise von zugelassenen Wirkstoffen und nicht relevanten Metaboliten zeigen einen Handlungsbedarf auf, der umfassend im Kapitel 11 Fazit und Ausblick diskutiert wird.

### Unterscheidung Trinkwasser / Grundwasser

**Trinkwasser** dient dem menschlichen Genuss und muss immer den höchst möglichen Qualitätsansprüchen genügen. Einwandfreies Trinkwasser darf keine Krankheitserreger enthalten und muss geschmacklich einwandfrei sein, es darf nicht gesundheitsschädigend wirken und der Anteil an gelösten Stoffen soll nicht zu hoch sein. In Deutschland wird die Beschaffenheit des Trinkwassers durch die Trinkwasserverordnung geregelt (TrinkwV 2017). Mit dieser Verordnung wurde die EG-Richtlinie 98/83/EG "über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch" (EG, 1998b) in nationales Recht umgesetzt. Die Einhaltung der Trinkwasserverordnung durch das Wasserversorgungsunternehmen wird von den Gesundheitsämtern kontrolliert. Die Grenzwerte orientieren sich am gesundheitlichen Vorsorgeprinzip.

**Grundwasser** wird definiert als unterirdisches Wasser, das die Hohlräume der Erdrinde zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegung von der Schwerkraft bestimmt wird (DIN 4049-3). Grundwasser ist nach der Wasserrahmenrichtlinie (EG, 2000) und nach dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG 2017) alles unterirdische Wasser in der Sättigungszone, das in unmittelbarer Berührung mit dem Boden oder dem Untergrund steht. Es nimmt am natürlichen Wasserkreislauf teil und wird durch versickernde Niederschläge gebildet (Grundwasserneubildung). Der Grundwasserleiter (Aquifer) sowie darüber liegende Deckschichten und Böden bilden ein natürliches Filtersystem und schützen das Grundwasser vor Verunreinigungen. Der Schutz des Grundwassers und Schwellenwerte für Schadstoffkonzentrationen sind in der Grundwasserverordnung geregelt (GrwV 2010). Grundwasser ist in Niedersachsen die bei weitem wichtigste Ressource für die Trinkwassergewinnung.

## 2 Zulassung und Bewertungsgrundlagen

Der Mensch emittiert eine Vielzahl an Chemikalien in die Umwelt. Eine besondere Rolle spielen hierbei die Pflanzenschutzmittel (PSM), da sie schon sehr lange und auch großflächig eingesetzt werden, um Pflanzen vor Schadorganismen (Tiere, Pflanzen, Pilze, Bakterien oder Viren) zu schützen. Pflanzenschutzmittel enthalten meist nicht nur einen, sondern mehrere Wirkstoffe sowie Beistoffe, die ebenfalls ins Grundwasser eingetragen werden können. In den meisten Fällen gelten für die Beistoffe nicht dieselben Schwellenwerte, wie für die PSM-Wirkstoffe.

Im Jahr 2017 waren in Deutschland laut Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL, 2018) 818 Pflanzenschutzmittel mit 1581 Handelsnamen und mit insgesamt 277 Wirkstoffen zugelassen. Aufgrund der Vielzahl der Handelsnamen und in Verbindung damit, dass meist mehr als ein Wirkstoff je Mittel enthalten ist, wurde in diesem Bericht darauf verzichtet für die 415 ausgewerteten PSM-Wirkstoffe und -Metaboliten im Anhang Kenndaten zu den Pflanzenschutzmitteln (inklusive Handelsnamen) aufzuführen.

Der Inlandsabsatz lag 2017 bei 34.583 Tonnen PSM-Wirkstoffe, ohne die ausschließlich im Vorratsschutz eingesetzten inerten Gase. Bilanziert werden hierzu die Menge der Wirkstoffe in den verkauften Pflanzenschutzmitteln. Somit gibt der Inlandsabsatz nicht unbedingt die tatsächlich in

einem Jahr auf den Anbauflächen ausgebrachten Mengen wieder. Wie in den Vorjahren auch stellt die Gruppe der Herbizide den größten Anteil der Abgabemengen (Herbizide: 16.701 t, Insektizide und Akarizide: 14.580 t, Fungizide 13.271 t) (BVL, 2018). Absatzzahlen von Biozid-Wirkstoffen (Kap. 2.4) sind für Deutschland leider nicht verfügbar.

Im ersten Themenbericht Pflanzenschutzmittel (NLWKN, 2015) sind umfangreiche Ausführungen zu den Rechtsgrundlagen und zur Zulassung von PSM aufgeführt. Im Folgenden wird deshalb nach Möglichkeit auf Wiederholungen verzichtet.

## 2.1 Zulassung von Pflanzenschutzmitteln und Pflanzenschutzkontrollprogramm

Bei der Zulassung ist für die Risikobewertung für das Grundwasser die maximale Jahresdurchschnittskonzentration im Sickerwasser unter ungünstigen, jedoch realitätsnahen Randbedingungen maßgeblich. Zulassungen werden nur erteilt, wenn Einträge des Wirkstoffes (WS) und der relevanten Metaboliten (rM) von  $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$  in das Grundwasser bei sachgerechter und bestimmungsgemäßer Anwendung ausgeschlossen werden können. Für die nicht relevanten Metaboliten (nrM) muss die über Simulationen oder Lysimeterstudien ermittelte maximale Jahresdurchschnittskonzentration unter  $10 \mu\text{g/l}$  liegen (BVL, 2010a).

Die behördliche Zulassung von Pflanzenschutzmitteln erfolgt über ein zweistufiges Verfahren. Zum einen die EU-weite Genehmigung eines Wirkstoffes für die Verwendung in Pflanzenschutzmitteln mit der Veröffentlichung einer gemeinsamen Positivliste von Wirkstoffen, die in Pflanzenschutzmitteln zulässig sind. Zum anderen die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln, die von der EU genehmigte Wirkstoffe enthalten, durch die EU Mitgliedsstaaten.

Die PSM-Wirkstoffe werden durch die EU-Kommission unter Beteiligung der EU-Mitgliedstaaten genehmigt. Die Europäische Lebensmittelbehörde EFSA koordiniert das Verfahren der Risikobewertung auf EU-Ebene. Das BVL ist die deutsche Koordinierungsstelle dieser europäischen Zusammenarbeit. Die Risikobewertung von Wirkstoffen erfolgt in mehreren Einzelschritten. Für die Überprüfung eines Wirkstoffes reicht der Hersteller einen Antrag auf Genehmigung ei-

nes Wirkstoffes samt umfangreicher Informationen (Dossier) und zugehöriger zusammenfassender Unterlagen ("Summary Dossier") ein. Ein Mitgliedstaat (Rapporteur Member State, RMS) nimmt stellvertretend für alle anderen eine Bewertung der eingereichten Unterlagen vor und erstellt vorläufige Bewertungsberichte (Draft Assessment Reports, DARs bzw. Renewal Assessment Reports, RARs), die der EU-Kommission und der EFSA vorgelegt werden. Im Anschluss erfolgt im Rahmen eines Peer Review-Verfahrens eine Beteiligung der Mitgliedstaaten, des Antragstellers und der Öffentlichkeit. Strittige Aspekte werden unter Experten der Mitgliedstaaten gesammelt und besprochen (Public und Expert Consultation). Die EFSA erstellt abschließend eine Zusammenfassung und Schlussfolgerung der Ergebnisse (EFSA-Conclusion) sowie technische Berichte, die der EU-Kommission vorgelegt und im Internet veröffentlicht werden. Darin ist u.a. festgehalten, ob alle zur Bewertung erforderlichen Daten vorliegen und ob aus wissenschaftlicher Sicht Bedenken hinsichtlich schädlicher Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch, Tier und Umwelt bestehen. Auf Grundlage der EFSA-Conclusion entscheiden die EU-Kommission und die Mitgliedsstaaten über die Genehmigung oder Nichtgenehmigung des Wirkstoffes und veröffentlichen diese im Internet. Die wichtigsten Informationen zu allen Wirkstoffen, wie den aktuellen Status in der EU, toxikologische Daten, Links zu Beurteilungsberichten und Entscheidungen, Rückstandshöchstgehalte, sowie Informationen über Zulassungen in den Mitgliedstaaten, werden von der Europäischen Kommission über eine Datenbank im Internet veröffentlicht (EC, 2019).

Erst danach kann im zweiten Schritt auf Ebene der EU-Mitgliedsstaaten die Zulassungsprüfung von beantragten Pflanzenschutzmitteln (Handelsprodukten) erfolgen. Wenn ein Produkt in mehreren EU-Mitgliedstaaten vermarktet werden soll, wird die Bewertungsgrundlage hierfür im harmonisierten zonalen Verfahren gemeinsam mit den beteiligten Staaten unter Bezugnahme auf die wirkstoffbezogenen Daten aus der EFSA-Conclusion erarbeitet. Eine Produktzulassung ist erforderlich, da Pflanzenschutzmittel neben einem oder mehreren Wirkstoffen weitere Inhaltsstoffe, z.B. Lösungsmittel, Emulgatoren und Trägerstoffe (Beistoffe) enthalten, die bei der Zulassungsprüfung ebenfalls berücksichtigt werden müssen. Neben der Risikobewertung über die chemischen und physikalischen Stoffei-

genschaften wird zudem die vorgesehene Anwendung (Formulierung des Mittels, Anwendungstechnik bei der Ausbringung, Jahreszeit der Ausbringung) bewertet. Anschließend erfolgt die endgültige Zulassung auf nationaler Ebene.

Die Zulassungsstelle für Deutschland ist das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL), welches das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), das Umweltbundesamt (UBA) und das Julius Kühn-Institut (JKI) im Rahmen der Risikobewertung und des Risikomanagements einbindet. Das BfR bewertet die Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier sowie Methoden zur Rückstandsanalytik, das UBA bewertet mögliche Auswirkungen auf den Naturhaushalt inklusive des Grundwassers und das JKI bewertet die Wirksamkeit, die Pflanzenverträglichkeit, den Einfluss auf die Nachhaltigkeit und mögliche Auswirkungen auf Honigbienen. Auf der Grundlage der Benehmens- / Einvernehmens-Erklärungen des BfR, des JKI und des UBA erteilt oder verweigert das BVL die Zulassung. Die Bewertungsberichte der beteiligten Behörden werden vom BVL zusammengefasst und zusammen mit dem Zulassungsbescheid auf der Homepage veröffentlicht. Dabei legt das BVL die Anwendungsgebiete fest und kann Auflagen, Kennzeichnungen und Anwendungsbestimmungen erteilen (Risikomanagement), um evtl. bestehende Risiken zu mindern und eine sichere Anwendung zu gewährleisten (UBA, 2018 und BVL, 2020).

Die EU-Kommission hat 77 Pflanzenschutzwirkstoffe, die besondere Risiken für Umwelt und Gesundheit beinhalten, auf eine Substitutionsliste gesetzt. Pflanzenschutzwirkstoffe mit einem oder mehreren Substitutionskandidaten dürfen nach dem europäischen Pflanzenschutzrecht nur zugelassen werden, wenn es keine Alternativen gibt, die für Mensch und Umwelt sicherer und dennoch wirtschaftlich und praktikabel sind (vergleichende Bewertung), oder wenn sie im Resistenzmanagement unverzichtbar sind. Diese Liste hat vorläufigen Charakter.

Im Rahmen der routinemäßigen Neubewertung wird im EU-Verfahren, wie auch bei der Überprüfung von Substitutionskriterien neuer Wirkstoffe, die Einstufung von Wirkstoffen als Substitutionskandidat überprüft. Im Einzelfall können also künftig Wirkstoffe hinzukommen oder entfallen. Seit dem 1. August 2015 ist vorgesehen, dass die Substitutionsliste und die vergleichende Bewertung auf Zulassungsanträge für Pflanzenschutzmittel anzuwenden sind, wenn die Behörden in den Mitgliedsstaaten der Auffassung sind,

dass es unbedenklichere Alternativen gibt. Diese Abwägung soll die spezifische Situation in den jeweiligen Mitgliedstaaten berücksichtigen. Unter den WIRKSTOFFEN-TOP 20 (Kap. 5.1) sind mit den nicht mehr genehmigten Wirkstoffen Isoproturon und Mecoprop sowie den zugelassenen Wirkstoffen Metalaxyl, Chlortoluron und Metribuzin fünf Substitutionskandidaten enthalten.



Abb. 2-1: Feldspritze im Einsatz in Maisbestand (Foto LWK Niedersachsen)

Die Genehmigung der Wirkstoffe ist befristet. Stellt der Zulassungsinhaber einen Antrag auf Erneuerung der Genehmigung, so wird bei der Zulassungsprüfung (Neubewertung) der aktuelle wissenschaftliche Kenntnisstand einbezogen. In der Regel gilt die Erstgenehmigung höchstens zehn Jahre und die folgenden Erneuerungen jeweils 15 Jahre. Bei Wirkstoffen mit geringem Risiko ist bereits die Erstgenehmigung 15 Jahre gültig. Substitutionskandidaten werden für maximal sieben Jahre genehmigt. Im Anschluss an die Erneuerung der Wirkstoffgenehmigung muss innerhalb eines Jahres die Zulassung der entsprechenden Pflanzenschutzmittel erneuert werden, sofern entsprechende Anträge vorliegen. Um dieses zu gewährleisten sollen die Zulassungen der Pflanzenschutzmittel ein Jahr nach dem Genehmigungsende der Wirkstoffe auslaufen. Diese Synchronisierung ist in Deutschland aufgrund von Übergangsregelungen noch nicht vollständig umgesetzt. Es ist jedoch sichergestellt, dass nach einer Erneuerung der Wirkstoffgenehmigung innerhalb der vorgeschriebenen Frist alle bestehenden Zulassungen der zugehörigen Pflanzenschutzmittel überprüft werden. Neben den routinemäßigen Neubewertungen kann die EU-Kommission jederzeit auch eine außerplanmäßige Überprüfung eines Wirkstoffs in die Wege leiten, wenn es dafür einen Anlass gibt. Ebenso kann das BVL die Zulassung eines Pflanzenschutzmittels überprüfen und wenn nötig die Zulassung ändern oder widerrufen.

Die Zulassungsinhaber bringen die Pflanzenschutzmittel auf den Markt und geben die Auflagen und Anwendungsbestimmungen an den Anwender weiter. Für die Verkehrs- und Anwendungskontrollen sind die Behörden der Bundesländer zuständig. Im Pflanzenschutzkontrollprogramm wird die Einhaltung pflanzenschutzrechtlicher Vorschriften des geltenden EU-Rechts, der Vorgaben aus dem Pflanzenschutzgesetz sowie aus nationalen Verordnungen bei der Einfuhr, dem Inverkehrbringen und bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, Pflanzenstärkungsmitteln und Zusatzstoffen überwacht. Die Kontrollen werden bundesweit harmonisiert.

Die Einhaltung der fachgesetzlichen Vorgaben überwachen in Niedersachsen die Prüfdienste der Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Sie führen die Kontrollen durch und ahnden Verstöße u.a. mit Bußgeldern. Die fachliche Koordination erfolgt über das Pflanzenschutzamt der Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Das Pflanzenschutzamt koordiniert und führt u.a. Versuche zum Integrierten Pflanzenschutz und zum gezielten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln durch, die als Grundlage für die Beratung durch den Pflanzenschutzdienst an den Bezirksstellen dienen. Des Weiteren ist das Pflanzenschutzamt verantwortlich für die Erteilung des Sachkundenachweises Pflanzenschutz und die Durchführung der gesetzlich vorgeschriebenen Sachkundeschulungen und Fortbildungen.

Die Bundesländer melden die Ergebnisse der Kontrollen in einer abgestimmten Form an das BVL, das die Daten zu Jahresberichten zusammenführt. Neben der Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln bilden die Anforderungen an die Qualifikation der Verkäufer und Anwender, die Verwendung geprüfter Geräte, die Beratungstätigkeiten der Behörden und Verbände sowie die Kontrollen durch die Bundesländer ein engmaschiges Netz zur Risikominimierung. Ziel ist eine sachgerechte und bestimmungsgemäße Anwendung von Pflanzenschutzmitteln unter Einhaltung des hohen Schutzniveaus für die Gesundheit von Mensch und Tier und den Naturhaushalt (BVL, 2018).

## 2.2 Relevanzbewertung der Metaboliten

Die Abbauprodukte von Pflanzenschutzwirkstoffen (im Folgenden „Metabolite“ genannt), die im Grundwasser mit über 0,1 µg/l simuliert oder gemessen wurden, werden im Rahmen des von

der EFSA koordinierten Genehmigungsverfahrens gemäß Sanco/221/2000-rev.10 (EC, 2003) in pflanzenschutzrechtlich relevante und nicht relevante Metaboliten unterschieden.

Ein Metabolit wird als relevant bewertet, wenn er eine mit dem Wirkstoff vergleichbare pestizide Wirksamkeit besitzt, (gen-)toxische Eigenschaften aufweist oder ein höheres oder vergleichbares Risiko für Organismen (einschließlich Grundwasserökosysteme) darstellt. Zudem kann ein Metabolit als relevant bewertet werden, wenn die Muttersubstanz als giftig, kanzerogen oder reproduktionstoxisch bewertet wird und gleichzeitig für den Metaboliten keine ausreichenden Daten vorliegen, die zeigen, dass der Metabolit diese Eigenschaften nicht teilt. Ein relevanter Metabolit (rM) wird bei der Bewertung möglicher Auswirkungen eines Pflanzenschutzmittels auf das Grundwasser analog zum Wirkstoff berücksichtigt. Nicht relevante Metaboliten (nrM) besitzen demnach weder eine definierte pestizide Restaktivität, noch ein pflanzenschutzrechtlich relevantes human- oder ökotoxisches Potenzial. Die Ergebnisse der Relevanzbewertung werden in der EFSA-Conclusion des jeweiligen Wirkstoffes dokumentiert und veröffentlicht. Nach der Genehmigung eines Wirkstoffes auf EU-Ebene (Kap. 2.1) wird ggf. ein Antrag auf Einstufung bzw. Neueinstufung der Chemikalie bei der Europäischen Chemikalienagentur ECHA gestellt.

Die ECHA, die federführend für die Legaleinstufung von Chemikalien gemäß der Verordnung EG Nr. 1272/2008 zuständig ist, bewertet die PSM-Wirkstoffe in einem separaten Verfahren, das häufig mit zeitlicher Verzögerung, aber i.d.R. auf einer vergleichbaren Datengrundlage erfolgt. Wird der Wirkstoff von der ECHA als reproduktionstoxisch oder kanzerogen eingestuft, so können diese Eigenschaften auch für die Metaboliten nicht ausgeschlossen werden und diese werden als relevant bewertet. Die Antragsteller haben durch entsprechende Untersuchungen die Möglichkeit zu belegen, dass der einzelne Metabolit nicht über die reproduktionstoxischen oder kanzerogenen Eigenschaften der Muttersubstanz verfügt. Dadurch können Metaboliten individuell entlastet und nachfolgend als nicht relevant bewertet werden. Die Angaben zur Einordnung eines Metaboliten als relevant oder nicht relevant beziehen sich somit auf die Datengrundlage und den Verfahrensstand zum jeweiligen Zeitpunkt. Mit jedem turnusmäßigen Wiedergenehmigungsverfahren eines Wirkstoffes werden sowohl die Wirkstoffeigenschaften, als

auch die Relevanz seiner Metaboliten nach aktuellem Stand der Wissenschaft neu geprüft (LAWA, 2019).

Es gibt Fälle, in denen im Rahmen der Wirkstoffprüfung aufgrund von abgeschätzten Grundwasserkonzentrationen  $< 0,1 \mu\text{g/l}$  keine Relevanzbewertung für einzelne Metaboliten vorgenommen wurden, für die jedoch im Nachgang spezielle Produkte und Anwendungsgebiete mit Grundwasserkonzentrationen von  $> 0,1 \mu\text{g/l}$  in den Mitgliedstaaten beantragt werden. In solchen Fällen wird die Relevanzbewertung betroffener Metaboliten auf Ebene der Produktbewertungen nachgeholt. Die in der EFSA-Conclusion verfügbaren Informationen zur Relevanz von Metaboliten können also in Einzelfällen durch Ergebnisse von Produktbewertungen überschrieben werden.

In dem vorliegenden Bericht wurden Metaboliten, die über die Stoffeigenschaften von der EFSA als relevant zwischenbewertet wurden und für die keine entlastenden metabolitenspezifischen Daten vorliegen sowie die ECHA-Legal-einstufung des Ausgangsstoffes noch aussteht, analog zu den Monitoringempfehlungen des UBA (UBA, 2019b) mit xM bezeichnet.

Der Relevanzstatus von Metaboliten ist wichtig, da er entscheidet wie im Grundwasser gemessene Konzentrationen bewertet werden (Kap. 2.3).

## **2.3 Schwellen- bzw. Grenzwerte, Richtkonzentrationen, gesundheitliche Orientierungswerte und Leitwerte im Kontext Pflanzenschutzrecht, Trinkwasser- und Gewässerschutz**

Trinkwasser ist unser wichtigstes Lebensmittel! Entsprechend sieht die TrinkwV strenge Grenzwerte für Schadstoffe und Keime vor. Das von den Wasserversorgern in Deutschland zur Verfügung gestellte Trinkwasser hat eine sehr hohe Qualität!

Trinkwasser muss so beschaffen sein, dass durch seinen Genuss oder Gebrauch eine Schädigung der menschlichen Gesundheit durch chemische Stoffe und Krankheitserreger nicht zu besorgen ist. Das bedeutet, dass nach § 6 Abs. 1 der TrinkwV auch Gehalte unterhalb des Grenzwerts nicht zulässig sind, wenn sie eine Schädigung der menschlichen Gesundheit besorgen lassen. Konzentrationen von chemischen

Stoffen, die das Trinkwasser verunreinigen und seine Beschaffenheit beeinflussen können, sollen so gering wie möglich gehalten werden (Minimierungsgebot; §6 Absatz 3 TrinkwV). Im Trinkwasser dürfen die in Anlage 2 festgesetzten Grenzwerte für chemische Parameter nicht überschritten werden (§6 Abs. 2 TrinkwV). Dies sind für die Pflanzenschutzwirkstoffe- und Biozidwirkstoffe und deren relevanten Metaboliten  $0,1 \mu\text{g/l}$  für die Einzelsubstanz und  $0,5 \mu\text{g/l}$  für die Summe der Befunde. Diese trinkwasserhygienischen stoffunspecifischen Grenzwerte haben Vorsorgecharakter und sind nicht toxikologisch begründet. Sie sind ebenfalls in der Grundwasserverordnung (GrwV) verankert, die Schwellenwerte statt Grenzwerte vorgibt. In den folgenden Kapiteln wird deshalb der Begriff Qualitätsnorm (QN) verwendet. Ein relevanter Metabolit wird bei der Bewertung möglicher Auswirkungen eines Pflanzenschutzmittels auf das Trinkwasser bzw. Grundwasser somit wie der Wirkstoff berücksichtigt. Auch die rechtsverbindlichen Grenzwerte für Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln und deren relevanten Metaboliten nach Pflanzenschutzrecht im Grundwasser und im Trinkwasserrecht sind identisch.

Die TrinkwV enthält für nrM derzeit keine Grenzwerte. Aus pflanzenschutzrechtlicher Sicht unterliegen nrM-Befunde im Rohwasser nicht dem Grenzwert von  $0,1 \mu\text{g/l}$ . Gemäß Anlage 4 der GrwV sind die betroffenen Grundwasserkörper auf pflanzenschutzrechtlich nicht relevante Metaboliten hin zu überwachen, um die Auswirkungen der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf das Grundwasser beurteilen zu können. Grundlage für die Beurteilung des chemischen Grundwasserzustands sind die in Anlage 2 der GrwV aufgeführten Schwellenwerte, die sowohl dem Schutz der menschlichen Gesundheit als auch dem Schutz der Umwelt und des Grundwassers dienen. Geht von einem nicht in der Anlage 2 aufgeführten Schadstoff oder einer Schadstoffgruppe das Risiko aus, dass die Bewirtschaftungsziele nach §47 Wasserhaushaltsgesetz nicht erreicht werden, legt die zuständige Behörde einen Schwellenwert fest. Für die nrM ist dieses bisher noch nicht erfolgt (GrwV, 2017).

Da insbesondere von den obersten Landesbehörden, die für den Vollzug der Trinkwasserverordnung von 2001 zuständig sind, und von Wasserversorgern eine Zusammenführung des Relevanzbegriffs beider Regelungsbereiche gefordert wurde, haben BVL, UBA und BfR den aktuellen Sachstand in der Regulierung von Grund- und Trinkwassermetaboliten zusammengeführt (Streloke et al., 2007). Im Vollzug des Pflanzen-

schutzgesetzes werden für nicht relevante Metaboliten, ohne weitere Studien durchzuführen, Richtkonzentrationen im Grundwasser bis zu 0,75 µg/l als akzeptabel angesehen (Strelöke et al., 2007). Dieser Wert ist von der Größenordnung her vergleichbar mit dem niedrigeren der beiden derzeit vom UBA empfohlenen GOW von 1 µg/l im Trinkwasser (UBA, 2008). Die GOW sind empfohlene Richtkonzentrationen ohne rechtliche Verbindlichkeit, die seitens der Vollzugsbehörden zur Bewertung herangezogen werden können. Nach beiden Rechtsbereichen sollten dauerhafte Konzentrationen nicht relevanter Metaboliten grundsätzlich nicht über 10 µg/l liegen (Vorsorgemaßnahmenwert, Trinkwasser-Leitwert). Unterschiedliche Bewertungen erfolgen im Pflanzenschutzrecht und Trinkwasserrecht hinsichtlich der dauerhaften Duldbarkeit von Konzentrationen nicht relevanter Metaboliten zwischen 1 und 10 µg/l. Gemäß Sanco/221/2000-rev.10 (EC, 2003) sind pflanzenschutzrechtlich Konzentrationen bis 10 µg/l im Grundwasser bei toxikologisch erwiesener Unbedenklichkeit dauerhaft duldbar. Bei der Trinkwasserüberwachung sind nrM-Konzentrationen von 1 bis 10 µg/l im Trinkwasser nur vorübergehend duldbar (über Ausnahmegenehmigungen max. 10 Jahre), und dies auch nur, wenn gleichzeitig Erfolg versprechende Risikominierungsmaßnahmen initiiert werden (Strelöke et al., 2007 und BVL, 2019a).

Die Anwesenheit bzw. Anreicherung von nrM im Wasserkreislauf ist unerwünscht, da sie langfristig die Qualität des Trinkwassers gefährden kann. Gleichzeitig ist ihre zu bewertende Datenbasis aus regulatorischer Sicht oft nicht vollständig. Die Bewertung ihrer Anwesenheit im Trinkwasser folgt deshalb dem Vorsorge-Konzept der gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW) für „nicht bewertbare“ Stoffe des UBA von 2003 (UBA, 2003), erläutert und weiterentwickelt 2008 für die Stoffgruppe der nrM (UBA, 2008). Ein GOW für einen Stoff fällt desto niedriger aus, je weniger aussagekräftig und/oder je unvollständiger seine experimentell-toxikologische Datenbasis ist. Er wird auch nur vorläufig vergeben (BVL, 2010a und UBA, 2003). Sein Austausch gegen einen höheren, auf vollständiger Datenbasis und für denselben Stoff abgeleiteten, lebenslang gesundheitlich duldbaren Leitwert (LW-TW) ist nur möglich, wenn die Datenbasis zuvor vervollständigt und toxikologisch als entsprechend aussagekräftig neu bewertet wurde. GOW von 1 oder 3 µg/l sind gesundheitlich nicht eindeutig begründbar, sondern toxikologisch

sehr konservative, insofern aber auch trinkwasserhygienisch begründbare Schätzwerte. Ihre kurz- bis mittelfristige ( $\leq 10$  Jahre) Überschreitung um Faktoren von 3 bis 10 bietet Anlass zu trinkwasserhygienischer, nicht zu gesundheitlicher Besorgnis. Messwerte von  $>3$  µg/l bis 10 µg/l sind jedoch langfristig (Michalski et al., 2004) und von mehr als 10 µg/l grundsätzlich (UBA, 2008) nicht hinnehmbar (UBA, 2019a).

## 2.4 Biozide

Unter den WIRKSTOFFEN-TOP 20 befinden sich drei Wirkstoffe, die auch als Biozid-Wirkstoff gelten oder von ihrer Wirkung her damit zu vergleichen sind. Diuron steht an Rang 3 und Mecoprop und Isoproturon an Rang 8 und 12. Der vorliegende Bericht enthält keine Auswertungen zu urbanen Belastungen über Biozideinträge, da hierzu kein gesondertes Monitoring in Niedersachsen durchgeführt wurde.

Biozide sind Chemikalien oder Mikroorganismen zur Bekämpfung von Schädlingen wie z.B. Schadinsekten und Insekten oder wirken z.B. gegen Pilze, Bakterien und Algen. Biozid-Produkte sind Wirkstoffe und Zubereitungen, die einen oder mehrere Wirkstoffe enthalten. Biozide schützen Produkte, (Ernte-) Güter oder Baustoffe des Menschen, während Pflanzenschutzmittel auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzten Flächen eingesetzt und im Pflanzenbau verwendet werden.

Der Begriff „Pestizide“ wird häufig als Synonym für Pflanzenschutzmittel verwendet. Der Oberbegriff Pestizide umfasst jedoch auch Produkte wie Biozide, die nicht zur direkten Anwendung an Pflanzen bestimmt sind. Sie fallen nicht in den Zuständigkeitsbereich der EFSA.

Erstmals wurde mit der Biozid-Richtlinie 98/8/EG (EG, 1998a) im Februar 1998 ein Instrument zur Bewertung und Zulassung von Biozidprodukten erlassen. Bis dahin wurden die Biozide in der EU nahezu ungeprüft verwendet und damit verbreitet. Seit Dezember 2003 besteht eine Zulassungspflicht für alle Biozidprodukte, da ab dieser Frist alle Biozidprodukte, deren Wirkstoffe weder notifiziert noch identifiziert wurden, ihre Vermarktungsfähigkeit verloren. Für die Altwirkstoffe, wozu auch Diuron und Isoproturon zählen, gelten Übergangsregelungen, das heißt, sie können in Deutschland noch ohne Zulassung vermarktet werden. Welche Biozidwirkstoffe als Altwirkstoffe bewertet werden, ergibt sich aus dem Anhang II der Verordnung (EU) Nr. 1062/2014. Insgesamt wurden sechs Fristen (beginnend in 2016 – endend in 2023) zwecks Einreichung der Stellungnahmen zur Genehmigung durch die EU-Kommission festgelegt. Zu einigen Wirkstoffen ist bereits eine Entscheidung getroffen worden. Bei Genehmigung wird eine Durchführungsverordnung für diesen Wirkstoff veröffentlicht. Die Bewertungsberichte für Diuron und Isoproturon (Fassadenschutz, Konservierungsmittel, ...) sind zum 31.10.2020 und die Stellungnahmen für die Kommission zum

31.03.2021 zu erstellen. Sie sind deutschlandweit als „relevant“ für das Oberflächenwasser und das Grundwasser einzustufen (UBA, 2017, LAWA, 2019). Die Zulassung als PSM-Wirkstoff endete in Deutschland für Diuron in 2007 und für Isoproturon in 2016. Mecoprop (Flachdächer, Fundamentabdichtung) ist rechtlich gesehen kein Biozid, von seiner Wirkung her aber durchaus damit gleichzusetzen (IME, 2012). Für den Stereoisomeren Mecoprop-P besteht eine Zulassung. Mecoprop, welches bei Baustoffen eingesetzt wird und seit 1992 nicht mehr als PSM-Wirkstoff zugelassen ist, wird weder in der Liste der genehmigten Stoffe noch in der Liste der Altwirkstoffe geführt.

Seit Juli 2012 ist die neue Biozid-Verordnung 528/2012 (EU, 2012), die die vorherige Biozid-Richtlinie ablöst, in Kraft. Im Vergleich zur „alten“ Richtlinie gibt es einige Neuerungen. Es wurden Ausschlusskriterien formuliert, die die Genehmigung von Wirkstoffen mit bestimmten Eigenschaften, zum Beispiel CMR (Karzinogen, mutagen, reprotoxisch) oder PBT (Persistent, bioakkumulierend, toxisch) untersagen. Allerdings wurden dazu auch Ausnahmen erlassen. Vergleichbar zur Anwendung der Substitutionsliste und der vergleichenden Bewertung bei Zulassungsanträgen für PSM, sollen Biozid-Wirkstoffe mit gefährlichen Eigenschaften gegen einen weniger bedenklichen Wirkstoff ausgetauscht werden (Substitutionsprinzip). Das Verfahren zur Risikobewertung von Bioziden ist, wie bei den PSM, zweistufig gestaltet. Zunächst werden die Biozid-Wirkstoffe in einem EU-weiten Verfahren geprüft und anschließend in eine Positiv-Liste (ehemals Anhang I der Biozid-Richtlinie, künftig Unionsliste) aufgenommen. Erst danach können Zulassungsanträge für Produkte gestellt werden, die diese bereits bewerteten Wirkstoffe enthalten.

Die Zulassung von Biozidprodukten gilt national und kann über das Verfahren der gegenseitigen Anerkennung auch in andere EU-Mitgliedstaaten übertragen werden. Die Zulassungsstelle in Deutschland ist die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), die die Prüfung im Einvernehmen mit dem UBA und BfR durchführt. Bevor ein Biozid-Wirkstoff oder Biozidprodukt zugelassen werden kann, muss eine Umweltrisikobewertung durchgeführt werden. Es werden folgende Umweltbereiche betrachtet: Oberflächenwasser, marines Ökosystem, Sediment, Boden (inklusive Grundwasser), Atmosphäre, das Nahrungskettengefüge und die Kläranlagenfunktion.

Mit der neuen EU Biozid-Verordnung (EU, 2012), gültig ab September 2013, sind erstmals auch die Auswirkungen auf die Artenvielfalt der

Ökosysteme (Biodiversität) mit zu betrachten (UBA, 2019c).

Europäische und nationale Gesetzgebungen regeln die Zulassung und die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Aufgrund ihrer Stoffeigenschaften gelten für Wirkstoffe und deren relevante Metaboliten rechtsverbindliche Grenzwerte/Schwellenwerte mit Vorsorgecharakter im Pflanzen-, Trinkwasser- und Grundwasserschutz. Für sie können im Trinkwasser die empfohlenen gesundheitlichen Orientierungswerte seitens der Vollzugsbehörden zur Bewertung herangezogen werden. Unter den WIRKSTOFFEN-TOP 20 befinden sich mit Diuron und Isoproturon zwei Wirkstoffe, die auch als Biozid-Wirkstoff eingesetzt werden. Beide sind als Pflanzenschutzwirkstoff in Deutschland nicht mehr zugelassen, können derzeit jedoch als Biozid – ohne Zulassung in Deutschland vermarktet werden. Sowohl für die Pflanzenschutz- als auch für die Biozidwirkstoffe gilt das Substitutionsprinzip, d.h. dass Wirkstoffe mit gefährlichen Eigenschaften nach Möglichkeit durch einen weniger bedenklichen Wirkstoff zukünftig ersetzt werden sollen. Unter den WIRKSTOFFEN-TOP 20 sind mit den Wirkstoffen Isoproturon, Mecoprop, Metalaxyl, Chlortoluron und Metribuzin fünf Substitutionskandidaten enthalten.

## 3 Messnetz und Datengrundlage

### 3.1 Messnetz

Das ausgewertete Messnetz umfasst insgesamt 5.781 Messstellen, die sich in die folgenden Arten von Messstellen unterscheiden lassen:

- 126 Quellen (Q)
- 161 Rohmischwässer (RMW)
- 1.928 Förderbrunnen (FBR)
- 3.566 Grundwassermessstellen (GWM)

Berücksichtigung fanden alle Messstellen, für die im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2016

Analysen auf Pflanzenschutzwirkstoffe oder -metaboliten zur Verfügung gestellt wurden; dazu gehören auch 72 Messstellen (1,2%), die innerhalb des Betrachtungszeitraums zerstört oder zurückgebaut worden sind. Für alle berücksichtigten Messstellen liegen Lagekoordinaten vor und für 94,3 % der Messstellen sind Angaben zur Filtertiefe unter Gelände in den Stammdaten abgelegt. Rohmischwässer und Quellen, die sich keiner spezifischen Tiefe zuordnen lassen, werden in gesonderten Messstellengruppen betrachtet. Einen Überblick zur räumlichen Verteilung der ausgewerteten Messstellen und den Arten von Messstellen in Niedersachsen gibt Abbildung 3-1.

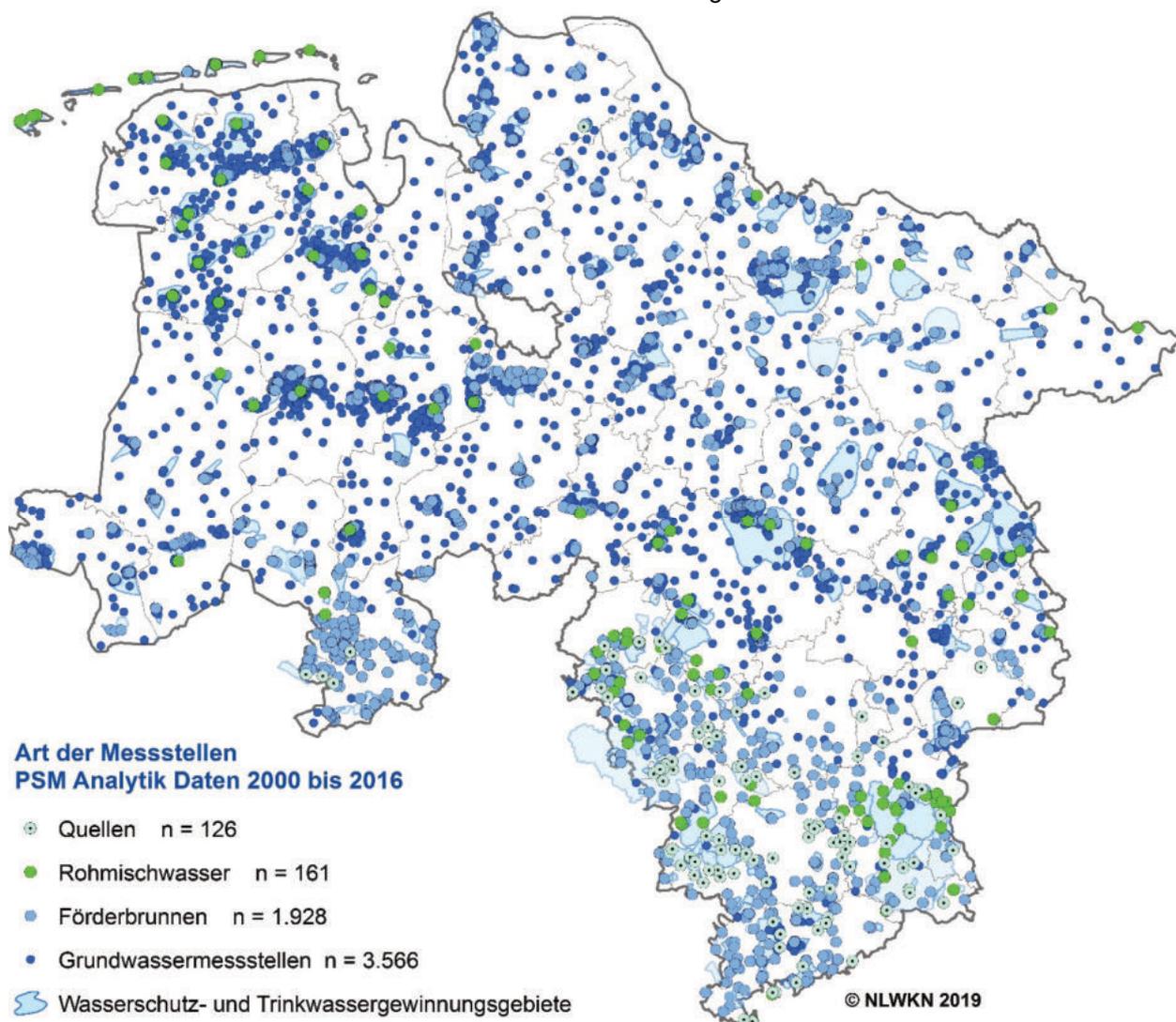


Abb. 3-1: Karte des ausgewerteten Messnetzes – unterschieden nach Art der Messstellen

Bedingt durch die höhere Messnetz- und Untersuchungsdichte ist eine deutliche Clusterbildung bei der überwiegenden Zahl der Wasserschutz- und Trinkwassergewinnungsgebiete (WSG / TGG) zu erkennen.

Insbesondere Quellen, Rohmischwässer und Förderbrunnen sind Messstellen bzw. Einrichtungen zur Grundwasserfassung mit dem Ziel der Trinkwassergewinnung und befinden sich dementsprechend innerhalb der WSG / TGG.

Insgesamt 4.602 Messstellen (79,6%) des ausgewerteten Datenbestandes werden von den Wasserversorgungsunternehmen

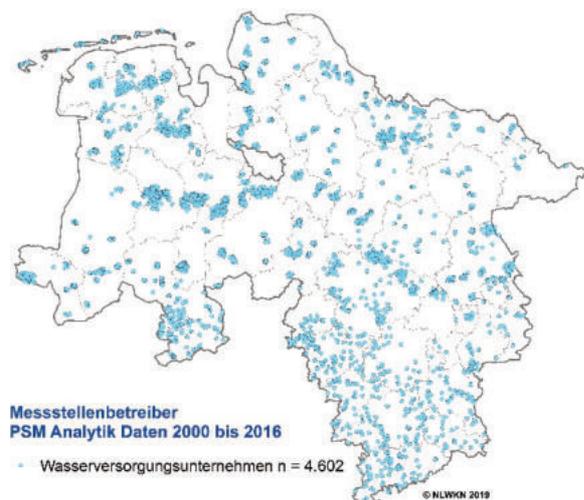


Abb. 3-2: Karte Messnetz WVU

Die von den WVU bewirtschafteten Messstellen befinden sich überwiegend innerhalb der WSG / TGG, der GLD konzentriert sich mit dem Grundwassermonitoring auf Standorte außerhalb der WSG / TGG, so dass für den Gesamtdatenbestand eine sehr gute Abdeckung der niedersächsischen Landesfläche erreicht wird.

Zur regelmäßigen Ermittlung der Grundwasserstände und für die Analytik u.a. auch auf anorganische Parameter werden sowohl von den WVU als auch vom NLWKN weit mehr Messstellen in Niedersachsen betrieben, für die im Betrachtungszeitraum entsprechend keine PSM-Analysen vorliegen.

### 3.2 Datengrundlage

Für das ausgewertete Messnetz stehen im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2016 gut 1,3 Mio. auswertbare Messwerte für die Einzelparameter der Pflanzenschutzwirkstoffe oder deren Metaboliten aus 34.294 Proben zur Verfügung (inkl. 1,2-Dichlorpropan). Die o.g. Einzelparameter sind Bestandteil von Proben, die regelmäßig eine Vielzahl unterschiedlicher Parameter umfassen oder sich beispielsweise bei Nachprüfungen und Wiederholungsuntersuchungen in Einzelfällen auch nur auf eine Auswahl an Parametern beschränken. Die Probenentnahme erfolgte entsprechend lokaler Messkonzepte sowie einschlägiger Richtlinien und Merkblättern der

Niedersachsens (Abb. 3-2) und 1.179 Messstellen (20,4%) vom Gewässerkundlichen Landesdienst im NLWKN (Abb. 3-3) bewirtschaftet.



Abb. 3-3: Karte Messnetz NLWKN



Abb. 3-4: Grundwassermessstellen – Ausbau in drei Filtertiefen (Foto NLWKN Bst. Aurich)

LAWA, des DVGW und der DWA. Die Wasseruntersuchungen wurden durch akkreditierte Labore durchgeführt.

Die Datenbereitstellung über die WVU Niedersachsens und den NLWKN Dienststellen mit verschiedenen Labordienstleistern, bedingt eine heterogene Parameterzusammenstellung (keine einheitlichen Beprobungen hinsichtlich Probenentnahmerhythmus und Parameterumfang) der Einzelproben, daher werden für die folgenden Auswertungen Angaben zu den auf den jeweiligen Parameter untersuchten Messstellen gemacht. Keiner der ausgewerteten 415 PSM-Wirkstoffe und deren Metaboliten (Anlage 2) wurde durchgängig in allen Messstellen untersucht. Das gilt auch für die WIRKSTOFFE TOP 20 und die NICHT RELEVANTEN METABOLITEN TOP 20,

dies wird in den Abbildungen 5.1, 5.6 und 6.1 sehr deutlich. Somit bestehen an vielen Messstellen noch Optimierungsmöglichkeiten bezüglich des zukünftig zu untersuchenden Parameterumfangs z.B. auf aktuelle und wichtige Substanzen.

Um eine einheitliche und auswertbare Datengrundlage zu schaffen, wurde eine umfangreiche Parameter-Transformation vorgenommen, bei der die unterschiedlichen Schreibweisen sonst gleicher Wirkstoffe oder Metaboliten (Synonyme) zu einer Bezeichnung zusammengefasst wurden (Anlage 1: Parameter-Transfer).

Summenparameter wurden nicht ausgewertet. Die Parameter, die in den folgenden Auswertungen Verwendung gefunden haben, sind in Anlage 2: Auswertungsparameter) umfänglich beschrieben.

In diesem Bericht wurden 415 zugelassene und nicht mehr zugelassene Wirkstoffe und deren Metaboliten betrachtet (siehe Anlage 2). Sie teilen sich wie folgt auf: 348 WS, 26 rM, 2 xM und 39 nrM. Die Anlage 2 enthält neben der CAS-Nr. die Information, ob ein Parameter nachgewiesen wurde, sowie die Anzahl untersuchter Messstellen inklusive Zeitbezug. Hierin ist mit 1,2-Dichlorpropan auch ein leichtflüchtiger Kohlenwasserstoff (LHKW) enthalten, zu dem in Kapitel 9.4 eine kurze Sonderauswertung dargestellt ist.

Nachfolgend zur Transformation der Parameternamen, und zum Teil während der Auswertungsprozesse sind die Daten geprüft und plausibilisiert worden. Als notwendig erkannte Korrekturen wurden mit den WVU oder Laboren abgestimmt und entsprechende Änderungen in den Rohdaten vorgenommen. Eine gleichlautende Korrektur der Originaldaten vor Ort wurde sichergestellt (Datenhoheit beim Urheber). Messdaten mit dem Inhalt nicht nachweisbar (nn) wurden berücksichtigt. Für zukünftige Messdaten sollte sinnvollerweise „kleiner Bestimmungsgrenze“ statt „nn“ in den Datenbanken geführt werden.

Aus der plausibilisierten und bereinigten Gesamtdatenbasis von 1.299.916 Messwerten für PSM-Wirkstoffe und deren Metaboliten lagen 26.497 Nachweise (Messwerte größer Bestimmungsgrenze) vor. Dabei ist der Wirkstoff Bentazon mit 864 Befunden am häufigsten vertreten.

Die Tabelle 3.1 gibt einen zusammenfassenden Überblick auf welche Stoffgruppen sich die untersuchten Parameter aufteilen und wie viele Nachweise aus den Jahren 2000-2016 vorliegen – auch die Fallzahlen zu den WIRKSTOFFE-TOP 20 (Kap. 5.1) und NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20 (Kap. 6) sind aufgeführt. Gleiches wird auch für die Anzahl der Messwerte und die Nachweise  $\geq$  Bestimmungsgrenze (BG) dargestellt.

Tab. 3-1: Überblick zu dem untersuchten Parameterumfang der Datenbasis sowie den Nachweisen

Stoffgruppe bzw. Summe	untersuchte Parameter (*inkl. Stereoisomere)	nachgewiesene Parameter (*inkl. Stereoisomere)	Anzahl Messwerte	Anzahl Nachweise $\geq$ BG
<b>1,2-Dichlorpropan (LHKW)</b>	1	1	14.349	608
<b>WS</b>	348 *	123 *	1.084.907	3.801
<b>WS TOP20</b>	21 *	21 *	310.759	3.268
<b>rM</b>	26	11	72.876	304
<b>xM</b>	2	1	3.499	303
<b>nrM</b>	39	29	138.634	22.089
<b>nrM TOP20</b>	20	20	127.862	21.993
<b>Summe ohne LHKW</b>	415	164	1.299.916	26.497
<b>Summe inkl. LHKW</b>	416	165	1.314.265	27.105

Im ausgewerteten Parameterumfang sind auch Stereoisomere enthalten. Dies sind chemische Verbindungen, die die gleiche chemische Summenformel und Molekülmasse haben, sich jedoch hinsichtlich der räumlichen Anordnung der Atome unterscheiden.

Da die folgenden Stereoisomere in Tabelle 3-2 bei der Routineanalytik nicht unterschieden werden, sind im Bericht diese Parameter gemeinsam ausgewertet worden. In Klammern sind die jeweiligen Zulassungszeiträume aufgeführt, sofern die Zulassung bereits ausgelaufen ist (BVL, 2010b).

Tab. 3-2: Im Parameterumfang enthaltene Stereoisomere

<u>Dimethenamid</u> (1997-2003)	Dimethenamid-P (ab 2000)
<u>Fluazifop</u> (1983-1993)	Fluazifop-P (ab 1988)
<u>Metalaxyl</u> (1979-2005)	Metalaxyl-M (ab 1998)
<u>Metolachlor</u> (1976-2003)	S-Metolachlor (ab 2001)

Die ausgewerteten Daten umfassen insgesamt 5.781 Messstellen mit Pflanzenschutzmittelanalysen der Jahre 2000 bis 2016. Es wurden nicht nur Grundwassermessstellen, sondern auch Förderbrunnen, Rohmischwässer und Quellen berücksichtigt. 79,6% der Messstellen stammen aus der Bewirtschaftung der Trinkwassergewinnungsgebiete und sind von den Wasserversorgungsunternehmen Niedersachsens bereitgestellt worden. Die weiteren 20,4% der Messstellen stammen aus dem Grundwassermonitoring des Gewässerkundlichen Landesdienstes im NLWKN und decken im Wesentlichen Standorte auch außerhalb der TGG ab. Durch Transformation der Parameternamen wurde ein einheitlicher Auswertungsprozess ermöglicht, die Datenqualität wurde im Rahmen der Möglichkeiten geprüft und plausibilisiert, notwendige Korrekturen mit den Dateneigentümern abgestimmt.

## 4 Aggregierte Auswertungen – allgemeine Befundlage

Um die sehr umfangreiche Datenbasis zu aggregieren und die räumliche Verteilung übersichtlich zu strukturieren, sind verschiedene statistische Auswertungen auf der Betrachtungsebene Landkreise und kreisfreie Städte (im Folgenden Betrachtungsebene Landkreise genannt; vgl. Kap. 5.4 und 6.2) durchgeführt worden. Das Land Niedersachsen ist in insgesamt 37 Landkreise (einschließlich der Region Hannover) sowie 8 kreisfreie Städte untergliedert.

Der Bericht enthält keine Auswertungen auf Basis der Wasserschutz- und Trinkwassergewinnungsgebiete. Diese Betrachtungsebene ist vielfach eine zu kleine Einheit, zudem sind die individuellen Standort- und Messnetzeigenschaften zu unterschiedlich – eine Ausnahme bilden die Fallbeispiele mit lokalem Bezug.

Die Auswertungen auf Basis der Betrachtungsebene Landkreise bieten eine gute Möglichkeit, auch auf die Trinkwassergewinnung der Regionen zu reflektieren und eröffnen den unteren Wasserbehörden der Landkreise und kreisfreien Städte Ergebnisse in ihrem Zuständigkeitsbereich zu entnehmen. Auch bei den stoffspezifischen Auswertungen, wie z.B. den Medianwerten von Wirkstoffen (Kap. 5.4) und nicht relevanten Metaboliten (Kap. 6.2) sowie bei den Fruchtartenanteilen der landwirtschaftlichen Nutzflächen (Kap. 6.2) wurden die Betrachtungsebenen niedersächsische Landkreise als Auswertungsmaßstab gewählt.

## 4.1 Messnetzichte

Die räumliche Verteilung der auf PSM untersuchten Messstellen ist in Niedersachsen regional unterschiedlich und variiert zwischen 0,09 Mest./10km<sup>2</sup> (Stadt Wilhelmshaven) und 3,11 Mest./10km<sup>2</sup> (Kreis und Stadt Oldenburg) und beträgt im Mittel 1,12 Mest./10 km<sup>2</sup>. Wenngleich die Landesfläche gut abgedeckt ist (Abb. 3-1), ergeben sich unterschiedliche Messnetzdichten auf Betrachtungsebene Landkreise (Abb. 4-1 sowie Anlagen 6a und 6b), die ganz wesentlich

aus der unterschiedlichen Abdeckung mit Trinkwassergewinnungsgebieten rührt, aber auch z.B. die Aktivität der Akteure vor Ort wiedergibt. Ein weiterer Faktor dürfte auch die unterschiedliche Belastungssituation sein – eine hohe Zahl von Nachweisen mit PSM führt längerfristig auch zu einer höheren Untersuchungsichte. Die Gründe dafür sind z.B. die Verbesserung der spezifischen Datenlage, weitergehende Untersuchungen im Vorfeld von auffälligen Messstellen oder durchgeführte Fundaufklärungen.

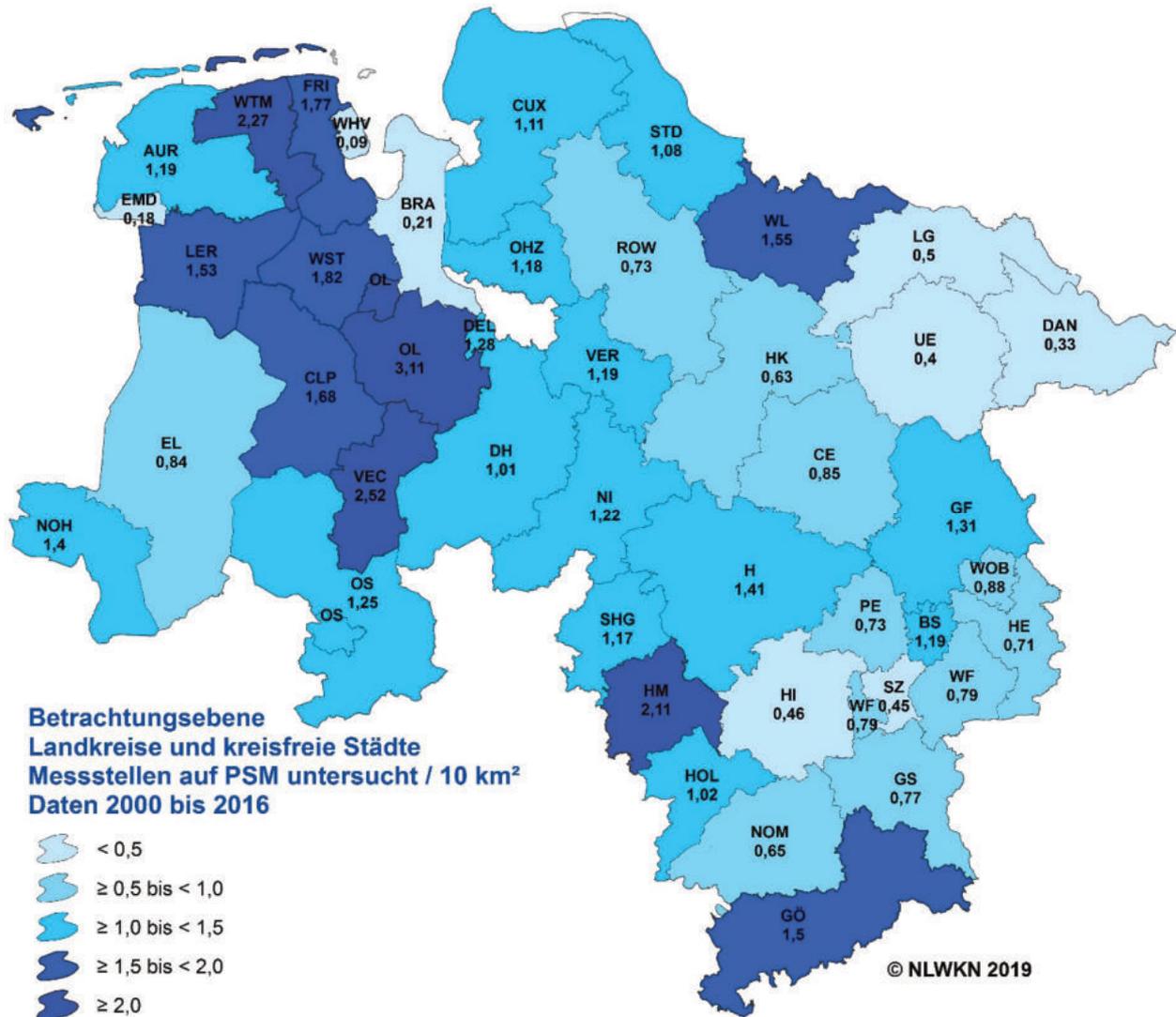


Abb. 4-1: Betrachtungsebene Landkreise – Messstellen auf PSM untersucht pro 10 km<sup>2</sup> (KFZ-Kennzeichen siehe Abb. 4-7)

Abhängig von den Strukturen der Trinkwassergewinnung, der Landnutzung, der Ausprägung der Grundwasserleiter und der vorhandenen Messstellenausstattung sind regionale Optimierungen bzw. Messnetzverdichtungen möglich, die mit den Akteuren vor Ort ermittelt werden sollten.

Empfehlung kann eine anzustrebende Messnetzdichte von mindestens eine auf PSM untersuchte Messstelle je 10 km<sup>2</sup> Fläche sein, der Quotient ist aber unter Berücksichtigung der o.g. wasserwirtschaftlichen Randbedingungen individuell zu bewerten.

So sind beispielsweise die Grundwasserleiter in den Marschen nur mit einer geringeren Anzahl Messstellen erschlossen, von bindigen Böden (Klei) abgedeckt und das Grundwasser in der Regel versalzt und nicht zur Trinkwassergewinnung geeignet.

## 4.2 Nachweise auf der Betrachtungsebene Landkreise und kreisfreie Städte

Für jede Betrachtungsebene Landkreise bzw. kreisfreie Stadt Niedersachsens sind über den ausgewerteten Datenbestand individuelle Kenndaten ermittelt worden. So stellt Abbildung 4-2 die räumlich unterschiedliche Verteilung der Messstellen mit Nachweisen in den Stoffgruppen WS (inklusive rM) und nrM sowie die Anzahl

Messstellen < BG dar. Auch hier werden Messstellen doppelt berücksichtigt, sofern entsprechende Nachweise in beiden Stoffgruppen vorliegen. Die Größe der Tortendiagramme bildet die unterschiedliche Anzahl der untersuchten Messstellen auf den Betrachtungsebenen Landkreise ab. Die Städte Oldenburg und Osnabrück wurden jeweils gemeinsam mit den Landkreisen Oldenburg und Osnabrück ausgewertet bzw. dargestellt.

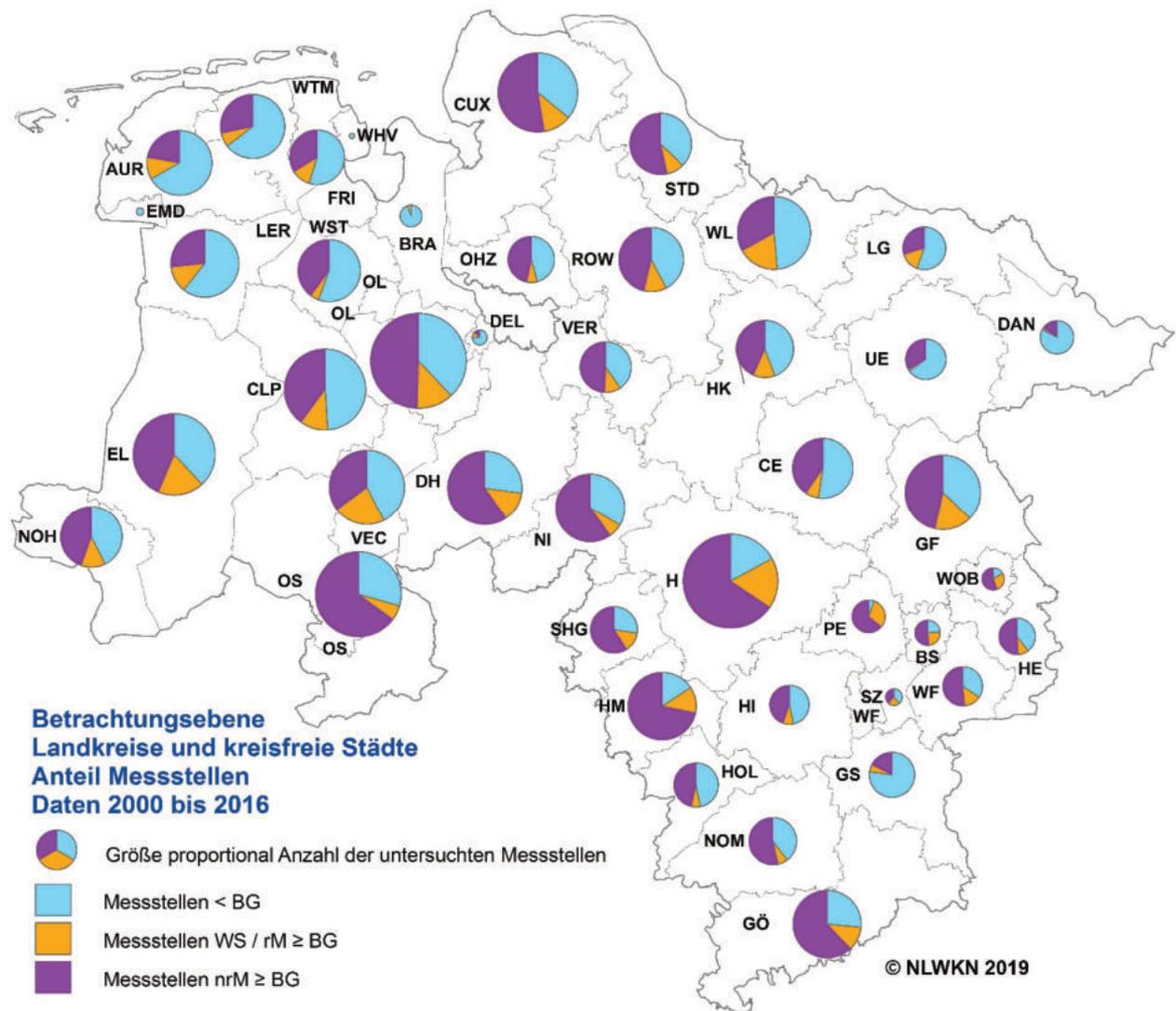


Abb. 4-2: Betrachtungsebene Landkreise – Anteil der untersuchten Messstellen und Nachweise (Doppelzählung bei Nachweisen in beiden Stoffgruppen); KFZ-Kennzeichen siehe Abb. 4-7)

Ausschließlich in den nordwestlichen und einigen östlichen Betrachtungsebenen Landkreise überwiegt die Anzahl der Messstellen ohne Nachweis. Bei vielen Betrachtungsebenen Landkreise wie z.B. Osnabrück, Hannover oder Peine überwiegt die Anzahl der Messstellen mit Nachweisen von nrM. In 30 der betrachteten 44 Landkreise (68%) sind mehr Mest. mit Nachweis von WS, rM oder nrM als ohne Nachweisführung. Die Anzahl der Messstellen auf der jeweiligen Betrachtungsebene Landkreise ist grafisch der Abbildung 4-7 und tabellarisch den Anlagen 6a und 6b zu entnehmen.

Die Gesamtbetrachtung für ganz Niedersachsen ist Abbildung 4-3 zu entnehmen. Auf Basis aller untersuchten Messstellen (exklusive 1,2-Dichlorpropan und xM) bleiben 39,1% ohne PSM-Nachweis, an 12,7% der Messstellen werden Wirkstoffe bzw. relevante Metaboliten nachgewiesen

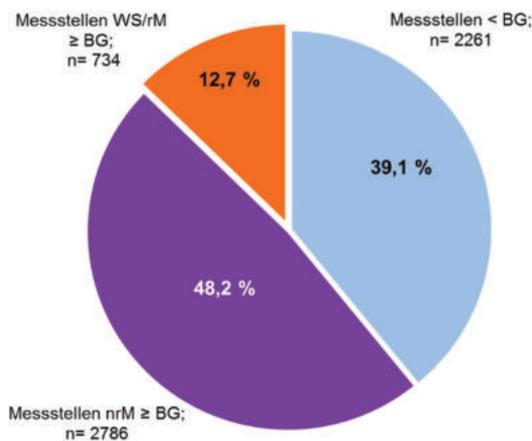


Abb. 4-3: Gesamtbetrachtung untersuchter Mest. mit u. ohne Nachweis (n= 5.781 exkl. 1,2-Dichlorpropan u. xM)

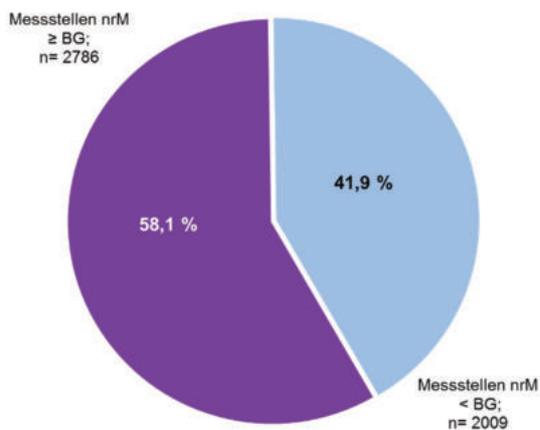


Abb. 4-4: nrM untersuchte Messstellen (n= 4.795)

und an insgesamt 48,2% der Messstellen werden Nachweise nicht relevanter Metaboliten geführt.

Messstellen mit Nachweisen von xM werden in Abb. 4-5 gesondert ausgewiesen (dazu Kapitel 5.2). Bei Nachweisen in beiden Gruppen (WS/rM und nrM) werden die Messstellen doppelt gezählt. Nicht in jeder Messstelle wurden Wirkstoffe / relevante Metaboliten bzw. xM und nicht relevante Metaboliten untersucht.

Die Abbildungen 4-4 bis 4-6 beziehen sich auf die Anzahl der untersuchten Messstellen für die jeweilige Stoffgruppe, dadurch errechnen sich für die einzelne Stoffgruppe höhere Anteile von Messstellen mit Nachweisen. Bei den auf Wirkstoffe und relevante Metaboliten untersuchten Messstellen sind in 14,3% Befunde nachgewiesen, bei den nrM in 58,1% und den xM in 8,5%.

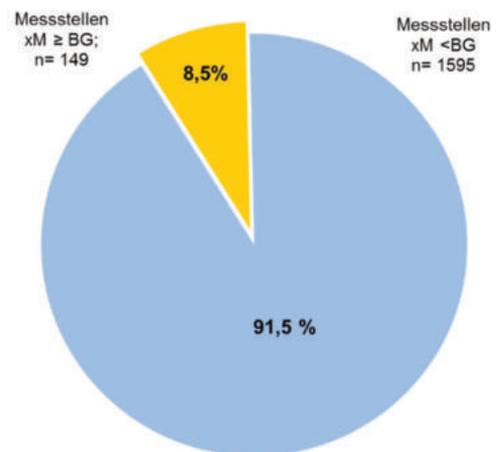


Abb. 4-5: xM untersuchte Messstellen (n= 1.744)

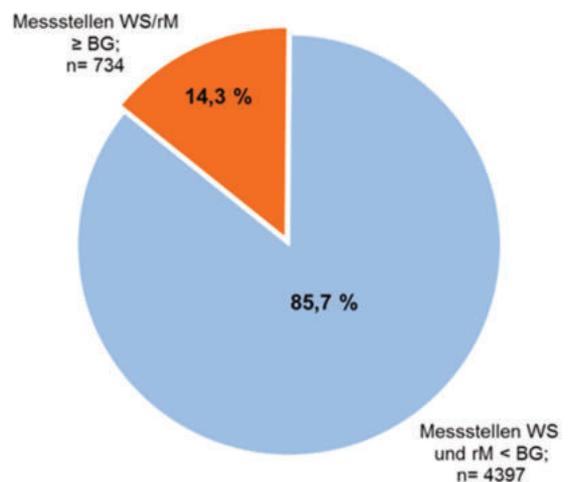


Abb. 4-6: WS und rM untersuchte Messstellen (n= 5.131 exklusive 1,2-Dichlorpropan)

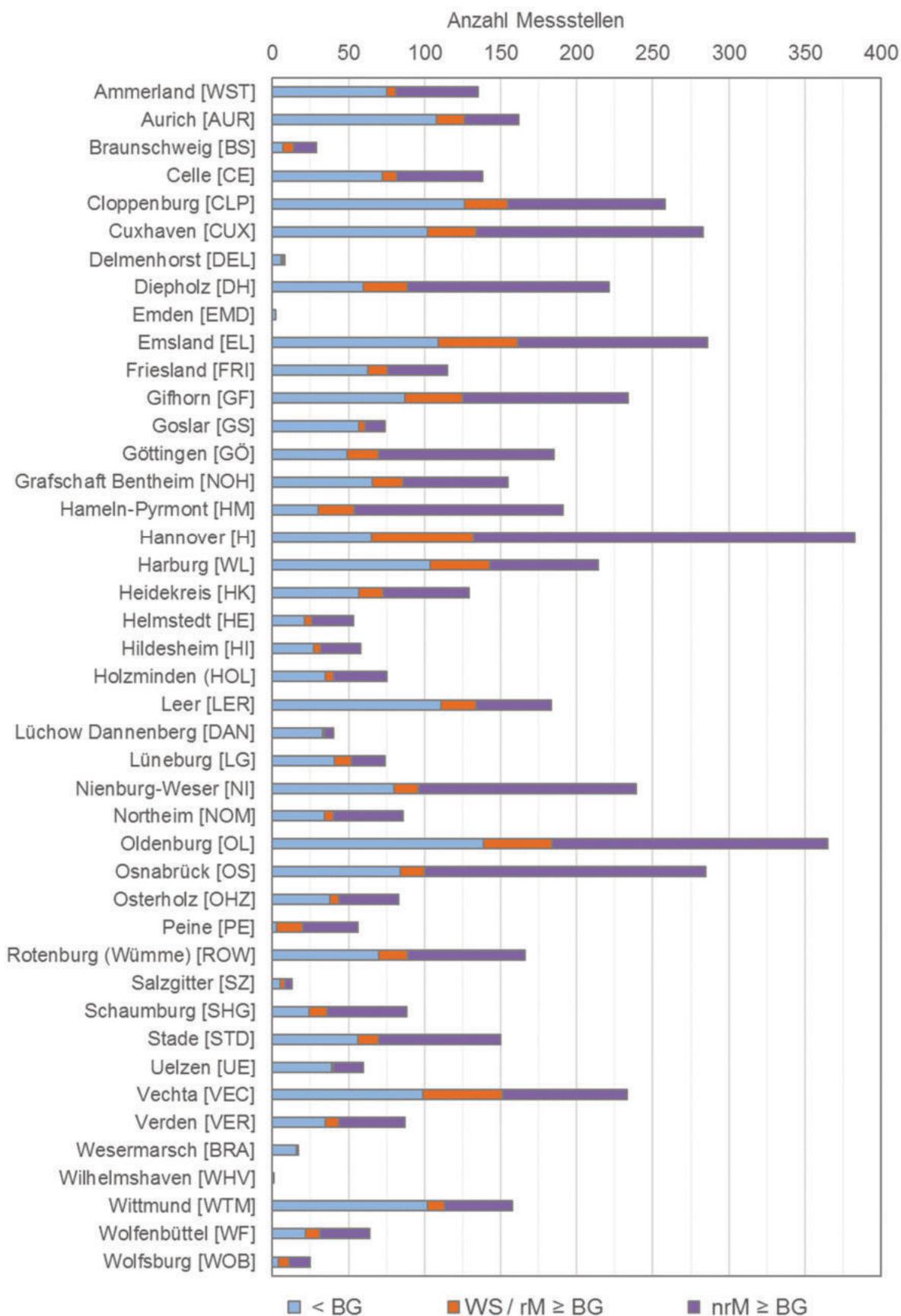


Abb. 4-7: Betrachtungsebene Landkreise – Anzahl untersuchte Messstellen und Nachweise, Daten 2000 bis 2016 (Doppelzählung bei Nachweisen in beiden Stoffgruppen)

Die Messnetzdichte der auf PSM analysierten bzw. bereitgestellten Messstellen auf Betrachtungsebene Landkreise ist von verschiedenen Faktoren wie der Trinkwassergewinnung, der Landnutzung oder der Ausprägung der Grundwasserleiter abhängig und variiert zwischen 0,09 Mest./10km<sup>2</sup> (Stadt Wilhelmshaven) und 3,11 Mest./10km<sup>2</sup> (Kreis und Stadt Oldenburg). Die Verteilung der Anzahl von Messstellen mit Nachweisen in den verschiedenen Stoffgruppen WS, rM und nrM ist in den Betrachtungsebenen Landkreise regional sehr unterschiedlich. In den nordwestlichen und einigen östlichen Landkreisen überwiegen die Messstellen ohne PSM-Nachweis. In 68% der Betrachtungsebenen Landkreise gibt es mehr Messstellen mit Wirkstoff- oder Metaboliten-Nachweisen als Messstellen ohne Nachweis. Bei der Gesamtbetrachtung bleiben 39,1% der Messstellen ohne Nachweis, 12,7% mit Wirkstoffbefunden bzw. Befunden von relevanten Metaboliten und in 48,2% der Messstellen wurden nicht relevante Metaboliten nachgewiesen.

## 5 Wirkstoffe und relevante Metaboliten

### 5.1 Wirkstoffe

Es wurde insgesamt auf 348 Wirkstoffe (WS) untersucht – nachgewiesen wurden 123 WS. Bedingt durch den sehr großen Datenumfang sind stoffspezifische Detailauswertungen sinnvoll. Diese weitergehenden Betrachtungen sind für die 20 in den meisten Messstellen nachgewiesenen Wirkstoffe vorgenommen worden (WIRKSTOFFE-TOP 20).

Betrachtet wurde in den folgenden Abbildungen 5-1 bis 5-5 jeweils der gesamte Berichtszeitraum von 2000 bis 2016. Die Anlage 3 gibt für alle nachgewiesenen Parameter einen Überblick

über die jährliche Entwicklung der Messstellenanzahl mit Nachweisen. Unterschiedliche Messnetzbetreiber mit zum Teil regionalen Anforderungen an das PSM-Monitoring und viele analysierende Labore führten dazu, dass nicht alle Messstellen auf das gleiche Parameterspektrum untersucht wurden. Abbildung 5-1 gibt für die WIRKSTOFFE-TOP 20 einen Überblick zur Anzahl der jeweils darauf untersuchten Messstellen unterschieden nach Messstellenarten.

Der herbizide Wirkstoff Bentazon erreicht mit 4.919 die höchste und der insektizide Wirkstoff Lindan mit 2.121 die niedrigste Zahl der untersuchten Messstellen. Ein zukünftiger Untersuchungsbedarf lässt sich z.B. für Glyphosat ableiten, für diesen zugelassenen Wirkstoff besteht noch eine relativ geringe Abdeckung im ausgewerteten Messnetz.

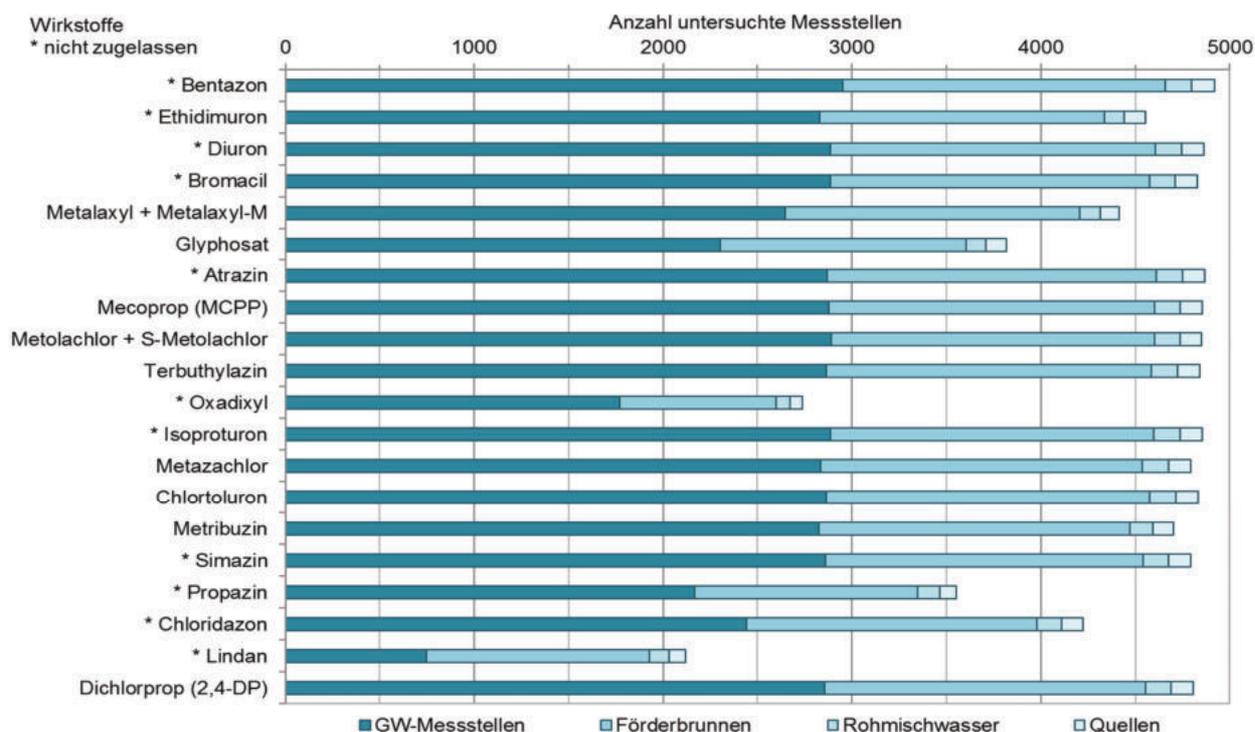


Abb. 5-1: WIRKSTOFFE-TOP 20 – Anzahl und Art der untersuchten Messstellen im Zeitraum 2000-2016

Neun der WIRKSTOFFE-TOP 20 sind derzeit noch zugelassen. Die häufigsten Messstellen mit Wirkstoff-Nachweisen  $\geq$  BG finden sich für die beiden nicht mehr zugelassenen Wirkstoffe Bentazon und Ethidimuron mit 107 bzw. 106 betroffenen Messstellen (Abb. 5-2). Die häufigsten Nachweise im Berichtszeitraum 2000 bis 2016 für zugelassene Wirkstoffe wurden für Metalaxyl / Metalaxyl-M mit 53 und für Glyphosat mit 44 betroffenen Messstellen geführt. Für die Gruppe der WIRKSTOFFE-TOP 20 werden bei Lindan und Dichlorprop (2,4-DP) mit 12 bzw. 10 Messstellen die wenigsten Nachweise geführt. In Abbildung 5-2 sind für alle WIRKSTOFFE-TOP 20 die Anzahl der Messstellen unter Berücksichtigung der Messstellenart aufgeführt. Bei der Messstellenart wird deutlich, dass auch verhältnismäßig viele Förderbrunnen und einige wenige Rohmischwässer und Quellen von Wirkstoffnachweisen betroffen sind. Einzelne Wirkstoffe wie z.B. Metalaxyl-M, Oxadixyl oder Dichlorprop (2,4-DP) werden ausschließlich in GWM nachgewiesen.

Der letzte LAWA-Pflanzenschutzmittel-Bericht (LAWA, 2019) beinhaltet die TOP 20 von 17 Wirkstoffen und drei relevanten Metaboliten. Hierzu wurde jeweils der aktuellste Messwert je Messstelle des Berichtszeitraumes 2013-2016 eingebunden. 13 der WIRKSTOFFE-TOP 20 befinden sich auch deutschlandweit unter den TOP 20. Bentazon und Ethidimuron sind auf Rang 2 bzw. 10. Metalaxyl und Lindan sind nicht unter den TOP 20, Glyphosat ist auf Rang 20 und 2,4-DP auf Rang 18 (LAWA, 2019).

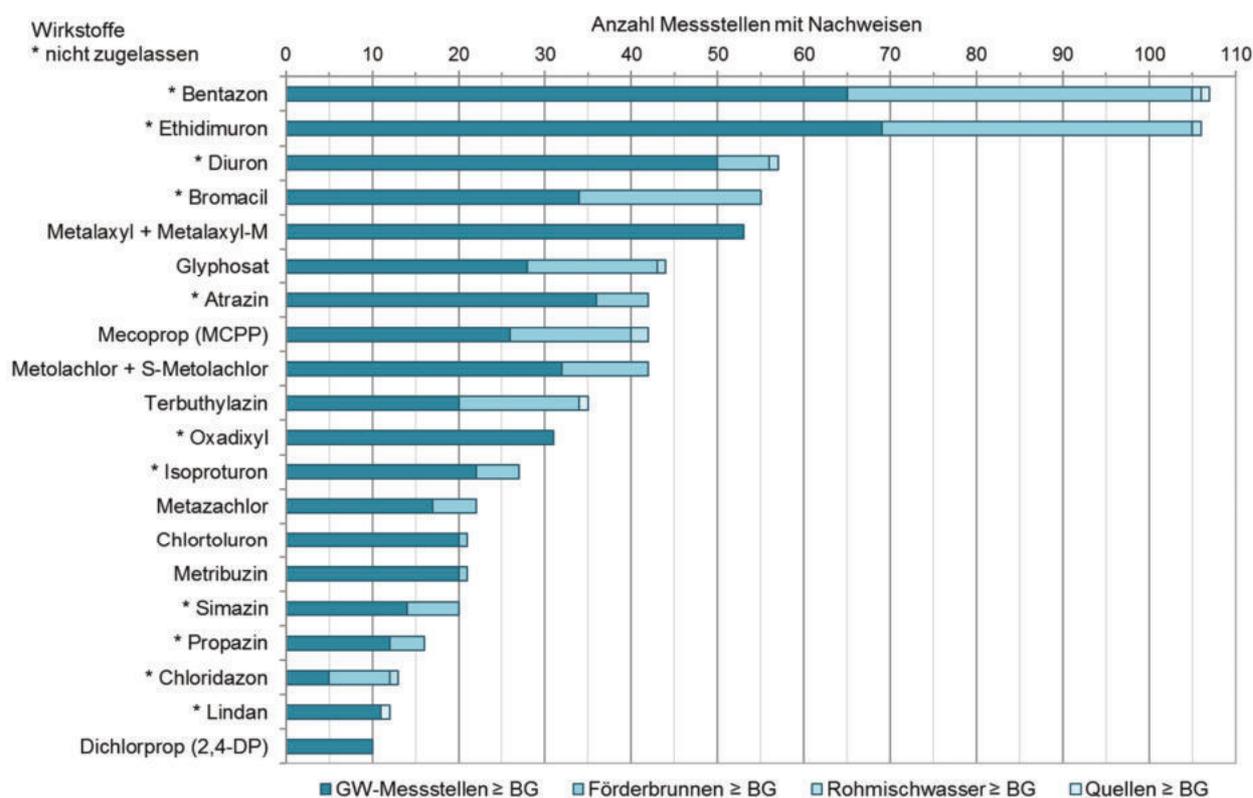


Abb. 5-2: WIRKSTOFFE-TOP 20 – Anzahl und Art der Messstellen mit Nachweisen im Zeitraum 2000-2016

Die Mittel- und Maximalwerte der WIRKSTOFFE-TOP 20 wurden über alle geführten Nachweise berechnet. Alle Mittelwerte der Wirkstoffe haben eine ähnliche Größenordnung, lediglich der bereits seit 1985 nicht mehr zugelassene herbizide Wirkstoff Propazin und der seit 1997 nicht mehr zugelassene insektizide Wirkstoff Lindan bleiben im Mittel der Nachweise unter der Qualitätsnorm (QN) von 0,1 µg/l.

Alle anderen WIRKSTOFFE-TOP 20 liegen im Mittel der Nachweise über QN 0,1 µg/l. Abbildung 5-3 gibt einen Überblick mit logarithmischer Skalierung - auch zu den Maximalwerten, die für fast jeden Wirkstoff im Bereich mehrerer µg/l liegen.

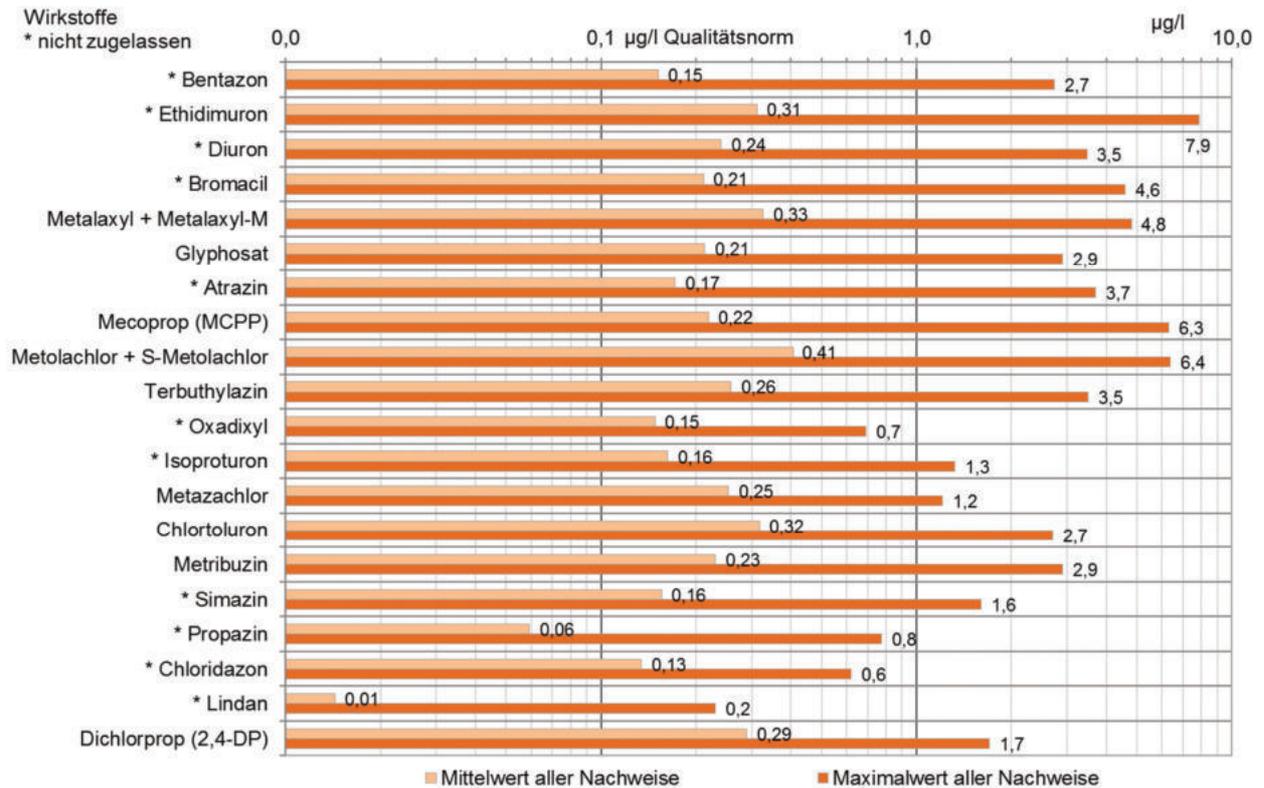


Abb. 5-3: WIRKSTOFFE-TOP 20 – Mittel- und Maximalwerte der Nachweise im Zeitraum 2000-2016

Abbildung 5-4 zeigt die Anzahl der Messstellen mit den Mittelwerten der Nachweise in den drei Klassen  $\geq$  BG und  $< 0,1 \mu\text{g/l}$ ,  $\geq 0,1$  und  $< 0,5 \mu\text{g/l}$  sowie  $\geq 0,5 \mu\text{g/l}$ . Insbesondere Ethidimuron und Metalaxyl / Metalaxyl-M fallen auf mit der höchsten Anzahl an Messstellen von 10 bzw. 7 in der Klasse  $\geq 0,5 \mu\text{g/l}$ .

Bei den vier in den meisten Messstellen gefundenen Wirkstoffen Bentazon, Ethidimuron, Diuron und Bromacil sind 57% bis 76% der Mittelwerte kleiner als QN 0,1  $\mu\text{g/l}$ .

Abbildung 5-4 bildet den gesamten Berichtszeitraum von 2000-2016 ab. Eine zeitliche Differenzierung der Fundhäufigkeiten enthält Anlage 4a. Hierin sind für alle nachgewiesenen Parameter über die Vier-Jahresintervalle 2000-2003, 2004-2007, 2008-2011, 2012-2015 und das Jahr 2016 die Messstellenzahlen über oben genannten Klassen aufgeführt.

Alle Kennzahlen zu den WIRKSTOFFE-TOP 20 finden sich in tabellarischer Form in Anlage 5a.

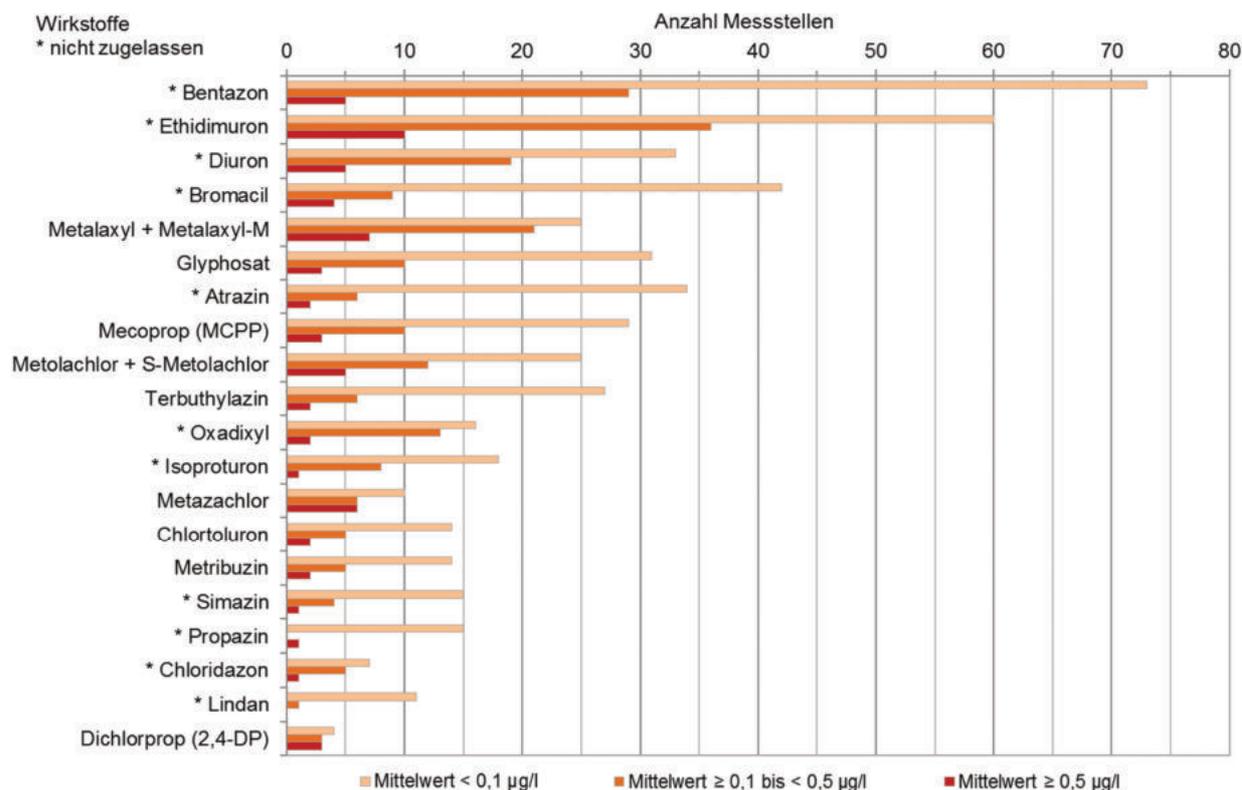


Abb. 5-4: WIRKSTOFFE-TOP 20 – Anzahl Messstellen Nachweise in Klassen im Zeitraum 2000-2016

Die tiefenabhängige Verteilung der mittleren Nachweise in Abbildung 5-5 ist über alle Wirkstoff-Nachweise gefertigt und unterteilt die mittlere Filtertiefe der Messstellen in 10m-Klassen unter Geländeoberkante (GOK). Für die meisten Rohmischwässer und Quellen sind hydrogeologisch keine eindeutigen Tiefenzuordnungen möglich, so dass diese Messstellenarten zu einer gesonderten Gruppe zusammengefasst wurden. Für 5,7% der Messstellen des gesamten Datenbestandes liegen in den Stammdaten keine Angaben zur Ausbautiefe des Filters vor, diese Messstellen sind von einer tiefenabhängigen Betrachtung ausgenommen und in dem untersten Balken gesondert dargestellt.

Sehr deutlich wird, dass sich in den relativ flach ausgebauten Messstellen bis 30m unter Geländeoberkante die häufigsten Nachweise finden lassen. Bei der Brunnentiefe bis 10m sind es 20,2%, von 10 bis 20m 18,6% und von 20 bis 30m 13,3% der untersuchten Messstellen (Mittel <10m bis 30m unter GOK 17,4%). Ebenso beschränken sich die Nachweise in der höchsten Konzentrationsklasse  $\geq 0,5 \mu\text{g/l}$  weitgehend auf die flach ausgebauten Messstellen.

Von den 275 ausgewerteten Rohmischwässern und Quellen zeigen 17 Messstellen einen Wirkstoffnachweis (6,2%).

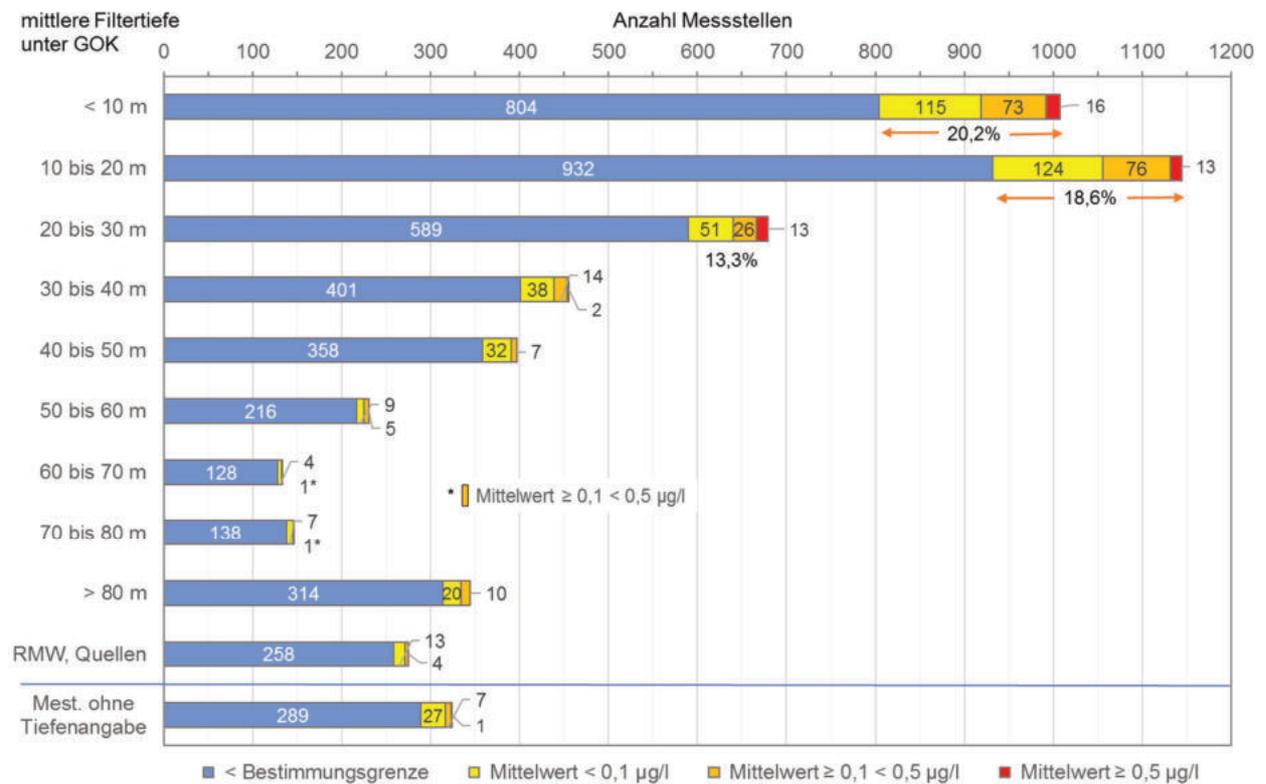


Abb. 5-5: Alle Wirkstoffe tiefenabhängig – Anzahl Messstellen ohne Befund und Nachweise in Klassen im Zeitraum 2000-2016

## 5.2 Relevante Metaboliten und xM

Es wurde insgesamt auf 26 relevante Metaboliten (rM) und 2 xM untersucht – nachgewiesen wurden 11 rM und 1 xM.

Die Stoffgruppe der ausgewählten relevanten Metaboliten umfasst drei untersuchte Parameter (TOP 3 der 11 nachgewiesenen rM). Dieses sind mit Desisopropyl-Atrazin und Desethylatrazin zwei Abbauprodukte des seit 1990 nicht mehr zugelassenen herbiziden Wirkstoffs Atrazin sowie mit Desethylterbuthylazin ein Abbauprodukt des zugelassenen herbiziden Wirkstoffs Terbuthylazin. Im Mittel wurden 4.712 der ausgewerteten Messstellen im Berichtszeitraum 2000-2016 auf diese drei relevanten Metaboliten untersucht (Abb. 5-6).

Für die darüberhinausgehenden relevanten Metaboliten Metazachlor-Sulfoessigsäure (Metabo-

lit BH 479-9) und Metazachlor-Sulfomethan (Metabolit BH 479-11) liegen insgesamt nur 170 Untersuchungen aus den Jahren 2012-2016 vor, die alle ohne Nachweis (< BG) geblieben sind, so dass diese Parameter in die folgenden stoffspezifischen Auswertungen nicht eingegangen sind.

Im Pflanzenschutzmittel-Bericht der LAWA (LAWA, 2019) ist Desethylatrazin auf Rang 1 der TOP 20. Demgegenüber ist Desethylatrazin in Niedersachsen bei gemeinsamer Betrachtung von Wirkstoffen und relevanten Metaboliten (23 Parameter), analog zur LAWA, auf Rang 7. Desisopropylatrazin nimmt bei dieser Betrachtung in Niedersachsen Rang 3 (LAWA Rang 9) und Desethylterbuthylazin Rang 13 (LAWA Rang 15) ein (LAWA, 2019).

Der Anlage 3 kann zu insgesamt zehn nachgewiesenen relevanten Metaboliten die jährliche Entwicklung der Messstellenanzahl mit Nachweisen entnommen werden.

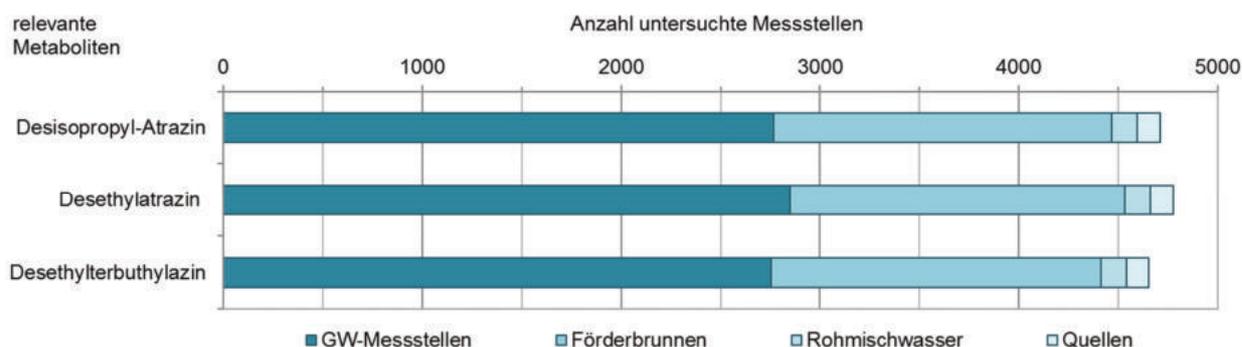


Abb. 5-6: Relevante Metaboliten – Anzahl und Art der untersuchten Messstellen im Zeitraum 2000-2016

Nachweise wurden in 33 Messstellen (Desethylterbuthylazin), in 49 Messstellen (Desethylatrazin) und in 63 Messstellen (Desisopropyl-Atrazin) geführt. Davon ist nur eine Quelle und kein Rohmischwasser betroffen (Abb. 5-7).

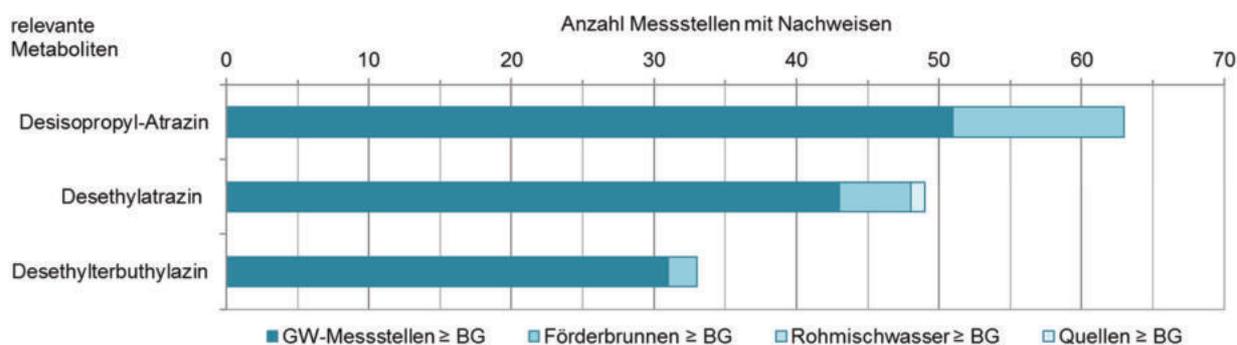


Abb. 5-7: Relevante Metaboliten – Anzahl und Art der Messstellen mit Nachweisen im Zeitraum 2000-2016

Die Mittelwerte und Maximalwerte für die relevanten Metaboliten, berechnet über alle geführten Nachweise in 2000-2016, liegen auf einem deutlich niedrigeren Niveau als bei den Wirkstoffen,

nur für Desethylterbuthylazin (zugelassener Wirkstoff) überschreitet der Mittelwert, wie alle zugelassenen Wirkstoffe in Abbildung 5-3 auch, die QN von 0,1 µg/l (Abb. 5-8).

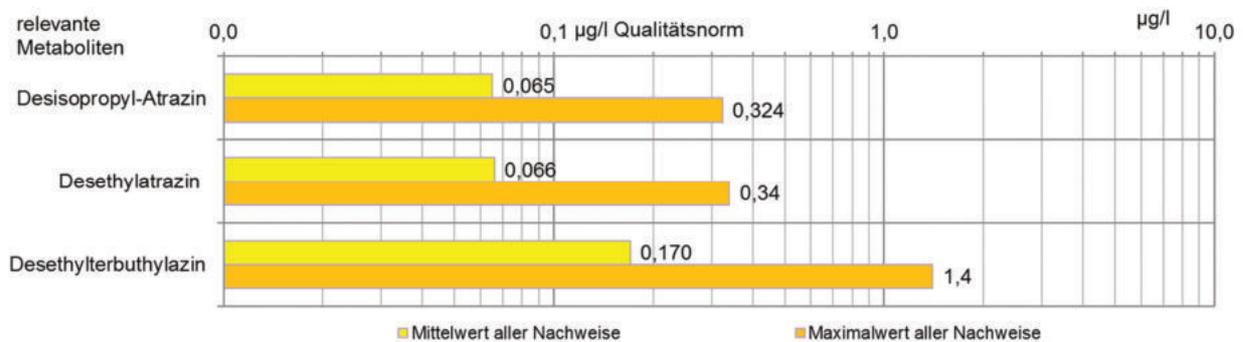


Abb. 5-8: Relevante Metaboliten – Mittel- und Maximalwerte der Nachweise im Zeitraum 2000-2016

Bei der Verteilung der mittleren Nachweise überwiegt die Klasse < QN 0,1 µg/l mit 76% bis 92% deutlich, in der Klasse > 0,5 µg/l sind keine Messstellen betroffen (Abb. 5-9). Die Abbildung 5-9 bildet den gesamten Berichtszeitraum von 2000-2016 ab.

Die Kennzahlen zu den relevanten Metaboliten finden sich in tabellarischer Form in der Anlage 5b. Eine zeitliche Differenzierung der Fundhäufigkeiten für die 11 rM kann, wie für die WS auch, der Anlage 4a entnommen werden.

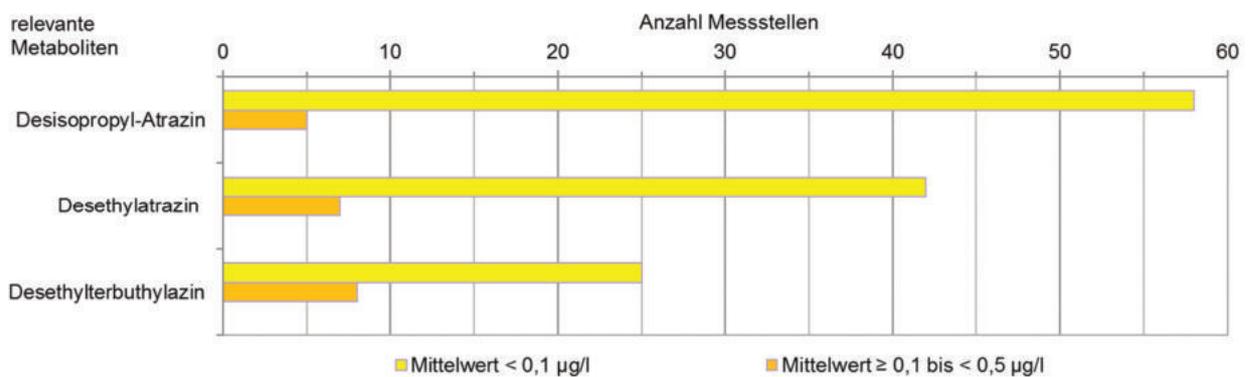


Abb. 5-9: Relevante Metaboliten – Anzahl Messstellen Nachweise in Klassen im Zeitraum 2000-2016

Die im Vergleich zu den Wirkstoffen geringe Nachweisdichte bei den relevanten Metaboliten findet auch ihren Ausdruck bei der tiefenabhängigen Verteilung. Rohmischwässer und Quellen sowie Messstellen ohne Angaben zur Ausbautiefe des Filters sind,

wie bei den Wirkstoffen beschrieben, zu je einer gesonderten Gruppe zusammengefasst. In den drei Tiefenklassen von <10m, 10 bis 20m und 20 bis 30m unter Gelände fallen nur 2% bis 4% der Messstellen mit Nachweisen auf (Abb. 5-10).

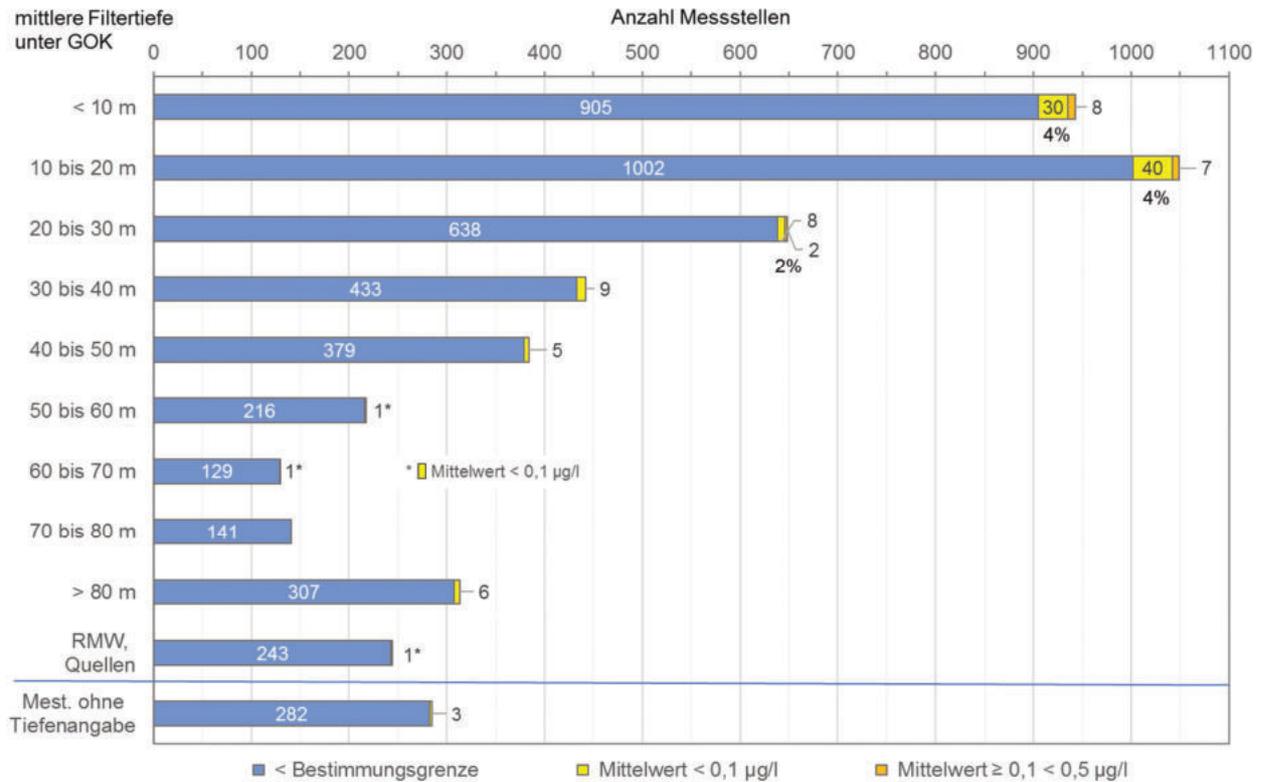


Abb. 5-10: Relevante Metaboliten tiefenabhängig – Anzahl Messstellen ohne Befund und Nachweise in Klassen im Zeitraum 2000-2016

Tab. 5-1: Zwischenbewertung der EFSA als relevanter Metabolit (xM) (UBA, 2019b)

Parameter-Langbezeichnung	Anzahl untersuchte Messstellen	nachgewiesen	Stoffgruppe (UBA, 2019b)	GOW für nrM (BVL, 2019a)
Chlorthalonil-Sulfonsäure (Metabolit R 417888/M12) <sup>1)</sup>	1715	ja	xM	3,0 µg/l
Pethoxamid-Sulfonsäure (Metabolit MET-42)	138	nein	xM	1,0 µg/l
Metalaxyl-Carbonsäure (Metabolit CGA 62826/NOA 409045)	1635	ja	nrM	1,0 µg/l
Trifluoressigsäure (TFA) <sup>2)</sup>	60	nein <sup>3)</sup>	nrM	3,0 µg/l

<sup>1)</sup> über den Wirkstoff Chlorthalonil im Rahmen des erneuten Wirkstoffverfahrens von EFSA als relevant zwischenbewertet (EFSA, 2018). In der GOW-Liste des UBA wird der Metabolit als nrM geführt (UBA, 2019a). Die Schweiz stuft diesen Metaboliten seit dem 8.8.2019 als relevant ein und bewertet entsprechend mit der QN von 0,1 µg/l (EDI und BLV, 2019a), da ein kanzerogenes Potential im Hinblick auf eine mögliche Gentoxizität und fehlende Langzeitstudien nicht ausgeschlossen werden kann (EDI und BLV, 2019b).

<sup>2)</sup> über den Wirkstoff Flurtamone im Rahmen des erneuten Wirkstoffverfahrens von EFSA als relevant zwischenbewertet (EFSA, 2017), für andere TFA-bildende Wirkstoffe ist eine analoge Wirkstoffbewertung nicht bekannt. Die umfassende Datenlage zu TFA rechtfertigt eine Einordnung als nrM, in der GOW-Liste des UBA wird der Metabolit als nrM geführt (UBA, 2019a). TFA kann zusätzlich aus signifikanten Quellen außerhalb des Pflanzenschutzes eingetragen werden, z.B. Industriechemikalien, Pharmazeutika. (UBA, 2019b)

<sup>3)</sup> die damaligen Untersuchungsergebnisse wurden von einem akkreditierten Labor nach dem Stand der Technik ermittelt. Neuere Veröffentlichungen belegen, dass zahlreiche Befundlagen im Oberflächengewässer und Grundwasser detektiert werden.

Mit xM werden analog zu den Monitoringempfehlungen des UBA (UBA, 2019b) Metaboliten bezeichnet, die im Rahmen der EU-Wirkstoff-Genehmigungsverfahren von der EFSA anhand der Eigenschaften des Wirkstoffs als relevant zwischenbewertet wurden, da derzeit keine geeigneten entlastenden Daten vorliegen (UBA, 2019b).

Dieses betraf zu Beginn der Berichterstellung vier zu diesem Zeitpunkt als nicht relevante Metaboliten (nrM) eingestufte Metaboliten. In der Veröffentlichung des UBA zu den gesundheitlichen Orientierungswerten (GOW) werden sie auch nach wie vor alle vier geführt (UBA, 2019a). Zwei davon sind zwischenzeitlich als nrM bewertet worden (Tab. 5-1). Somit wurde insgesamt auf 2 xM untersucht, von denen zu Einem Nachweise vorliegen.

Von 2009-2016 wurden 1.715 Messstellen auf Chlorthalonil-Sulfonsäure (Metabolit R 417888/M12) und von 2010-2014 wurden 138 Messstellen auf Pethoxamid-Sulfonsäure (Metabolit MET-42) untersucht (Tab. 5-1). Die Messergebnisse von Pethoxamid-Sulfonsäure (Metabolit MET-42) waren alle kleiner Bestimmungsgrenze.

Für Chlorthalonil-Sulfonsäure (Metabolit R 417888/M12) wurden an 199 Messstellen Nachweise geführt (Tab. 5-2 und Einzelkarte in Anlage 7) und davon waren 115 Messstellen  $\geq 0,1$  µg/l. Die Spannweite der Nachweise ging von 0,03 µg/l bis 2,3 µg/l. In der Tabelle 5-2 sind die Messstellennachweise über die zwei Jahresintervalle 2008-2011, 2012-2015 und das Jahr 2016 sowie für den gesamten Berichtszeitraum mit Hilfe von vier Klassen ( $\geq$  BG bis  $<0,1$ ,  $\geq 0,1$  bis  $<0,5$ ,  $\geq 0,5$  bis  $<3,0$  und  $\geq 3,0$ ) dargestellt. Weitere Kennzahlen sind tabellarisch in der Anlage 5b aufgeführt. Auch wenn die xM zum jetzigen Zeitpunkt nicht mit der Einstufung als nrM gleichgesetzt werden dürfen (UBA, 2019b), so gelten doch die Bewertungsmaßstäbe entsprechend der Zwischenbewertung. Demzufolge gelten für relevant zwischenbewertete Metaboliten die Qualitätsnormen von 0,1 µg/l und 0,5 µg/l, welche bei der Klasseneinteilung berücksichtigt wurden. Da es möglich ist, dass xM zukünftig als nrM endbewertet werden, wurde als oberste Klassengrenze der vom UBA veröffentlichte GOW von 3,0 µg/l gewählt (UBA, 2019a). Ausgewertet wurde das jeweilige Maximum je Messstelle im jeweiligen Zeitintervall.

Tab. 5-2: Fundhäufigkeiten der höchsten Einzelnachweise für Chlorthalonil-Sulfonsäure (Metabolit R 417888/M12), GOW = 3,0 µg/l

Zeiträume	untersuchte Messstellen	Anzahl Messstellen (Maximum an der Messstelle)			
		$\geq$ BG bis $<0,1$	$\geq 0,1$ bis $<0,5$	$\geq 0,5$ bis $<3,0$	$\geq 3,0$
2008-2011	417	24	20	3	0
2012-2015	1253	65	66	15	1
2016	686	15	14	10	3
<b>2000-2016</b>	<b>1715</b>	<b>84</b>	<b>90</b>	<b>21</b>	<b>4</b>

### 5.3 Zeitliche Verteilung der untersuchten Messstellen und Nachweise von Wirkstoffen

Aus der plausibilisierten und bereinigten Gesamtdatenbasis von 1.299.916 Messwerten für PSM-Wirkstoffe und deren Metaboliten lagen 26.497 Nachweise (Messwerte größer Bestimmungsgrenze) vor.

Zu den 348 untersuchten Wirkstoffen liegen insgesamt 1.084.907 Messwerte mit 3.801 Nachweisen von 123 Wirkstoffen vor (Kap. 3.2). Davon sind allein 3.268 Nachweise für die WIRKSTOFFE-TOP 20. Dabei ist der herbizide Wirkstoff Bentazon mit 864 Befunden an 107 Messstellen (vergl. Kap. 5.1 und Anlage 5a) am häufigsten vertreten.

Die überwiegende Zahl der Nachweise stammt aus den jüngeren Jahren, dies ist begründet in dem stetig zunehmenden Untersuchungsumfang. Sind zu Beginn des Betrachtungszeitraumes in den ersten Jahren bis 2005 weniger als 500 Messstellen pro Jahr auf die WIRKSTOFFE-TOP 20 untersucht worden, so waren es zum Ende des Betrachtungszeitraumes über 1.800 Messstellen pro Jahr (Abb. 5-11). Die jährlich untersuchten Messstellen für die einzelnen WIRKSTOFFE-TOP 20 kann der Tabelle 5-3 entnommen werden.

Tab. 5-3: WIRKSTOFFE-TOP 20 – Anzahl der untersuchten Messstellen je WS pro Jahr 2000 bis 2016

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Bentazon	117	96	117	117	348	368	837	857	1367	1118	1199	1329	1408	1912	1676	1781	1781
Ethidimuron	5	1	6	13	275	144	462	504	1003	620	729	1156	1371	1847	1609	1798	1786
Diuron	127	117	155	161	426	380	849	855	1361	1115	1203	1343	1427	1814	1617	1777	1783
Bromacil	87	111	156	163	421	386	831	806	1354	1115	1163	1333	1442	1801	1614	1778	1788
Metalaxyl + Metalaxyl-M	57	62	71	72	298	225	558	617	489	350	781	1219	1293	1623	1592	1772	1784
Glyphosat	20	0	0	29	14	25	77	178	671	611	291	723	1026	1340	1147	1459	1660
Atrazin	132	117	166	169	431	434	857	854	1357	1127	1197	1342	1426	1819	1610	1781	1739
Mecoprop (MCP)	133	121	173	154	364	381	816	864	1362	1143	1214	1337	1408	1811	1628	1786	1747
Metolachlor + S-Metolachlor	131	116	155	153	420	384	799	826	1319	1093	1205	1391	1448	1735	1613	1822	1791
Terbuthylazin	131	117	161	167	428	409	845	850	1353	1068	1154	1349	1444	1797	1613	1769	1739
Oxadixyl	31	36	45	19	26	42	30	19	7	12	51	365	251	466	296	1363	1509
Isoproturon	129	112	167	157	430	377	851	853	1354	1103	1170	1352	1430	1821	1623	1780	1778
Metazachlor	125	108	159	166	424	377	808	814	1248	1057	1193	1351	1463	1847	1618	1757	1727
Chlortoluron	130	117	161	152	429	388	840	825	1339	1124	1158	1354	1426	1808	1612	1776	1743
Metribuzin	78	62	89	71	324	257	677	689	1193	925	1057	1325	1410	1770	1602	1767	1753
Simazin	125	115	129	139	387	339	789	749	1303	1104	1163	1346	1434	1811	1608	1772	1773
Propazin	86	91	129	134	402	349	766	743	1256	966	1074	1005	797	1110	796	771	637
Chloridazon	96	103	138	117	402	322	772	769	1188	952	698	848	1006	1058	1021	1019	1166
Lindan	60	61	90	113	95	177	312	234	248	479	420	401	664	482	647	526	578
Dichlorprop (2,4-DP)	131	112	155	138	357	348	819	833	1340	1072	1162	1274	1384	1798	1616	1769	1727

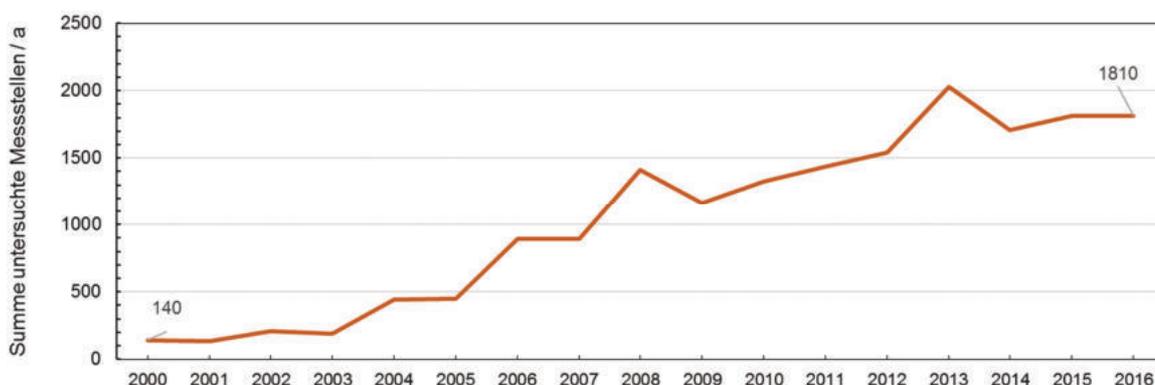


Abb. 5-11: WIRKSTOFFE-TOP 20 – Summe der untersuchten Messstellen pro Jahr für den Zeitraum 2000 bis 2016

Die zeitliche Verteilung der Nachweise der WIRKSTOFFE-TOP 20 zeigt Abbildung 5-12. Dargestellt sind je Parameter die Anzahl der Messstellen mit Nachweisen pro Jahr. Aufaddiert über den Gesamtbetrachtungszeitraum 2000-2016 liegen insgesamt 2.257 Wirkstoffnachweise vor, davon

1.865 Befunde bei den WIRKSTOFFEN-TOP 20 (Anlage 3). Für alle nachgewiesenen Parameter können der Anlage 4a die zeitlichen Entwicklungen der Fundhäufigkeiten über fünf Zeiträume entnommen werden.

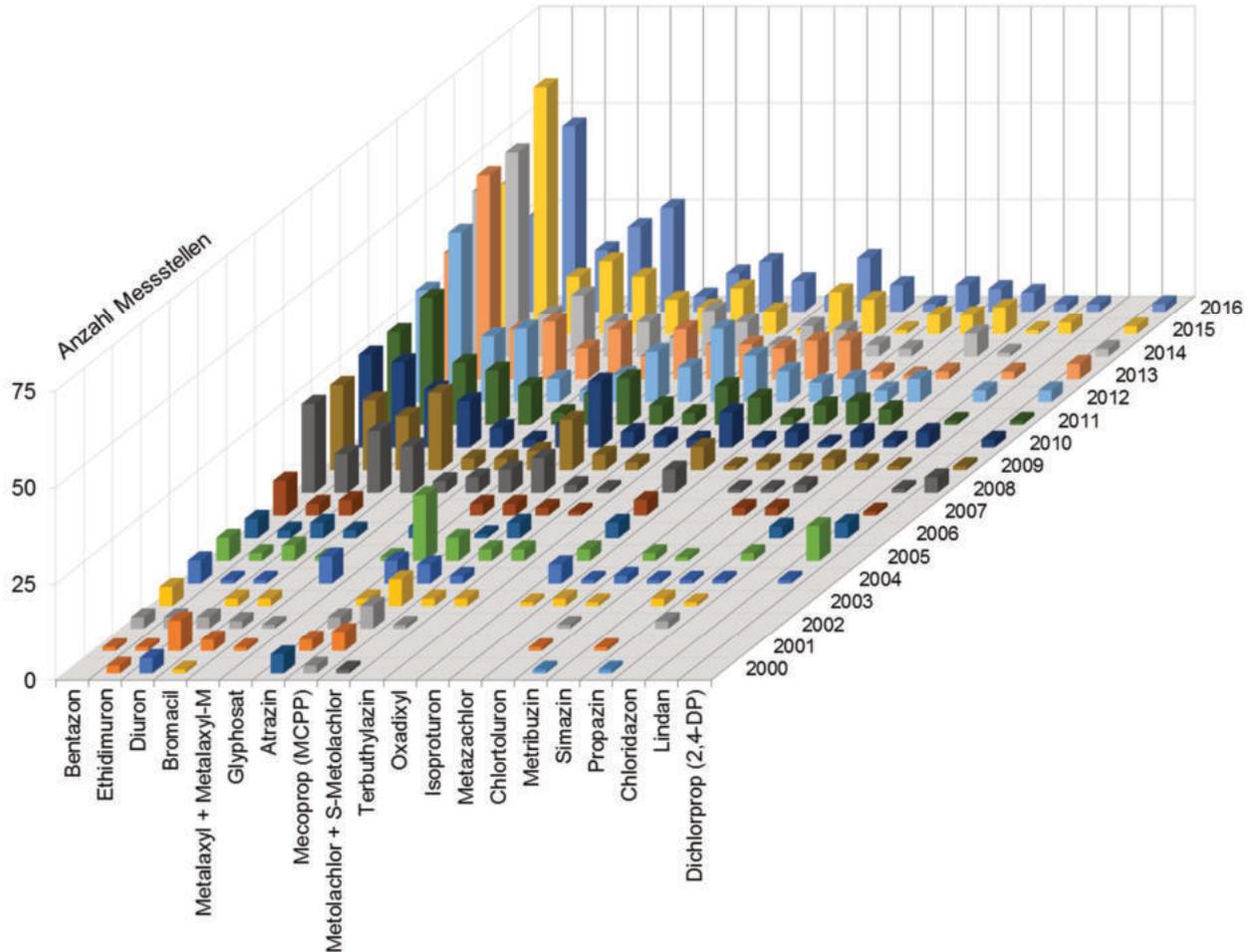


Abb. 5-12: WIRKSTOFFE-TOP 20 – zeitliche Verteilung der Nachweise 2000 bis 2016 – Anzahl Messstellen pro Jahr (siehe auch Anlage 3)

## 5.4 Geografische Verteilung der Nachweise von Wirkstoffen und relevanten Metaboliten

Der sehr große Umfang der bereitgestellten Daten erfordert eine sinnvolle Aggregation für räumliche Auswertungen. Dabei hat sich aus den folgenden Gründen die Wahl der Aggregation auf der Betrachtungsebene der Landkreise und kreisfreien Städte als vorteilhaft erwiesen:

- Flächengröße und gelieferter Datenumfang sind vergleichbar,
- wasserrechtliche Zuständigkeiten z.B. für die Rohwassergewinnung zur Trinkwasseraufbereitung und dem damit verbundenen Grundwassermonitoring sind auf gleicher Ebene,
- etablierte Einheit für die Kommunikation.

Das Land Niedersachsen ist in insgesamt 45 Landkreise (einschließlich der Region Hannover) und kreisfreie Städte untergliedert (im Folgenden Betrachtungsebene/n Landkreis/e genannt; vgl. Kap. 4 und 6.2). Für die folgende Auswertung wurden die Städte Oldenburg und Osnabrück jeweils gemeinsam mit den Landkreisen Oldenburg und Osnabrück ausgewertet bzw. dargestellt.

Für die Betrachtungsebene Landkreise sind in der Abbildung 5-13 die Medianwerte über alle geführten Nachweise aller untersuchten Wirk-

stoffe und der relevanten Metaboliten flächenhaft dargestellt, da für weitere Wirkstoffe neben den TOP 20 Nachweise geführt wurden, die bezüglich der QN gleich zu bewerten sind. Der Median wurde gewählt, da er robuster gegen Ausreißer ist und dem weiten und teilweise heterogenen Datenkontingent z.B. durch unterschiedlich strukturierte Trinkwassergewinnungsgebiete gerechter wird, als z.B. der Mittelwert. Die Anzahl der Messstellen mit WS- / rM-Nachweisen variiert dabei zwischen 1 (Wesermarsch, Uelzen, Delmenhorst) und 67 (Hannover) (vergl. Anlage 6a). Da die Medianwerte für die Betrachtungsebenen Landkreise niedriger sind als die im restlichen Bericht dargestellten Maximal- bzw. Mittelwerte, wurde zur Darstellung eine andere Klasseneinteilung gewählt. Zur Klassenabgrenzung wurde die QN von 0,1 µg/l, die halbe QN sowie die Bestimmungsgrenze herangezogen, um eine Differenzierung zwischen den Betrachtungsebenen Landkreise zu ermöglichen.

Die überwiegende Zahl der für die Gebiete auf der Betrachtungsebene Landkreise ermittelten Medianwerte ist unterhalb der QN von 0,1 µg/l. Für 11 der betrachteten Gebiete sind Medianwerte  $\geq 0,1$  µg/l ermittelt worden, der höchste Medianwert beträgt 0,17 µg/l. Die Inseln zeichnen sich durch nur sehr wenige WS-Nachweise aus, sind aber wie alle anderen Gemeinden auch, entsprechend der zugehörigen Betrachtungsebenen Landkreise eingefärbt. Die Kreisstädte Emden und Wilhelmshaven mit sehr geringer Messnetzdicke bleiben ohne Wirkstoffnachweise (Abbildung 5-13 und Anlage 6a).

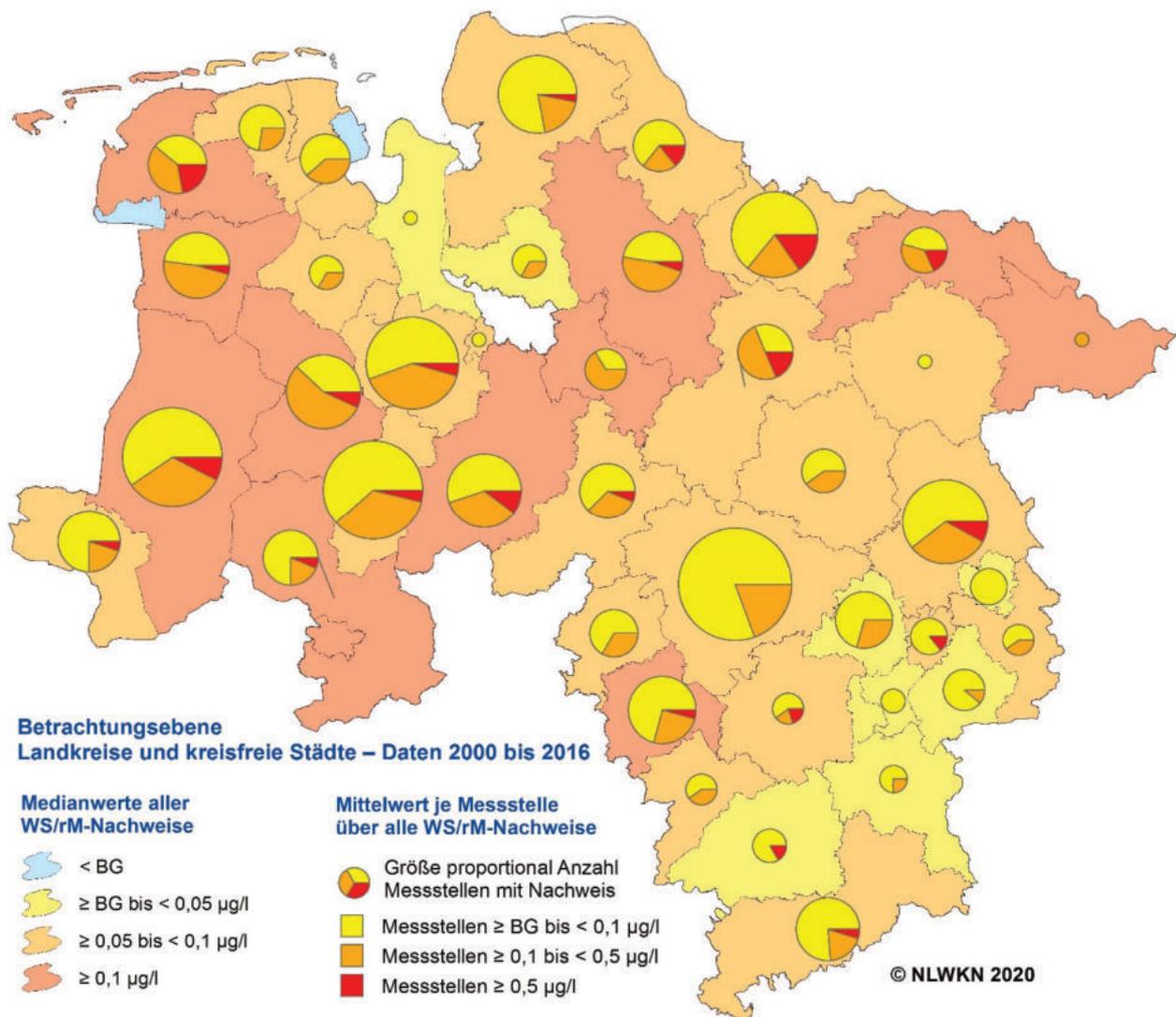


Abb. 5-13: Betrachtungsebene Landkreise – Medianwerte der Nachweise von allen untersuchten Wirkstoffen und relevanten Metaboliten sowie anteilige Darstellung der Mittelwerte dieser Nachweise je Messstelle mittels Tortendiagramm; die Städte OL und OS sind jeweils mit den Landkreisen zusammen ausgewertet

Der Anteil bzw. die Anzahl der Messstellen ohne Nachweis ist bereits in den Abbildungen 4-2 und 4-7 dargestellt. Mittels der Tortendiagramme in Abbildung 5-13 sind anteilig zur Gesamtanzahl der Messstellen mit Nachweisen die Mittelwerte je Messstelle über alle WS/rM-Nachweise dargestellt. Die Größe der Tortendiagramme innerhalb der Betrachtungsebenen Landkreise variiert entsprechend der Anzahl der Messstellen mit Nachweisen ≥ BG. In vier Landkreisen gibt es nur eine Messstelle mit Nachweisen. Die Variation der Messstellen ist in der niedrigsten Klasse mit 1-54 Messstellen am höchsten, beträgt in der mittleren Klasse 1-18 und in der Klasse ≥ 0,1 µg/l 1-6 Messstellen.

Insbesondere die westlich und zentral gelegenen Betrachtungsebenen Landkreise mit den Medianwerten oberhalb der QN 0,1 µg/l weisen auch einen relativ hohen Anteil an Messstellen in den beiden oberen Belastungsklassen auf. Bei vielen Betrachtungsebenen Landkreise mit Medianwerten unterhalb der QN bleiben auch die Nachweise im Mittel je Messstelle unterhalb der höchsten Belastungsklasse ≥ 0,5 µg/l. In 5 Betrachtungsebenen Landkreise wurden ausschließlich Nachweise im Mittel je Messstelle in der kleinsten Belastungsklasse < 0,1 µg/l geführt.

Detaillierte Zahlen je Betrachtungsebene Landkreis können der Anlage 6a entnommen werden.

Abbildung 5-14 zeigt die räumliche Verteilung von Nachweisen der WIRKSTOFFE-TOP 20 in Niedersachsen an Einzelstandorten mit ihren mittleren Konzentrationen. Die WIRKSTOFFE-TOP 20 werden flächenhaft im gesamten Bundesland nachgewiesen, lediglich im Raum Hildesheim, Holzminden und Northeim sowie im Raum Uelzen und Lüchow-Dannenberg wurden geringere Nachweiszahlen geführt, was teilweise auch der

geringeren Messnetzdichte dort geschuldet sein kann.

Durch die maßstabsbedingte Clusterbildung bei benachbarten Messstellen, insbesondere in den TGG, ist die Übersichtlichkeit eingeschränkt, daher finden sich in der Anlage 7 Einzelkarten zu den jeweiligen Wirkstoffen.

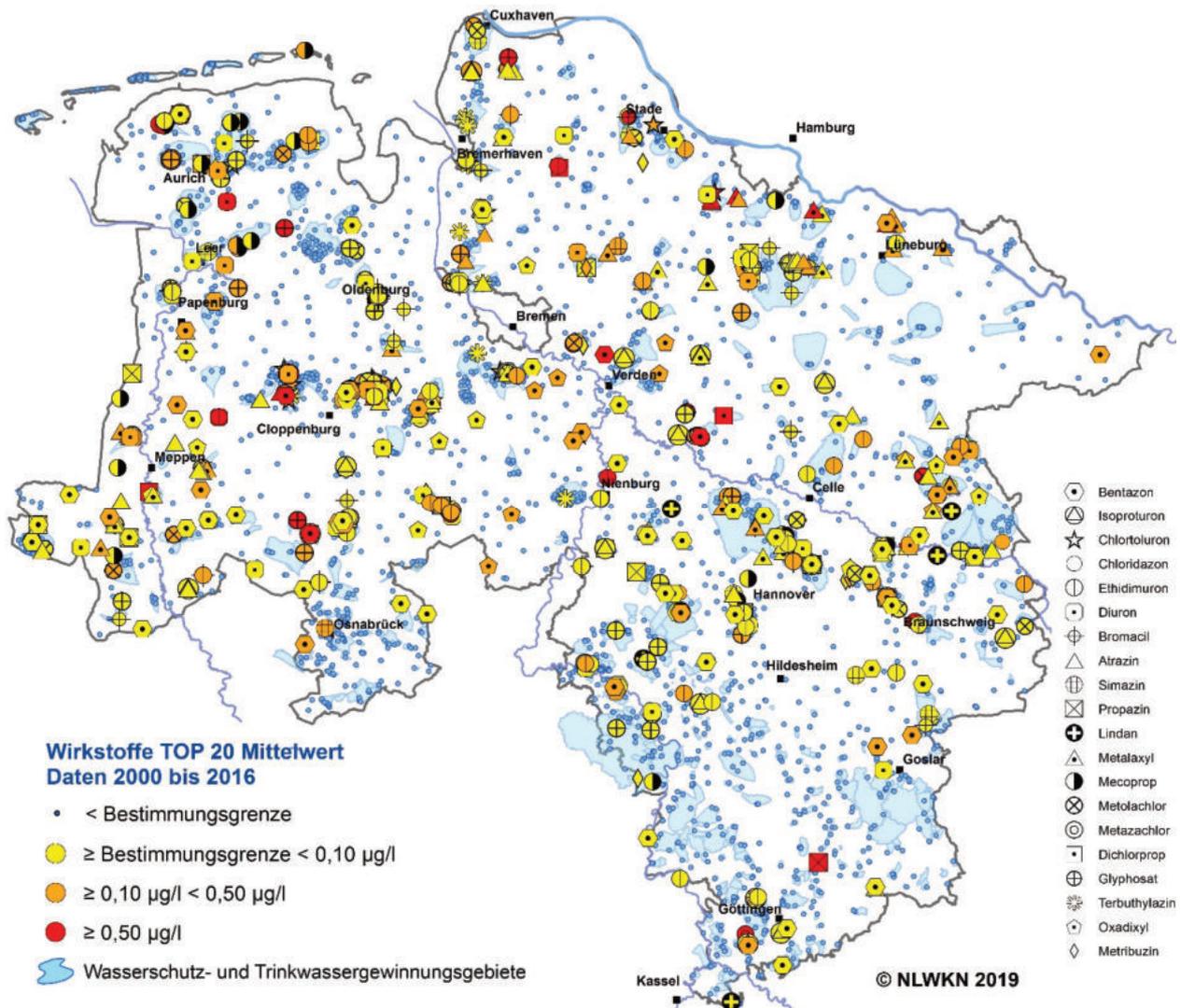


Abb. 5-14: WIRKSTOFFE-TOP 20 – Mittelwert der Nachweise an Einzel-Messstellen, Daten 2000-2016

Die räumliche Verteilung der drei betrachteten relevanten Metaboliten in Abbildung 5-15 auf der folgenden Seite ist dagegen sehr viel heterogener, bedingt durch die kleinere Stoffgruppe und die niedrigen Konzentrationen bleiben weite

Teile Niedersachsens ohne Nachweise. Anlage 7 enthält Einzelkarten zu den drei relevanten Metaboliten.

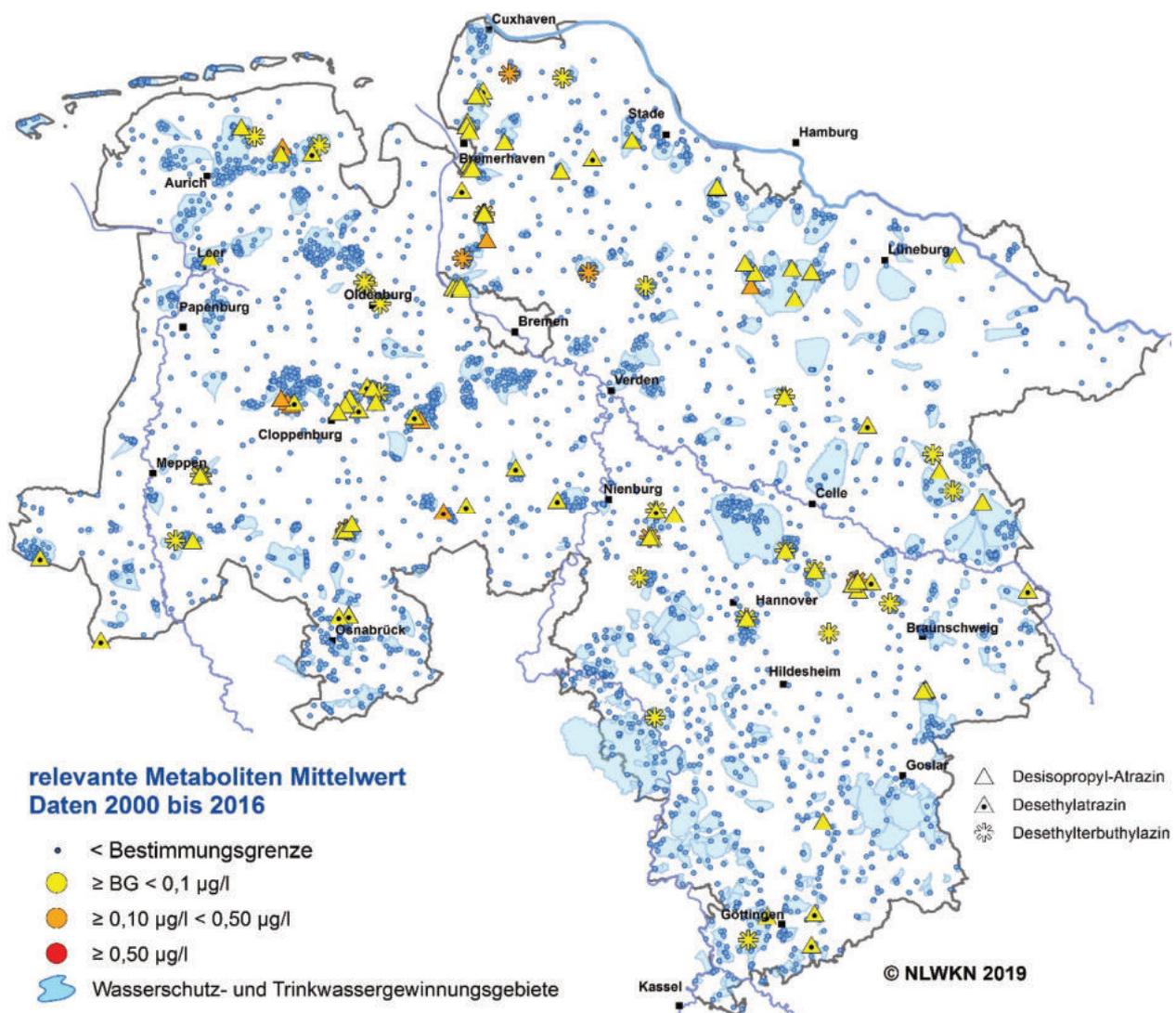


Abb. 5-15: Mittelwerte der Nachweise von relevanten Metaboliten an Einzel-Messstellen, Daten 2000-2016

Für die am häufigsten in Messstellen nachgewiesenen WIRKSTOFFE-TOP 20 wurden stoffspezifische Auswertungen gefertigt. So variiert die Zahl der untersuchten Messstellen zwischen 4.919 (Bentazon) und 2.121 (Lindan) und die Anzahl der Messstellen mit Nachweisen zwischen 107 (Bentazon) und 10 (Dichlorprop (2,4-DP)). Die Mittelwerte aller Nachweise liegen bei 18 der 20 Wirkstoffe oberhalb der Qualitätsnorm von 0,1  $\mu\text{g/l}$ . Tiefenbezogene Auswertungen über alle Wirkstoffnachweise zeigen eine deutliche Abhängigkeit von der mittleren Filtertiefe der Messstellen - in den drei Tiefenklassen bis 30m unter Gelände sind im Mittel über 17% der Messstellen belastet. Die geografische Verteilung zeigt einen weitgehend flächenhaften Nachweis der WIRKSTOFFE-TOP 20 in Niedersachsen. Die zeitliche Verteilung der Nachweise der WIRKSTOFFE-TOP 20 verdeutlicht, dass es sich ganz überwiegend um jüngere Analysen nach 2006 handelt - das gilt auch für die nicht mehr zugelassenen Wirkstoffe. Für die Gruppe der relevanten Metaboliten sind mit Desisopropyl-Atrazin, Desethylatrazin und Desethylterbuthylazin drei Substanzen stoffspezifisch ausgewertet worden. Desethylterbuthylazin fällt durch einen Mittelwert über alle Nachweise größer QN auf, die Nachweisdichte der rM ist geringer als bei den Wirkstoffen. Von den derzeit als relevant zwischenbewerteten Metaboliten (xM) lagen für diesen Bericht nur für Chlorthalonil-Sulfonsäure (Metabolit R 417888/M12) und Pethoxamid-Sulfonsäure (Metabolit MET-42) Untersuchungsergebnisse vor. Nachweise wurden nur für den xM Chlorthalonil-Sulfonsäure (Metabolit R 417888/M12) geführt, dazu liegen Untersuchungsergebnisse für 1.715 Messstellen vor. Pethoxamid-Sulfonsäure (Metabolit MET-42) wurde nicht nachgewiesen, wurde aber auch nur an 138 Messstellen untersucht.

## 6 Nicht relevante Metaboliten

Es wurde insgesamt auf 39 nicht relevante Metaboliten (nrM) untersucht – nachgewiesen wurden davon 29 Substanzen.

Ähnlich den ausgewerteten Wirkstoffen, wurden auch für die nicht relevanten Metaboliten die 20 häufigsten nrM gemeinsam betrachtet (NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20). Für die Reihenfolge der Nachweishäufigkeit wurden hierfür die Metaboliten der jeweiligen Ausgangswirkstoffe in Gruppen zusammengefasst. Die Anzahl der untersuchten Messstellen ist dabei deutlich variabler als bei den Wirkstoffen, insbesondere bei den Metaboliten des S-Metolachlor fällt auf, dass die Anzahl der untersuchten Messstellen zwischen größer 4.000 und kleiner 1.500 schwankt.

Gemessen an der erst verhältnismäßig jungen Betrachtungszeitraum von nicht relevanten Me-

taboliten im Grundwasser mit dem Analysenschwerpunkt ab 2011, sind mit vielfach über 4.000 untersuchten Messstellen in kurzer Zeit sehr viele Daten erhoben worden. Förderbrunnen, Rohmischwässer und Quellen sind dabei ebenfalls in hoher Zahl auf nrM untersucht worden (Abb. 6-1).

Die Metaboliten Dimoxystrobin-m- und o-säure wurden nur an sehr wenigen Standorten untersucht (n=128), zeigen aber einen hohen Anteil Messstellen mit Befunden (n=35 bzw. 29 vergl. Abb. 6-2.) und hohen Mittelwerten (vergl. Abb. 6-3). Für diese beiden Metaboliten sollten daher die Untersuchungen im übrigen Messnetz zukünftig weiter ausgedehnt werden.

Aufgrund der möglicherweise kanzerogenen und entwicklungstoxischen Eigenschaften des Wirkstoffs Dimoxystrobin wurde diesen beiden Metaboliten noch kein GOW zugesprochen (UBA, 2019a).

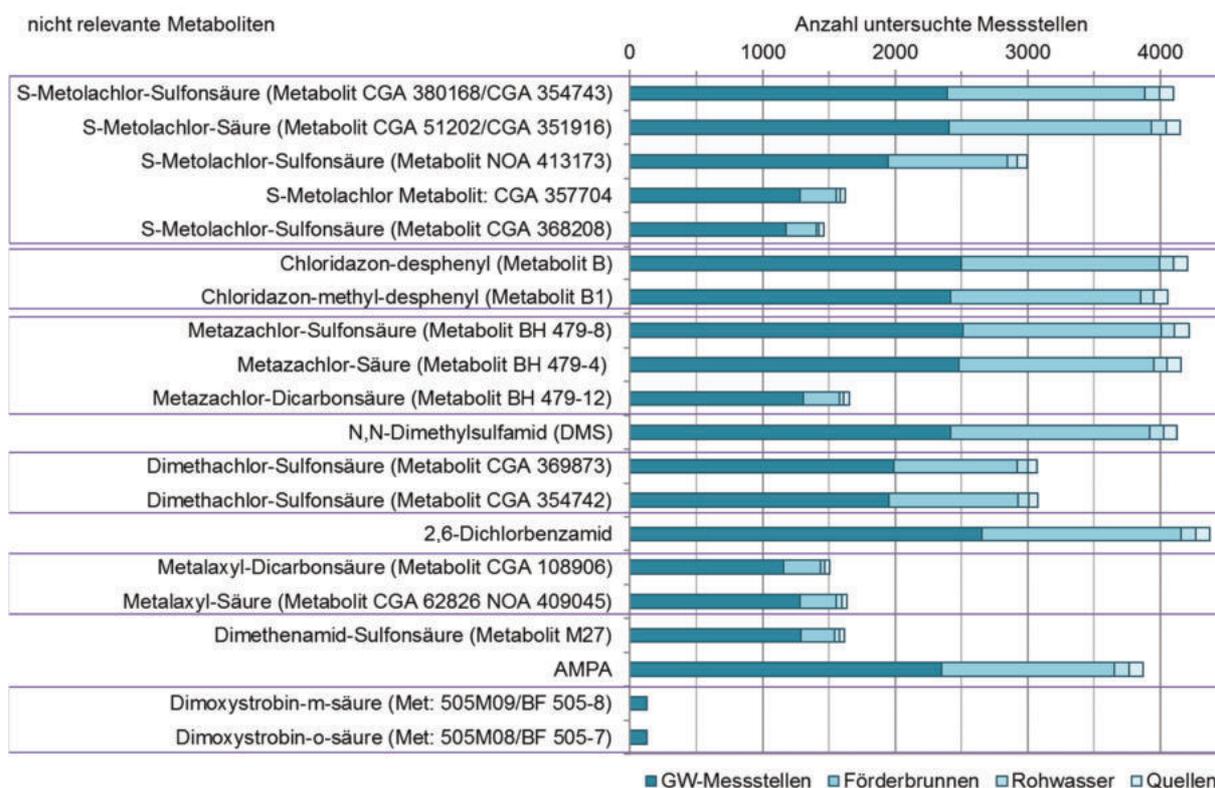


Abb. 6-1: NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20 – Anzahl und Art der untersuchten Messstellen

Die Anzahl der Messstellen mit Nachweisen von NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20 ist deutlich höher als bei den Wirkstoffen. Allein bei S-Metolachlor-Sulfonsäure Metabolit CGA 380168/CGA 354743 (1.514) und Chloridazon-desphenyl Metabolit B (1.485) sind 37% bzw. 35% der untersuchten Messstellen mit Befunden größer der Bestimmungsgrenze. Aber auch mit N,N-Dimethylsulfamid (DMS) sind 530 Messstellen und bei AMPA sind 71 Messstellen betroffen. Für die überwiegende Zahl der nrM werden auch Nachweise in Förderbrunnen, Rohmischwasser und Quellen geführt. Die höchste Nachweisdichte liegt dabei für Chloridazon-desphenyl Metabolit B mit 552 Förderbrunnen, 21 Rohmischwässern und 37 Quellen vor (Abb. 6-2).

Der Anlage 3 kann zu den 29 nachgewiesenen nicht relevanten Metaboliten die jährliche Entwicklung der Messstellenanzahl mit Nachweisen entnommen werden.

Auch bundesweit werden deutlich mehr Nachweise für die nicht relevanten Metaboliten geführt (LAWA, 2019). 18 der NICHT RELEVANTEN METABOLITEN-TOP 20 befinden sich auch bundesweit unter den TOP 20. Dimoxystrobin-m- und o-säure wurden für den letzten LAWA-PSM-Bericht nur von einem Bundesland gemeldet und dort nicht nachgewiesen. Für Niedersachsen liegen hierzu aus dem Monitoring des Gewässerkundlichen Landesdienstes keine Untersuchungsergebnisse vor.

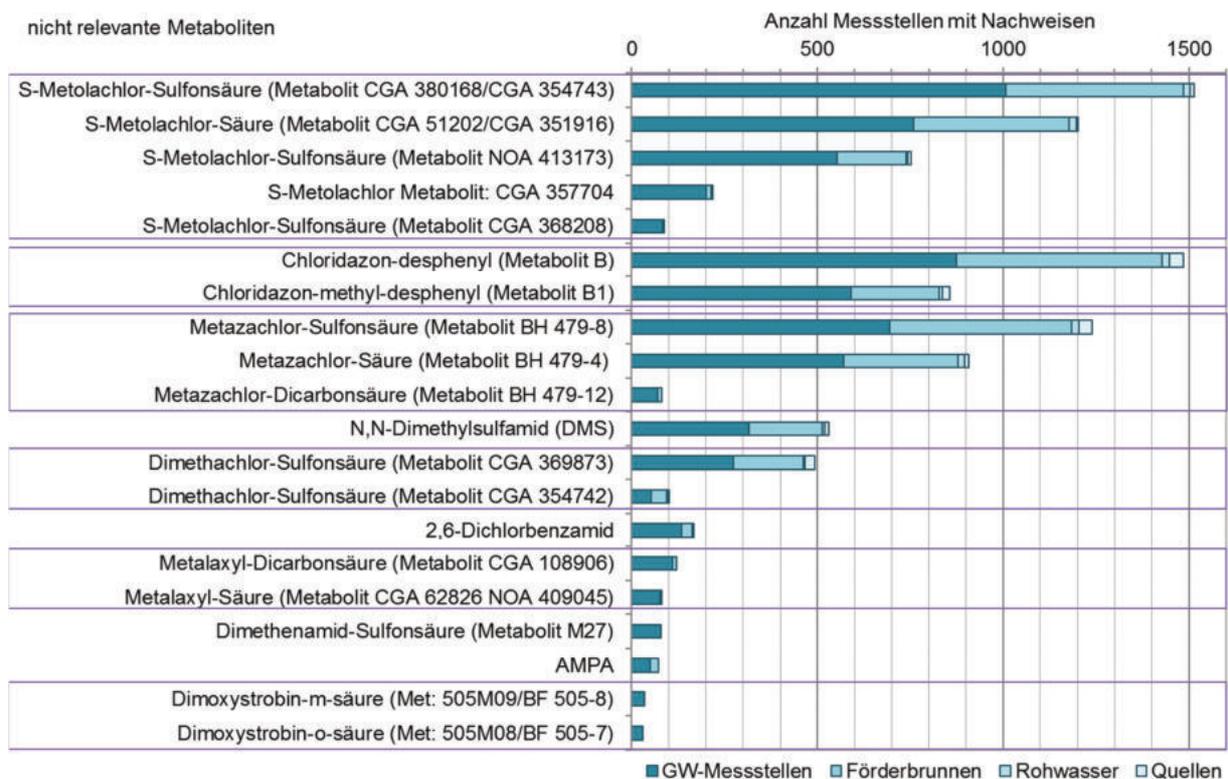


Abb. 6-2: NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20 – Anzahl und Art der Messstellen mit Nachweisen

Ebenfalls deutlich höher als bei den Wirkstoffen sind die Maximalkonzentrationen der NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20. Bei vielen nicht relevanten Metaboliten liegen sie im Bereich mehrerer Mikrogramm pro Liter, teilweise mehrere 10er Mikrogramm pro Liter. Der Mittelwert der Nachweise liegt dafür vergleichsweise niedrig und überschreitet nur bei drei Metaboliten die 1,0 µg/l (Abb. 6-3).

Die vereinzelt sehr hohen Konzentrationen nicht relevanter Metaboliten eröffnen z.B. bei Überschreitung des Leitwertes von 10 µg/l an min-

destens einer Messstelle und/oder einer entsprechenden Befundlage im Wasserschutzgebiet die Möglichkeit der Leitwertmeldung NG 301-1 (s. Fallbeispiel WSG Wehnsen Kapitel 7.1). Werden sie im Förderbrunnen bzw. im Rohmischwasser und in Quellen in Konzentrationen mehrerer µg/l nachgewiesen, besteht die Möglichkeit einer Überschreitung des GOW auch im Reinwasser und erfordert dann ggf. Maßnahmen in Abstimmung mit dem zuständigen Gesundheitsamt z.B. die Aufbereitung mittels Aktivkohle (s. Fallbeispiel WSG Hoya Kapitel 7.3).

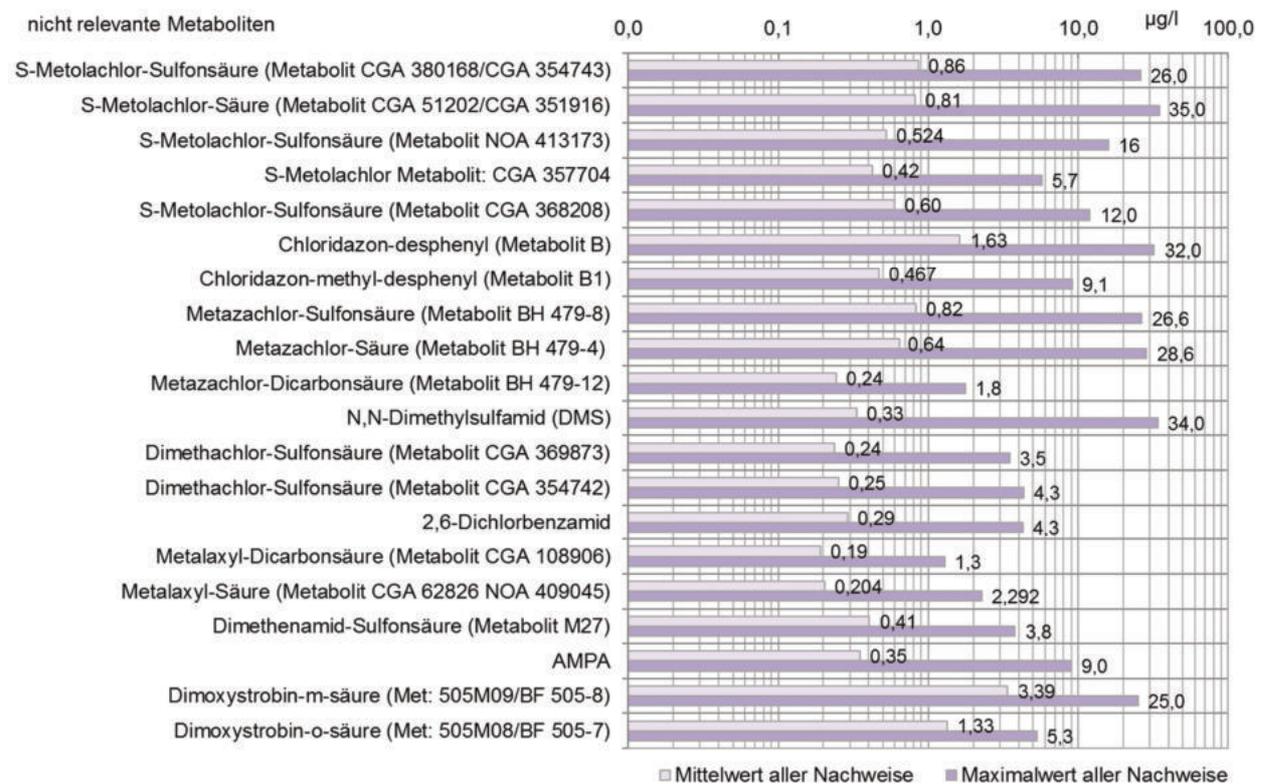


Abb. 6-3: NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20 – Mittel- und Maximalwerte der Nachweise

Abbildung 6-4 zeigt die Anzahl der Messstellen mit den Mittelwerten der Nachweise in den fünf Klassen  $\geq$  BG und  $<$  0,1  $\mu\text{g/l}$ ,  $\geq$  0,1 und  $<$  1,0  $\mu\text{g/l}$ ,  $\geq$  1,0 und  $<$  3,0  $\mu\text{g/l}$ ,  $\geq$  3,0 und  $<$  10,0  $\mu\text{g/l}$ , sowie  $\geq$  10,0  $\mu\text{g/l}$ . Insbesondere S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743) und Chloridazon-desphenyl (Metabolit B) fallen mit der höchsten Anzahl Messstellen

in den beiden Klassen  $\geq$  3,0  $\mu\text{g/l}$  auf. Die Abbildung 6-4 bildet den gesamten Berichtszeitraum von 2000-2016 ab. Kennzahlen zu den NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20 finden sich in Anlage 5c. In Anlage 4b ist die zeitliche Differenzierung der Fundhäufigkeiten für die 29 nachgewiesenen nrM den gesundheitlichen Orientierungswerten (GOW) gegenübergestellt, sofern dieser ausgesprochen wurde.

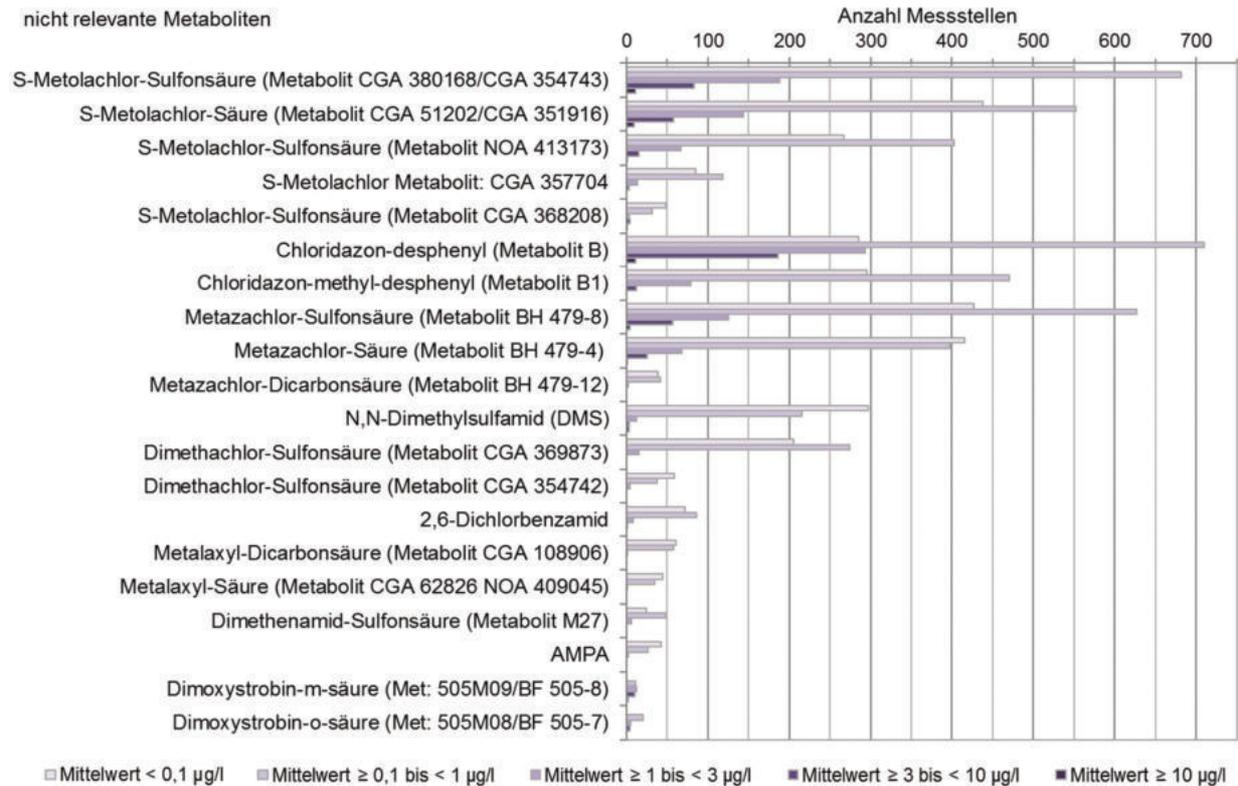


Abb. 6-4: NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20 – Anzahl Messstellen Nachweise in Klassen

Die im Vergleich zu den Wirkstoffen sehr viel höhere Nachweisdichte bei den nicht relevanten Metaboliten findet auch ihren Ausdruck bei der tiefenabhängigen Verteilung. Rohmischwässer und Quellen sowie Messstellen ohne Angaben zur Ausbautiefe des Filters sind, wie bei den Wirkstoffen beschrieben, zu je einer gesonderten Gruppe zusammengefasst (Abb. 6-5).

Die überwiegende Zahl der Nachweise finden sich in den relativ flach ausgebauten Messstellen bis 30m unter GOK. Bei der Brunnentiefe bis 10m sind es 78%, von 10 bis 20m 71% und von 20 bis 30m 53% der untersuchten Messstellen (Mittel <10m bis 30m unter GOK 67,3%). Die sehr hohe Zahl von Nachweisen und die hohe Zahl der Messstellen in den oberen Konzentrationsklassen  $\geq 1,0 \mu\text{g/l}$  in den flachen, verschmutzungsempfindlichen Grundwasserleitern zeigt eine diffuse flächenhafte Kontamination auf.

Neben den wenig geschützten oberflächennahen Grundwasserleitern reagieren die Förderbrunnen, aufgrund der durch die Grundwasserentnahme verursachten Absenkung und dem damit verbundenen Zustrom auch jüngeren Grundwassers, besonders sensitiv auf anthropogene Schadstoffe.

Beachtenswert ist hier die ebenfalls flächenhaft hohe Anzahl bereits mit nrM-Nachweisen betroffener Förderbrunnen ( $n = 968$ ), Rohmischwässer ( $n = 41$ ) und Quellen ( $n = 48$ ), die einen besonders großen Handlungsbedarf für die Trinkwassergewinnung indizieren.

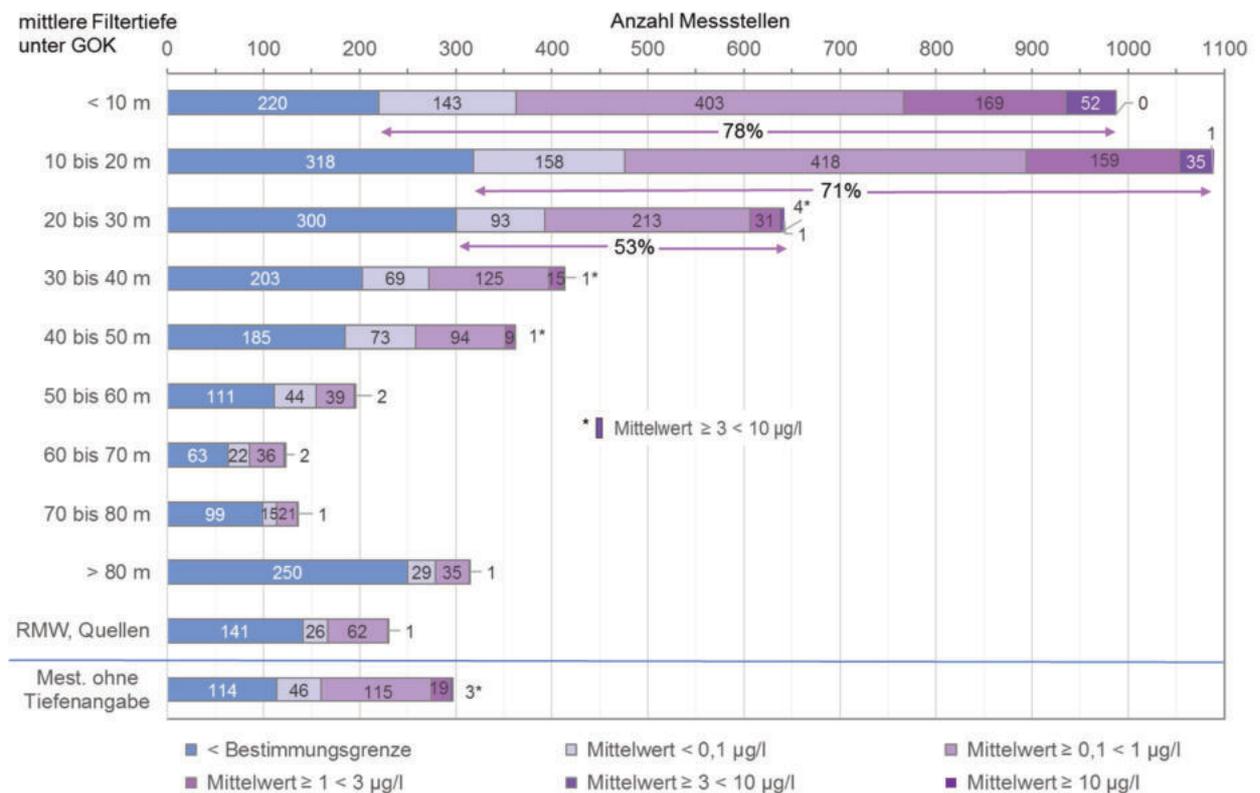


Abb. 6-5: Alle nicht relevante Metaboliten tiefenabhängig – Anzahl Messstellen ohne Befund und Nachweise in Klassen, Zeitraum 2000 bis 2016

## 6.1 Zeitliche Verteilung der untersuchten Messstellen und Nachweise von nrM

Zu den 39 untersuchten nicht relevanten Metaboliten liegen 138.634 Messwerte vor (Kap. 3.2). 29 nicht relevante Metaboliten wurden insgesamt 22.089 Mal nachgewiesen, mit 21.993 Befunden ganz überwiegend in der Gruppe NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20 (Anlage 3).

Für Chloridazon-desphenyl (Metabolit B) liegen mit 3.990 Nachweisen die meisten Befunde vor. Für S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743) mit 3.372 und

Metazachlor-Sulfonsäure (Metabolit BH 479-8) mit 2.958 Nachweisen ist die Anzahl der Befunde ebenfalls sehr hoch. Im Hinblick auf die Anzahl der Messstellen mit Nachweisen ergibt sich jedoch eine andere Reihenfolge (Kap. 6 und Anlage 5c).

Die nicht relevanten Metaboliten wurden regelmäßig ab dem Jahr 2008 untersucht, ab 2011 nahm der Untersuchungsumfang deutlich zu und ab 2013 wurde die heutige Untersuchungs- bzw. Nachweisdichte erreicht. Die Anzahl der untersuchten Messstellen erhöhte sich innerhalb von 9 Jahren von etwa 700 in 2008 auf fast 2.000 am Ende des Betrachtungszeitraumes (Abb. 6-6). Die jährlich untersuchten Messstellen für die einzelnen NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20 kann der Tabelle 6-1 entnommen werden.

Tab. 6-1: NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20 – Anzahl der untersuchten Messstellen je nrM pro Jahr 2008 bis 2016

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743)	0	53	118	690	1198	1684	1707	1777	1740
S-Metolachlor-Säure (Metabolit CGA 51202/CGA 351916)	0	53	158	698	1198	1677	1711	1807	1777
S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit NOA 413173)	0	0	57	298	247	598	398	1645	1555
S-Metolachlor Metabolit: CGA 357704	0	0	57	298	247	591	396	445	622
S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 368208)	0	0	57	298	247	589	383	445	462
Chloridazon-desphenyl (Metabolit B)	0	154	242	781	1235	1742	1737	1917	1805
Chloridazon-methyl-desphenyl (Metabolit B1)	0	39	149	753	1175	1659	1666	1850	1750
Metazachlor-Sulfonsäure (Metabolit BH 479-8)	0	39	159	751	1242	1712	1745	1942	1852
Metazachlor-Säure (Metabolit BH 479-4)	0	40	159	733	1220	1694	1685	1924	1819
Metazachlor-Dicarbonsäure (Metabolit BH 479-12)	0	0	57	299	244	625	439	438	610
N,N-Dimethylsulfamid (DMS)	3	157	248	763	1179	1583	1652	1877	1755
Dimethachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 369873)	0	0	56	339	272	652	445	1693	1607
Dimethachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 354742)	0	39	72	334	290	671	376	1699	1618
2,6-Dichlorbenzamid	635	678	304	745	1156	1516	1604	1863	1789
Metalaxyl-Dicarbonsäure (Metabolit CGA 108906)	0	0	73	202	246	623	415	432	518
Metalaxyl-Säure (Metabolit CGA 62826/NOA 409045)	0	0	73	202	246	619	399	433	676
Dimethenamid-Sulfonsäure (Metabolit M27)	0	0	73	298	241	626	398	424	626
AMPA	665	614	318	723	1044	1358	1197	1460	1658
Dimoxystrobin-m-säure (Met: 505M09/BF 505-8)	0	0	0	0	0	0	78	43	7
Dimoxystrobin-o-säure (Met: 505M08/BF 505-7)	0	0	0	0	0	0	78	43	7

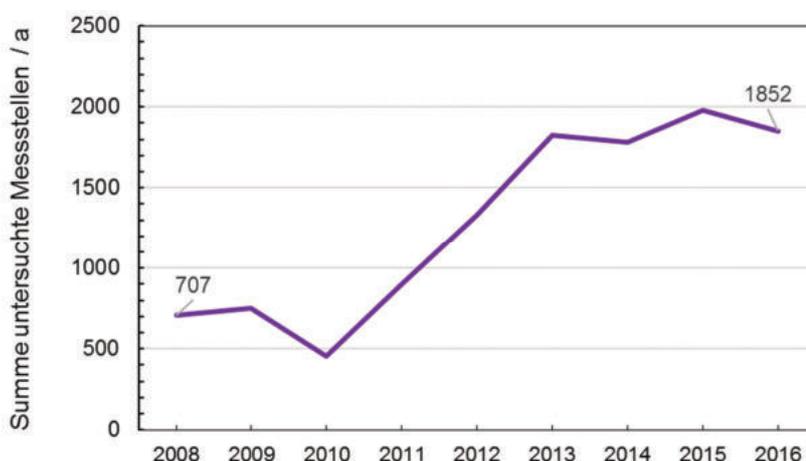
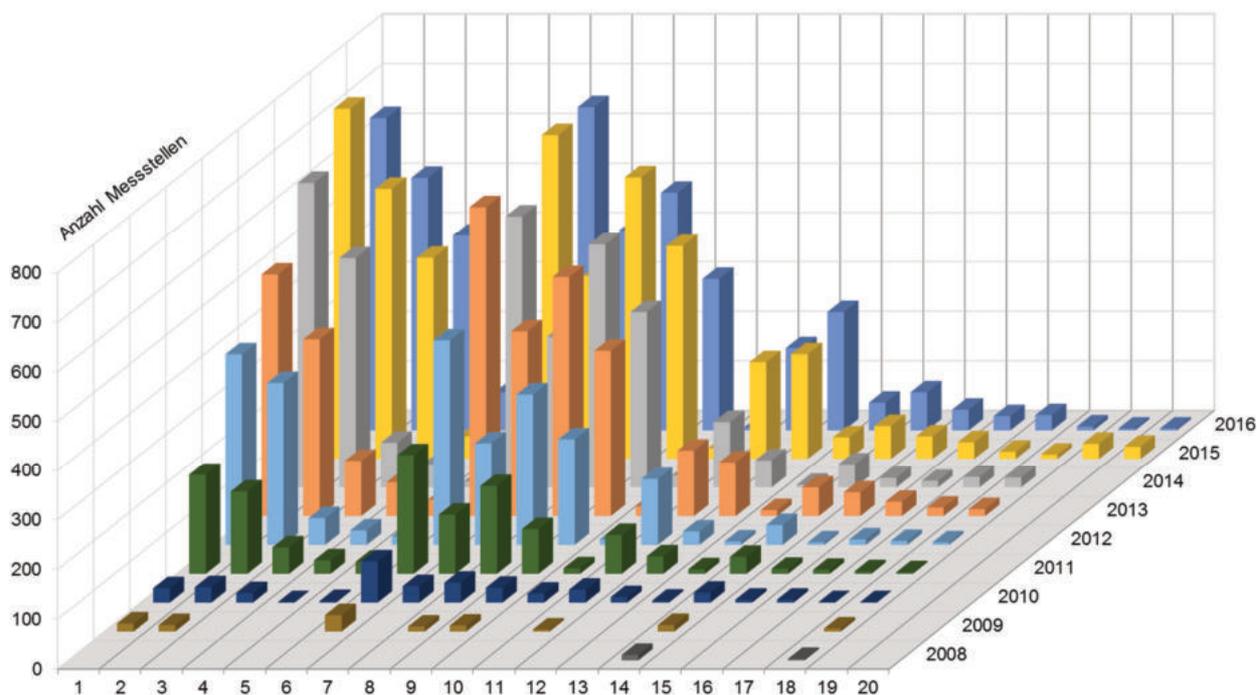


Abb. 6-6: NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20 – Summe der untersuchten Messstellen pro Jahr für den Zeitraum 2008 bis 2016

Die zeitliche Verteilung der Nachweise der NICHT RELEVANTEN METBOLITEN-TOP 20 wird in Abbildung 6-7 gezeigt. Dargestellt sind je Parameter die Anzahl der Messstellen mit Nachweisen pro

Jahr. Für alle nachgewiesenen Parameter können der Anlage 4b die zeitlichen Entwicklungen der Fundhäufigkeiten über drei Zeiträume entnommen werden.



1	S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743)	11	N,N-Dimethylsulfamid (DMS)
2	S-Metolachlor-Säure (Metabolit CGA 51202/CGA 351916)	12	Dimethachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 369873)
3	S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit NOA 413173)	13	Dimethachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 354742)
4	S-Metolachlor Metabolit: CGA 357704	14	2,6-Dichlorbenzamid
5	S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 368208)	15	Metalaxyl-Dicarbonensäure (Metabolit CGA 108906)
6	Chloridazon-desphenyl (Metabolit B)	16	Metalaxyl-Säure (Metabolit CGA 62826/NOA 409045)
7	Chloridazon-methyl-desphenyl (Metabolit B1)	17	Dimethenamid-Sulfonsäure (Metabolit M27)
8	Metazachlor-Sulfonsäure (Metabolit BH 479-8)	18	AMPA
9	Metazachlor-Säure (Metabolit BH 479-4)	19	Dimoxystrobin-m-säure (Met: 505M09/BF 505-8)
10	Metazachlor-Dicarbonensäure (Metabolit BH 479-12)	20	Dimoxystrobin-o-säure (Met: 505M08/BF 505-7)

Abb. 6-7: NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20 – zeitliche Verteilung der Nachweise 2008 bis 2016 – Anzahl Messstellen pro Jahr (siehe auch Anlage 3)

## 6.2 Geografische Verteilung der Nachweise von nicht relevanten Metaboliten

Auch für die nicht relevanten Metaboliten sind die Medianwerte über den Auswertungszeitraum auf Betrachtungsebene Landkreise und kreisfreie Städte (im Folgenden Betrachtungsebene Landkreise genannt; vgl. Kap. 4 und 5.4) berechnet worden. Berücksichtigung fanden dabei alle nachgewiesenen Stoffe. Die Städte Oldenburg und Osnabrück wurden jeweils gemeinsam mit den Landkreisen ausgewertet und dargestellt. Der Anteil bzw. die Anzahl der Messstellen ohne Nachweis können den Abbildungen 4-2 und 4-7 entnommen werden. Da die Medianwerte für die betrachteten Gebiete niedriger sind als die im restlichen Bericht dargestellten Maximal- bzw. Mittelwerte wurden zur Darstellung in der Abbildung 6-8 andere Klassen verwendet.

Um eine ausreichende Differenzierung der Betrachtungsebenen Landkreise zu erzielen, sind die Klassengrenzen 0,15 µg/l und 0,25 µg/l gewählt worden. Die Medianwerte liegen bei 67% der betrachteten Gebiete um den Faktor 2 bis 12 höher als bei den Wirkstoffen. In 12 der Betrachtungsebenen Landkreise sind die Medianwerte  $\geq 0,25 \mu\text{g/l}$ . Die höchsten Medianwerte mit 0,5 und 0,8 µg/l errechnen sich für die Betrachtungsräume Peine (Schwerpunkt Metaboliten des Chloridazon) und Stade (Schwerpunkt Metaboliten des Chloridazon und des S-Metolachlor). Die Inseln zeichnen sich durch nur sehr wenige nrM-Nachweise aus, sind aber, wie andere Gemeinden auch, entsprechend der zugehörigen Betrachtungsebenen Landkreise eingefärbt. Die kreisfreien Städte Emden und Wilhelmshaven sowie die Wesermarsch bleiben ohne Nachweis nicht relevanter Metaboliten (Abb. 6-8 und Anlage 6b).

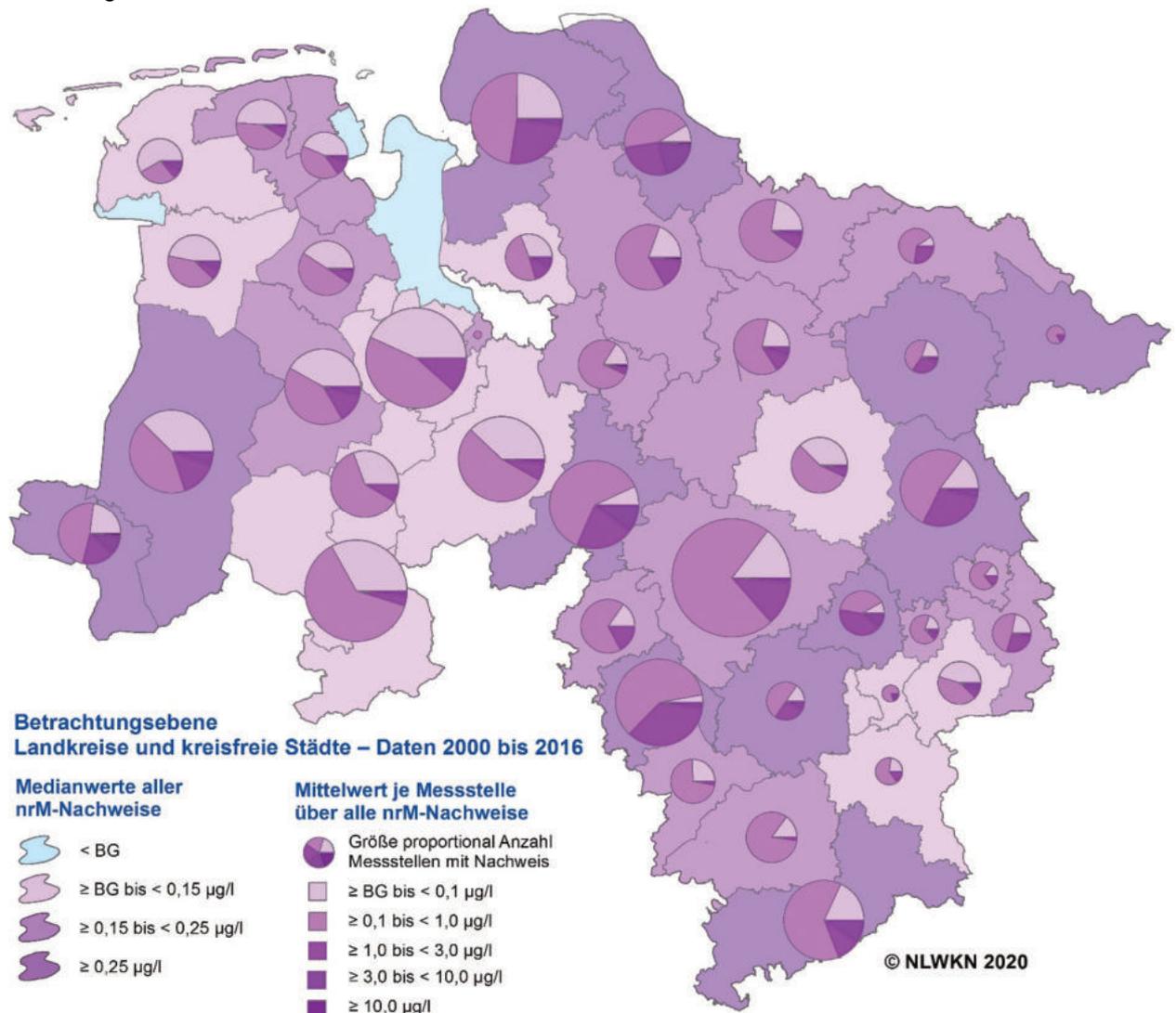


Abb. 6-8: Betrachtungsebene Landkreise – Medianwerte der Nachweise von allen untersuchten nicht relevanten Metaboliten sowie anteilige Darstellung der Mittelwerte dieser Nachweise je Messstelle mittels Tortendiagramm; die Städte OL und OS sind jeweils mit den Landkreisen zusammen ausgewertet

Mit Hilfe der Tortendiagramme sind in der Abbildung 6-8 anteilig zur Gesamtanzahl der Messstellen mit Nachweisen die Mittelwerte je Messstelle über alle nrM-Nachweise innerhalb der Betrachtungsebenen Landkreise dargestellt. Die Größe der Tortendiagramme variiert entsprechend der Anzahl der Messstellen mit Nachweisen  $\geq$  BG. In vier Landkreisen ist an jeweils einer Messstelle der Mittelwert über alle nrM-Nachweise  $\geq 10 \mu\text{g/l}$ . Aufgrund der deutlich höheren Nachweisdichte von nrM im Vergleich zu den WS/rM-Nachweisen ist die Variation der Messstellenanzahl auch deutlich höher. Die höchste Variation ist mit 1-180 Messstellen in der Klasse  $\geq 0,1$  bis  $< 1,0 \mu\text{g}$ .

Die Betrachtungsebenen Landkreise mit den höheren Medianwerten oberhalb  $0,25 \mu\text{g/l}$  weisen auch einen relativ hohen Anteil an Messstellen in den beiden oberen Belastungsklassen auf z.B. Grafschaft Bentheim, Emsland, Stade oder Nienburg-Weser. Bei der weit überwiegenden Zahl der Betrachtungsebenen Landkreise wird deutlich, dass Nachweise im Mittel je Messstelle oberhalb  $1,0$  bzw.  $3,0 \mu\text{g/l}$  (GOW) geführt wurden.

Detaillierte Zahlen je Betrachtungsebene Landkreise können der Anlage 6b entnommen werden.

Für die geografische Verteilung der drei bedeutendsten und auffälligsten nicht relevanten Metaboliten der Wirkstoffe S-Metolachlor, Chloridazon und Metazachlor mit der höchsten Anzahl von Messstellen mit Nachweisen wurden gesonderte kartografische Auswertungen gefertigt.

Die unterschiedlichen pflanzenbaulichen Indikationen bedingen eine unterschiedliche räumliche Verteilung der Nachweise, je nach regionalen Anbauswerpunkten der zugehörigen Kulturen. Um diese Zusammenhänge deutlich zu machen, wurden die Nachweise mit den Fruchtartenanteilen auf Betrachtungsebene Landkreise kombiniert. Die Fruchtartenanteile wurden dabei auf Grundlage der InVeKoS-Feldblockdaten 2011 (SLA) berechnet (Abbildungen 6-9 bis 6-11).

Die dargestellten 1.514 Messstellenstandorte mit Nachweisen von S-Metolachlor-Sulfonsäure finden sich verdichtet im sogenannten Futterbau- oder Maisgürtel vom Landkreis Grafschaft Bentheim über die Landkreise Emsland, Cloppenburg und Oldenburg bis nach Rotenburg (Wümme), mit Anteilen von Mais zwischen 20% und mehr als 40% der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN). Landkreise mit geringen Maisanteilen kleiner 10% wie die Harz- und Vorharzregionen fallen durch eine sehr geringe Anzahl von Nachweisen mit S-Metolachlor-Sulfonsäure auf, oder die Nachweise fehlen ganz wie z.B. in der Wesermarsch oder im Landkreis Wolfenbüttel, Salzgitter oder Goslar (Abbildung 6-9).

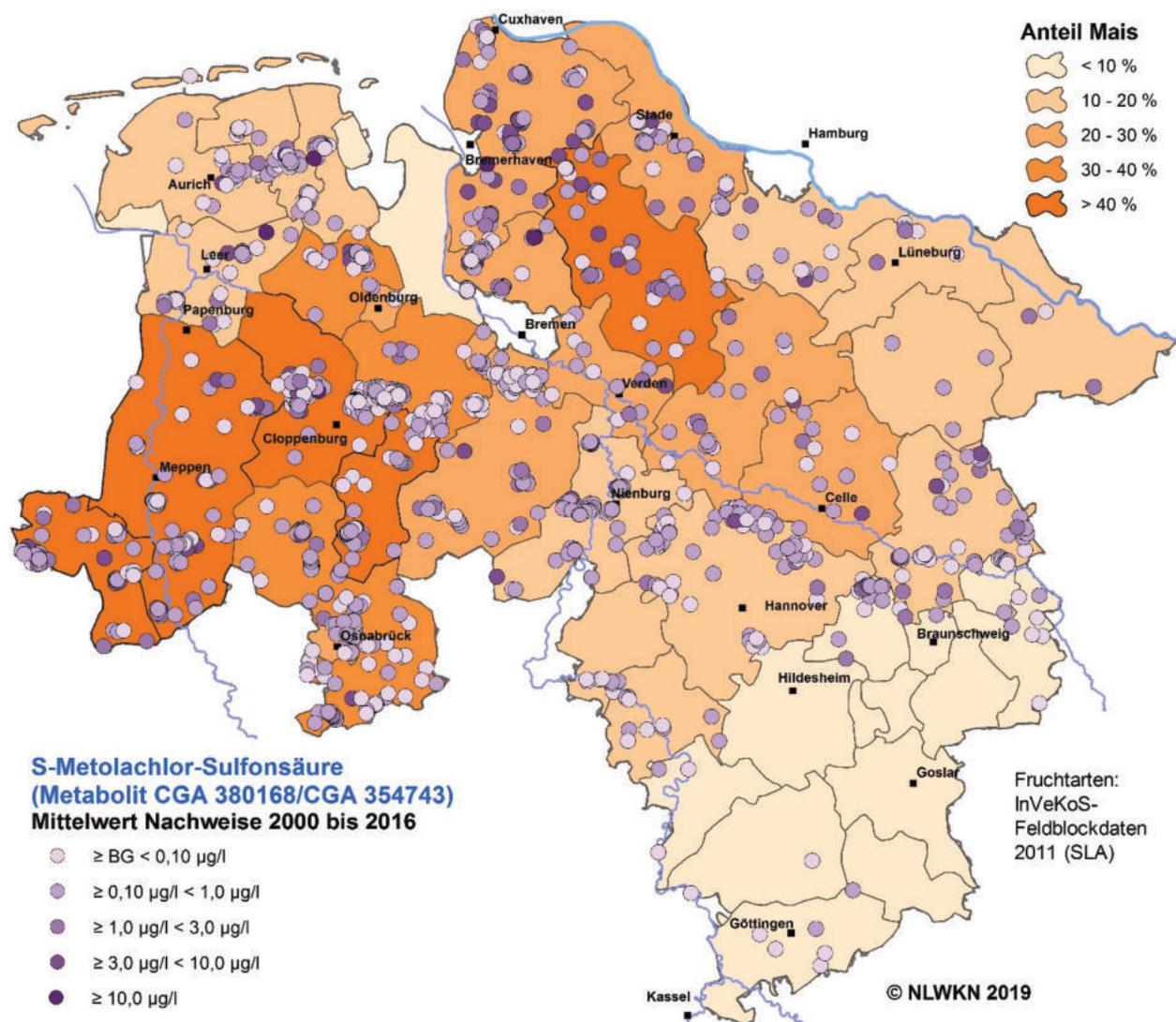


Abb. 6-9: Karte mit Mittelwerten der Nachweise von S-Metolachlor-Sulfonsäure 2000 bis 2016 an Einzel-Messstellen in Kombination mit dem Anteil der Fruchtart Mais auf Betrachtungsebene Landkreise

Mit Chloridazon-desphenyl (Metabolit B) Nachweisen sind insgesamt 1.485 Messstellenstandorte betroffen, in Betrachtungsebenen Landkreise mit Anteilen von 5% bis 30% Rüben wie z.B. Hildesheim, Peine oder Gifhorn verdichten sich die Nachweise von Chloridazon-desphenyl (Metabolit B) und auch die Konzentration der

Mittelwerte ist dort höher als in Betrachtungsebenen Landkreise mit nur geringem Anteil Rüben. Es werden jedoch auch Chloridazon-desphenyl (Metabolit B) Nachweise in Landkreisen mit geringem Anteil < 1% Rüben geführt (Abbildung 6-10).

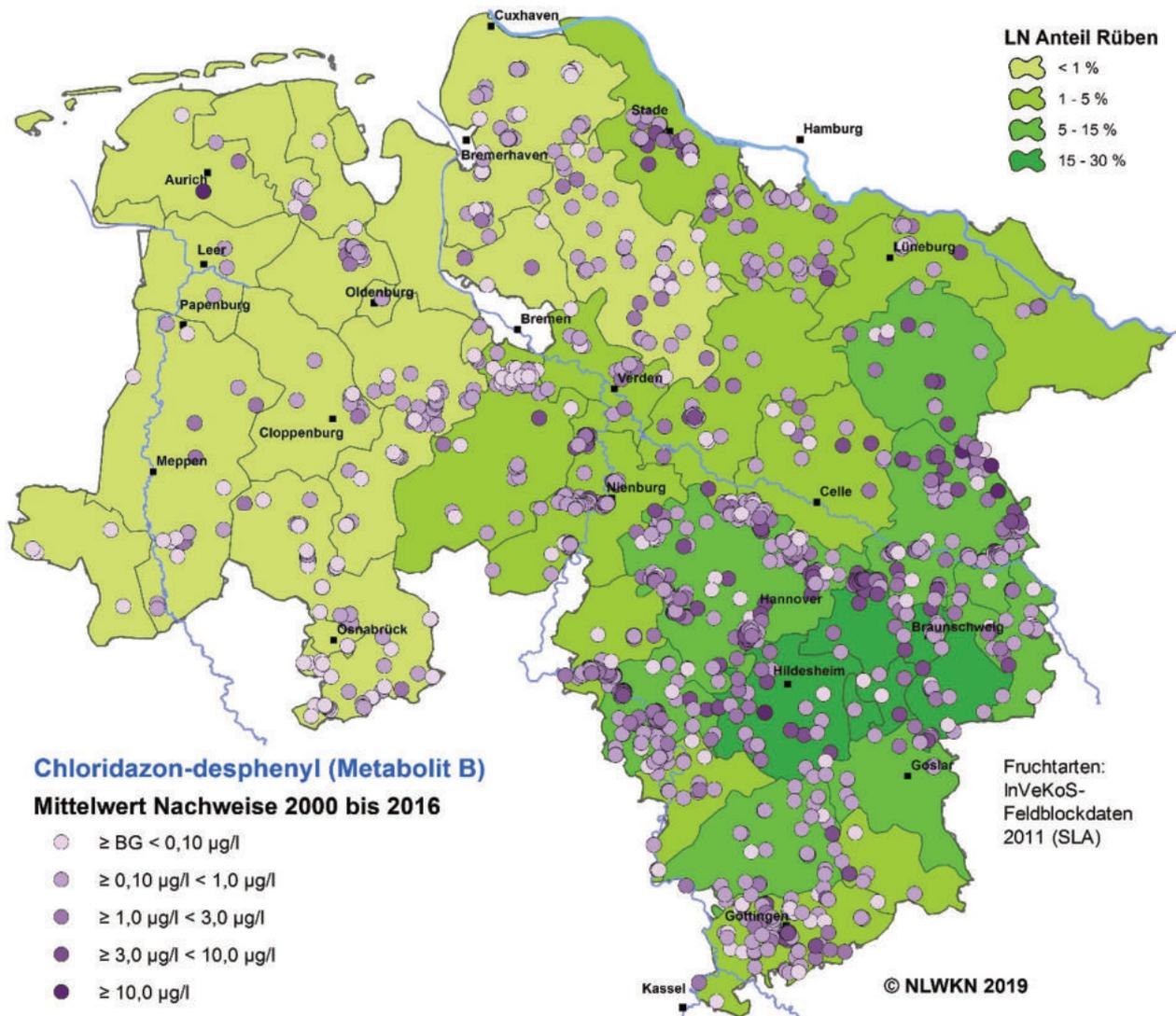


Abb. 6-10: Karte mit Mittelwerten der Nachweise von Chloridazon-desphenyl (Metabolit B) 2000 bis 2016 an Einzel-Messstellen in Kombination mit dem Anteil der Fruchtart Rüben auf Betrachtungsebene Landkreise

Auch für die 1.240 Standorte mit Metazachlor-Sulfonsäure Nachweisen ist ein räumlicher Zusammenhang zu den Betrachtungsebenen Landkreise über 5% bis 15% Rapsanteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche zu erkennen. Insbesondere in den Landkreisen Göttingen, Holzminden und Hameln-Pyrmont aber auch in der Region nördlich Hannover und südlich Bremen häufen sich Nachweise von Metazachlor-Sulfonsäure (Abbildung 6-11).

Die hohe Zahl an Nachweisen und die maßstabsbedingte Clusterbildung bei benachbarten Messstellen, insbesondere in den TGG, schränkt die Übersichtlichkeit ein. Der Anlage 8 können daher Einzelkarten zu allen NICHT RELEVANTEN METABOLITEN TOP 20 entnommen werden.

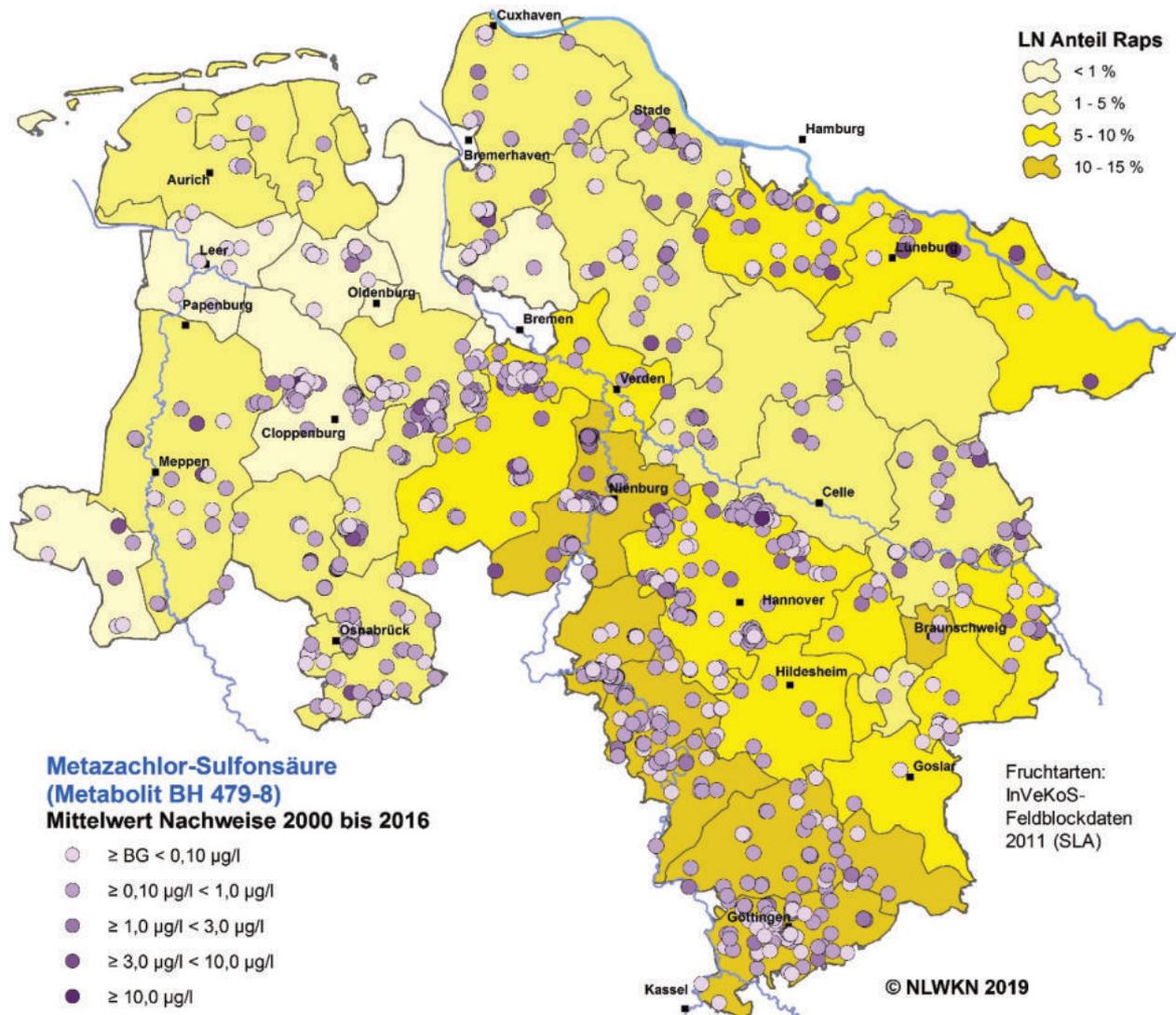


Abb. 6-11: Karte mit Mittelwerten der Nachweise von Metazachlor-Sulfonsäure 2000 bis 2016 an Einzelmessstellen in Kombination mit dem Anteil der Fruchtart Raps auf Betrachtungsebene Landkreise

Für die am häufigsten in Messstellen nachgewiesenen NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20 wurden stoffspezifische Auswertungen gefertigt. So variiert hier die Zahl der untersuchten Messstellen zwischen 4.372 (2,6-Dichlorbenzamid) und 128 (Dimoxystrobin-m- und o-säure) und die Anzahl der Messstellen mit Nachweisen zwischen 1.514 (S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743)) und 27 (Flufenacet-Sulfonsäure (Metabolit M2)). Die Mittelwerte aller Nachweise liegen höher als bei den Wirkstoffen und variieren zwischen 0,18 µg/l (Flufenacet-Sulfonsäure (Metabolit M2)) und 3,39 µg/l (Dimoxystrobin-m-säure (Met: 505M09/BF 505-8)). Die tiefenabhängige Auswertung über alle Nachweise von nicht relevanten Metaboliten zeigt ebenfalls eine sehr deutliche Abhängigkeit von der mittleren Filtertiefe der Messstellen - in den drei Tiefenklassen bis 30m unter Gelände sind im Mittel über 67% der Messstellen belastet. Die hohe Anzahl bereits mit nrM-Nachweisen betroffener Förderbrunnen, Rohmischwässer und Quellen, indiziert einen besonders großen Handlungsbedarf für die Trinkwassergewinnung. Die zeitliche Verteilung der Nachweise der NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20 zeigt, dass die Untersuchungen bis auf wenige Ausnahmen erst mit dem Jahr 2009 beginnen und ihren heutigen hohen Untersuchungsumfang ab 2013 erreichen. Die geografische Verteilung weist in Abhängigkeit von den Anteilen der angebauten Fruchtarten mit den entsprechenden Indikationen der zugehörigen Wirkstoffe regionale Unterschiede in Niedersachsen auf.

## 7 Fallbeispiele aus der Praxis der Trinkwassergewinnung

Nachweise von Pflanzenschutzwirkstoffen und -metaboliten haben als wichtige Wasserbewirtschaftungsfrage bereits seit vielen Jahren auch Eingang in die Praxis der Trinkwassergewinnung gefunden. Sechs verschiedene Wasserversorgungsunternehmen beschreiben in den nachfolgenden Kapiteln unterschiedliche Pflanzenschutzmittel-Themen aus dem Blickwinkel der Trinkwassergewinnung und des Grundwasserschutzes (Abb. 7-1). Auf äußerst anschauliche Art werde spezifische Nachweise von

unterschiedlichen Stoffen sowie lokale und individuelle Lösungen in dem jeweiligen Wasserschutzgebiet dargestellt.

Der kooperative Trinkwasserschutz (Fallbeispiel WSG Feldhausen) und die in Kooperation entwickelten präventiven Schutzmaßnahmen (Fallbeispiel TGG Dulonsberg) sind dabei ebenso Thema, wie Aufbereitungstechniken im Wasserwerk (Fallbeispiel WSG Weener) oder Kombinationen aus beidem (Fallbeispiel WSG Hoya). Informationen zur Abwicklung einer Leitwertmeldung NG 301-1 an das BVL (Fallbeispiel WSG Wehnsen) und Einblicke in ein Forschungsprojekt zur Verlagerung von nicht relevanten Metaboliten werden gegeben (Fallbeispiel WSG Fuhrberger Feld).

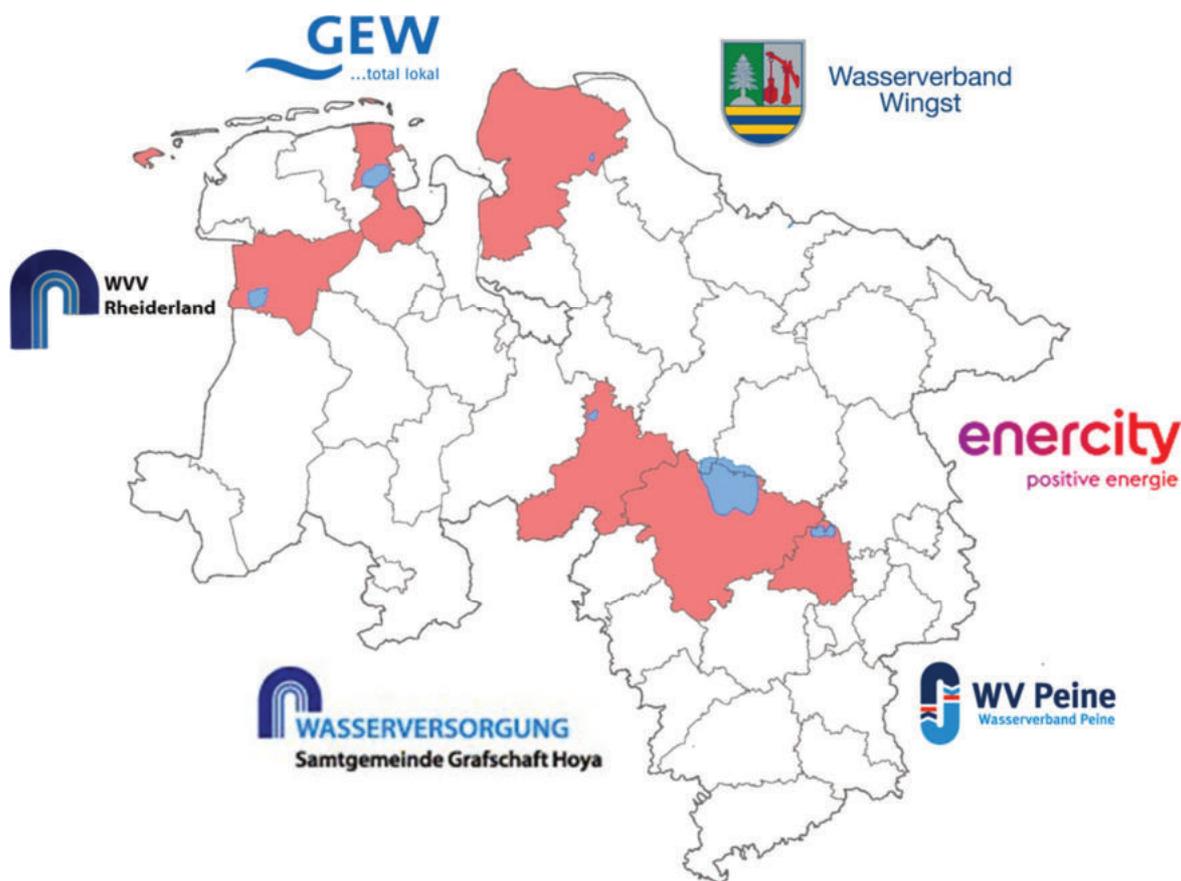


Abb. 7-1: Übersichtskarte – Fallbeispiele aus der Praxis der Trinkwassergewinnung mit Co-Autoren

Alle Fallbeispiele skizzieren die jeweilige Trinkwassergewinnung und die lokale Belastungssituation, um in die spezifischen Lösungsansätze einzuführen und, soweit möglich, werden bei den meisten Fallbeispielen auch die Kosten beschrieben, die der Trinkwassergewinnung bzw. der Wasseraufbereitung dadurch entstehen. Die Beispiele aus der Praxis vermitteln einen Eindruck, welche konstruktiven Ansätze gefunden worden sind und mit welchem Engagement sich

die Wasserversorgungsunternehmen und weitere Akteure in den Trinkwassergewinnungsgebieten einbringen, um zielgerichtet und effizient die Situation zu verbessern.

Darüber hinaus gibt es noch sehr viele andere Aktivitäten in TGG, die von PSM-Nachweisen betroffen sind. Die hier eingebrachten Beispiele stellen nur eine Auswahl dar und können z.B. auch anderen Wasserversorgungsunternehmen oder Akteuren als Ratgeber dienen.

## 7.1 Fallbeispiel WSG Wehnsen – Leitwertmeldung NG 301-1

Wasserverband Peine,  
Michaela Neumeyer



### 7.1.1 Gebietsbeschreibung

Der Wasserverband Peine mit Sitz in Peine betreibt im Einzugsgebiet des Wasserwerkes Wehnsen eine Grundwasserentnahme für die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung aus derzeit 6 Förderbrunnen (ein weiterer Brunnen ist in Planung). Einer dieser Förderbrunnen dient ausschließlich der Förderung von Grundwasser für die Feldberegnung. Die bewilligte Gesamtentnahmemenge liegt bei 3,3 Mio. m<sup>3</sup>/a.

Das 2.601 ha große Wasserschutzgebiet (WSG) Wehnsen liegt ca. 10 km nordöstlich von Peine im Bereich der „Burgdorf-Peiner Geestplatten“ (Abb. 7-2). Der Porengrundwasserleiter ist überwiegend aus eiszeitlichen, durchlässigen Ablagerungen in Form von Sand und Kies aufgebaut.

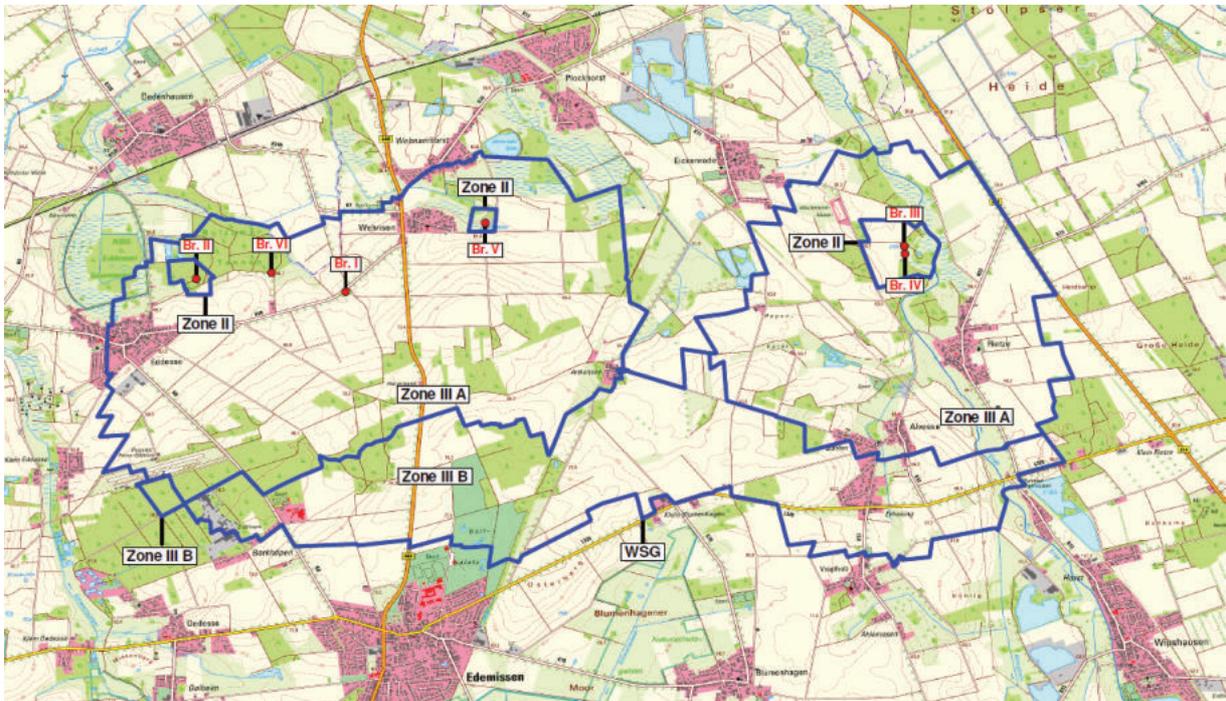


Abb. 7-2: Karte WSG Wehnsen mit den Grenzen der Schutzzonen II, III A, III B und Förderbrunnen

Die vorherrschenden Bodenarten sind steinige, schwach lehmige, schluffige Sandböden, in tieferen Lagen auch grundwasserbeeinflusst. Das bodenkundliche Schutzpotential ist gering. 84 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche sind durch eine mittlere bis hohe Nitrat-Austragsgefahr gekennzeichnet. Im Bereich der Talsand-Niederungen sind organische Böden (Gleye, Anmoore und Niedermoor) mit geogen erhöhten N-Vorräten verbreitet.

Das WSG Wehnsen ist geprägt durch eine intensive landwirtschaftliche Nutzung, die einen flächendeckenden Dünger- und Pflanzenschutzmitteleinsatz zur Folge hat. Fast 90 % der landwirtschaftlichen Fläche wird ackerbaulich genutzt. Es besteht ein hoher Hackfruchtanteil (Kartoffeln, Zuckerrüben, Mais). Im gesamten Gebiet hat sich die Feldberegnung seit langer Zeit etabliert. Bedingt durch umliegende Biogasanlagen fallen organische Dünger in Form von Gärresten an. Der Anteil an Verdünnungsflächen (Brachen, Waldflächen) ist gering.

## 7.1.2 Belastungssituation

Innerhalb des WSG Wehnsen gibt es 151 Messstellen, die im Rahmen des Monitorings zu unterschiedlichen Fragestellungen beprobt werden (Grundwasserstände, anorganische Parameter z.B. Nitrat sowie Pflanzenschutzwirkstoffe oder -metaboliten).

Im Jahr 2011 wurden bei einer Untersuchung auf Pflanzenschutzwirkstoffe und deren Metaboliten erstmals Chloridazon-Metaboliten nachgewiesen. Aufgrund des Anbaus von Zuckerrüben und der damit verbundenen Anwendung von

chloridazonhaltigen Produkten war dieses Ergebnis (aus heutiger Sicht) zu erwarten. Seit Anfang 2013 werden die Rohwässer der Förderbrunnen und das Reinwasser monatlich auf die beiden Chloridazon-Metaboliten untersucht.

Im Rahmen des Monitorings zeigte sich, dass der Gesundheitlicher Orientierungswert (GOW) von 3 µg/l für den Metabolit Chloridazon-desphenyl im Rohwasser von zwei der sechs Förderbrunnen durchgängig überschritten wird. Überschreitungen des GOW im Reinwasser traten nur kurzzeitig auf (Abb.7-3).

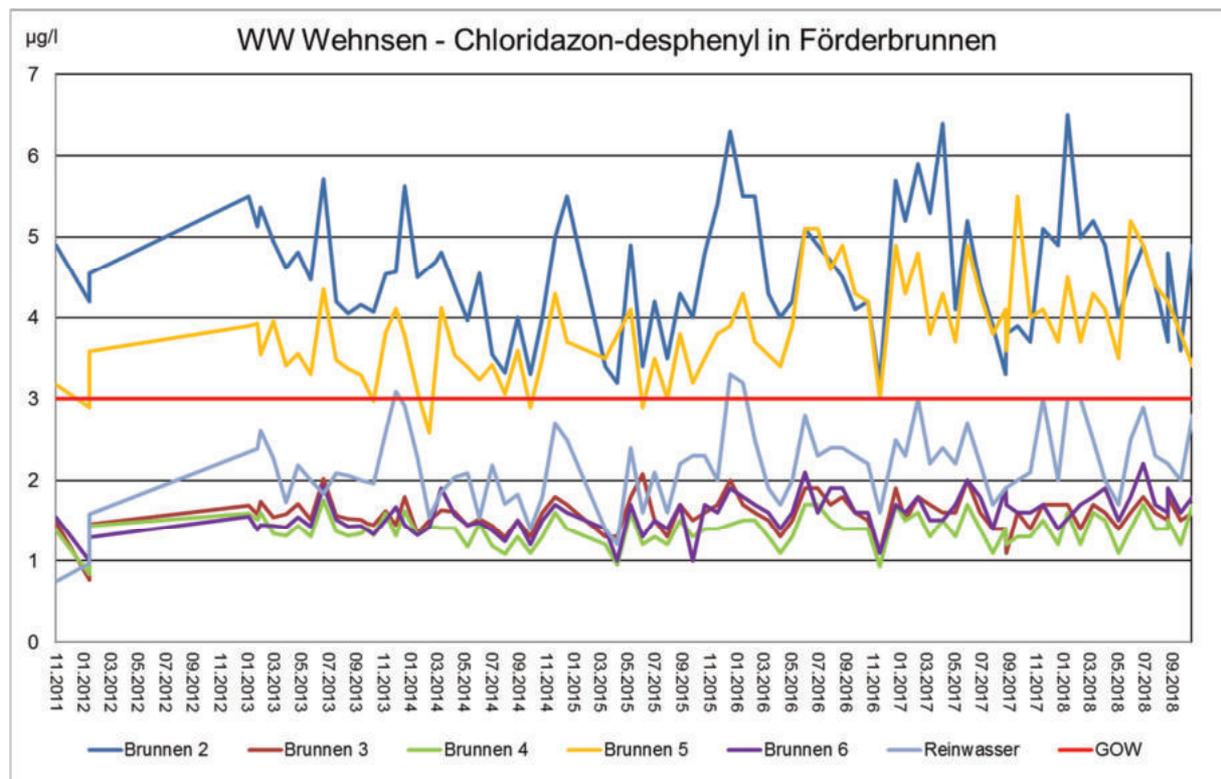


Abb. 7-3: FBR WW Wehnsen – Konzentrationsverlauf Chloridazon-desphenyl 2011 bis 2018

Im Rahmen der weiteren Erkundung der Befundlage wurde das Monitoring auf diverse Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb des WSG ausgedehnt. Betrachtet man die Ergebnisse aus flach verfilterten Grundwassermessstellen (Filterlage 5 bis 10 m unter GOK) so wird die hohe Belastung im gesamten WSG Wehnsen deutlich (Tab. 7-1).

Tab. 7-1: Konzentration Chloridazon-desphenyl und Chloridazon-methyl-desphenyl GWM 2013

GWM [Analyse vom 26.02.13]	1128	1012	1055	1129	1127	1053	1028	1126	1124	1125	1047	1118	1120	1130
Chloridazon- desphenyl [µg/l]	6,1	7,8	4,2	7,9	9,4	7,5	0,21	6,5	8,8	9,2	3,2	5,2	7,2	1,8
Chloridazon- methyl- desphenyl [µg/l]	1,4	1,6	1,1	1,3	2,4	2,5	0,039	2,0	2,0	2,4	0,77	1,7	2,1	0,15

In jeder der 14 beprobten GWM wurden Chloridazon-Metaboliten nachgewiesen. Nur zwei der 14 Messstellen, wiesen Befunde unterhalb des GOW auf.

Seit Bekanntwerden der PSM-Befunde erfolgte ein Austausch in der Trinkwasserschutzkooperation, die Landwirte wurden sensibilisiert, die Beratung intensiviert. Die Befunde wurden zudem an die zuständigen Behörden gemeldet.

### 7.1.3 Leitwertmeldung NG 301-1

Im Februar 2016 hat das BVL (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit – Zulassungsbehörde für PSM) alle Trinkwasserversorger in Deutschland darüber informiert, dass aus Gründen des vorsorgenden Trinkwasserschutzes, die Anwendung bestimmter Pflanzenschutzmittel in einzelnen Trinkwassergewinnungsgebieten untersagt werden kann. Diese Möglichkeit besteht für Gebiete, in denen Rückstände von nicht relevanten Metaboliten verschiedener herbizider Wirkstoffe oberhalb des relevanten Leitwertes gefunden worden sind. Das Anwendungsverbot erfolgt nach Meldung einer Leitwertüberschreitung durch den jeweiligen Wasserversorger und wird in Form einer Anwendungsbestimmung (NG 301-1) für das betroffene Trinkwassergewinnungsgebiet ausgesprochen und im Bundesanzeiger veröffentlicht.

Aktuell gilt die Beschränkung für Pflanzenschutzmittel mit dem Wirkstoff Chloridazon (vor allem im Rübenanbau angewandt), Metazachlor (vor allem im Rapsanbau angewandt) und S-Metolachlor (vor allem in Maisanbau angewandt) in diversen Trinkwassergewinnungsgebieten. Für diese Pflanzenschutzmittel erteilt das BVL für ausgewiesene Gebiete eine Anwendungsbe-

stimmung mit folgendem Wortlaut: „Keine Anwendung in Wasserschutzgebieten oder Einzugsgebieten von Trinkwassergewinnungsanlagen, die vom BVL im Bundesanzeiger veröffentlicht wurden (Bekanntmachung BVL 18/02/02 vom 29.01.2018, BAnz AT 16.02.2018 B3, in der jeweils geltenden Fassung).“

Um ein Verbot der Ausbringung eines bestimmten Wirkstoffs in einem Trinkwassergewinnungsgebiet zu erwirken, müssen Wasserversorgungsunternehmen die Überschreitung eines Leitwertes beim BVL melden. Die Voraussetzung für die Anwendungsbestimmung NG 301-1 ist, dass mindestens ein nicht relevanter Metabolit (nrM) eines Pflanzenschutzwirkstoffs im Grund- oder Rohwasser detektiert wurde und diese vier Kriterien erfüllt werden:

- Überschreitungen von 3,0 µg/l in einer Rohwasserentnahmestelle und/oder von 10,0 µg/l in einer Vorfeldmessstelle in der Art, dass
- in 3 Messungen im Abstand von mindestens 6 Monaten innerhalb von 3 Jahren Konzentrationen derselben Substanz oberhalb des Leitwertes detektiert wurden,
- die jüngste Überschreitung höchstens 6 Monate vor dem Zeitpunkt der Meldung liegt und
- es wahrscheinlich ist, dass der Eintrag in das Grundwasser auf die sachgerechte und bestimmungsgemäße landwirtschaftliche Anwendung und nicht auf bauliche Mängel oder Defekte an der/den Rohwasserentnahmestelle/n bzw. Vorfeldmessstelle/n zurückzuführen

ren ist und dass Probenahme, Proben-transport sowie die analytische Bestimmung der Substanzen nach aktuellem Stand der Technik durchgeführt wurden.

Auf der Homepage des BVL sind die jeweils aktuellen Informationen zur Meldung einer Leitwertüberschreitung aufgeführt.

#### 7.1.4 Umsetzung / Monitoring im Grundwasser

Mit der Information des BVL Anfang Februar 2016 an die Wasserversorger wurde ein Meldeformular und eine Excel-Tabelle („Anlage Datenanforderungen NG 301-1“) verschickt.

Für zwei Rohwasserentnahmestellen (Brunnen 2 und Brunnen 5) im WSG Wehnsen waren die 4 genannten Kriterien für eine Meldung erfüllt. Hinsichtlich einer Aussage darüber, ob der Eintrag in das Grundwasser auf eine sachgerechte und bestimmungsgemäße Anwendung zurückzuführen ist, wurde das Pflanzenschutzamt um eine Stellungnahme gebeten. Diese wurde der Meldung beigelegt. Nach Thematisierung der Befunde mit den Landwirten in der Trinkwasserschutzkooperation, ist davon auszugehen, dass die Befunde auf eine sachgerechte und bestimmungsgemäße Anwendung zurückzuführen sind.

Den Nachweis, dass die Probenahme, der Probentransport und die analytische Bestimmung der Substanzen nach aktuellem Stand der Technik durchgeführt wurden, sahen wir als gegeben an, da die Analytik durch ein akkreditiertes Labor erfolgt.



Abb. 7-4: Grundwasser-Messstellengruppe im WSG Wehnsen (Foto WV Peine)

Neben allgemeinen Basisdaten zum Gebiet und zu den betroffenen Rohwasserentnahmestellen wurden für den Beprobungszeitraum November 2011 bis Februar 2016 ca. 80 Messwerte der Chloridazon-Metaboliten aus den beiden Messstellen gemeldet. Ferner haben wir zur Einschätzung des generellen Belastungsgrades im Gebiet die Meldung um die Messwerte aus den flachen Grundwassermessstellen ergänzt.

Der WV Peine hat die erforderlichen Unterlagen für die Meldung zusammengestellt und Ende Februar 2016 an das BVL verschickt. Die Prüfung der beim BVL eingegangenen Anträge dauerte relative lange, so dass erst im Februar 2018 die förmliche Veröffentlichung der Anwendungsbestimmung NG 301-1 im Bundesanzeiger erfolgt ist.

Das seit 2011 etablierte Monitoring wird auch weiterhin fortgeführt. Die Förderbrunnen und das Reinwasser werden monatlich auf die Chloridazon-Metaboliten untersucht. Ergänzend dazu dienen die Rohwasseruntersuchungen gem. Runderlass „Rohwasseruntersuchungen und Untersuchungen an Vorfeldmessstellen vom 12.12.2012“ in diversen Vorfeldmessstellen dem Monitoring der aktuellen Entwicklung von Pflanzenschutzwirkstoffen- und Metaboliten-Befunde.

#### 7.1.5 Kosten

Es fällt schwer, die anfallenden Personalkosten für die Meldung einer Leitwertüberschreitung pauschal zu beziffern, da diese unmittelbar davon abhängig sind, welche Daten in welcher Form vorliegen. Ferner besteht ein Zusammenhang zwischen dem erforderlichen Zeitaufwand und der Anzahl an betroffenen Messstellen und Pflanzenschutzwirkstoffen.

Beim Wasserverband Peine lagen für das genannte Beispiel Analysedaten sowie Grundlagendaten zum Gebiet und zu den betroffenen Messstellen digital vor. Unter diesen Voraussetzungen kann ein Personalaufwand von ca. 10 Stunden für die Meldung der Leitwertüberschreitung an das BVL veranschlagt werden.

Es ist davon auszugehen, dass im Rahmen des Monitorings für die Probenahme (monatliche Beprobung der Förderbrunnen und des Reinwassers) ca. 30 Stunden / Jahr Personalkosten anfallen. Die Kosten für die Analytik belaufen sich auf ca. 8.250 € / Jahr (netto).

Im WSG Wehnsen werden seit 2011 Nachweise des nicht relevanten Metaboliten Chloridazon-desphenyl geführt. Die Konzentrationen im Reinwasser liegen noch unterhalb des Gesundheitlichen Orientierungswertes von 3,0 µg/l. Zwei von 5 Förderbrunnen überschreiten in einer engen Untersuchungsreihe den GOW jedoch dauerhaft, so dass der Wasserverband Peine sich 2016 dazu entschlossen hat, eine Leitwertmeldung beim BVL vorzunehmen. Für die Leitwertmeldung ist der Nachweis von nrM-Konzentrationen > 3,0 µg/l in einer Rohwasserentnahmestelle oder > 10,0 µg/l in einer GW-Messstelle in einem festgelegten Messzyklus zu führen. In 2018 ist die Veröffentlichung der Anwendungsbestimmung NG 301-1 durch das BVL erfolgt und damit der Einsatz von chloridazonhaltigen Produkten im WSG Wehnsen untersagt.

#### Literatur

Nds. Ministerialblatt Nr. 36/1998: Bezirksregierung Braunschweig - Verordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für das Wasserwerk Wehnsen des Wasserverbandes Peine vom 28.09.1998

Bundesanzeiger - Bekanntmachung veröffentlicht am Freitag, 16. Februar 2018: Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit - Zweite Bekanntmachung über Anwendungsbeschränkungen für bestimmte Pflanzenschutzmittel zum Schutz von Grundwasservorkommen, die zur Trinkwassergewinnung herangezogen werden (Ausführung der Anwendungsbestimmung NG301-1) (BVL 18/02/02) vom 29. Januar 2018

Nds. Ministerialblatt Nr. 4/2012 Öffentliche Wasserversorgung; Rohwasseruntersuchungen und Untersuchungen an Vorfeldmessstellen vom 12.12.2012

## 7.2 Fallbeispiel WSG Fuhrberger Feld – Austrag nicht relevanter Metaboliten aus dem Boden

enercity AG,  
Werner Raue, Andreas Rausch

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Dr. Axel Lamparter,  
Dr. Florian Stange, Tobias Witte



### 7.2.1 Gebietsbeschreibung

Das Fuhrberger Feld nördlich von Hannover wird seit über 100 Jahren für die Trinkwassergewinnung genutzt und ist mit rund 30.400 ha Fläche das größte zusammenhängende Wasserschutzgebiet in Norddeutschland. Die enercity AG (vormals Stadtwerke Hannover AG) gewinnt hier jährlich ca. 40 Mio. m<sup>3</sup> Trinkwasser für die Landeshauptstadt Hannover und weitere Städte und Gemeinden im Versorgungsgebiet. Das entspricht rund 90% des Gesamtbedarfs der rund 700.000 Kunden. Aus 81 Vertikal- und 9 Horizontalfilterbrunnen der beiden großen Wasserwerke Elze-Berkhof und Fuhrberg wird das Rohwasser aus 20 - 25 m Tiefe in das jeweilige Werk gefördert und aufbereitet. Aufgrund der Filter- und Umsetzungseigenschaften des Untergrundes besitzt das Rohwasser eine gute Qualität.

Naturräumlich stellt das Fuhrberger Feld eine fast ebene, im Durchschnitt 0,1% nach Norden geneigte Talsand-Fläche der Aller-Wietze-Niederung (südlicher Randbereich des Aller-Urstromtales) dar. Das Fuhrberger Feld ist im Wesentlichen aus quartären Sanden, Kiesen und zwischengelagerten Geschiebemergeln bzw. -lehmern aufgebaut, denen örtlich geringmächtige

Schlufflagen zwischengelagert sind. Die Mächtigkeit der quartären Serie beträgt im Mittel 25 m, wobei sie sich im Südrand auf wenige Meter verringert. Mit 1 bis 2 m sind die GW-Flurabstände vergleichsweise gering. Nur in den morphologisch stärker gegliederten südlich gelegenen Geestgebieten und im Bereich der Absenkungstrichter der Förderbrunnen treten Abstände von mehreren Metern auf.

42% der Fläche des Fuhrberger Feldes werden landwirtschaftlich genutzt (1/3 Grünland/Brache, 2/3 Ackernutzung), der Waldanteil beträgt 43%. Durch die landwirtschaftliche Nutzung werden agrarrelevante Stoffe wie Stickstoffdünger und Pflanzenschutzmittel (PSM) auf den Boden aufgebracht.

### 7.2.2 Belastungssituation

Trotz der sandigen Böden im Fuhrberger Feld ist die Verlagerung von PSM-Wirkstoffen durch den Boden eher gering, was durch die hohen organischen Kohlenstoffgehalte im Oberboden erklärt werden kann. Untersuchungen zu PSM-Gehalten im Grundwasser stellen nur sehr vereinzelt nachweisbare Konzentrationen fest. Schon seit den 1980er Jahren erforscht die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) in enger Zusammenarbeit mit der enercity AG verschiedene Prozesse im Boden/Grundwasser des Fuhrberger Feldes (z.B. Böttcher & Strebel 1985; Kölle et al. 1985; Strebel & Böttcher 1989; Strebel et al. 1993). Nicht relevante PSM-Metaboliten (nrM), also PSM-Abbauprodukte, wurden hingegen erst ab 2009 in einzelnen Beobachtungsmessstellen des oberflächennahen Grundwassers nachgewiesen. Da bisher wenig über den schlagspezifischen Beitrag zum nrM-Eintrag ins Grundwasser bekannt ist, war dies Thema des Projektes MetaBoTiG, das die BGR mit Unterstützung der enercity AG durchgeführt hat. Das Projekt untersuchte die Filterwirkung des Bodens für nrM und ob spezielle Transportwege wie z.B. Makroporenfluss durch z.B. Regenwurmgänge für die Verlagerung von nrM im Boden wichtig sind. Die Beleuchtung der beitragenden Transportprozesse zum Eintrag der nrM in das Grundwasser sind notwendig, um zielgerichtete Bewirtschaftungsmaßnahmen zur Minimierung des Eintrages von nrM in das Grundwasser entwickeln zu können.

### 7.2.3 Das BGR-Projekt MetaBoTiG

Das Untersuchungsgebiet Fuhrberger Feld wurde gewählt, da Böden und Aquifer als typisch für den norddeutschen Raum gelten. Des

Weiteren erleichterte die schon aus vergangenen Projekten vorhandene Infrastruktur die Wasserprobenahme und Messung/Bereitstellung der Klimadaten. Im Grundwasser des Fuhrberger Feldes wurden schon vor Beginn der Studie nrM im Rahmen des flächendeckenden Grundwassermonitorings der enerCity AG nachgewiesen. Zum Auftreten der nrM im Sickerwasser insbesondere im Bereich der Grundwasseroberfläche liegen dagegen bisher keine Daten vor. Auch über die vertikale Verteilung der nrM sowie der PSM-Wirkstoffe selbst in der ungesättigten und gesättigten Bodenzone im Untersuchungsgebiet ist bisher nichts bekannt. Untersucht wurden im Sickerwasser von neun Ackerschlägen und in neun Grundwasserproben von drei Multilevelmessstellen (MLM) die im Runderlass des MU Niedersachsen (vom 12.12.2012) aufgelisteten nrM und PSM-Wirkstoffe. Die Beprobung des Sickerwassers auf den Ackerschlägen sollte die Frage klären, in wie weit der Grundwassereintrag von dem flächenspezifischen Einsatz der entsprechenden Pflanzenschutzmittel abhängig ist und somit wie heterogen die Eintragung

ins Grundwasser ist. Dies war nur durch die sehr gute Zusammenarbeit mit den örtlichen Landwirten möglich, die der BGR für das Projekt Unterlagen über die durchgeführten Pflanzenschutzmaßnahmen der letzten fünf Jahre zur Verfügung stellten. Diese Daten waren besonders für die Simulation des Transports von nrM im Boden unter Berücksichtigung der Transformationsprozesse mit dem Simulationsmodell notwendig. Durch die Beprobung der MLM sollte zum einen untersucht werden, ob die Konzentration der nrM im Grundwasser tiefenabhängig ist und desweiteren ob es Zusammenhänge zwischen dem Eintrag auf den jeweils drei Ackerschlägen im Einzugsgebiet einer MLM und den Konzentrationen in den Proben der MLM bestehen. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Proben der Ackerschläge und der MLM zum selben Zeitpunkt genommen wurden und daher die Proben der MLM die Eintragungssituation zu einem früheren Zeitpunkt widerspiegeln. Das Untersuchungskonzept ist für eine MLM schematisch in Abb. 7-5 dargestellt.

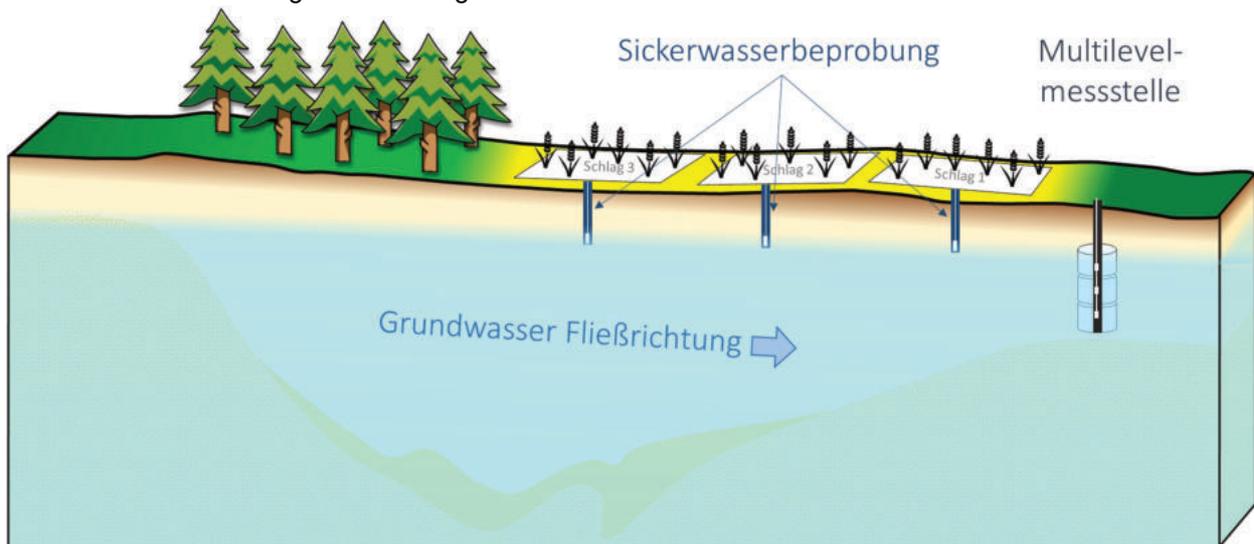


Abb. 7-5: Schematische Darstellung der Sickerwasserbeprobung auf drei Ackerschlägen im Anströmungsbereich einer Multilevel-Messstelle (MLM), sowie der drei Beprobungstiefen der MLM.

#### 7.2.4 Probenahme und -untersuchung des Sicker- und Grundwassers

Die Untersuchung des Grundwassers in verschiedenen Tiefen auf nrM erfolgte an drei im Fuhrberger Feld vorhandenen MLM. An diesen wurden in jeweils drei verschiedenen Tiefen des Aquifers Wasserproben mit Hilfe einer Vakuumpumpe entnommen.

Zur Untersuchung des schlagspezifischen Beitrages zur Belastung des Grundwassers mit nrM wurde ein Untersuchungsverfahren verwendet,

dass auf Erfahrungen der BGR aufbaut (Duijnsveld et al. 2008). Auf eine direkte Bodenwasserentnahme mittels Saugkerze aus der ungesättigten Bodenzone wurde verzichtet. Die für die Analyse der nrM benötigte Probenmenge könnte bei den Verhältnissen im Fuhrberger Feld mit dieser Technik nicht gewonnen werden. Es wurde davon ausgegangen, dass das Wasser des obersten Dezimeters des wassergesättigten Bereiches (Grundwasser) die ungesättigte Bodenzone erst kürzlich verlassen hat und vergleichbare chemische Eigenschaften wie das Si-

ckerwasser des darüber liegenden Bodens besitzt. Somit wurde nach Durchbohren des ungesättigten Bereiches mit Hilfe eines Industriesaugers (MAC 640K) eine aus Teflon bestehende Sonde in den obersten Dezimeter des wasser-gesättigten Bereiches eingebracht und mit Hilfe von Unterdruck die Wasserprobe gewonnen. Diese an der BGR entwickelte Methode erlaubt die Probenahme mit einer nur minimalen Verschleppungsgefahr von Boden und hilft so, eine Verunreinigung des Wassers mit möglicherweise PSM-haltigem Oberboden zu verhindern.

Die Untersuchungen der PSM- und nrM-Konzentrationen in den Wasserproben wurde als Auftrag an ein zertifiziertes Labor übergeben. Zusätzlich wurden weitere Parameter (z.B. Wassertemperatur, pH-Wert, Redoxpotential, Anionen- und Kationenkonzentrationen) entweder direkt vor Ort oder später im Labor bestimmt.

### 7.2.5 Modellierung der PSM-/nrM-Transportvorgänge

Der Wasserfluss und der Transport des PSM-Wirkstoffes S-Metolachlor und seines Metaboliten Metolachlor-Sulfonsäure wurde mit dem Computerprogramm Hydrus-1D simuliert. Dazu wurden die hydraulischen Bodeneigenschaften an ungestörten Stechzylinderproben der untersuchten Ackerschläge im Labor bestimmt. Vor der Simulation des Stofftransportes wurde die Wasserhaushaltssimulation an Felddaten aus den 1970er Jahren (Zeitreihen über ca. zehn Jahre) validiert. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich - auch über längere Zeiträume - die hydraulischen Bodeneigenschaften nicht bzw. nur unwesentlich ändern und dass das Modell auch die heutige hydraulische Situation hinreichend genau darstellt. Die für die Modellierung des Stofftransportes benötigten Stoffeigenschaften wurden aus Lewis et al. (2016)

(zugehörige Datenbank:

<http://www.herts.ac.uk/aeru/footprint>) entnommen, die benötigten Wetterdaten vom Deutschen Wetterdienst (WESTE-agrar) genutzt.

### 7.2.6 Nachweise von nrM in Sicker- und Grundwasserproben

Die Ergebnisse zeigen, dass viele nrM im Fuhrberger Feld nur unzureichend vom Boden zurückgehalten werden. In jeder Sickerwasserprobe wurde mindestens ein nrM nachgewiesen, insgesamt wurden 16 der 19 untersuchten nrM im Fuhrberger Feld gefunden. Die höhere Mobilität der nrM im Boden gegenüber den eigentlichen Wirkstoffen in den Pflanzenschutzmitteln (PSM) erklärt sich durch die geringere Sorption an der Bodenmatrix. Besonders häufig und teilweise auch in Konzentrationen über  $10 \mu\text{g l}^{-1}$  wurden die nrM von Chloridazon beobachtet. Auch Metalaxyl-Dicarbonsäure und Chlorthalonil-Sulfonsäure wurden sowohl unter Ackerschlägen als auch in den MLM häufiger nachgewiesen, allerdings jeweils nur einmal in Konzentrationen über dem Leitwert ( $10 \mu\text{g l}^{-1}$ ), ansonsten unterhalb des Gesundheitlichen Orientierungswertes (GOW). Chlorthalonil-Sulfonsäure wurde in der Beprobung 2016 unter allen Ackerschlägen, aber nicht in allen MLM nachgewiesen. Abweichend von der Beobachtung bei den meisten nrM, die 2016 geringere Konzentrationen aufwiesen als 2015 wurden bei Chlorthalonil-Sulfonsäure im Jahr 2016 höhere Konzentrationen im Sickerwasser gemessen. Die nrM von S-Metolachlor und Metazachlor wurden in jeweils einem Drittel der Sickerwasserproben unter den Ackerschlägen nachgewiesen, häufig über dem GOW. Interessanterweise wurden die nrM der beiden PSM niemals in einer Sickerwasserprobe gleichzeitig nachgewiesen. Am Beispiel Chloridazon-desphenyl werden die Einzelergebnisse in Abb. 7-6 gezeigt.

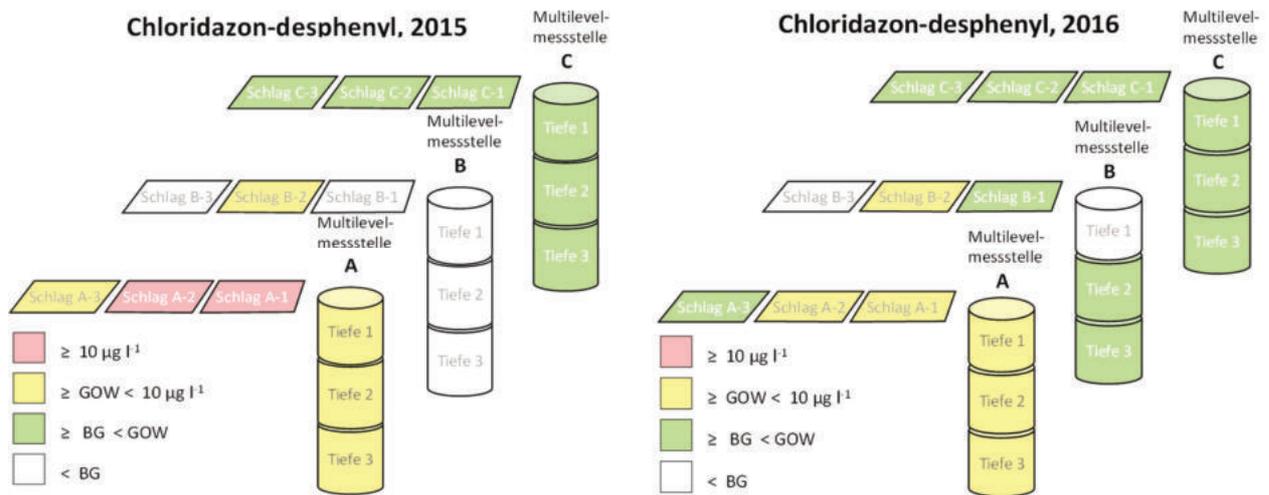


Abb. 7-6: Vorkommen des nicht relevanten Metaboliten Chloridazon-desphenyl in jeweils 3 Tiefen der 3 MLM (Zylinder A, B, C), sowie im Sickerwasser unter den Ackerschlägen (Rauten), die sich im Anstrombereich der jeweiligen MLM befinden. Links die Ergebnisse aus dem Jahr 2015, rechts von 2016. Die Farben bezeichnen die Konzentrationsbereiche (Leitwert  $> 10 \mu\text{g/l}$ ; GOW: Gesundheitlicher Orientierungswert; BG: Bestimmungsgrenze).

Am Beispiel des Metabolit Metolachlor-Sulfonsäure wurde die Simulationen des nrM-Transportes mit Hydrus-1D erfolgreich durch die Messwerte validiert. Für die erfolgreiche Simulation der Verlagerung der nrM durch die ungesättigte Zone war keine Berücksichtigung von bevorzugten Fließwegen (z.B. Makroporen) notwendig. Es wurde damit gezeigt, dass der Metabolit Metolachlor-Sulfonsäure auch bei ausschließlicher Annahme von Matrixfluss schnell verlagert wird und bei entsprechenden Niederschlagsmengen im Winterhalbjahr schon im Winter/Frühjahr nach der Applikation des Wirkstoffes auf der Fläche im oberflächennahen Grundwasser ankommen kann.

## 7.2.7 Diskussion der Ergebnisse

Es zeigt sich, dass das gewählte Verfahren geeignet ist, den schlagspezifischen Beitrag zum Eintrag von nrM ins Grundwasser zu untersuchen. Die zu verschiedenen Zeiten gebildeten Grund- bzw. Sickerwässer scheinen durch die benutzte Beprobungstechnik trennbar zu sein. Dies wird auch in den großen Unterschieden zwischen einzelnen Ackerschlägen bezüglich der nachzuweisenden Stoffe und deren Konzentrationen deutlich. In einer Probe lag in beiden untersuchten Jahren die Konzentration des PSM Dichlorbenzamid über der Nachweisgrenze. In früheren Untersuchungen des Grundwassers (z.B. Strebel et al. 1993) wurden nur sehr vereinzelt PSM im Fuhrberger Feld gefunden. Die hohe Retention der PSM durch den Boden wird allgemein durch die hohen organischen

Kohlenstoffgehalte im Fuhrberger Feld erklärt (Strebel et al. 1993).

Aus den Abbildungen der einzelnen nrM (wie in Abb. 7-6) ist ein schwacher positiver Trend zwischen den nrM-Konzentrationen im Sickerwasser der Ackerschläge im Anstrombereich der MLM und den nrM-Konzentrationen in den MLM zu erkennen. Ein direkter Zusammenhang kann allerdings nicht hergestellt werden, da die genauen Fließbahnen des Grundwassers für eine Zuordnung bekannt sein müssten und die Probenahmezeitpunkte der Sickerwasserproben unter den Ackerschlägen sowie der Wasserproben der MLM die Fließzeit des Grundwassers berücksichtigen müssten. Nur wenn die Eintragungssituation über längere Zeit konstant wäre, könnte eine gleichzeitige Beprobung dahingehend ausgewertet werden. Dies ist jedoch durch den ackerbaulich notwendigen Fruchtwechsel und der entsprechenden Auswahl verschiedener PSM nicht gegeben. Zudem kann das Wasser einer bestimmten Tiefe der MLM i.d.R. nicht einem einzelnen Ackerschlag zugeordnet werden, sondern ist mehr oder weniger als „Mischprobe“ verschiedener Flächen aus dem Anstrom der MLM zu verstehen. Dieser Mischeffekt und der damit für die einzelnen nrM verbundene Verdünnungseffekt erklärt auch, dass die Konzentrationen der nrM in den Proben der MLM (nur die obersten 6 m des Grundwassers wurden beprobte) im Vergleich zum Sickerwasser geringer sind. Aufgrund der fehlenden direkten Zuordnung können jedoch keine Verdünnungsfaktoren bestimmt werden.

Die Ergebnisse der Modellierung am Beispiel von Metolachlor-Sulfonsäure zeigen, dass nrM schnell mit dem Sickerwasser im Boden verlagert werden. Sie werden nicht, oder nur in geringem Umfang, vom Boden sorbiert, ab- oder umgebaut. Physikochemische Eigenschaften der Stoffe sind demnach die Ursache für den schnellen Transport. Die aus der Bodenart (Sand) resultierenden hydraulischen Eigenschaften im Fuhrberger Feld und der geringe Flurabstand begünstigen den schnellen Eintrag ins Grundwasser. Nur für Stoffe, die gut an der organischen Substanz sorbieren oder schnell mikrobiologisch abgebaut werden, stellt der hohe Gehalt an organischer Substanz im Oberboden einen guten Grundwasserschutz dar. Da viele der nrM nur schwach sorbieren, wäre ein schneller Abbau der Metaboliten wichtig, um zu verhindern, dass sie ins Grundwasser gelangen. Mehrere Autoren beobachteten präferentielle Fließprozesse am Standort im Fuhrberger Feld (z. B. Deurer 2000). Dieses, meist zeitlich begrenzt auftretende Phänomen, scheint – falls es am Standort auftritt – eine untergeordnete Rolle für die Konzentrationen von nrM im Sicker- bzw. Grundwasser zu spielen, werden doch die gemessenen Konzentrationen sehr gut vom Modell (nur Matrixfluss) simuliert.

Da auf Grünland, Brache, Wald und Siedlung, die über 70% der Landnutzung im Fuhrberger Feld ausmachen, i.d.R. keine Pflanzenschutzmittel angewandt werden, reduzieren sich die Gehalte von nrM im Grundwasser durch Vermischung mit unbelastetem Grundwasser bis zum Rohwasserbrunnen deutlich. Einfache Bilanzrechnungen über alle untersuchten nrM zeigen, dass die nrM auf dem Weg zum Brunnen mit einem Faktor von ca. 10 verdünnt werden. Trotzdem besteht Handlungsbedarf, um den Eintrag von nrM ins Grundwasser zu reduzieren, da alle vermeidbaren Verunreinigungen des Grund- und

Trinkwassers in den wichtigen Gesetzeswerken zu deren Schutz untersagt sind.

### 7.2.8 Fazit und Ausblick

Unter den heute praxisüblichen Bedingungen werden die untersuchten nrM schnell durch den Boden transportiert und gelangen so ins Grundwasser. Die Untersuchungen und Modellierungen haben gezeigt, dass das Auftreten der nrM kein Anwendungsproblem ist, sondern durch die Stoffeigenschaften bedingt ist. An dessen Lösung müssen sich demnach auch die PSM-Hersteller und Zulassungsstellen beteiligen, indem Produkte auf den Markt gebracht und zugelassen werden, die keine oder schnell abbaubare Metaboliten bilden.

Der zurzeit sicherste Weg, Metaboliten zu vermindern, wäre der Ersatz der PSM durch den Einsatz mechanischer und anderer nicht chemischer Verfahren. Daher gilt es, das große Feld der mechanischen/teilmechanischen Unkrautbekämpfung bzw. das Schadschwellenprinzip des integrierten Pflanzenschutzes auch für die konventionelle Landwirtschaft wieder zu entdecken. Die Bereitschaft dazu ist bei sehr vielen Landwirten und Beratern vorhanden, auch vor dem Hintergrund zunehmender Resistenzen und einer immer kleiner werdenden Wirkstoff-Palette. Die Fortschritte im Bereich neuer Hacktechnik (Robotertechnik) oder Drohnen/GPS-Steuerung sollten, sobald Praxisreife vorliegt, von der Pflanzenschutzberatung beworben und von der Praxis umgesetzt werden. Förderprogramme auf Bundes-, Landes- und ggf. auch Wasserschutzgebietsebene könnten diesen Umstellungsprozess begleiten. Der Wasserschutz kann hier ggf. Mitinitiator für neue Pflanzenschutzpraktiken sein, der Hauptimpuls muss jedoch aus der Pflanzenschutzberatung und der Landwirtschaft selber kommen.

Im Trinkwassergewinnungsgebiet Fuhrberger Feld hat die enercity AG gemeinsam mit der BGR das Verhalten von nicht relevanten Metaboliten in Boden, Sicker- und Grundwasser untersucht. In dem BGR-Projekt MetaBoTiG wurden mit Hilfe von Saugsonden das Sickerwasser und an Multilevelmessstellen tiefenabhängig das Grundwasser beprobt und auf nrM untersucht. Durch die im Feld erhobenen Daten und schlagspezifischer Aufzeichnungen des PSM-Einsatzes konnte das Transportverhalten von Wirkstoffen und Metaboliten modelliert werden. Die Ergebnisse zeigen, dass im Gegensatz zu den Wirkstoffen, die Metaboliten nur gering an die organische Substanz im Boden sorbieren und in Konzentrationen auch über 10 µg/l im Grundwasser im Abstrombereich von Ackerflächen nachzuweisen sind.

## Literatur

Böttcher, J. & O. Strebel (1985): Redoxpotential und Eh/pH-Diagramme von Stoffumsetzungen in reduzierendem Grundwasser (Beispiel Fuhrberger Feld). *Geologisches Jahrbuch, C 40*: 3-34.

Deurer, M. (2000): The dynamics of water and solute flow in the unsaturated zone of a coniferous forest: Measurement and numerical simulation. PhD thesis, University of Hannover, Germany. Der andere Verlag, Osnabrück.

Duijnsveld, W. H. M., L. Godbersen, J. Dilling, H.-E. Gäbler, J. Utermann, G. Klump, & G. Scheeder (2008): Ermittlung flächenrepräsentativer Hintergrundkonzentrationen prioritärer Schadstoffe im Bodensickerwasser. Endbericht UBA-Forschungsvorhaben 204 72 264. BGR, Hannover.

Kölle, W., O. Strebel & J. Böttcher (1985): Formation of sulfate by microbial denitrification in a reducing aquifer. *Water Supply*, 3: 35-40.

Lewis, K. A., J. Tzilivakis, D. Warner & A. Green (2016): An international database for pesticide risk assessments and management. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 22 (4): 1050-1064. DOI: 10.1080/10807039.2015.1133242.

Niedersächsisches Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz (2012): Runderlass Öffentliche Wasserversorgung; Rohwasseruntersuchungen und Untersuchungen an Vorfeldmessstellen vom 12.12.2012 — 23-62003/11 —.

Raue, W., Rausch, A.; Antony, F. & P. Witt-Altfelder (2016): Kooperativer Grundwasserschutz im Fuhrberger Feld In: *Wasserwirtschaft Wassertechnik Ausgabe 10*: S. 32-36.

Strebel, O. & J. Böttcher (1989): Solute input into groundwater from sandy soils under arable land and coniferous forest: Determination of area-representative mean values of concentration. *Agricultural Water Management*, 15: 265-278.

Strebel, O., J. Böttcher & W. H. M. Duynsveld (1993): Ermittlung von Stoffeinträgen und deren Verbleib im Grundwasserleiter eines norddeutschen Wassergewinnungsgebietes. *Texte 46/93*, Umweltbundesamt, Berlin.

## 7.3 Fallbeispiel WSG Weener – Rohwasserbelastungen mit Herbiziden

Wasserversorgungsverband Rheiderland,  
Lutz Hanneken



### 7.3.1 Gebietsbeschreibung

Der Wasserversorgungsverband Rheiderland betreibt das Wasserwerk Weener zur Versorgung der rund 27.500 Einwohner mit Trinkwasser.

Für die Trinkwassergewinnung wird ausschließlich Grundwasser verwendet, welches über insgesamt 12 Förderbrunnen aus einer Tiefe von bis zu 60 Meter gefördert wird. Die Aufbereitung des Rohwassers umfasst die Enteisung, Entsäuerung sowie die Entmanganung für eine jährliche Entnahmemenge von ca. 2,5 Mio. m<sup>3</sup>/a (2017).

### 7.3.2 Belastungssituation

Bei einer Routineuntersuchung der Rohwässer aus den einzelnen Förderbrunnen im September 2014 wurde in den Brunnen IV und V der Pflanzenschutzwirkstoff Bromacil in einer Konzentration von 0,10 µg/l bzw. 0,31 µg/l festgestellt. Bisher waren Pflanzenschutzwirkstoffe im Rohmischwasser des Wasserwerks nicht nachgewiesen worden. Eine sofort durchgeführte Nachuntersuchung der Rohwässer bestätigte die Funde.

In Abstimmung mit den zuständigen Aufsichtsbehörden (Gesundheitsamt, Amt für Wasserwirtschaft und NLWKN) wurden die beiden betroffenen Förderbrunnen unverzüglich aus der Rohwasserförderung für die Trinkwassergewinnung genommen, um weiterhin eine einwandfreie Trinkwasserqualität sicherstellen zu können.

Der herbizide Wirkstoff Bromacil war zwischen 1971 und 1990 in Deutschland zugelassen und wurde besonders zur Bekämpfung von ein- und mehrjährigen Gräsern und breitblättrigen Unkräutern eingesetzt. Das Anwendungsspektrum umfasste auch Gleisanlagen und Baumschulen.

Im Dezember 2014 wurde dann auch erstmalig der Pflanzenschutzwirkstoff Ethidimuron im Rohwasser des Brunnens V nachgewiesen. Auch dieser Nachweis wurde durch weitere Messungen bestätigt. Ethidimuron hat seit 1990 keine Zulassung mehr.

Zur weiteren Überwachung der Brunnen IV und V wurde eine monatliche Untersuchung auf Bromacil und Ethidimuron in den Rohwässern der beiden Brunnen durchgeführt. Die Messergebnisse waren zunächst stark schwankend, so dass die Hoffnung bestand, dass es sich um ein temporäres Auftreten der Verunreinigung des Rohwassers handelt, im weiteren zeitlichen Verlauf stiegen die gemessenen Konzentrationen jedoch dann wieder an (Abb.7-7).

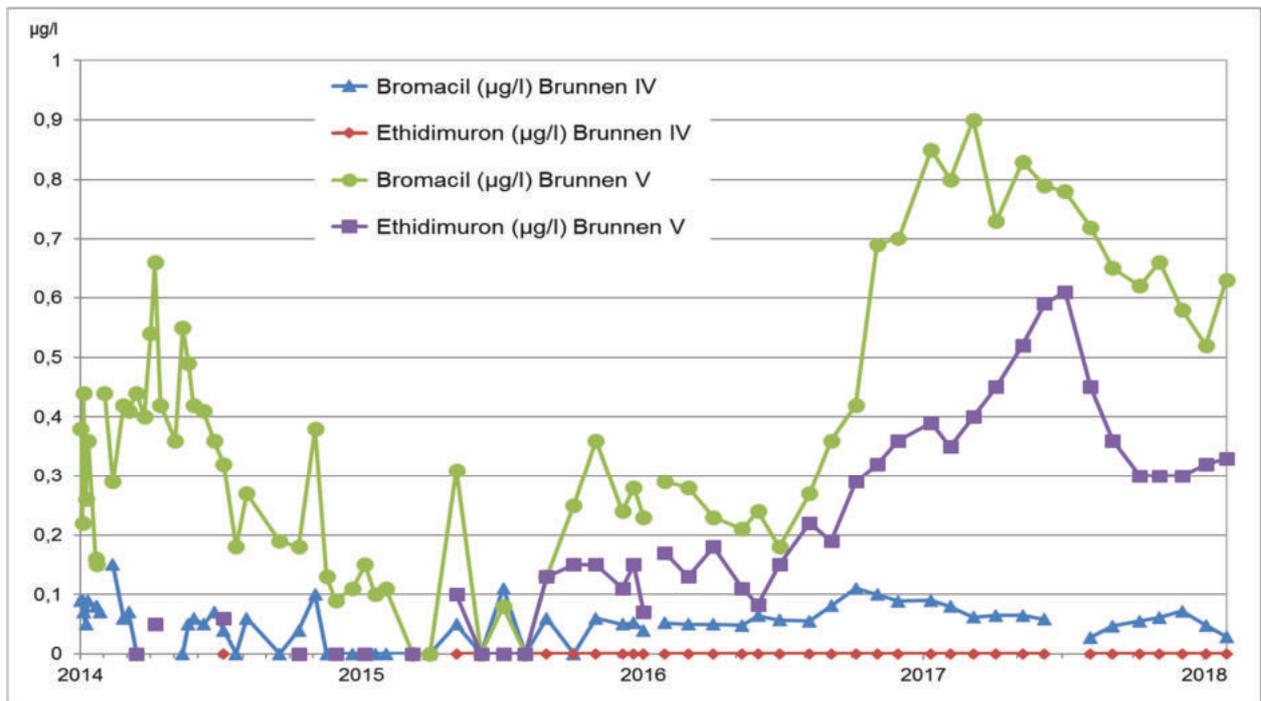


Abb. 7-7: Grafik der Konzentrationsverläufe Bromacil und Ethidimuron (FBR IV und FBR V)

### 7.3.3 Potentielle Eintragspfade

Im näheren Umfeld des Wasserwerkes und der Wasserfassung gibt es eine Bahnlinie und einen Bahnhof und es gab bis vor einigen Jahren eine Baumschule. Somit gibt es zwei potentielle Eintragungsorte, über welche das PSM in das Grundwasser gelangen konnte.

Nach Auskunft der Deutsche Bahn AG wurde Bromacil auch im Bereich Weener bis zum Ende der Zulassung eingesetzt. Angaben über die Menge bzw. über die Häufigkeit der Ausbringungen wurden aber nicht gemacht. Ob das Mittel auch in der stillgelegten und rückgebauten Baumschule eingesetzt wurde, konnte nicht mehr in Erfahrung gebracht werden.

Zur Erkundung der Eintragspfade wurde zunächst von der Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt, Stade, eine Grundwasserströmungsmodellierung für die beiden betroffenen Brunnen durchgeführt. Hierdurch sollte untersucht werden, aus welchen Bereichen die Brunnen IV und V angeströmt werden.

Es wurde zunächst die Fließrichtung des Grundwassers zu den Brunnen bestimmt. Hierzu wurden entsprechende Strömungslinien erstellt. Die Strömungslinien wurden durch Rückwärts-Rechnung von der Fassungsanlage aus ermittelt und visualisieren die unterirdischen Einzugsgebiete der Grundwasserentnahme der betroffenen Förderbrunnen. Bei der Simulation wurde ein stationärer Ansatz gewählt, da die Brunnen IV und V seit 1990 relativ gleichmäßige Fördermengen aufwiesen und aufgrund der Brunnenanordnung keine starken Richtungsänderungen des Grundwasseranstroms zu erwarten sind.

Zur konkreten Überprüfung möglicher Areale, in denen der herbizide Wirkstoff Bromacil verwendet wurde und die als potentielle Eintragungsflächen in Frage kommen, wurden Strömungslinien von diesen Bereichen aus simuliert. Die Strömungslinien, welche die Fließrichtung des Grundwassers visualisieren, wurden durch Vorwärts-Rechnung von den Eintragungsorten aus ermittelt und enden in den Wasserfassungsanlagen. In folgender Abbildung 7-8 sind Strömungslinien dargestellt, die im Bereich der Gleistrasse beginnen, von dort aus in südlicher Richtung verlaufen und an den Brunnen enden.

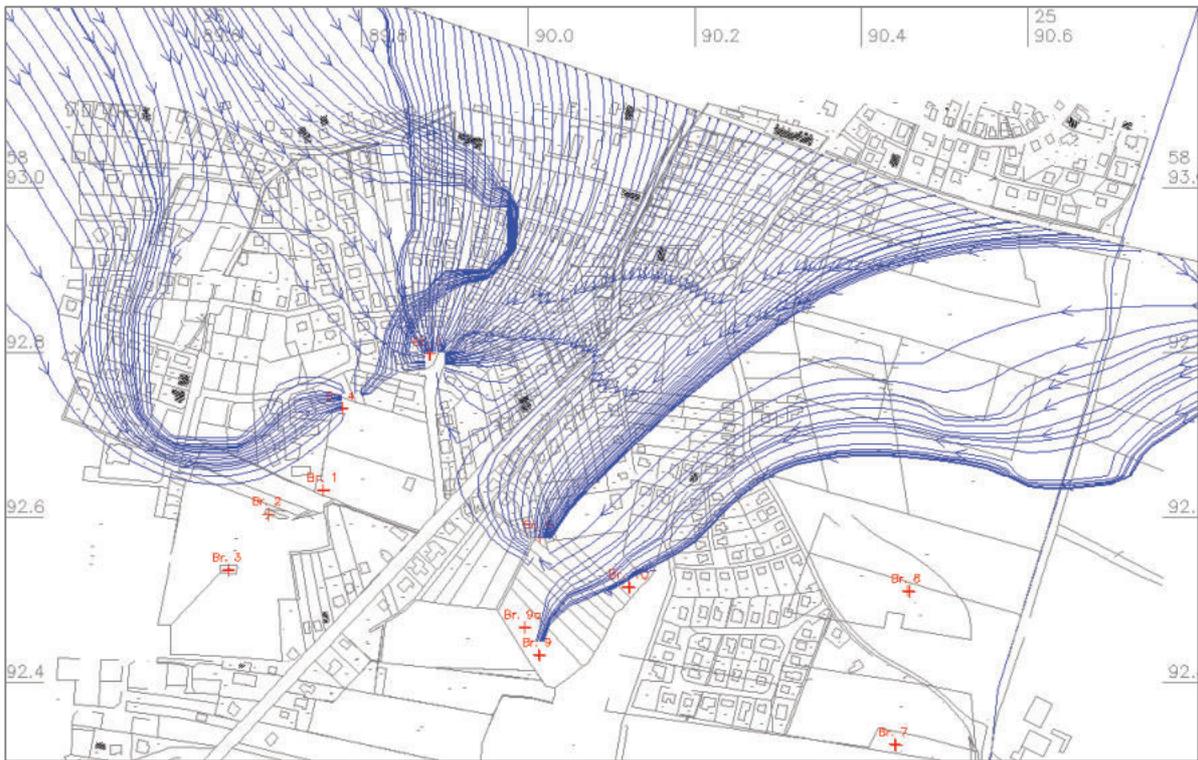


Abb. 7-8: Strömungslinien im Abstrom der Gleistrasse

Die nächste Abbildung 7-9 zeigt den Bereich der ehemaligen Baumschule. Die simulierten Strömungslinien starten am Rand der Baumschulflächen und enden wieder an den Förderbrunnen.



Abb. 7-9: Strömungslinien im Abstrom der Baumschulflächen

### 7.3.4 Monitoring im Grundwasser

Aus den Erkenntnissen der Strömungslinienberechnungen wurden zwei Standorte für Grundwassermessstellengruppen zwischen der Gleisanlage und den Förderbrunnen aus jeweils einer tief und einer flach ausgebauten Messstelle abgeleitet. An diesen ausgewählten Messstellen wurde das Grundwasser in der Strömungslinie von der Gleisanlage zu den Förderbrunnen auf mögliche Spuren der Pflanzenschutzwirkstoffe Bromacil und Ethidimuron untersucht.

Zusätzlich wurden im Anstrombereich der Brunnen aus Richtung der ehemaligen Baumschulen Grundwasserproben mittels des Direct-Push Verfahrens entnommen. Bei diesem Verfahren wird eine Filtersonde mit einem Hohlbohrgestänge direkt in den Grundwasserleiter getrieben. Ist die erforderliche Tiefe erreicht kann der Filter im Erdreich geöffnet und hierüber dann eine Wasserprobe genommen werden. Hierbei handelt es sich um ein kostengünstiges Verfahren. Durch dieses Verfahren wird eine „verlorene Messstelle“ errichtet, das bedeutet, dass diese nur für das einmalige Entnehmen einer Wasserprobe geeignet ist. Beim Ausbauen des Bohrgestänges wird das entstandene Loch direkt wieder fachgerecht verschlossen.

Der Eintragungsort der Bromacil- und der Ethidimuron-Belastung konnte trotz des umfangreichen Monitorings im Grundwasser nicht zweifelsfrei festgestellt werden.

### 7.3.5 Erweiterung der Wasseraufbereitung mit einer Aktivkohleanlage

Da die beiden betroffenen Förderbrunnen für das Wasserwerk Weener, gerade in den Sommermonaten, von nicht unerheblicher Bedeutung sind, musste eine schnelle aber auch sichere Lösung geschaffen werden, um das Rohwasser der Brunnen wieder verwenden zu können, ohne dass hierdurch ein negativer Einfluss auf die Qualität des Reinwassers zu befürchten war. Die Entscheidung fiel schnell auf den Einsatz einer mobilen Aktivkohle-Filteranlage.

Glücklicherweise wurde das Rohwasser der beiden Brunnen über eine eigene Leitung bis direkt

vor das Werk geführt und konnte vom Rohwasser der unbelasteten Förderbrunnen getrennt werden. Durch einige Umbaumaßnahmen in der Verrohrung im Werk wurde eine gesonderte Filterstraße für die Aufbereitung des belasteten Wassers hergestellt. An diese Filterstraße wurden dann die zwei mobilen Aktivkohlefilter angeschlossen.

Die Auswahl der passenden Aktivkohle für die Adsorption von Bromacil und Ethidimuron wurde durch den Lieferanten der Filterkessel und der Aktivkohle getroffen. Die Reinigungsleistung der mobilen Aktivkohleanlage wurde in kurzen zeitlichen Abständen regelmäßig überwacht.

Das Monitoring in den betroffenen Förderbrunnen zeigte ab Ende 2016 einen Anstieg der Wirkstoffbelastung und ein Verharren der Konzentration deutlich über  $0,1 \mu\text{g/l}$ , so dass auf dieser Basis letztendlich die Entscheidung getroffen wurde, eine stationäre Aktivkohleanlage zu bauen. Diese neue Anlage mit 8 Filterkesseln wird zurzeit am Standort Weener errichtet und in Kürze in Betrieb gehen. Über diese Filteranlage kann dann das gesamte Reinwasser noch einmal gefiltert werden (Abb. 7-10). Somit ist man dann auch für eventuell auftretende Verunreinigungen in der Zukunft gewappnet.



Abb. 7-10: Neubau der Aktivkohlefilteranlage – Einbau der Filterkessel (Foto WVV Rheiderland)

### 7.3.6 Kosten

Für das Wirkstoff-Monitoring im Grundwasser und in den Rohwässern der Förderbrunnen sind erhebliche Probenahme- und Analysekosten entstanden, die etwa mit 35.000,- € pro Jahr beziffert werden können.

Der administrative Aufwand im Betrieb des Wasserwerkes vergrößert sich deutlich durch eine Pflanzenschutzmittelbelastung im Rohwasser.

Betriebskosten für eine mobile Aktivkohleanlage sind in einer Größenordnung von ca. 0,10 €/ m<sup>3</sup> Förderstrom und Jahr anzusetzen. Die Baukosten für die stationäre Aktivkohlefilteranlage belaufen sich auf ca. 2,5 Mio. €.

In der Trinkwassergewinnung des Wasserwerkes Weener werden seit 2014 in zwei Förderbrunnen Bromacil- und Ethidimuron-Nachweise geführt; die beiden als Herbizid eingesetzten Wirkstoffe sind seit 1990 nicht mehr zugelassen. Der Wasserversorgungsverband Rheiderland hat mit Unterstützung einer Grundwasserströmungsmodellierung und einem verdichteten GW-Messnetz die potentiellen Eintragspfade aus einer nahegelegenen Gleisanlage und einer stillgelegten Baumschule untersucht. Um das Reinwasser sicher wirkstofffrei an die Kunden liefern zu können, wird eine mobile Aktivkohlefilteranlage im Teilstrom betrieben. In 2019 ist geplant die in Bau befindliche stationäre Aktivkohlefilteranlage für den gesamten Förderstrom in Betrieb zu nehmen.

#### Literatur

Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH (2014)  
Ergänzende Grundwassermodellierung für das Wasserwerk Weener (unveröff.), Stade

Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH (2017)  
Jahresbericht 2016 Monitoring der Güte des Grundwassers und Oberflächenwassers im Einzugsgebiet des Wasserwerkes Weener, Stade

## 7.4 Fallbeispiel WSG Hoya – nicht relevante Metaboliten im Rohwasser

Samtgemeinde Grafschaft Hoya,  
Eigenbetrieb Wasserversorgung,  
Ute Hennig, Detlef Meyer



### 7.4.1 Gebietsbeschreibung

Die Wasserversorgung Samtgemeinde Grafschaft Hoya stellt jährlich rd. 900.000 m<sup>3</sup> für die Trinkwasserversorgung von rd. 11.000 Einwohnern bereit. 90% des Bedarfs werden über die Eigenförderung von Grundwasser und Aufbereitung in dem seit dem Jahr 1961 betriebenen Wasserwerk Hoya gedeckt. Die Versorgung eines kleineren Teilbereichs erfolgt aufgrund der topografischen Verhältnisse über Fremdbezug von Wasser der Harzwasserwerke (HWW).

Das Grundwasser wird aus vier Förderbrunnen mit einer Tiefe von rd. 25 m unter Gelände gefördert. Sie liegen im Bereich sandiger, durchlässiger Böden. Das fast ausschließlich landwirtschaftlich genutzte Trinkwassergewinnungsgebiet (TGG) umfasst 521 ha. Es wurden und werden überwiegend Raps, Zuckerrüben, Mais und Getreide angebaut.

### 7.4.2 Belastungssituation

Im Rahmen der nach der TrinkwV durchzuführenden Trinkwasseranalysen wurden im Jahr 2011 auffällige Werte für die Parameter Metazachlor-Säure, Metazachlor-Sulfonsäure und Chloridazon-desphenyl festgestellt. Es handelt sich um toxikologisch nicht relevante Metaboliten (nrM) der Wirkstoffe Metazachlor und Chloridazon, die in Pflanzenschutzmitteln beim

Raps-, Rüben- und Maisanbau verwendet wurden. Die Belastungen des geförderten Grundwassers bzw. Rohwassers stellen sich noch bis heute dar. Nach einer kontinuierlichen Verschlechterung zeichnete sich seinerzeit ab, dass im Reinwasser die o.g. Parameter die gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW) überschreiten werden. In Abstimmung mit dem zuständigen Gesundheitsamt wurde die Eigenförderung reduziert und der Bedarf durch anteilige Zumischung von Wasser der HWW aufgefangen. Hierdurch konnte die Einhaltung der maßgebenden Werte gesichert werden. Die Überwachung erfolgte durch monatliche Trinkwasseranalysen.

Die Belastungssituation des geförderten Grundwassers stellte sich bis Juli 2017 je Förderbrunnen für die Parameter unterschiedlich dar. Insgesamt waren und sind auch bis heute noch in der Gesamtbetrachtung jederzeit mindestens in zwei Förderbrunnen die GOW überschritten. Die Entwicklungsverläufe sind in den Abb. 7-11 bis 7-13 dargestellt.

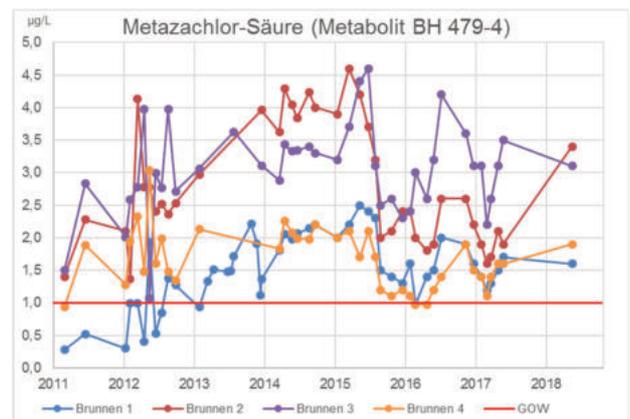


Abb. 7-11: WSG Hoya – Metazachlor-Säure 2011-2018

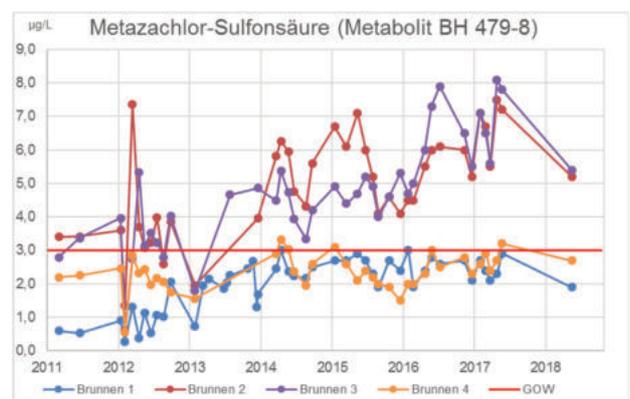


Abb. 7-12: WSG Hoya – Metazachlor-Sulfonsäure 2011-2018

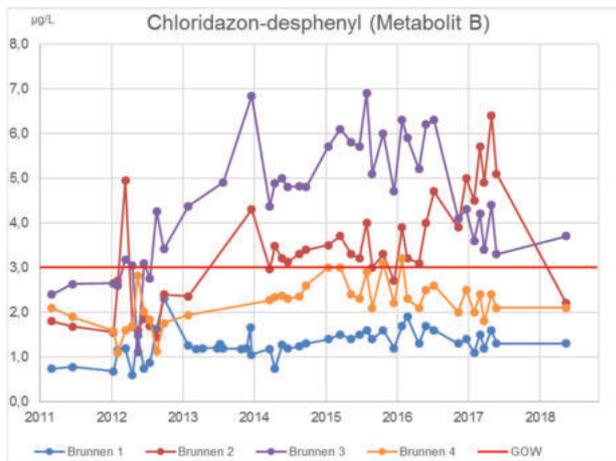


Abb. 7-13: WSG Hoya – Chloridazon-desphenyl 2011-2018

### 7.4.3 Flächenbewirtschaftung im Trinkwassergewinnungsgebiet

Das Bekanntwerden der Belastungen und die Vermutung der Verursachung durch den Einsatz der o.g. Pflanzenschutzmittel wurden unverzüglich mit der Landwirtschaftskammer Niedersachsen kommuniziert. Die zeitnahe Unterrichtung der Bewirtschafter wurde durch Informationsveranstaltungen mit Vertretern der Wasserversorgung, unteren Wasserbehörde, Landwirtschaftskammer und den Zulassungsinhabern (Pflanzenschutzmittelindustrie) unterstützt. Obwohl noch unklar war, ob die Problematik auf direkte Punkteinträge, lange zurückliegende Emissio-

nen oder jüngere Sickerwasserspenden zurückzuführen ist, haben die Landwirte freiwillig auf den Mitteleinsatz verzichtet. Auf Antrag der Wasserversorgung im Jahr 2016 hat das BVL im Februar 2018 die Anwendungsbeschränkung NG301-1 „Keine Anwendung metazachlor- sowie chloridazonhaltiger Pflanzenschutzmittel in allen festgelegten Schutzzonen (s. Karte der Wasserschutzgebietsverordnung)“ für die folgenden 5 Jahre festgesetzt.

### 7.4.4 Fundaufklärung, Monitoring in Vorfeldmessstellen

Die Fundaufklärung mit Beobachtung der Belastungsentwicklung fand im Zeitraum Frühjahr 2013 bis Juni 2015 statt. In verschiedenen zeitlichen Abständen wurden an ausgewählten Messstellen im TGG im Anstrom der Förderbrunnen Grundwasserproben zur Klärung der Herkunft und des Ausmaßes sowie zur Einschätzung der Belastungsdauer gezogen (Abb. 7-14). Schlussfolgerung war, dass der Eintrag über Versickerung in der Fläche erfolgte. Direkteinträge konnten ausgeschlossen werden. Die Auswertungen wurden in entsprechenden Erörterungsterminen den Vertretern der Umweltbehörde des Landkreises, der unteren Wasserbehörde, des Gesundheitsamtes, der Landwirtschaftskammer Niedersachsen und des NLWKN vorgestellt und diskutiert sowie das weitere Vorgehen abgestimmt.

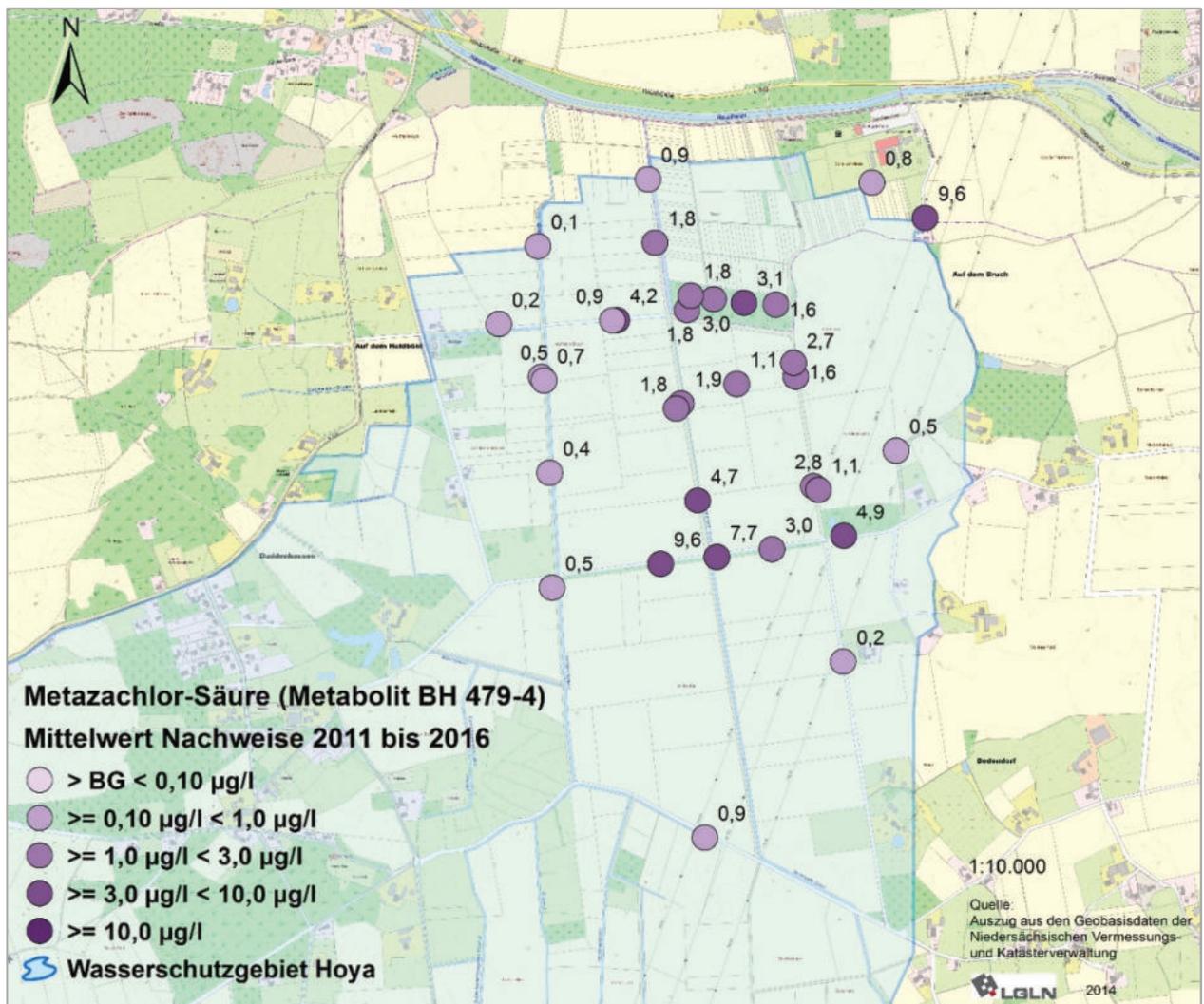


Abb. 7-14: WSG Hoya – Mittelwert der Nachweise Metazachlor-Säure 2011 bis 2016

Die Experten waren nach Auswertung der ersten Untersuchungen im Zeitraum 2013 - 2014 von einer baldigen Reduzierung der Belastungen in den Brunnen ausgegangen. Es gab zunächst unterschiedliche Aussagen von 2 bis 3 Jahren. Voraussetzung für diese Annahmen war, dass kein weiterer Eintrag der Ausgangssubstanzen erfolgt und sich keine Rückstände mehr in der ungesättigten Bodenzone befinden. Nach Analyse weiterer Untersuchungen im Jahr 2015 wurde diese Einschätzung nicht weiter aufrechterhalten. Es wurde deutlich, dass keine verlässlichen Aussagen zum zeitlichen Verlauf des Rückgangs der Belastungsentwicklung bei den o.g. Parametern möglich sind. Zur Beobachtung der Belastungen im Vorfeld der Brunnen wurden im Frühjahr 2015 insgesamt acht neue Grundwassermessstellen installiert und seither regelmäßig beprobt. Im Jahr zuvor konnte eine im TGG gelegene Grundstücksfläche erworben

werden. Dies ermöglicht eine direkte Einflussnahme auf die Flächenbewirtschaftung auch mit Blick auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln.

Es wird ein Monitoring im Grund- und Rohwasser von mindestens 10 Jahren für notwendig gehalten, um eine belastbare Prognose zum Konzentrationsverlauf zu erhalten. Für die Wasserversorgung Hoya war dies nicht darstellbar, da das Gesundheitsamt aufgrund der Stoffsummenkonzentration eine zeitnahe Reduzierung der nrM-Belastung gefordert hat. Außerdem war aufgrund der Kosten für den Zukauf von Fremdwasser eine zeitnahe Entscheidung über das weitere Vorgehen erforderlich.

#### 7.4.5 Erweiterung der Wasseraufbereitung mit einer Aktivkohlefilteranlage

Es stellte sich heraus, dass der bereits im November 2012 durchgeführte kleinmaßstäbliche

Versuch zur Elimination der nrM aus dem Rohwasser nach dem Aufbereitungsprozess nicht repräsentativ war. Es folgte die Planung einer großmaßstäblichen Anlage, die im Zeitraum März - Oktober 2013 betrieben wurde. Die Federführung lag bei der Purena GmbH, die verfahrenstechnische Betreuung sowie der Auswertungen beim VFTV e.V., Wolfenbüttel. Im Jahr 2014 fand eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der zukünftigen Varianten der Wasserversorgung statt. Abzuwägen war zwischen 1) dem Bau einer zusätzlichen Aufbereitungsstufe für die vollständige Eigenförderung, 2) anteiliger Eigenförderung mit Zumischung von Fremdwasser sowie 3) der vollständigen Aufgabe der Eigenförderung bei 100% Fremdbezug. Die Installation einer Aktivkohlefilteranlage hat sich im Ergebnis erheblich wirtschaftlicher dargestellt als die übrigen Alternativen. Nach Abschluss der weiteren Fundaufklärung und des Monitorings hat der Rat der Samtgemeinde Hoya am 14.12.2015 den Bau einer dreistufigen Aktivkohlefilteranlage zur Elimination der nrM beschlossen. Die Inbetriebnahme und Wiederaufnahme der vollständigen Eigenförderung erfolgte Anfang Juli 2017 (Abb.5).



Abb. 7-15: Wasserwerk Hoya – Filterkessel der Aktivkohleanlage (Foto SG Grafschaft Hoya)

#### 7.4.6 Kosten

Aufgrund der Rückstandsproblematik waren und sind erhebliche finanzielle Belastungen zu tragen, die sich in der Summe auf bislang etwa 1,87 Mio. € belaufen (Tab. 7-2).

Tab. 7-2: Kosten PSM-Rückstandsproblematik Wasserwerk Hoya

	Zeitraum	Betrag (netto)
Fremdbezugskosten Zumischung (Zumischungsverhältnis: zwischen 34 und 48 %)	09/2012 - Anfang 07/2017	865.500 €
Monatliche Wasseranalysen	09/2012 - Anfang 07/2017	31.500 €
Bau Vorfeldmessstellen	03/2015	17.900 €
Grunderwerb WEG	02/2014	75.000 €
Versuchsanlagen inkl. Analysen	2012-2013	31.700 €
Aktivkohlefilteranlage inkl. Schlußrechnungen	2016-2018	850.000 €
<b>Gesamt</b>		<b>1.871.600 €</b>

Wegen den hohen nrM-Konzentrationen in den Brunnen 2 bis 4 wurde die Eigenförderung grundsätzlich auf Brunnen 1 beschränkt. So konnte die Zumischung und damit der finanzielle Aufwand für den Zukauf von Fremdwasser so gering wie möglich gehalten werden. Obwohl die Problematik der Hoyaer Wasserversorgung bzgl. der nrM in den Grundwasserfördermengen zu den am besten dokumentierten und begleiteten Beispielen zählt und sich damit deutschlandweit hervorhebt, konnten trotz aller Anstrengungen weder aus dem öffentlichen noch privaten Bereich Förder- bzw. Forschungsmittel für die Entwicklung einer Aufbereitungsmöglichkeit generiert werden.

Die Kosten waren mit Ausnahme der Fundaufklärung und daran geknüpften Monitoringkosten ausschließlich vom Eigenbetrieb und somit von den Kunden zu tragen. Die Bevölkerung wurde von Beginn an fortlaufend über eine Vielzahl von Pressemitteilungen und öffentlichen Sitzungen transparent über die Situation informiert. Im Wesentlichen war und ist der Eigenbetrieb mit der Problemlage sowohl fachlich als auch finanziell auf sich gestellt.

### 7.4.7 Ausblick

Die dreistufig installierte Aktivkohleanlage läuft besser als mit der Versuchsanlage prognostiziert. Um die Aufbereitungstechnik weiter zu entwickeln wurde der dreistufigen Aktivkohleanlage

ein weiterer Versuchsfilter mit einer Leistung von 25 m<sup>3</sup>/h nachgeschaltet. Ziel ist es, mit anderen Filtermaterialien die Erkenntnisse zu erweitern. Die ersten Ergebnisse sind sehr gut. Nach ca. zwei Jahren werden abschließende Auswertungen zur Weiterentwicklung vorliegen.

Der Schutz des Grundwassers und somit des Trinkwassers ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe. Die Trinkwassergewinnung über das Wasserwerk Hoya ist seit 2011 geprägt von Belastungen mit nicht relevanten Metaboliten in allen vier betriebenen Förderbrunnen. Verschiedene Maßnahmen in der Flächenbewirtschaftung, dem GW-Monitoring und letztlich in der Aufbereitung mittels Aktivkohlefilter helfen dabei, die Emissionen zu reduzieren und die Gesundheitlichen Orientierungswerte im Trinkwasser einzuhalten. Es gilt, die wichtigste Lebensgrundlage auch für die nächsten Generationen nachhaltig und zu erschwinglichen Preisen zu sichern. Die Wasserversorger sollten der dauerhaften Unterstützung aller gewiss sein.

#### Literatur

BASF SE (2018) Fundaufklärung im Rahmen der Zulassung durch BASF SE, Ludwigshafen

Purena GmbH (2018) Diagramme Metaboliten über das Labor des VFTV e.V.

WVGW (2012) Die neue Trinkwasserverordnung

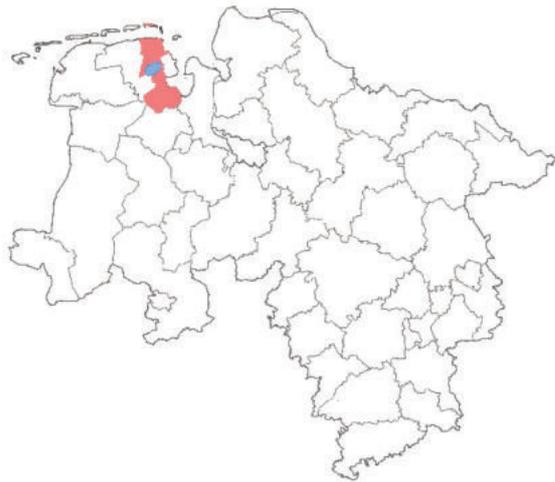
UCL GmbH (2018) Prüfbericht für die Wasserversorgung der Samtgemeinde Grafschaft Hoya

WTI GmbH (2018) Prüfbericht für die Wasserversorgung der Samtgemeinde Grafschaft Hoya

## 7.5 Fallbeispiel WSG Feldhausen – Kooperation Trinkwasserschutz und PSM-Nachweise

GEW Wilhelmshaven GmbH,  
Harald Feith

GeoDienste GmbH, Wunstorf, Dr. Axel Rogge,  
Michael Scharfenberg



### 7.5.1 Gebietsbeschreibung

Die GEW Wilhelmshaven GmbH (GEW) betreibt in den Landkreisen Friesland und Wittmund die Wasserwerke Feldhausen und Kleinhorsten zur öffentlichen Trinkwasserversorgung. Die wasserrechtlich genehmigte Entnahmemenge für Grundwasser in den beiden Wasserschutzgebieten (WSG) beträgt insgesamt fast 16 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr. Ein wesentlicher Bestandteil der Trinkwassergewinnung ist die Kontrolle der Wasserqualität und damit die regelmäßige Analytik des in den Brunnen geförderten Wassers sowie an zahlreichen Grundwassermessstellen in den

Einzugsgebieten der Brunnen auf eine Vielzahl von Parametern. Dazu gehören aktuell u.a. rund 60 Pflanzenschutzwirkstoffe und deren Metaboliten. Innerhalb der Gewinnungsgebiete der Wasserwerke kommt eine große Zahl verschiedener Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen zum Einsatz.

Es wirtschaften rund 220 landwirtschaftliche Betriebe mit den Schwerpunkten Rindviehhaltung und Milcherzeugung auf 3.060 ha landwirtschaftlichen Nutzflächen im WSG Feldhausen und 1.730 ha im WSG Kleinhorsten. In beiden Gebieten dominiert der Futteranbau. Daraus resultiert ein hoher Grünlandanteil. In den vergangenen Jahren ist der Maisanbau zu Lasten des Grünlandanteiles durch erhöhten Futterbedarf gestiegen. Im Detail stellt sich die Aufteilung des Anbaus in den beiden Schutzgebieten für das Jahr 2017 folgendermaßen dar:

Feldhausen: 75 % Grünland, 18 % Mais, 7 % Sommer- und Wintergetreide.

Kleinhorsten: 48,5 % Grünland, 37 % Mais, 10 % Getreide.

### 7.5.2 Belastungssituation

Nach ersten Befunden von PSM und nicht relevanten Metaboliten (nrM) ab Mitte der 1990er Jahre und darauffolgenden weiteren Untersuchungen gibt es in beiden TGG seit 2013 ein umfassendes Monitoring von Wirkstoffen und deren Metaboliten. Darüber hinaus dient die Datenerhebung zur Fundaufklärung hinsichtlich der Einträge der PSM in den Grundwasserleiter. Am Beispiel des TGG Feldhausen ist in der Abbildung 7-16 das zugehörige Grundwassermessstellennetz mit den auf PSM und nrM untersuchten Messstellen dargestellt.

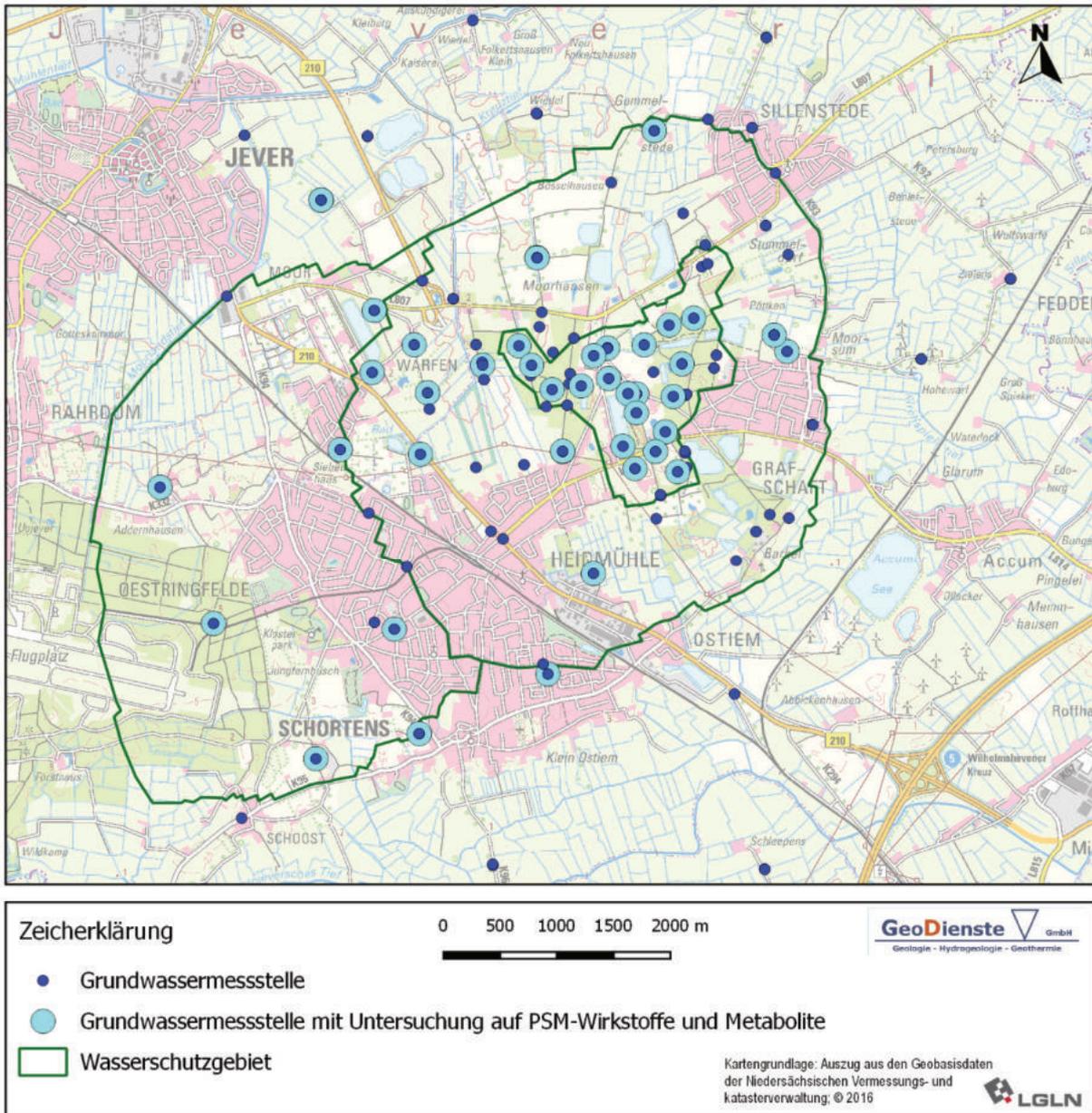


Abb. 7-16: GW-Messstellennetz des TGG Feldhausen mit PSM-Untersuchungen

In Abbildung 7-17 sind alle Grundwassermessstellen (GWM) mit und ohne Befunde von Wirkstoffen bzw. relevanten Metaboliten und nicht relevanten Metaboliten dargestellt.

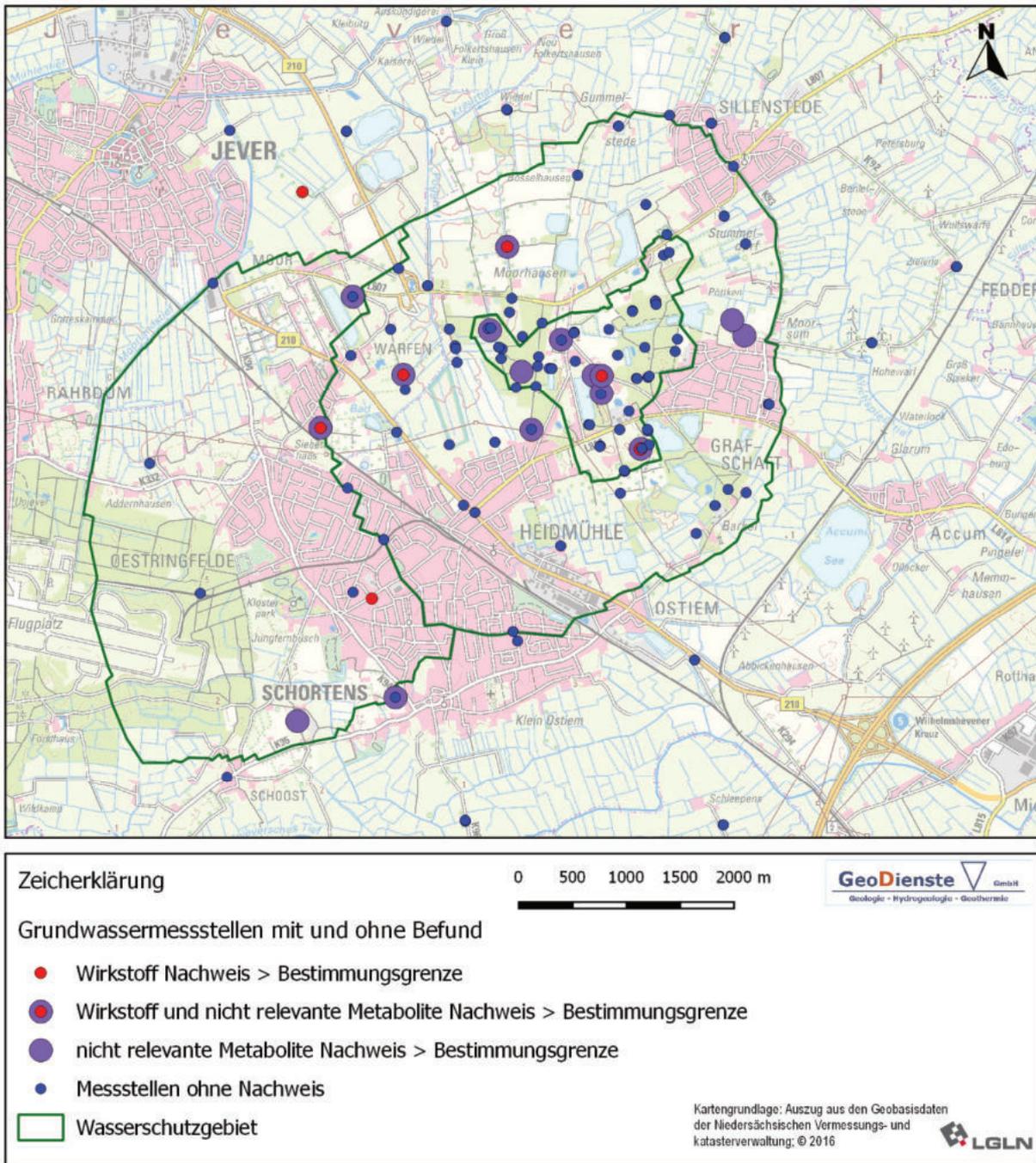


Abb. 7-17: Grundwassermessstellen mit und ohne PSM-Befunde (Zeitraum 2000-2016)

Von den 27 untersuchten GWM wurden in sieben GWM Wirkstoffe nachgewiesen wobei in drei Messstellen Wirkstoffsummenkonzentrationen über 0,5 µg/l (Grenzwert nach Trinkwasserverordnung) gemessen werden. In zehn GWM liegen Nachweise für nrM vor. In sechs der 18 Förderbrunnen werden nrM in Konzentrationen unterhalb der jeweiligen GOW ermittelt. Für Wirkstoffe liegen in den Brunnen keine Befunde vor.

Bei Auswertung und Maßnahmenplanung ist grundsätzlich das Raum-Zeit-Verhalten von Stoffeinträgen über den Boden in das Grundwasser zu berücksichtigen. Die Verlagerung und

der Um- oder Abbau von Wirkstoffen in der ungesättigten Zone sind im Wesentlichen abhängig von der Bodenart, der Durchlässigkeit des Bodens, dem Flurabstand und dem Niederschlag. Dazu kommt der Transport mit der Fließgeschwindigkeit im Grundwasserleiter. Daraus resultiert die Gesamtzeit des Stofftransportes vom Eintrag auf der Nutzfläche bis zur Messstelle, die viele Jahre betragen kann.

### 7.5.3 Schutzkonzept und Maßnahmen

Mit dem Ziel die Qualität des Grundwassers für die Trinkwassergewinnungsgebiete Feldhausen und Kleinhorsten vorbeugend und langfristig zu sichern besteht seit 1993 eine aktive landwirtschaftliche Kooperation unter Leitung des Landes Niedersachsen. Seit 2007 erfolgt die Kooperation eigenverantwortlich durch die GEW mit einer vertraglich vereinbarten Unterstützung durch den NLWKN. Diese beinhaltet eine umfassende Betreuung der Bewirtschafter der Flächen mit einer Teilnahme der Landwirte auf freiwilliger Basis. Die daraus erarbeiteten freiwilligen Vereinbarungen (FV) und die Beratung sollen zum Erhalt und zur Verbesserung der Grundwasserqualität eine Minimierung der Einträge von Nitrat und Pflanzenschutzmitteln (PSM) in das Grundwasser erreichen. Basis ist die „gute fachliche Praxis“. Die Auflagen der angebotenen FV gehen dabei teils über die gute fachliche Praxis hinaus.

Für eine zielgerichtete Beratung und Platzierung von Grundwasserschutzmaßnahmen erfolgte eine räumliche innergebietliche Prioritätensetzung, die die Ausarbeitung von Austragsgefährdungskarten beinhaltete (Agrar-Umwelt-Beratung INGUS).

Ein Beispiel für die erfolgreiche Projektarbeit in Zusammenhang mit der Nutzungsänderung auf landwirtschaftlich geprägten Flächen und damit einhergehender Reduzierung der Konzentrationen von Metaboliten im Grundwasser im Abstrom der Fläche liefert folgende Darstellung:

Auf einer Fläche im TGG Feldhausen wurde von 2006 bis 2016 Futtermais angebaut. Sowohl in der im Grundwasserabstrom der Fläche gelegenen Grundwassermessstelle sowie in einem in unmittelbarer Nähe befindlichen Förderbrunnen des WW Feldhausen wurden mit Beginn der Untersuchungen in 2013 verschiedene Metaboliten von S-Metolachlor nachgewiesen. Der Wirkstoff ist ein Herbizid, das gegen verschiedene Unkräuter und -gräser vorwiegend in Maisfeldern eingesetzt wird. Im Grundwasser im Abstrom von Maisfeldern werden häufig, wie auch in diesem Fall, fünf Metaboliten von S-Metolachlor nachgewiesen. Die Konzentrationen in der Grundwassermessstelle lagen hier bei 80 % der Messungen oberhalb des jeweiligen gesundheitlichen Orientierungswertes (GOW).

Nach der Flächenstilllegung und der folgenden Winterbegrünung ab dem Jahr 2017 erfolgten keine weiteren PSM-Anwendungen mehr. Seitdem besteht auf der Fläche eine Grünlandmischung ohne weitere Düngung. Aufgrund des gut durchlässigen sandigen Untergrundes in dem Bereich und der Nähe zu der Fläche, konnten sich die Auswirkungen in der Grundwassermessstelle (Filtertiefe 8,5 bis 10,5 m u. GOK, mittlerer Flurabstand rd. 4 m) rasch abzeichnen (s. Abb. 7-18). Mitte 2018 lag nur noch einer von fünf Messwerten oberhalb des zugehörigen GOW. Die Summe der nrM ist um rd. 85 % geringer.

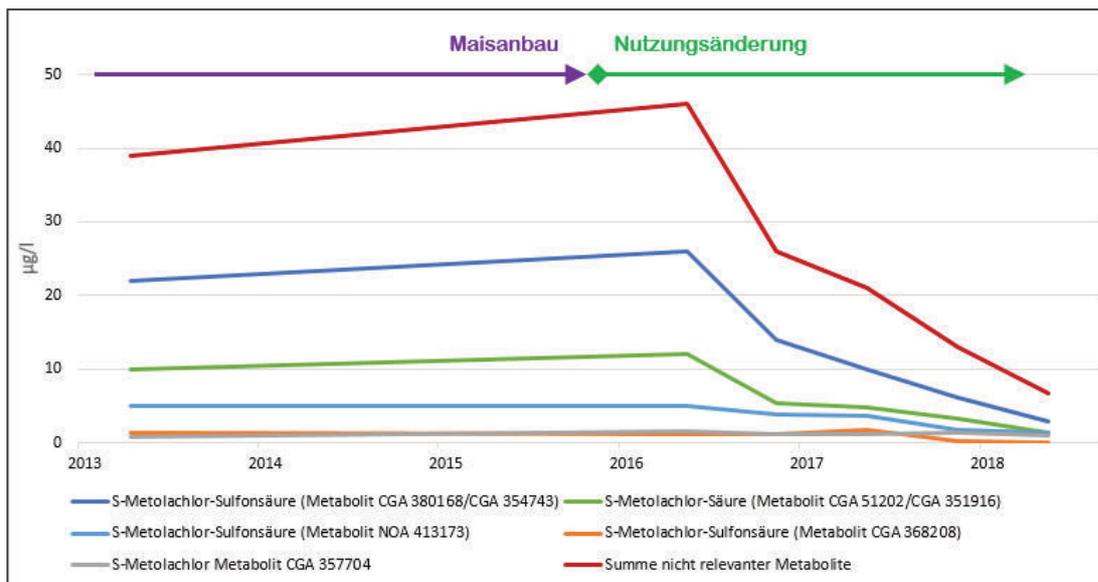


Abb. 7-18: Konzentrationsentwicklung von PSM-Metaboliten im Grundwasser nach Nutzungsänderung auf der landwirtschaftlichen Fläche

### 7.5.4 Kooperationsarbeit

Zum Erreichen der Ziele, der Reduzierung der Schadstoffgehalte im Grundwasser, werden Gruppenveranstaltungen zum Grundwasserschutz mit den Flächenbewirtschaftern in den TGG abgehalten. Kooperationen sind freiwillige Vereinbarungen eines Wasserversorgers mit den in seinem Schutz- und Einzugsgebiet wirtschaftenden Landwirten. Im Rahmen der Kooperationsitzungen werden bereits seit über 10 Jahren auch die Monitoringergebnisse zu Pflanzenschutzwirkstoffen und -metaboliten vorgestellt und diskutiert, der Themenkomplex hat sich neben Nitrat zu einer festen Größe bei der Verbesserung der Sickerwasser- bzw. Grundwasserqualität entwickelt. Es werden regelmäßig Informationen über Rundschreiben durch die Landwirtschaftskammer und die GEW mit Hinweisen zu PSM verteilt. Für die Bewirtschafter bestehen Möglichkeiten der Kontaktaufnahme zur Abfrage von individueller Beratung durch Wasserschutzberater bzw. Fachberater zum Ökolandbau und Pflanzenschutz. Der Themenbereich PSM soll zukünftig weiter vertieft werden.

### 7.5.5 Kosten und Ausblick

Der Arbeits- und Kostenaufwand für die Bearbeitung der PSM-Problematik ist erheblich.

Er setzt sich für die beiden TGG im Wesentlichen zusammen aus: Probenahme und Analytik ca. 20.000,- € pro Jahr (2018), Auswertung und Interpretation, Jahresberichte ca. 2.800,- € pro Jahr (2018) sowie Maßnahmen, Kooperation (Organisation, Versammlungen), Erstellung von Stofftransportmodellen oder Flächenkauf. Der Bau von Ersatzbrunnen und/oder Aufbereitungsanlagen als letztes Mittel sind bislang noch nicht erforderlich geworden, würden aber einen erheblichen technischen und finanziellen Aufwand sowie einen großen Eingriff in die Wasseraufbereitung bedeuten.

Ökologisch und ökonomisch weitaus sinnvoller erscheint die präventive Zusammenarbeit mit den Flächenbewirtschaftern und der Wasserschutzberatung – dieser Weg soll weiterhin mit dem Ziel der Trendumkehr beschrritten werden, allerdings ist eine praxisnahe Entwicklung von geeigneten freiwilligen Vereinbarungen voranzubringen. Eine umfassende Kostenbeteiligung der Zulassungsinhaber von PSM-Wirkstoffen wäre wünschenswert. Die Zulassungsinhaber sind ebenfalls gefordert, durch weitergehende Forschung besser abbaubare Wirkstoffe – ohne Metabolisierung zu entwickeln, die das Grundwasser nachweislich nicht kontaminieren, darauf sind auch die Zulassungsverfahren auszurichten.

Der kooperative Grundwasserschutz bestimmt in den von der GEW Wilhelmshaven GmbH bewirtschafteten TGG Feldhausen und Kleinhorsten seit über 20 Jahren die gute Zusammenarbeit mit den Flächenbewirtschaftern und der Wasserschutzberatung. Unter dem Aspekt von vereinzelt Funden von Wirkstoffen im Grundwasser, aber insbesondere von den sehr viel häufigeren Nachweisen von nicht relevanten Metaboliten – auch in einigen Förderbrunnen – ist das GW-Monitoring in den letzten Jahren verdichtet worden. Präventive Maßnahmen zur Verminderung von PSM-Emissionen finden zunehmend Eingang in die Bewirtschaftung der TGG und in das Schutzkonzept. Um Erfolge wie z.B. eine Trendumkehr der Belastungen zu erzielen, sind geeignete Maßnahmen zu entwickeln, die praxisnah umgesetzt werden können.

#### Literatur

GeoDienste GmbH (2013 ff.): Hydrogeologische Jahresberichte 2012-2018 zur Grundwasserförderung der GEW für das Wasserwerk Feldhausen (unveröff.); Wunstorf.

GeoDienste GmbH (2010): Hydrogeologisches Gutachten zum Antrag auf Erteilung einer wasserrechtlichen Bewilligung gemäß § 8 WHG zur Entnahme von Grundwasser für das Wasserwerk Feldhausen durch die GEW Wilhelmshaven GmbH; Garbsen.

## 7.6 Fallbeispiel TGG Dulonsberg – Entwicklung und Umsetzung von präventiven Pflanzenschutzmittel Minderungs- und Schutzmaßnahmen

Wasserverband Wingst,  
Alfred Warnke

Gerics Ingenieure GmbH, Dr. Sebastian Pagenkemper, Dr. Hartmut Gerics



### 7.6.1 Gebietsbeschreibung

Das TGG Dulonsberg liegt im Landkreis Cuxhaven und ist der Kooperation Trinkwasser Land Hadeln zugehörig. In dem 324 ha großen Wasserschutzgebiet wurden vom Wasserverband Wingst im Jahr 2018 ca. 409.000 m<sup>3</sup> Wasser zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung gefördert. Die vier Förderbrunnen (DHB 1 bis 4) sind in einer Tiefe zwischen 39 und 72,5 m verfiltert. Die Region ist seit Jahrzehnten durch einen intensiven Futterbau geprägt. Die landwirtschaftliche Fläche des TGG von rund 139 ha, wird dementsprechend nahezu ausschließlich zur Grobfuttererzeugung genutzt: D.h. 50 % Dauergrünland und Feldgras, 40 % Mais (= 85 % der Ackerfläche). Der Maisanbau erfolgt somit überwiegend im Selbstanbau ohne Fruchtwechsel. Im TGG Dulonsberg liegen drei Grundwassermessstellen, deren Ergebnisse im Monitoring erfasst werden. Abbildung 7-19 stellt die hydrogeologische Abgrenzung bei einer Entnahme von 0,5 Mio. m<sup>3</sup> Grundwasser pro Jahr mit den Grundwassermessstellen und den zugehörigen Eintragsflächen G1-DU15, G4-DU28 sowie A4-DU18 dar.

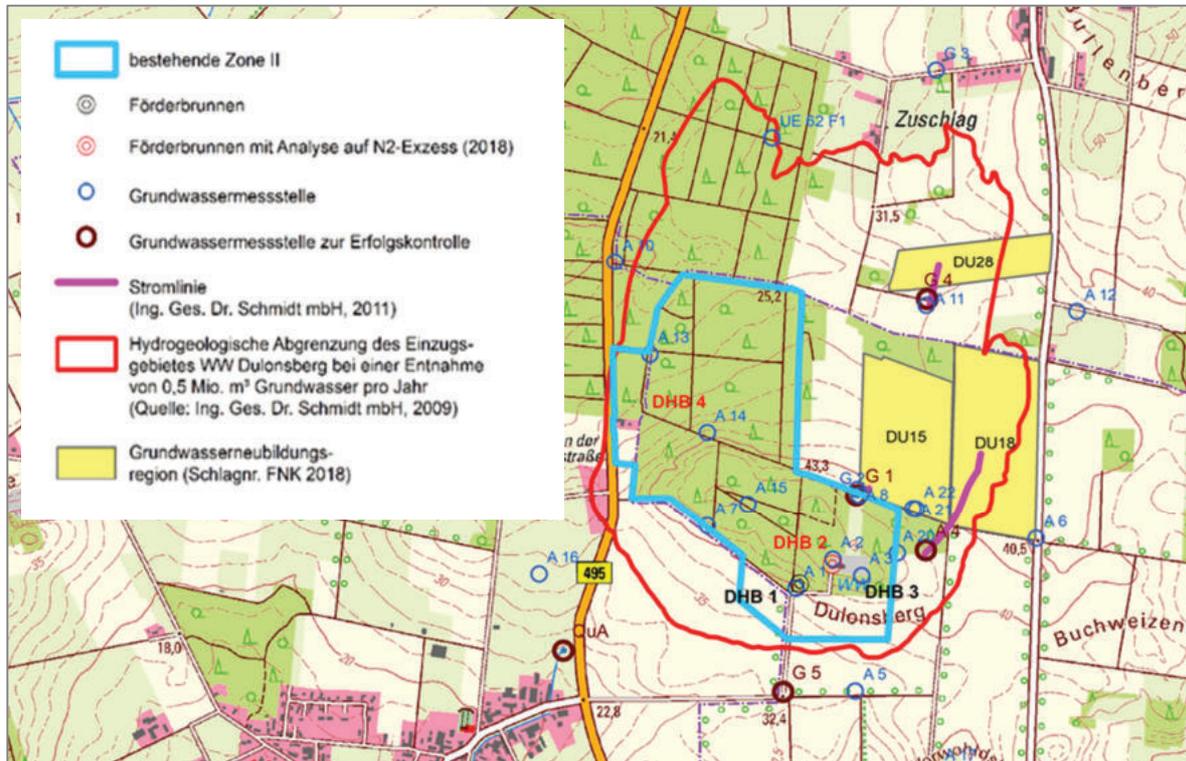


Abb. 7-19: Übersichtskarte der hydrogeologischen Abgrenzung des Einzugsgebietes WW Dulonsberg (Quelle: Ing. Ges. Dr. Schmidt mbH, 2009)

## 7.6.2 GW-Monitoring und Belastungssituation

Seit dem Jahre 2011 wird im Auftrag der WVU der Kooperation TW Land Hadeln ein GW-Monitoring auf Pflanzenschutzwirkstoffe und -metaboliten gemäß Landesliste durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass sich innerhalb von 7 Jahren die Konzentrationen von nicht relevanten Metaboliten (nrM) des Wirkstoffes S-Metolachlor (Mais-Herbizid) verdreifacht haben. Tabelle 7-3 zeigt beispielhaft den über die Jahre 2011, 2015

und 2018 ansteigenden Trend des Mittelwertes der Konzentration der S-Metolachlor-Sulfonsäure in µg/l in den vier TGG der Kooperation TW Land Hadeln. Dabei hat sich der Mittelwert von 0,82 µg/l im Jahr 2011 über 1,12 µg/l im Jahr 2015 hin zu 3,27 µg/l im Jahr 2018 entwickelt, was die Relevanz der Betrachtung der nrM verdeutlicht. Es wurden bisher 15 Nachweise mit einer Überschreitung des gesundheitlichen Orientierungswertes (GOW), der bei 3,0 µg/l liegt, geführt und somit liegt erstmals der Mittelwert der Funde aller Gebiete der Kooperation im Jahr 2018 über dem GOW.

Tab. 7-3: Funde des nicht relevanten Metaboliten (nrM) S-Metolachlor-Sulfonsäure (CGA 354743) als Mittelwert der TGG Dulonsberg DU, Wingst WI, Wanna WA und Altenwalde AL für die Jahre 2011, 2015 und 2018

Nicht relevanter Metabolit	Anzahl Nachweis	GOW [µg/l]	TGG	2011	2015	2018
				Mittelwert [µg/l]		
S-Metolachlor-Sulfonsäure (CGA 354743)	15	3,0	DU, WI, WA, AL	0,82	1,12	<b>3,27</b>

In Tabelle 7-4 sind die Grundwassermessstellen (GWM) mit Filtertiefen und der zugehörigen Eintragsfläche sowie den Funden der drei bedeutendsten nrM von S-Metolachlor dargestellt. Interessant sind die dazugehörigen Funde, die sehr deutlich in Abhängigkeit der Filtertiefe darstellen lassen. Zugleich kann eine Verbindung zwischen dem Maisanteil der 20-jährigen Fruchtfolge auf der Eintragsfläche und den Funden gezogen werden, was natürlich abhängig von der entsprechenden Mittelanwendung ist.

Tendenziell weisen die Standorte mit kurzer Fließstrecke und hohem Maisanteil in der Fruchtfolge höhere Konzentrationen der nrM auf, als im Vergleich dazu stehende Flächen, die eine größere Filtertiefe haben und auf denen in der Fruchtfolge andere Kulturen angebaut wurden, wie z.B. bei G1 und G4. Zukünftig kann in Abhängigkeit des durchschnittlichen Flurabstandes (Distanz zw. Geländeoberkante und Wasserstand) und der vorangegangenen Bewirtschaftung mit einem weiteren Anstieg der nrM Funde gerechnet werden.

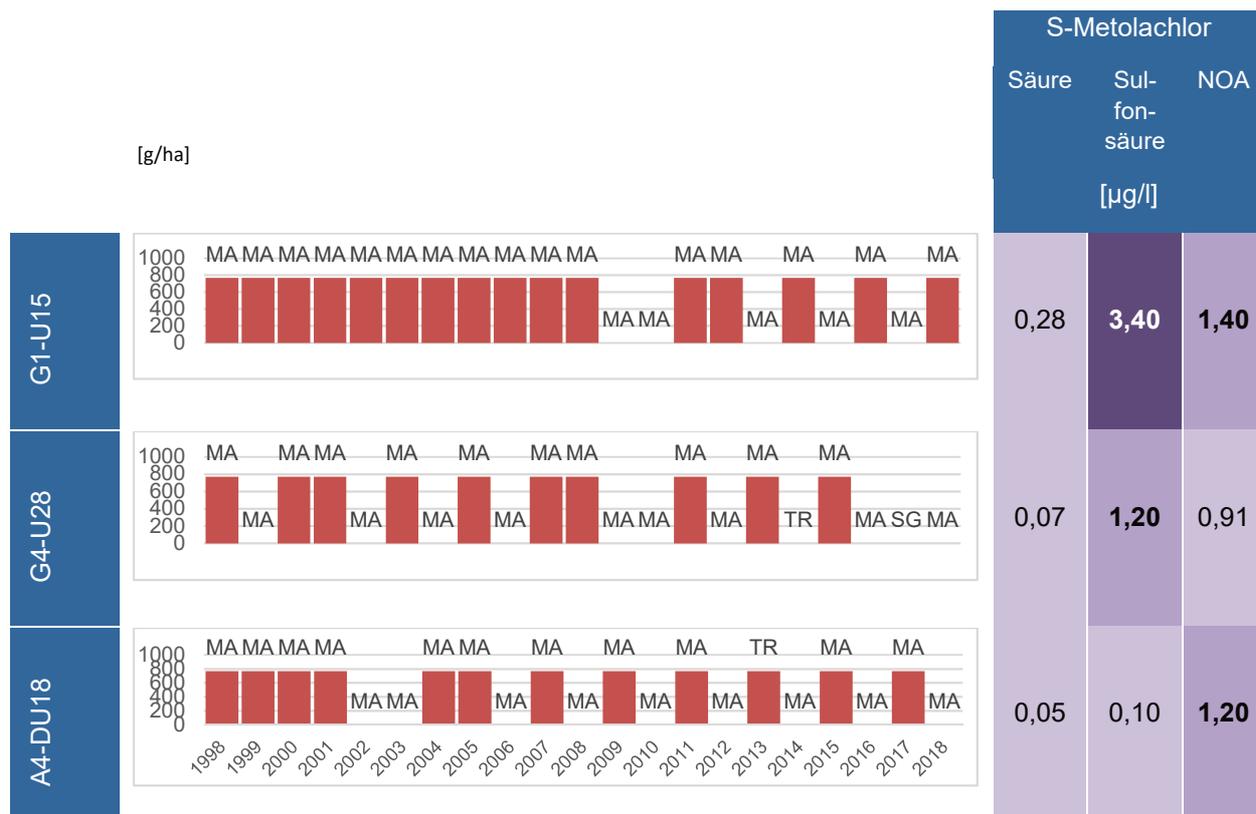
Tab. 7-4: Ergebnisse der Funde nicht relevanter Metaboliten (nrM) von S-Metolachlor des Grundwasser-Monitorings 2018 mit den zugehörigen Eintragsflächen

Grundwassermessstelle			Eintragsfläche		S-Metolachlor-Carbonsäure	S-Metolachlor-Sulfonsäure	S-Metolachlor NOA
Bezeichnung	Filtertiefe [m]	Ø-Flurabstand [mNN]	Bezeichnung	Maisanteil* [%]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]
G1	36,0	34,2	DU 15	100	0,28	<b>3,40</b>	1,40
G4	22,0	18,5	DU 28	81	0,07	1,20	0,91
A4	40,0	34,2	DU 18	95	0,05	0,10	1,20

Für die Grundwassermessstellen im TGG Dulonsberg ist der Wirkstoffeinsatz in der 20-jährigen Fruchtfolge der Eintragsflächen im Zusammenhang der nrM-Funde dargestellt (Tabelle 7-5). Wie es bei der GWM G1-DU15 (36 m Filtertiefe) zu sehen ist, gibt es einen signifikanten Zusammenhang der engen Mais-Fruchtfolge, dem Einsatz S-Metolachlor-haltiger Produkte und den sich daraus ergebenden nrM

Funden mit 2 Überschreitungen des GOW. Das Beispiel der Messstelle G4-DU28 (22 m Filtertiefe) zeigt, dass sich bei geringerer Filtertiefe die Fruchtfolge der letzten Jahre sowie die Mittelrotation während der letzten 20 Jahre positiv auf die nrM-Funde auswirken können. In den letzten beiden Maisanbaujahren (2017 und 2018) wurde bereits eine mechanische Unkrautbekämpfung mit einer Maishacke durchgeführt.

Tab. 7-5: Vereinfachte Darstellung des S-Metolachlor-Einsatzes (g/ha) auf Eintragsflächen im TGG Dulonsberg sowie den zugehörigen nrM-Messwerten in Abhängigkeit der Fruchtfolge v. 1998 bis 2018 sowie dem entsprechenden Einsatz der Produkte



Folglich sind für zukünftige Funde Faktoren wie die Filtertiefe, Verlagerungsstrecke, Mittelanwendung (Rotation der Wirkstoffe) und die Fruchtfolge der zurückliegenden Jahre von Relevanz, die jedoch nicht mehr beeinflusst werden können.

### 7.6.3 Perspektiven und Maßnahmen

Eine Extensivierung der Flächennutzung, ökologische Landwirtschaft oder gar Flächenstilllegung sind für die Betriebe der Region keine realistisch umzusetzenden Optionen, ohne ihre wirtschaftliche Existenz zu gefährden. Die Herausforderung ist es, Maßnahmen und Lösungswege zu finden, die das Fortbestehen der Landwirtschaft und den Grundwasserschutz gleichermaßen ermöglichen.

Die bisherigen Ergebnisse haben gezeigt, dass unter den gegebenen hydrologischen und bodenkundlichen Voraussetzungen die Konzentrationen der nachgewiesenen nrM im Rohwasser in den kommenden Jahren weiter ansteigen werden. Die Eintragsänderungen sind in den Grundwassermessstellen, je nach Filtertiefe, innerhalb von wenigen Jahren bis zu mehreren Jahrzehnten zu erwarten. Folgerichtig sollen notwendige Maßnahmen ergriffen werden, die großflächig eine Veränderung des Pflanzenschutzes im Maisanbau bedeuten.

#### Splitting der Anwendungen und Rotation der Wirkstoffe

Grundsätzlich wird auch seitens der Landwirtschaftskammer Niedersachsen eine Aufteilung

der Maßnahmen in einer Spritzfolge sowie eine Rotation der Wirkstoffe empfohlen. Besonders bei einer frühen Aussaat auf humusreichen Standorten und erhöhtem Storchschnabel- und Hirsedruck überwiegen hier die Vorteile. Prinzipiell werden 30 bis 50 % der maximal zugelassenen Aufwandmenge bei der Erstbehandlung und eine obligatorische Nachlage empfohlen, wobei sich die Kosten mit denen einer Einzelbehandlung decken. Vorteilhaft ist hier die Möglichkeit des Einsatzes der Maishacke als zweite Maßnahme. Beim Verzicht der Anwendung von S-Metolachlor-haltigen Produkten wird sogar zwingend ein Splitting in Kombination mit

Bodenschutzmaßnahmen durch die Nutzung einer Untersaat angeraten.

#### Anwendungsverbot / freiwilliger Verzicht von bestimmten Pflanzenschutzmitteln

Genannt sei hier die freiwillige Vereinbarung I.L „Grundwasserschonender Pflanzenschutz“ (ehemals I.N – freiwilliger Verzicht oder Substitution der gefundenen Wirkstoffe im TGG). Bei der Vielfalt der herbiziden Wirkstoffgruppen, sowie den unterschiedlichen Wirkmechanismen sind mittlerweile Produkte verfügbar, bei denen das Resistenzrisiko gegen Gräserarten sehr gering ist (Tabelle 7-6).

Tab. 7-6: Übersicht der verfügbaren Pflanzenschutzmittel für den Maisanbau ohne die Wirkstoffe S-Metolachlor und Terbutylazin

Produkt	Wirkstoff	Wirkungsweise	Kosten €/ha
Adengo	Isoxaflutole + Thiencarbonazone	Enzymhemmer	50
Stomp Aqua	Pendimethalin	Zellwachstumshemmer	40
Spec. Plus	Dimethenamid+Pendimethalin	Enzymhemmer	55
Laudis	Tembotrione, Isoxadifen-ethyl	Carotinoidsynthesehemmer	66
Callisto	Mesotrione	Carotinoidsynthesehemmer	48-72

Am nachfolgenden Beispiel in Tabelle 7-7 ist der Einsatz eines alternativen nicht-S-Metolachlor-haltigen Produktes im Maisanbau dargestellt. Daraus geht hervor, dass die entstehenden Kosten beim Einsatz alternativer Mittel im über-

schaubaren Rahmen bleiben und somit zumindest in Hinblick auf die Kosten der Mittel bei Anwendungsverzicht oder Rotation keine Nachteile entstehen. Berücksichtigt werden müssen dennoch eventuelle Mindererträge und Qualitätsminderungen.

Tab. 7-7: Rechenbeispiel für den Einsatz alternativer Wirkstoffe zur Unkrautbekämpfung im Mais mit dem daraus resultierenden Ausgleichsbetrag (Quelle: LWK Nds. Blaubuch Erntejahr 2017/2018)

Standardmittel					Alternativmittel				Differenz	
Mittel	Dosis	Kosten	Häufigkeit	Ant. Kosten	Mittel	Dosis	Kosten	Häufigkeit		
	[l/ha]	[€/ha]	[%]	[€/ha]		[l/ha]	[€/ha]	[%]	[€/ha]	
Zintan Platin Plus Pack + Peak	2,75+0,02	102,76	50	51,38	Successor Top	4+1	116,03	50	58,02	
Elumis Extra Pack	4,0	94,72	50	47,36	Laudis Aspect Pack	3,5	99,13	50	49,56	
			Summe	98,74				Summe	107,58	
									Ausgleichsbetrag [€]	8,84

## Einsatz der Maishacke in Kombination mit Anpassung der Spritzfolge und Aufwandsmengen

Der Einsatz der Maishacke ist im TGG Dulonsberg bzw. in den TGG der Kooperation TW Land Hadeln als freiwillige Vereinbarung i.L. „Gewässerschonender Pflanzenschutz“ aufgegriffen worden (Abbildung 7-20). Diese Vereinbarung

schließt den S-Metolachlor- und Terbutylazinverzicht mit ein und fordert sowohl den Nachweis der Anwendung von alternativen Präparaten durch Kaufbelege als auch den Einsatz einer Maishacke zur mechanischen Unkrautbekämpfung. Zusätzlich kann beim Einsatz der Maishacke die Aussaat einer Untersaat durchgeführt werden.



Abb. 7-20: Einsatz der Maishacke auf einer Fläche im TGG Dulonsberg (Foto Geries Ingenieure GmbH)

Kombiniert werden kann diese Vereinbarung mit der Maßnahme I.E. „Untersaat in Mais“ (Ausgleichsbetrag 50 €/ha). Dem Betriebsleiter wird ein Ausgleichsbetrag von 56 €/ha bei Verzicht der benannten Wirkstoffe gewährt, der sich bei Hackeinsatz und gleichzeitiger Ausbringung einer Untersaat auf 206 €/ha erhöht. Hier ist die Anrechnung der Untersaat als ökologische Vorrangfläche zu beachten, wodurch sich der Ausgleichsbetrag um 75 €/ha reduziert.

### Berücksichtigung einer weiten Fruchtfolge

Eine weitere Möglichkeit wäre die Erweiterung der Fruchtfolge. Zusätzliche Kulturen und somit eine breitere Aufstellung der einzusetzenden PSM führen zu einer Entzerrung der Anwendungshäufigkeit zu einzelnen Kulturen. Folglich ergibt sich automatisch eine Rotation der Wirkstoffe auf dem Betrieb, sofern die klassische

Mais-Monokultur Abfolge durch z.B. für den Standort geeignetes Getreide unterbrochen wird. Bedacht werden muss an dieser Stelle jedoch der entsprechend notwendige Grobfutterzukauf für das Milchvieh, sofern die Anbaufläche von Silomais, zu Gunsten von Getreide, reduziert wird. Denkbar wäre folglich eine Erweiterung der Fruchtfolge durch gezielten Ackerfutterbau. Hierbei könnte die Futterrübe eine entscheidende Rolle spielen. Betrachtet man eine gesamtbetriebliche Fruchtfolge über mehrere Jahre, so kann in einer klugen Rotation der Gesamtdeckungsbeitrag aller Kulturen besser sein, als in einer reinen Maisfruchtfolge. In jeglicher Hinsicht muss aber der Betriebsleiter von dieser Umstellung und dem positiven Nutzen überzeugt sein, damit ein Erfolg einer Fruchtfolgeumstellung garantiert ist.

## 7.6.4 Fazit

Es besteht eine große Bandbreite an Möglichkeiten, die mitunter sogar in Kombinationen anzuwenden sind, um den landwirtschaftlichen Betriebsleitern Möglichkeiten eines gewässerschonenden Pflanzenschutzes nahe zu bringen.

Die jeweiligen Wasserschutz Beratungsinstitutionen sind gemeinsam mit der Fachbehörde in der Lage, individuelle Berechnungen für Pflanzenschutzstrategien durchzuführen, um z.B. im Maisanbau S-Metolachlor-Einträge zu vermeiden.

Im Trinkwassergewinnungsgebiet Dulonsberg, eingebettet in die Kooperation TW Land Hadeln, entwickeln die Akteure verschiedene Maßnahmen und Aktivitäten, um den integrierten Pflanzenschutz verstärkt in Hinblick auf den Grundwasserschutz umzusetzen. Dabei steht nicht alleinig der komplette Verzicht auf chemische Pflanzenschutzmittel im Vordergrund, sondern vielmehr die Kombination und der clevere Einsatz der biologischen, mechanischen und chemischen Pflanzenschutzmittel.

In dieser Futterbauregion mit hohem Silomaisanteil in der Fruchtfolge und der Anbaufläche, steht besonders der herbizide Wirkstoff S-Metolachlor im Fokus, dessen nrM-Funde bereits in einem langjährig bestehenden Grundwassermonitoring dokumentiert wurden. Für die Landwirte des TGG stehen jetzt sowohl Wirtschaftlichkeit als auch die praktische Umsetzbarkeit der Maßnahmen im Vordergrund, um zukünftig die Einträge von PSM in das Grundwasser zu vermeiden. Dabei sind eine angepasste Fruchtfolge, die Rotation der PSM, der Einsatz der Maishacke in Kombination mit Untersaatenanbau und ebenso eine ausreichend finanziell ausgestattete Kooperation, zur Finanzierung der notwendigen freiwilligen Vereinbarungen, essenziell für das Gelingen der gemeinsamen Ziele.

### Literatur

Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH (2013): Hydrogeologisches Gutachten zur Grundwasserentnahme für das Wasserwerk Dulonsberg. Bericht Nr. 12 – 23714

Geries Ing. GmbH (2018): Abschlussbericht gem. §5 Absatz 4 des Rahmenvertrages zwischen dem Wasserversorgungsunternehmen Wasserverband Wingst und dem NLWKN vom 11.12.2012 über die Gewässerschutzberatung 2013 bis 2017 in den TGG der Kooperation Trinkwasser Land Hadeln des/der Wasserverbandes Wingst Wasserversorgungsverbandes Land Hadeln, EWE AG

Geries Ing. GmbH (2013): Erfolgsbericht - Darstellung der erreichten Ziele - gemäß § 5 Absatz 4 des Rahmenvertrages zwischen dem WV Wingst und dem NLWKN vom 21.04.2008 über die Wasserschutzzusatzberatung 2008 bis 2012 in den TGG der Kooperation Trinkwasser Land Hadeln des/der Wasserverband Wingst Wasserversorgungsverband Land Hadeln EWE AG

Landwirtschaftskammer Niedersachsen (2018): Empfehlungen 2018 – Pflanzenbau und Pflanzenschutz

DLG-Mitteilungen (2019): Pflanzenschutz Praxis 4/2019 - Maisherbizide „Ins Grundwasser darf nichts kommen“

## 8 Tendenzen

Als Tendenz wird die Richtung bezeichnet, in die eine Entwicklung geht. Sie kann gleichbleibend, fallend oder steigend sein. Die Tendenzen für ausgewählte Parameter helfen, bei der Einschätzung welche Bedeutung diese zukünftig haben können.

Mit diesem Themenbericht liegen erstmals derart umfassende Daten vor, die Tendenzberechnungen mit einer hohen Anzahl an konsistenten Messstellen ermöglichen. Das bedeutet, dass nur die Messstellen berücksichtigt werden, für die in jedem betrachteten Zeitraum mindestens ein Untersuchungsergebnis vorliegt.

In Anlehnung an die Auswertungen des Pflanzenschutzmittelberichtes der LAWA (LAWA, 2019) wird für diese konsistenten Messstellen jeweils nur der höchste Messwert je Parameter und Zeitraum berücksichtigt, der einer der in den

Abbildungen 8-1 bis 8-9 dargestellten Konzentrationsklassen zugeordnet wird. Wie im derzeit aktuellsten LAWA-PSM-Bericht sind die Konzentrationsklassen als gestapelte Säulen mit einer logarithmischen Skala dargestellt. Hierdurch werden auch die bei hohen Konzentrationen auftretenden geringen Messstellenanzahlen anschaulicher dargestellt (LAWA, 2019). Die absolute Anzahl ist bei den folgenden Abbildungen jeweils der tabellarischen Auflistung zu entnehmen. Durch die einheitliche logarithmische Skalierung der Ordinate ab 0,1% ist eine unmittelbare Vergleichbarkeit für alle dargestellten Parameter gegeben. Ausnahmen sind Bromacil und Mecoprop aufgrund des Anteiles von 0,1 % der Messstellen in der höchsten Konzentrationsklasse.

Tab. 8-1: Untersuchte Messstellen und Messstellen mit Nachweisen 2000-2016 der für die Häufigkeitsverteilung ausgewählten Parameter sowie Anzahl der konsistenten Messstellen und der konsistenten Messstellen mit Nachweis für die gewählten Jahresintervalle (siehe Tab. 8-2)

Parameter Messstellen	Bentazon	Ethidimuron	Diuron	Bromacil	Mecoprop (MCP)	S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743)	Chloridazon-desphenyl (Metabolit B)	Metazachlor-Sulfonsäure (Metabolit BH 479-8)	N,N-Dimethylsulfamid (DMS)
alle untersuchten	4919	4554	4862	4829	4856	4098	4207	4214	4127
konsistente	1317	908	1310	1267	1319	543	565	574	543
untersuchte mit Nachweis	107	106	57	55	42	1514	1485	1240	530
konsistente mit Nachweis	32-35	24-37	18-22	15-18	13-15	211-246	259-303	201-230	84-110

Die Parameterauswahl beschränkt sich auf die Wirkstoffe und nicht relevanten Metaboliten, die häufig und an sehr vielen Messstellen in erhöhten Konzentrationen im Grundwasser nachgewiesen wurden (Tab.8-1). Es werden für jede der beiden Stoffgruppen drei Zeiträume dargestellt. Für die Wirkstoffe wurde hierzu der Gesamtbetrachtungszeitraum 2008-2016 mit drei Drei-Jahresintervallen und für die nicht relevanten Metaboliten wurde der Gesamtbetrachtungszeitraum 2011 bis 2016 mit drei Zwei-Jahresintervallen gewählt (Tab. 8-2). Um diese Intervalle festzulegen wurden im Vorfeld umfangreiche Auswertungen vorgenommen, um nach Möglichkeit eine hohe Anzahl an konsistenten Messstellen zu erzielen. Die Erweiterung des Gesamt-

zeitraumes auf vorherige Jahre führte zur Verringerung der Anzahl der konsistenten Messstellen. Diese sollte zwecks Absicherung der ermittelten Tendenzen so hoch wie möglich sein.

Die deutlich verringerte Anzahl an konsistenten im Vergleich zu den untersuchten Messstellen ergibt sich aus den Monitoringstrukturen, über die die Datengrundlage ermittelt wurde. Eine deutlich höhere Anzahl an konsistenten Messstellen insbesondere für auffällige Wirkstoffe und deren Metaboliten könnte zukünftig erreicht werden, wenn diese jährlich untersucht würden bzw. vor Ort das Routinemonitoring auch daraufhin angepasst wird.

Tab. 8-2: Datenbasis 2000-2016 versus Häufigkeitsverteilung mit Daten von 2008-2016 für Wirkstoffe und mit Daten von 2011-2016 für nicht relevante Metaboliten

Stoffgruppe	2000 bis 2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Wirkstoffe (WS)	nicht betrachtet	3 Jahre			3 Jahre			3 Jahre		
nicht relevante Metaboliten (nrM)	nicht betrachtet				2 Jahre		2 Jahre		2 Jahre	

Die Stoffgruppe der relevanten Metaboliten, die von der LAWA gemeinsam mit den Wirkstoffen betrachtet wird, wird in diesem Bericht gesondert betrachtet und im Folgenden werden hierzu keine Tendenzbetrachtungen vorgenommen. Ein weiterer Unterschied zum LAWA-PSM-Bericht besteht in der Vorgehensweise zur Bildung der Rangfolgen. Das LAWA-Kriterium für die Reihenfolge der TOP 20 (LAWA, 2019) ist bei den Wirkstoffen die Messstellenanzahl mit Funden > 0,1 µg/l und bei den nrM die Messstellenanzahl mit Funden > 10,0 µg/l bzw. der jeweils nächst niedrigeren Klasse. In diesem Bericht werden die Rangfolgen konzentrationsunabhängig ausgewiesen, d. h. die Anzahl der Messstellen mit Nachweisen ist ausschlaggebend. Die Diskussion der folgenden Ergebnisse zeigt, dass sie zu vergleichbaren Ergebnissen hinsichtlich der Rangfolge führen.

## 8.1 Tendenzen für fünf ausgewählte Wirkstoffe

Aus den WIRKSTOFFEN-TOP 20 werden für die TOP 4 (Bentazon, Ethidimuron, Diuron, Bromacil), die alle nicht mehr zugelassen sind, Häufigkeitsverteilungen dargestellt (Abb. 8-1 bis 8-4). Als fünfter Wirkstoff wird das zugelassene Mecoprop, auf das an mehr als 4.800 Messstellen in 2000-2016 untersucht wurde, gewählt (Abb. 8-5). Für die ausgewählten fünf Wirkstoffe liegen je nach Parameter 908 bis 1.319 konsistente Messstellen für die drei Drei-Jahresintervalle im Gesamtzeitraum 2008 bis 2016 vor.

Der herbizide Wirkstoff Bentazon wird an den meisten Messstellen nachgewiesen. Bentazon nimmt, wie bereits im vorherigen Themenbericht Pflanzenschutzmittel (NLWKN, 2015) beschrieben, weiterhin den Rang 1 ein. Die Abbildung 8-1 zeigt, dass die geführten Nachweise über die drei Zwei-Jahresintervalle konstant bleiben. Die Nachweise  $\geq 0,1$  µg/l nehmen vom ersten zum dritten Zeitraum um neun Messstellen ab. Nahezu entsprechend nehmen die Nachweise in der Klasse  $\geq$  Bestimmungsgrenze (BG) bis < 0,1 µg/l zu. Deutschlandweit verschiebt sich Bentazon seit 1990 bis 2016 sukzessive von Rang 9 auf Rang 2 (LAWA, 2004, 2011, 2019). Die Zulassung für das letzte bentazonhaltige Pflanzenschutzmittel endete in Deutschland am 31.01.2018 mit einer Aufbrauchfrist bis zum 31.07.2019, jedoch wurde es Mitte 2018 durch die EU erneut bis zum 31.5.2025 zugelassen.

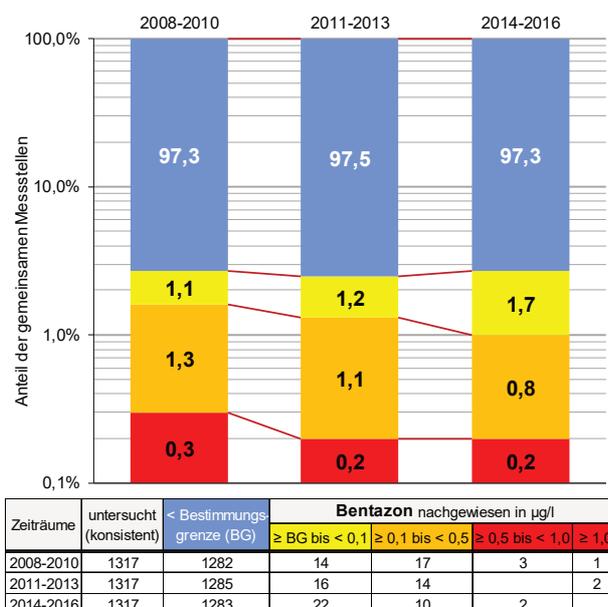


Abb. 8-1: Zeitliche Entwicklung der Untersuchungsergebnisse 2008-2016 zu Bentazon als Häufigkeitsverteilungen über Drei-Jahresintervalle – 1.317 konsistente Messstellen (absolute Anzahl je Klasse siehe tabellarische Auflistung) – höchster Messwert pro Messstelle und Zeitraum

Der herbizide Wirkstoff Ethidimuron ist bereits seit 1990 nicht mehr zugelassen und befindet sich, wie im ersten Themenbericht veröffentlicht (NLWKN, 2015), weiterhin auf Rang 2. Deutschlandweit befindet sich Ethidimuron für den Zeitraum 2013 bis 2018 auf Rang 10 (LAWA, 2019). Die im Vorgängerbericht (NLWKN, 2015) veröffentlichte Abnahme der Jahresmittelwerte 2008-2013 und die daraus erhoffte zukünftige abnehmende Tendenz bestätigt sich mit dieser Auswertung auf der Grundlage von deutlich mehr Messstellen nicht. Abbildung 8-2 zeigt, dass die Nachweise mit Befunden zunehmen. Die Nachweise  $\geq 0,1$  µg/l sind dabei nahezu konstant und die Nachweise  $\geq 0,5$  µg/l nehmen von ersten Zeitraum 2008-2010 bis zum dritten Zeitraum 2014-2016 um drei Messstellen zu. Die Abbildungen 9-4 und 9-5 (Kap. 9.2) zeigen eine deutliche Korrelation bzw. Nähe zu Gleisanlagen auf.

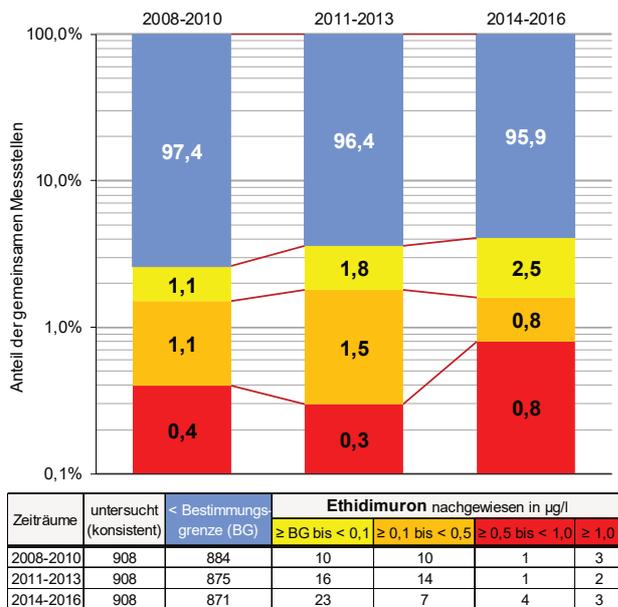


Abb. 8-2: Zeitliche Entwicklung der Untersuchungsergebnisse 2008-2016 zu Ethidimuron als Häufigkeitsverteilungen über Drei-Jahresintervalle – 908 konsistente Messstellen (absolute Anzahl je Klasse siehe tabellarische Auflistung) – höchster Messwert pro Messstelle und Zeitraum

Der herbizide Wirkstoff Diuron befindet sich deutschlandweit seit vielen Jahren auf Rang 6 und 7 (LAWA, 2019). Zum 31.12.2007 wurden die Zulassungen für diuronhaltige Pflanzenschutzmittel mit einer einjährigen Aufbrauchfrist in Deutschland widerrufen und in der EU endet die bisherige Zulassung mit dem 30.09.2020. Eine Eintragsquelle über Baustoffe ist weiterhin gegeben, da Diuron auch als Biozid eingesetzt wird. Für Diuron besteht in Deutschland aufgrund gehäufte Funde entlang von Gleisanlagen, seit 1997 ein entsprechendes Anwendungsverbot. Im Zeitraum 2000-2016 wurde Diuron an 57 Messstellen in Niedersachsen nachgewiesen und nimmt damit den Rang 3 der WIRKSTOFFE-TOP 20 ein. Die leicht zunehmende Tendenz der Jahresmittelwerte 2008-2013 (NLWKN, 2015) wird durch die aktuelle Auswertung mittels der Maximalwerte (Abb. 8-3) nicht bestätigt. Die Anzahl der Nachweise größer BG nimmt leicht ab. Vom ersten bis zum dritten betrachteten Zeitraum nimmt die Anzahl der konsistenten Messstellen mit Maximalwerten von  $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$  um 8 Messstellen und damit deutlich ab. Entsprechend nehmen die beiden unteren Klassen zu. Die Anzahl der Messstellen  $\geq 0,5 \mu\text{g/l}$  bleibt mit drei über alle drei betrachteten Zeiträume konstant.

Deutschlandweit ist über die letzten beiden Berichtszeiträume 2009-2012 und 2013-2016 eine stetige Abnahme der Nachweise festgestellt worden (LAWA, 2019).

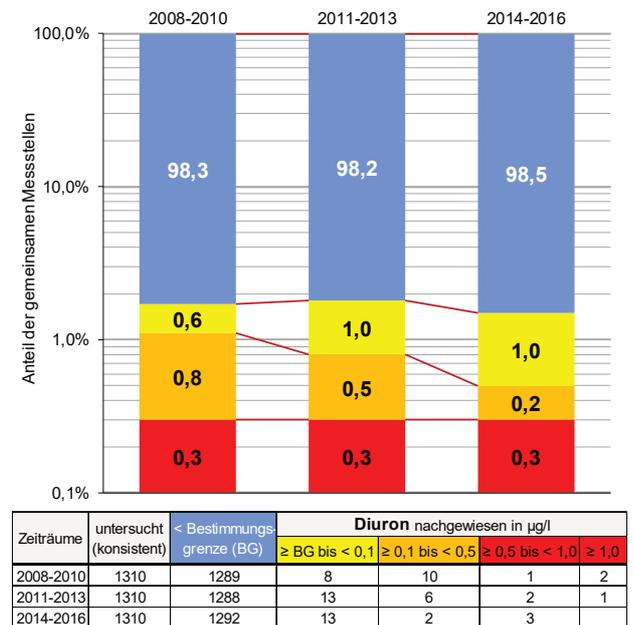


Abb. 8-3: Zeitliche Entwicklung der Untersuchungsergebnisse 2008-2016 zu Diuron als Häufigkeitsverteilungen über Drei-Jahresintervalle – 1.310 konsistente Messstellen (absolute Anzahl je Klasse siehe tabellarische Auflistung) – höchster Messwert pro Messstelle und Zeitraum

Bromacil ist seit 1990 und damit wie Ethidimuron seit fast 30 Jahren, nicht mehr in Deutschland zugelassen. Im vorherigen Bericht (NLWKN, 2015), der auf weniger Messstellen beruht, nimmt der herbizide Wirkstoff in Niedersachsen den Rang 5 ein – mit den aktuellen Auswertungen auf der Grundlage der umfassenden Datenbasis 2000-2016 Rang 4 (Kap. 5.1). Dieses ist mit den Ergebnissen des aktuellen LAWA-PSM-Berichtes für Deutschland (LAWA, 2019) vergleichbar – hier nimmt Bromacil über die Jahre 2001-2016 Rang 3 oder 4 ein. Die Abbildung 8-4 zeigt, dass Messstellen mit Nachweisen  $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$  über alle drei betrachteten Zeiträume gleichbleibend sind. Dennoch ist eine geringe Erhöhung um 3 Messstellen vom ersten zum dritten betrachteten Zeitraum ist in der Klasse  $\geq \text{BG bis } < 0,1 \mu\text{g/l}$  zu verzeichnen. Die Anzahl aller geführten Nachweise ist leicht zunehmend. Auch für Bromacil wird in Kapitel 9.2 eine deutliche Korrelation bzw. Nähe zu Gleisanlagen aufgezeigt.

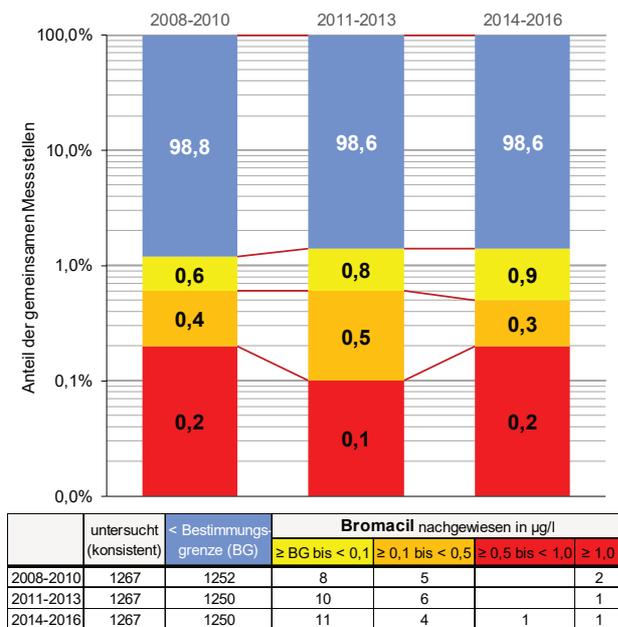


Abb. 8-4: Zeitliche Entwicklung der Untersuchungsergebnisse 2008-2016 zu Bromacil als Häufigkeitsverteilungen über Drei-Jahresintervalle – 1.267 konsistente Messstellen (absolute Anzahl je Klasse siehe tabellarische Auflistung) – höchster Messwert pro Messstelle und Zeitraum

Mit Mecoprop (Rang 8 der WIRKSTOFFE-TOP 20, siehe Kap. 5.1) wird in der Abbildung 8-5 der einzige derzeit zugelassene Wirkstoff im Hinblick auf die Häufigkeitsverteilung betrachtet. Die Anzahl der konsistenten Messstellen mit Nachweisen  $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$  sind vergleichbar zu Bromacil. Ein Nachweis größer BG wurde im Zeitraum 2000-2016 an 42 Messstellen geführt (Kap. 5.1). Davon verbleiben für diese Auswertung 13-15 konsistente Messstellen über alle drei Drei-Jahresintervalle. Der herbizide Wirkstoff Mecoprop ist auch deutschlandweit, bezogen auf die Anzahl der Funde  $> 0,1 \mu\text{g/l}$ , der achthäufigste nachgewiesene Wirkstoff im aktuellen (2013-2016) und vorherigen (2009-2012) Zeitraum – mit leicht ansteigender Tendenz der Funde  $> 0,1 \mu\text{g/l}$  (LAWA, 2019). Die Ergebnisse in Abbildung 8-5 zeigen keinerlei abnehmende oder zunehmende Tendenzen. Die Nachweise sind für alle betrachteten Klassen über alle drei betrachteten Zeiträume konstant. Die derzeitige EU-Zulassung endete am 31.01.2020. Da auch Mecoprop als Biozid in Baustoffen eingesetzt wird, würde diese Eintragsquelle weiterhin bestehen, selbst dann wenn die EU Mecoprop zukünftig nicht mehr zulassen sollte.

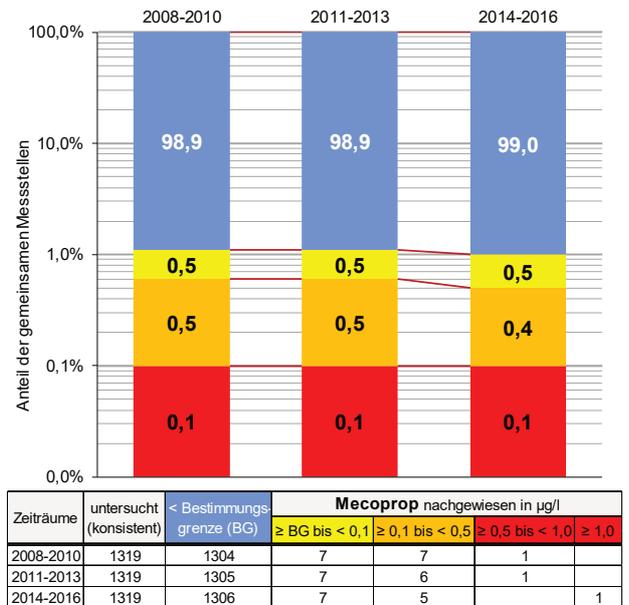


Abb. 8-5: Zeitliche Entwicklung der Untersuchungsergebnisse 2008-2016 zu Mecoprop als Häufigkeitsverteilungen über Drei-Jahresintervalle – 1.319 konsistente Messstellen (absolute Anzahl je Klasse siehe tabellarische Auflistung) – höchster Messwert pro Messstelle und Zeitraum

Die betrachteten Wirkstoffe Ethidimuron und Bromacil sind beide seit nunmehr fast 30 Jahren nicht mehr zugelassen und befinden sich in Niedersachsen an Rang 2 und Rang 4 (Kap. 5.1) bei gleichbleibender Tendenz, was die Nachweise  $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$  betrifft. Der geführte Nachweis über einen derart langen Zeitraum zeigt auf, wie wichtig es ist im Vorfeld zur Zulassung die Untersuchungen so genau wie möglich durchzuführen, ggf. können über vorherige in-situ Untersuchungen statt alleiniger Modellierungen die Zulassungskriterien besser abgesichert werden. Mit Ethidimuron, Diuron und Bromacil befinden sich drei, auch von der Bahn eingesetzte, derzeit in Deutschland nicht mehr zugelassene Wirkstoffe unter den TOP 5 der nachgewiesenen Wirkstoffe.

Da die Untersuchungen sehr heterogen in Niedersachsen durchgeführt werden, konnten die Tendenzbetrachtungen nur für eine Auswahl an Wirkstoffen durchgeführt werden. Im Vergleich zu den untersuchten Messstellen waren im Maximum nur knapp ein Viertel konsistente Messstellen (Tab. 8-1). Leider werden oftmals bei geführten Nachweisen keine durchgängigen Wiederholungsuntersuchungen veranlasst, so dass im Maximum nur für knapp ein Drittel der Wirkstoffnachweise obige Auswertungen durchgeführt werden konnten.

## 8.2 Tendenzen für vier ausgewählte nicht relevante Metaboliten

Aus den TOP 20 der nicht relevanten Metaboliten (nrM) sind mit S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743, Chloridazon-desphenyl, Metazachlor-Sulfonsäure (Metabolit BH 479-8) für die TOP 3 (Kap. 6), die zudem in Kap. 6.2 ausführlich diskutiert werden, entsprechende Häufigkeitsverteilungen dargestellt (Abb. 8-6 bis 8-8). Auf die Darstellung weiterer nrM der Wirkstoffe S-Metolachlor, Chloridazon und Metazachlor wird zugunsten des nächst häufigsten gefundenen N,N-Dimethylsulfamid verzichtet (Abb. 8-9). Für die ausgewählten vier nicht relevanten Metaboliten liegen im Vergleich zu den ausgewählten Wirkstoffen (908-1.319) je nach Parameter mit 543 bis 574 deutlich weniger konsistente Messstellen für die Zwei-Jahresintervalle im Gesamtzeitraum 2011 bis 2016 vor. Alle im Folgenden dargestellt nrM liegen auch deutschlandweit im aktuellsten Berichtszeitraum 2013-2016 unter den TOP 5 der nrM (LAWA, 2019).

Der herbizide Wirkstoff S-Metolachlor, dessen Zulassung seitens der EU zum 31.07.2020 ausläuft, nimmt Rang 9 der WIRKSTOFFE-TOP 20 ein. Zu sieben nrM des S-Metolachlor lagen für diesen Bericht Untersuchungsergebnisse vor, davon konnten nur zwei an keiner Messstelle nachgewiesen werden (Anlage 2). S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743) wurde von den nrM am häufigsten gefunden und der S-Metolachlor-Säure (Metabolit CGA 51202/CGA 351916) am vierthäufigsten. Dieses ist auch vergleichbar zu den im ersten Themenbericht Pflanzenschutzmittel dargestellten Ergebnissen (NLWKN, 2015), hier waren sie an Rang 2 und 3. Deutschlandweit sind sie beiden nrM an Rang 5 und 10, da die größten Anbauflächen für Mais in Niedersachsen und Bayern liegen (LAWA, 2019). Die Häufigkeitsverteilung zeigt deutlich, dass sowohl die Anzahl der Messstellen die den GOW von 3,0 µg/l, als auch die Messstellenanzahl mit Nachweisen > 3,0 µg/l stetig über alle drei betrachteten Zweijahreszeiträume zunimmt (Abb. 8-6).

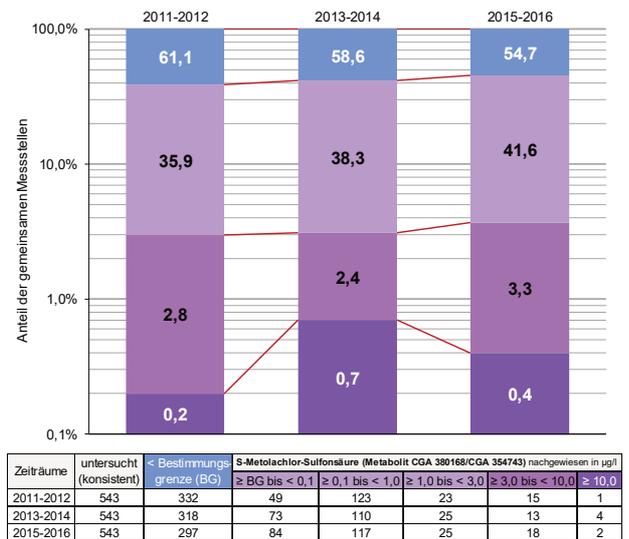


Abb. 8-6: Zeitliche Entwicklung der Untersuchungsergebnisse 2008-2016 zu S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743) als Häufigkeitsverteilungen über Zwei-Jahresintervalle – 543 konsistente Messstellen (absolute Anzahl je Klasse siehe tabellarische Auflistung) – höchster Messwert pro Messstelle und Zeitraum

Der herbizide Wirkstoff Chloridazon ist auf Rang 18 der WIRKSTOFFE-TOP 20. Es wurde an 13 Messstellen nachgewiesen. Im Vergleich dazu wurden die Abbauprodukte Chloridazon-desphenyl (Metabolit B) an 1.485 (Rang 2) und Chloridazon-methyl-desphenyl (Metabolit B1) an 856 Messstellen (Rang 6) im Berichtszeitraum 2000-2016 nachgewiesen. Deutschlandweit sind die beiden nrM auf Rang 1 und 3 (LAWA, 2019). Die Häufigkeitsverteilung (Abb. 8-7) zeigt das die Nachweise größer GOW von 3,0 µg/l deutlich vom ersten zum zweiten Zeitraum zurück gingen seither aber konstant sind. Die Nachweise < 3,0 µg/l nehmen über alle drei Zeiträume stetig zu.

Aufgrund der hohen Nachweise von Chloridazon-Metaboliten empfahl die chemische Industrie seit März 2007 auf den Einsatz von Chloridazon in Trinkwassergewinnungsgebieten zu verzichten. Im Frühjahr 2015 hat das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) für Pflanzenschutzmittel mit dem Wirkstoff Chloridazon zwei neue Anwendungsbestimmungen (NG 301-1 und NG 415) zum verbesserten Schutz des Grundwassers festgesetzt, um die Trinkwasserbelastung zu vermeiden und damit die Verfügbarkeit von chloridazonhaltigen Herbiziden zu erhalten. Die NG 301 wurde im März 2018 aktualisiert (NG 301-1).

Ursache für die verschärften Anwendungsbestimmungen waren die Fundmeldungen von Wasserversorgern, die darauf hinwiesen, dass bisherige Regelungen nicht ausreichten, um die Belastung des Grundwassers mit dem nicht relevanten Metaboliten Chloridazon-desphenyl unterhalb des Leitwertes von 10 µg/l zu halten. Zwischenzeitlich endete die Zulassung für chloridazonhaltige Pflanzenschutzmittel am 31.12.2018.

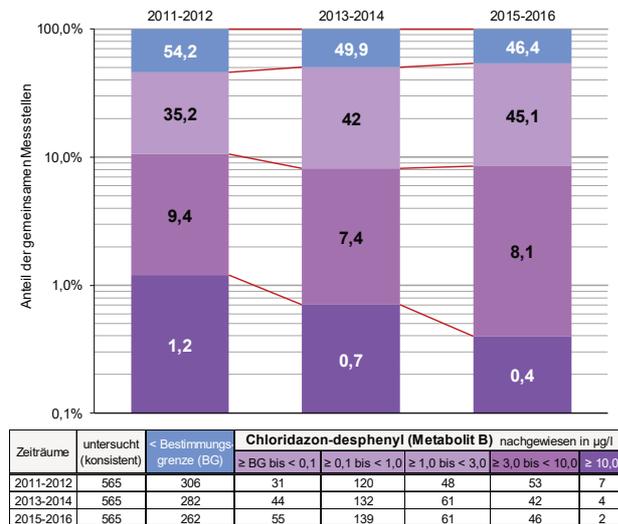


Abb. 8-7: Zeitliche Entwicklung der Untersuchungsergebnisse 2008-2016 zu Chloridazon-desphenyl als Häufigkeitsverteilungen über Zwei-Jahresintervalle – 574 konsistente Messstellen (absolute Anzahl je Klasse siehe tabellarische Auflistung) – höchster Messwert pro Messstelle und Zeitraum

Der herbizide Wirkstoff Metazachlor (EU-Zulassung bis 31.07.2021) nimmt Rang 13 der WIRKSTOFFE-TOP 20 ein. Die Hauptabbauprodukte von Metazachlor sind Metazachlor-Sulfonsäure (Metabolit BH 479-8) und Metazachlor-Säure (Metabolit BH 479-4). Der nrM Metazachlor-Dicarbonsäure (Metabolit BH 479-12) wurde deutlich weniger nachgewiesen. Zu den zwischenzeitlich als relevant eingestuften Metaboliten Metazachlor-Sulfoessigsäure (Metabolit BH 479-9) und Metazachlor-Sulfomethan (Metabolit BH 479-11) wurden keine Nachweise geführt, jedoch lagen auch nur knapp 170 Proben vor. Um die Lage hierzu besser einschätzen zu können, müssen diese Parameter zukünftig mit in das Routinemonitoring des GLD aufgenommen werden. Metazachlor-Sulfonsäure (Metabolit BH 479-8) ist der dritthäufigste nachgewiesene Parameter (Nachweise an 1.240 Messstellen) im Berichtszeitraum 2000-2016. Deutschlandweit ist er an Rang 4 der häufigsten nachgewiesenen nrM (LAWA, 2019). Die Abbildung 8-8 zeigt, dass die Anzahl der Messstellen, die den GOW

von 3,0 µg/l übersteigt vom mittleren zum aktuellsten Zeitraum um drei Messstellen abnimmt. Die Nachweise <math>< 3,0</math> µg/l nehmen jedoch über alle drei Zeiträume stetig zu. Deutschlandweit wurde eine steigende Tendenz der Nachweise größerer GOW von 2013-2016 zum vorherigen Berichtszeitraum 2009-2012 für beide Hauptabbauprodukte festgestellt (LAWA, 2019).

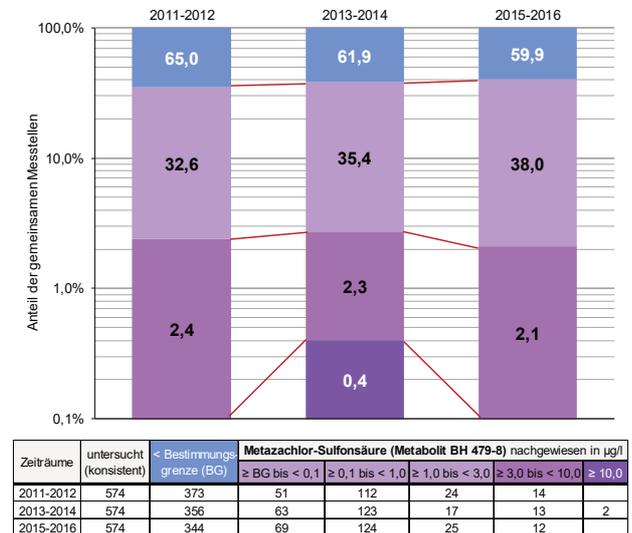


Abb. 8-8: Zeitliche Entwicklung der Untersuchungsergebnisse 2008-2016 zu Metazachlor-Sulfonsäure (Metabolit BH 479-8) als Häufigkeitsverteilungen über Zwei-Jahresintervalle – 574 konsistente Messstellen (absolute Anzahl je Klasse siehe tabellarische Auflistung) – höchster Messwert pro Messstelle und Zeitraum

Zum fungiziden Wirkstoff Tolyfluanid liegen knapp 2.400 Proben ohne Nachweise für den Berichtszeitraum 2000-2016 vor. N,N-Dimethylsulfamid wurde an 530 Messstellen nachgewiesen und ist damit der achthäufigste nrM. Deutschlandweit befindet er sich an Rang 2 (LAWA, 2019). Die Nachweise größerer GOW von 1 µg/l nehmen von anfangs 10 Messstellen im Zeitraum 2011-2012 auf nur eine Messstelle im Zeitraum 2015-2016 deutlich ab (Abb. 8-9). Die Nachweise <math>< 1,0</math> µg/l nehmen hingegen deutlich über alle drei Zeiträume zu. Da nach der Anwendung des Wirkstoffs Tolyfluanid das Abbauprodukt N,N-Dimethylsulfamid (DMS) im Boden entstehen und ins Grund- und Oberflächenwasser gelangen kann und zudem im Rahmen der Trinkwasseraufbereitung über die Entkeimung mittels Ozon aus DMS ein gesundheitsschädliches Nitrosamin entstehen kann durften ab März 2007 keine tolyfluanidhaltigen Pflanzenschutzmittel im Freiland mehr angewandt werden. Im März 2010 veröffentlichte die EU, dass Tolyfluanid enthaltende Pflanzenschutzmittel innerhalb einer möglichst kurzen Frist widerrufen und nicht

verlängert werden und dass keine neuen Zulassungen für derartige Mittel erteilt werden. Seit dem 30.11.2010 ist Tolyfluamid in Deutschland nicht mehr zugelassen.

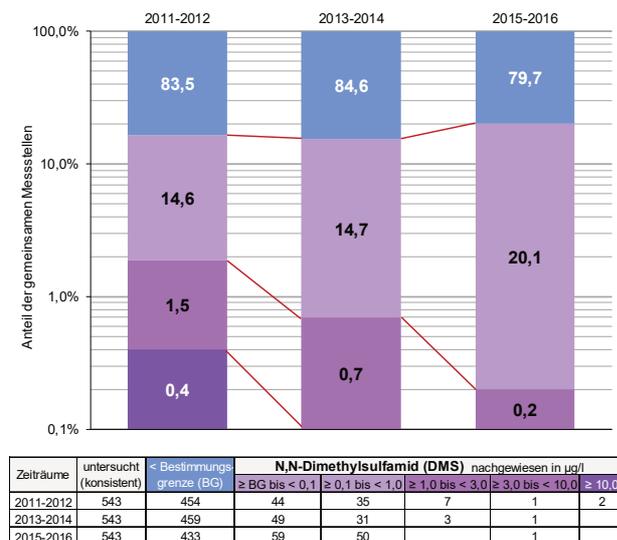


Abb. 8-9: Zeitliche Entwicklung der Untersuchungsergebnisse 2008-2016 zu N,N-Dimethylsulfamid (DMS) als Häufigkeitsverteilungen über Zwei-Jahresintervalle – 543 konsistente Messstellen (absolute Anzahl je Klasse siehe tabellarische Auflistung) – höchster Messwert pro Messstelle und Zeitraum

Bei den obigen Häufigkeitsverteilungen der vier nrM über die betrachteten Zeiträume 2011-2012, 2013-2014 und 2015-2016 ist der Anteil an

Messstellen ohne Nachweis deutlich geringer als bei den Wirkstoffen und beträgt je nach dargestelltem Parameter und Zeitraum 46,4 bis 84,6%. Zudem nehmen die Nachweise an den konsistenten Messstellen für alle 4 dargestellten nrM über die Zwei-Jahresintervalle von 2011 bis 2016 stetig zu.

Alle vier Beispiele zeigen auf, dass die nrM in deutlich höheren Konzentrationen und an deutlich mehr Messstellen nachgewiesen werden als deren Ausgangsprodukt (Wirkstoff). Es werden nicht nur die GOW, sondern auch der Leitwert von 10 µg/l überschritten. Bei zwei der vier dargestellten nrM (S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743) und Chloridazon-desphenyl (Metabolit B)) überschreiten die Nachweise in allen drei Zwei-Jahresintervallen den Leitwert.

Da die Untersuchungen sehr heterogen in Niedersachsen durchgeführt wurden, konnten die Tendenzbetrachtungen nur für eine Auswahl an nicht relevanten Metaboliten durchgeführt werden. Im Vergleich zu den untersuchten Messstellen waren im Maximum nur gut ein Siebtel konsistente Messstellen (Tab. 8-1). Leider werden oftmals bei geführten Nachweisen keine Wiederholungsuntersuchungen durchgeführt, so dass im Maximum nur für knapp ein Fünftel der nrM-Nachweise obige Auswertungen durchgeführt werden konnten.

Bei den fünf dargestellten Wirkstoffen sind mit Bentazon und Mecoprop zwei von der Tendenz her gleichbleibend, die Nachweise von Ethidimuron nehmen zu, die von Diuron nehmen leicht ab und von Bromacil leicht zu. Die Nachweise an den konsistenten Messstellen nehmen für alle 4 dargestellten nrM über die Zwei-Jahresintervalle von 2011 bis 2016 stetig zu. Alle vier Beispiele zeigen auf, dass die nrM in deutlich höheren Konzentrationen und an deutlich mehr Messstellen nachgewiesen werden als deren Ausgangsprodukt (Wirkstoff). Es werden nicht nur die GOW, sondern auch der Leitwert von 10 µg/l überschritten. Die betrachteten Wirkstoffe Ethidimuron und Bromacil sind beide seit nunmehr fast 30 Jahren nicht mehr zugelassen und befinden sich in Niedersachsen unter den TOP 4 bei gleichbleibender Tendenz, was die Nachweise  $\geq 0,1$  µg/l betrifft. Der geführte Nachweis über einen derart langen Zeitraum zeigt auf, wie wichtig es ist die Modellierung im Zulassungsprozess durch in-situ Untersuchungen zu ergänzen. Mit Ethidimuron, Diuron und Bromacil befinden sich drei, auch von der Bahn eingesetzte, derzeit in Deutschland nicht mehr zugelassene Wirkstoffe unter den TOP 5 der nachgewiesenen Wirkstoffe, deren Nachweise nur für Diuron in den letzten Jahren leicht abnehmen. Durch die heterogenen Untersuchungsbedingungen (Messstellen- und Parameterauswahl) in Niedersachsen liegen trotz der umfangreichen Datenbasis nur für knapp ein Viertel (5 WS) bzw. gut ein Siebtel (4 nrM) konsistente Messstellen vor. Leider werden oftmals bei geführten Nachweisen keine durchgängigen Wiederholungsuntersuchungen veranlasst, so dass im Maximum nur für knapp ein Drittel (5 WS) bzw. ein Fünftel (4 nrM) der Nachweise Tendenzbetrachtungen durchgeführt werden konnten.

## 9 Sonderauswertungen

### 9.1 Korrelation mit potentiellen Emissionen (Fruchtarten)

Für ausgewählte Wirkstoffe und nicht relevante Metaboliten, denen eine Indikation mit einem deutlichen oder alleinigen Schwerpunkt auf eine Fruchtart zuzuordnen ist, wurden für Messstellen mit entsprechenden Nachweisen Verschneidungen mit den InVeKoS-Feldblockdaten 2005 bis 2010 (SLA) vorgenommen. Feldblockdaten bis 2010, um die GW-Fließzeit bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes (2016) zu berücksichtigen. Da die geografische Lage einer Messstelle eine Punktinformation ist, wurde für die technische Umsetzung um jede Messstelle ein Radius von 200m gebildet, der gleichzeitig auch den GW-Fließweg von der Emissionsquelle bis zum Filter der Messstelle repräsentiert. Die jeweiligen hydrogeologischen Standorteigenschaften, die Ausbautiefen und das Nachweisdatum sind innerhalb dieses großräumigen und heterogenen Messnetzes sehr unterschiedlich, so dass

der hier eingesetzte GW-Fließweg nur eine grobe Annäherung darstellen kann. Damit die Beziehung von Nachweisen im Aquifer und Emissionen an der Bodenoberfläche möglichst direkt ist, sind für diese Auswertung nur Messstellen mit einer mittleren Filtertiefe  $\leq 30\text{m}$  unter GOK verwendet worden, für diese Messstellen-gruppe werden auch am häufigsten Nachweise geführt (siehe auch Abb. 5-5 WS tiefenabhängig und Abb. 6-5 nrM tiefenabhängig).

Bei den Fruchtarten Getreide und Mais korrelieren Wirkstoff-Nachweise und Fruchtarten sehr deutlich, so werden Isoproturon-Nachweise zu 86% in einem Abstand von  $\leq 200\text{m}$  zu Getreideflächen geführt und Terbutylazin-Nachweise finden sich zu 72% in einem entsprechenden Radius an Maisflächen. Der Wirkstoff Chloridazon wird in den Messstellen mit einer mittleren Filtertiefe  $\leq 30\text{m}$  unter GOK nur an 7 Standorten gefunden, die Korrelation zur Fruchtart Rüben ist mit 43% geringer. Die Korrelation zwischen Metazachlor-Nachweisen und Raps liegt ebenfalls bei 43% allerdings bei einer höheren Anzahl von Nachweisen an 21 Standorten (Abbildung 9-1).

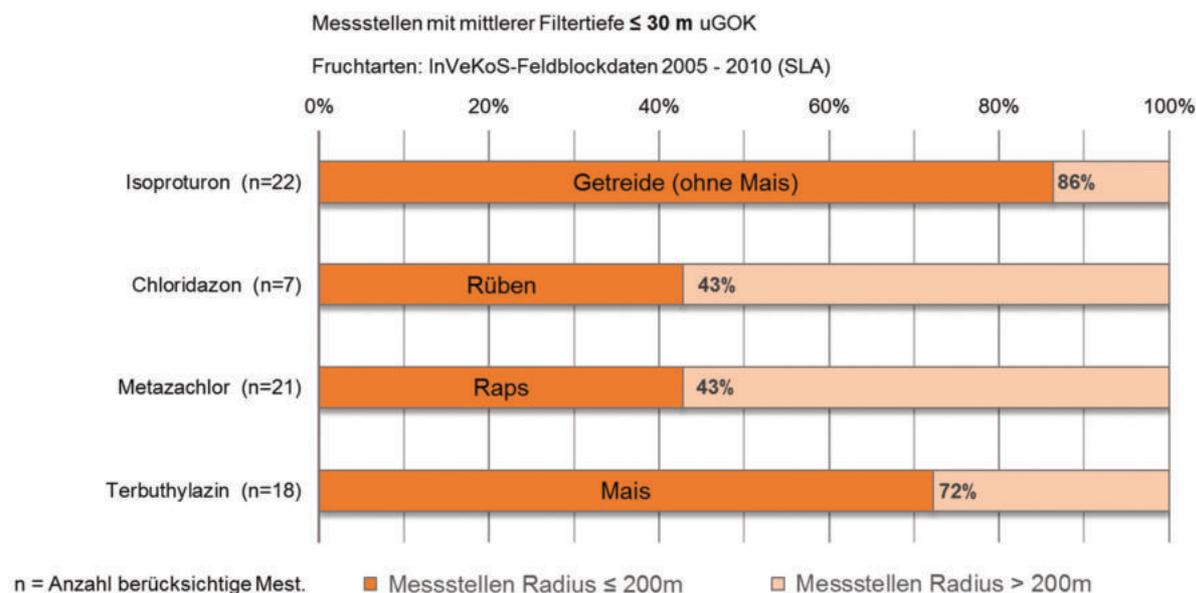


Abb. 9-1: Korrelation von Nachweisen ausgewählter Wirkstoffe mit Fruchtarten, Daten 2000 bis 2016

Bei der Stoffgruppe der nicht relevanten Metaboliten (Abb. 9-2) korrelieren S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743) Nachweise in sehr hohem Maße mit der Flächennutzung Fruchtart Mais. An 74% der Standorte mit Befunden größer Bestimmungsgrenze wurden zwischen 2005 und 2010 Flächen mit Mais in einem Radius  $\leq 200\text{m}$  bestellt, das entspricht 812 Standorten. Für Chloridazon-desphenyl (Metabolit B) ist die Korrelation mit 32% der Flächen die zwischen 2005 und 2010 mit Rüben bestellt wurden deutlich geringer. Neben

der Zulassung als herbizider Wirkstoff im Rübenanbau gab es auch Indikationen für Sonderkulturen wie z.B. Zwiebeln, Knoblauch, Blumen und Baumschulen, die aufgrund ihrer vergleichsweise geringen Flächenbedeutung aber nicht das sehr umfangreiche Auftreten von Chloridazon-desphenyl begründen können. Ähnlich wie beim Wirkstoff Metazachlor korreliert auch beim nicht relevanten Metaboliten Metazachlor-Sulfonsäure mit 32% nur relativ gering mit den Rapsanbauflächen. Eine Erklärung könnte die hohe Persistenz der Metaboliten Chloridazon-

desphenyl und Metazachlor-Sulfonsäure sein, so dass auch viele Jahre zurückliegender Rüben- oder Rapsanbau noch Auswirkungen zeigt bzw. Nachweise im Grundwasser verursachen kann.

Daneben können aber auch pflanzenbauliche Gründe wie z.B. der sehr ausgeprägte Fruchtwechsel bei Rüben („Rübenmüdigkeit der Böden“) sowie Raps (Kreuzblütler) und damit die hohe Flächenfluktuation mit langen Anbaupausen eine Rolle spielen.

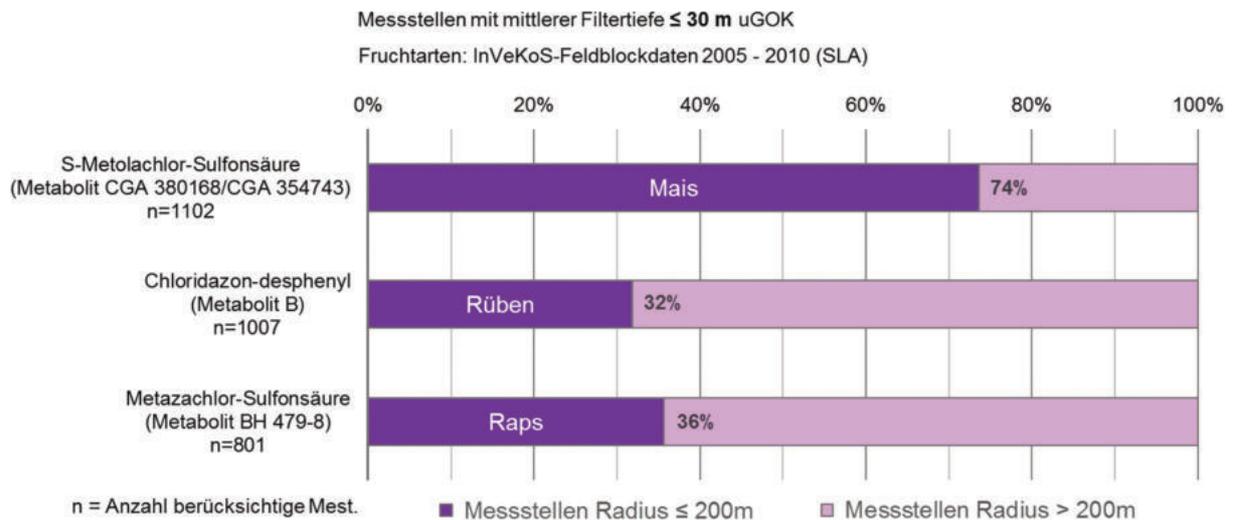


Abb. 9-2: Korrelation von Nachweisen ausgewählter nicht relevanter Metaboliten mit Fruchtarten, Daten 2000 bis 2016

## 9.2 Korrelation mit potentiellen Emissionen (Bahngleise)

Aus der Betrachtung von Einzelmessstellen ist bekannt, dass Wirkstoff-Nachweise im Nahbereich von Gleisanlagen auftreten. Auffällig geworden ist dabei insbesondere der Wirkstoff Ethidimuron in relativ hohen Konzentrationen (vergl. z.B. Kap. 7.3 Fallbeispiel Weener). Die herbiziden Wirkstoffe Ethidimuron und Bromacil wurden seit den 1970er Jahren bis zum Ende ihrer Zulassung 1990 zur Unkrautbekämpfung im Gleisbett von Bahnanlagen eingesetzt. Abgelöst wurden diese Wirkstoffe dann u.a. von glyphosathaltigen Mitteln. Für alle drei Wirkstoffe werden insgesamt viele Nachweise in Niedersachsen geführt (WIRKSTOFFE-TOP 20 Abb. 5-2).

Aus diesen Nachweisen wurden wie bei den vorangegangenen Auswertungen zu den Fruchtarten nur die Messstellen mit einer mittleren Filtertiefe  $\leq 30$  m unter Gelände ausgewählt und mit den Bahngleisen in einem Geo-Informationssystem verschnitten.



Abb. 9-3: GW-Messstelle an Bahnstrecke (Foto NLWKN Bst. Aurich)

Da es sich bei den Bahngleisen nicht um ein relativ großes Flächenpolygon wie bei den Feldblöcken, sondern um eine schmale Linieninformation handelt, wurde hier nicht mit einem Radius um die Messstellen gerechnet, sondern mit einem Puffer (Abstand) von 1.500m entlang der Gleisanlagen.

Für die Abschätzung des Puffers wurden folgende Annahmen getroffen:

Zulassung Bromacil 1971 bis 1990	mittlere Emissionsdauer + GW-Fließzeit bis 2016 =	35,5 Jahre
Zulassung Ethidimuron 1975 bis 1990	mittlere Emissionsdauer + GW-Fließzeit bis 2016 =	33,5 Jahre
Zulassung Glyphosat seit 1975	mittlere Emissionsdauer + GW-Fließzeit bis 2016 =	20,5 Jahre
Angenommene GW-Abstandsgeschwindigkeit Lockersediment $v_a \approx 30$ bis 50 m/Jahr		
Fließstrecke Bromacil	1.065 m bis 1.775 m	
Fließstrecke Ethidimuron	1.005 m bis 1.675 m	
Fließstrecke Glyphosat	615 m bis 1.025 m	
Mittlere Fließstrecke aller drei Wirkstoffe	895 m bis 1.492 m	gewählter Puffer: 1.500 m

Aufgrund der tatsächlich sehr heterogenen hydrogeologischen Standorteigenschaften (Lockersedimente / Festgestein), der lateralen Strömungskomponente, des unterschiedlichen Grundwassergefälles und damit der Abstandsgeschwindigkeiten sowie des individuellen Nachweisdatums können nur skizzenhafte Annahmen gemacht werden, die aber dazu geeignet sind, den Einflussbereich um die Gleisanlagen zu beschreiben.

Bei den nicht mehr zugelassenen Wirkstoffen Ethidimuron und Bromacil ist mit 68% bzw. 64%

die Korrelation sehr hoch, die überwiegende Zahl der Nachweise in Messstellen mit mittleren Filtertiefen  $\leq 30$ m unter Gelände liegen 1.500m oder näher an Bahngleisen. Bei Glyphosat und seinem nicht relevanten Metaboliten AMPA ist die Korrelation mit 25% bzw. 43% nicht so hoch, aber unter Berücksichtigung der geringen Flächenabdeckung der Bahngleise und dafür, dass es sich um einen Wirkstoff handelt, der ebenfalls ubiquitär in der landwirtschaftlichen, gärtnerischen und urbanen Flächennutzung eingesetzt wird, doch recht deutlich (Abb. 9-4).

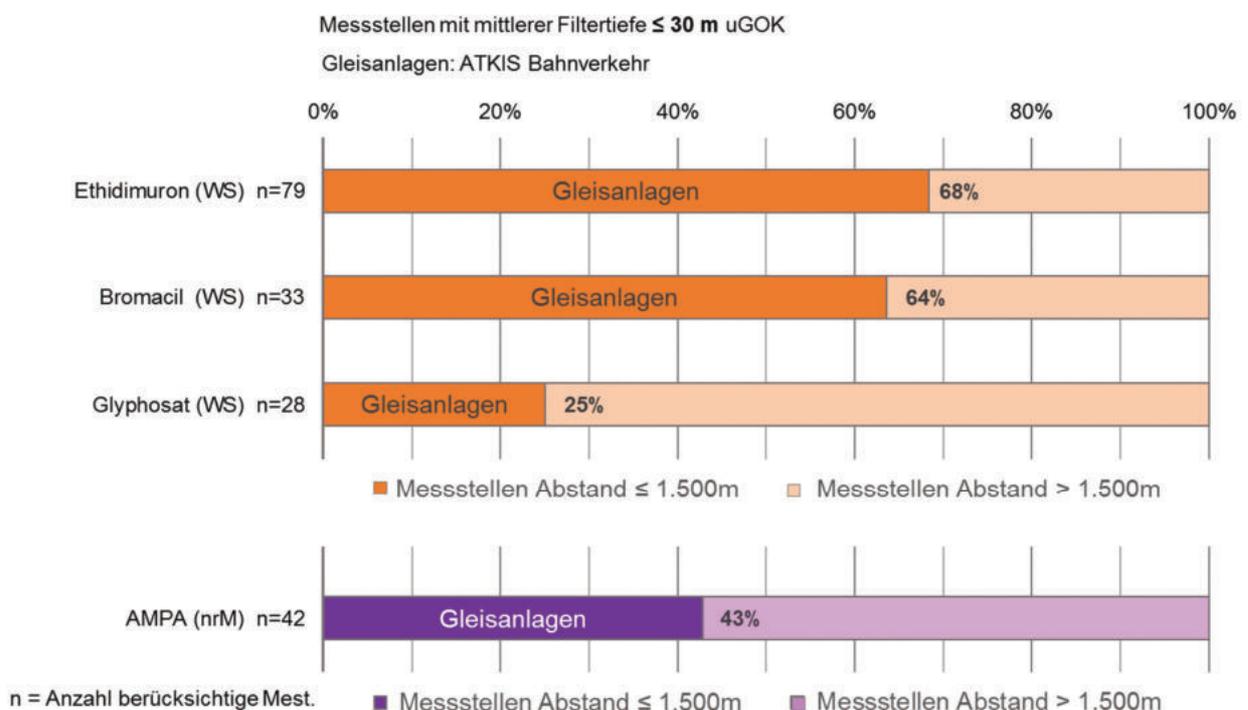


Abb. 9-4: Korrelation von Nachweisen ausgewählter Wirkstoffe und nicht relevanter Metaboliten mit Bahngleisen, Daten 2000 bis 2016

Die geografische Verteilung der mittleren Wirkstoffnachweise von Ethidimuron, Bromacil und Glyphosat sowie den mittleren Nachweisen des nrM AMPA in Abbildung 9-5 im Kontext der Bahngleistrassen zeigt alle Standorte mit einem Abstand  $\leq 1.500\text{m}$  unabhängig von der mittleren

Filtertiefe. Eine deutliche Häufung dieser Nachweise findet sich in stark urban geprägten Räumen mit einem hohen Anteil an Bahngleisen wie z.B. um Oldenburg, Hannover oder Braunschweig.

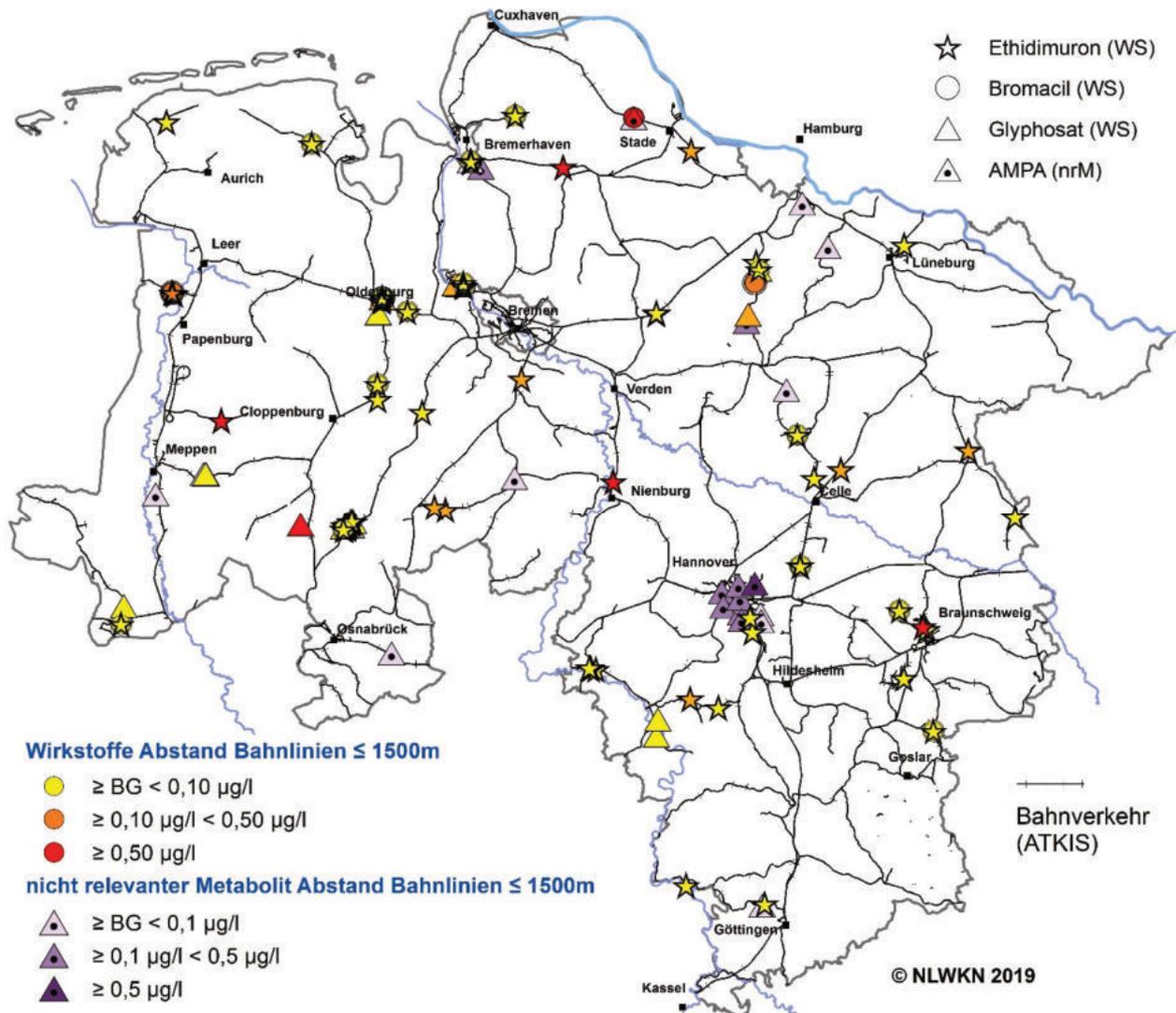


Abb. 9-5: Geografische Verteilung von mittleren Nachweisen ausgewählter Wirkstoffe und dem nicht relevanten Metaboliten AMPA mit Bahngleisen, Daten 2000 bis 2016

Bei ausgewählten Wirkstoffen und nicht relevanten Metaboliten korrelieren die Nachweise von Messstellen mit flachen mittleren Filtern  $\leq 30\text{m}$  und einem Radius von  $200\text{m}$  mit den Fruchtarten der zugehörigen Indikationen. Bei den Wirkstoffen Isoproturon (Getreide, 86%) und Terbutylazin (Mais, 72%) sowie dem nicht relevanten Metabolit S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743) (Mais, 74%) sind die Zusammenhänge am deutlichsten. Ein Belastungsschwerpunkt mit den nicht mehr zugelassenen Wirkstoffen Ethidimuron (68%) und Bromacil (64%) ist im Nahbereich  $\leq 1.500\text{m}$  zu Bahngleisen erkennbar. Für den u.a. aktuell im Gleisbett eingesetzten Wirkstoff Glyphosat (25%) und seinem Metaboliten AMPA (43%) ist der Zusammenhang nicht so stark. Die geografische Verteilung der Nachweise unabhängig von der mittleren Filtertiefe macht die räumliche Nähe zu den Gleistrassen besonders in den urbanen Räumen deutlich.

### 9.3 Beziehung PSM und anorganische Parameter (Nitrat, elektrische Leitfähigkeit)

Ergänzend zu den Analysen auf Pflanzenschutzwerkstoffe und -metaboliten wurde auch eine Auswahl an anorganischen Parametern in der Auswertungs-Datenbank mitgeführt, um Zusammenhänge z.B. zu anderen anthropogenen Belastungen zu diskutieren. Für insgesamt 3.965 (68,6%) der ausgewerteten 5.781 Messstellen liegen anorganische Parameter vor.

Neben den urbanen Einflüssen wie z.B. Bahn-  
gleise, ist es insbesondere die landwirtschaftliche und gärtnerische Bodennutzung, die Emissionen von Pflanzenschutzwerkstoffen bewirkt, daher war es naheliegend, auch die gleichzeitige Belastung mit Nitrat im Grundwasser zu prüfen. Dazu wurde das ausgewertete Messnetz in die beiden Gruppen mit und ohne PSM-Nachweise aufgeteilt – unabhängig ob Wirkstoff- und / oder Metaboliten-Nachweise vorlagen und die mittlere Nitratkonzentration im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2016 verglichen. Für beide Gruppen sind ähnlich viele Daten vorhanden, ohne PSM-Nachweise sind es 2.111 Messstellen und mit PSM-Nachweise 1.854 Messstellen. In Abbildung 9-6 sind die Maximal- und Minimalwerte sowie das obere und untere Quartil (75 und 25 Perzentil) und der Medianwert (50 Perzentil) aufgetragen. Die mittleren Nitratkonzentrationen der beiden Gruppen unterscheiden sich sehr deutlich, so liegt der Medianwert der Gruppe mit PSM-Nachweisen um ca. 10 mg/l höher als bei den Messstellen ohne PSM-Nachweis. Das obere Quartil mit PSM-Nachweis ist mit 41,9 mg/l um 71% höher als bei den Messstellen ohne PSM-Nachweis (29,9 mg/l). Das untere Quartil ist mit 1,2 und 2,2 mg/l sehr ähnlich und repräsentiert den Anteil Messstellen mit ausgeprägter Denitrifikation (heterotropher oder autotropher Nitrat-Abbau).

Wie bei den vorangegangenen tiefenabhängigen Auswertungen (vergl. Abb. 5-5, 5-10 und 6-5) bereits sehr deutlich wurde, sind besonders die Messstellen mit mittleren Filtertiefen  $\leq 30\text{m}$  unter GOK von Pflanzenschutzmittelbelastungen betroffen. Diese eben relativ flach ausgebauten Standorte zeichnen sich auch eher durch Nitratbelastungen aus, als tiefere Messstellen mit z.B. schützenden Deckschichten und / oder vollständiger Denitrifikation, so dass ein oftmals gleichzeitiges Auftreten von PSM-Nachweisen und erhöhten Nitratkonzentrationen zu erklären ist.

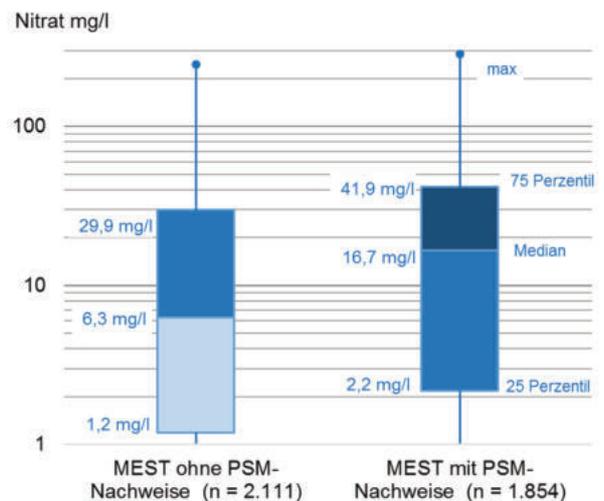


Abb. 9-6: Mittlere Nitratkonzentration von Messstellen ohne und mit PSM-Nachweisen, Daten 2000 bis 2016

Die elektrische Leitfähigkeit als unspezifischer Summenwert der Ionenkonzentration eines Wassers wurde als zweite Prüfgröße ausgewertet. Auch für diesen Parameter zeigen sich Unterschiede zwischen den beiden Gruppen ohne bzw. mit PSM-Nachweisen (Abb. 9-7). Der Median liegt um 63  $\mu\text{S}/\text{cm}$  höher bei der Gruppe mit PSM-Nachweisen. Das obere Quartil der Datensätze liegt für die Gruppe ohne PSM bei 585  $\mu\text{S}/\text{cm}$  und für die Gruppe mit PSM bei 667  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Der Unterschied ist nicht so deutlich wie beim Nitrat und ebenfalls in den höheren Gehalten an Inhaltsstoffen in den flach verfilterten Grundwassermessstellen bzw. den verschmutzungsempfindlicheren Grundwasserleitern begründet. Der Maximalwert der elektrischen Leitfähigkeit ist bei der Gruppe ohne PSM mit 13.727  $\mu\text{S}/\text{cm}$  deutlich höher als bei der Gruppe mit PSM-Nachweise und repräsentiert Messstellen mit stark versalzten Grundwasser z.B. küstennah oder bei vorliegendem Salzstockeinfluss.

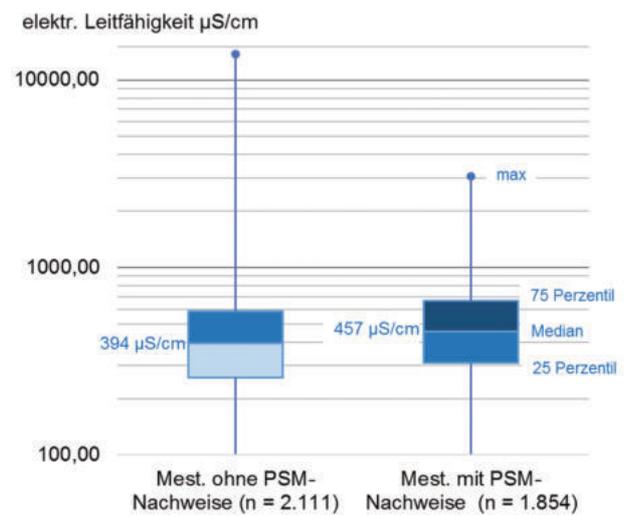


Abb. 9-7: Mittlere elektrische Leitfähigkeit von Messstellen ohne und mit PSM-Nachweisen, Daten 2000 bis 2016

Für 3.965 Messstellen liegen neben PSM auch anorganische Parameter vor. Für die Gruppen ohne und mit Pflanzenschutzmittelnachweisen wurden unabhängig von der Art der Stoffe die mittlere Nitratkonzentration und die mittlere elektrische Leitfähigkeit über den Betrachtungszeitraum 2000 bis 2016 verglichen. Bei Nitrat sind die Unterschiede sehr ausgeprägt, der Median in der Gruppe mit PSM-Nachweisen liegt etwa 10 mg/l höher, der 75. Perzentil um 12 mg/l höher als bei den Messstellen ohne PSM-Nachweis. Die Messstellen mit mittlerem Filter  $\leq 30\text{m}$  unter GOK repräsentieren einen flachen, verschmutzungsempfindlichen Grundwasserleiter, bei denen sowohl PSM-Nachweise als auch erhöhte Nitratkonzentrationen kumulativ auftreten. Bei der elektrischen Leitfähigkeit sind die mittleren Messwerte ca. 16% größer bei den Messstellen mit PSM-Nachweisen. Der Unterschied ist nicht so deutlich und ebenfalls in den höheren Gehalten an Inhaltsstoffen in den flach verfilterten Grundwassermessstellen begründet.

## 9.4 LHKW 1,2-Dichlorpropan

Der Beistoff 1,2-Dichlorpropan kam im Stoffgemisch des eigentlichen Wirkstoffes 1,3-Dichlorpropan zur Anwendung. In Niedersachsen wird er nicht als PSM-Wirkstoff, sondern als leichtflüchtiger Kohlenwasserstoff (LHKW) geführt. Entsprechend wird 1,2-Dichlorpropan nicht mit in der WRRL-PSM-Bewertung berücksichtigt. Für den LHKW 1,2-Dichlorpropan gibt es keinen Schwellenwert. Auch in der LAWA-Veröffentlichung „Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser“ (LAWA, 2017) ist dieser Parameter nicht aufgeführt. In einigen Bundesländern Deutschlands wird er als PSM-Einzelsubstanz geführt. Im aktuellen LAWA-PSM-Bericht liegt 1,2-Dichlorpropan im Berichtszeitraum 2013-2016 an Rang 5. (NLWKN, 2015 und LAWA, 2019)

1,3-Dichlorpropan wurde als nematizider Wirkstoff (Bodenbegasungsmittel) in der Landwirtschaft eingesetzt (Mohrrüben, Kartoffeln, Erdbeeren). Seine Zulassung als PSM-Wirkstoff endete in Deutschland 1988. Da 1,3-Dichlorpropan als krebserzeugend eingestuft wurde, ist auch der Einsatz als Biozid in Deutschland seit 2003 vollständig verboten.

1,3-Dichlorpropan (cis-/trans-) liegt meist in Form einer Mischung aus den Isomeren cis-1,3-Dichlorpropan und trans-1,3-Dichlorpropan vor, wobei ersteres wirksamer war. Insgesamt wurden 3.004 Messstellen auf einen, zwei oder alle drei Parameter untersucht (siehe Anlagen 1-4). Nur an 12 Messstellen wurden im Zeitraum 2002-2010 Nachweise geführt.

Auf 1,2-Dichlorpropan wurden insgesamt 3.818 Messstellen im Zeitraum 2000-2016 untersucht. An 48 dieser Messstellen in 10 Betrachtungsebenen Landkreise wurden Nachweise geführt (Abb. 9-8) und davon waren 28 Messstellen in 6 Betrachtungsebenen Landkreise  $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$ . Die Spannweite der Nachweise ging von  $0,025 \mu\text{g/l}$  bis  $9,1 \mu\text{g/l}$ . Insgesamt an vier Messstellen wurden in den Jahren 2000-2016 Konzentrationen  $\geq 1,0 \mu\text{g/l}$  nachgewiesen. In zwei davon werden bis heute stetig Nachweise  $\geq 1,0 \mu\text{g/l}$  geführt. In der Tabelle 9-1 sind die Messstellennachweise über die Vier-Jahresintervalle 2000-2003, 2004-2007, 2008-2011, 2012-2015 und das Jahr 2016 sowie für den gesamten Berichtszeitraum mit Hilfe von vier Klassen ( $\geq \text{BG}$  bis  $<0,1$ ,  $\geq 0,1$  bis  $<0,5$ ,  $\geq 0,5$  bis  $<1,0$  und  $> 1,0$ ) dargestellt. Ausgewertet wurde das jeweilige Maximum je Messstelle im jeweiligen Zeitintervall.

Tab. 9-1: Fundhäufigkeiten der höchsten Einzelnachweise von 1,2-Dichlorpropan

Zeiträume	untersuchte Messstellen	Anzahl Messstellen (Maximum an der Messstelle)			
		$\geq \text{BG}$ bis $<0,1$	$\geq 0,1$ bis $<0,5$	$\geq 0,5$ bis $<1,0$	$> 1,0$
2000-2003	357	1	2	0	4
2004-2007	1341	5	6	0	1
2008-2011	2495	16	10	0	3
2012-2015	2205	10	10	0	5
2016	970	2	4	0	2
<b>2000-2016</b>	<b>3818</b>	<b>26</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>7</b>

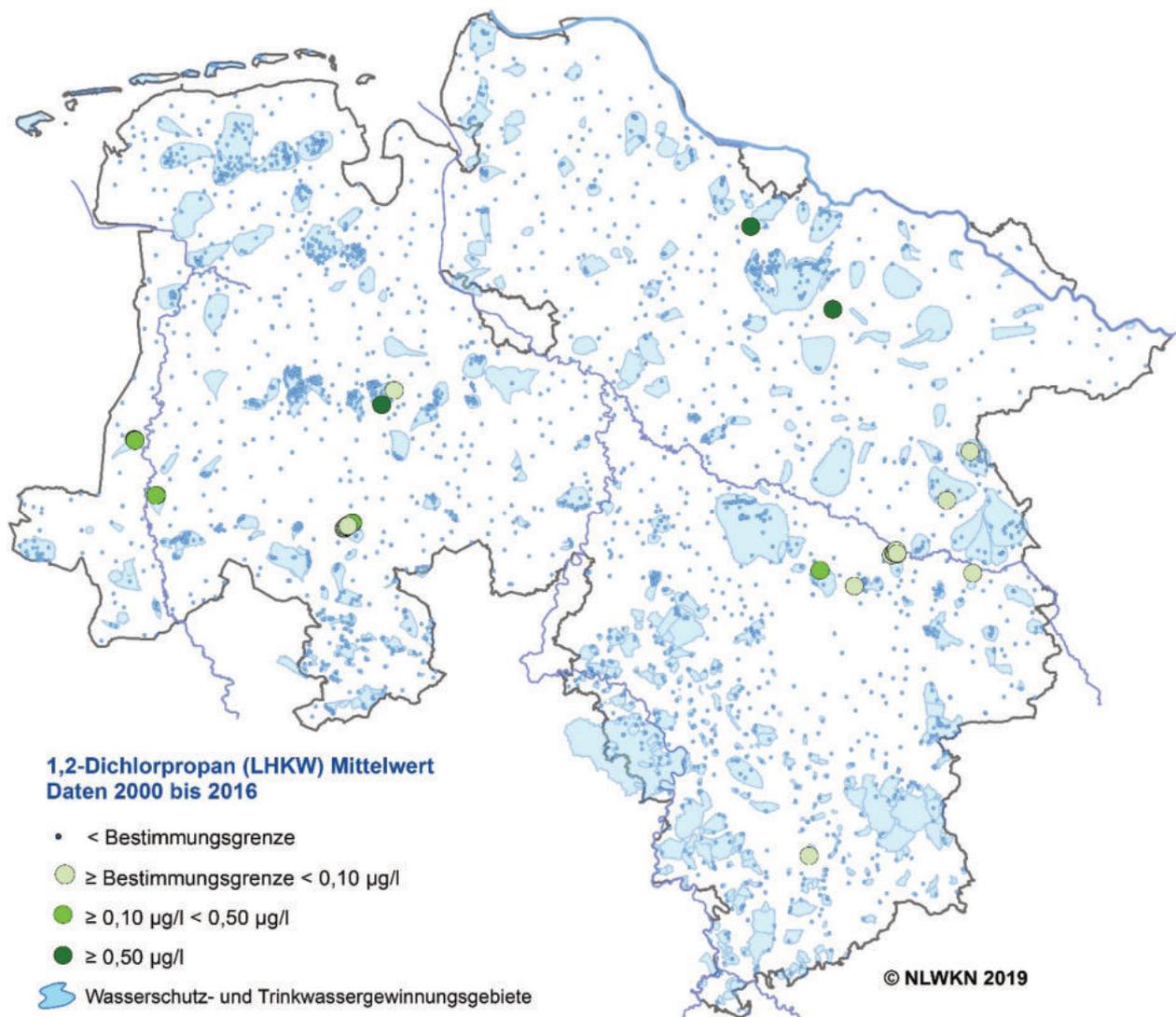


Abb. 9-8: LHKW 1,2-Dichloropropan – Mittelwert der Nachweise 2000-2016 an Einzel-Messstellen

Der Parameter 1,2-Dichloropropan kam im Stoffgemisch des eigentlichen Wirkstoffes 1,3-Dichlorpropen zur Anwendung, deshalb wird er in Niedersachsen nicht als PSM-Wirkstoff, sondern als leichtflüchtiger Kohlenwasserstoff (LHKW) geführt. Da er in einigen Bundesländern Deutschlands als PSM-Einzelsubstanz mitgeführt wird, erfolgte diese Sonderauswertung. 1,3-Dichlorpropen, für den seit 2003 ein vollständiges Anwendungsverbot in Deutschland besteht, wurde in der Landwirtschaft als nematizider Wirkstoff beim Anbau von Mohrrüben, Kartoffeln und Erdbeeren eingesetzt. An 12 der 3.004 untersuchten Messstellen wurden Nachweise für 1,3-Dichlorpropen (cis-/trans- oder cis- oder trans-) geführt. Auf 1,2-Dichloropropan wurden insgesamt 3.818 Messstellen im Zeitraum 2000-2016 untersucht. An 48 dieser Messstellen in 10 Betrachtungsebenen Landkreise wurden Nachweise geführt und davon waren 28 Messstellen in 6 Betrachtungsebenen Landkreise  $\geq$  0,1 µg/l. Die Spannweite der Nachweise ging von 0,025 µg/l bis 9,1 µg/l.

## 10 Ergebnisdiskussion

Die **Messnetzdichte** der 5.781 auf PSM analysierten bzw. bereitgestellten Messstellen auf den Betrachtungsebenen Landkreise ist von verschiedenen Faktoren wie der Trinkwassergewinnung, der Landnutzung oder der Ausprägung der Grundwasserleiter abhängig und variiert zwischen 0,09 Mest./10km<sup>2</sup> (Stadt Wilhelmshaven) und 3,11 Mest./10km<sup>2</sup> (Kreis und Stadt Oldenburg). Eine Optimierung ist unter Berücksichtigung wasserwirtschaftlicher Rahmenbedingungen in einigen Regionen wünschenswert.

Die Verteilung der Anzahl von Messstellen mit **Nachweisen in den verschiedenen Stoffgruppen** WS, rM und nrM ist in den Kreisen regional sehr unterschiedlich. Bei der Gesamtbetrachtung bleiben 39,1% der Messstellen ohne Nachweis, 12,7% mit Befunden von Wirkstoffen und relevanten Metaboliten und in 48,2% der Messstellen wurden nicht relevante Metaboliten gefunden. Deutlich mehr Messstellen mit Nachweisen als ohne Nachweise zeigen eine signifikante Belastung auf und machen eine Trendumkehr erforderlich.

Die Mittelwerte aller Nachweise der **WIRKSTOFFE-TOP 20** liegen bei 18 der 20 Wirkstoffe oberhalb der Qualitätsnorm von 0,1 µg/l. Tiefenabhängige Auswertungen über alle Wirkstoffnachweise zeigen eine deutliche Abhängigkeit von der mittleren Filtertiefe der Messstellen, in den drei Tiefenklassen bis 30m unter Gelände, sind im Mittel über 17% der Messstellen belastet. Die geografische Verteilung zeigt einen weitgehend flächenhaften Nachweis der **WIRKSTOFFE-TOP 20** in Niedersachsen. Insgesamt deuten über 700 Messstellen mit Wirkstoffnachweisen auf eine überwiegend diffuse Belastung hin – viele der gefundenen Wirkstoffe sind nicht mehr zugelassen, dies beschränkt die konstruktiven Verbesserungsmöglichkeiten.

Unter den **WIRKSTOFFEN-TOP 20** befinden sich mit Diuron und Isoproturon zwei Wirkstoffe, die auch als **Biozid**-Wirkstoff eingesetzt werden. Beide sind als Pflanzenschutzwirkstoff in Deutschland nicht mehr zugelassen, können derzeit jedoch als Biozid – ohne Zulassung in Deutschland – vermarktet werden. Sowohl für die Pflanzenschutz- als auch für die Biozid-Wirkstoffe gilt das Substitutionsprinzip, d.h. dass Wirkstoffe mit gefährlichen Eigenschaften nach Möglichkeit durch einen weniger bedenklichen Wirkstoff zukünftig ersetzt werden sollen. Unter den **WIRKSTOFFEN-TOP 20** sind mit den Wirkstoffen Isoproturon, Mecoprop, Metalaxyl, Chlortaluron und Metribuzin fünf Substitutionskandidaten für PSM-Wirkstoffe enthalten.

Für die Gruppe der **relevanten Metaboliten** sind mit Desisopropyl-Atrazin, Desethylatrazin

und Desethylterbuthylazin drei Substanzen stoffspezifisch ausgewertet worden. Desethylterbuthylazin fällt durch einen Mittelwert über alle Nachweise größer QN auf, die Nachweisdichte der rM ist geringer als bei den Wirkstoffen.

Von den derzeit als relevant **zwischenbewerten Metaboliten** (xM) lagen für diesen Bericht nur für Chlorthalonil-Sulfonsäure (Metabolit R 417888/M12) und Pethoxamid-Sulfonsäure (Metabolit MET-42) Untersuchungsergebnisse vor. Nachweise wurden nur für den xM Chlorthalonil-Sulfonsäure (Metabolit R 417888/M12) geführt, zu dem Untersuchungsergebnisse für 1.715 Messstellen vorliegen. Pethoxamid-Sulfonsäure (Metabolit MET-42) wurde nur an 138 Messstellen untersucht und nicht nachgewiesen.

Für die am häufigsten in Messstellen nachgewiesenen **NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20** liegen die Mittelwerte aller Nachweise höher als bei den Wirkstoffen. Die tiefenabhängige Auswertung über alle Nachweise von nicht relevanten Metaboliten zeigen ebenfalls eine sehr deutliche Abhängigkeit von der mittleren Filtertiefe der Messstellen – in den drei Tiefenklassen bis 30m unter Gelände sind im Mittel über 67% der Messstellen belastet. Die geografische Verteilung weist in Abhängigkeit von den Anteilen der angebauten Fruchtarten mit den entsprechenden Indikationen der zugehörigen Wirkstoffe stoffspezifisch regionale Unterschiede in Niedersachsen auf. Die stoffspezifisch sehr hohe Anzahl von Nachweisen mit nicht relevanten Metaboliten in teilweise hohen Konzentrationen über GOW dokumentiert ein systematisches Problem in der Zulassungssituation sowie in den persistenten und mobilen Stoffeigenschaften.



Abb. 10-1: Kamergeführte Hacke im Maisbestand (Foto LWK Niedersachsen)

Sechs **Fallbeispiele** aus der Praxis der Trinkwassergewinnung skizzieren die jeweils lokale Belastungssituation und liefern Lösungsansätze. Sie vermitteln konstruktive Ansätze und demonstrieren das Engagement der Wasserversorgungsunternehmen und weiterer Akteure in den Trinkwassergewinnungsgebieten.

Im **WSG Wehnsen** werden seit 2011 Nachweise des nicht relevanten Metaboliten Chloridazondesphenyl geführt, die Konzentrationen im Reinwasser liegen noch unterhalb des Gesundheitlichen Orientierungswertes von 3,0 µg/l. Der Wasserverband Peine hat sich 2016 dazu entschlossen eine Leitwertmeldung beim BVL vorzunehmen. Für die Leitwertmeldung ist der Nachweis von nrM-Konzentrationen > 3,0 µg/l in einer Rohwasserentnahmestelle oder > 10,0 µg/l in einer GW-Messstelle in einem festgelegten Messzyklus zu führen. Seit 2018 ist mittels Anwendungsbestimmung NG 301-1 der Einsatz von chloridazonhaltigen Produkten im WSG Wehnsen untersagt.

Im **WSG Fuhrberger Feld** hat die enercity AG gemeinsam mit der BGR das Verhalten von nicht relevanten Metaboliten in Boden, Sicker- und Grundwasser untersucht. In dem BGR-Projekt MetaBoTiG wurden mit Hilfe von Saugsonden das Sickerwasser und an Multilevelmessstellen tiefenabhängig das Grundwasser beprobt und auf nrM untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass im Gegensatz zu den Wirkstoffen, die nicht relevanten Metaboliten nur gering an die organische Substanz im Boden sorbieren und in Konzentrationen auch über 10 µg/l im Grundwasser im Abstrombereich von Ackerflächen nachzuweisen sind.

In der Trinkwassergewinnung des **Wasserwerkes Weener** werden seit 2014 in zwei Förderbrunnen Bromacil- und Ethidimuron-Nachweise geführt. Der Wasserversorgungsverband Rheiderland hat mit Unterstützung einer Grundwasserströmungsmodellierung und einem verdichteten GW-Messnetz die potentiellen Eintragspfade aus einer nahegelegenen Gleisanlage und einer stillgelegten Baumschule untersucht. Um das Reinwasser sicher wirkstofffrei an die Kunden liefern zu können, wird eine mobile und in Kürze eine stationäre Aktivkohlefilteranlage betrieben.

Die Trinkwassergewinnung über das **Wasserwerk Hoya** ist seit 2011 geprägt von Belastungen mit nicht relevanten Metaboliten in allen vier betriebenen Förderbrunnen. Verschiedene Maßnahmen in der Flächenbewirtschaftung, dem GW-Monitoring und in der Aufbereitung mittels Aktivkohlefilter helfen dabei, die Emissionen zu reduzieren und die Gesundheitlichen Orientierungswerte im Trinkwasser einzuhalten.

Der kooperative Grundwasserschutz bestimmt in den von der GEW Wilhelmshaven GmbH bewirtschafteten **TGG Feldhausen** und Kleinhorsten seit über 20 Jahren die gute Zusammenarbeit mit den Flächenbewirtschaftern und der Wasserschutzberatung. Präventive Maßnahmen zur Verminderung von PSM-Emissionen finden zunehmend Eingang in die Bewirtschaftung der TGG und in das Schutzkonzept. Um Erfolge wie z.B. eine Trendumkehr der Belastungen zu erzielen, sind geeignete Maßnahmen zu entwickeln, die praxisnah umgesetzt werden können.

Im **Trinkwassergewinnungsgebiet Dulonsberg** entwickeln die Akteure verschiedene Maßnahmen und Aktivitäten, um den integrierten Pflanzenschutz verstärkt in Hinblick auf den Grundwasserschutz umzusetzen. Dabei sind eine angepasste Fruchtfolge, die Rotation der PSM, der Einsatz der Maishacke in Kombination mit Untersaatenanbau und ebenso eine ausreichend finanziell ausgestattete Kooperation, zur Finanzierung der notwendigen freiwilligen Vereinbarungen, essenziell für das Gelingen der gemeinsamen Ziele.

Bei fünf ausgewählten Wirkstoffen sind mit Bentazon und Mecoprop zwei von der **Tendenz** her gleichbleibend, die Nachweise von Ethidimuron nehmen zu, die von Diuron nehmen leicht ab und von Bromacil leicht zu. Die Nachweise an den konsistenten Messstellen nehmen für alle 4 dargestellten nrM über die Zwei-Jahresintervalle von 2011 bis 2016 stetig zu. Durch die heterogenen Untersuchungsbedingungen (Messstellen- und Parameterauswahl) in Niedersachsen liegen trotz der umfangreichen Datenbasis nur für knapp ein Viertel (5 WS) bzw. gut ein Siebtel (4 nrM) konsistente Messstellen vor. Bei Nachweisen sind durchgängige Wiederholungsuntersuchungen zu empfehlen, um für zukünftige Auswertungen möglichst konsistente Zeitreihen zu erhalten.

Bei ausgewählten WS und nrM **korrelieren** die Nachweise von Messstellen mit flachen mittleren Filtertiefen ≤ 30m und einem Radius von 200m mit den Fruchtarten der zugehörigen Indikationen. Bei den Wirkstoffen Isoproturon (Getreide, 86%) und Terbutylazin (Mais, 72%) sowie dem nicht relevanten Metabolit S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743) (Mais, 74%) sind die Zusammenhänge am deutlichsten. Ein Belastungsschwerpunkt mit den nicht mehr zugelassenen Wirkstoffen Ethidimuron (68%) und Bromacil (64%) ist im Nahbereich ≤1.500m zu Bahngleisen erkennbar. Die geografische Verteilung der Nachweise, unabhängig von der mittleren Filtertiefe, macht die räumliche Nähe zu den Gleistrassen besonders

in den urbanen Räumen deutlich. Neue Strategien zur Verhinderung von Bewuchs in Gleistrassen sind erforderlich.

Für 3.965 Messstellen liegen neben PSM auch **anorganische Parameter** vor. Bei Nitrat sind die Unterschiede sehr ausgeprägt, der Median in der Gruppe mit PSM-Nachweisen liegt etwa 10 mg/l höher, der 75. Perzentil um 12 mg/l höher als bei den Messstellen ohne PSM-Nachweis. Die Messstellen mit mittlerem Filter  $\leq 30\text{m}$  unter GOK repräsentieren einen flachen, verschmutzungsempfindlichen Grundwasserleiter, bei denen sowohl PSM-Nachweise als auch erhöhte Nitratkonzentrationen kumulativ auftreten.

Der Parameter **1,2-Dichlorpropan** kam im Stoffgemisch des eigentlichen Wirkstoffes 1,3-Dichlorpropan zur Anwendung. Da er in einigen Bundesländern Deutschlands als PSM-Einzelsub-

stanz mitgeführt wird, erfolgte hierzu eine Sonderauswertung. An 12 der 3.004 untersuchten Messstellen wurden Nachweise für 1,3-Dichlorpropan (cis-/trans- oder cis- oder trans-) geführt. Auf 1,2-Dichlorpropan (LHKW) wurden insgesamt 3.818 Messstellen im Zeitraum 2000-2016 untersucht. An 48 dieser Messstellen in 10 Betrachtungsebenen Landkreise wurden Nachweise geführt und davon waren 28 Messstellen in 6 Betrachtungsebenen Landkreise  $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$ . Die Spannweite der Nachweise reicht von  $0,025 \mu\text{g/l}$  bis  $9,1 \mu\text{g/l}$ . Damit wurde 1,2-Dichlorpropan deutlich öfter und auch aktuell noch in Konzentrationen  $\geq 1,0 \mu\text{g/l}$  nachgewiesen als der eigentliche PSM-Wirkstoff 1,3-Dichlorpropan. Dieses Beispiel zeigt auf, wie wichtig es ist, dass bei der nationalen Zulassung von Pflanzenschutzmitteln auch die enthaltenen Beistoffe betrachtet werden.

## 11 Fazit und Ausblick

Der **Umweltschutz**, ist im Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland (Artikel 20 a) als Staatsziel verankert. Zum Schutze der Umwelt im Allgemeinen und zum Schutze des Grundwassers im Besonderen, gilt es den Eintrag jeglicher anthropogener Stoffe (PSM, Biozide, Arzneimittel, weitere Industriechemikalien) in die Gewässer zu vermeiden. Der flächendeckende Grundwasserschutz in Niedersachsen ermöglicht es, zukünftig bei Bedarf auch auf andere, bislang nicht genutzte bzw. per Verordnung geschützte Gebiete zur Trinkwassergewinnung zurückzugreifen.

Mit dem vorliegenden zweiten Themenbericht Pflanzenschutzmittel auf der Grundlage der Daten des Landes und der Wasserversorger wird ein dringender Handlungsbedarf aufgezeigt, um die niedersächsischen Grundwasserressourcen für unsere Trinkwassernutzung vor den Einträgen von Wirkstoffen und deren Abbauprodukten zu schützen.

PSM-Nachweise im **Grundwasser** sind ein sensibles Thema in der öffentlichen Wahrnehmung. Wichtig sind der transparente Umgang mit den erhobenen Daten und deren objektive Beschreibung, um gemeinsam mit den Akteuren Lösungsansätze zu erarbeiten. Die Auswertungen auf der Betrachtungsebene der Landkreise und kreisfreien Städte bieten allen Akteuren (z.B. untere Wasserbehörden, Gesundheitsämtern, Wasserversorgungsunternehmen und Pflanzenschutzämtern) eine Basis für Diskussionen und

interdisziplinäre Zusammenarbeit. Die Ergebnisse dieses Berichtes zeigen, dass schon seit Jahrzehnten nicht mehr zugelassene Wirkstoffe, wie Ethidimuron und Bromacil sich in Niedersachsen unter den TOP 4 befinden – bei gleichbleibender Tendenz der Nachweise  $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$ . Gleichzeitig werden zugelassene Wirkstoffe mit gleichbleibendem Trend in Niedersachsen und leicht steigendem Trend in Deutschland nachgewiesen. Die nrM werden von mittlerweile widerrufenen aber auch von noch zugelassenen Wirkstoffen mit steigendem Trend nachgewiesen.

Diese Nachweise zeigen, dass sowohl in Bezug auf die Zulassung als auch in Bezug auf die Anwendung der Wirkstoffe Handlungsbedarf besteht. Vorrang vor allen anderen Interessen muss die Sicherstellung der Ressource Trinkwasser – unserem wichtigsten Nahrungsmittel – haben. Trinkwasser ist somit kein verhandelbares Gut.

Der vorliegende wasserwirtschaftliche Themenbericht soll dazu dienen, eine Rückkopplung der Monitoring-Ergebnisse des Grundwassers für die Zulassungsebene aber auch für die Beratungsebene zu liefern. Nur wenn ein Austausch aller betroffenen Fachgebiete realisiert und mit transparenten Daten untermauert werden kann, wird es gelingen, die Situation insgesamt zu verbessern und die Innovationsmöglichkeiten effektiv zu nutzen.

Um dieses zu erreichen, sind alle Akteure gefragt. Hierbei muss der Fokus auf verschiedene Bereiche gerichtet werden (NLWKN, 2015):

- Vorsorge und Vermeidung,
- Anpassung von Rechtsgrundlagen des Pflanzenschutzes an die Anforderungen des Trinkwasserschutzes,
- Zulassungsvoraussetzungen und Absicherung der Hersteller- und Anwenderverantwortung,
- Korrekturmöglichkeiten über Fundaufklärung und Nachzulassungsmonitoring,
- Grundwassermonitoring.

## 11.1 Landnutzung

Die **Verwendung von Pflanzenschutzmitteln** unterliegt Rechtsnormen und wird mit regelmäßigen Schulungen (Sachkundenachweis) und einer flankierenden Pflanzenschutzberatung des Pflanzenschutzamtes der Landwirtschaftskammer Niedersachsen begleitet. Gleichwohl werden auch zugelassene Wirkstoffe wie z.B. Metalaxyl, Glyphosat oder Mecoprop nachgewiesen. Bei Einhaltung aller zulassungsrelevanten Randbedingungen liegt die Vermutung nahe, dass die Ursachen für diese Nachweise in den Stoffeigenschaften Persistenz und Mobilität zu suchen sind. Dies gilt in ganz besonderem Maße für diejenigen Wirkstoffe, deren nicht relevante Metaboliten mit einer sehr hohen Zahl von Befunden nachgewiesen werden.

Eine große Verantwortung liegt hier bei den Wirkstoff-Herstellern und in den Zulassungsverfahren – diese Verantwortung kann weder auf die Anwender noch auf die Pflanzenschutzberatung übertragen werden. Der mit dieser Auswertung aufgezeigte Handlungsbedarf muss deutlichen Eingang finden in die **Entwicklung von Wirkstoffen mit günstigem Umweltverhalten** wie z.B. sehr guten Abbaueigenschaften. Um diese klare Herstellerverantwortung zu adressieren und zu initiieren, bedarf es eines modernisierten Zulassungsverfahrens mit einer höheren Wichtung von stofflichem Umweltverhalten und wasserwirtschaftlichen Ansprüchen – dies kann z.B. über die Weiterentwicklung von Modellierungen und Lysimeterverfahren sowie durch wissenschaftliche Feldversuche erreicht werden. In den Modellierungen im Zuge des Zulassungsverfahrens ist insbesondere auch das Metabolisierungsverhalten der Stoffe zu prüfen.

Um neben den Ressourcen auch die Anwender zu schützen, können kritische Wirkstoffe mit hoher Nachweisdichte einem **Nachzulassungsmonitoring** unterzogen werden – hier sind regelmäßig auch aktuelle Erkenntnisse aus Grund- und Trinkwasseruntersuchungen zu integrieren. Für nicht relevante Metaboliten, die bereits heute in hoher Zahl in Förderbrunnen bzw. Rohmischwasser zur Trinkwassergewinnung nachgewiesen werden, muss im Rahmen der Herstellerverantwortung diskutiert werden, ob die entsprechenden Wirkstoffe wie z.B. S-Metolachlor oder Metazachlor, vergleichbar dem Chloridazon, vom Markt genommen werden können.

Die Vorzüge des **ökologischen Landbaus** durch den Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel sind unter dem Aspekt des Grundwasserschutzes anerkannt und bereits in vielen Trinkwassergewinnungsgebieten Niedersachsens ein fester Baustein des Trinkwasserschutzes (NLÖ, 2000). Aktuell werden dort gemachte Erfahrungen und Techniken z.B. aus der mechanischen Beikrautbekämpfung oder der Fruchtfolgegestaltung auch in den konventionellen Landbau übertragen und angepasst, so dass der Pflanzenschutzmitteleinsatz reduziert werden kann. Ergänzend hat der Ökolandbau systembedingt und im Wesentlichen durch den Verzicht auf chemisch-synthetische PSM vermutlich einen positiven Effekt auf die Grundwasserlebensgemeinschaften und deren sehr wichtigen Ökosystemfunktionen – hier besteht noch ein Forschungsbedarf (Kapitel 11.4).



Abb. 11-1: Einsatz einer Hacke im konventionellen Maisanbau (Foto LWK Niedersachsen)

Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Bioziden in **privaten Haushalten** ist nach wie vor aus wasserwirtschaftlicher Sicht sehr unbefriedigend und nur unzureichend reglementiert.

Eine Beratung bzw. Beratungspflicht gibt es hier im Regelfall nicht. Der Bezug ist völlig frei. Hier ist mindestens, wie bei den landwirtschaftlichen und gärtnerischen Anwendern, ein Sachkundennachweis zu fordern. Die unzulässige Verwendung auf versiegelten bzw. nicht gärtnerisch genutzten Flächen ist immer noch häufig zu beobachten und führt zu Abschwemmungen in Oberflächengewässern. Um den Vollzug und das Ordnungsrecht zu entlasten, sollten, um auf dieses Fehlverhalten hinzuweisen, wieder mehr öffentlichkeitswirksame Kampagnen initiiert und der Handel sehr viel stärker in die Pflicht genommen werden.

Fälschungen und Fehlanwendungen von PSM schaden allen Marktteilnehmern. Zu den Hauptrisiken zählen Kulturschäden mit allen wirtschaftlichen Nachteilen sowie nicht zulässige Rückstände in Folgeprodukten und Lebensmitteln. Für die Einfuhr von PSM zur Anwendung im eigenen Betrieb wird eine Genehmigung des BVL benötigt, die für identische Mittel ausgestellt werden kann. Die größte Sicherheit ist gegeben, wenn der Einkauf über bekannte Händler erfolgt (BVL, 2019b). Der Import und Einsatz **illegaler Pflanzenschutzmittel** aus dem Ausland ist auf das schärfste zu verfolgen – das Umweltverhalten der Wirkstoffe und der Anwenderschutz erfordern dies. Ein Monitoring auf solche Parameter findet dann nicht statt, wenn es sich um Stoffe handelt, die nicht dem üblichen Untersuchungsspektrum entsprechen. Bundesweite zentrale Empfehlungen und eine durchgängige fachliche Abstimmung wären auch hier wünschenswert.

## 11.2 Gesellschaftlicher Diskurs

Beim Trinkwasser kann der Verbraucher nicht so wie bei der Ernährung entscheiden, ob er pflanzenschutzstofffrei produzierte Produkte wählt. Hier muss auf die lokal verfügbaren bzw. angebotenen Ressourcen zurückgegriffen werden, die entsprechend zu schützen sind. Konflikte ergeben sich dort, wo die Trinkwasserversorgung aus eigenen **Hausbrunnen** sichergestellt wird, die verschmutzungsempfindlich sind, jedoch nicht konsequent auf PSM untersucht werden (NLWKN, 2015).

Zur Sicherstellung einer guten **Trinkwasserqualität** auch für nachfolgende Generationen, muss das Grundwasser geschützt werden. Hieraus resultiert das Minimierungsgebot als Vorsorgegedanke und die damit geforderten geringen Schwellenwerte zur Trinkwasserhygiene. Für die Wirkstoffe und relevanten Metaboliten sind diese

bereits seit 1989 über die Trinkwasserverordnung verankert. Mit der letzten Überarbeitung der Grundwasserverordnung (GrwV, 2017) wurden ebenfalls die Einzel- und Summengrenzwerte für die PSM-Wirkstoffe und deren relevanten Metaboliten festgelegt. Die nicht relevanten Metaboliten (nrM) sind hiernach zwar zu untersuchen, aber es wurde in Deutschland keine Einigung hinsichtlich einer trinkwasserhygienischen Bewertungsgrundlage erzielt, die für die Synchronisierung von Pflanzenschutzrecht und Trinkwasserrecht wünschenswert gewesen wäre. Somit stehen ausschließlich trinkwasserhygienische Vorgaben für die Bewertung der nrM-Nachweise zur Verfügung. Dieses sind die gesundheitlichen Orientierungswerte von 1,0 µg/l oder 3,0 µg/l und der Leitwert / Vorsorgemaßnahmewert von 10 µg/l, der auch bei der Zulassung von PSM-Wirkstoffen verwendet wird.

Wenn neben den trinkwasserhygienischen Bewertungsvorgaben zukünftig auch toxikologische und gesundheitliche Ableitungen erstellt werden, so sind bislang alle nur auf den Einzelparameter bezogen. Es wird nicht die Summe der Stoffe betrachtet, weder hinsichtlich aller nrM von einem Wirkstoff, noch für die Stoffgruppe der nrM (analog zum Summenschwellenwert von 0,5 µg/l) und nicht für die **Mischbelastung** aus Wirkstoff(en) inklusiver aller Metaboliten. Hierbei ist die Möglichkeit der Gehalte weiterer Spurenstoffe (z.B. Arzneimittel) noch nicht berücksichtigt. Es ergibt sich somit ein Handlungsbedarf für die Forschung auch in Bezug auf summarische Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Auswirkungen auf die Biosphäre sowie im Besonderen auf das Grundwasserökosystem.

Wenn es in Einzelfällen zur Überschreitung von Grenzwerten im Trinkwasser kommt, ist damit nicht unbedingt eine gesundheitliche Gefährdung des Verbrauchers verbunden. Es obliegt dem Gesundheitsamt festzulegen, in welcher Höhe und für welchen Zeitraum der Grenzwert überschritten werden darf. Hierzu werden stoffspezifische Leitwerte auf der Grundlage einer **gesundheitlichen und toxikologischen Bewertung** abgeleitet. Das Ziel dem Verbraucher heute und in der Zukunft gesundheitlich unbedenkliches Trinkwasser zur Verfügung zu stellen hat für die Wasserversorger oberste Priorität. Ergänzende Wasseraufbereitungen mit z.B. Aktivkohle wie in den Wasserwerken Weener und Hoya (Fallbeispiele Kap. 7.3 und 7.4) verfolgen ebenfalls dieses Ziel.

Bis Ende 2015 wurden in allen Bundesländern die nrM bei den Bestandsaufnahmen und Be-

wertungen gemäß EG-WRRL nicht berücksichtigt. Aufgrund der Grundwasserverordnung 2017 wurden die nrM in Niedersachsen in die aktuelle Bestandsaufnahme einbezogen, gleiches ist für die Bewertung 2021 geplant. Geht gemäß §5 der Grundwasserverordnung (GrwV, 2017) von einem nicht in der Anlage 2 aufgeführten Schadstoff oder einer Schadstoffgruppe das Risiko der Nichterreichung der Bewirtschaftungsziele nach §47 des Wasserhaushaltsgesetzes aus, legt die zuständige Behörde einen Schwellenwert fest. Die vorliegenden Nachweise der nrM größer dem GOW und dem Leitwert von 10 µg/l zeigen auf, dass in naher Zukunft ein Schwellenwert gemäß GrwV festzulegen ist.

Mit den Monitoringempfehlungen des Umweltbundesamtes (UBA, 2019b) wurden erstmals umfangreiche bundesweite Empfehlungen zum Grundwassermonitoring veröffentlicht. Hierin enthalten sind neben den nrM auch neue relevante Metaboliten und die neue Stoffgruppe der xM – Metaboliten die derzeit als relevant zwischenbewertet wurden, deren Status sich jedoch bei Vorliegen weitergehender Erkenntnisse ändern kann. Auch dies zeigt auf, dass die Bewertung von Spurenstoffen einem stetigen Wandel unterliegt. Die **Monitoringempfehlungen** sind ein wichtiger erster Schritt, dem zukünftig hoffentlich weitere, wie deren laufende Aktualisierung und die Erweiterung um andere Spurenstoffe sowie die Veröffentlichung einer Gesamtliste der zugelassenen Wirkstoffe inklusive deren Metaboliten folgen werden. Die deutliche Korrelation von Nachweisen herbizider Wirkstoffe zur Anwendung an Bahngleisen (Kap. 9.2) zeigt auf, dass zukünftig auch spezielle Anwendungsgebiete wie die Anwendung an Bahngleisen (welche zugelassenen Mittel werden hauptsächlich eingesetzt), die Anwendung in bestimmten Sonderkulturen (z.B. Gartenbau) und die Zulassung und Anwendung von Bioziden (ggf. Beibehaltung der Emissionsquelle über Biozide nach Widerruf von PSM-Wirkstoffen) betrachtet werden müssen.

Die Nichtwiederzulassung von Wirkstoffen nach Ablauf der vorherigen Genehmigung und der Widerruf der Zulassung von vielen Wirkstoffen in den letzten Jahren zeigen, dass alle Akteure begonnen haben, einen konstruktiven Weg zu gehen. Ein weiteres gutes Instrument ist der Nationale Aktionsplan Pflanzenschutz (NAP) zwecks Reduzierung der Risiken und der Einhaltung von Nachhaltigkeitskriterien bei der Pflanzenschutzmittelanwendung und der Weiterentwicklung von Pflanzenschutzverfahren. Bei der Durchführung

aller zukünftigen Verbesserungsmaßnahmen bedarf es an Durchhaltevermögen sowie einer guten Transparenz mittels Veröffentlichung und stetiger gegenseitiger Information.

### 11.3 Monitoring

Das **Grundwassermonitoring** der Bundesländer und der Wasserversorgungsunternehmen hat einen sehr wichtigen Stellenwert. Bemerkenswert ist, dass im Monitoring, trotz vorheriger Prüfungen in den Zulassungen, für eine hohe Zahl von Wirkstoffen und Metaboliten Nachweise im Grundwasser geführt werden. Der jahrzehntelange Nachweis von nicht mehr zugelassenen Wirkstoffen, zum Teil derzeit noch mit gleichbleibender Tendenz oder zumindest nur leicht abnehmender Tendenz sowie die stetig steigenden Nachweise der nrM zeigen auf, wie wichtig ein dauerhaftes Monitoring ist.

Auch aufgrund der Diskussionen um geführte Nachweise im Grundwasser, wurden in den letzten Jahren zunehmend Anwendungsbeschränkungen für Wirkstoffe erlassen, Hersteller nahmen Mittel vom Markt bis hin zum Widerruf von Zulassungen für Wirkstoffen. Diese aktuellen Entwicklungen zeigen auf, dass das Grundwassermonitoring eine unverzichtbare Rolle einnimmt, aber es sollte zukünftig kein eingeplantes Instrument zur Sicherstellung von Beweisen der Umweltverträglichkeit darstellen.

Dennoch darf mit dem Monitoring nicht nachgelassen werden. Herausforderungen sind hierbei der stetige **Optimierungsbedarf** auf lokaler oder landesweiter Ebene und die regelmäßige Aktualisierung des Monitorings hinsichtlich der Messstellenauswahl, der Untersuchungshäufigkeit und des Parameterumfangs. Der vorliegende Bericht zeigt deutlich auf, dass in allen drei Bereichen Optimierungsbedarf besteht.

Den **Parameterumfang** betreffend, sind stetig weitere Spurenstoffe wie beispielsweise Trifluoressigsäure (TFA) im Gespräch. Hierzu zählen neben den PSM-Wirkstoffen und deren Metaboliten auch deren Beistoffe, Biozide und weitere Industriechemikalien, zu denen derzeit wenig bis keine aktuellen Monitoringdaten vorliegen. Derzeit wird für das landesweite niedersächsische Grundwassermonitoring im Rahmen des GLD eine neue Untersuchungsliste erarbeitet, die sowohl diesem Anspruch als auch den Monitoringempfehlungen des UBA gerecht werden soll, auch wenn dieses bedeuten kann, dass zukünftig weitere Parameter in den Fokus geraten.

Für die landesweiten Untersuchungen an Rohwasser- und Vorfeldmessstellen wurde der Untersuchungsumfang Anfang 2019 aktualisiert (MU, 2019). Auffällige Parameter aus dem GLD Monitoring (Grundwasser und Oberflächenwasser) wurden, wie in den Vorjahren auch, berücksichtigt. Um der dynamischen Entwicklung hinsichtlich der PSM-Wirkstoffe und deren Metaboliten gerecht zu werden, ist zukünftig die jährlich überarbeitete Niedersächsische Landesliste (NLGA, 2019) in das Monitoring einzubinden. Dies kommt auch dem Wunsch einiger Wasserversorger entgegen, die Untersuchungslisten im Vergleich zum Trinkwasser zu vereinheitlichen.

Was die **Untersuchungshäufigkeit** betrifft, so besteht insbesondere auf lokaler Ebene Verbesserungsbedarf. Generell empfehlen die Autoren insbesondere auffällige Parameter routinemäßig – mindestens jährlich – zu untersuchen. Die nrM betreffend sind in der NG 301-1 eindeutige Vorgaben aufgeführt. Ausschließlich durchgängige Wiederholungsuntersuchungen und langjährige Zeitreihen erlauben Tendenzbetrachtungen und eine sichere Bewertung der Belastungssituation.

Auch die **Messstellendichte** kann auf einigen Betrachtungsebenen Landkreise und kreisfreie Städte erhöht werden. Oftmals ist hierzu kein Neubau erforderlich, sondern nur eine Eignungsprüfung bestehender Messstellen mit derzeit geringerem oder fehlendem PSM-Untersuchungsumfang. Landesweit sollen die in diesem Bericht veröffentlichten Daten ebenfalls dazu genutzt werden, das Überblicksmessnetz WRRL-Güte räumlich zu ergänzen.

Um die erhobenen Daten zukünftig besser gemeinsam auswerten zu können, sollten landesweit gemeinsame Konventionen zum Datenmanagement (Parameternamen, Bestimmungsgrenzen, Messwerte) erarbeitet werden. Hierbei kann der GLD unterstützen. Das lokale und landesweite optimierte Monitoring dient nicht nur der Entwicklung von Handlungsoptionen, sondern kann auch eine zukünftige Erfolgskontrolle von Maßnahmen ermöglichen.

## 11.4 Handlungsoptionen

Um das Ziel der Reduzierung von Emissionen zu erreichen, bestehen neben der o.g. Verbesserung der **Zulassungs- und Marktsituation** verschiedene andere Handlungsoptionen. Bei bereits analytisch manifestierten Belastungen im Grundwasser kann das bestehende Instrument der Fundaufklärung (stärker) genutzt werden. Die Fundaufklärung ist im Pflanzenschutzmittel-

gesetz geregelt und geht zu Lasten des Zulassungsinhabers. Hohe Qualität des Monitorings vorausgesetzt, bietet dieses Instrument eine Möglichkeit der Ursachen- und Quellenermittlung auf lokaler Ebene und muss dafür zeitnah und objektiv durchgeführt werden.

Nachhaltige und gut dokumentierte Belastungen mit nicht relevanten Metaboliten in ausgewiesenen Wasserschutzgebieten ermöglichen Restriktionen über die **Anwendungsbeschränkung** nach NG 301-1 (Fallbeispiel Wehnsen, Kap. 7.1). Aus Sicht der Trinkwassergewinnung bestehen insbesondere bei bereits vorhandenen Nachweisen im Rohwasser zwei Optionen zur Verbesserung der Erlasslage: Zum einen kann das Verfahren auch auf wasserrechtlich ausgewiesene Trinkwassergewinnungsgebiete ausgedehnt werden, die aus Sicht des Verbraucherschutzes einem verordneten Wasserschutzgebiet gleichzusetzen sind. Zum anderen ist bei der Mindest-Konzentration (GOW bei Rohwasser und Leitwert 10 µg/l bei Messstellen) der bisherige Bezug auf einen einzelnen Metaboliten fachlich fragwürdig. Aus gesundheitlichen Vorsorgegründen, aus hygienischer Sicht und aus Gründen einer konsequenten Zulassungspraxis muss hier die **Summe der Belastungen** aus mehreren nicht relevanten Metaboliten mindestens einer Ursprungssubstanz betrachtet werden.

**Biozide** in Baustoffen und Industriechemikalien durchlaufen nach wie vor kein vergleichbares Zulassungsverfahren wie bei der landwirtschaftlichen oder gärtnerischen Nutzung. Eluationsverhalten aus Baustoffen und Umweltverhalten in aquatischen Systemen oder Böden werden im Rahmen der Baustoffzulassung nicht oder nicht ausreichend geprüft. Wirkstoffe die im Pflanzenbau bereits lange ihre Zulassung verloren haben (z.B. Diuron) werden nach wie vor in Baustoffen verwendet (z.B. Fassadenschutz). Auf Bundesebene ist dazu ein Diskussionsprozess anzuregen.

Sehr positiv zu sehen sind die Entwicklungen der letzten Jahre im **Pflanzenbau**. Der integrierte Pflanzenschutz mit Schadschwellenprinzip, Fruchtwechsel oder Sortenwahl hat (wieder) einen höheren praktischen Stellenwert erfahren. Insbesondere die vielfältigen Aktionen im Rahmen der Trinkwasserschutz-Kooperationen mit Maßnahmenentwicklungen (Fallbeispiel Dulonsberg Kap. 7.6) engagierter Wasserschutzberatung, Öffentlichkeitsarbeit und Feldbegehungen zum Thema Pflanzenschutz haben hierfür einen sehr wichtigen Beitrag geleistet, der auch über

die Grenzen der Trinkwassergewinnungsgebiete hinaus Wirkung zeigt.

**Pflanzenschutzberatung** hat die Verminderung der Emissionen von nicht relevanten Metaboliten ins Grundwasser stark in den Fokus genommen und empfiehlt z.B. S-Metolachlor oder Terbutylazin freie Präparate mit Substituten und eine Wirkstoffrotation über die Anbaujahre. Mechanische Unkrautbekämpfungen auch im konventionellen Pflanzenbau leisten auch dank der Beratung einen Beitrag zur Reduzierung der Anwendungsmengen.

Aus Sicht des Grundwasser- und Bodenschutzes steckt ein sehr großes Entwicklungspotential im sog. **Smart-Farming** und **Precision Farming**. Digitale Techniken ermöglichen zukünftig einen effizienteren und damit ressourcenschonenderen Pflanzenbau, selbstfahrende Kleinstmaschinen bieten z.B. Möglichkeiten zur Einsparung von Herbiziden – bereits mit kameragestützter Nutzpflanzenerkennung.



Abb. 11-2: Autonome Kleinstmaschine im Rübenbestand „smart farming“ (Foto Julius Kühn-Institut)

Auf der Basis des fundierten Monitorings von Grund- und Rohwasser kann die **Trinkwassergewinnung** auf einen sehr großen Datenbestand zurückgreifen. Diesen gilt es auch auf überregionaler Ebene effizient und transparent zu nutzen, mit dem Ziel, die Emissionen zu vermindern – dazu kann die vorliegende Auswertung einen wichtigen Beitrag leisten.

Je nach hydrogeologischem Aufbau der genutzten Grundwasserleiter sind die Fließzeiten oft sehr lang und die Reinigung und Retention von Spurenstoffen im Aquifer ist schwer prognostizierbar und stark von den unterschiedlichen

Stoffeigenschaften abhängig. Der **Vorsorgegedanke** zum Schutz des Grundwassers, als dem wichtigsten Rohstoff für die Trinkwassergewinnung, erhält dadurch einen hohen fachlichen und gesellschaftlichen Stellenwert.

Großer Handlungsbedarf besteht aus Sicht der Autoren bei der Bewertung der negativen Einflüsse durch Pflanzenschutzmittelbelastungen auf das **Ökosystem Grundwasser**. Der Lebensraum Grundwasser mit seiner vielfältigen und einzigartigen Organismengemeinschaft und seiner bedeutenden Reinigungsleistung findet zunehmend Eingang in die wasserwirtschaftliche Praxis (IGÖ, 2019). Eine umfassende Berücksichtigung der toxikologischen Wirkungen durch PSM im Grundwasser z.B. auf eine Verschiebung der Artenzusammensetzung oder eine Verminderung der Regenerationsfähigkeit und Reinigungsleistung steht noch in den Anfängen der wissenschaftlichen Erforschung.

Die sehr erheblichen Aufwendungen für Untersuchungen auf Pflanzenschutzwirkstoffe und -metaboliten verursachen hohe Kosten, die bislang die Trinkwassergewinnung bzw. den Kunden belasten. Die für diese Auswertung zur Verfügung gestellten über 34.000 Analysen auf PSM haben ca. 13,6 Mio. € allein an Laborkosten verursacht. Eine deutliche Haftung der Zulassungsinhaber und gesetzlich geregelte **Kostenbeteiligung** am Monitoring wurde im Zuge der Gremienarbeit zu diesem Bericht klar artikuliert.

Haben die Belastungen mit Wirkstoffen oder Metaboliten im Rohwasser bereits ein tolerierbares Maß überschritten, bleibt nur noch die Aufbereitung zu Trinkwasser z.B. mittels Aktivkohle (Fallbeispiel Weener Kap. 7.3 und Fallbeispiel Hoya Kap. 7.4). Auch diese ganz erheblichen Investitions- und Aufbereitungskosten von über 0,10 €/m<sup>3</sup> gehen bislang allein zu Lasten der Trinkwassergewinnung.

Das darüberhinausgehende Engagement der niedersächsischen Wasserversorgungsunternehmen und der landwirtschaftlichen Partner am präventiven Grundwasserschutz z.B. in der Kooperationsarbeit ist finanziell nicht zu beziffern – aber einer der wichtigsten Bausteine zur Reinhaltung der Ressource Wasser!

## 12 Literaturverzeichnis

BVL (2010a) / Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2010a): Übersicht nicht relevanter Grundwassermetaboliten von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen vom 25.11.2010 (wird vom BVL laufend fortgeschrieben und kann zum internen Gebrauch über 200@bvl.bund.de angefordert werden)

BVL (2010b) / Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2010b): Berichte zu Pflanzenschutzmitteln 2009, Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln, Zulassungshistorie und Regelungen der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung. ISBN 978-3-0346-0028-0. Springer Basel AG, 2010

BVL (2018) / Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2018): BVL-Report 13.1, Berichte zu Pflanzenschutzmitteln – Jahresbericht Pflanzenschutz-Kontrollprogramm 2017; Bund-Länder-Programm zur Überwachung des Inverkehrbringens und der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln nach dem Pflanzenschutzgesetz

BVL (2019a) / Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2019a): Bewertung von Grund- und Trinkwassermetaboliten von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen in verschiedenen regulatorischen Verfahren, [https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Fachmeldungen/04\\_pflanzenschutzmittel/2008/2008\\_04\\_17\\_Fa\\_metabolite\\_in\\_Trinkwasser.html](https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Fachmeldungen/04_pflanzenschutzmittel/2008/2008_04_17_Fa_metabolite_in_Trinkwasser.html), zuletzt aufgerufen am 16.04.2020

BVL (2019b) / Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2019b): Flyer illegale Pflanzenschutzmittel

[https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04\\_Pflanzenschutzmittel/flyer\\_illegale\\_psm.pdf;\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04_Pflanzenschutzmittel/flyer_illegale_psm.pdf;__blob=publicationFile&v=3), zuletzt aufgerufen am 16.04.2020

BVL (2020) / Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2020): Online-Datenbank Pflanzenschutzmittel, [https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/04\\_Pflanzenschutzmittel/01\\_Aufgaben/02\\_ZulassungPSM/01\\_ZugelPSM/01\\_OnlineDatenbank/psm\\_onlineDB\\_node.html](https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/04_Pflanzenschutzmittel/01_Aufgaben/02_ZulassungPSM/01_ZugelPSM/01_OnlineDatenbank/psm_onlineDB_node.html), zuletzt aufgerufen am 16.04.2020

EC (2003) / European Commission (2013): Guidance Document on the Assessment of the Relevance of the Metabolites in Groundwater of Substances Regulated under Council Directive

91/414/EEC, Sanco/221/2000 – rev. 10, 25 February 2003

EC (2019) / European Commission (2019): EU Pesticides database, EU-Pesticides database, <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=homepage&language=EN>, zuletzt aufgerufen am 16.04.2020

EDI und BLV (2019a) / Eidgenössisches Departement des Innern sowie Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (2019a): Lebensmittel und Ernährung, Weisung 2019/1: Umgang mit dem Risiko durch Chlorothalonil-Rückstände im Trinkwasser, Bern, 08.08.2019

EDI und BLV (2019b) / Eidgenössisches Departement des Innern sowie Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (2019b): Risikobewertung, Relevanzprüfung der Grundwassermetaboliten der Produkte mit dem Wirkstoff Chlorothalonil im Rahmen der (teil-)gezielten Überprüfung, Beurteilung Stand 25. Juni 2019, redaktionelle Anpassungen 14. August 2019

EFSA (2017) / European Food Safety Authority, Arena M., Auteri D., et al. (2017): Conclusion on Pesticides Peer Review, Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance flutamonel. EFSA Journal 15(8) doi:10.2903/j.efsa.2017.4976

EFSA (2018) / European Food Safety Authority, Arena M, Auteri D, et al. (2018): Conclusion on Pesticides Peer Review, Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance chlorothalonil. EFSA Journal 16(1) doi:10.2903/j.efsa.2018.5126

EG (1998a) / Europäische Gemeinschaften (1998a): Richtlinie 98/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Februar 1998 über das Inverkehrbringen von Biozid-Produkten, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 123 vom 24.04.1998

EG (1998b) / Europäische Gemeinschaften (1998b): Richtlinie 98/83/EG des Rates vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 330/32 vom 5.12.1998

EG (2000) / Europäische Gemeinschaften (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L327 vom 13.10.2000

- EU (2012) / Europäische Union (2012): Verordnung (EU) Nr. 528/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Mai 2012 über die Bereitstellung auf dem Markt und die Verwendung von Biozidprodukten; Amtsblatt der Europäischen Union L167/1 vom 27.06.2012
- DIN 4049-3 (1994-10): Hydrogeologie – Teil 3: Begriffe zur quantitativen Hydrologie, Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth-Verlag GmbH, Berlin 1994, 80 Seiten
- GrwV (2017) / Grundwasserverordnung (2017): Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung – GrwV) vom 9. November 2010, zuletzt geändert durch die Verordnung vom 4. Mai 2017 – BGBl. I, S. 1044, Bonn
- IGÖ (2019) / Institut für Grundwasserökologie GmbH: Hahn, H. J.; Siemensmeyer, T.; van den Berg-Stein, S.; Burghardt, D.; Schwenk, K.; Trinkwasserbiologie aktuell – Neue biologische Verfahren im Grund – und Trinkwassermanagement. Rechtliche Anforderungen und praktische Anwendung, Landau Dezember 2019, 98 Seiten
- IME (2012) / Fraunhofer Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie (2012): Vorbereitung eines Monitoring-Konzepts für Biozide in der Umwelt; [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/dokumente/dokument\\_uba-gutachten\\_-\\_monitoring\\_biozide.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/dokumente/dokument_uba-gutachten_-_monitoring_biozide.pdf), zuletzt aufgerufen am 16.04.2020
- LAWA (2004) / Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2004): Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit – Pflanzenschutzmittel. 20 S., Kulturbuch-Verlag Berlin GmbH, Düsseldorf 2004
- LAWA (2011) / Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2011): Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit – Pflanzenschutzmittel, Berichtszeitraum 2001-2008. 32 S., Kulturbuch-Verlag Berlin GmbH, Dresden 2011
- LAWA 2017 / Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2017): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser – Aktualisierte und überarbeitete Fassung 2016, Kulturbuch-Verlag GmbH, Stuttgart 2017
- LAWA (2019) / Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2019): Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit – Pflanzenschutzmittel, Berichtszeitraum 2013 bis 2016, 55 Seiten; [https://www.lawa.de/documents/lawa-bericht-zur-gw-beschaffenheit--psm\\_2\\_1558355266.pdf](https://www.lawa.de/documents/lawa-bericht-zur-gw-beschaffenheit--psm_2_1558355266.pdf), zuletzt aufgerufen am 16.04.2020
- Michalski et al. (2004) / B. Michalski, B. Stein, L. Niemann, R. Fischer (2004): Beurteilung der Relevanz von Metaboliten im Grundwasser im Rahmen des nationalen Zulassungsverfahrens für Pflanzenschutzmittel. Nachrichtenblatt deutscher Pflanzenschutzdienst 56 (3): 53-59, 2004
- MU (2012) / Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (2012): Öffentliche Wasserversorgung, Rohwasseruntersuchungen und Untersuchungen an Vorfeldmessstellen, RdErl. d. MU v. 12.12.2012 (Nds. MBl. Nr. 4/2013, 67-78)
- MU (2019) / Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (2019): Öffentliche Wasserversorgung, Rohwasseruntersuchungen und Untersuchungen an Vorfeldmessstellen, RdErl. d. MU v. 20.03.2019 (Nds. MBl. Nr. 13/2019, 599-609)
- NLGA (2019) / Niedersächsische Landesgesundheitsamt (2019): Niedersächsische Landesliste NiLaLi) – Trinkwasseruntersuchungen auf Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte, Januar 2019
- NLWKN (2015) / Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2015): Themenbericht Pflanzenschutzmittel, Wirkstoffe und Metaboliten im Grundwasser, Datenauswertung 1989 bis 2013 – Reihe Grundwasser, Band 23, 1. Auflage 2015, 61. Seiten, Norden
- Streloke et al. (2007) / M. Streloke, M. Erdtmann-Vourliotis, H.-G. Nolting, H. Dieter, A.-W. Klein, R. Pfeil und B. Stein (2007): Bewertung von Grund- und Trinkwassermetaboliten von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen in verschiedenen regulatorischen Verfahren. Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2 (2007): 379-382
- TrinkwV (2017) / Trinkwasserverordnung (2017): Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch /Trinkwasserverordnung – TrinkwV) vom 21.05.2001, zuletzt geändert am 17.07.2017 – BGBl I, S. 2615, Bonn
- UBA (2003) / Umweltbundesamt (2003): Bewertung der Anwesenheit teil- oder nicht bewertbarer Stoffe im Trinkwasser aus gesundheitlicher Sicht. Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit beim Umweltbundesamt. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/gow-empfehlung\\_2003\\_46.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/gow-empfehlung_2003_46.pdf) (zuletzt

aufgerufen am 16.04.2020) und Bundesgesundheitsbl.- Gesundheitsforsch -Gesundheitsschutz 46: 249–251 (2003)

UBA (2008) / Umweltbundesamt (2008): Trinkwasserhygienische Bewertung stoffrechtlich nicht relevanter Metaboliten von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln im Trinkwasser. Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit beim Umweltbundesamt. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/dokumente/nicht\\_relevante\\_metaboliten.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/dokumente/nicht_relevante_metaboliten.pdf) (zuletzt aufgerufen am 16.04.2020) und Bundesgesundheitsbl.-Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz 51: 797-801 (2008)

UBA (2017) / Umweltbundesamt (2017): Sind Biozideinträge in die Umwelt von besorgniserregendem Ausmaß? Empfehlungen des Umweltbundesamtes für eine Vorgehensweise zur Untersuchung der Umweltbelastung durch Biozide, Texte 15/2017, Dessau-Roßlau, Februar 2017

UBA (2018) / Umweltbundesamt (2018): Flyer „Zulassung von Pflanzenschutzmitteln“ – Erst

der Wirkstoff. [https://www.bvl.bund.de/Shared-Docs/Flyer/nach\\_Themen/19\\_Flyer\\_Zulassung-Pflanzenschutzmittel.pdf?\\_\\_blob=publication-File&v=11](https://www.bvl.bund.de/Shared-Docs/Flyer/nach_Themen/19_Flyer_Zulassung-Pflanzenschutzmittel.pdf?__blob=publication-File&v=11), zuletzt aufgerufen am 16.04.2020

UBA (2019a) / Umweltbundesamt (2019a): Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) für nicht relevante Metaboliten (nrM) von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln (PSM); Fortschreibungsstand März 2019, 12 Seiten, Dessau-Roßlau

UBA (2019b) / Umweltbundesamt (2019b): Empfehlungsliste für das Monitoring von Pflanzenschutzmittel-Metaboliten in deutschen Grundwässern – Stand: 25. April 2019, 14 S., Dessau-Roßlau

UBA (2019c) / Umweltbundesamt (2019c): Internetseite Biozide, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/biozide>, zuletzt aufgerufen am 16.04.2020

WHG (2017) / Wasserhaushaltsgesetz (2017): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) vom 31.07.2009 (BGBl. I Seite 2585), zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I Seite 2771) geändert

# 13 Anlagen

## Anlage 1: Parameter-Transfer von Synonymen für einheitliche Datengrundlage

Ifd. Nr.	Ausgangsparameter	Zielparameter
1	1,3-Dichlorpropen	1,3-Dichlorpropen (cis-/trans-)
2	1,3-Dichlorpropen (E)	1,3-Dichlorpropen, trans-
3	1,3-Dichlorpropen (Z)	1,3-Dichlorpropen, cis-
4	1,3-Dichlorpropen [Meth.2]	1,3-Dichlorpropen (cis-/trans-)
5	2,4,5-Trichlorphenoxyessigsäure	2,4,5-Trichlorphenoxyessigsäure (2,4,5-T)
6	2,4-D	2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D)
7	2,4-DP	Dichlorprop (2,4-DP)
8	2,6-Dichlorbenzonitril	Dichlobenil
9	2-Chlor-4-ethyl-amino-6-amino-1,3,5-triazin	Desisopropylatrazin
10	3-(3,4-Dichlorphenyl)-1-methylharnstoff (Desmethyldiuron)	Diuron-desmethyl
11	3-Phenyl-4-hydroxy-6-Chlorpyridazin	6-Chloro-4-hydroxy-3-phenyl-pyridazin (CL 9673)
12	4,6-Dinitro-o-kresol (bitte 6209 verwenden)	2-Methyl-4,6-dinitrophenol (DNOC)
13	6-Chlor-4-hydroxy-3-phenylpyridazin	6-Chloro-4-hydroxy-3-phenyl-pyridazin (CL 9673)
14	alpha-Chlordan	Chlordan, cis-
15	Aminomethylphosphonsäure	AMPA
16	Bentazon-8OH	Bentazon-8-hydroxy
17	Chlorethen	Vinylchlorid
18	Chlorfurecol-methyl	Chlorfurenol-methyl
19	Chlorpyrifos	Chlorpyrifos-ethyl
20	cis-Nonachlor	Nonachlor, cis-
21	CL 9673	6-Chloro-4-hydroxy-3-phenyl-pyridazin (CL 9673)
22	Clomazone (bitte 7395 verwenden)	Clomazon
23	Cyanazin [Meth.2]	Cyanazin
24	Demeton-S-methyl-sulfoxid	Oxydemeton-methyl
25	Desethylsimazin	Desisopropylatrazin
26	Desisopropylazin	Desisopropylatrazin
27	Dimethachlor-desmethoxyethyl-sulfonsäure (Met: CGA 369873)	Dimethachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 369873)
28	Dimethylsulfamid	N,N-Dimethylsulfamid (DMS)
29	Dimetomorph	Dimethomorph
30	DNOC (bitte 6209 verwenden)	2-Methyl-4,6-dinitrophenol (DNOC)
31	Endosulfan (alpha-)	Endosulfan, alpha-
32	Endosulfan (beta-)	Endosulfan, beta-
33	Endrinaldehyd	Endrin-Aldehyd
34	Ethosat	Ethofumesat
35	Flunioxazin	Flumioxazin
36	Fluorchloridon	Flurchloridon
37	Flurtamon (Met: TFA)	Trifluoressigsäure (TFA)
38	gamma-HCH	Hexachlorcyclohexan, gamma- (Lindan)
39	Haloxypop-2-ethoxyethyl	Haloxypop-ethoxyethylester
40	Heptachlorepoxyd	Heptachlorepoxyd, cis-
41	Imadacloprid	Imidacloprid
42	Isoproturon [Meth.2]	Isoproturon
43	Mecarbam (bitte 7715 verwenden)	Mecarbam
44	Metabromuron	Metobromuron
45	Metazachlor [Meth.2]	Metazachlor
46	Methidation	Methidathion
47	Metholachlor	Metolachlor
48	Metolachlor [Meth.2]	Metolachlor
49	Metolachlordicarbonensäure (Met: CGA 357704)	S-Metolachlor-Dicarbonensäure (Metabolit CGA 357704)
50	Metolachlorsäure (Met: CGA 351916 S-Form)	S-Metolachlor-Carbonensäure (Metabolit CGA 51202/CGA 351916)
51	Metolachlorsulfonsäure (Met: CGA 380168 S-Form)	S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743)
52	Metolachlorsulfonsäure-desmethoxypropyl (Met: CGA 368208)	S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 368208)
53	o,p'-DDD	2,4'-DDD
54	o,p'-DDE	2,4'-DDE
55	o,p'-DDT	2,4'-DDT
56	o,p'-TDE	2,4'-DDD
57	op'-DDD	2,4'-DDD
58	p,p'-DDD	4,4'-DDD
59	p,p'-DDE	4,4'-DDE
60	p,p'-DDT	4,4'-DDT
61	p,p'-TDE	4,4'-DDD
62	Parathion (-ethyl/-methyl)	Parathion-ethyl
63	Pentachlorphenol [Meth.2]	Pentachlorphenol (PCP)
64	Phorate	Phorat
65	p-Isopropylanilin	4-Isopropylanilin
66	Propazin [Meth.2]	Propazin
67	Sebutylazin [Meth.2]	Sebutylazin
68	Simazin [Meth.2]	Simazin
69	S-Metolachlor (Met: CGA 351916)	S-Metolachlor-Carbonensäure (Metabolit CGA 51202/CGA 351916)
70	S-Metolachlor (Met: CGA 354743)	S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743)
71	S-Metolachlor-Carbonensäure (Met: CGA 51202)	S-Metolachlor-Carbonensäure (Metabolit CGA 51202/CGA 351916)
72	S-Metolachlor-Sulfonsäure (Met: CGA 380168)	S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743)
73	Terbuconazol	Tebuconazol
74	Terbuthylazin [Meth.2]	Terbuthylazin
75	trans-Nonachlor	Nonachlor, trans-
76	Tritosulfuron-desamid (Met: BH 635-4)	Tritosulfuron-desamid (Metabolit BH 635-4/635M01)
77	Vinylchlorid (berechnet nach TrinkwV 2001)	Vinylchlorid

lfd. Nr.	PAR_ID aus AqualInfo	Wirkstoffe und deren Metaboliten	Stoffgruppe	nachgewiesen	Anzahl untersuchter Messstellen pro Jahr aufaddiert für den jeweiligen Zeitraum					CAS-Nr.
					2000-2016	2000-2003	2004-2007	2008-2011	2012-2015	
1	4607	1,2-Dichlorpropan	LHKW	ja	523	1651	4133	3283	1022	78-87-5
2	4621	1,3-Dichlorpropan (cis-/trans-)	WS	ja	41	213	317	487	156	542-75-6
3	6028	1,3-Dichlorpropan, cis-	WS	ja	186	1096	2369	2181	685	10061-01-5
4	6029	1,3-Dichlorpropan, trans-	WS	ja	194	1229	2268	2145	672	10061-02-6
5	4003	2,4,5-Trichlorphenoxyessigsäure (2,4,5-T)	WS	nein	204	1510	717	462	193	93-76-5
6	4004	2,4-DB	WS	ja	118	1440	2865	2720	547	94-82-6
7	6539	2,4'-DDD	rM	nein	28	71	73	109	38	53-19-0
8	6540	2,4'-DDE	rM	nein	28	69	67	109	38	3424-82-6
9	6031	2,4'-DDT	WS	nein	37	97	142	439	241	789-02-6
10	4001	2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D)	WS	ja	284	1877	3773	3237	648	94-75-7
11	6191	2,6-Dichlorbenzamid	nrM	ja	6	76	2362	6139	1789	2008-58-4
12	6209	2-Methyl-4,6-dinitrophenol (DNOC)	WS	nein	0	0	0	76	39	534-52-1
13	6779	4,4'-DDD	rM	nein	25	110	114	199	77	72-54-8
14	6032	4,4'-DDE	rM	ja	45	110	99	211	66	72-55-9
15	6033	4,4'-DDT	WS	ja	55	126	271	1150	378	50-29-3
16	4618	4-Isopropylanilin	rM	nein	20	10	5	8	8	99-88-7
17	7937	6-Chlor-4-hydroxy-3-phenyl-pyridazin (CL 9673)	rM	ja	43	1342	496	134	8	40020-01-7
18	4010	Aclonifen	WS	nein	20	157	1230	1238	31	74070-46-5
19	4013	Alachlor	WS	ja	180	1580	3601	3054	503	15972-60-8
20	4014	Aldicarb	WS	ja	167	1538	810	435	105	116-06-3
21	6239	Aldicarb-sulfon	rM	ja	10	50	1483	1216	298	1646-88-4
22	6240	Aldicarb-sulfoxid	rM	ja	4	10	64	103	39	1646-87-3
23	4016	Aldrin	WS	ja	65	210	1641	1398	310	309-00-2
24	4022	Alpha-Cypermethrin	WS	nein	4	131	177	125	47	67375-30-8
25	4024	Ametryn	WS	ja	180	1594	643	428	195	834-12-8
26	6740	Amidosulfuron	WS	nein	24	27	27	41	28	120923-37-7
27	7611	Aminopyralid	WS	nein	0	0	77	5	0	150114-71-9
28	4028	Amitrol	WS	ja	105	221	1559	1221	310	61-82-5
29	4636	AMPA	nrM	ja	49	276	2320	5059	1658	1066-51-9
30	4031	Anilazin	WS	nein	33	0	0	0	0	101-05-3
31	4034	Asulam	WS	nein	13	0	0	0	0	3337-71-1
32	4035	Atraton	WS	nein	30	0	0	0	0	1610-17-9
33	4036	Atrazin	WS	ja	584	2576	5023	6636	1739	1912-24-9
34	4038	Azinphos-ethyl	WS	nein	263	1818	1121	514	113	2642-71-9
35	4039	Azinphos-methyl	WS	nein	40	1471	527	198	47	86-50-0
36	4040	Aziprotryn	WS	nein	49	1348	269	85	0	4658-28-0
37	6788	Azoxystrobin	WS	ja	6	12	1141	1631	186	131860-33-8
38	4043	Barban	WS	nein	0	29	0	0	0	101-27-9
39	7688	Beflubutamid	WS	nein	0	0	1016	1197	25	113614-08-7
40	4044	Benalaxyl	WS	nein	14	16	0	0	0	71626-11-4
41	7942	Benalaxyl-M (Metabolit M1)	nrM	nein	0	0	0	79	0	
42	7943	Benalaxyl-M (Metabolit M2)	nrM	ja	0	0	0	78	0	
43	4045	Benazolin	WS	nein	19	79	110	88	0	3813-05-6

lfd. Nr.	PAR_ID aus AqualInfo	Wirkstoffe und deren Metaboliten	Stoffgruppe	nachgewiesen 2000-2016	Anzahl untersuchter Messstellen pro Jahr aufaddiert für den jeweiligen Zeitraum					CAS-Nr.
					2000-2003	2004-2007	2008-2011	2012-2015	2016	
44	4054	Bentazon	WS	ja	447	2410	5013	6777	1781	25057-89-0
45	6674	Bentazon-6-hydroxy	WS	nein	0	0	32	62	55	60374-42-7
46	7744	Bentazon-8-hydroxy	WS	ja	0	0	16	140	55	60374-43-8
47	4058	Benzthiazuron	WS	ja	49	1348	1293	1540	100	1929-88-0
48	4060	Bifenox	WS	nein	35	122	318	208	89	42576-02-3
49	4063	Bitertanol	WS	nein	0	1	98	164	39	55179-31-2
50	7711	Boscalid	WS	nein	0	0	1038	1455	122	188425-85-6
51	4066	Bromacil	WS	ja	517	2444	4965	6635	1788	314-40-9
52	4597	Bromfenvinphos	WS	nein	26	0	0	0	0	13104-21-7
53	7029	Bromocyclen	WS	ja	1	67	2	0	0	1715-40-8
54	4069	Bromophos	WS	nein	0	87	26	0	0	2104-96-3
55	4070	Bromophos-ethyl	WS	ja	33	103	2290	1413	324	4824-78-6
56	4580	Bromophos-methyl	WS	nein	32	29	68	73	0	2104-96-3
57	4071	Bromoxynil	WS	nein	174	1646	3496	5458	1285	1689-84-5
58	4078	Bupirimat	WS	nein	19	1348	338	162	30	41483-43-6
59	4083	Buturon	WS	nein	27	33	33	130	39	3766-60-7
60	4091	Carbaryl	WS	nein	9	1	7	0	0	63-25-2
61	4092	Carbendazim	WS	nein	2	33	49	131	67	10605-21-7
62	4093	Carbetamid	WS	nein	136	1555	664	461	195	16118-49-3
63	4094	Carbofuran	WS	ja	208	1673	3233	2333	481	1563-66-2
64	4097	Carboxin	WS	nein	6	30	0	0	0	5234-68-4
65	7311	Carfentrazone	WS	nein	0	0	0	7	10	128621-72-7
66	6741	Carfentrazon-ethyl	WS	nein	20	156	2679	1653	302	128639-02-1
67	4106	Chlorbromuron	WS	ja	68	50	19	19	0	13360-45-7
68	4107	Chlorbufam	WS	nein	26	1	21	0	0	1967-16-4
69	6262	Chlordan, cis-	WS	ja	10	67	1380	1147	262	5103-71-9
70	6394	Chlordan, trans-	WS	nein	10	67	1372	1147	262	5103-74-2
71	4109	Chlordecon (Kepon)	WS	nein	1	44	2	0	0	143-50-0
72	4112	Chlorfenson	WS	nein	26	0	0	0	0	80-33-1
73	4114	Chlorfenvinphos	WS	nein	228	1845	4075	4827	798	470-90-6
74	4116	Chlorflurenol-methyl	WS	ja	2	1	0	0	0	2536-31-4
75	4117	Chloridazon	WS	ja	454	2265	3686	4104	1166	1698-60-8
76	7326	Chloridazon, iso-	WS	nein	0	0	139	226	39	162354-96-3
77	7218	Chloridazon-desphenyl (Metabolit B)	nrM	ja	0	0	1177	6631	1805	6339-19-1
78	7325	Chloridazon-methyl-desphenyl (Metabolit B1)	nrM	ja	0	0	941	6348	1750	17254-80-7
79	6751	Chlorimuron-ethyl	WS	nein	0	0	6	0	0	90982-32-4
80	4645	Chlorimuron-methyl	WS	nein	0	0	6	0	0	128569-20-0
81	4118	Chlormephos	WS	nein	32	30	0	0	0	24934-91-6
82	4119	Chlormequat	WS	nein	2	1	102	108	53	999-81-5
83	4121	Chloroxuron	WS	nein	152	1556	687	450	195	1982-47-4
84	4126	Chlorpropham	WS	nein	105	1491	576	388	147	101-21-3
85	6756	Chlorpyriphos-ethyl	WS	ja	21	98	2352	3414	1101	2921-88-2
86	4128	Chlorpyriphos-methyl	WS	ja	32	66	2595	2670	321	5598-13-0

lfd. Nr.	PAR_ID aus AqualInfo	Wirkstoffe und deren Metaboliten	Stoffgruppe	nachgewiesen	Anzahl untersuchter Messstellen pro Jahr aufaddiert für den jeweiligen Zeitraum					CAS-Nr.
					2000-2016	2000-2003	2004-2007	2008-2011	2012-2015	
87	4130	Chlorsulfuron	WS	nein	0	0	6	0	0	64902-72-3
88	4132	Chlorthalonil	WS	nein	0	0	442	1102	248	1897-45-6
89	7745	Chlorthalonil Metabolit: R 611965/M5	nrM	ja	0	0	158	188	99	142733-37-7
90	7746	Chlorthalonil-Sulfonsäure (Metabolit R 417888/M12)	xM	ja	0	0	498	1873	718	1418095-02-9
91	4136	Chlortoluron	WS	ja	560	2482	4975	6622	1743	15545-48-9
92	7712	Clethodim	WS	nein	0	0	1038	6	0	99129-21-2
93	7757	Clodinafop	WS	nein	0	0	15	71	0	114420-56-3
94	6742	Clodinafop-propargylester	WS	nein	20	0	2441	1470	250	105512-06-9
95	4139	Clofentezin	WS	ja	0	0	61	0	0	74115-24-5
96	7395	Clomazon	WS	nein	0	0	2329	2588	364	81777-89-1
97	4141	Clopyralid	WS	ja	217	395	2041	1472	393	1702-17-6
98	6909	Cloquintocet-mexyl	WS	nein	0	0	64	77	48	99607-70-2
99	7774	Clothianidin	WS	nein	0	0	0	0	48	210880-92-5
100	4640	Coumaphos	WS	nein	15	0	0	0	0	56-72-4
101	4144	Crimidin	WS	nein	86	1393	474	284	139	535-89-7
102	4148	Cyanazin	WS	nein	197	1727	735	473	147	21725-46-2
103	4149	Cyanofenphos	WS	ja	6	50	0	0	0	13067-93-1
104	6790	Cyazofamid	WS	nein	0	26	227	41	28	120116-88-3
105	7998	Cybutryn (Irgarol) Metabolit: M1/GS26575	rM	nein	0	0	0	78	0	
106	4154	Cycloxydim	WS	nein	0	0	135	0	0	101205-02-1
107	7698	Cyhalothrin	WS	nein	0	0	18	0	0	68085-85-8
108	4158	Cymoxanil	WS	nein	4	26	27	41	28	57966-95-7
109	4159	Cypermethrin	WS	nein	6	2	145	126	47	52315-07-8
110	8052	Cyproconazol	WS	nein	0	0	0	36	39	94361-06-5
111	6757	Cyprodinil	WS	nein	4	1	1104	1526	100	121552-61-2
112	4171	Deiquat	WS	ja	0	9	156	74	36	85-00-7
113	4173	Demeton	WS	nein	15	0	67	71	0	8065-48-3
114	7843	Demeton-O-methyl	WS	nein	15	0	0	0	0	867-27-6
115	7401	Demeton-S	WS	nein	0	0	0	15	0	126-75-0
116	4174	Demeton-S-methyl	WS	ja	30	37	2390	2027	225	919-86-8
117	4176	Desethylatrazin	rM	ja	455	2286	4900	6618	1775	6190-65-4
118	8147	Desethyl-desisopropylatrazin	rM	nein	0	0	0	0	22	3397-62-4
119	6543	Desethylsebutylazin	rM	ja	88	87	164	23	48	37019-18-4
120	4177	Desethylterbuthylazin	rM	ja	345	2004	4477	6540	1731	30125-63-4
121	4178	Desisopropylatrazin	rM	ja	392	2009	4668	6541	1761	1007-28-9
122	4179	Desmedipham	WS	nein	20	0	5	0	0	13684-56-5
123	4180	Desmetryn	WS	nein	152	1575	669	362	156	1014-69-3
124	4181	Dialifos	WS	nein	0	0	8	0	0	10311-84-9
125	4182	Diallat	WS	nein	6	30	0	0	0	2303-16-4
126	4183	Diazinon	WS	nein	118	153	2446	2657	419	333-41-5
127	4185	Dicamba	WS	ja	295	495	2694	4645	1091	1918-00-9
128	4186	Dichlobenil	WS	ja	282	1812	2697	1800	502	1194-65-6
129	4188	Dichlofenthion	WS	nein	30	0	0	0	0	97-17-6

lfd. Nr.	PAR_ID aus AqualInfo	Wirkstoffe und deren Metaboliten	Stoffgruppe	nachgewiesen 2000-2016	Anzahl untersuchter Messstellen pro Jahr aufaddiert für den jeweiligen Zeitraum					CAS-Nr.
					2000-2003	2004-2007	2008-2011	2012-2015	2016	
130	4189	Dichlofluanid	WS	nein	28	1348	579	260	69	1085-98-9
131	4193	Dichlorprop (2,4-DP)	WS	ja	536	2357	4848	6567	1727	120-36-5
132	4195	Dichlorvos	WS	ja	21	67	1466	1059	225	62-73-7
133	7407	Diclofop	WS	nein	0	0	9	0	22	40843-25-2
134	4196	Dicofol	WS	nein	0	0	9	0	0	115-32-2
135	4199	Dieldrin	WS	ja	64	210	299	352	90	60-57-1
136	4203	Difenoconazol	WS	ja	0	0	874	1000	87	119446-68-3
137	4204	Difenoxuron	WS	ja	18	26	0	0	0	14214-32-5
138	4206	Diflubenzuron	WS	ja	17	87	104	180	39	35367-38-5
139	4207	Diflufenican	WS	ja	29	229	3039	5542	1377	83164-33-4
140	4208	Dikegulac	WS	nein	0	4	9	99	39	18467-77-1
141	4210	Dimefuron	WS	ja	38	1474	1607	1732	195	34205-21-5
142	4211	Dimethachlor	WS	ja	0	0	2414	2640	485	50563-36-5
143	7776	Dimethachlor (Met: SYN 530561)	nrM	ja	0	0	0	36	0	1138220-18-4
144	7778	Dimethachlordisäure (Met: CGA 102935)	nrM	nein	0	0	0	0	6	
145	7748	Dimethachlor-Säure (Metabolit CGA 50266)	nrM	ja	0	0	528	3192	1609	1086384-49-7
146	7747	Dimethachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 354742)	nrM	ja	0	0	445	3036	1618	1231819-32-1
147	7876	Dimethachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 369873)	nrM	ja	0	0	395	3062	1607	1418095-08-5
148	4212	Dimethenamid	WS	ja	0	130	2695	2766	486	87674-68-8
149	7758	Dimethenamid-P	WS	ja	0	0	46	31	27	163515-14-8
150	7750	Dimethenamid-Säure (Metabolit M23)	nrM	ja	0	0	16	137	33	CASID30667
151	7749	Dimethenamid-Sulfonsäure (Metabolit M27)	nrM	ja	0	0	371	1689	626	205939-58-8
152	4214	Dimethoat	WS	ja	173	1568	2927	2859	505	60-51-5
153	7411	Dimethomorph	WS	ja	0	26	1124	1484	128	110488-70-5
154	7205	Dimethylsulfanilid (DMSA)	rM	ja	0	0	72	0	0	4710-17-2
155	7792	Dimoxystrobin-m-säure (Met: 505M09/BF 505-8)	nrM	ja	0	0	0	121	7	1418095-11-0
156	7791	Dimoxystrobin-o-säure (Met: 505M08/BF 505-7)	nrM	ja	0	0	0	121	7	
157	4222	Dinoseb	WS	ja	45	79	589	1378	297	88-85-7
158	4223	Dinoseb-Acetat	WS	ja	6	49	61	0	0	2813-95-8
159	4224	Dinoterb	WS	ja	57	1342	614	285	51	1420-07-1
160	6281	Diphenylamin	WS	ja	0	97	168	200	29	122-39-4
161	4231	Disulfoton	WS	ja	133	123	1622	1298	348	298-04-4
162	7579	Dithiocarbamate	WS	nein	0	0	7	0	0	4384-82-1
163	4235	Diuron	WS	ja	560	2510	5022	6635	1783	330-54-1
164	7239	Diuron-desmethyl	rM	nein	0	0	6	77	48	3567-62-2
165	4584	Endosulfan, alpha-	WS	ja	225	385	539	454	141	959-98-8
166	4641	Endosulfan, alpha-/beta-	WS	nein	46	167	114	0	0	115-29-7
167	4585	Endosulfan, beta-	WS	ja	224	332	519	409	127	33213-65-9
168	4241	Endosulfansulfat	WS	ja	42	26	70	97	15	1031-07-8
169	4243	Endrin	WS	ja	54	116	114	165	39	72-20-8
170	7039	Endrin-Aldehyd	rM	nein	1	67	45	71	0	7421-93-4
171	7040	Endrin-Keton	rM	nein	1	67	2	0	0	53494-70-5
172	6907	Epoxiconazol	WS	nein	7	137	2701	2795	465	133855-98-8 (Racemat); 135319-73-2 (Gemisch 4 Isomere)

Ifd. Nr.	PAR_ID aus AqualInfo	Wirkstoffe und deren Metaboliten	Stoffgruppe	nachgewiesen	Anzahl untersuchter Messstellen pro Jahr aufaddiert für den jeweiligen Zeitraum					CAS-Nr.
					2000-2016	2000-2003	2004-2007	2008-2011	2012-2015	
173	4247	Ethephon	WS	nein	1	0	65	0	0	16672-87-0
174	4248	Ethidimuron	WS	ja	25	1385	3508	6625	1786	30043-49-3
175	4250	Ethion	WS	ja	32	30	0	0	0	563-12-2
176	4253	Ethofumesat	WS	ja	60	194	1902	5181	1473	26225-79-6
177	4258	Etrifos	WS	ja	116	151	2524	2742	423	38260-54-7
178	7877	Fenamidon	WS	nein	0	26	0	41	28	161326-34-7
179	4262	Fenarimol	WS	nein	0	0	97	92	0	60168-88-9
180	4268	Fenchlorphos	WS	ja	32	30	0	0	0	299-84-3
181	4269	Fenfuram	WS	nein	0	1	7	0	0	24691-80-3
182	4270	Fenitrothion	WS	ja	46	65	2	0	0	122-14-5
183	4271	Fenoprop	WS	nein	122	203	211	370	139	93-72-1
184	4273	Fenoxaprop	WS	nein	0	0	7	0	0	95617-09-7
185	6838	Fenoxaprop-ethyl	WS	nein	20	26	1515	1145	286	66441-23-4
186	4277	Fenpropidin	WS	nein	5	53	1495	1210	303	67306-00-7
187	4278	Fenpropimorph	WS	ja	38	202	3310	3029	602	67564-91-4
188	4279	Fenson	WS	nein	0	0	53	0	0	201-274-6
189	4281	Fenthion	WS	nein	21	39	2392	2319	253	55-38-9
190	4284	Fenuron	WS	ja	153	1547	3101	2701	494	101-42-8
191	4288	Flamprop-methyl	WS	nein	0	0	61	0	0	52756-25-9
192	7580	Flazasulfuron	WS	nein	0	0	907	1118	80	104040-78-0
193	7689	Florasulam	WS	nein	0	26	846	976	50	145701-23-1
194	4290	Fluazifop-butyl	WS	nein	1	186	309	195	59	69806-50-4
195	7690	Fluazifop-P-butyl	WS	nein	4	0	113	0	0	79241-46-6
196	6797	Fluazinam	WS	nein	0	26	27	41	28	79622-59-6
197	7691	Fludioxonil	WS	nein	0	0	1016	1446	100	131341-86-1
198	6743	Flufenacet	WS	ja	24	229	3000	2842	487	142459-58-3
199	7752	Flufenacet-Säure (Metabolit M1)	nrM	ja	0	0	16	137	33	201668-31-7
200	7751	Flufenacet-Sulfonsäure (Metabolit M2)	nrM	ja	0	0	371	1622	419	947601-87-8
201	6799	Flumioxazin	WS	nein	0	6	1767	1336	330	103361-09-7
202	4600	Fluometuron	WS	nein	27	4	37	90	39	2164-17-2
203	7878	Fluoxastrobin	WS	nein	0	26	0	41	28	361377-29-9
204	6744	Flupyrsulfuron-methyl	WS	nein	20	0	117	90	39	144740-54-5
205	7546	Fluquinconazol	WS	nein	0	26	102	108	101	136426-54-5
206	6750	Flurchloridon	WS	nein	39	1348	547	109	0	61213-25-0
207	4300	Flurenol	WS	nein	0	1	7	0	0	467-69-6
208	4301	Fluroxypyr	WS	ja	44	1332	2117	1379	366	69377-81-7
209	6287	Fluroxypyr-1-methylheptylester	WS	nein	5	70	195	112	0	81406-37-3
210	6745	Flurtamon	WS	ja	20	76	2738	2736	422	96525-23-4
211	4303	Flusilazol	WS	nein	11	34	114	112	28	85509-19-9
212	4304	Flutriafol	WS	nein	0	0	41	0	0	76674-21-0
213	4306	Folpet	WS	nein	0	0	19	19	0	133-07-3
214	4307	Fonofos	WS	nein	6	30	0	0	0	944-22-9
215	7339	Foramsulfuron	WS	nein	0	0	2115	1594	225	173159-57-4

lfd. Nr.	PAR_ID aus AqualInfo	Wirkstoffe und deren Metaboliten	Stoffgruppe	nachgewiesen	Anzahl untersuchter Messstellen pro Jahr aufaddiert für den jeweiligen Zeitraum					CAS-Nr.
					2000-2016	2000-2003	2004-2007	2008-2011	2012-2015	
216	4314	Furathiocarb	WS	nein	6	29	0	0	0	65907-30-4
217	4315	Furmecycloxy	WS	nein	0	0	0	36	39	60568-05-0
218	4317	Glufosinat	WS	ja	15	153	320	193	134	51276-47-2
219	4319	Glyphosat	WS	ja	49	294	2296	4972	1660	1071-83-6
220	4322	Haloxifop	WS	nein	16	148	295	258	92	69806-34-4
221	6930	Haloxifop-ethoxyethylester	WS	nein	6	67	111	71	0	87237-48-7
222	4323	Heptachlor	WS	ja	54	209	287	352	90	76-44-8
223	6295	Heptachlorepoxyd, cis-	rM	ja	50	56	122	168	90	1024-57-3
224	6296	Heptachlorepoxyd, trans-	rM	nein	1	73	6	104	39	28044-83-9
225	4324	Heptenophos	WS	nein	26	0	0	0	0	23560-59-0
226	4325	Hexachlorbenzol (HCB)	WS	nein	86	77	173	345	107	118-74-1
227	4637	Hexachlorbutadien	WS	ja	1	83	1277	1104	237	87-68-3
228	4587	Hexachlorcyclohexan, alpha-	rM	ja	116	346	381	339	131	319-84-6
229	4588	Hexachlorcyclohexan, beta-	rM	nein	115	360	1689	1365	329	319-85-7
230	4634	Hexachlorcyclohexan, delta-	rM	nein	76	249	1636	1309	323	319-86-8
231	4635	Hexachlorcyclohexan, epsilon-	rM	nein	15	0	3	103	39	6108-10-7
232	4361	Hexachlorcyclohexan, gamma- (Lindan)	WS	ja	324	818	1548	2319	578	58-89-9
233	6299	Hexachlorethan	WS	nein	1	119	9	6	0	67-72-1
234	4327	Hexazinon	WS	ja	523	2363	4438	3507	658	51235-04-2
235	4328	Hexythiazox	WS	nein	0	0	61	0	0	78587-05-0
236	8177	Imazosulfuron	WS	nein	0	0	0	36	39	122548-33-8
237	6672	Imidacloprid	WS	nein	0	35	83	133	117	138261-41-3 / 105827-78-9
238	6801	Iodosulfuron	WS	nein	0	26	63	41	27	185119-76-0
239	7450	Iodosulfuron-methyl	WS	nein	0	0	1017	1431	4	144550-06-1 / 185119-76-0
240	4340	Ioxynil	WS	nein	137	1567	3126	3101	539	1689-83-4
241	8176	Isobenzan	WS	nein	0	0	0	36	39	297-78-9
242	6306	Isodrin	WS	ja	16	95	1511	1285	287	465-73-6
243	4347	Isoproturon	WS	ja	565	2511	4979	6654	1778	34123-59-6
244	4348	Isoxaben	WS	nein	0	0	1017	1443	100	82558-50-7
245	7340	Isoxaflutol	WS	nein	0	0	1405	1057	225	141112-29-0
246	4352	Karbutilat	WS	nein	15	77	49	19	0	4849-32-5
247	6803	Kresoxim-methyl	WS	nein	0	0	84	157	64	143390-89-0
248	4359	Lambda-Cyhalothrin	WS	nein	0	26	235	148	61	91465-08-6
249	4360	Lenacil	WS	nein	25	1471	602	380	128	2164-08-1
250	4362	Linuron	WS	ja	188	1664	1739	1951	295	330-55-2
251	4363	Malathion	WS	nein	47	66	2	0	0	121-75-5
252	4365	Mancozeb	WS	nein	0	0	128	0	0	8018-01-7
253	4367	MCPA	WS	ja	543	2410	4868	5481	1289	94-74-6
254	4368	MCPB	WS	nein	124	1441	515	330	139	94-81-5
255	7715	Mecarbam	WS	nein	4	3	0	0	0	2595-54-2
256	4369	Mecoprop (MCP)	WS	ja	581	2425	5056	6633	1747	7085-19-0 / 93-65-2 (Racemat)
257	6746	Mefenpyr-diethyl	WS	nein	20	0	2442	2315	350	135590-91-9
258	7341	Mesosulfuron-methyl	WS	nein	0	0	1469	1120	269	208465-21-8

lfd. Nr.	PAR_ID aus Aqualinfo	Wirkstoffe und deren Metaboliten	Stoffgruppe	nachgewiesen	Anzahl untersuchter Messstellen pro Jahr aufaddiert für den jeweiligen Zeitraum					CAS-Nr.
					2000-2016	2000-2003	2004-2007	2008-2011	2012-2015	
259	6806	Mesotrion	WS	ja	0	165	2644	1306	261	104206-82-8
260	4374	Metaxyl	WS	ja	262	1697	2770	4927	1732	57837-19-1
261	7753	Metaxyl-Carbonsäure (Metabolit CGA 62826/NOA 409045)	nrM	ja	0	0	275	1697	676	75596-99-5
262	7754	Metaxyl-Dicarbonsäure (Metabolit CGA 108906)	nrM	ja	0	0	275	1716	518	104390-56-9
263	7884	Metaxyl-M	WS	ja	0	1	69	1353	52	70630-17-0
264	4376	Metamitron	WS	ja	317	1945	4410	6481	1741	41394-05-2
265	4377	Metazachlor	WS	ja	558	2423	4849	6685	1727	67129-08-2
266	7789	Metazachlor-Dicarbonsäure (Metabolit BH 479-12)	nrM	ja	0	0	356	1746	610	
267	7635	Metazachlor-Säure (Metabolit BH 479-4)	nrM	ja	0	0	932	6523	1819	1231244-60-2
268	7787	Metazachlor-Sulfoessigsäure (Metabolit BH 479-9)	rM	nein	0	0	0	135	33	
269	7788	Metazachlor-Sulfomethan (Metabolit BH 479-11)	rM	nein	0	0	0	135	33	
270	7636	Metazachlor-Sulfonsäure (Metabolit BH 479-8)	nrM	ja	0	0	949	6641	1852	172960-62-2
271	7610	Metconazol	WS	ja	0	0	76	67	47	125116-23-6
272	4378	Methabenzthiazuron	WS	ja	441	2222	4145	5455	1235	18691-97-9
273	4381	Methamidophos	WS	ja	15	26	1493	1098	245	10265-92-6
274	4383	Methfuroxam	WS	nein	0	1	7	0	0	28730-17-8
275	4384	Methidathion	WS	ja	32	28	79	76	0	950-37-8
276	4385	Methiocarb	WS	nein	0	26	27	41	28	2032-65-7
277	4388	Methoprotryn	WS	nein	17	5	0	0	0	841-06-5
278	4389	Methoxychlor	WS	nein	32	105	38	165	39	72-43-5
279	4396	Metobromuron	WS	ja	188	1095	2099	1913	637	3060-89-7
280	4397	Metolachlor	WS	ja	555	2429	3956	3385	1589	51218-45-2
281	6754	Metosulam	WS	nein	0	9	1038	1490	108	139528-85-1
282	4398	Metoxuron	WS	ja	427	2055	3967	6412	1728	19937-59-8
283	4399	Metribuzin	WS	ja	300	1947	4500	6549	1753	21087-64-9
284	7342	Metsulfuron	WS	nein	0	0	13	0	0	79510-48-8
285	4400	Metsulfuron-methyl	WS	ja	28	27	1661	1405	309	74223-64-6
286	4401	Mevinphos	WS	ja	30	66	2460	2679	407	7786-34-7
287	6318	Mirex	WS	nein	1	67	5	107	39	2385-85-5
288	6313	m-Kresol	WS	ja	0	0	64	0	0	108-39-4
289	4406	Monolinuron	WS	nein	234	1740	870	506	228	1746-81-2
290	4407	Monuron	WS	ja	233	1822	1018	659	261	150-68-5
291	4409	Myclobutanil	WS	nein	0	0	67	147	39	88671-89-0
292	7246	N,N-Dimethylsulfamid (DMS)	nrM	ja	0	0	1171	6291	1755	3984-14-3
293	4414	Napropamid	WS	nein	19	1348	1802	2761	415	15299-99-7
294	4418	Neburon	WS	nein	26	0	0	0	0	555-37-3
295	6747	Nicosulfuron	WS	ja	20	26	1592	1161	315	111991-09-4
296	4422	Nitrofen	WS	nein	1	30	0	0	0	1836-75-5
297	4423	Nitrothal-isopropyl	WS	nein	0	0	62	0	22	10552-74-6
298	7716	Nonachlor, cis-	WS	nein	0	3	0	0	0	5103-73-1
299	7717	Nonachlor, trans-	WS	nein	0	3	0	0	0	39765-80-5
300	4425	Norflurazon	WS	nein	0	56	19	19	0	27314-13-2
301	6328	o-Kresol	WS	nein	0	0	63	0	0	95-48-7

Ifd. Nr.	PAR_ID aus AqualInfo	Wirkstoffe und deren Metaboliten	Stoffgruppe	nachgewiesen 2000-2016	Anzahl untersuchter Messstellen pro Jahr aufaddiert für den jeweiligen Zeitraum					CAS-Nr.
					2000-2003	2004-2007	2008-2011	2012-2015	2016	
302	4428	Omethoat	WS	nein	15	0	0	0	0	1113-02-6
303	4432	Oxadixyl	WS	ja	131	117	435	2376	1509	77732-09-3
304	7887	oxy-Chlordan	WS	nein	0	0	0	36	39	27304-13-8
305	4435	Oxydemeton-methyl	WS	nein	15	0	67	71	0	301-12-2
306	7548	Paraoxon-ethyl	WS	nein	0	409	1038	1455	100	311-45-5
307	7855	Paraoxon-methyl	WS	nein	0	0	10	0	0	950-35-6
308	4438	Paraquat	WS	nein	0	0	135	0	0	4685-14-7
309	4598	Parathion-ethyl	WS	ja	333	1818	1079	668	260	56-38-2
310	4440	Parathion-methyl	WS	ja	155	482	1126	350	97	298-00-0
311	4442	Penconazol	WS	nein	0	0	67	153	87	66246-88-6
312	4443	Pencycuron	WS	nein	0	26	30	131	67	66063-05-6
313	4444	Pendimethalin	WS	ja	189	335	1812	1583	469	40487-42-1
314	6671	Pentachloranilin	WS	nein	9	0	0	0	0	527-20-8
315	6784	Pentachlorethan	WS	nein	1	79	2	6	0	76-01-7
316	4445	Pentachlorphenol (PCP)	WS	ja	59	112	1442	1194	269	87-86-5
317	4446	Pentachlor	WS	nein	0	0	53	0	0	2307-68-8
318	7718	Permethrin, cis-	WS	nein	0	3	0	0	0	61949-76-6
319	7719	Permethrin, trans-	WS	nein	0	3	0	0	0	61949-77-7
320	7343	Pethoxamid	WS	nein	0	0	2375	2509	352	106700-29-2
321	7888	Pethoxamid-Sulfonsäure (Metabolit MET-42)	xM	nein	0	0	60	78	0	
322	4450	Phenmedipham	WS	ja	96	1374	566	211	47	13684-63-4
323	4456	Phorat	WS	nein	18	65	0	0	0	298-02-2
324	4461	Phoxim	WS	nein	15	0	75	71	0	14816-18-3
325	4462	Picloram	WS	ja	80	73	261	298	61	1918-02-1
326	6908	Picolinafen	WS	nein	0	0	1480	1195	303	137641-05-5
327	6812	Picoxystrobin	WS	nein	0	26	27	41	28	117428-22-5
328	7999	Picoxystrobin (Met: M3)	nrM	nein	0	0	0	78	0	34486-06-1
329	7950	Picoxystrobin (Met: M8)	nrM	nein	0	0	0	78	0	
330	4465	Pirimicarb	WS	ja	144	1719	4147	5339	1231	23103-98-2
331	4599	Pirimiphos-ethyl	WS	ja	32	38	12	5	0	23505-41-1
332	4466	Pirimiphos-methyl	WS	nein	6	37	73	5	0	29232-93-7
333	6336	p-Kresol	WS	nein	0	0	64	0	0	106-44-5
334	4470	Prochloraz	WS	nein	9	157	254	118	76	67747-09-5
335	4471	Procymidon	WS	nein	0	0	60	0	0	32809-16-8
336	4475	Prometon	WS	nein	28	1348	468	85	0	1610-18-0
337	4476	Prometryn	WS	nein	152	1556	2868	3026	538	7287-19-6
338	4477	Propachlor	WS	nein	0	0	93	170	61	1918-16-7
339	4479	Propanil	WS	nein	15	0	1374	1123	225	709-98-8
340	4480	Propaquizafob	WS	nein	0	0	114	76	39	111479-05-1
341	4482	Propazin	WS	ja	440	2260	4301	3474	637	139-40-2
342	4483	Propetamphos	WS	nein	95	87	76	175	100	31218-83-4
343	4484	Propham	WS	nein	114	1435	346	350	139	122-42-9
344	4485	Propiconazol	WS	ja	36	1410	677	458	164	60207-90-1

lfd. Nr.	PAR_ID aus Aqualinfo	Wirkstoffe und deren Metaboliten	Stoffgruppe	nachgewiesen	Anzahl untersuchter Messstellen pro Jahr aufaddiert für den jeweiligen Zeitraum					CAS-Nr.
					2000-2016	2000-2003	2004-2007	2008-2011	2012-2015	
345	4486	Propineb	WS	nein	0	0	1	0	0	12071-83-9
346	4487	Propoxur	WS	ja	95	88	124	341	187	114-26-1
347	4488	Propyzamid	WS	nein	0	4	2439	2673	364	23950-58-5
348	4489	Prosulfocarb	WS	nein	20	184	1257	1114	114	52888-80-9
349	7344	Prothioconazol	WS	ja	0	26	1862	4481	1040	178928-70-6
350	4491	Prothiofos	WS	nein	0	0	31	0	0	34643-46-4 / 64772-54-9
351	6814	Pymetrozin	WS	nein	0	26	27	41	50	123312-89-0
352	7345	Pyraclostrobin	WS	ja	0	0	2402	2319	272	175013-18-0
353	4495	Pyrazophos	WS	nein	31	0	30	71	0	13457-18-6
354	4498	Pyridat	WS	nein	116	189	406	206	74	55512-33-9
355	6901	Pyrimethanil	WS	nein	0	0	67	71	0	53112-28-0
356	6375	Quinmerac	WS	ja	20	1	1595	1226	354	90717-03-6
357	7756	Quinmerac-Säure (Metabolit BH 518-2)	nrM	nein	0	0	101	168	33	90717-07-0
358	7951	Quinmerac-Säure (Metabolit BH 518-5)	nrM	nein	0	0	0	78	0	
359	6816	Quinoxifen	WS	nein	0	0	2351	2137	250	124495-18-7
360	4504	Quintozen (PCNB)	WS	nein	26	0	67	107	39	82-68-8
361	4505	Quizalofop-ethyl	WS	nein	20	0	3	90	39	76578-14-8
362	4507	Rimsulfuron	WS	ja	20	26	1561	1256	309	122937-48-0
363	4511	Sebuthylazin	WS	ja	204	1710	3134	2896	505	7286-69-3
364	4514	Simazin	WS	ja	508	2264	4916	6625	1773	122-34-9
365	7346	S-Metolachlor	WS	ja	0	0	1052	3233	202	87392-12-9
366	7952	S-Metolachlor Metabolit: CGA 50267	nrM	nein	0	0	0	93	1	82508-03-0
367	7953	S-Metolachlor Metabolit: CGA 50720	nrM	nein	0	0	0	60	1	152019-74-4
368	7891	S-Metolachlor-Carbonsäure (Metabolit CGA 51202/CGA 351916)	nrM	ja	0	0	909	6392	1777	152019-73-3
369	7894	S-Metolachlor-Dicarbonsäure (Metabolit CGA 357704)	nrM	ja	0	0	355	1679	622	1217465-10-5
370	7895	S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 368208)	nrM	ja	0	0	355	1664	462	1173021-76-5
371	7892	S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743)	nrM	ja	0	0	861	6365	1740	171118-09-5
372	7896	S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit NOA 413173)	nrM	ja	0	0	355	2888	1555	1418095-19-8
373	6817	Spiroxamin	WS	nein	0	0	2434	2579	350	118134-30-8
374	6748	Sulcotrion	WS	nein	20	139	1725	1252	297	99105-77-8
375	4517	Sulfotep	WS	nein	6	30	67	71	0	3689-24-5
376	6673	Tebuconazol	WS	ja	4	54	2582	2835	493	107534-96-3
377	6902	Tebufozid	WS	nein	0	0	67	71	0	112410-23-8
378	4521	Tebufofenpyrad	WS	nein	0	0	61	0	0	119168-77-3
379	4522	Tebutam	WS	nein	0	1	74	71	0	35256-85-0
380	4524	Tecnazen	WS	nein	0	0	26	94	39	117-18-0
381	4525	Teflubenzuron	WS	nein	0	0	67	71	0	83121-18-0
382	4529	Terbacil	WS	nein	0	1	7	0	0	5902-51-2
383	4531	Terbufos	WS	nein	9	0	0	0	0	13071-79-9
384	4532	Terbumeton	WS	nein	20	87	95	175	39	33693-04-8
385	4534	Terbuthylazin	WS	ja	576	2532	4924	6623	1739	5915-41-3
386	4533	Terbutryn	WS	nein	159	1609	626	485	195	886-50-0
387	7551	Tetraconazol	WS	nein	0	1	12	0	0	112281-77-3

lfd. Nr.	PAR_ID aus AqualInfo	Wirkstoffe und deren Metaboliten	Stoffgruppe	nachgewiesen	Anzahl untersuchter Messstellen pro Jahr aufaddiert für den jeweiligen Zeitraum					CAS-Nr.
					2000-2016	2000-2003	2004-2007	2008-2011	2012-2015	
388	4536	Tetradifon	WS	nein	26	0	0	0	0	116-29-0
389	4538	Tetrasul	WS	nein	26	0	0	0	0	2227-13-6
390	7552	Thiacloprid	WS	nein	0	0	60	76	136	111988-49-9
391	7901	Thiacloprid-Sulfonsäure (Metabolit M 30/YRC 2894)	nrM	ja	0	0	101	193	0	
392	4541	Thiazafuron	WS	ja	19	1348	1499	1630	147	25366-23-8
393	4542	Thifensulfuron-methyl	WS	nein	20	26	144	131	67	79277-27-3
394	4546	Thiometon	WS	nein	112	87	70	166	100	640-15-3
395	7204	Tolyfluanid	WS	nein	0	0	617	1382	393	731-27-1
396	7347	Topramezon	WS	nein	0	0	1469	1061	225	210631-68-8
397	4552	Triadimefon	WS	nein	112	87	157	338	139	43121-43-3
398	4553	Triadimenol	WS	ja	63	1374	577	249	47	55219-65-3
399	4554	Triallat	WS	nein	107	90	77	265	139	2303-17-5
400	4556	Triasulfuron	WS	nein	0	0	3	90	39	82097-50-5
401	4557	Triazophos	WS	nein	15	0	0	0	0	24017-47-8
402	4558	Tribenuron-methyl	WS	ja	20	26	1558	1164	323	101200-48-0
403	4561	Trichlorfon	WS	nein	15	0	1458	1061	225	52-68-6
404	4563	Triclopyr	WS	nein	0	26	2555	2620	394	55335-06-3
405	4564	Tridemorph	WS	nein	12	1	10	0	0	24602-86-6
406	4565	Trietazin	WS	nein	28	1348	474	85	0	1912-26-1
407	7797	Trifloxystrobin (Met: CGA 321113)	nrM	nein	0	0	0	78	0	252913-85-2
408	7903	Trifluoressigsäure (TFA) <sup>1)</sup>	nrM	nein	0	0	60	0	0	76-05-1
409	4569	Trifluralin	WS	ja	229	1734	3100	3711	1011	1582-09-8
410	6749	Triflusulfuron-methyl	WS	nein	20	0	0	0	0	126535-15-7
411	6819	Trinexapac	WS	nein	0	0	76	15	0	104273-73-6
412	8068	Trinexapac-Ethyl	WS	nein	0	0	0	22	25	95266-40-3
413	7794	Tritosulfuron	WS	nein	0	0	60	0	22	142469-14-5
414	7906	Tritosulfuron-desamid (Metabolit BH 635-4/635M01)	nrM	ja	0	0	60	135	33	
415	4575	Vinclozolin	WS	ja	159	164	1718	1342	339	50471-44-8
416	7740	Xanthen	WS	nein	0	0	14	0	0	92-83-1

<sup>1)</sup> Die damaligen Untersuchungsergebnisse wurden von einem akkreditierten Labor nach dem Stand der Technik ermittelt. Neuere Veröffentlichungen belegen, dass zahlreiche Befundlagen im Oberflächengewässer und Grundwasser detektiert werden.

Ifd. Nr.	Wirkstoff / Metabolit * in Deutschland nicht mehr zugelassene PSM-Wirkstoffe bzw. deren Metaboliten	Stoff- gruppe	Anzahl untersuchter Messstellen mit Nachweisen																
			2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	1,3-Dichlorpropen (cis-/trans-) *	WS									1	1							
2	1,3-Dichlorpropen, cis-*	WS			1			1	3										
3	1,3-Dichlorpropen, trans- *	WS			1			3			2	1							
4	2,4-DB	WS					1												
5	2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D)	WS				1							1			1			
6	2,6-Dichlorbenzamid	nrM								11	13	20	34	40	58	47	67	77	
7	4,4'-DDE *	rM						1	1										
8	4,4'-DDT *	WS					1		1										
9	6-Chlor-4-hydroxy-3-phenyl-pyridazin (CL 9673)	rM													1				
10	Alachlor *	WS						1					1					1	
11	Aldicarb *	WS										1							
12	Aldicarbsulfon *	rM					1	1				1							
13	Aldicarbsulfoxid *	rM										1							
14	Aldrin *	WS		1	1				2								1		
15	Ametryn *	WS						2			1								
16	Amitrol *	WS			2							1		1		2	1	3	
17	AMPA	nrM				2		1		11	3	6	1	3	5	14	20	9	8
18	Atrazin *	WS	5	3	3	2	6	17		3	6	5	6	8	7	6	5	7	10
19	Azoxystrobin	WS										1							
20	Benalaxyl-M (Metabolit M2)	nrM															8		
21	Bentazon *	WS		1	3	5	6	6	5	9	23	22	24	24	29	33	43	39	25
22	Bentazon-8-hydroxy *	WS												1					
23	Benzthiazuron *	WS								1									
24	Bromacil *	WS	1	3	2	2		1	2		12	20	12	14	19	15	16	19	22
25	Bromocyclen *	WS						1											
26	Bromophos-ethyl *	WS			1		1									3	1		
27	Carbofuran *	WS	1																
28	Chlorbromuron *	WS			2														
29	Chlordan, cis- *	WS									1								
30	Chlorflurenol-methyl *	WS		1		1			1										
31	Chloridazon *	WS										1	4	1	3	2		3	2
32	Chloridazon-desphenyl (Metabolit B) *	nrM										33	83	240	414	626	549	655	653
33	Chloridazon-methyl-desphenyl (Metabolit B1) *	nrM											33	119	206	374	305	370	405
34	Chlorpyriphos-ethyl *	WS					1	2							2				
35	Chlorpyriphos-methyl *	WS			1		1	1											
36	Chlorthalonil Metabolit: R 611965/M5	nrM											1				1		3
37	Chlorthalonil-Sulfonsäure (Metabolit R 417888/M12)	xM											15	41	23	75	53	46	42
38	Chlortoluron	WS		1	1	1	2	2			1	2	4	5	6	2	2	5	7
39	Clofentezin	WS										1							
40	Clopyralid	WS	1						1	1		2	1		1	1	1	1	
41	Cyanofenphos *	WS						1											
42	Deiquat *	WS								2						1			

Anlage 3: Anzahl untersuchter Messstellen mit Nachweis pro Parameter und Jahr



Ifd. Nr.	Wirkstoff / Metabolit * in Deutschland nicht mehr zugelassene PSM-Wirkstoffe bzw. deren Metaboliten	Stoff- gruppe	Anzahl untersuchter Messstellen mit Nachweisen																	
			2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
85	Etrimfos *	WS					1	3												
86	Fenchlorphos *	WS						1												
87	Fenitrothion *	WS						1												
88	Fenpropimorph *	WS									1									
89	Fenuron *	WS						1			2	1	4	2	2	2	1	2		
90	Flufenacet	WS									1		1	1	1	1	1			
91	Flufenacet-Säure (Metabolit M1)	nrM													2	1	1	2		
92	Flufenacet-Sulfonsäure (Metabolit M2)	nrM										2	8	4	9	3	6	1		
93	Fluroxypyr	WS		1	2	1														
94	Flurtamon *	WS											1							
95	Glufosinat *	WS								1										
96	Glyphosat	WS						1	3		4	3	2	3	3	13	9	9	4	
97	Heptachlor *	WS							3							1				
98	Heptachlorepoxyd, cis- *	rM					1	1	1		1					1				
99	Hexachlorbutadien *	WS								1										
100	Hexachlorcyclohexan, alpha- *	rM				1														
101	Hexachlorcyclohexan, gamma- (Lindan) *	WS					1	9	4	1	1									
102	Hexazinon *	WS	2	1	1	1				3	1					1	1			
103	Isodrin *	WS							5											
104	Isoproturon *	WS				1	5	3	4	4	6	6	9	7	8	10	7	9	7	
105	Linuron *	WS			1									1	1					
106	MCPA	WS				1						1	2	1	1	1	1	1		
107	Mecoprop (MCP)	WS	2	5	6	7	5	6	1	3	9	13	17	12	13	13	12	12	13	
108	Mesotrion	WS												1		3	2	1		
109	Metalaxyl	WS		1	1			7				3	3	3	10	6	4	15	27	
110	Metalaxyl-Carbonsäure (Metabolit CGA 62826/NOA 409045)	nrM											6	8	11	29	13	34	29	
111	Metalaxyl-Dicarbonsäure (Metabolit CGA 108906)	nrM											6	10	5	48	19	46	42	
112	Metalaxyl-M	WS											2				5			
113	Metamitron	WS							1					1		1	1	1	1	
114	Metazachlor	WS				2	1					1	2	2	5	10	3	1	2	
115	Metazachlor-Dicarbonsäure (Metabolit BH 479-12)	nrM											18	11	11	20	24	22	6	
116	Metazachlor-Säure (Metabolit BH 479-4)	nrM										12	30	90	214	335	355	431	306	
117	Metazachlor-Sulfonsäure (Metabolit BH 479-8)	nrM										10	40	177	305	484	492	570	481	
118	Metconazol	WS										1								
119	Methabenzthiazuron *	WS				1	2	2	2	1	2	3	3	2	2	2	2	2	1	
120	Methamidophos *	WS															1	1		
121	Methidathion *	WS							1											
122	Metobromuron	WS			1	1		2					1		1			1		
123	Metolachlor *	WS	1		1	2	2	3	4	2	2	4	2	4	5	4	5	4	6	
124	Metoxuron *	WS									1	1	1		1					
125	Metribuzin	WS	1				1	1		2	1	2	1	6	3	1		5	6	
126	Metsulfuron-methyl	WS											1							

Ifd. Nr.	Wirkstoff / Metabolit * in Deutschland nicht mehr zugelassene PSM-Wirkstoffe bzw. deren Metaboliten	Stoff- gruppe	Anzahl untersuchter Messstellen mit Nachweisen																	
			2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
127	Mevinphos *	WS						1												
128	m-Kresol *	WS										1								
129	Monuron *	WS		1																
130	N,N-Dimethylsulfamid (DMS) *	nrM									4	26	78	133	133	133	196	166		
131	Nicosulfuron	WS													2	2	1			
132	Oxadixyl *	WS										2	10	12	8	8	11	14		
133	Parathion-ethyl *	WS					1					1				1				
134	Parathion-methyl *	WS						3												
135	Pendimethalin	WS				1														
136	Pentachlorphenol (PCP) *	WS									3									
137	Phenmedipham	WS			4															
138	Picloram	WS											1							
139	Pirimicarb	WS					1						1			1	2			
140	Pirimiphos-ethyl *	WS			1		1													
141	Propazin *	WS	1		2	1	1	2	3			2	2				1	1	2	
142	Propiconazol *	WS										1	1	1	1	1	3			
143	Propoxur *	WS																		
144	Prothioconazol	WS										1				1				
145	Pyraclostrobin	WS										1								
146	Quinmerac	WS									1		1		1	1	1			
147	Rimsulfuron	WS														1				
148	Sebuthylazin *	WS						6					2			1				
149	Simazin *	WS		1		2	1			2	2	3	4	4	6	2	6	7	5	
150	S-Metolachlor	WS											2	1	4	5	4	2	2	
151	S-Metolachlor-Carbonsäure (Metabolit CGA 51202/CGA 351916)	nrM											13	31	166	328	358	464	547	511
152	S-Metolachlor-Dicarbonsäure (Metabolit CGA 357704)	nrM												1	27	29	68	47	46	77
153	S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 368208)	nrM												3	24	17	33	12	13	13
154	S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743)	nrM											16	29	200	386	489	617	708	631
155	S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit NOA 413173)	nrM												19	53	54	112	91	407	394
156	Tebuconazol	WS															1			
157	Terbuthylazin	WS				2		3		1	1	2	3	3	19	9	3	1	4	
158	Thiaclopid-Sulfonsäure (Metabolit M 30/YRC 2894)	nrM												2		3	1			
159	Thiazafuror *	WS								1										
160	Triadimenol	WS						1												
161	Tribenuron-methyl	WS														2				
162	Trifluralin *	WS	1		1															
163	Tritosulfuron-desamid (Metabolit BH 635-4/635M01)	nrM																		1
164	Vinclozolin *	WS						7						1						



Wirkstoff / Metabolit * in Deutschland nicht mehr zugelassene PSM- Wirkstoffe bzw. deren Metaboliten	Stoff- gruppe	Nachweise 2000-2003 in µg/l			Nachweise 2004-2007 in µg/l			Nachweise 2008-2011 in µg/l			Nachweise 2012-2015 in µg/l			Nachweise 2016 in µg/l		
		≥ BG bis <0,1	≥ 0,1 bis < 0,5	≥ 0,5	≥ BG bis <0,1	≥ 0,1 bis < 0,5	≥ 0,5	≥ BG bis <0,1	≥ 0,1 bis < 0,5	≥ 0,5	≥ BG bis <0,1	≥ 0,1 bis < 0,5	≥ 0,5	≥ BG bis <0,1	≥ 0,1 bis < 0,5	≥ 0,5
Dieldrin *	WS				1						1					
Difenoconazol	WS							1								
Difenoconazol *	WS	1														
Diflubenzuron	WS	1														
Diflufenican	WS							2	1							
Dimetfuron *	WS	1	1					1				1				
Dimethachlor	WS										1		1			
Dimethenamid *	WS								1	3		1	2		1	
Dimethenamid-P *	WS														1	
Dimethoat *	WS				5											
Dimethomorph	WS								1							
Dinoseb *	WS							3								
Dinoseb-Acetat *	WS				1											
Dinoterb *	WS										3			1		
Diphenylamin *	WS				4	8	2	7	5	2	1	5	4	1		
Disulfoton *	WS				4				1							
Diuron *	WS	4	7	6	8	5		30	23	8	33	18	5	13	2	1
Endosulfan, alpha- *	WS	1							1							
Endosulfan, beta- *	WS				1											
Endosulfansulfat *	WS				1											
Endrin *	WS				1											
Ethidimuron *	WS	3	3			8		40	32	11	118	73	23	23	20	5
Ethion *	WS	2			1											
Ethofumesat	WS				1										1	
Etrimfos *	WS				4											
Fenchlorphos *	WS				1											
Fenitrothion *	WS				1											
Fenpropimorph *	WS							1								
Fenuron *	WS				1			7	1	1	1	5	1	2		
Flufenacet	WS							2	1		3					
Fluroxypyr	WS			4												
Flurtamon *	WS							1								
Glufosinat *	WS					1										
Glyphosat	WS				3		1	4	5	3	24	8	2	3	1	
Heptachlor *	WS				3						1					
Heptachlorepoxyd, cis- *	rM				3			1			1					
Hexachlorbutadien *	WS				1											
Hexachlorcyclohexan, alpha- *	rM	1														
Hexachlorcyclohexan, gamma- (Lindan) *	WS				14	1		1								
Hexazinon *	WS		4	1	3	1					2					
Isodrin *	WS				5											
Isoproturon *	WS		1		5	6	5	8	19	1	25	8	1	5	2	
Linuron *	WS			1						1	1					
MCPA	WS	1						2	2		3		1		1	
Mecoprop (MCP)	WS	6	7	7	7	7	1	24	19	8	26	23	1	7	5	1



nicht relevanter Metabolit * Metaboliten von in Deutschland nicht mehr zugelassenen PSM-Wirkstoffen	GOW (UBA, 2019a)	Nachweise 2008-2011 in µg/l				Nachweise 2012-2015 in µg/l				Nachweise 2016 in µg/l			
		≥ BG bis < 1,0	≥ 1,0 bis < 3,0	≥ 3,0 bis < 10,0	≥ 10,0	≥ BG bis < 1,0	≥ 1,0 bis < 3,0	≥ 3,0 bis < 10,0	≥ 10,0	≥ BG bis < 1,0	≥ 1,0 bis < 3,0	≥ 3,0 bis < 10,0	≥ 10,0
2,6-Dichlorbenzamid	3	77	7	4		199	9	3		69	5	3	
AMPA	-	9	2			47				8			
Benalaxyl-M (Metabolit M2)	3					8							
Chloridazon-desphenyl (Metabolit B) *	3	214	288	185	16	1421	396	316	24	402	143	98	10
Chloridazon-methyl-desphenyl (Metabolit B1) *	3	127	91	17		1096	111	22		352	43	10	
Chlorthalonil Metabolit: R 611965/M5	3	1				1				3			
Dimethachlor (Met: SYN 530561)	1					1							
Dimethachlor-Säure (Metabolit CGA 50266)	3	4				13	3			10	2		
Dimethachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 354742)	3	13				63	6	1		54	2		
Dimethachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 369873)	1	46	10			383	17	1		231	8		
Dimethenamid-Säure (Metabolit M23)	3					3							
Dimethenamid-Sulfonsäure (Metabolit M27)	3	6	1	1		56	6			28	2	1	
Dimoxystrobin-m-säure (Met: 505M09/BF 505-8)	-					11	12	9	2		3	1	
Dimoxystrobin-o-säure (Met: 505M08/BF 505-7)	-			4		17	5	4		3	1		
Flufenacet-Säure (Metabolit M1)	-					4				2			
Flufenacet-Sulfonsäure (Metabolit M2)	1	10				22				1			
Metalaxyl-Carbonsäure (Metabolit CGA 62826/NOA 409045)	1	14	1			83	3			29			
Metalaxyl-Dicarbonsäure (Metabolit CGA 108906)	1	16				117	2			41	1		
Metazachlor-Dicarbonsäure (Metabolit BH 479-12)	1	28	4			71	3			6			
Metazachlor-Säure (Metabolit BH 479-4)	3	123	42	35	6	1166	101	52	5	267	25	13	1
Metazachlor-Sulfonsäure (Metabolit BH 479-8)	3	196	107	76	11	1525	161	109	7	405	39	33	4
N,N-Dimethylsulfamid (DMS) *	1	97	18	4	3	570	10	5	2	159	3	3	1
S-Metolachlor-Carbonsäure (Metabolit CGA 51202/CGA 351916)	3	177	103	66	24	1396	192	91	15	391	75	36	9
S-Metolachlor-Dicarbonsäure (Metabolit CGA 357704)	1	28	3	6		173	18	6		64	10	3	
S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 368208)	1	27	4	4	1	65	4	4	1	10	3		
S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743)	3	206	110	110	29	1805	242	137	14	479	80	57	15
S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit NOA 413173)	3	65	12	17	3	582	101	16	2	341	42	10	1
Thiacloprid-Sulfonsäure (Metabolit M 30/YRC 2894)	1	2				4							
Tritosulfuron-desamid (Metabolit BH 635-4/635M01)	1									1			

Anlage 4b: Vergleich der Fundhäufigkeiten für nicht relevante Metaboliten (nrM) – höchster Messwert je Messstelle und Jahr aufaddiert für den jeweiligen Zeitraum

Kennzahlen Wirkstoffe TOP 20	Anzahl Mess- stellen untersucht gesamt	Anzahl Quellen	Anzahl Rohmisch- wasser	Anzahl Förder- brunnen	Anzahl GW- Mess- stellen	Anzahl Mess- stellen ≥ BG gesamt	Anzahl Quellen ≥ BG	Anzahl Rohmisch- wasser ≥ BG	Anzahl Förder- brunnen ≥ BG	Anzahl GW- Mess- stellen ≥ BG	Anzahl Mittelw ert < 0,1 µg/l	Anzahl Mittelw ert ≥ 0,1 bis < 0,5 µg/l	Anzahl Mittelw ert ≥ 0,5 µg/l	Mittel aller Nach- weise µg/l	Maximum aller Nach- weise µg/l
Bentazon *	4919	122	139	1709	2949	107	1	1	40	65	73	29	5	0,15	2,73
Ethidimuron *	4554	112	106	1507	2829	106	0	1	36	69	60	36	10	0,31	7,90
Diuron *	4862	117	140	1718	2887	57	0	1	6	50	33	19	5	0,24	3,47
Bromacil *	4829	117	138	1690	2884	55	0	0	21	34	42	9	4	0,21	4,60
Metalaxyl + Metalaxyl-M	4414	101	106	1562	2645	53	0	0	0	53	25	21	7	0,33	4,80
Glyphosat	3818	108	105	1302	2303	44	0	1	15	28	31	10	3	0,21	2,90
Atrazin *	4868	117	140	1743	2868	42	0	0	6	36	34	6	2	0,17	3,70
Mecoprop (MCP)	4856	118	138	1725	2875	42	0	2	14	26	29	10	3	0,22	6,30
Metolachlor + S-Metolachlor	4852	114	136	1710	2892	42	0	0	10	32	25	12	5	0,41	6,40
Terbutylazin	4841	118	140	1719	2864	35	1	0	14	20	27	6	2	0,26	3,50
Oxadixyl *	2738	68	74	824	1772	31	0	0	0	31	16	13	2	0,15	0,69
Isoproturon *	4854	118	138	1713	2885	27	0	0	5	22	18	8	1	0,16	1,32
Metazachlor	4793	118	138	1702	2835	22	0	0	5	17	10	6	6	0,25	1,21
Chlortoluron	4833	117	140	1712	2864	21	0	0	1	20	14	5	2	0,32	2,70
Metribuzin	4701	109	122	1646	2824	21	0	0	1	20	14	5	2	0,23	2,90
Simazin *	4792	115	138	1678	2861	20	0	0	6	14	15	4	1	0,16	1,60
Propazin *	3553	88	116	1180	2169	16	0	0	4	12	15	0	1	0,06	0,78
Chloridazon *	4225	114	131	1538	2442	13	0	1	7	5	7	5	1	0,13	0,62
Lindan *	2121	89	103	1181	748	12	1	0	0	11	11	1	0	0,01	0,23
Dichlorprop (2,4-DP)	4806	115	138	1697	2856	10	0	0	0	10	4	3	3	0,29	1,70

\* nicht mehr zugelassen

Kennzahlen relevante Metaboliten	Anzahl Mess- stellen untersucht gesamt	Anzahl Quellen	Anzahl Rohmisch- wasser	Anzahl Förder- brunnen	Anzahl GW- Mess- stellen	Anzahl Mess- stellen ≥ BG gesamt	Anzahl Quellen ≥ BG	Anzahl Rohmisch- wasser ≥ BG	Anzahl Förder- brunnen ≥ BG	Anzahl GW- Mess- stellen ≥ BG	Anzahl Mittelw ert < 0,1 µg/l	Anzahl Mittelw ert ≥ 0,1 bis < 0,5 µg/l	Anzahl Mittelw ert ≥ 0,5 µg/l	Mittel aller Nach- weise µg/l	Maximum aller Nach- weise µg/l
Desisopropyl-Atrazin	4709	115	127	1701	2766	63	0	0	12	51	58	5	0	0,07	0,32
Desethylatrazin	4777	117	127	1682	2851	49	1	0	5	43	42	7	0	0,07	0,34
Desethylterbuthylazin	4651	112	125	1660	2754	33	0	0	2	31	25	8	0	0,17	1,40

Kennzahlen xM	Anzahl Mess- stellen untersucht gesamt	Anzahl Quellen	Anzahl Rohmisch- wasser	Anzahl Förder- brunnen	Anzahl GW- Mess- stellen	Anzahl Mess- stellen ≥ BG gesamt	Anzahl Quellen ≥ BG	Anzahl Rohmisch- wasser ≥ BG	Anzahl Förder- brunnen ≥ BG	Anzahl GW- Mess- stellen ≥ BG	Anzahl Mittelw ert < 0,1 µg/l	Anzahl Mittelw ert ≥ 0,1 bis < 0,5 µg/l	Anzahl Mittelw ert ≥ 0,5 µg/l	Mittel aller Nach- weise µg/l	Maximum aller Nach- weise µg/l
Chlorthalonil-Sulfonsäure (Metabolit R 417888/M12)	1715	39	40	345	1291	199	11	1	23	164	98	80	21	0,29	5,10

Kennzahlen	Anzahl Messstellen untersucht gesamt	Anzahl Quellen	Anzahl Rohmischwasser	Anzahl Förderbrunnen	Anzahl GW-Messstellen	Anzahl Messstellen $\geq$ BG gesamt	Anzahl Quellen $\geq$ BG	Anzahl Rohmischwasser $\geq$ BG	Anzahl Förderbrunnen $\geq$ BG	Anzahl GW-Messstellen $\geq$ BG	Anzahl Mittelwert $< 0,1 \mu\text{g/l}$	Anzahl Mittelwert $\geq 0,1$ bis $< 1 \mu\text{g/l}$	Anzahl Mittelwert $\geq 1$ bis $< 3 \mu\text{g/l}$	Anzahl Mittelwert $\geq 3$ bis $< 10 \mu\text{g/l}$	Anzahl Mittelwert $\geq 10 \mu\text{g/l}$	Mittel aller Nachweise $\mu\text{g/l}$	Maximum aller Nachweise $\mu\text{g/l}$
nicht relevante Metaboliten TOP 20																	
S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743)	4098	105	111	1489	2393	1514	10	19	477	1008	550	682	188	83	11	0,86	26,00
S-Metolachlor-Säure (Metabolit CGA 51202/CGA 351916)	4148	105	111	1526	2406	1201	3	21	419	758	438	552	144	58	9	0,81	35,00
S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit NOA 413173)	2994	73	78	897	1946	753	9	5	186	553	267	403	67	15	1	0,52	16,00
S-Metolachlor Metabolit: CGA 357704	1622	38	32	268	1284	219	5	0	13	201	85	118	13	3	0	0,42	5,70
S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 368208)	1463	38	18	228	1179	88	0	0	4	84	49	31	3	4	1	0,60	12,00
Chloridazon-desphenyl (Metabolit B)	4207	106	107	1493	2501	1485	37	21	552	875	285	710	293	186	11	1,63	32,00
Chloridazon-methyl-desphenyl (Metabolit B1)	4054	106	98	1435	2415	856	20	8	237	591	295	470	79	12	0	0,47	9,10
Metazachlor-Sulfonsäure (Metabolit BH 479-8)	4214	106	102	1497	2509	1240	35	20	491	694	427	627	125	57	4	0,82	26,58
Metazachlor-Säure (Metabolit BH 479-4)	4155	106	99	1468	2482	907	11	17	309	570	416	397	68	25	1	0,64	28,59
Metazachlor-Dicarbonensäure (Metabolit BH 479-12)	1652	38	32	274	1308	81	0	0	12	69	38	41	2	0	0	0,24	1,77
N,N-Dimethylsulfamid (DMS)	4127	101	108	1503	2415	530	10	7	198	315	297	215	12	3	3	0,33	34,00
Dimethachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 369873)	3071	73	78	931	1989	494	27	6	187	274	205	274	15	0	0	0,24	3,51
Dimethachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 354742)	3077	73	79	973	1952	100	4	1	43	52	59	37	4	0	0	0,25	4,33
2,6-Dichlorbenzamid	4372	107	111	1498	2656	167	2	1	31	133	72	86	8	1	0	0,29	4,30
Metaxyl-Dicarbonensäure (Metabolit CGA 108906)	1508	38	31	283	1156	120	0	0	11	109	61	58	1	0	0	0,19	1,28
Metaxyl-Säure (Metabolit CGA 62826 NOA 409045)	1635	38	39	275	1283	80	0	0	4	76	45	34	1	0	0	0,20	2,29
Dimethenamid-Sulfonsäure (Metabolit M27)	1620	38	39	253	1290	79	0	0	0	79	24	49	6	0	0	0,41	3,80
AMPA	3872	108	111	1301	2352	71	0	0	21	50	43	26	2	0	0	0,35	9,00
Dimoxystrobin-m-säure (Met: 505M09/BF 505-8)	128	0	0	0	128	35	0	0	0	35	0	11	12	10	2	3,39	25,00
Dimoxystrobin-o-säure (Met: 505M08/BF 505-7)	128	0	0	0	128	29	0	0	0	29	0	20	5	4	0	1,33	5,30

Anlage 5c: Kennzahlen NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20 (Daten 2000-2016)

## Anlage 6a: Kennzahlen WS/rM – Betrachtungsebene Landkreise und kreisfreie Städte

Betrachtungsebene Landkreise und kreisfreie Städte [KFZ-Kennzeichen]	Anzahl Messstellen							Medianwert µg/l
	untersucht	PSM / 10 km²	< BG	≥ BG	Mittelwert der Nachweise je Messstelle			
					≥ BG bis < 0,1 µg/l	≥ 0,1 bis < 0,5 µg/l	≥ 0,5 µg/l	
Ammerland [WST]	133	1,82	75	6	4	2		0,06
Aurich [AUR]	153	1,19	108	18	7	7	4	0,16
Braunschweig [BS]	23	1,19	7	7	6		1	0,05
Celle [CE]	132	0,85	72	10	6	4		0,07
Cloppenburg [CLP]	239	1,68	126	29	11	16	2	0,13
Cuxhaven [CUX]	229	1,11	102	32	25	6	1	0,05
Delmenhorst [DEL]	8	1,28	6	1	1			0,08
Diepholz [DH]	200	1,01	60	29	16	10	3	0,10
Emden [EMD]	2	0,18	2	0				0,00
Emsland [EL]	242	0,84	109	52	31	17	4	0,10
Friesland [FRI]	108	1,77	63	13	8	5		0,08
Gifhorn [GF]	205	1,31	87	38	23	12	3	0,09
Goslar [GS]	74	0,77	57	4	3	1		0,02
Göttingen [GÖ]	168	1,50	49	21	16	4	1	0,05
Grafschaft Bentheim [NOH]	137	1,40	66	20	15	4	1	0,07
Hameln-Pyrmont [HM]	168	2,11	30	24	17	6	1	0,13
Hannover [H]	324	1,41	65	67	54	13		0,05
Harburg [WL]	193	1,55	104	39	25	8	6	0,07
Heidekreis [HK]	119	0,63	57	16	5	8	3	0,09
Helmstedt [HE]	48	0,71	21	5	3	2		0,08
Hildesheim [HI]	56	0,46	27	5	3	1	1	0,05
Holz Minden (HOL)	71	1,02	35	5	3	2		0,07
Leer [LER]	166	1,53	111	23	11	11	1	0,12
Lüchow Dannenberg [DAN]	40	0,33	33	1		1		0,17
Lüneburg [LG]	66	0,50	41	11	5	4	2	0,12
Nienburg-Weser [NI]	171	1,22	80	16	10	5	1	0,06
Northeim [NOM]	82	0,65	34	6	5		1	0,04
Oldenburg [OL]	331	3,11	139	45	25	18	2	0,08
Osnabrück [OS]	265	1,25	84	16	12	3	1	0,14
Osterholz [OHZ]	77	1,18	38	6	4	2		0,02
Peine [PE]	39	0,73	3	17	12	5		0,04
Rotenburg (Wümme) [ROW]	151	0,73	70	19	9	9	1	0,10
Salzgitter [SZ]	10	0,45	5	3	3			0,04
Schaumburg [SHG]	79	1,17	24	12	8	4		0,05
Stade [STD]	137	1,08	56	14	9	3	2	0,09
Uelzen [UE]	59	0,40	39	1	1			0,06
Vechta [VEC]	205	2,52	99	52	32	18	2	0,06
Verden [VER]	94	1,19	35	9	3	6		0,16
Wesermarsch [BRA]	17	0,21	16	1	1			0,03
Wilhelmshaven [WHV]	1	0,09	1	0				0,00
Wittmund [WTM]	149	2,27	102	11	8	3		0,07
Wolfenbüttel [WF]	57	0,79	22	9	8	1		0,04
Wolfsburg [WOB]	18	0,88	4	7	7			0,02

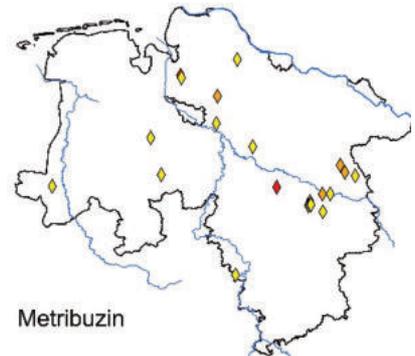
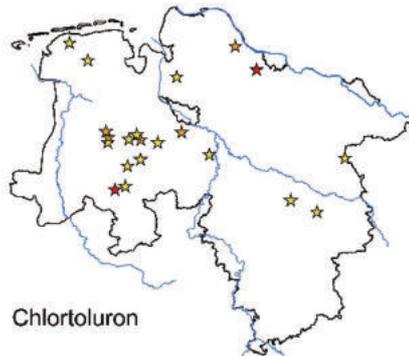
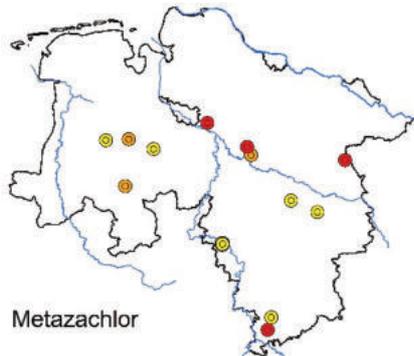
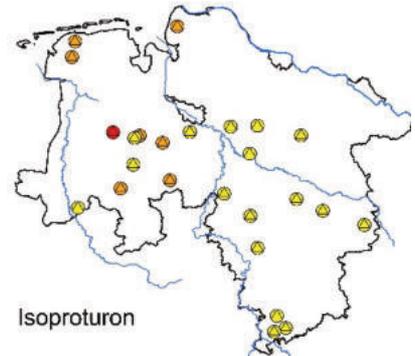
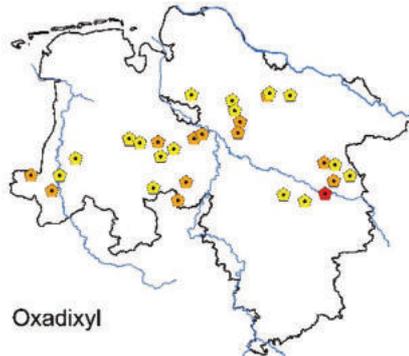
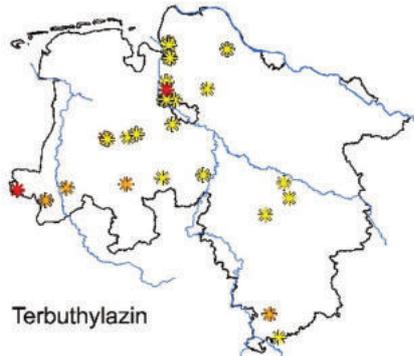
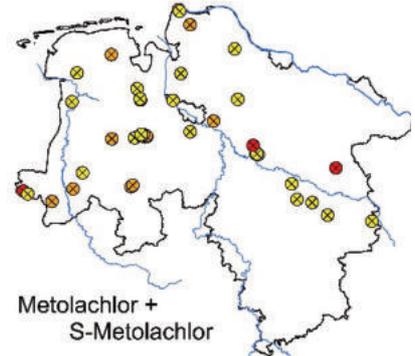
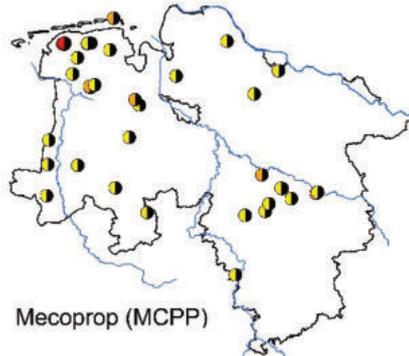
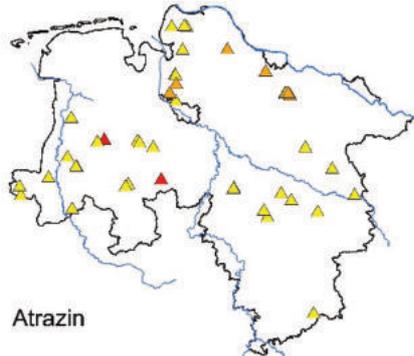
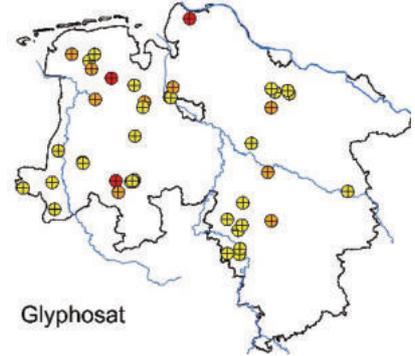
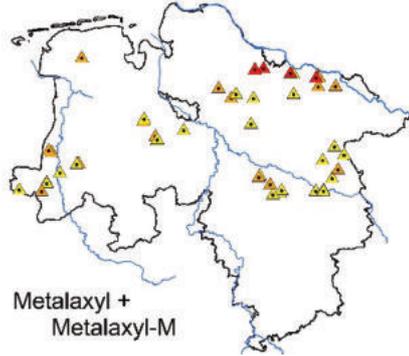
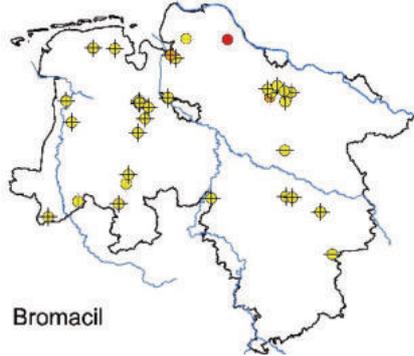
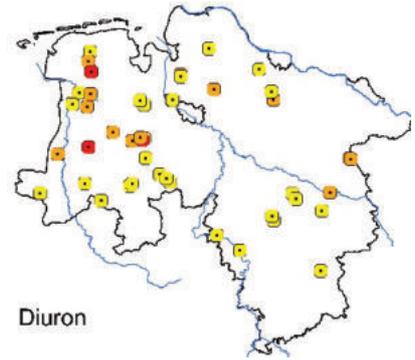
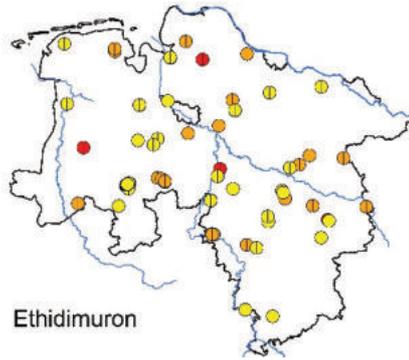
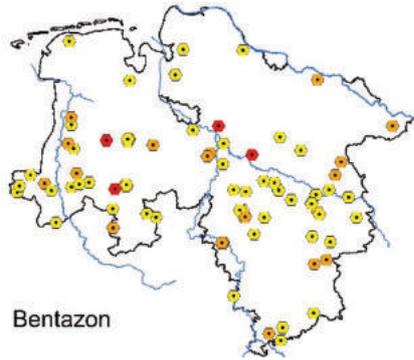
exklusive 1,2-Dichlorpropan (LHKW)

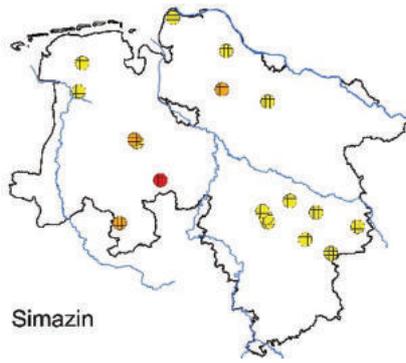
## Anlage 6b: Kennzahlen nrM – Betrachtungsebene Landkreise und kreisfreie Städte

Betrachtungsebene Landkreise und kreisfreie Städte [KFZ-Kennzeichen]	Anzahl Messstellen									Medianwert µg/l
	untersucht	PSM / 10 km <sup>2</sup>	< BG	≥ BG	Mittelwert der Nachweise je Messstelle					
					≥ BG bis < 0,1 µg/l	≥ 0,1 bis < 1,0 µg/l	≥ 1,0 bis < 3,0 µg/l	≥ 3,0 bis < 10,0 µg/l	≥ 10,0 µg/l	
Ammerland [WST]	133	1,82	75	54	22	27	4	1		0,16
Aurich [AUR]	153	1,19	108	36	21	10	2	3		0,12
Braunschweig [BS]	23	1,19	7	15	3	10	1	1		0,21
Celle [CE]	132	0,85	72	56	21	31	3	1		0,12
Cloppenburg [CLP]	239	1,68	126	103	43	43	13	4		0,16
Cuxhaven [CUX]	229	1,11	102	149	37	71	37	4		0,30
Delmenhorst [DEL]	8	1,28	6	1		1				0,20
Diepholz [DH]	200	1,01	60	132	50	71	9	2		0,12
Emden [EMD]	2	0,18	2	0						0,00
Emsland [EL]	242	0,84	109	125	47	53	18	7		0,25
Friesland [FR]	108	1,77	63	39	17	16	4	2		0,15
Gifhorn [GF]	205	1,31	87	109	16	58	31	4		0,37
Goslar [GS]	74	0,77	57	13	3	8	2			0,12
Göttingen [GÖ]	168	1,50	49	115	21	72	11	11		0,27
Grafschaft Bentheim [NOH]	137	1,40	66	69	16	33	12	7	1	0,31
Hameln-Pyrmont [HM]	168	2,11	30	137	4	82	48	3		0,28
Hannover [H]	324	1,41	65	251	37	180	31	3		0,18
Harburg [WL]	193	1,55	104	71	16	48	5	2		0,20
Heidekreis [HK]	119	0,63	57	56	12	35	6	3		0,20
Helmstedt [HE]	48	0,71	21	27	6	13	7	1		0,21
Hildesheim [HI]	56	0,46	27	26	4	13	7	2		0,37
Holzminen (HOL)	71	1,02	35	35	9	25	1			0,18
Leer [LER]	166	1,53	111	49	23	20	3	3		0,15
Lüchow Dannenberg [DAN]	40	0,33	33	6		5	1			0,33
Lüneburg [LG]	66	0,50	41	22	2	14	6			0,20
Nienburg-Weser [NI]	171	1,22	80	143	10	88	30	15		0,38
Northeim [NOM]	82	0,65	34	46	7	38	1			0,20
Oldenburg [OL]	331	3,11	139	181	78	82	21			0,13
Osnabrück [OS]	265	1,25	84	185	61	115	6	3		0,14
Osterholz [OHZ]	77	1,18	38	39	12	19	5	3		0,14
Peine [PE]	39	0,73	3	36	3	14	15	4		0,48
Rotenburg (Wümme) [ROW]	151	0,73	70	77	15	49	12		1	0,19
Salzgitter [SZ]	10	0,45	5	5		4		1		0,15
Schaumburg [SHG]	79	1,17	24	52	8	35	9			0,16
Stade [STD]	137	1,08	56	80	7	35	21	16	1	0,80
Uelzen [UE]	59	0,40	39	20	4	9	6	1		0,37
Vechta [VEC]	205	2,52	99	82	25	50	7			0,13
Verden [VER]	94	1,19	35	43	7	33	2		1	0,18
Wesermarsch [BRA]	17	0,21	16	0						0,00
Wilhelmshaven [WHV]	1	0,09	1	0						0,00
Wittmund [WTM]	149	2,27	102	45	22	19	3	1		0,15
Wolfenbüttel [WF]	57	0,79	22	33	15	14	2	2		0,13
Wolfsburg [WOB]	18	0,88	4	14	2	10	2			0,24

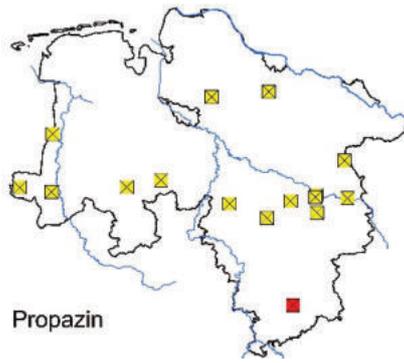
exklusive 1,2-Dichlorpropan (LHKW)

Anlage 7: Einzelkarten WIRKSTOFFE-TOP 20 – Mittelwert Daten 2000-2016

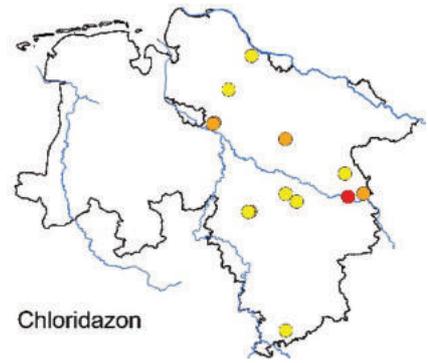




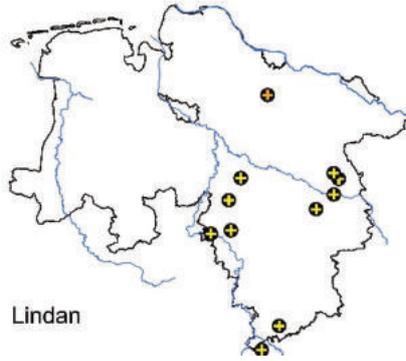
Simazin



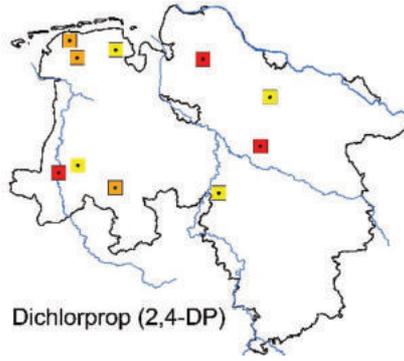
Propazin



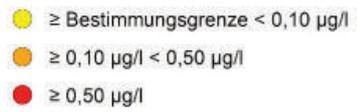
Chloridazon



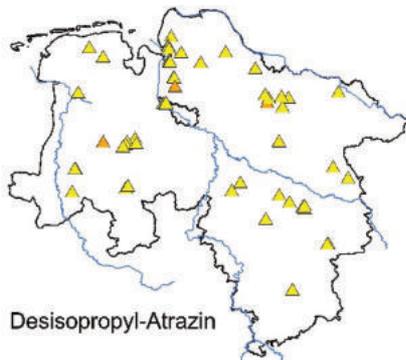
Lindan



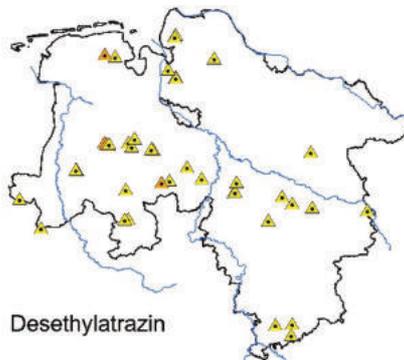
Dichlorprop (2,4-DP)



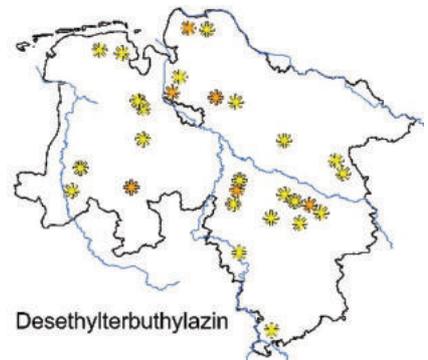
### Einzelkarten relevante Metaboliten – Mittelwert Daten 2000-2016



Desisopropyl-Atrazin

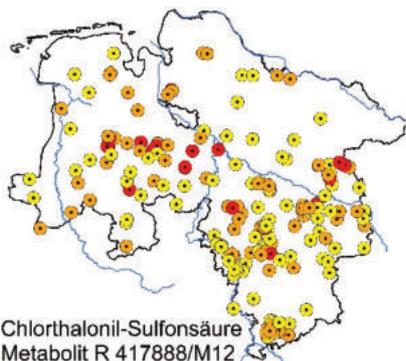


Desethylatrazin

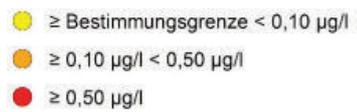


Desethylterbutylazin

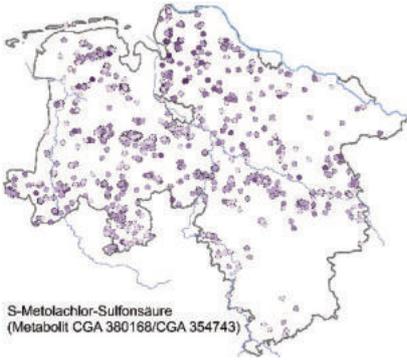
### Einzelkarte xM – Mittelwert Daten 2000-2016



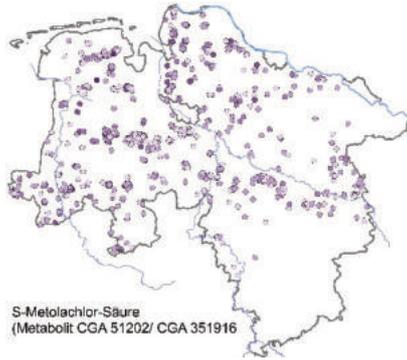
Chlorthalonil-Sulfonsäure  
Metabolit R 417888/M12



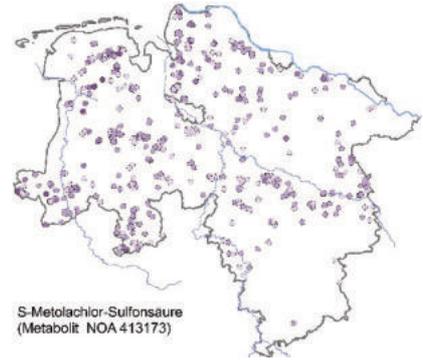
**Anlage 8: Einzelkarten NICHT RELEVANTE METABOLITEN-TOP 20 – Mittelwert Daten 2000-2016**



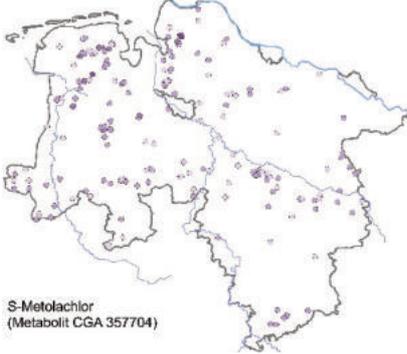
S-Metolachlor-Sulfonsäure  
(Metabolit CGA 380168/CGA 354743)



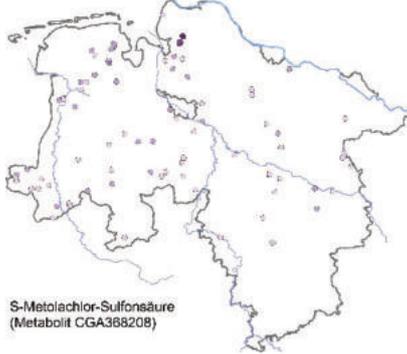
S-Metolachlor-Säure  
(Metabolit CGA 51202/ CGA 351916)



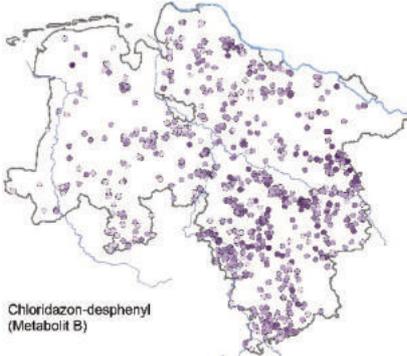
S-Metolachlor-Sulfonsäure  
(Metabolit NOA 413173)



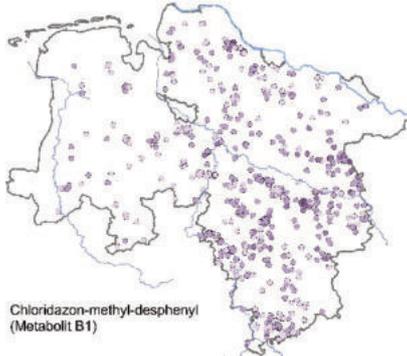
S-Metolachlor  
(Metabolit CGA 357704)



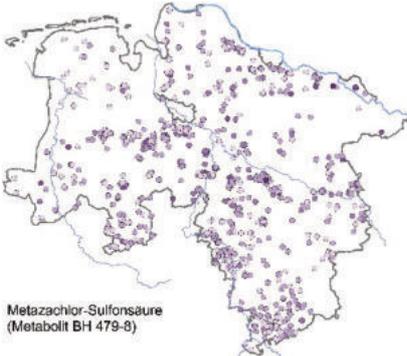
S-Metolachlor-Sulfonsäure  
(Metabolit CGA368208)



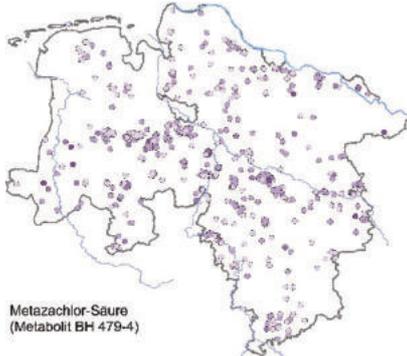
Chloridazon-desphenyl  
(Metabolit B)



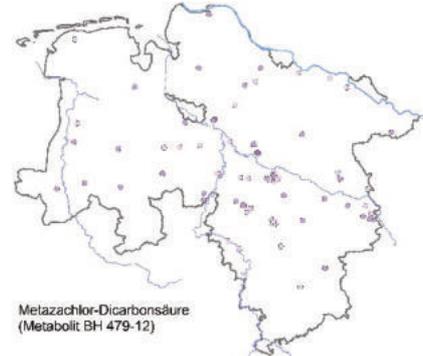
Chloridazon-methyl-desphenyl  
(Metabolit B1)



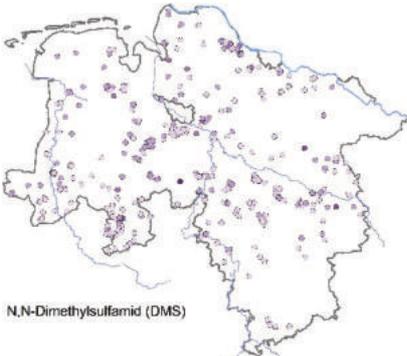
Metazachlor-Sulfonsäure  
(Metabolit BH 479-8)



Metazachlor-Säure  
(Metabolit BH 479-4)



Metazachlor-Dicarbonsäure  
(Metabolit BH 479-12)



N,N-Dimethylsulfamid (DMS)

