



INL - PRIVATES INSTITUT FÜR NACHHALTIGE LANDBEWIRTSCHAFTUNG GmbH  
Reilstraße 128  
06114 Halle (Saale)

---

## **Bericht zum Projekt**

### **eines „PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt“ 2020**

Erarbeitet im Auftrag des Landesbetriebes für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt

#### Bearbeiter:

M. Sc. Jana Rech  
Tel.: 0345 2798795  
Fax: 0345 2799132  
Mail: [jana.rech@inl-mail.de](mailto:jana.rech@inl-mail.de)

Dr. habil. Wolfgang Heyer  
Tel.: 0345 2798796  
Fax: 0345 2799132  
Mail: [wolfgang.heyer@inl-mail.de](mailto:wolfgang.heyer@inl-mail.de)

Halle (S.), 15.11.2020

## Inhalt

Abkürzungsverzeichnis.....	4
Tabellenverzeichnis.....	6
Abbildungsverzeichnis.....	8
Zusammenfassung.....	9
1 Anliegen des Berichts.....	12
2 Methodisches Vorgehen.....	13
2.1 Datenquellen und Informationsfluss.....	13
2.2 Betriebs-, Wirkstoff- und Flächendaten sowie Stichprobenumfang.....	14
2.3 Kriterien der Rangbildung.....	17
2.4 GIS-Projekt.....	20
3 Datengrundlagen.....	21
3.1 PBSM-Wirkstoffdaten.....	21
3.1.1 Wirkstoffverkauf und aktuelle Wirkstoffzulassung.....	21
3.1.2 PBSM-Anwendung in landwirtschaftlichen Fruchtarten.....	30
3.1.3 Übersicht der Anwendung von PBSM-Wirkstoffen in Beizmitteln.....	32
3.1.3 Weitere Datenquellen.....	36
3.2 Anbau landwirtschaftlicher Fruchtarten.....	40
3.3 Verständnishinweise und Diskussion zu den Datengrundlagen.....	44
4 Befunde aus dem LHW-Gewässermonitoring 2010 – 2019.....	46
4.1 Grundwasser-Monitoring zu PSM-Wirkstoffen.....	46
4.1.1 Zulassungsstand.....	47
4.1.2 Rangbildung der Wirkstoffe nach Monitoringbefunden.....	48
4.1.3 Konzentrationsentwicklung im Zeitraum 2010 – 2019.....	52
4.2 Oberflächenwasser.....	58
4.2.2 Rangbildung der Wirkstoffe nach Anzahl Positivfunde.....	61
4.2.3 Rangbildung nach Konzentration.....	62
4.3 Metaboliten.....	63
4.3.1 Grundwasser-Monitoring zu Metaboliten.....	63
4.3.2 Oberflächenwasser-Monitoring zu Metaboliten.....	69
4.4 Anmerkungen und Diskussion zu Analysebefunden aus dem Gewässermonitoring.....	70
5 Zeitliche Verteilung der Wirkstoffausbringung und Wirkstofffranking auf Landesebene.....	72
5.1 Wirkstoffgaben im Verlauf der Vegetationszeit.....	72
5.2 Ranking der Wirkstoffanwendung auf Landesebene im Grund- und Oberflächenwasser.....	77

5.2.1	Rangbildung nach Wirkstoffanteilen.....	77
5.2.2	Rangbildung nach Wirkstoffanteilen und Wirkstoffeigenschaften .....	79
5.2.3	Differenzierung der Wirkstoffanteile nach Landwirtschaftlichen Vergleichsgebieten (LVG) .....	81
6.	Diskussion und Empfehlungen zur Ausrichtung des Monitorings .....	85
	Literatur .....	92
	Anhang .....	95

## Abkürzungsverzeichnis

baua	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
DB	Deutsche Bahn AG
d. h.	das heißt
DT <sub>50</sub>	Disappearance Time
EG	Europäische Gemeinschaft
EU	Europäische Union
FHS	Formulierungshilfsstoff(e)
g	Gramm
GIS	Geographische Informationssystem
GOW	Gesundheitlicher Orientierungswert
GrW	Grenzwert
GrwV	Grundwasserverordnung
GUS	Groundwater Ubiquity Score
GW	Grundwasser
JKI	Julius-Kühn-Institut
Kg	Kilogramm
l	Liter
LHW	Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt
LLG	Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt
LNF	Landnutzungsfläche
LVG	Landwirtschaftliches Vergleichsgebiet
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
Max	Maximalwert
mg	Milligramm
Min	Minimalwert
MLU	Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt
MW	Mittelwert
n. U.	nicht untersucht
nrM	nicht-relevante Metaboliten
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
OW	Oberflächenwasser
PAPA	Panel Pflanzenschutzmittel-Anwendungen
PBSM	Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel
PflSchG	Pflanzenschutzgesetz

PPDB	Pesticide Properties Database
PSM	Pflanzenschutzmittel
QN	Qualitätsnorm
SCI	SCI-GROW (groundwater)-Index
SD	Standardabweichung
SW-G	Schwellenwert nach Grundwasserverordnung
t	Tonne(n)
TrinkwV	Trinkwasserverordnung
tsd.	Tausend
u. a.	und andere / unter anderem
UBA	Umweltbundesamt
u. U.	unter Umständen
UQN	Umweltqualitätsnorm
vgl.	vergleiche
VK	Variationskoeffizient
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil
µg	Mikrogramm

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Übersicht der Betriebsstrukturen .....	15
Tab. 2: Zuordnung der Datensätze zu den Erhebungsjahren .....	16
Tab. 3: Zuordnung der PBSM-Datensätze zu den Fruchtarten nach Jahren.....	16
Tab. 4: Datenquelle, Rangkriterium und dessen Begründung.....	18
Tab. 5: Wirkstoffe mit den höchsten Abgabemengen im Vergleich der Jahre 2013 und 2018 .....	21
Tab. 6: Übersicht zu den Anwendungsfeldern und Wirkprinzipien von PBSM-Wirkstoffen in Vergleich ausgewählter Jahre .....	23
Tab. 7: Im Zeitraum 2014 bis 2020 aus der Zulassung entlassene Wirkstoffe und neu zugelassene Wirkstoffe .....	25
Tab. 8: Änderung in den Anwendungsfeldern ausgewählter Wirkstoffe im Vergleich der Jahre 2010, 2015 und 2020 .....	27
Tab. 9: Ausgebrachte Produktmengen in l/ha bzw. kg/ha für Fungizide, Herbizide, Insektizide und Wachstumsregulatoren nach Fruchtarten. ....	30
Tab. 10: Ausgebrachte Wirkstoffmengen in l/ha bzw. kg/ha für Fungizide, Herbizide, Insektizide und Wachstumsregulatoren nach Fruchtarten. ....	31
Tab. 11: Zugelassene Pflanzenschutzmittel zur Saatgutbeizung, Wirkstoffe, Wirkstoffgehalte sowie potenziell eingebrachte Produktmengen.....	33
Tab. 12: Für forstliche Anwendungszwecke zugelassene PSM-Gruppen und Wirkstoffe und Anzahl entsprechender Pflanzenschutzmittel .....	36
Tab. 13: Auswahl der für Haus-, Hof- und Gartenanwendungen zugelassenen Wirkstoffe nach PSM-Gruppen.....	38
Tab. 14: Auswahl im Bautenschutz (Holzschutz) und Hygienebereich (Insektizide, Rodentizide) eingesetzte Wirkstoffe* (Stand 10/2020).....	39
Tab. 15: Flächenanteil (%) wichtiger landwirtschaftlicher Fruchtarten im Zeitverlauf und Anbaudifferenzen im Vergleich der Jahre 2019 zu 2015.....	41
Tab. 16: Im Wirkstofffranking berücksichtigte Flächenanteile der Fruchtarten bzw. -gruppen sowie Flächen u. Differenzierung der Flächenanteile zwischen den LVG über SD und VK...43	43
Tab. 17: Übersicht der im Grundwasser-Monitoring 2010 – 2019 betrachteten Wirkstoffanzahl sowie zum Zulassungsstand der PSM-Gruppen.....	46
Tab. 18: Übersicht der durchgeführten Beprobungen und Analysen sowie der Analyseergebnisse mit Bezug zu PSM-Wirkstoffen (Herbizide, Fungizide, Insektizide) im Grundwasser.....	47
Tab. 19: Übersicht der im Grundwasser-Monitoring untersuchten Wirkstoffe und Information zur PSM-Gruppe und dem Zulassungsstand (Stand April 2020) .....	47
Tab. 20: Ränge der im Grundwasser-Monitoring auffälligsten 25 PBSM-Wirkstoffe nach relativer Anzahl Positivfunde .....	49
Tab. 21: Ränge der im Grundwasser-Monitoring auffälligsten 25 PBSM-Wirkstoffe nach aufgefundener Konzentration als Mittelwert der aufgeführten Jahreszeiträume .....	50
Tab. 22: Vergleichende Rangstellung der Wirkstoffe im Grundwasser nach relativer Anzahl Positivfunde bzw. Mittelwerte der Konzentration für den Zeitraum der Jahre 2010 – 2019 ...51	51

Tab. 23: Übersicht der im Oberflächenwasser-Monitoring 2010 – 2019 betrachteten Wirkstoffanzahl sowie zum Zulassungsstand der PSM-Gruppen.....	58
Tab. 24: Übersicht der durchgeführten Beprobungen und Analysen sowie der Analyseergebnisse mit Bezug zu PSM Wirkstoffen (Herbizide, Fungizide, Insektizide) im Oberflächenwasser .....	58
Tab. 25: Im Oberflächenwasser-Monitoring untersuchte Wirkstoffe und Information zur PSM-Gruppe und dem Zulassungsstand (Stand April 2020) .....	59
Tab. 26: Ränge 1 – 25 der im Oberflächenwasser-Monitoring erfassten PBSM-Wirkstoffe nach relativer Anzahl Positivfunde.....	61
Tab. 27: Ränge 1 – 25 der im Oberflächenwasser-Monitoring erfassten PBSM-Wirkstoffe nach aufgefundener Konzentration als Mittelwert der aufgeführten Jahreszeiträume. ....	62
Tab. 28: Vergleichende Rangstellung der Wirkstoffe im Oberflächenwasser nach Rangbildungskriterien (Zusammenfassung der Jahre 2010 – 2019).....	63
Tab. 29: Übersicht der im Grundwasser-Monitoring im Zeitabschnitt 2010 – 2019 berücksichtigten Metaboliten .....	64
Tab. 30: Übersicht der durchgeführten Beprobungen und Analysen sowie der Analyseergebnisse mit Bezug zu PSM-Metaboliten im Grundwasser .....	65
Tab. 31: Ergebnis der Monitoringbefunde im Grundwasser zu relevanten und nicht-relevanten Metaboliten .....	66
Tab.32: Rangstellung untersuchter Metaboliten im Grundwasser nach Anteil Positivfunde und gemessener Konzentration.....	68
Tab. 33: Übersicht der im Oberflächenwassermonitoring berücksichtigten PBSM-Metaboliten .....	69
Tab. 34: Übersicht zu PBSM-Metabolitendurchgeführte Analysen im Oberflächenwasser und Analyseergebnisse mit Positivbefunden .....	70
Tab. 35: Übersicht der im Zeitraum 2016 – 2019 eingesetzten PBSM-Wirkstoffe. Rangbildung auf Grundlage ihrer Anteile an der insgesamt eingesetzten Wirkstoffmenge (Grund- und Oberflächenwasser) .....	78
Tab. 36: Differenzierung des Risikos angewendeter Wirkstoffe für Befruchtungen des Grund- bzw. Oberflächenwassers nach Parametern ihres Umweltverhaltens (Rang 1 – 25) .....	80
Tab. 37: Weitere nicht-relevante Metaboliten (nrM) bildende Muttersubstanzen und Einschätzung ihrer Bedeutung für den Grundwasserschutz in Sachsen-Anhalt.....	89

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Inhaltliche Darstellung notwendiger Arbeitsschritte in der Projektbearbeitung und Verdeutlichung der Datennutzung und des Datenflusses (eigene Darstellung).....	13
Abb. 2: Veränderung der Anzahl zugelassener PBSM-Wirkstoffe im Zeitraum 2003 – 2020	22
Abb. 3: Beispiele für den regional differenzierten Anbau ausgewählter Fruchtarten sowie der Grünlandanteile (differenziert nach LVG) .....	42
Abb. 4: Entwicklungen der Positivbefunde (Konzentrationen) von Wirkstoffen aller bzw. der PSM-Gruppen Herbizide und Fungizide über den Zeitraum 2010 – 2019 .....	52
Abb. 5: Verlauf der Wirkstoffkonzentrationendes Grundwassersim Vergleich aktueller (in Anwendung befindlicher Wirkstoffe) zu Altwirkstoffen (für Anwendungen nicht mehr zugelassen).....	53
Abb. 6: Verlauf der Wirkstoffkonzentrationen des Grundwassers im Vergleich aktueller (in Anwendung befindlicher Wirkstoffe) zu Altwirkstoffen (für Anwendungen nicht mehr zugelassen), getrennt nach Herbiziden und Fungiziden .....	54
Abb. 7: Konzentrationsentwicklung ausgewählter „Altwirkstoffe“ des Grundwassers im Zeitraum 2010 - 2019 .....	55
Abb. 8: Konzentrationsentwicklung ausgewählter und kürzlich aus der Zulassung entlassene Wirkstoffe des Grundwassers im Zeitraum 2010 – 2019.....	56
Abb. 9: Konzentrationsentwicklung ausgewählter aktueller Wirkstoffe des Grundwassers im Zeitraum 2010 - 2019 .....	57
Abb. 10: Verteilung von Herbiziden, Insektiziden und Fungiziden über die Vegetationszeit. Links – Wintergetreide, rechts – Sommergetreide .....	73
Abb. 11: Verteilung von Herbiziden, Insektiziden und Fungiziden über die Vegetationszeit. Links – Zuckerrübe, rechts – Kartoffeln .....	73
Abb. 12: Verteilung von Herbiziden, Insektiziden und Fungiziden über die Vegetationszeit. Links – Winterraps, rechts – Körnerleguminosen (Lupine, Sojabohne, Erbse).....	74
Abb. 13: Verteilung von Herbiziden, Insektiziden und Fungiziden über die Vegetationszeit. Links – Grünland, rechts – Mais (Körner-, Silo- und Biogasmais).....	75
Abb. 14: Verteilung von Herbiziden und Insektiziden in Wein und Obst (links) und Fungizide in Wein und Obst (rechts).....	76
Abb. 15: Verteilung des herbiziden Wirkstoffs Ethofumesatzzwischen den LVG und über Grundwasserkörper in Sachsen-Anhalt .....	82
Abb. 16: Verteilung des herbiziden Wirkstoffs Terbutylazinzwischen den LVG und über Grundwasserkörper in Sachsen-Anhalt .....	82
Abb. 17: Verteilung des herbiziden Wirkstoffs Quinmeraczwischen den LVG und über Grundwasserkörper in Sachsen-Anhalt .....	83
Abb. 18: Verteilung des Wirkstoffs Diflufenican zwischen den LVG und über Oberflächenwasserkörper in Sachsen-Anhalt.....	83
Abb. 19: Verteilung des Wirkstoffs Propamocarb zwischen den LVG und über Oberflächenwasserkörper in Sachsen-Anhalt.....	84

## Zusammenfassung

Anliegen des Berichtes ist eine Aktualisierung der Kenntnisse zur Anwendung von PBSM-Wirkstoffen im Bundesland Sachsen-Anhalt und eine darauf abgestimmte Einschätzung der Gefährdung von Gewässern durch potenziell mögliche Einträge, wobei speziell der Zeitraum 2016 – 2019 zu betrachten war.

Zur Klärung dieses Sachverhaltes wurden in einem ersten Schritt Informationen zusammengestellt, die den administrativen Bereich des Umgangs mit diesen Stoffen regeln. Das betrifft die Zulassung ihrer Anwendung bei landwirtschaftlicher und forstlicher Flächennutzung (einschließlich Dauerkulturen, Haus und Garten) sowie die Anwendung biozider Stoffe im Bauwesen.

Als Hinweis ergab sich, dass mit Stand 2020 279 Wirkstoffe für Pflanzenschutzanwendungen zugelassen waren, davon 222 mit chemisch-synthetischem Hintergrund. Im Bau- und Bautenschutz sind 23 Wirkstoffe aus dem Pflanzenschutz in Zulassung. Davon 10 mit aktueller Zulassung auch für landwirtschaftliche Zwecke.

Aus diesen Informationen ließ sich eine hohe Dynamik im Zulassungsgeschehen ableiten, die sich auf die Wirkstoffe, aber auch ihre Indikationen bei landwirtschaftlicher Anwendung bezogen. Insgesamt wurden über den Zeitraum 2014 bis 2020 48 Wirkstoffe aus der Zulassung genommen und 47 Wirkstoffe kamen neu in Anwendung. Indikationen betrafen insbesondere Haus- und Gartenanwendungen, z. B. Produkte mit dem Wirkstoff Glyphosat.

Die potenzielle Menge eingesetzter Wirkstoffe wurde auf Grundlage statistischer Angaben über den Absatz von PBSM-Wirkstoffen dargestellt. Danach hatten die Wirkstoffe Chlormequat, Mancozeb und Metamitron in Deutschland ein hohes Absatzvolumen zwischen 1.000 t und 2.500 t und Glyphosat von 2.500 t bis 10.000 t. Für das Projektziel sind diese Angaben jedoch unzureichend, weil jeweils nur klassifizierte Absatzmengen genannt sind und keine Verbindung zu ihrem Einsatzzweck besteht.

Aus diesem Grund bestand die Notwendigkeit betriebliche Daten zum Einsatz von PBSM in der Landwirtschaft zu erheben. Daten aus 34 Betrieben unterschiedlicher Struktur wurden in Bezug auf den Pflanzenschutz in den wichtigsten Fruchtarten analysiert, wobei sich die durchschnittlich ausgebrachten Produkt- und Wirkstoffmengen zwischen 0,05 – 3,0 kg bzw. l/ha und 0,01 – 1,6 kg bzw. l/ha bewegten. Die Aufwandmengen variierten mit der Fruchtart.

Dieser Befund bestärkt die Notwendigkeit, zur Abschätzung möglicher Wirkstoffeinträge, das Anbauverhältnis der Fruchtarten zu berücksichtigen. Statistische Daten zeigten im Land Sachsen-Anhalt die Dominanz des Getreideanbaus, im genannten Zeitraum nahm außerdem der Flächenanteil von Raps ab und der des Maisanbaus zu. Eine Analyse der Anbauverhältnisse über 33 Landwirtschaftliche Vergleichsgebiete (LVG), zeigt außerdem deutliche regionale Differenzierungen in den Anbauverhältnissen. Als Konsequenz ergeben sich daraus auch unterschiedliche PBSM-Befruchtungen, denen im Rahmen eines GIS-Projektes nachgegangen wurde.

Im Projekt wurden ebenso Daten aus dem LHW-Gewässermonitorings analysiert. Sie betreffen das Grund- und Oberflächenwasser mit Bezug zu Wirkstoffen und Metaboliten. Ermittelt

wurden die Anzahl Positivfunde und Mittelwerte der Wirkstoffkonzentrationen für die Jahre 2010–2015, 2016 – 2019 sowie den Gesamtzeitraum 2010 – 2019.

Im Jahr 2019 ergab sich, bei undifferenzierter Betrachtung aller Wirkstoffe, ein Wirkstoffnachweis als Anteil an den durchgeführten Analysen von 3,08 % im Grundwasser und von 5,75 % im Oberflächenwasser.

Befunde von PBSM-Wirkstoffen bezogen sich überwiegend auf Herbizide, wobei in einzelnen Fällen der Trinkwassergrenzwert nach Trinkwasserverordnung (TrinkwV) von 0,1 µg/l überschritten war (z. B. Wirkstoff Bentazon). Insgesamt nahm die Konzentration von Wirkstofffunden (Werte über der technisch bedingten Bestimmungsgrenze) im Grundwasser im Verlauf der Jahre deutlich ab, wobei dieser Verlauf hauptsächlich auf Konzentrationsabnahmen älterer Wirkstoffe (z. B. Atrazin) beruht. Allerdings blieb der Anteil von Positivfunden an der Gesamtanalysenanzahl im Grundwasser im Verlauf der Jahre recht konstant, d. h. der Anteil belasteter Messstellen veränderte sich kaum. Nach Rangerstellung (Mittelwert der Konzentration für die Jahre 2016 – 2019) waren im Grundwasser besonders die Wirkstoffe Bentazon, Oxadixyl und Lenacil auffällig.

Auch im Oberflächenwasser verringerten sich Wirkstoffnachweise nach Befundhäufigkeit. Dennoch ergaben sich Auffälligkeiten bei den Wirkstoffen Dicofol, Bentazon und Epoxiconazol. Wegen höherer Variabilität der beprobten Gewässer war eine Charakterisierung der Befunde nach den Konzentrationsverläufe jedoch unzuverlässig.

Für Metaboliten ist seit 2016 eine Zunahme von Positivfunden ersichtlich, was hauptsächlich auch auf verstärkte Analysetätigkeit zurückgeht. Die Analysedaten zeigen jedoch Unterschiede zwischen relevanten und nicht-relevanten Metaboliten (nrM). Die Muttersubstanzen relevanter Metaboliten sind Altwirkstoffe (Chlortriazine), weshalb die Konzentrationen von Desethylatrazin (DESETATRA) und Desisopropylatrazin (DESIPATRA) abnahmen, weniger jedoch die Anzahl belasteter Messstellen.

Für nrM häufen sich die Befunde, sowohl nach Anzahl als auch den nachgewiesenen Konzentrationen. Hervorzuheben sind nrM des Metazachlors (insbesondere METAZCLSA und METAZACLS), des Metolachlors (METOLCLSA, METOLCLCA) und Dimetachlors (insbesondere DIMETCLSA und DMCLCGAM2). Genannte Metaboliten überschritten z. T. den Gesundheitlichen Orientierungswert (GOW). Trifluoressigsäure (TRIFLUESS) wurde als nrM des Wirkstoffes Trifluralin am häufigsten nachgewiesen, überschritt allerdings nicht den anzusetzenden GOW von 60 µ/l.

Über die Nachweishäufigkeit und Konzentrationsentwicklung wurde für die PBSM-Wirkstoffe und Metaboliten eine Rangfolge abgeleitet, die als Risikoeinschätzung für Belastungen des Grund- und Oberflächenwassers zu verstehen ist und die Grundlage für einen Abgleich mit Daten der Wirkstoffanwendung bildet, soweit die Wirkstoffe noch in Anwendung sind. Als besonders auffällig erwiesen sich Bentazon, Atrazin, Simazin (alle aus der Zulassung) sowie Oxadixyl und Lenacil für Grundwasser und Prometryn, Ametryn, Bentazon (alle aus der Zulassung) sowie Dicofol und MCPA für Oberflächenwasser. Als wichtige Zusatzinformation ergab sich, dass die Anwendung beider Rangbildungskriterien sinnvoll ist, weil z. T. Einzeleignisse (z. B. Unfälle) Konzentrationsverläufe erheblich beeinflussen können.

Nach Auswertung betrieblicher Pflanzenschutzdaten und ihre Verknüpfung mit Daten der Anbauverhältnisse der Fruchtarten, hatten die Wirkstoffe Glyphosat, Chlortoluron und Metamitron (neben Schwefel) höchste Mengenanteile, was den statistisch erfassten Abgabemengen entsprach.

Über einen Verschnitt dieser Daten mit charakteristischen Wirkstoffeigenschaften zur Beschreibung des Umweltverhaltens (GUS-Index, SCI-GROW-Index,  $DT_{50}$  für den Wirkstoffabbau im Boden,  $DT_{50}$  für Abbauraten durch Photolyse und Hydrolyse, Wasserlöslichkeit und Stärke der Wirkstoffanbindung an Partikel wurden vorstehende Befunde nach Risiken für das Grund- bzw. Oberflächenwasser differenziert und über eine Rangermittlung potenziell risikobehaftete Wirkstoffe, auch aus Sicht der Bildung von Metaboliten, detektiert.

Über diesen Weg bestätigte sich weitgehend die bisherige Ausrichtung des Monitorings der Gewässergüte zu PBSM-Wirkstoffen über die Erfassung der 2016 – 2019 angewendeten Wirkstoffe, denn über den Verschnitt der Anwendung mit den Umwelteigenschaften der Wirkstoffe fanden sich 9 Wirkstoffe auf den Rängen 1 – 25, die im Grundwasser auffällig waren und 11 Wirkstoffe für das Oberflächenwasser. Besonders zu nennen sind Ethofumesat und Chlortoluron (beide bereits im Monitoring) sowie Azoxystrobin und Diflufenican (bisher nicht im Monitoring erfasst).

Innerhalb dieser Ränge auftretende Wirkstoffe wurden hinsichtlich der Ausbildung potenzieller Risiken für das Grund- und Oberflächenwasser zusätzlich nach ihrer praktischen Anwendung (Zulassungsstand, Anwendungszweck, Anwendungszeit) beurteilt. Danach fallen 9 bisher im Monitoring erfasste Wirkstoffe aus der Zulassung und 24 angewendete Wirkstoffe sind potenzielle Kandidaten, die unter Beobachtung stehen sollten. Nach fachlicher Beurteilung und Rangfolge ihrer Bedeutung verbleiben die Wirkstoffe Diflufenican, Isoxaben, Prosulfuron und Napropamid (Herbizide) und der fungizide Wirkstoff Boscalid für das Grundwasser und die in Herbiziden enthaltenen Wirkstoffe Pinoxaden und Mesotrione für das Oberflächenwasser; dazu Metconazol und Propamocarb als fungizide Wirkstoffe.

Weiterhin wird empfohlen, relevante Metaboliten der Altwirkstoffe (Chlortriazine) im Monitoring zu halten. Die Muttersubstanz (Trifluralin) des nrM Trifluoressigsäure ist aus der Zulassung. Der Metabolit wird aber an vielen Messstellen in höheren Konzentrationen nachgewiesen, weshalb die Beobachtung des weiteren Entwicklungsgeschehens wichtig ist. Weiterhin wird eine Beobachtung des Wirkstoffs Dimethachlor als Muttersubstanz mehrerer nrM (Dimethachlorsäure CGA50266, Dimethachlorsulfonsäure CGA354742 und Dimethachlor CGA369873) empfohlen. Weiterhin häufiger angewendete Muttersubstanzen von nrM sind für Sachsen-Anhalt Flufenacet, Pethoxamid und Tritosulfuron. Der nrM AMPA war bisher im Monitoring nicht auffällig, obwohl Glyphosat als herbizider Wirkstoff in breiter Anwendung ist. Auch daher wird angeregt, AMPA im Monitoring zu berücksichtigen.

# 1 Anliegen des Berichts

Dem Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft (LHW) obliegt die hoheitliche Aufgabe, die Qualität des Grund- und Oberflächenwassers zu kontrollieren und potenziellen Gefahrenquellen für die Wasserqualität nachzugehen. Rechtliche Grundlage sind die Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) und die EU-WRRL (Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000).

Diese Aufgabe wird über das Gewässermonitorings realisiert. Es umfasst in Sachsen-Anhalt 691 Messstellen (für 2010 – 2019) für das Grundwasser und 306 in diesem Zeitraum beprobte Messstellen für das Oberflächenwasser. Diese Messstellen wurden regelmäßig beprobt und das entnommene Wasser auf verschiedene chemische Qualitätskriterien analysiert, darunter auf ein mögliches Auftreten von Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel (PBSM) und ihrer Abbauprodukte (Metaboliten).

Die Anzahl zugelassener Wirkstoffe auf chemisch-synthetischer Basis bewegte sich in den letzten Jahren zwischen 220 und 230. Allein diese Zahl macht bewusst, dass eine dauerhafte Analyse aller verwendeten Wirkstoffe aus Kapazitätsgründen unmöglich ist. Daher stellt sich dieser Bericht dem Ziel, über eine sachlich-fachliche Risikobewertung, die Bedeutung der PBSM-Wirkstoffe für die Wasserqualität einzuschätzen.

Neben der Vielzahl eingesetzter Pflanzenschutzmittel und deren Wirkstoffe war zu beachten, dass ihre Anwendung in der Landwirtschaft über administrative Vorgaben (z. B. Zulassung und Indikationen), dem Auftreten von Krankheiten und Schädlingen in der Landwirtschaft sowie den Anbaustrukturen modifiziert wird und biozide Wirkstoffe ebenfalls aus anderen Anwendungsbereichen stammen können.

Zugleich sind chemische Parameter der Wirkstoffe sehr unterschiedlich. So umfasst die PPDB-Datei<sup>1</sup> für jeden Wirkstoff 27 Umweltparameter, so dass auch in diesem Fall für den Wasserschutz zielführende Parameter auszuwählen waren.

Der Bericht geht von den genannten Faktoren aus und setzt diese in einen fachlichen Zusammenhang. Dafür ist auch die Datenbasis entscheidend. Für den vorliegenden Bericht umfasst sie Daten des LHW-Oberflächen- und Grundwasser-Monitorings der Jahre 2010 – 2019, PSM-Anwendungsdaten landwirtschaftlicher Betriebe der Jahre 2016 – 2019 sowie aktualisierte Daten (ab 2014 – 2020) zur Zulassung von PBSM-Wirkstoffen in der Landwirtschaft sowie Übersichten zum Vorkommen von Wirkstoffen aus anderen Anwendungsbereichen mit Stand<sup>2</sup> 2020.

Damit wird eine Grundlage gegeben, die bisherige Ausrichtung des LHW-Monitorings auf PBSM-Wirkstoffen zu überdenken und auch neuere Aspekte in die Betrachtung mit einzubeziehen. Letzteres betrifft z. B. Entwicklungen von Qualitäts- und Orientierungswerten aus Sicht gesundheitlicher Aspekte (Gesundheitlicher Orientierungswert [GOW]) oder der Umwelt (Umweltqualitätsnorm [UQN]) und die Berücksichtigung erweiterter Erkenntnisse zum Verhalten von Metaboliten (Abbauprodukte der Wirkstoffe) in der Umwelt.

---

<sup>1</sup> Pesticide Properties Database (PPPD 2020)

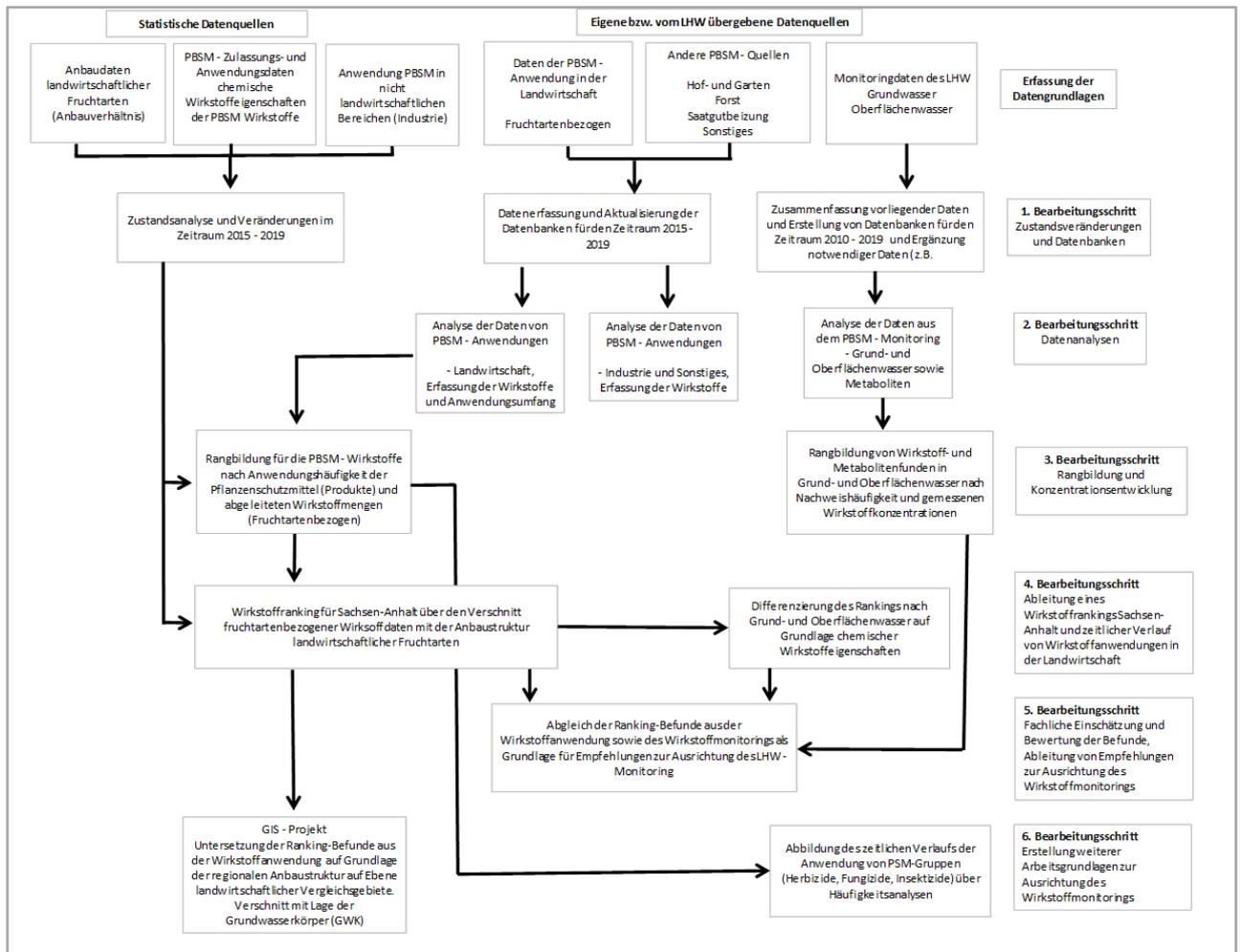
<sup>2</sup> baua-Datenbank der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (baua 2020)

## 2 Methodisches Vorgehen

### 2.1 Datenquellen und Informationsfluss

Mit dem Projekt verbundene Zielsetzung erfordert ein stufenweises Vorgehen, d. h. es sind Informationen unterschiedlicher Quellen zu erfassen, aufzuarbeiten und letztlich in Relation zu setzen.

Dieser Vorgang wird mit der Abb. 1 beschrieben, die neben der Erfassung der Datengrundlagen sechs Arbeitsschritte und den verbindenden Daten- und Informationsfluss darstellt.



**Abb. 1: Inhaltliche Darstellung notwendiger Arbeitsschritte in der Projektbearbeitung und Verdeutlichung der Datennutzung und des Datenflusses (eigene Darstellung)**

Datenquellen sind öffentlich zugängliche Informationen zur Landnutzung sowie der Anwendungszulassung von PSM und der Nutzung biozider Stoffe außerhalb der Landwirtschaft. Ihre Quellen sind im Abschnitt „Literatur“ aufgeführt. Weitere Daten ergeben sich aus Archiven des Instituts für Nachhaltige Landwirtschaft (INL) sowie Untersuchungen des LHW zur chemischen Qualität der Grund- und Oberflächengewässer (Monitoringdaten).

Angesprochene Daten wurden in einem ersten Arbeitsschritt nach Zielsetzungen des Projektes in Datenbanken aufgearbeitet und mit weiteren Informationen verknüpft. Zusätzlich wurden Veränderungen in der Landnutzung sowie der Wirkstoffzulassung gegenüber den Jahren 2010 – 2014 nachgegangen.

In der weiteren Bearbeitung wurden Daten der PBSM-Anwendung aus Landwirtschaftsbetrieben analysiert. Auf Grundlage erfasster Anwendungsdaten von Pflanzenschutzmitteln (einschließlich Anwendungszeitraum und Applikationsmengen) wurden Wirkstoffe und deren Ausbringungsmengen den Fruchtarten zugeordnet.

Daten der Monitoringbefunde wurden nach Probenumfang, Anzahl durchgeführter Analysen sowie Positivfunden und Konzentration ausgewertet. Daraus ableitbar war der Anteil (%) Positivfunde von der Anzahl durchgeführter Analysen.

Mit diesem Schritt ausgeführte Arbeiten erlaubten eine Zuordnung eingesetzter Wirkstoffe zu den angebauten Fruchtarten bzw. der im Grund- und Oberflächenwasser-Monitoring aufgefundenen Wirkstoffe und Metaboliten. Für Letztere wurden Ränge aus der relativen Anzahl Positivfunde sowie der gemessenen mittleren jährlichen Konzentrationen berechnet.

Im vierten Arbeitsschritt wurden den Fruchtarten zugeordnete Wirkstoffanwendungen auf die Anbaustruktur des Landes hochgerechnet und über die Anwendungswahrscheinlichkeit eine Rangstellung abgeleitet. Eine Differenzierung der ermittelten Ränge für fachliche Risikoausagen für Grund- und Oberflächenwasser erfolgte anschließend unter Beachtung chemischer Parameter des Umweltverhaltens der Wirkstoffe, welche unter Kap. 2.3 beschrieben sind, sowie auf fachlicher Bewertung der Anwendung der PBSM-Wirkstoffe in der Praxis.

## **2.2 Betriebs-, Wirkstoff- und Flächendaten sowie Stichprobenumfang**

Dem Projekt liegen Daten zur Anwendung von PBSM in 34 Betrieben zu Grunde. Diese Betriebe repräsentieren unterschiedliche Rechtsformen (natürliche Personen, juristische Personen), Betriebsgrößen und Betriebsstrukturen. Aus diesen Betrieben wurden die Applikationsdaten komplett, d. h. für alle angebauten Fruchtarten, übernommen. Für einzelne und seltener angebaute Fruchtarten (z. B. Gemüse, Leguminosen) wurden zusätzliche Anwendungsdaten verwendet, deren Flächen auch außerhalb der Landesfläche Sachsen-Anhalt liegen (Sachsen, Thüringen).

Mit Tab. 1 werden die Betriebe kurz charakterisiert.

**Tab. 1: Übersicht der Betriebsstrukturen**

Betriebe Anzahl	Struktur und Fläche	Anmerkungen
18	Marktfruchtbetriebe	Betriebe über Landesfläche verteilt, aber konzentrierter auf Schwarzerdeböden, Betriebsgrößen zwischen 96 ha und 2.000 ha
12	Gemischtbetriebe	Betriebe mit hohem Grünlandanteil (Grünlandstandorte) und Anbau von Silomais, Betriebsgrößen zwischen ca. 500 ha und 2.500 ha
1	Marktfrucht mit Sonderkulturen	im Regenschatten des Harzes, ca. 1.000 ha
1	Obstbau, Weinbau	
3	Weinbau	davon 1 Landwirtschaftsbetrieb mit Weinfläche

Die PBSM-Anwendungsdaten der Betriebe wurden für 3 Vegetationsjahre im Zeitraum 2016 – 2019 erfasst und die Anwendungsdaten für alle Flächen und Teilflächen des Betriebes berücksichtigt (z. B. auch Grünland, nicht behandelte Flächen). Beides sind Faktoren für die Einschätzung der PBSM-Anwendung, wenn z. B. unterschiedliche Sorten (z. B. Früh- oder Stärkekartoffeln) auf einem Schlag angebaut sind, Spritzungen auf Grund eines differenzierten Schaderregeraufkommens nur Teilflächen betreffen oder PSM-Anwendungen nicht jährlich erfolgen. Letzteres betrifft beispielsweise Grünland oder Stilllegungsflächen, die wieder in Kultur genommen werden.

Begleitend wurden die verwendeten Pflanzenschutzmittel und ihre Anwendungskonzentration und -mengen erfasst.

Die erfassten Betriebsdaten wurden fachlich geprüft. Dieser Schritt beinhaltet Vereinheitlichungen der Mittelschreibweisen und Fruchtarten, die Aufgliederung sogenannter PSM-Packs auf die jeweils enthaltenen Mittel bzw. Wirkstoffe, die Eliminierung in den Aufzeichnungen enthaltener und mit Pflanzenschutzgeräten ausgebrachter Mikronährstoffe oder Pflanzenstärkungsmittel sowie Kennzeichnung verwendeter Formulierungshilfsstoffe (FHS, z. B. Öle) und die Vereinheitlichung der Anwendungskonzentrationen auf eine Dimension von kg/ha bzw. l/ha.

Den verwendeten Pflanzenschutzmitteln wurden Wirkstoffe und Wirkstoffmengen zugeordnet und Pflanzenschutzmittel mit mehreren Wirkstoffen wurden in einzelne Datensätze aufgetrennt.

Insgesamt ergaben sich 61.446 Datensätze zur PBSM-Anwendung, die sich nach den Angaben in den Tab. 2 in die Erhebungsjahre und in Tab. 3 zu den Fruchtarten einordnen.

**Tab. 2: Zuordnung der Datensätze zu den Erhebungsjahren**

Jahr der PBSM-Anwendung	Anzahl Datensätze	Anzahl Betriebe
2015*	4.085	20
2016	14.145	20
2017	16.676	14 (einschließlich Obst- und Weinbau)
2018	15.947	24 (einschließlich Obst- und Weinbau)
2019	10.593	18 (einschließlich Obst- und Weinbau)

\*Spätsommer- und Herbstapplikationen für das Anbaujahr 2016 (Winterkulturen) sowie Applikationen Mais und Zuckerrübe Anbaujahr 2015

**Tab. 3: Zuordnung der PBSM-Datensätze zu den Fruchtarten nach Jahren**

Fruchtart	Datensätze / Jahr					Gesamt
	2015	2016	2017	2018	2019	
Ackerbohne		8	16	26	2	<b>52</b>
Apfel			42	37	43	<b>122</b>
Blühstreifen <sup>1</sup>	1	9	26	4		<b>40</b>
Brache	18	2		3	2	<b>25</b>
Dinkel	21	104	191	197	185	<b>698</b>
Erbse	4	148	172	150	143	<b>617</b>
Feldgras <sup>2</sup>	35	200	73	25	4	<b>337</b>
Getreide Ganzpflanze	18	50	103	55	4	<b>230</b>
Grünland <sup>3</sup>	6	3	48	3	39	<b>99</b>
Hafer		1	41	48	16	<b>106</b>
Kartoffel			735	581	487	<b>1.803</b>
Leguminose		4				<b>4</b>
Leguminose/Nicht-Leg. <sup>4</sup>	6	14	106		18	<b>144</b>
Lupine		3	4	2	2	<b>11</b>
Mais	34	739	918	1.060	1.002	<b>3.753</b>
Ölrettich-Vermehrung		1				<b>1</b>
Raps	1.878	2.618	3.450	2.346	786	<b>11.078</b>
Senf			3		12	<b>15</b>
Sojabohne		2	10	16	49	<b>77</b>

Sommerdurum		26	61	100	46	<b>233</b>
Triticale	71	222	294	344	161	<b>1.092</b>
Wein			400	347	189	<b>936</b>
Weizen				28		<b>28</b>
Zuckerrübe	12	501	1.203	1.498	1.236	<b>4.450</b>
Zwiebel					4	<b>4</b>
Winterdurum	11	117	87	254	360	<b>829</b>
Zwischenfrucht <sup>5</sup>		17	17	12		<b>46</b>
Sommergerste		17	79	60	61	<b>217</b>
Wintergerste	362	1.328	1.857	1.818	1.260	<b>6.625</b>
Winterweizen	1.572	7.790	6.279	6.393	4.103	<b>26.137</b>
Winterroggen	36	221	461	540	377	<b>1.635</b>
Winterhafer					2	<b>2</b>
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>4.085</b>	<b>14.145</b>	<b>16.676</b>	<b>15.947</b>	<b>10.593</b>	<b>61.446</b>

<sup>1</sup> Begrünung mit Gras und Selbstbegrünung, Blühstreifen/-flächen (Bienenweiden), Ökologische Vorrangflächen (ÖVF), Feldrand, Brache mit Blühpflanzen; <sup>2</sup> Ackergras und Grasvermehrung; <sup>3</sup> Mähweiden, Wiese mit extensiver/intensiver Bewirtschaftung; <sup>4</sup> Klee gras, Klee bzw. Luzerne-Gras-Gemenge; <sup>5</sup> verschiedene Mischsaaten

Um die PBSM-Anwendungsdaten übersichtlich zu halten und die Datenbasis der Fruchtartenstatistik der LVG anzupassen, wurden einzelne Fruchtarten zu "Fruchtgruppen" zusammengefasst. Das betrifft z. B. Blühstreifen, Grünland, Leguminosen/Nichtleguminosengemenge und Zwischenfrüchte. Zugeordnete Fruchtarten benennt Tab. 3.

Des Weiteren wurden einzelne Datensätze weiterer Fruchtarten berücksichtigt, so Hirse (12), Möhre (66), Sonnenblume (6), und Sudangras (4). Sie entstammen 3 Betrieben außerhalb Sachsen-Anhalts und betreffen die Jahre 2016/2017.

## 2.3 Kriterien der Rangbildung

In der Tab. 4 sind die für die Rangetablierung der Wirkstoffe verwendeten Kriterien in Abhängigkeit von der Datenquelle aufgeführt.

**Tab. 4: Datenquelle, Rangkriterium und dessen Begründung**

Datenquelle	Rangkriterium	Begründung
Meldungen der Abgabemengen	Klassen der Abgabemenge	Meldungen erfolgen nach Mengenklassen; es gilt zu prüfen, ob Abgabemengen die realen Anwendungsmengen widerspiegeln
Monitoring PBSM-Wirkstoffe und Metaboliten für Grund- bzw. Oberflächenwasser	Relative Häufigkeit der Wirkstoffnachweise und Normüberschreitungen (Schwellenwert nach GrwV für Grundwasser, Umweltqualitätsnorm UQN <sup>3</sup> für Oberflächenwasser)  Gesundheitlicher Orientierungswert (GOW) <sup>4</sup> bei Metaboliten, soweit vorhanden	Anzahl der Wirkstoffanalysen ist für die erfassten Wirkstoffe sehr unterschiedlich. Daher stellen relative Werte eine einheitlichere Bewertungsgrundlage dar
Betriebsdaten der PBSM-Anwendung	Ordnungszahl aus dem Produkt der Applikationsmenge (Wirkstoff/ha) und des relativen Flächenanteils der Fruchtarten bzw. -gruppen auf Ebene des Landes bzw. Landwirtschaftlicher Vergleichsgebiete (LVG)	Die Ordnungszahl ist Ausdruck der aufgewandten Wirkstoffmenge und kann regional untersetzt werden
Errechnete Ordnungszahl der Wirkstoffe und Wirkstoffeigenschaften	Ordnungszahl verknüpft mit Wirkstoffeigenschaft(en)	Wirkstoffeigenschaften ermöglichen eine Differenzierung zwischen potenziellen Gefahren für das Grund- bzw. Oberflächenwasser

Für Wirkstoffdaten aus anderen Quellen, wie Haus- und Hof-Anwendungen, Forst, Farbstoffen bzw. der Saatgut-anwendung erfolgt eine Übersicht potenziell problematischer Stoffe. Ein Ranking erfolgt hierbei nicht.

In der Tab. 4 ist aufgezeigt, dass das Ranking der Wirkstoffe für Grund- bzw. Oberflächenwasser differenziert ist. Diese Untersetzung erfolgt auf Grundlage von Wirkstoffeigenschaften. Es wurden Eigenschaften ausgewählt, die das Umweltverhalten, den Stoffabbau und die Adsorption bzw. Mobilität der Wirkstoffe beschreiben. Verwendet wurden:

Der GUS-Index (Groundwater Ubiquity Score Index) des Wirkstoffes: der Wert beschreibt keine direkte chemische Wirkstoffeigenschaft, sondern aggregiert zwei Wirkstoffeigenschaften (DT<sub>50</sub> des Bodens und K<sub>oc</sub>-Wert) in einem Zahlenwert. Die Berechnung erfolgt nach:

$$\text{GUS} = \log(\text{DT}_{50}) \times (4 - \log(\text{K}_{oc}))$$

<sup>3</sup> Quellen: Richtlinie 2013/39/EU sowie OGewV 2016

<sup>4</sup> Quelle: UBA 2020 a

Der dimensionslose GUS-Index ist so zu interpretieren, dass Wirkstoffe mit Werten  $> 2,8$  „wahrscheinliche Leacher“ (Versickerer) sind; ist der Index  $< 1,8$  ist ein Versickerungsverhalten auf Grund der Stoffeigenschaften eher unwahrscheinlich und Werte  $1,8 < \text{GUS} < 2,8$  sind als „marginale Leacher“ einzustufen. Mit zunehmendem Index erhöht sich demnach das Risikopotenzial für Grundwasser.

Der SCI-GROW-Index: Er ist das Ergebnis einer Simulationsrechnung mit dem SCI-GROW-Modell unter Berücksichtigung der Abbauraten ( $DT_{50}$ ) des  $K_{oc}$ -Wertes (Beschreibung der Bindung an organische Bodensubstanz) und standardisierter Annahmen zu Umwelteinflüssen (z. B. Niederschläge). Das Modell schätzt den Anteil der verfrachtete Wirkstoffmenge (in  $\mu\text{g/l}$ ) für 1 kg/ha oder 1 l/ha applizierter Wirkstoffmenge. Die Berechnungen sind für eine direkte regionale Abschätzung der Wirkstoffverfrachtung nicht anzuwenden, erlauben wegen der standardisierten Szenarien jedoch eine belastbare Risikoeinschätzung des Wirkstoffverhaltens in Hinsicht auf eine Grundwasserkontamination. Damit ist der SCI-Wert für Vergleiche des Wirkstoffverhaltens geeignet.

Die  $DT_{50}$ -Werte für den Boden, sowie die Photolyse und Hydrolyse des Wirkstoffs in Wasser: Die Werte benennen den Zeitbedarf für einen 50 % Abbau des Wirkstoffes in Tagen. In der vorliegenden Einschätzung wird davon ausgegangen, dass eine längere Beständigkeit des Wirkstoffes im Boden oder der Abbau in der Wasserphase für das Grundwasser potenziell risikoreicher ist. Dahingegen ist der Wirkstoffabbau in der Wasserphase unter Lichteinfluss (Photolyse) für das Oberflächenwasser entscheidender. Insgesamt erhöht eine höhere Persistenz des Wirkstoffs die Wahrscheinlichkeit der Ankunft im Grundwasserhorizont bzw. der Erfassung im Oberflächenwasser.

Der  $K_{oc}$ -Wert beruht auf der Verteilung (Konzentrationsverhältnis) eines Wirkstoffes zwischen Bodensubstanz und wässriger Lösung unter Berücksichtigung des organischen Kohlenstoffgehaltes im Boden und wird in mg/g angegeben. Hohe Werte zeigen eine stärkere Bindung (Sorption) im (organisch gut versorgten) Boden an. Damit ist die Gefahr der Auswaschung geringer als bei Wirkstoffen mit niedrigem  $K_{oc}$ -Wert, jedoch steigt dann das Risiko der Verfrachtung des Wirkstoffs mit Bodenpartikeln bei Erosionsgeschehen. Somit ergibt sich eine höhere Gefährdung des Oberflächenwassers. Zur Einschätzung der Verlagerungstendenz (Grundwasser) wird ein  $K_{oc}$ -Wert  $< 500$  als kritisch angesehen. Werte darüber sind für das Oberflächenwasser kritischer.

Die Wasserlöslichkeit benennt die in Wasser lösliche Wirkstoffmenge in mg/l. Stärker lösliche Wirkstoffe werden als kritischer für das Grundwasser und für das Oberflächenwasser betrachtet.

Potenzial für Partikel gebundenen Transport: Der Parameter erfasst auf Grundlage der physikalisch-chemischen Eigenschaften das Wirkstoffpotenzial in Hinsicht auf einen potenziellen Transport mit Bodenpartikeln. Umweltrisiken sind auf Erosions- oder überschwemmungsgefährdeten Flächen möglich.

Für die Rangbewertung Grundwasser wurden die Eigenschaften GUS-Index und SCI-Wert sowie die Hydrolyse Wasser verwendet. Da es sich beim GUS-Index und SCI-Wert um Rechen- bzw. Modellgrößen handelt, sind indirekt auch der Abbau des Wirkstoffes im Boden ( $DT_{50}$  Boden) und der  $K_{oc}$ -Wert berücksichtigt. Zwar ergibt sich durch den GUS-Index und SCI-Wert eine (in Bezug auf das Ranking) nahezu gleichartige Aussage, da in den Datenbanken jedoch Lücken bestehen, ergab sich durch Verwendung beider Werte eine höhere

Informationsdichte. Die Hydrolyse für Wasser erfasst den Abbau des Wirkstoffs unterhalb der biologisch aktiven Bodenschicht.

Für das Oberflächenwasser wurden Informationen zur Photolyse des Wirkstoffs, der  $K_{OC}$ -Wert, Wasserlöslichkeit und das Potenzial für Partikel gebundenen Transport für die Rangbeurteilung herangezogen. Zwischen  $K_{OC}$ -Wert und der Partikelbindung besteht tendenziell ebenfalls eine Ähnlichkeit in der Beurteilung des Umweltverhaltens der Wirkstoffe. Die Verwendung beider Kennzahlen dient auch hier dem Schließen von Datenlücken und der Umsetzung verbaler Eigenschaftsbeschreibungen (z. B. very mobile) in nutzbare Zahlenwerte. Bei der Wasserlöslichkeit wurde davon ausgegangen, dass eine höhere Wasserlöslichkeit Wirkstoffeinträge in Oberflächengewässer wahrscheinlicher macht.

Die Ergebnisse vorhergehender Schritte erlauben einen fachlich fundierten Abgleich zwischen eingesetzten Pflanzenschutzmittelwirkstoffen und im Monitoring betrachteter und auch auffälliger Wirkstoffe sowie der Entwicklung des Einsatzes Metaboliten-bildender Muttersubstanzen als Grundlage für Empfehlungen zur Ausrichtung des Monitorings.

## 2.4 GIS-Projekt

Über das GIS-Projekt wurden die Befunde zum Eintrag von PSM-Wirkstoffen im Land Sachsen-Anhalt über die Anbauverhältnisse der Fruchtarten auf Ebene der 33 Landwirtschaftlichen Vergleichsflächen (LVG) regionalisiert (vgl. Abb. 3). Das Projekt verdeutlicht die Wahrscheinlichkeit (Anteil des jeweiligen Wirkstoffes an der insgesamt eingesetzten Wirkstoffmenge multipliziert mit den Fruchtartenanteilen), mit der ein in den Jahren 2016 – 2019 verwendeter Wirkstoff in der jeweiligen Region zur Anwendung gelangte. Diese Informationen können mit der Lage der Grundwasserleiter bzw. der Messstellen verschnitten werden. Insgesamt sind Daten von 197 Wirkstoffen erfasst.

Weiterhin wurden PBSM-Anwendungsdaten für die zeitliche Ausrichtung des Monitorings von Oberflächengewässern aufbereitet. Dies geschah über eine Häufigkeitsverteilung der Anwendung von herbiziden, fungiziden und insektiziden Wirkstoffen über das Vegetationsjahr.

Weitere methodische Angaben (einbezogene Fruchtarten usw.) ergeben sich aus den Inhalten der jeweiligen Kapitel.

### 3 Datengrundlagen

Der Abschnitt gibt eine Übersicht administrativer Veränderungen in der Zulassung von PBSM-Wirkstoffen für die Landwirtschaft. Darstellungen beruhen auf den amtlichen Angaben des BVL zur Wirkstoffzulassung (Stand April 2020) sowie den nach § 64 des Pflanzenschutzgesetzes geforderten Meldungen der Industrie zum Absatz von PBSM-Wirkstoffen in Deutschland (Datenbasis 2013 – 2018).

Die Inhalte des Kapitels sind als begleitende Informationen zu verstehen, d. h. sie sollen dazu beitragen aus der PBSM-Anwendung gewonnene Informationen in Bezug auf die im Monitoring betrachteten Wirkstoffe einzuschätzen und zu bewerten.

PBSM-Anwendungsdaten stammen vorrangig aus Datensätzen, die landwirtschaftliche Betriebe bereitgestellt haben. Sie wurden mit Informationen (nicht Datensätzen) über die Nutzung biozider Stoffe in anderen Anwendungsbereichen ergänzt. Entsprechende Datenquellen sind im Text vermerkt.

#### 3.1 PBSM-Wirkstoffdaten

##### 3.1.1 Wirkstoffverkauf und aktuelle Wirkstoffzulassung

Daten der Abgabe von PBSM-Wirkstoffen repräsentieren die insgesamt vorhandene Tendenz der Anwendung von PBSM-Wirkstoffen in Deutschland. Sie werden auf Grundlage der Meldungen nach § 64 des Pflanzenschutzgesetzes erfasst, wobei die Abgabemengen nach Stufen (Tab. 5) eingeordnet sind. Mit der Tabelle wird die Rangstellung der wichtigsten Wirkstoffe in Abhängigkeit der Abgabemenge im Vergleich der Jahre 2013 und 2018 dargestellt.

**Tab. 5: Wirkstoffe mit den höchsten Abgabemengen im Vergleich der Jahre 2013 und 2018**

Stand 2013			Stand 2018			Abgabemenge in t <sup>1</sup>	
Lfd.-Nr.	Wirkstoff	Rang	Lfd.-Nr.	Wirkstoff	Rang	von	bis
1	Glyphosat	1	1	Glyphosat	1	2.500	10.000
2	Chlormequat	2	2	Chlormequat	2	1.000	2.500
3	Isoproturon	2	3	Mancozeb	2	1.000	2.500
4	Mancozeb	2	4	Metamitron	2	1.000	2.500
5	Metamitron	2	5	Schwefel	2	1.000	2.500
6	Schwefel	2	6	Aclonifen	3	1.000	2.500
7	Captan	3	7	Azoxystrobin	3	250	1.000
8	Chlorthalonil	3	8	Captan	3	250	1.000
9	Dimethenamid-P	3	9	Chlorthalonil	3	250	1.000
10	Epoxiconazol	3	10	Chlortoluron	3	250	1.000
11	Fenpropimorph	3	11	Diflufenican	3	250	1.000
12	Flufenacet	3	12	Dimethenamid-P	3	250	1.000
13	Folpet	3	13	Flufenacet	3	250	1.000
14	MCPA	3	14	Folpet	3	250	1.000
15	Mepiquat	3	15	Kaliumhydrogencarbonat	3	250	1.000
16	Metazachlor	3	16	Kupferhydroxid	3	250	1.000
17	Pendimethalin	3	17	MCPA	3	250	1.000
18	Pethoxamid	3	18	Metazachlor	3	250	1.000

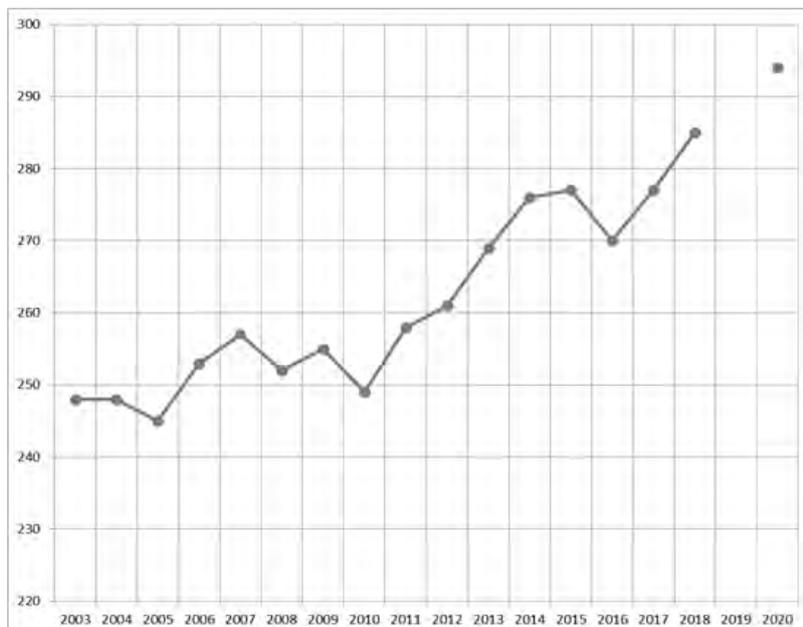
Stand 2013			Stand 2018			Abgabemenge in t <sup>1</sup>	
Lfd.-Nr.	Wirkstoff	Rang	Lfd.-Nr.	Wirkstoff	Rang	von	bis
19	Prochloraz	3	19	Pendimethalin	3	250	1.000
20	Propamocarb	3	20	Prochloraz	3	250	1.000
21	Prosulfocarb	3	21	Prosulfocarb	3	250	1.000
22	Prothioconazol	3	22	Prothioconazol	3	250	1.000
23	Quinmerac	3	23	S-Metolachlor	3	250	1.000
24	S-Metolachlor	3	24	Tebuconazol	3	250	1.000
25	Tebuconazol	3	25	Terbuthylazin	3	250	1.000
26	Terbuthylazin	3	26	-	-	250	1.000

<sup>1</sup> Abgabemenge sind als von/bis-Spannen aufgeführt, weshalb die Ränge nicht weiter zu untersetzen sind

Quellen: BVL 2013, BVL 2020

Bei den meisten Wirkstoffen ergaben sich keine oder nur unwesentlichen Änderungen, so z. B. bei Glyphosat, Chlormequat, Mancozeb, Metamitron. Die Wirkstoffe Isoproturon und Quinmeracsind 2018 nicht mehr erfasst. Dafür hatten die Wirkstoffe Diflufenican und Aclonifen höhere Absatzmengen.

In der Abb. 2 ist die Anzahl der im jeweiligen Jahr verkauften Wirkstoffe für die Anwendung als Pflanzenbehandlungs- bzw. Schädlingsbekämpfungsmittel dargestellt. Diese Übersicht zeigt, dass als minimaler Wert 245 Wirkstoffe (2005), 285 im Jahr 2018 und 2020 294 Wirkstoffe im Mittel des Jahres in Anwendung waren. Seit dem Jahr 2010 nehmen in der Anwendung befindliche Wirkstoffe nahezu kontinuierlich zu.



**Abb. 2: Veränderung der Anzahl zugelassener PBSM-Wirkstoffe im Zeitraum 2003 – 2020**

Quellen: BVL 2013, BVL 2020

Damit steht die Frage, ob mit Zunahme von PBSM-Wirkstoffen in gleichem Maße Risiken für die Kontamination von Gewässern steigen. Sie lässt sich durch Zuordnung der Wirkstoffe zu den PSM-Gruppen und Wirkstoffquellen beantworten, was mit der Tab. 6 verdeutlicht ist. Wirkstoffe auf anorganischer Basis (z. B. Schwefel) sind als Low-Risk-Wirkstoffe anzusehen und meist auch für Anwendungen im ökologischen Landbau zugelassen.

Hinzu kommen Wirkstoffe auf pflanzlicher und mikrobieller Wirkungsbasis. Bei Insektiziden sind es z. B. Bakterien (*Bacillus thuringiensis* mit unterschiedlichen Stämmen), Granuloseviren und Azadirachtin (Wirkstoffkomplex aus dem Indischen Götterbaum) und mikrobielle Pilze sowie Bakterien bei Fungiziden mit Anwendungsfeldern im Weinbau und in der Saatgutbehandlung. Auch das Angebot an Pheromonen ist ausgebaut. Es handelt sich um „Duftstoffe“ zur Anlockung und Fang männlicher Schadschmetterlinge (z. B. Apfelwickler, Traubenwickler) und werden über Dispenser ausgebracht.

**Tab. 6: Übersicht zu den Anwendungsfeldern und Wirkprinzipien von PBSM-Wirkstoffen in Vergleich ausgewählter Jahre**

Wirkstoffzuordnung	Anzahl Wirkstoffe im Jahr			
	2002	2009	2013	2020*
Bodenentseuchung (Nematizid)	2	1	1	3
davon pflanzliche oder mikrobielle Basis				1
Fungizid, davon	70	70	76	98
Fungizid (anorganisch)	3	3	4	7
Fungizid (pflanzliche oder mikrobielle Basis)	2	4	6	15
Gas (Lagerhaltung)	2	1		3
Herbizid, davon	75	87	88	78
Herbizid (anorganisch)	1	1	1	-
Herbizid (pflanzliche oder mikrobielle Basis)	1	2	2	2
Insektizid, davon	40	41	41	67
Insektizid (pflanzliche oder mikrobielle Basis)	9	16	18	18
Insektizid (Pheromon)	1	8	6	9
Molluskizide	3	2	2	2
Öle, Seifen, Kieselgur, Wachse, Fette	7	5	8	7
Rodentizid	16	11	8	2
Wachstumsregler	8	10	13	22
Gesamtergebnis	240	262	274	279
Wirkstoffe auf chemischer Basis	214	222	229	222
Wirkstoffe auf „alternativer“ Basis	26	40	45	57

\*in der Wirkstoffzulassung sind noch Wirkbereiche aufgeführt, die in der Tabelle nicht erfasst sind (z. B. Safener, Desinfektionsmittel), weshalb das Gesamtergebnis nicht der tatsächlichen Anzahl (294) zugelassener Wirkstoffe entspricht

Quellen: BVL 2014, BVL 2020 b

Nach Übersicht der Tab. 6 ergibt sich in den betrachteten Jahren das Bild einer annähernd gleichen Anzahl Wirkstoffe auf chemischer Basis, während im gleichen Zeitraum Wirkstoffe auf „alternativer“ Basis stetig zunahmen. Eine annähernd gleichartige Wirkstoffanzahl ergibt sich, weil im Zeitverlauf Wirkstoffe ihre Zulassung verlieren, jedoch neue Wirkstoffe für Anwendungen als PSM zugelassen werden.

Entsprechende Veränderungen für den Zeitabschnitt von 2014 – 2020 sind in der Tab. 7, für Wirkstoffe chemisch-synthetischen Charakters, aufgelistet. Danach sind 48 2014 zugelassene Wirkstoffe 2020 nicht mehr zugelassen und 47 Wirkstoffe wurden neu zugelassen. In den Neuzulassungen sind Stoffe enthalten, die die Wirksamkeit eingesetzter Wirkstoffe sichern sollen (Safener, Synergisten). Ebenfalls Stoffe, die als Gase (Kohlendioxid, Phosphan) in der Lagerhaltung und zur Fruchtbehangregulierung im Obstbau (Gibberelline, 1-Naphthylelessigsäure) eingesetzt werden. Sie haben für den Wasserschutz, auf Grund ihres Anwendungsortes und chemischen Eigenschaften, eine geringere Bedeutung.

**Tab. 7: Im Zeitraum 2014 bis 2020 aus der Zulassung entlassene Wirkstoffe und neu zugelassene Wirkstoffe<sup>5</sup>**

lfd.-Nr.	beendete Zulassung	neue Wirkstoffe
1	Bentazon	Benzovindiflupyr
2	beta-Cyfluthrin	Bromuconazol
3	Carbendazim	Bupirimat
4	Chloridazon	Buprofezin
5	Chlorpropham	Carbetamid
6	Chlorthalonil	Cerevisane
7	Clothianidin	Cloquintocet (Safener)
8	Deiquat	COS-OGA
9	Desmedipham	Cyantraniliprole
10	Diflubenzuron	Cyflumetofen
11	Dimethoat	Dazomet
12	Epoxiconazol	Denathoniumbenzoat
13	Fenamidone	Dichlorbenzoesäuremethylester
14	Fenazaquin	Dodemorph
15	Fenoxaprop-P	Fenpyrazamine
16	Fenpropimorph	Flupyradifurone
17	Flupyrsulfuron	Formetanat
18	Fluquinconazol	Halauxifen-methyl
19	Flurtamone	Ipconazole
20	Fuberidazol	Isofetamid
21	Glufosinat	Isoxadifen (Safener)
22	Imazosulfuron	Kohlendioxid
23	loxynil	Magnesiumphosphid
24	Iprodion	Maltodextrin
25	Isoproturon	Mandestrobin
26	Kupferoktanoat	Mefenpyr (Safener)
27	Maneb	Mefentrifluconazole
28	Mepanipyrim	Metalaxyl
29	Metaflumizone	Metobromuron
30	Methiocarb	Natrium-5-nitroguaiacolate
31	Methoxyfenozide	Natrium-ortho-nitrophenolat
32	Mineralöle	Natrium-para-nitrophenolate
33	Picoxystrobin	Oxathiapiprolin
34	Propiconazol	Paraffinöl (CAS 8042-47-5)
35	Pymetrozin	Penflufen
36	Quinoclamin	Phosphan (Phosphorwasserstoff)
37	Quinoxifen	Piperonylbutoxid (Synergist)
38	Spirodiclofen	Pyriofenone
39	Sulfosulfuron	Quizalofop-P-ethyl
40	Tembotrione	Sedaxane
41	Tepraloxydim	Sintofen
42	Thiacloprid	Sulfoxaflor
43	Thiamethoxam	Sulfurylfluorid
44	Thiram	Thiabendazol
45	Tolclofos-methyl	Gibberelline (GA4/GA7)
46	Topramezone	1-Naphthylelessigsäure
47	Triadimenol	8-Hydroxychinolin
48	Triflurosulfuron	

Quellen: BVL 2014, BVL 2020 b, BVL 2020 c

<sup>5</sup> Der Ablauf von Zulassungen kann durch Zeitablauf der Zulassung, Stilllegung des Wirkstoffes oder Zulassungsentzug innerhalb des ursprünglichen Zulassungszeitraums bedingt sein. Nach Zeitablauf ausgesetzte Wirkstoffe können u. U. wieder in Zulassung kommen

Der Inhalt von Tab. 8 verdeutlicht, dass neben den zugelassenen Wirkstoffen auch die Anwendungsbereiche der Wirkstoffe über die Jahre variieren. Dargestellt sind die Indikationen ausgewählter Wirkstoffe, d. h. für jedes Pflanzenschutzmittel mit dem jeweiligen Wirkstoff ist das Anwendungsgebiet (z. B. Ackerbau, Nichtkulturland, Haus- und Gartenbereich), der Schadorganismus (z. B. Pilz- und Insektenart) definiert. Hinzu kommt, dass nach Auslaufen des Patentschutzes eines Wirkstoffes weitere Produkthanbieter auf dem Markt erscheinen (z. B. Glyphosat) und sich damit die Anzahl Indikationen erhöht. Zusätzlich besteht nach Art. 53 der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 in Verbindung mit § 29 des Pflanzenschutzgesetzes die Möglichkeit einer „Notfallzulassung“ von Pflanzenschutzmitteln zur Abwendung besonderer Gefahren- und Schadsituationen.

Notfallzulassungen betrafen in den Jahren 2017/2018 nicht die Möglichkeit der Anwendung eines zusätzlichen (nicht zugelassenen Wirkstoffes), sondern erweiterte Indikationen zugelassener Wirkstoffe. Die Notwendigkeit dieses Schrittes ergab sich meistens aus der Verbreitung eingeschleppter Schadorganismen, insbesondere der Kirschessigfliege. Notfallzulassungen betrafen daher überwiegend den Obstbau und die Anwendung der insektiziden Wirkstoffe Cyantraniliprole, Lambda-Cyhalothrin und Spirotetramat.

Alle Gründe führen somit zu einer hohen Dynamik im Bereich der Anwendung von PBSM-Wirkstoffen, weshalb sich auch innerhalb eines Jahres Veränderungen ergeben können.

**Tab. 8: Änderung in den Anwendungsfeldern ausgewählter Wirkstoffe im Vergleich der Jahre 2010, 2015 und 2020**

Wirkstoff	Anzahl			Anwendungsbereiche	Gruppe	Hinweis
	Indikationen	2010	2015			
1-Decanol	0	1	1	Tabak	Wachstumsregler	
2,4-D	13	109	112	Haus- und Hofflächen, Kleingarten	Herbizid	Unkräuter im Rasen, oft in Kombination mehrerer Wirkstoffe (z. B. Dicamba)
Acetamiprid	20	34	98	Ackerbau, Gemüse, Zierpflanzen	Insektizid	starke Erweiterung im Zierpflanzen- (Topf)Bereich
alpha-Cypermethrin	115	127	125	Ackerbau, Gemüse, Forst	Insektizid	
Azoxystrobin	164	176	182	Ackerbau, Getreide, Raps und Garten (Rosen)	Fungizid	Pilzkrankheiten im Ackerbau, Rosenpflege erweitert
Bifenazate	0	7	14	Gemüse, Obst und Zierpflanzen	Akarizid	Milben in Beerenobst
Bixafen	0	14	18	Getreide	Fungizid	meist als 2. Wirkstoff
Boscalid	71	168	176	Raps, Körnerleguminosen, Wein	Fungizid	
Carvone	0	1	0	Keimhemmung Kartoffel	Wachstumsregler	
Clomazone	33	46	57	Ackerbau, Winterraps, Kartoffel, Körnerleguminosen	Herbizid	
Clopyralid	26	45	50	Ackerbaukulturen, Haus- und Garten	Herbizid	Unkräuter im Rasen
Clothianidin	5	66	0	Ackerbau, Zuckerrübe, Gemüse	Insektizid	
Cypermethrin	1	17	44	Ackerbau Getreide, Forst	Insektizid	erweitert Zierpflanzenbau, Vorratshaltung
Daminozid	0	1	1	Zierpflanzen (Stauden)	Wachstumsregler	
Deltamethrin	19	54	75	Ackerbaukulturen, Lager, Gemüse auch Haus- und Kleingarten	Insektizid	erweitert Vorratsschutz
Difenoconazol	110	133	189	Ackerbau, Getreide, ZR, Gemüse auch Haus- und Kleingarten	Fungizid	erweitertes Spektrum Gemüse, Garten
Dimethenamid-P	23	81	96	Ackerbau, Winterraps, Mais, Sonderkulturen	Herbizid	erweitert insbesondere Obst-Sonderkulturen als Einzelwirkstoff, Ackerbau in Wirkstoffkombination
Epoconazole	21	41	42	Ackerbau, Getreide, Zuckerrübe	Fungizid	
Ethylen	0	1	8	Keimhemmung Kartoffel, Nachreife Importfrüchte	Wachstumsregler	Wirkstoff im ökologischen Anbau zugelassen
Fenpropimorph	11	30	0	Ackerbau Getreide, Gräser	Fungizid	
Fenpyrazamine	0	1	12	Weinbau	Fungizid	erweitert Gemüsebau (Mehltau)
Flumioxazin	3	38	42	Gleisanlagen, Wege-Plätze, Dauerkulturen, Weizen	Herbizid	Sonderbereiche

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

Fluopyram	0	42	102	Ackerbau, Getreide, Obst, Gemüse, Wein, Beizmittel	Fungizid	nur als kombinierter Wirkstoff
Fluxapyroxad	0	14	169	Ackerbau Getreide	Fungizid und Wachstumsregulator	erweitert Gemüsebau, Wein und Zierpflanzen als Einzelwirkstoff, sonst kombiniert
Fosetyl	32	90	103	Gemüse, Dauer- und Sonderkulturen	Fungizid	als weiterer Wirkstoff in Kombination
Glyphosat	339	350	378	Stilllegungsflächen, Haus- und Hof, Kleingarten	Herbizid	Nichtkulturland, weitere Anbieter
Haloxypop-P (Haloxypop-R)	0	9	9	Ackerbau, Raps, Zuckerrübe, Körnerleguminosen, Gemüse, Zierpflanzen, Baumschule	Herbizid	nur ein Produkt (Gallant Super)
Imazamox	0	2	4	Ackerbau Raps	Herbizid	als 3. Wirkstoff
Isopyrazam	0	13	25	Ackerbau Getreide, Raps	Fungizid	Als Einzelwirkstoff im Gemüsebau, sonst als 2. bzw. 3. Wirkstoff
Isoxadifen	0	1	1	Ackerbau Mais	Herbizid	als 2. Wirkstoff
Kaliumhydrogencarbonat	0	100	192	Gemüse, Kräuter, Obstbau, Sträucher, Wein u.a.	Fungizid	Wirkstoff im ökologischen Anbau zugelassen, Erweiterung im Gemüsebau
Kaliumphosphonat (Kaliumphosphit)	0	1	24	Weinbau	Fungizid	erweitert Obst- und Gemüsebau
Kresoxim-methyl	35	56	6	Ackerbau Getreide, Gemüse, Zierpflanzen, Dauerkulturen	Fungizid	meist als 2. Wirkstoff
Kupfersulfat, basisch	0	1	1	Weinbau	Fungizid	Wirkstoff im ökologischen Anbau zugelassen
Lenacil	0	3	2	Ackerbau, Rübe, Gemüse Rote Bete etc.	Herbizid	
Mefenpyr	0	7	8	Ackerbau Getreide	Herbizid	als 3. Wirkstoff
Metaldehyd	138	183	322	Alle Anwendungsfelder, insbesondere Haus- und Kleingarten	Molluskizid	Wirkstoff im ökologischen Anbau zugelassen, erweiterter Anbieterkreis
Metamitron	2	30	33	Futter- und Zuckerrübe, Kräuter	Herbizid	
Metconazol	16	35	37	Ackerbau, Getreide, Raps und Garten (Rosen)	Fungizid, Wachstumsregler	meist als 2. Wirkstoff
Napropamid	15	52	57	Winterraps, Salate	Herbizid	
Paclobutrazol	0	2	3	Ackerbau, Raps	Fungizid, Wachstumsregler	als 2. Wirkstoff
Pendimethalin	121	145	160	Ackerbau, fast alle Ackerbaukulturen	Herbizid	in Kombination mit anderen Wirkstoffen seltenere Kulturen (z. B. Emmer, Bohnen)
Pirimicarb	152	163	168	Ackerbaukulturen, Gemüse, Sonderkulturen, Forst	Insektizid	
Propyzamid	44	56	69	Ackerbau, Winterraps, Dauer- und Sonderkulturen, Haus- und Kleingarten	Herbizid	
Pyraclostrobin	62	157	169	Ackerbau, Getreide, Mais, Rübe, Dauerkulturen	Fungizid	

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

Pyraflufen	1	16	20	Ackerbau Getreide, Kartoffel, Dauerkulturen	Herbizid	
Quizalofop-P	12	75	59	Ackerbau, Kartoffel, Raps, Gemüse- und Kräuter, Zierpflanzen	Herbizid	
Spirotetramat	0	22	64	Gemüse, Zierpflanzen	Insektizid	erweitert Obstbau
Tepraloxymid	29	56	0	Ackerbau, Kartoffel, Winterraps, Zuckerrübe, Gemüsebau, Kräuter, Dauerkulturen und Forst	Herbizid	
Thiacloprid	148	<b>163</b>	0	Ackerbau Getreide, Raps; breite Anwendung Haus- und Kleingarten	Insektizid	nicht mehr zugelassen
Thiencarbazone	0	1	6	Ackerbau, Mais	Herbizid	als 3. Wirkstoff
Thiram	59	76	0	Ackerbau, alle wichtigen Feldkulturen und Gemüse	Fungizid als Saatgutbeize	
Trifloxystrobin	40	62	87	Ackerbau, Getreide, Rübe; Gemüse, Dauerkulturen, breite Anwendung Zierpflanzen Haus- und Kleingarten	Fungizid	
Valifenalate	0	1	3	Ackerbau, Kartoffel	Fungizid	erweitert Zwiebel, als 2. Wirkstoff

Quellen: BVL 2015, BVL 2020 b

Im erfassten Zeitraum wurden von den 54 ausgewählten Wirkstoffen 6 aus der Zulassung entlassen und für 39 Wirkstoffe war eine Indikationserweiterung gegeben. Für 9 Wirkstoffe blieb die Anzahl der Indikationen gleich.

Insgesamt ist festzustellen, dass im Bereich der Zulassungen chemisch-synthetischer Wirkstoffe für Anwendungszwecke im Landwirtschafts-, Forst- und Gartenbereich eine sehr hohe Dynamik vorliegt. Sie unterstreicht die Notwendigkeit der Anpassung des Wirkstoffmonitorings zur Dokumentation der chemischen Gewässergüte.

### 3.1.2 PBSM-Anwendung in landwirtschaftlichen Fruchtarten

Mit der Tab. 9 wird eine Übersicht in landwirtschaftlichen Fruchtarten eingesetzter PBSM-Produktmengen gegeben. Die Angaben entstammen Betriebsdaten (vgl. Tab. 3) und repräsentieren den Mittelwert der Jahre 2016 – 2019. Der Variationskoeffizient (VK) verdeutlicht Abweichungen vom Mittelwert (MW) als Prozentangabe. Ohne im Einzelnen auf die Daten einzugehen, verdeutlicht eine Gesamtsicht auf die Tabelle Unterschiede in der Anwendung der PSM-Gruppen Fungizide, Insektizide und Wachstumsregler zwischen den Fruchtarten. Herbizide kommen hingegen in nahezu allen Fruchtarten zur Anwendung und haben die größten Einsatzmengen.

**Tab. 9: Ausgebrachte Produktmengen in l/ha bzw. kg/ha für Fungizide, Herbizide, Insektizide und Wachstumsregulatoren nach Fruchtarten**

Fruchtarten	MW	VK	MW	VK	MW	VK	MW	VK	MW	VK
	Fungi- zid	Fungi- zid	Herbi- zid	Herbi- zid	Insekti- zid	Insekti- zid	Wachs- tums- regler	Wachs- tums- regler	Ge- samt	Ge- samt
Ackerbohne	0,90	31,27	2,17	68,08	0,18	30,59			1,52	96,15
Apfel	0,82	137,24	3,67	25,71	0,28	51,38	7,46	86,36	1,41	176,63
Blühstreifen			3,19	47,00					3,19	47,00
Brache			2,17	39,73					2,17	39,73
Dinkel	1,00	80,26	1,08	127,92	0,16	99,47	0,52	65,78	0,86	102,09
Erbse	0,64	103,86	2,01	61,32	0,18	52,88			1,28	99,91
Feldgras			1,35	76,36			0,50	0,00	1,34	76,82
Getreide Ganzpflanze	0,73	109,13	1,48	77,98	0,10	5,38	0,51	53,82	0,89	96,17
Grünland			1,79	35,55					1,79	35,55
Hafer	1,00	0,00	1,68	100,24	0,10	0,00	1,28	30,82	1,51	96,58
Hirse			3,00	0,00					3,00	0,00
Kartoffel	1,07	118,26	1,59	67,56	0,23	44,47			1,06	77,19
Leguminose			1,47	31,02					1,47	31,02
Leguminose/Nicht- Leg.			2,35	25,34					2,35	25,34
Lupine			2,12	22,43					2,12	22,43
Mais	0,70	103,11	1,56	60,83	0,14	44,02	0,37	20,21	1,52	62,89
Möhre	1,01	69,65	1,14	82,22					1,08	66,48
Ölrettich-Vermehrung			3,00	0,00					3,00	0,00
Raps	0,68	82,82	1,46	66,62	0,17	51,66			0,88	95,04
Senf			3,00	0,00					3,00	0,00

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

Fruchtarten	MW	VK	MW	VK	MW	VK	MW	VK	MW	VK
	Fungizid	Fungizid	Herbizid	Herbizid	Insektizid	Insektizid	Wachstumsregler	Wachstumsregler	Gesamt	Gesamt
Sojabohne			0,96	87,24					0,96	87,24
Sommerdurum	0,97	87,60	1,03	121,02	0,15	56,62	0,42	47,06	0,85	97,46
Sonnenblume			1,76	73,34	0,50	0,00			1,51	83,52
Sudangras			2,15	86,05					2,15	86,05
Triticale	1,04	63,58	0,76	105,88	0,13	144,61	0,69	53,76	0,84	73,35
Wein	1,73	200,58	0,85	138,37	1,89	95,55			1,70	102,05
Zuckerrübe	0,75	72,97	1,12	49,09	0,24	60,62	0,38	22,11	1,06	52,83
Zwiebel			3,75	0,00					3,75	0,00
Winterdurum	0,97	77,68	0,70	146,47	0,20	100,93	0,51	44,22	0,76	87,87
Zwischenfrucht			1,59	56,33					1,59	56,33
Sommergerste	1,19	129,32	1,96	81,49	0,11	77,06	0,47	27,62	1,42	92,57
Wintergerste	0,78	90,20	0,95	98,44	0,20	102,95	0,45	35,34	0,74	88,04
Winterweizen	0,92	94,03	0,75	140,64	0,16	89,88	0,52	59,30	0,75	98,67
Winterroggen	0,96	62,44	1,26	98,72	0,16	95,89	0,61	51,92	1,03	89,77
Winterhafer			0,05	0,00					0,05	0,00

MW – Mittelwerte, MW je Applikation der Jahre 2016 – 2019; VK – Variationskoeffizienten

Quelle: INL GmbH PSM-Datenbank

Tabelle 10 vermittelt gleichartige Inhalte, jedoch bezogen auf ausgebrachte Wirkstoffmengen/ha und Applikationstermin. Sie stellen im Regelfall den Mittelwert mehrerer eingesetzter Wirkstoffe im Zeitverlauf der Jahre 2016 – 2019 dar. Aus dem Variationskoeffizienten kann die Abweichung der Wirkstoffmengen vom Mittelwert abgeleitet werden. Er ist z. B. für fungizide Wirkstoffe beim Apfel und Wein, aber auch Kartoffel besonders hoch. Auch für insektizide Wirkstoffe ergeben sich größere Abweichungen. Beides verweist auf eine weitgehende Anpassung des Wirkstoffeinsatzes an tatsächlich in den Jahren oder örtlich vorhandene Schadsituationen.

Die Anwendung herbizider Wirkstoffe ist demgegenüber in Bezug auf die angewendeten Mengen weniger variabel.

**Tab. 10: Ausgebrachte Wirkstoffmengen in l/ha bzw. kg/ha für Fungizide, Herbizide, Insektizide und Wachstumsregulatoren nach Fruchtarten**

Fruchtarten	MW	VK	MW	VK	MW	VK	MW	VK	MW	VK
	Fungizid	Fungizid	Herbizid	Herbizid	Insektizid	Insektizid	Wachstumsregler	Wachstumsregler	Gesamt	Gesamt
Ackerbohne	0,23	31,27	1,33	90,66	0,05	108,51			0,88	127,86
Apfel	0,50	188,73	0,71	79,23	0,12	75,31	0,14	23,65	0,46	102,88
Blühstreifen			1,14	55,99					1,14	55,99
Brache			0,89	47,41					0,89	47,41
Dinkel	0,12	179,13	0,34	162,87	0,03	257,97	0,19	107,39	0,19	178,41
Erbse	0,17	97,10	0,86	92,81	0,07	89,01			0,54	133,97
Feldgras			0,37	130,52			0,11	0,00	0,37	131,09

## PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

Fruchtarten	MW	VK	MW	VK	MW	VK	MW	VK	MW	VK
	Fungizid	Fungizid	Herbizid	Herbizid	Insektizid	Insektizid	Wachstums- regler	Wachstums- regler	Gesamt	Gesamt
Getreide Ganzpflanze	0,14	213,27	0,40	120,14	0,02	31,05	0,16	92,80	0,22	148,90
Grünland			0,28	63,08					0,28	63,08
Hafer	0,12	112,87	0,39	142,69	0,03	0,00	0,69	39,03	0,43	119,44
Hirse			0,75	25,00					0,75	25,00
Kartoffel	0,30	229,91	0,72	113,14	0,05	60,85			0,36	144,99
Leguminose			0,52	78,99					0,52	78,99
Leguminose/Nicht-Leg.			0,63	73,53					0,63	73,53
Lupine			0,57	29,94					0,57	29,94
Mais	0,13	188,59	0,34	111,90	0,03	71,15	0,14	53,26	0,33	113,75
Möhre	0,23	151,57	0,53	75,26					0,38	89,91
Ölrettich-Vermehrung			0,60	0,00					0,60	0,00
Raps	0,12	215,21	0,32	102,06	0,03	85,72			0,18	140,06
Senf			1,08	0,00					1,08	0,00
Sojabohne			0,42	91,19					0,42	91,19
Sommerdurum	0,12	166,22	0,26	202,98	0,02	102,15	0,18	79,57	0,17	193,77
Sonnenblume			0,43	86,71	0,00				0,34	109,08
Sudangras			0,75	91,04					0,75	91,04
Triticale	0,16	125,56	0,15	196,20	0,03	242,89	0,31	86,05	0,17	135,40
Wein	0,91	357,01	0,23	157,67	1,20	100,58			0,89	179,30
Zuckerrübe	0,15	219,75	0,22	152,67	0,09	78,42	0,16	47,82	0,21	153,60
Zwiebel			1,58	14,29					1,58	14,29
Winterdurum	0,13	189,70	0,19	213,74	0,05	194,82	0,16	114,34	0,15	171,82
Zwischenfrucht			0,57	69,15					0,57	69,15
Sommergerste	0,29	481,15	0,40	114,17	0,02	179,13	0,27	42,52	0,33	170,14
Wintergerste	0,13	188,93	0,25	173,48	0,05	188,18	0,14	80,75	0,17	166,93
Winterweizen	0,13	219,50	0,20	293,15	0,03	207,85	0,23	92,50	0,16	228,06
Winterroggen	0,15	119,00	0,36	141,73	0,03	216,77	0,23	93,51	0,26	144,17
Winterhafer			0,01	58,94					0,01	58,94

MW – Mittelwerte, MW je Applikation der Jahre 2016 – 2019; VK – Variationskoeffizienten

Quelle: INL GmbH PSM-Datenbank

### 3.1.3 Übersicht der Anwendung von PBSM-Wirkstoffen in Beizmitteln

Bei der Erhebung betrieblicher Daten zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln werden nur Wirkstoffe dokumentiert, deren Anwendung in direkter betrieblicher Verantwortung liegen. Mit dem Saatgut eingebrachte Wirkstoffe werden nicht erfasst. Da bei Schadensereignissen eine potenzielle Gefahr der Abschwemmung von Saatgut in Oberflächengewässer besteht, nachfolgend eine Übersicht der mit Beizmitteln verbundenen Wirkstoffe und eine Abschätzung möglicher Produktmengen, die mit dem Saatgut auf das Feld gelangen. Diese Informationen sind aus der Tab. 11 zu entnehmen. Enthalten sind nur Produkte mit chemisch-synthetischen Wirkstoffen. In der Zulassung sind weitere Produkte auf Basis von Bakterienkulturen

**Tab. 11: Zugelassene Pflanzenschutzmittel zur Saatgutbeizung, Wirkstoffe, Wirkstoffgehalte sowie potenziell eingebrachte Produktmengen**

Produkt	Gruppe	Fruchtart	Wirkstoff				Wirkstoffgehalt g/l				Produktmenge g/ha
			A	B	C	D	A	B	C	D	
Arena C	Fungizid	Weizen, Roggen, Triticale	Fludioxonil	Tebuconazol			25,00	5,00			300
CELEST	Fungizid	Weizen, Roggen, Triticale	Fludioxonil				25,00				225
DIFEND EXTRA	Fungizid	Weizen, Roggen, Triticale, Hafer	Difenoconazol	Fludioxonil			25,00	25,00			300
EfA	Fungizid	Weizen, Roggen, Triticale, Hafer	Fluoxastrobin	Prothioconazol	Tebuconazol	Triazoxid	37,50	25,00	3,75	10,00	240
EfA Spezial	Fungizid	Weizen, Roggen, Triticale	Fluoxastrobin	Prothioconazol	Tebuconazol		37,50	37,50	15,00		240
EmestoSilver	Fungizid	Kartoffel	Penflufen	Prothioconazol			100,00	18,00			
Kinto Duo	Fungizid	Weizen, Gerste, Triticale, Hafer	Prochloraz (Kupferchlorid-Komplex)	Triticonazol			55,10	20,00			300
LANDOR CT	Fungizid	Weizen, Roggen, Gerste, Triticale	Difenoconazol	Fludioxonil	Tebuconazol		20,00	25,00	5,00		300
Latitude	Fungizid	Weizen	Silthiofam				125,00				300
Latitude XL	Fungizid	Weizen, Triticale, gerste	Silthiofam				125,00				300

PBSM-Wirkstoffranking Sachsen-Anhalt 2020

LONGITUDE	Fungizid	Triticale	Silthiofam				125,00				300
Maxim 480 FS	Fungizid	Gemüse, Kohl	Fludioxonil				480,00				-
Maxim Quattro	Fungizid	Mais	Azoxystrobin	Fludioxonil	Metalaxyl-M	Thiabendazol	15,00	37,50	29,00	300,00	35,28
MAXIM XL	Fungizid	Mais, gemüse	Fludioxonil	Metalaxyl-M			25,00	19,69			18,75
Monceren Pro	Fungizid	Kartoffel	Pencycuron	Prothioconazol			250,00	18,00			300
Moncut	Fungizid	Kartoffel	Flutolanil				460,00				im Lager
Orius Universal	Fungizid	Weizen, Roggen, Gerste, Triticale	Prochloraz	Tebuconazol			60,00	15,00			200
Prepper	Fungizid	Weizen	Fludioxonil				25,00				300
Redigo M	Fungizid	Mais	Metalaxyl	Prothioconazol			20,00	100,00			
Rubin Plus	Fungizid	Weizen, Gerste, Roggen, Triticale, Hafer	Fludioxonil	Fluxapyroxad	Triticonazol		33,30	33,30	33,30		225
Rubin TT	Fungizid	Weizen, Gerste, Roggen, Triticale, Hafer	Prochloraz (Kupferchlorid-Komplex)	Pyrimethanil	Triticonazol		38,60	42,00	25,00		300
Seedron	Fungizid	Weizen, Gerste, Triticale, Hafer	Fludioxonil	Tebuconazol			50,00	10,00			150

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

SYD41110F	Fungizid	Weizen, Roggen, Triticale	Difenoconazol	Fludioxonil		25,00	25,00		300
SYD41400F	Fungizid	Weizen, Gerste, Roggen, Triticale, Hafer	Fludioxonil	Sedaxane	Triticonazol	25,00	25,00	20,00	300
Toledo	Fungizid	Weizen, Roggen, Triticale	Fluoxastrobin	Prothioconazol		37,50	37,50		240
Vibrance 500 FS	Fungizid	Mais	Sedaxane			500,00			23
Vibrance SB	Fungizid	Zuckerrübe, Futtermübe	Fludioxonil	Metalaxyl-M	Sedaxane	22,50	14,40	15,00	130
Vibrance Trio	Fungizid	Weizen, Gerste, Roggen, Triticale, Hafer	Fludioxonil	Sedaxane	Tebuconazol	25,00	25,00	10,00	300
Vibrance XL	Fungizid	Mais	Fludioxonil	Metalaxyl-M	Sedaxane	88,27	34,24	176,42	500
ZARDEX G	Fungizid	Gerste, Hafer	Cyproconazol	Imazalil (Sulfat)		5,00	20,00		300

Die ausgebrachten Produktmengen beziehen sich auf mittlere Aussaatstärken, bei Mais z. B. auf 9 Körner pro m<sup>2</sup>.

Bezüglich der zwischen den Jahren 2015 bis 2020 erfolgten Veränderungen ist festzustellen, dass keine insektiziden Wirkstoffe mehr in der Zulassung sind (beta-Cyfluthrin, Clothianidin in der Zuckerrübe). Demgegenüber ist die Anzahl in Beizmitteln vorkommender Wirkstoffe gestiegen, z. T. enthalten Produkte Kombinationen aus drei bis vier Wirkstoffen. Einige Wirkstoffe sind nur in Saatgutbeizen in Anwendung, so Silthiofam und Sedaxane. Sie wären in der Analyse der betrieblichen PSM-Anwendungen nicht erfasst.

### 3.1.3 Weitere Datenquellen

Neben landwirtschaftlichen Anwendungen von PBSM kommen biozide Wirkstoffe auch in anderen Wirtschaftsbereichen zur Anwendung. Daher wird nachfolgend eine Übersicht möglicher weiterer Anwendungsgebiete sowie entsprechender Wirkstoffe gegeben. Es handelt sich um Übersichtsdaten, deren Anwendungsumfang nicht belastbar darzustellen ist, weil Angaben über eingesetzte Wirkstoffmengen fehlen. Sie sind jedoch insoweit zweckführend, weil ein Abgleich mit landwirtschaftlichen Wirkstoffquellen, insbesondere in Bezug auf Oberflächengewässer, möglich wird.

#### 3.1.3.1 Forst

In der Summe sind 125 Pflanzenschutzmittel (Tab. 12) für Anwendungen im Forst zugelassen, deutlich überwiegen Herbizide und Glyphosat als Wirkstoff. Zusätzlich Wirkstoffe, die in landwirtschaftlichen Anwendungsbereichen weniger häufig sind (Clethodim, Isoxaben, Propyzamid), denn ihre Zulassung bezieht sich auf Sonderbereiche (Obstbau, Kräuter und Beeren).

**Tab. 12: Für forstliche Anwendungszwecke zugelassene PSM-Gruppen und Wirkstoffe und Anzahl entsprechender Pflanzenschutzmittel**

PSM-Gruppe und Wirkstoff	Anzahl zugelassener Produkte
<b>Akarizid, Fungizid</b>	1
Schwefel	1
<b>Fungizid</b>	6
Schwefel	6
<b>Herbizid</b>	85
Clethodim	2
Flazasulfuron	4
Fluazifop-P	3
Glyphosat	74
Isoxaben	1
Propyzamid	1
<b>Insektizid</b>	12
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>aizawai</i> Stamm ABTS-1857	6
Cypermethrin	2

<b>PSM-Gruppe</b> und Wirkstoff	Anzahl zugelassener Produkte
lambda-Cyhalothrin	1
Pirimicarb	2
Tebufenozid	1
<b>Repellent, Wildschadenverhütungsmittel</b>	<b>10</b>
Blutmehl	3
Denathoniumbenzoat	1
Fischöl	1
Quarzsand	3
Schaffett	1
Wildschadenverhütungsmittel	1
<b>Rodentizid</b>	<b>11</b>
Zinkphosphid	11
<b>Gesamt</b>	<b>125</b>

Quellen: baua 2020, BVL 2020 b

Ein Einsatz der Herbizide in größerem Umfang ist nicht anzunehmen, weil er auf Einzelflächen (Neuanpflanzungen, Weihnachtsbaumplantagen) begrenzt ist.

Demgegenüber hat sich in den Jahren 2017 – 2019 die Situation bei Schadinsekten gegenüber vorhergehenden Zeitabschnitten weiter verschärft, was hauptsächlich klimatischen Veränderungen geschuldet ist. Vor allem sind es verschiedene Buchdruckerarten sowie der Eichenprozessionsspinner. Beide zeigen in Sachsen-Anhalt starke Ausbreitungstendenzen. Gegen den Eichenprozessionsspinner kann *Bacillus thuringiensis* (biologisches Präparat mit Wirksamkeit gegenüber Schmetterlingen) eingesetzt werden, was keine Relevanz in Bezug zum Gewässerschutz hat. Zur Kontrolle der Buchdrucker sind die insektiziden Wirkstoffe Cypermethrin und Lambda-Cyhalothrin in Anwendung. Behandelt werden gelagerte Holzstämmen unter Voraussetzung der Einhaltung geforderter Abstände (30 m) zu wasserführenden Bereichen. Unter aufgeführten Bedingungen dürfte die Bekämpfung genannter Schadorganismen Risiken für Gewässer nicht verschärfen.

### 3.1.3.2 Haus-, Hof- und Gartenanwendungen

Gegenwärtig sind ca. 390 Pflanzenschutzmittel für Anwendungen im Haus- und Kleingartenbereich in der Zulassung (Tab. 13). Sie umfassen ca. 90 Wirkstoffe bzw. Wirkstoffkombinationen und sind folgendermaßen auf die PSM-Gruppen verteilt:

**Tab. 13: Auswahl der für Haus-, Hof- und Gartenanwendungen zugelassenen Wirkstoffe nach PSM-Gruppen**

PSM-Gruppe	Anzahl Wirkstoffe bzw. Kombination	davon biologisch oder Low risk*	wichtigste Wirkstoffe
Fungizide	15	2	Azoxystrobin Tebuconazol Fosetyl
Herbizide	39	11	Glyphosat 2,4-D Eisen-II-Sulfat
Insektizide	17	8	lambda-Cyhalothrin Acetamiprid Deltamethrin
Moluskizide	14	0	Eisen-III-phosphat Metaldehyd
Wachstumsregler	1	1	-

\*Low-Risk-Wirkstoffe sind anorganischer Natur (z. B. Schwefel als Fungizid) oder organische Säuren (z. B. Essigsäure, Pelargonsäure bei Herbiziden) oder Öle (z. B. Rapsöl bei Insektiziden)

Quellen: baua 2020, BVL 2020 b

Für eine Risikoeinschätzung sind keine belastbaren statistischen Daten über die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in diesem Bereich beizubringen. Aus eigenen Erfahrungen (Beratung/Weiterbildung Kleingartenvereine) ist die Anwendung von Fungiziden untergeordnet. Bei Insektiziden haben die Wirkstoffe Deltamethrin und Lambda-Cyhalothrin einen beschränkten Einsatzumfang im Freiland gegen saugende und beißende Insekten im Gemüseanbau. Acetamiprid ist nur für getopfte Zierpflanzen von Bedeutung und kann nur bei der Reinigung der Töpfe für Wasserkontaminationen eine Rolle spielen.

Der wesentlichste Anwendungsbereich von bioziden Wirkstoffen im Haus- und Gartenbereich umfasst Herbizide. Darauf verweist bereits die Anzahl angebotener Produkte (Tab. 13). Dabei hat Glyphosat als Totalherbizid einen erheblichen Anwendungsumfang. Dieser ist kritisch zu sehen, weil er oft versiegelte Flächen betrifft (Reinigung von Wegen, Plätzen) und Abflüsse in die Kanalisation möglich sind. Die Wirkstoffe 2,4-D und Eisen-II-Sulfat dienen der Rasenpflege (gegen Unkräuter und Moosbewuchs im Rasen). Quellen genannter Wirkstoffe sind daher oft Siedlungsbereiche der Stadtumgebung.

Erfahrungsmäßig kommt es im Haus- und Gartenbereich auch aus Unkenntnis und Ignoranz zur Anwendung nicht mehr zugelassener Wirkstoffe. Beispielhaft zu nennen sind Dimethoat als insektizider Wirkstoff gegen saugende Insekten. Seine Zulassung ist mit dem Jahr 2015 abgelaufen und es bestand eine Aufbrauchsfrist bis 2017. Im Privatbereich sind jedoch noch größere Bestände vorhanden, z. T. aufgestockt durch Käufe im Ausland. Bi 58 war das am meisten eingesetzte Insektizid im Haus- und Gartenbereich. Der hohe Bekanntheitsgrad macht aus, dass aktuell Produkte unter der Bezeichnung „Bi 58 neu“ angeboten werden, welche allerdings andere Wirkstoffe (Pyrethrine, Abamectin, Lambda-Cyhalothrin) enthalten.

Im Anwendungsbereich Haus- und Hof hat außerdem Natriumchlorat eine gewisse Bedeutung. Es ist in den Produkten WE-GE-REIN, Plätze-& Wegerein, UnkrautEx etc. enthalten. Der Wirkstoff ist (außerhalb der PSM-Zulassung) als Steinreiniger im Verkauf, wobei ausdrücklich darauf hingewiesen wird, dass das Mittel nicht mehr zur Unkrautvernichtung einge-

setzt werden darf. UnkrautEx ist jedoch ein beliebtes „Mitbringsel“ von ausländischen Märkten. Daher ist anzunehmen, dass genannte Anwendungsbeschränkung nicht eingehalten wird.

### 3.1.3.3 Weitere mögliche Quellen

Aus Sicherheitsgründen ist eine Beseitigung des Pflanzenbewuchses in Gleisbetтанlagen unabdingbar, weshalb die DB ihr Gleisbett nach eigenen Angaben grundsätzlich mindestens einmal pro Jahr mit Herbiziden behandelt. Die Mittel werden nach den Zulassungsvorgaben eingesetzt und der behandelte Raum wird begrenzt gehalten (nur bis Grenze des Schotterbettes). Im Jahr 2014 wurde auf rund 57.500 Kilometern Gleis eine Wirkstoffmenge von 80,9 t eingesetzt. In den vergangenen Jahren konnte die im Gleisbereich ausgebrachte Menge über gezieltere Applikationstechniken kontinuierlich reduziert werden, auf 70 t in 2016, 67 t 2017 und 57 t 2018.

Angaben zu den verwendeten Wirkstoffen liegen nicht vor. Ausgehend von bestehenden Zulassungen (Anwendung in Gleisanlagen) dürfte es sich um die Wirkstoffe Glyphosat, Flazasulfuron und Flumioxazin handeln, die in Abhängigkeit vom Vegetationszustand in Anwendung gelangen. Insgesamt kann für Sachsen-Anhalt, in Abhängigkeit vom bestehenden Gleisnetz (ca. 2.322 km), eine Produktmenge von ca. 2,3 t – 2,8 t geschätzt werden.

Beide letztgenannten Wirkstoffe sind bei landwirtschaftlichen Anwendungen hauptsächlich auf den Obstbau begrenzt.

Quellen für das Auftreten biozider Wirkstoffe in Gewässern finden sich in weiteren Anwendungsbereichen, so dem Bautenschutz und Produkten zur Umsetzung von Hygienemaßnahmen. Mit der Tab. 14 ist eine Übersicht angewendeter Stoffe gegeben.

**Tab. 14: Auswahl im Bautenschutz (Holzschutz) und Hygienebereich (Insektizide, Rodentizide) eingesetzte Wirkstoffe\* (Stand 10/2020).**

Produktart	Wirkstoffe	Zulassungsende
Holzschutzmittel	<b>Cypermethrin</b>	03.04.2028
Holzschutzmittel	<b>Dazomet</b>	10.05.2024
Holzschutzmittel	Fenoxycarb	10.11.2020
Holzschutzmittel	Fenpropimorph	10.11.2020
Holzschutzmittel	IPBC (Iodocarb)	30.10.2025
Holzschutzmittel	Permethrin	25.03.2024
Holzschutzmittel	Propiconazol	10.11.2020/08.12.2027
Holzschutzmittel	<b>Tebuconazol</b>	21.12.2023
Insektizide	<b>alpha-Cypermethrin</b>	04.06.2029
Insektizide	<b>Deltamethrin</b>	15.11.2025
Insektizide	Fipronil	23.10.2024
Insektizide	<b>Imidacloprid</b>	29.09.2022/08.10.2022
Insektizide	<b>Indoxacarb</b>	31.12.2022
Insektizide	<b>Lambda-Cyhalothrin</b>	04.05.2023
Insektizide	<b>Permethrin</b>	25.03.2029

Insektizide	Pyriproxyfen	03.04.2030
Insektizide	S-Methopren	31.01.2030
Insektizide	<b>Spinosad</b>	14.10.2020
Insektizide	Transfluthrin	21.08.2029
Rodentizide	Chlorophacinon	13.02.2023
Rodentizide	Warfarin	23.02.2023

\*für landwirtschaftliche Anwendungen zugelassene Wirkstoffe sind fett hervorgehoben

Quelle: baua 2020

Die Tab. 14 enthält eine Auswahl mit Wirkstoffen, die in der Landwirtschaft angewendet wurden und z. T. noch angewendet werden (fett hervorgehoben). Holzschutzmittel (auch als Farben bzw. Grundierungen, Bläueschutz) enthalten Fungizide und Permethrin als Insektizid, zumeist in Kombination mehrerer aufgeführter und weiterer Wirkstoffe (z. B. Borsalze). Insektizide Einsatzzwecke liegen in der Bekämpfung von Ameisen, Flöhen und Motten. Permethrin ist ebenfalls in Produkten für die Körperhygiene bzw. Medikamente enthalten, so der Kopflausbehandlung und Unterdrückung von Balgmilben bei Rosacea-Behandlungen. Ein Abfließen von Permethrin in die Kanalisation ist damit unausweichlich. Das trifft auch auf Mecoprop-, Isoproturon- und Terbutryn-Auswaschungen aus Dachbahnen zu. Damit verbunden sind Risiken für Oberflächengewässer.

### 3.2 Anbau landwirtschaftlicher Fruchtarten

Nach dem Kap. 3.1.2 ist der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zwischen den landwirtschaftlichen Fruchtarten sehr variabel und betrifft sowohl die eingesetzten Produkt- und Wirkstoffmengen als auch die Wirkstoffe selbst. Somit sind regionale Einsatzmengen von Pflanzenschutzmitteln von der Anbauverteilung der Fruchtarten abhängig.

Veränderungen im Anbauverhältnis der Fruchtarten über die Zeit und auf Landesebene sind aus der Tab. 15 abzuleiten.

Getreidearten waren im Anbauverhältnis über den betrachteten Zeitraum wenig variiert. Ihr Anteil lag zwischen 53,1 % und 60,6 %. Gegenüber dem Jahr 1990 ging der Anbau von Kartoffeln deutlich zurück und ist seit dem Jahr 2000 mit zwischen 1,2 % und 1,6 % der Ackerfläche stabil. Der Anteil der Ackerfutterfläche nimmt seit dem Jahr 2000 leicht zu und hinzuweisen ist auf eine deutlich abnehmende Rapsfläche. Diese Veränderungen sind insofern von Bedeutung, als Kartoffeln und Raps einen hohen Pflanzenschutzinsatz haben (Kartoffel Fungizide, Raps Insektizide) und ein Flächenrückgang sich die Wirkstoffanwendung auswirkt. Im Ackerfutter ist der Pflanzenschutzinsatz moderat und betrifft hauptsächlich Herbizide.

**Tab. 15: Flächenanteil (%) wichtiger landwirtschaftlicher Fruchtarten im Zeitverlauf und Anbaudifferenzen im Vergleich der Jahre 2019 zu 2015**

Nutzungsart	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019	Differenz 2019/2015
Getreide gesamt	53,10	54,10	60,60	58,60	56,40	55,10	58,20	3,10
davon Winterweizen	21,40	27,80	32,10	34,90	34,70	34,00	34,60	0,60
davon Gerste	19,90	13,70	13,00	11,30	9,90	10,10	12,10	2,00
davon Roggen	10,50	8,80	9,80	6,40	7,60	7,10	7,50	0,40
davon Triticale	0,10	2,30	3,70	3,40	3,40	3,20	3,10	-0,10
Winterraps	1,50	8,20	9,70	14,60	16,70	16,00	7,30	-8,80
Zuckerrübe	7,70	6,20	5,20	4,70	4,40	3,20	5,10	1,90
Kartoffel	6,90	8,00	1,60	1,30	1,20	1,20	1,50	0,30
Ackerfutter	21,50	9,00	6,90	7,80	9,90	12,80	14,10	1,30
dav. Silomais	10,80	6,70	5,70	6,00	9,60	12,00	15,40	3,50
Körnermais	0,00	1,10	1,20	2,00	1,70	1,70	0,90*	-0,90
Gemüse**	1,10	0,34	0,44	0,51	0,43	0,38	0,44	0,06
Obst	1,15	0,30	0,21	0,17			0,11*	-
Rebflächen				0,06			0,07	-

\*Datenstand 2018; \*\*schließt Erdbeeren und Gartengewächse ein

Quellen: MLU 2015, MLU 2020, StaLa 2020

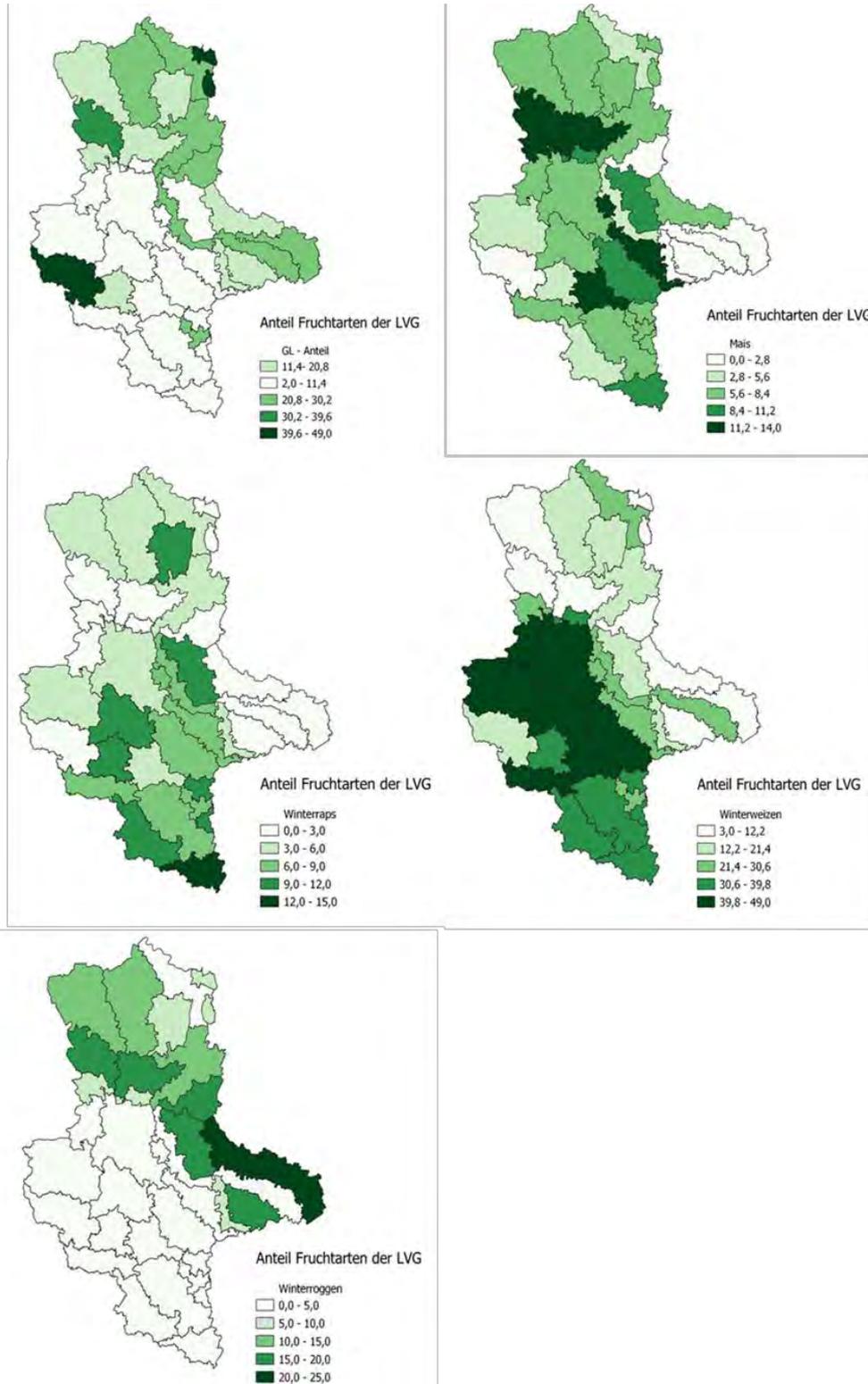
Weitere Einflüsse auf die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln gehen vom Bewirtschaftungssystem aus, wobei nach Flächenumfang ökologische Anbauverfahren am bedeutendsten sind. Ihr Flächenumfang stieg von 51,1 tsd. ha im Jahr 2010 auf 57,0 tsd. ha 2015 und 105,6 tsd ha im Jahr 2019. Effekte auf den Wirkstoffeinsatz ergeben sich aus dem Verbot des Einsatzes chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel. Low-Risk-Wirkstoffe können jedoch angewendet werden. Neben biologischen Präparaten (nützliche Pilze, Bakterien und Insekten) betrifft dies auch anorganische Stoffe (Kupfer, Schwefel). Letztere betreffen insbesondere den Kartoffel-, Obst- und Weinbau.

Mit der Abb. 3 wird verdeutlicht, dass in Tab. 15 enthaltene Angaben für das Land Sachsen-Anhalt regional erheblich variieren. Regionale Unterschiede sind am Beispiel der ausgewählten Fruchtarten Mais, Winterraps, Winterweizen und Winterroggen dargestellt, sowie an der örtlichen Verteilung des Grünlands (Mähweiden, Wiesen, Weiden). Hinterlegt sind die landwirtschaftlichen Vergleichsgebiete (LVG), welche Areale ähnlicher Standortbedingungen (Boden, Klima) abgrenzen.

Mit der Tab. 16 wird die Differenziertheit der Anbauverhältnisse auf statistischer Grundlage für die wesentlichsten Fruchtarten bzw. -Gruppen verdeutlicht. Ausgewählt sind Fruchtarten, für welche Informationen zum Einsatz von Pflanzenschutzmitteln vorliegen. Sie machen insgesamt ca. 79 % der Landnutzungsfläche (LNF) in Sachsen-Anhalt (1.196.221 ha) aus. Der Mittelwert erfasst die durchschnittliche Anbaufläche über alle LVG. Die Differenzen im Anbau zwischen den LVG<sup>6</sup> werden insbesondere über den Variationskoeffizienten (VK) deutlich. Je höher er ist, desto mehr unterscheidet sich die Anbaufläche der jeweiligen Fruchtarte zwi-

<sup>6</sup> Quelle: die Anbaustruktur der LVG sind Zuarbeit der LLG. Dafür vielen Dank!

schen den LVG. Erhebliche Unterschiede zeigen sich somit bei Dauerkulturen, Gemüse und im Kartoffelanbau. Ihr Anbau ist regional deutlicher begrenzt.



**Abb. 3: Beispiele für den regional differenzierten Anbau ausgewählter Fruchtarten sowie der Grünlandanteile (differenziert nach LVG)**

**Tab. 16: Im Wirkstofffranking berücksichtigte Flächenanteile der Fruchtarten bzw. -gruppen sowie Flächen und Differenzierung der Flächenanteile zwischen den LVG über SD und VK**

Fruchtgruppe	Fruchtart	Fläche in ha	Flächenanteil in %	Min	Max	MW	SD	VK
Ackerfutter	Ackergras	12.066	1,01	37,1	1.122,5	365,6	309,5	84,6
Ackerfutter	Luzerne	13.699	1,15	5,3	1.742,2	415,1	360,2	86,8
Ausgleichsflächen	Blühstreifen / gesamt <sup>1</sup>	1.494	0,12	0,0	178,1	45,3	42,0	92,8
Dauerkultur	Wein gesamt <sup>2</sup>	539	0,05	0,0	243,2	16,3	51,9	317,7
Dauerkultur	Dauerkulturen Obst gesamt	4.657	0,40	0,0	2.349,5	141,1	453,7	321,5
Energie	Energie <sup>3</sup>	51	0,00	1,1	36,7	12,8	16,6	129,6
Energie	Sudangras	920	0,08	0,4	254,4	61,3	64,7	105,5
Gemüse	Gemüse	1.197	0,10	0,1	1.011,8	49,9	205,5	412,0
Gemüse	Spargel	633	0,05	0,0	296,9	37,2	71,4	191,8
Gemüse	Möhren	846	0,07	0,1	625,4	70,4	176,3	250,3
Getreide	Hirse	311	0,03	0,1	77,7	20,7	28,5	137,8
Getreide	Dinkel	6.282	0,53	4,5	905,1	202,7	242,9	119,9
Gras	Grasvermehrung	1.743	0,15	2,9	427,6	79,2	94,2	118,9
Grünland	Grünland gesamt <sup>4</sup>	164.263	13,73	547,9	18.056,6	4.977,7	4.466,2	89,7
Hackfrucht	Kartoffel gesamt <sup>5</sup>	15.600	1,31	0,1	4.905,9	472,7	937,9	198,4
Hackfrucht	Zuckerrübe	53.877	4,50	18,0	10.062,5	1.683,6	2.232,2	132,6
Körnerleguminose	Erbsen gesamt <sup>6</sup>	13.003	1,09	0,0	2.292,0	394,0	535,0	135,8
Körnerleguminose	Lupinen	3.418	0,29	0,9	423,7	155,4	146,7	94,4
Mais	Mais gesamt <sup>7</sup>	175.154	14,64	4,3	16.444,9	5.307,7	4.002,2	75,4
Obst	Erdbeeren	175	0,01	0,6	40,2	8,0	9,7	122,1
Ölpflanze	Soja	1.285	0,11	5,4	449,5	58,4	96,9	165,9
Ölpflanze	Sonnenblume	3.652	0,31	2,2	649,3	121,7	140,9	115,8
Ölpflanze	Winterraps	75.412	6,30	63,2	7.182,7	2.285,2	2.049,5	89,7
Sommergetreide	Hafer	6.298	0,53	21,9	432,7	196,8	126,1	64,1
Sommergetreide	Sommergerste	11.858	0,99	10,2	1.948,4	359,3	444,9	123,8
Sommergetreide	Sommerdurum	3.407	0,29	2,8	883,4	212,9	273,7	128,6
Sommergetreide	Sommerweizen	2.802	0,23	1,2	557,2	96,6	128,6	133,2
Wintergetreide	Winterdurum	5.753	0,48	0,5	960,0	213,1	258,9	121,5
Wintergetreide	Triticale	22.148	1,85	58,4	1.730,2	671,2	473,5	70,6
Wintergetreide	Winterweizen	339.453	28,37	232,4	43.456,8	10.286,4	10.557,6	102,6
<b>Gesamt</b>		<b>942.005</b>	<b>78,70</b>					

1 - umfasst auch Brachflächen, Selbstbegünung etc., 2 - Rebanlagen und Tafeltrauben, 3 - seltenere Arten z. B. Buchweizen, 4 - Wiesen, Weiden, Mähweiden, Hutungen, 5 - Speise-, Stärkekartoffeln, Pflanzguterzeugung, 6 - Trocken- und Speiseerbsen, 7 - Silomais, Körnermais, Biogas-Mais

MW – Mittelwert, SD – Standardabweichung, VK – Variationskoeffizient

### 3.3 Verständnishinweise und Diskussion zu den Datengrundlagen

Inhalte des Kap. 3 zeigen die Vielgestaltigkeit notwendiger Daten zur Einschätzung der Anwendung von bioziden Wirkstoffen. Daten zur Abgabe von Wirkstoffen nach § 24 des PflSchG vermitteln lediglich einen groben Überblick zu angewendeten Wirkstoffen, denn die abgegebenen Mengenklassen sind weit gefasst und tendenzielle Veränderungen schwer ablesbar.

Zulassungsveränderungen zeigen demgegenüber sehr deutlich die hohe Dynamik im Wirkstoffspektrum über einen definierten Zeitraum. Daher sind diese Informationen zur Ausrichtung eines Gewässermonitorings grundlegend. Wesentlichste Hinweise beziehen sich auf die Tendenz der Zunahme von PBSM-Wirkstoffen, wobei zu entnehmen war, dass die Anzahl chemisch-synthetischer Wirkstoffe seit 2010 wenig variiert. Allerdings war ein erheblicher Wechsel bei diesen Wirkstoffen festzustellen. Im Vergleich der Zulassungsdaten 2014 und 2019 verloren 48 Wirkstoffe ihre Zulassung und 47 waren neu als Wirkstoff aufgenommen. Insgesamt wird eine Tendenz verstärkter Zulassung alternativer Wirkstoffe sichtbar.

Auf der anderen Seite war eine hohe Dynamik bei den Indikationszulassungen festzustellen, d. h. die Ausdehnung oder Verringerung der Anwendungsfelder für Wirkstoffe. Dieser Fakt ist für das Projektthema von Bedeutung. Änderungen in landwirtschaftlichen Anwendungsfeldern werden über Betriebsdaten indirekt erfasst. Bereiche der PBSM-Nutzung in Haus- und Garten stehen für zusätzlich mögliche Kontaminationen aus Siedlungsbereichen, ebenso die Nutzung von Wirkstoffen im Bau- und Hygienebereich. Ihre Mengen sind quantitativ nicht abzuschätzen, somit nicht im Ranking berücksichtigt. Sie sollten bei der Gütekontrolle von Oberflächengewässern dennoch beachtet werden, weil Einträge lokal über die Kanalisation erfolgen können.

Potenzielle Einträge aus Anwendungen im Forst und der DB sind lediglich lokal zu erwarten. Abgesehen vom Wirkstoff Glyphosat werden Wirkstoffe mit Zulassung zur Gleisfreihaltung nur in Dauerkulturen eingesetzt. Daher werden sie im Ranking nicht auffällig.

Aus den betrieblichen Pflanzenschutzdaten wurden Mittelwerte für die Mengen potenzieller Einträge aus Flächenanwendungen in der Landwirtschaft abgeschätzt. Sie beziehen sich auf Produkt- und Wirkstoffmengen. Für das Projektziel sind Wirkstoffmengen bedeutender, für die landwirtschaftliche Praxis Produktmengen verständlicher.

Alle im Zeitraum 2016 – 2019 angewendeten Wirkstoffe der wichtigsten Fruchtarten wurden erfasst, wobei die Wirkstoffmengen als Mittelwerte dargestellt sind. Die Mittelwertbildung erfolgte, weil bei der Vielzahl einmalig oder seltener Anwendungen von Wirkstoffen eine Summenbildung unrealer Werte ergibt.

Saatgut wird nahezu ausnahmslos in gebeizter Form gehandelt, weshalb dieser Eintragsweg in betrieblichen Pflanzenschutzdaten nicht erfasst ist. Aus diesem Grunde wurden entsprechende Wirkstoffe gesondert erfasst.

Aus der Literatur verfügbare Informationen<sup>7</sup> über die Häufigkeit angewendeter PBSM sind jeweils fruchtartenbezogen. Für ein praxisnahes Ranking angewendeter Wirkstoffe ist ebenfalls der Anbauumfang der Fruchtarten bedeutend. Als Datengrundlagen und für die Dokumentation im Analysezeitraum aufgetretenen Veränderungen, wurden die Anbauverhältnisse dargestellt. Bedeutende Änderungen zeigten sich auf Landesebene bei Raps und Mais. Der Anbau dieser und anderer Fruchtarten ist jedoch regional deutlich differenziert und wurde auf Grundlage der LVG aufgezeigt. Die Anwendung der LVG macht Sinn, weil sie einheitliche Standortbedingungen widerspiegeln und damit die Vielgestaltigkeit regionaler Bedingungen aufzeigen, was bei Anwendung administrativer Regionen (Kreise) nicht gegeben ist.

Für das Projektziel insgesamt ist einzuschätzen, dass mit den erarbeiteten Daten eine umfassende und belastbare Grundlage zur Einschätzung der Anwendung von PBSM-Wirkstoffen in Sachsen-Anhalt gegeben ist.

---

<sup>7</sup> Panel Pflanzenschutzmittel-Anwendungen (PAPA) und Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz des JKI

## 4 Befunde aus dem LHW-Gewässermonitoring 2010 – 2019

### 4.1 Grundwasser-Monitoring zu PSM-Wirkstoffen

Mit der Tab.17 wird eine Übersicht der im Grundwasser-Monitoring für den Zeitraum 2010 – 2019 durchgeführten Arbeiten gegeben. Sie beziehen sich auf die PSM-Gruppen der Herbizide, Fungizide und Insektizide. Insgesamt waren 56 chemische Wirkstoffe im Monitoring, wie Tab. 17 ausweist überwiegend Herbizide und eine geringere Anzahl insektizider Stoffe. Letztere schließen vier Isomere des „Altwirkstoffs“ Lindan (HCH) ein, die in der Anfangsphase der betrachteten Zeitskala mit untersucht wurden.

Ergänzend muss angemerkt werden, dass vier herbizide Wirkstoffe im Monitoring in der praktischen Anwendung andere Isomere. Sie sind im Anhang 1 (Zulassungsübersicht) extra ausgewiesen. Chemische Wirkstoffe mit Wuchsstoffcharakter waren nicht im Monitoring.

**Tab. 17: Übersicht der im Grundwasser-Monitoring 2010 – 2019 betrachteten Wirkstoffanzahl sowie zum Zulassungsstand der PSM-Gruppen**

	insgesamt	davon		
		Herbizid	Fungizid	Insektizid
Anzahl Wirkstoffe	<b>56</b>	33	14	9*
Zulassung aktuell	<b>24</b>	14	6	4
nicht zugelassen	<b>28</b>	15	4	5*
abweichendes Isomer in Zulassung	<b>4</b>	4	-	-

\*einschließlich vier Isomere von Lindan

Tab. 18 vermittelt einen Einblick in den Umfang der durchgeführten Beprobungen und den sich daraus ergebenden PSM-Analysen. Zugleich gibt sie eine Grobübersicht der Resultate in Aufgliederung der Jahre. Im aufgeführten Zeitraum wurden 6.508 Beprobungen durchgeführt, welche zu 76.899 Analysen auf PBSM-Wirkstoffe führten. Letzthin waren, bei Betrachtung des Gesamtzeitraumes, 1,42 % der Analysen positiv, d. h. die Befunde lagen über technisch bedingten Bestimmungsgrenzen. Die Variation der Ergebnisse über die Einzeljahre ist aus der Tab. 18 ebenfalls ersichtlich und ist der Drittelung des Messstellenumfanges geschuldet, d. h. im Rhythmus von drei Jahren sind alle Messstellen komplett erfasst.

**Tab. 18: Übersicht der durchgeführten Beprobungen und Analysen sowie der Analyseergebnisse mit Bezug zu PSM-Wirkstoffen (Herbizide, Fungizide, Insektizide) im Grundwasser**

	Jahr										Gesamt
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Anzahl von Beprobungen	730	879	689	696	706	528	567	572	598	543	<b>6.508</b>
Anzahl Analysen	8.756	9.873	4.460	7.426	15.576	8.100	6.301	8.286	5.947	2.174	<b>76.899</b>
davon unter Bestimmungsgrenze	8.606	9.748	4.328	7.284	15.420	7.983	6.210	8.232	5.892	2.107	<b>75.810</b>
davon über Bestimmungsgrenze	150	125	132	142	156	117	91	54	55	67	<b>1.089</b>
rel. Anteil Analysen über Bestimmungsgrenze	1,71	1,27	2,96	1,91	1,00	1,44	1,44	0,65	0,92	3,08	<b>1,42</b>

Quelle: Datenübergabe vom LHW

#### 4.1.1 Zulassungsstand

Die Tab. 19 führt in das GW-Monitoring 2010 – 2019 einbezogenen Wirkstoffe im Einzelnen auf, ordnet sie den PSM-Gruppen zu und gibt Aussagen, ob gegenwärtig Wirkstoffanwendungen in der Landwirtschaft bzw. anderen Anwendungsbereichen zu erwarten sind oder nicht.

**Tab. 19: Übersicht der im Grundwasser-Monitoring untersuchten Wirkstoffe und Information zur PSM-Gruppe und dem Zulassungsstand (Stand April 2020)**

Lfd. Nr.	Wirkstoff (Kurzname)	Wirkstoff	PSM-Gruppe	Zulassungsstand*
1	24-D	2,4-D	Herbizid	aktuell
2	AMISULF	Amidosulfuron	Herbizid	aktuell
3	Azoxyst	Azoxystrobin	Fungizid	aktuell
4	CLTOLURON	Chlortoluron	Herbizid	aktuell
5	DFLFNICAN	Diflufenican	Herbizid	aktuell
6	Dimethacl	Dimethachlor	Herbizid	aktuell
7	DOXSTRBIN	Dimoxystrobin	Fungizid	aktuell
8	ESFENVAL	Esfenvalerat	Insektizid	aktuell
9	ETHFMESAT	Ethofumesat	Herbizid	aktuell
10	Glyphosat	Glyphosat	Herbizid	aktuell
11	IMIDACLPR	Imidacloprid	Insektizid	aktuell
12	Lenacil	Lenacil	Herbizid	aktuell
13	MCPA	MCPA	Herbizid	aktuell
14	Metalaxyl	Metalaxyl	Fungizid	aktuell
15	METAMITRO	Metamitron	Herbizid	aktuell
16	METAZACL	Metazachlor	Herbizid	aktuell
17	NAPROAMID	Napropamid	Herbizid	aktuell
18	PRIMICARB	Pirimicarb	Insektizid	aktuell
19	PROPMOCAR	Propamocarb	Fungizid	aktuell
20	QUINMERAC	Quinmerac	Herbizid	aktuell
21	TBCONAZOL	Tebuconazol	Fungizid	aktuell

Lfd. Nr.	Wirkstoff (Kurzname)	Wirkstoff	PSM-Gruppe	Zulassungsstand*
22	TERBUAZIN	Terbuthylazin	Herbizid	aktuell
23	Thiacipri	Thiacloprid	Insektizid	aktuell
24	Zoxamid	Zoxamid	Fungizid	aktuell
25	DICLPROP	Dichlorprop	Herbizid	Zulassung Isomere
26	DIMETAMID	Dimethenamid	Herbizid	Zulassung Isomere
27	Mecoprop	Mecoprop	Fungizid	Zulassung Isomere
28	METOLACL	Metolachlor	Herbizid	Zulassung Isomere
29	alphaHCH	Alpha-HCH	Insektizid	nicht zugelassen
30	Ametryn	Ametryn	Herbizid	nicht zugelassen
31	Atrazin	Atrazin	Herbizid	nicht zugelassen
32	Bentazon	Bentazon	Herbizid	nicht zugelassen
33	beta-HCH	Beta-HCH	Insektizid	nicht zugelassen
34	Bromacil	Bromacil	Herbizid	nicht zugelassen
35	CARBENAZI	Carbendazim	Fungizid	nicht zugelassen
36	Clridazon	Chloridazon	Herbizid	nicht zugelassen
37	delta-HCH	Delta-HCH	Insektizid	nicht zugelassen
38	Dimefuron	Dimefuron	Herbizid	nicht zugelassen
39	Dimethoat	Dimethoat	Insektizid	nicht zugelassen
40	Diuron	Diuron	Herbizid	nicht zugelassen
41	EPXCONAZO	Epoconazol	Fungizid	nicht zugelassen
42	FLUSLAZOL	Flusilazol	Fungizid	nicht zugelassen
43	FLUTAMON	Flurtamon	Herbizid	nicht zugelassen
44	FNPRMORPH	Fenpropimorph	Fungizid	nicht zugelassen
45	gamma-HCH	Gamma-HCH	Insektizid	nicht zugelassen
46	Hexazinon	Hexazinon	Herbizid	nicht zugelassen
47	IRGAROL	Irgarol	Fungizid	nicht zugelassen
48	ISOPROTUR	Isoproturon	Herbizid	nicht zugelassen
49	Oxadixyl	Oxadixyl	Fungizid	nicht zugelassen
50	Proclaz	Procloraz	Fungizid	nicht zugelassen
51	Prometryn	Prometryn	Herbizid	nicht zugelassen
52	Propazin	Propazin	Herbizid	nicht zugelassen
53	PRPCNAZOL	Propiconazol	Fungizid	nicht zugelassen
54	Simazin	Simazin	Herbizid	nicht zugelassen
55	TERBUTRYN	Terbutryn	Herbizid	nicht zugelassen
56	TRFLURALI	Trifluralin	Herbizid	nicht zugelassen

\*Zulassungsstand April 2020

#### 4.1.2 Rangbildung der Wirkstoffe nach Monitoringbefunden

Aus den Monitoringergebnissen kann auf Grundlage verschiedener Kriterien eine Rangfolge der Bedeutung von PSM-Wirkstoffen für den Schutz des Grundwassers abgeleitet werden. Mit der Tab 20 sind die 25 wichtigsten Wirkstoffe nach Häufigkeit der Befunde geordnet. Betrachtet werden der Zeitraum 2010 – 2019 bzw. die unteretzten Zeitabschnitte 2010 – 2015 und 2016 – 2019. Für diese Zeitabschnitte ergeben sich leichte Unterschiede in der Rangstellung der Wirkstoffe, u. a. auch aus der Unterschiedlichkeit im Monitoring liegender Wirkstoffe. Im Anhang 2 sind die jeweils jährlich untersuchten Wirkstoffe als Übersicht dargestellt

und im Anhang 3 findet sich die komplette Rangtabelle. Jahre bzw. Wirkstoffe mit Null-Besatz waren ohne Positivfund.

In der Rangzuordnung sind zunächst keine weiteren Kriterien eingeflossen, jedoch sind Wirkstoffe mit fallweiser Überschreitung der Schwellenwerte nach GrwV (SW-G) fett hervorgehoben. Diese setzt 0,1 µg/l als Grenzwert an<sup>8</sup>.

Mit der Tab. 21 wird dieser Fakt unterlegt. Hier erfolgte die Rangbildung der Wirkstoffe nach den gemessenen Wirkstoffkonzentrationen als Mittelwert aller Analyseergebnisse der betrachteten Zeiträume. Für den Zeitabschnitt 2010 – 2019 traten bei Wirkstoffen der Ränge 1 – 8 Überschreitungen der SW-G auf.

**Tab. 20: Ränge der im Grundwasser-Monitoring auffälligsten 25 PBSM-Wirkstoffe nach relativer Anzahl Positivfunde** (fett hervorgehobene Wirkstoffe überschritten den Schwellenwert nach GrwV; Gesamtübersicht aller Wirkstoffe im Anhang 3)

Wirkstoff*	Anzahl Positivfunde			rel. Anzahl Positivfunde			Rang nach rel. Anzahl Positivfunde		
	2010 - 2019	2010 - 2015	2016-2019	2010 - 2019	2010 - 2015	2016-2019	2010 - 2019	2010 - 2015	2016-2019
<b>Bentazon</b>	<b>515</b>	<b>342</b>	<b>173</b>	<b>21,13</b>	<b>20,26</b>	<b>23,10</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Simazin</b>	<b>144</b>	<b>126</b>	<b>18</b>	<b>7,32</b>	<b>7,49</b>	<b>6,29</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Atrazin</b>	<b>107</b>	<b>100</b>	<b>7</b>	<b>5,43</b>	<b>5,94</b>	<b>2,44</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>6</b>
<b>Propazin</b>	<b>79</b>	<b>72</b>	<b>7</b>	<b>4,01</b>	<b>4,28</b>	<b>2,43</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>7</b>
IMIDACLPR	2	0	2	3,23		3,23	5	n. U.	3
<b>Prometryn</b>	<b>36</b>	<b>29</b>	<b>7</b>	<b>2,10</b>	<b>2,02</b>	<b>2,54</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Lenacil</b>	<b>31</b>	<b>22</b>	<b>9</b>	<b>1,58</b>	<b>1,31</b>	<b>3,21</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
<b>Glyphosat</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>1,27</b>	<b>1,07</b>	<b>1,44</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>8</b>
<b>METOLACL</b>	<b>24</b>	<b>21</b>	<b>3</b>	<b>1,03</b>	<b>1,29</b>	<b>0,43</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>14</b>
<b>Oxadixyl</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>0,82</b>	<b>0,84</b>	<b>0,77</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
FNPRMORPH	12	11	1	0,73	1,18	0,14	11	8	17
Quinmerac	10	6	4	0,61	0,64	0,57	12	13	12
ISOPROTUR	14	12	2	0,60	0,74	0,29	13	11	16
<b>Mecoprop</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>0,54</b>	<b>0,32</b>	<b>1,14</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>9</b>
TERBUAZIN	10	7	3	0,51	0,42	1,04	15	15	10
<b>24-D</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>0,43</b>	<b>0,64</b>	<b>0,14</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>17</b>
ETHFMESAT	2	0	2	0,41		0,41	17	n. U.	15
METAZACL	8	8	0	0,34	0,49	0,00	18	14	19
Diuron	8	5	3	0,34	0,31	0,43	19	19	13
<b>MCPA</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0,33</b>	<b>0,36</b>	<b>0,29</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>16</b>
<b>CLTOLURON</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0,29</b>	<b>0,38</b>	<b>0,14</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>17</b>
Hexazinon	5	5	0	0,29	0,30	0,00	22	20	19
Dimefuron	3	3		0,19	0,23	0,00	23	21	19
AMISULF	3	2	1	0,18	0,21	0,14	24	22	17
DICLPROP	3	2	1	0,17	0,19	0,14	25	23	17

\* Wirkstoffkurznamen in Großbuchstaben

<sup>8</sup> Verordnung zum Schutz des Grundwassers (GrwV), 09.11.2010

Im Vergleich der zwei Jahresscheiben 2010 – 2015 und 2016 – 2020 veränderten sich die Rangstellungen z. T. erheblich. So nahmen z. B. die Wirkstoffe 2,4-D, Metazachlor, Chloridazon, Tebuconazol, Hexazinon sowie Zoxamid nach „Konzentrationsranking“ in ihrer Bedeutung ab, während die Wirkstoffe Ethefumesat, Atrazin, Carbendazim und Quinmerac in der Rangstellung vorrückten.

Tab. 21 zeigt Ränge der im Grundwasser-Monitoring erfassten PBSM-Wirkstoffe nach aufgefunderer Konzentration, geordnet nach den Befunden für den Zeitabschnitt 2010 – 2019.

**Tab. 21: Ränge der im Grundwasser-Monitoring auffälligsten 25 PBSM-Wirkstoffe nach aufgefunderer Konzentration als Mittelwert der aufgeführten Jahreszeiträume** (fett hervorgehobene Wirkstoffe überschritten Schwellenwert nach GrW; Gesamtübersicht aller Wirkstoffe im Anhang 4)

Wirkstoff*	Mittelwert Konzentration der Jahre			Ränge		
	2010 - 2019	2010 - 2015	2016-2019	2010 - 2019	2010 - 2015	2016-2019
<b>Bentazon</b>	<b>1,683</b>	<b>13,630</b>	<b>2,563</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Oxadixyl</b>	<b>0,464</b>	<b>2,770</b>	<b>0,410</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Lenacil</b>	<b>0,335</b>	<b>2,737</b>	<b>0,419</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<b>METOLACL</b>	<b>0,144</b>	<b>0,438</b>	<b>0,228</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Prometryn</b>	<b>0,144</b>	<b>1,257</b>	<b>0,212</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
<b>MCPA</b>	<b>0,125</b>	<b>0,168</b>	<b>0,040</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>24-D</b>	<b>0,118</b>	<b>0,172</b>	<b>0,024</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>19</b>
<b>Glyphosat</b>	<b>0,109</b>	<b>0,360</b>	<b>0,243</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
<b>CLTOLURON</b>	<b>0,086</b>	<b>0,324</b>	<b>0,042</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>14</b>
<b>METAZACL</b>	<b>0,080</b>	<b>0,253</b>	<b>0,000</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>23</b>
<b>Chloridazon</b>	<b>0,077</b>	<b>0,231</b>	<b>0,000</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>23</b>
<b>ETHFMESAT</b>	<b>0,068</b>	<b>0,000</b>	<b>0,136</b>	<b>12</b>	<b>n. U.</b>	<b>9</b>
<b>Mecoprop</b>	<b>0,058</b>	<b>0,112</b>	<b>0,125</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>10</b>
<b>Simazin</b>	<b>0,046</b>	<b>0,290</b>	<b>0,101</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>11</b>
<b>Atrazin</b>	<b>0,046</b>	<b>0,281</b>	<b>0,152</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>7</b>
TBCONAZOL	0,046	0,046	0,000	16	21	23
TERBUAZIN	0,040	0,112	0,070	17	17	12
Hexazinon	0,036	0,151	0,000	18	15	23
DICLPROP	0,032	0,034	0,028	19	24	16
Zoxamid	0,031	0,031	0,000	20	25	23
<b>Propazin</b>	<b>0,030</b>	<b>0,179</b>	<b>0,057</b>	<b>21</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
Metalaxyl	0,029	0,058	0,000	22	19	23
CARBENAZI	0,028		0,028	23	<b>n. U.</b>	17
<b>Quinmerac</b>	<b>0,025</b>	<b>0,049</b>	<b>0,148</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>8</b>
Dimefuron	0,022	0,039	0,000	25	22	23

\* Wirkstoffkurznamen in Großbuchstaben

In der Tab. 22 sind die Rangstellungen der Wirkstoffe nach beiden Kriterien für den Gesamtzeitraum 2010 – 2019 vergleichend dargestellt. Sie verdeutlicht die Unterschiedlichkeit der erzielten Rangergebnisse. Damit ergibt sich schlussfolgernd, dass für Entscheidungen zur Ausrichtung des Grundwasser-Monitorings weitere fachliche Gründe beachtet werden sollten, wie für den Wirkstoff Oxadixyl anzumerken. Seine Rangstellung nach Konzentration

ergibt sich aus lediglich zwei Fällen einer erheblichen Überschreitung des Schwellenwertes durch Schadensfälle.

Die Einordnung bildet aber eine belastbare Grundlage zur Auswahl näher zu betrachtender „Risikowirkstoffe“ und für den Abgleich der Monitoringbefunde mit dem Anwendungsumfang der PBSM-Wirkstoffe in der Praxis.

**Tab. 22: Vergleichende Rangstellung der Wirkstoffe im Grundwasser nach relativer Anzahl Positivfunde bzw. Mittelwerte der Konzentration für den Zeitraum der Jahre 2010 – 2019** (in Klammern dargestellt Anzahl Positivfunde und Mittelwerte der Konzentration in µg/l)

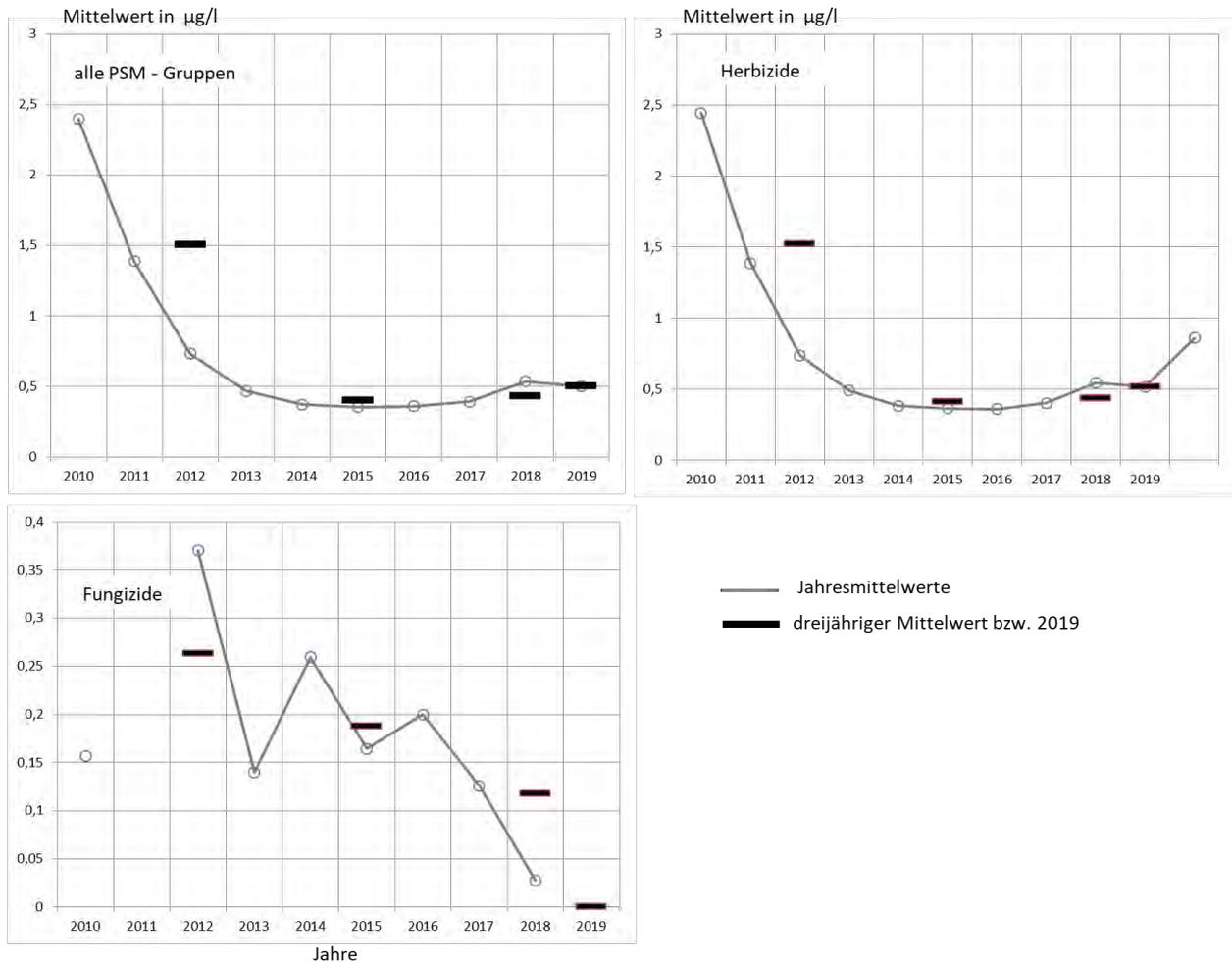
Rang	rel. Anzahl Positivfunde*	Konzentration*
1	Bentazon (515)	Bentazon (1,68)
2	Simazin (144)	Oxadixyl (0,46)**
3	Atrazin (107)	Lenacil (0,34)
4	Propazin (79)	Prometryn (0,14)
5	IMIDACLPR (2)	METOLACL (0,14)
6	Prometryn (36)	MCPA (0,13)
7	Lenacil (31)	24-D (0,12)
8	Glyphosat (8)	Glyphosat (0,11)
9	METOLACL (24)	CLTOLURON (0,09)
10	Oxadixyl (11)	METAZACL (0,08)
11	FNPRMORPH (12)	Clridazon (0,08)
12	QUINMERAC (10)	ETHFMESAT (0,07)
13	ISOPROTUR (14)	Mecoprop (0,06)
14	Mecoprop (14)	Simazin (0,05)
15	TERBUAZIN (10)	Atrazin (0,05)
16	24-D (7)	TBCONAZOL (0,05)
17	ETHFMESAT (2)	TERBUAZIN (0,04)
18	METAZACL (8)	Hexazinon (0,04)
19	Diuron (8)	DICLPROP (0,03)
20	MCPA (7)	Zoxamid (0,03)
21	CLTOLURON (5)	Propazin (0,03)
22	Hexazinon (5)	Metalaxyl (0,03)
23	Dimefuron (3)	CARBENAZI (0,03)
24	AMISULF (3)	QUINMERAC (0,03)
25	DICLPROP (3)	Dimefuron (0,02)

\* Angaben zu Positivnachweisen und Konzentrationen sind in Tab.20 und 21 für Zeitabschnitte untersetzt dargestellt, \*\* zu beachten: Oxadixyl durch Schadensfall (Einmalereignis) so hoch im Ranking

### 4.1.3 Konzentrationsentwicklung im Zeitraum 2010 – 2019

#### 4.1.3.1 Betrachtung aller PSM-Gruppen

Die Abb. 4 fasst die Entwicklung der im Grundwasser aufgefundenen Wirkstoffkonzentrationen (Jahresmittelwert bzw. Dreijahresmittel) zunächst für alle PSM-Gruppen, und dann nach Herbiziden und Fungiziden getrennt, zusammen.



**Abb. 4: Entwicklungen der Positivbefunde (Konzentrationen) von Wirkstoffen aller bzw. der PSM-Gruppen Herbizide und Fungizide über den Zeitraum 2010 – 2019**

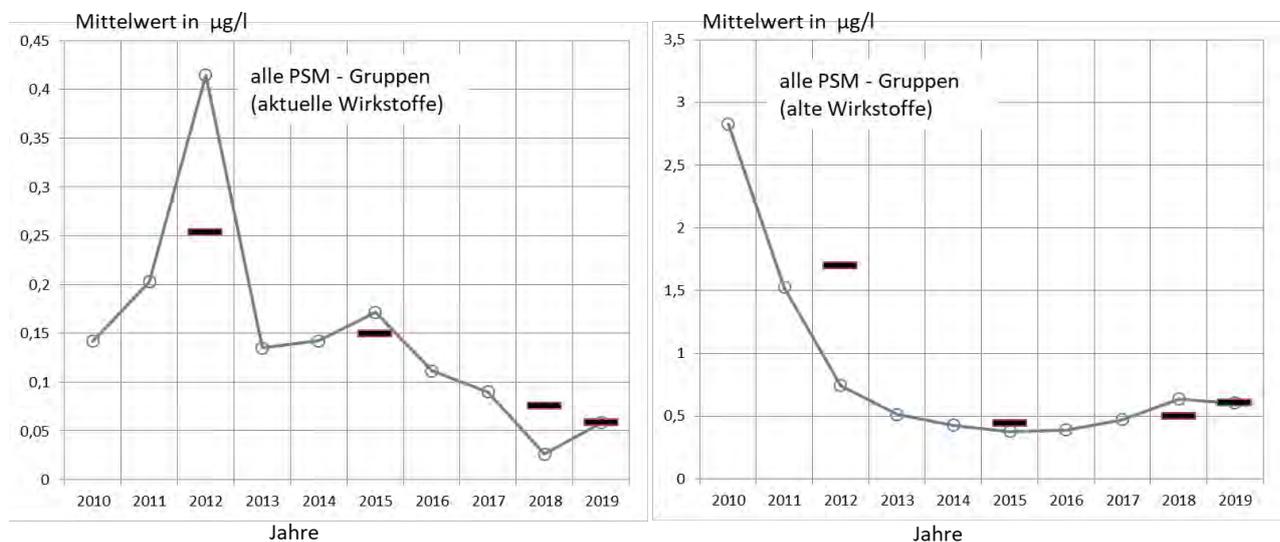
Generell wird die Abnahme der gefundenen Wirkstoffkonzentrationen deutlich, sowie die hohe Bedeutung herbizider Wirkstoffe für die Konzentrationsverläufe, denn die Kurven für alle PSM-Gruppen und Herbizide gleichen sich. Die Konzentrationen nehmen bis 2013/2014 ab und verbleiben in den Folgejahren auf einem ähnlichen Niveau. Die dreijährigen Mittelwerte bestärken diese Tendenz und auch das Einzeljahr 2019 fällt nicht aus dem genannten Rahmen.

Das Bild für fungizide Wirkstoffe vermittelt kontinuierliche Konzentrationsabnahmen im Betrachtungszeitraum, ausgehend von geringeren Konzentrationen als bei den Herbiziden. Somit haben Fungizide für die Grundwasserkontamination eine geringere Bedeutung. Hier spielt auch ihre Ausbringung auf einen geschlossenen Pflanzenbestand hinein.

Der Konzentrationsverlauf insektizide Wirkstoffe ist in der Tendenz wegen geringeren Datenumfangs nicht darstellbar. Festgestellte Wirkstoffkonzentrationen bezogen sich auf Altwirkstoffe (Lindan und seine Isomere, sowie Dimethoat) und den Zeitraum 2010 – 2015. Wirkstoffe zur Regulierung des Pflanzenwuchses sind im Grundwasser-Monitoring nicht erfasst, was auf fachlicher Basis (Anwendungsumfang, Anwendungszeitpunkt, chemische Eigenschaften) gründet.

#### 4.1.3.2 Konzentrationsentwicklung alter und aktueller Wirkstoffe

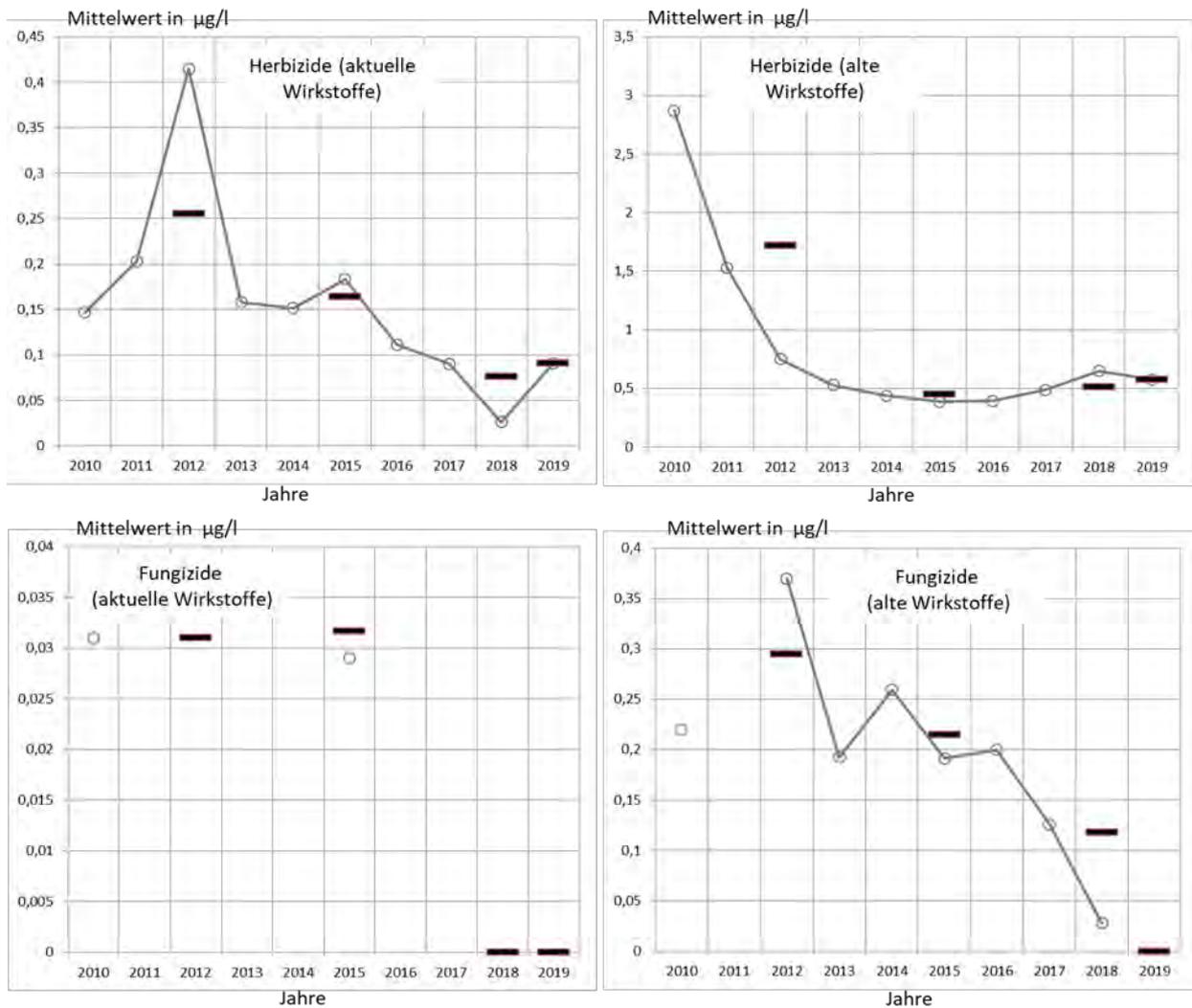
Für die Ausrichtung des Monitorings sollte weiterhin die Konzentrationsentwicklung aktueller (in Anwendung befindlicher Wirkstoffe) sowie Altwirkstoffe (für Anwendungen nicht mehr zugelassen) von Bedeutung sein. Diese Untersetzung stellt Abb. 5 vergleichend dar, zusammengefasst für alle PSM-Gruppen und die Jahre 2010 – 2019.



**Abb. 5: Verlauf der Wirkstoffkonzentrationen des Grundwassers im Vergleich aktueller (in Anwendung befindlicher Wirkstoffe) zu Altwirkstoffen (für Anwendungen nicht mehr zugelassen)**

Beide Konzentrationskurven zeigen deutliche Tendenz der Konzentrationsabnahme, insbesondere nach Maßstab der dreijährigen Mittelwerte. Bedeutender ist jedoch die maximal angeführte Konzentration, ca. 2,9 µg/l bzw. 0,41 µg/l für Alt- und aktuelle Wirkstoffe. Auch im Jahr 2019 liegen Konzentrationen aktueller Wirkstoffe deutlich unterhalb der Ergebnisse für ältere Wirkstoffe.

Die Konzentrationsverläufe der Abb. 5 werden mit der Abb. 6 in die PSM-Gruppen Herbizide und Fungizide untersetzt. Aussagen zu den Herbiziden gleichen sich mit vorstehenden Aussagen zum Gesamtspektrum untersuchter Wirkstoffe.

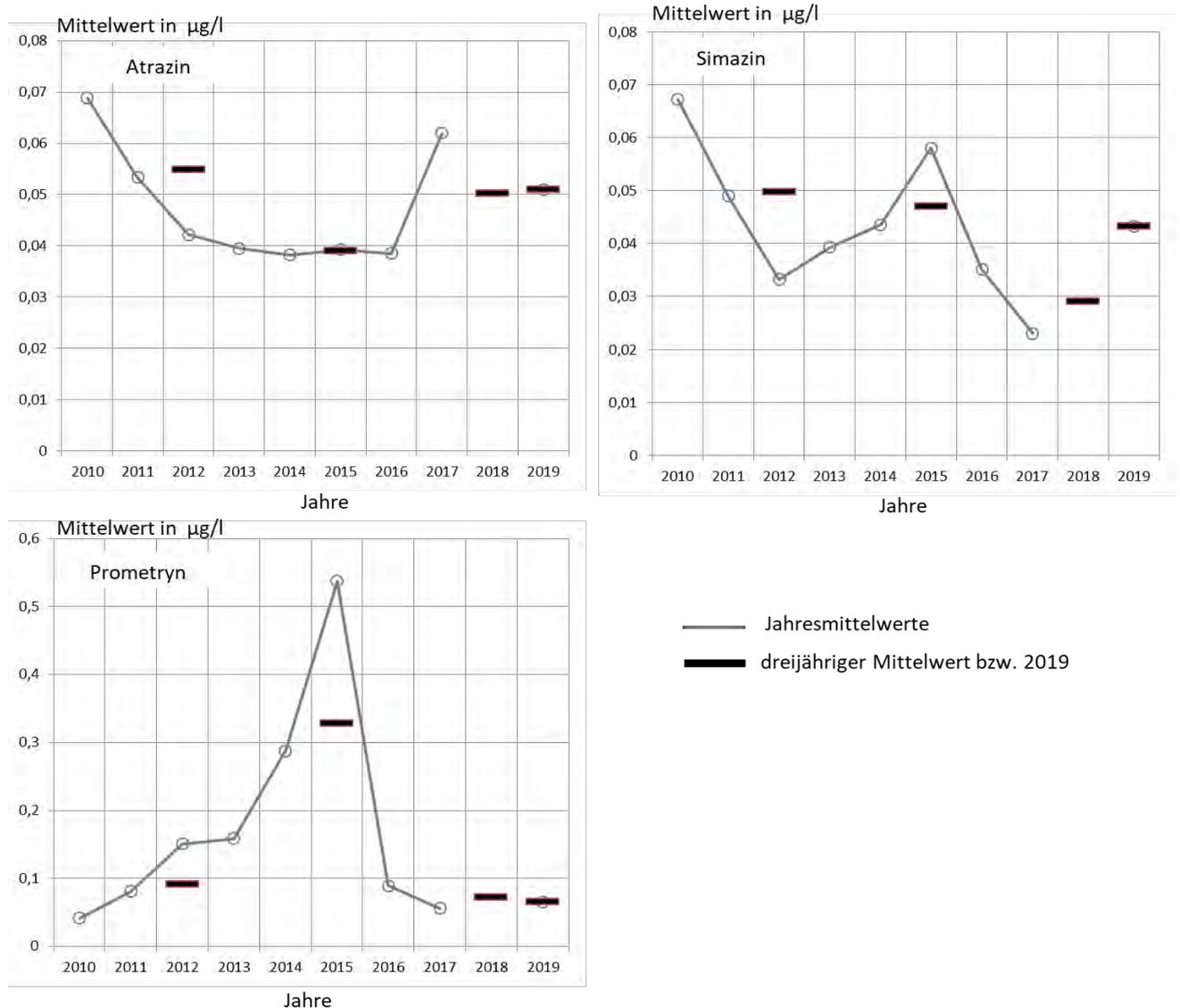


**Abb. 6: Verlauf der Wirkstoffkonzentrationen des Grundwassers im Vergleich aktueller (in Anwendung befindlicher Wirkstoffe) zu Altwirkstoffen (für Anwendungen nicht mehr zugelassen), getrennt nach Herbiziden und Fungiziden**

Die Konzentration alter Wirkstoffe nahm deutlich ab. Wirkstoffe aktueller Fungizide waren nur in den Jahre 2010 und 2015 in geringer Konzentration nachzuweisen. Im Jahr 2019 ergaben sich keine Nachweise.

#### 4.1.3.3 Konzentrationsverläufe ausgewählter Wirkstoffe

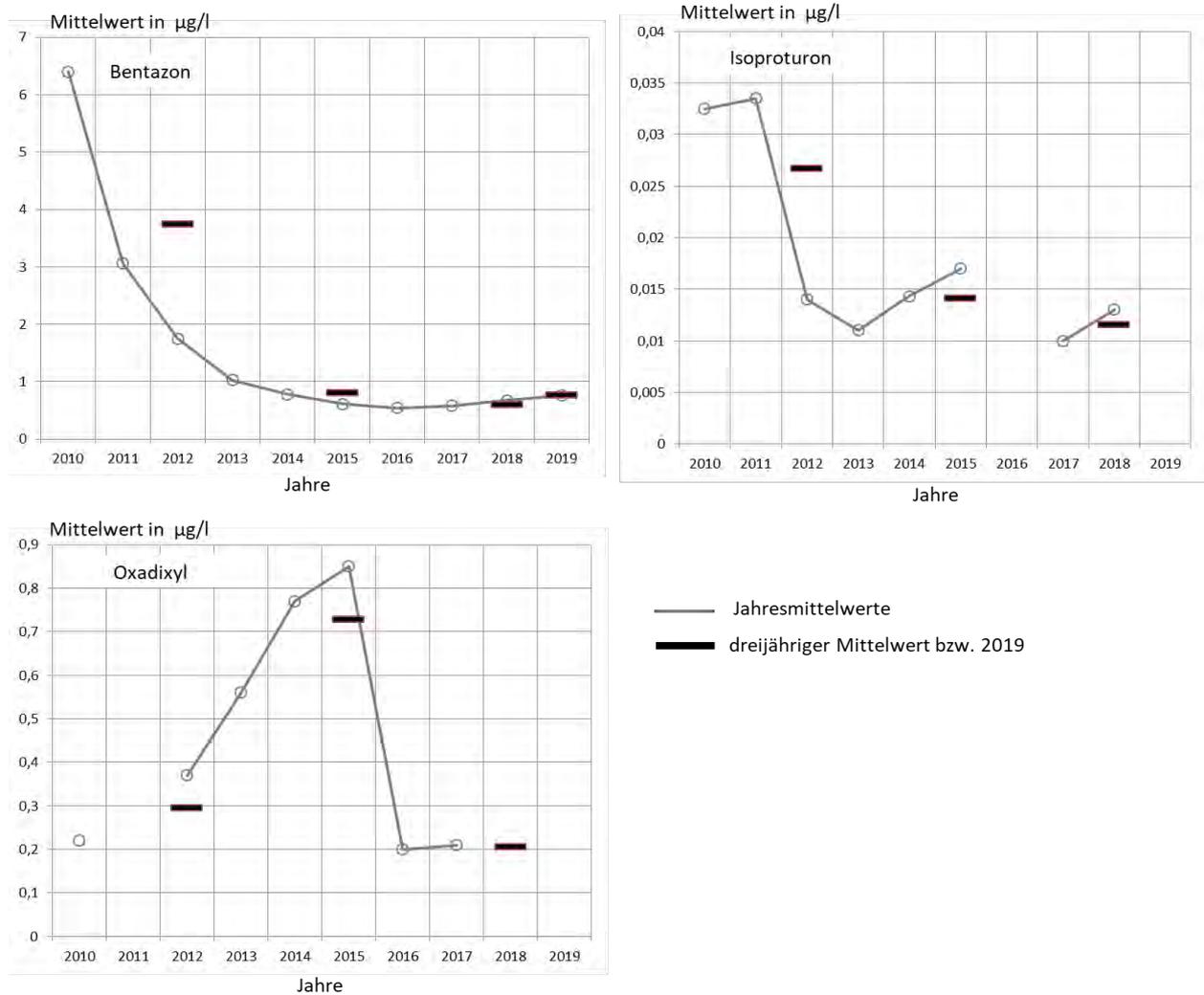
Nachfolgend ist die Entwicklung der Konzentrationen ausgewählter Wirkstoffe visualisiert. Die Auswahl bezieht sich auf Wirkstoffe, die den Gesamtgang der Konzentrationsentwicklung wesentlich beeinflussten. Zur Ableitung von Entscheidungsgrundlagen zur Ausrichtung des Grundwasser-Monitorings wird wiederum nach Wirkstoffen unterschieden, die seit längerem oder kürzlich aus der Zulassung entlassen sind, sowie aktuellen Wirkstoffe.



**Abb. 7: Konzentrationsentwicklung ausgewählter „Altwirkstoffe“ des Grundwassers im Zeitraum 2010 - 2019**

In der Abb. 7 aufgeführte ältere Wirkstoffe stehen in der Rangfolge (Tab. 20 und Tab. 21) der im Monitoring enthaltenen Wirkstoffe im vorderen Bereich und sind sowohl in Bezug auf Positivnachweise als auch der gemessenen Konzentrationen auffällig. Sie sind im Grundwasser kontinuierlich nachzuweisen. Es ergeben sich keine eindeutigen Tendenzen der Konzentrationen.

onsabnahme über den Zeitraum 2010 – 2019. Die Wirkstoffe Atrazin und Simazin liegen jedoch in einem geringen Konzentrationsbereich zwischen 0,03 µg/l und 0,06 µg/l. Für Prometryn ergaben sich im Jahr 2015 bzw. den Dreijahresdurchschnitt 2013 – 2015 erhöhte Konzentrationen. Aktuellere Befunde liegen im Bereich der Ausgangsjahre 2010 – 2013.

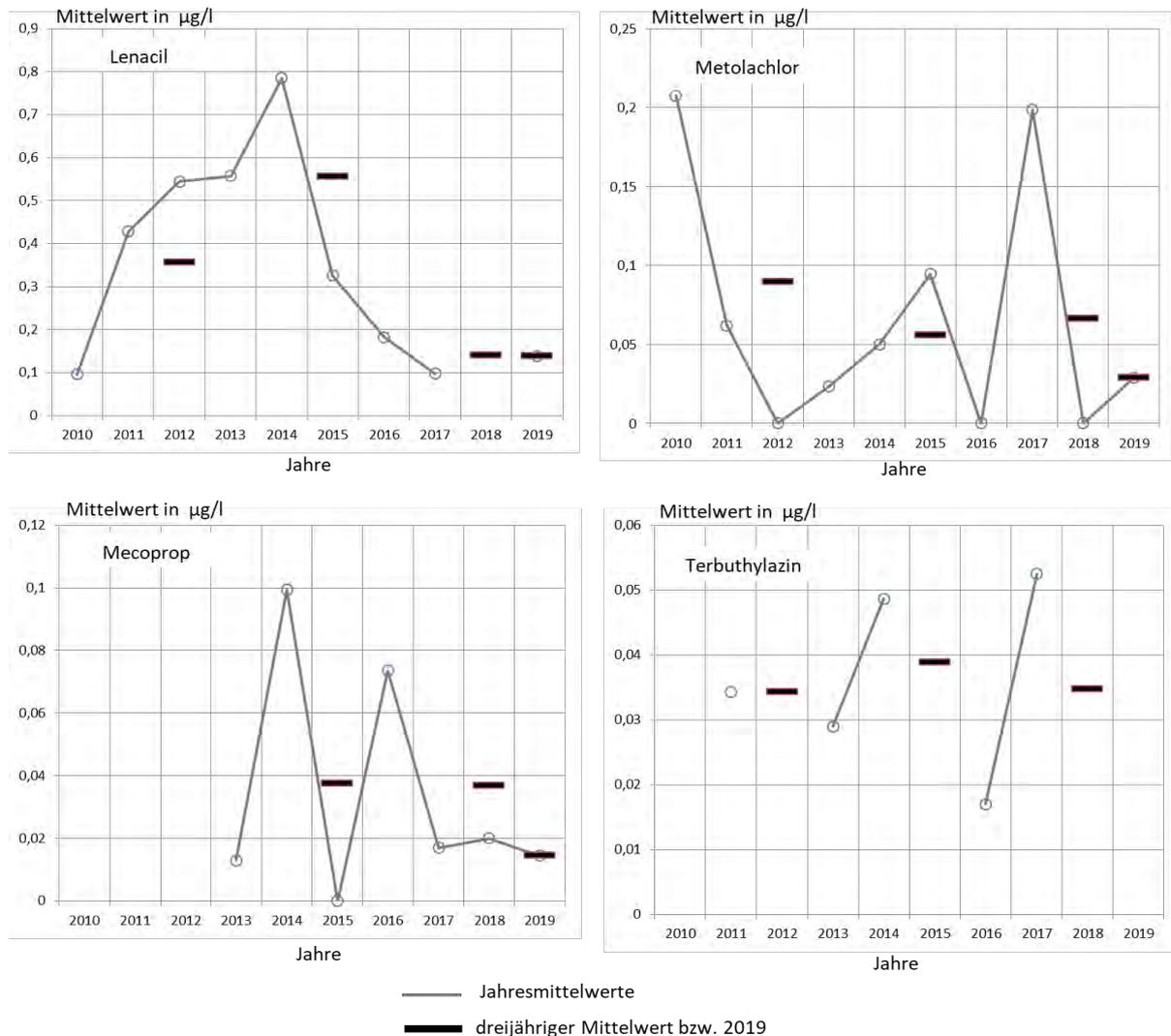


**Abb. 8: Konzentrationsentwicklung ausgewählter und kürzlich aus der Zulassung entlassene Wirkstoffe des Grundwassers im Zeitraum 2010 – 2019**

Mit der Abb. 8 werden die Konzentrationsverläufe kürzlich aus der Anwendung entlassener Wirkstoffe dargestellt. Besonders hervorzuheben ist die Konzentrationsentwicklung bei Bentazon. Er war in den vergangenen Jahren besonders auffällig und überschritt die Qualitätsnorm für Trinkwasser erheblich. Trotz deutlichen Konzentrationsrückgangs ist dies auch im Mittel 2016 – 2018 und im Jahr 2019 der Fall. Isoproturon ist mit abnehmender geringer Konzentration nachweisbar. Der Wirkstoff Oxadixyl (Fungizid) nahm in der Konzentration bis 2015 erheblich zu und lag im Mittel der Jahre 2016/2017 etwa auf Ausgangsniveau.

Die Abb. 9 enthält eine Übersicht zur Konzentrationsentwicklung aktuell in der Anwendung befindlicher Wirkstoffe. Es handelt sich ausschließlich um Herbizide, denn aktuelle fungizide Wirkstoffe wurden im Monitoring nur selten gefunden. Konzentrationen des Wirkstoffs

Lenacil lagen in den Jahren 2010 – 2012 und 2013 – 2015 in hohen Bereichen und näherten sich bis 2019 der Ausgangslage an. Die Befunde zu Metolachlor sind in den Einzeljahren stark schwankend (auch nicht in jedem Jahr untersucht). Die dreijährigen Mittelwerte und das Jahr 2019 zeigen bleibende Konzentrationen unterhalb 0,1 µg/l. Für die Wirkstoffe Mecoprop und Terbutylazin sind Nachweise geringer Konzentrationen gegeben, die eher auf Kontinuität verweisen.



**Abb. 9: Konzentrationsentwicklung ausgewählter aktueller Wirkstoffe des Grundwassers im Zeitraum 2010 – 2019**

## 4.2 Oberflächenwasser

### 4.2.1 Oberflächenwasser-Monitoring zu PSM-Wirkstoffen

Mit der Tab. 23 wird eine Übersicht der im Oberflächenwasser-Monitoring für den Zeitraum 2010 – 2019 durchgeführten Arbeiten gegeben. Sie bezieht sich auf die PSM-Gruppen Herbizide, Fungizide und Insektizide/Akarizide. Als Wirkstoff zur Regulation des Pflanzenwachstums war Chlormequat im Untersuchungsumfang.

Insgesamt waren damit 89 chemische Wirkstoffe im Monitoring. Wie Tab.23 ausweist, überwiegend Herbizide und Fungizide sowie Insektizide in etwa gleichartigem Umfang. Von den im Monitoring befindlichen Wirkstoffen sind 41 für landwirtschaftliche Anwendungen nicht mehr zugelassen. Letztere schließen Isomere des „Altwirkstoffs“ Lindan (HCH) ein, die in der Anfangsphase der betrachteten Zeitskala mit untersucht wurden. Weitere ältere Wirkstoffe (z. B. Atrazin, Propazin) waren im Zeitraum 2016 – 2019 unauffällig und sind in den Datenübersichten für diesen Zeitraum nicht enthalten (vergl. Auch Anhang 5).

**Tab. 23: Übersicht der im Oberflächenwasser-Monitoring 2010 – 2019 betrachteten Wirkstoffanzahl sowie zum Zulassungsstand der PSM-Gruppen**

	Gesamt	davon			davon alt		
		Herbizide	Fungizide	Insektizide/ Akarizide	Herbizide	Fungizide	Insektizide/ Akarizide
Anzahl PSM Wirkstoffe	<b>89</b>	49	19	21	20	9	12
Anzahl Metaboliten	<b>5</b>						

Aus der Tab. 24 wird der Umfang in den Jahren 2010 – 2019 durchgeführter Untersuchungen auf PSM-Wirkstoffe und deren Abbauprodukte (Metaboliten) ersichtlich. Zugleich ergibt sich eine Übersicht der Befundsituation. Die Anzahl positiver Nachweise von PSM-Wirkstoffen geht im Jahresabschnitt 2010 – 2013 zurück und liegt zwischen 2014 – 2019 ohne wesentliche Schwankungen in einem Bereich von etwa 5,8 % – 8,5 % der durchgeführten Analysen. Bei den Metaboliten liegt der relative Anteil der Proben über der Bestimmungsgrenze von 2010 – 2017 im einstelligen Bereich (0 % - 8,9 %) und steigt in Folgezeit an.

**Tab. 24: Übersicht der durchgeführten Beprobungen und Analysen sowie der Analyseergebnisse mit Bezug zu PSM Wirkstoffen (Herbizide, Fungizide, Insektizide) im Oberflächenwasser**

PSM-Wirkstoffe	Jahr											Gesamt
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019		
Anzahl Probenahmen	404	457	390	419	430	426	425	485	491	433	<b>4.360</b>	
Anzahl Analysen PBSM	2.282	2.350	4.508	4.483	3.639	9.105	13.196	10.295	8.138	9.369	<b>67.365</b>	
davon unter BG	1.826	2.010	3.880	3.998	3.356	8.330	12.334	9.569	7.572	8.830	<b>61.705</b>	
davon über BG	456	340	628	485	283	775	862	726	566	539	<b>5.660</b>	
relativer Anteil Proben über BG	19,98	14,47	13,93	10,82	7,78	8,51	6,53	7,05	6,96	5,75	<b>8,40</b>	

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

Metaboliten											
	Jahr										Gesamt
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Anzahl Analysen	275	143	116	113	111	86	76	418	328	30	1.696
davon unter BG	265	134	113	109	110	86	76	381	293		1.567
davon über BG	10	9	3	4	1			37	35	30	129
relativer Anteil Proben über BG	3,64	6,29	2,59	3,54	0,90	0,00	0,00	8,85	10,67	100,00	7,61

BG – Bestimmungsgrenze

**Tab. 25: Im Oberflächenwasser-Monitoring untersuchte Wirkstoffe und Information zur PSM-Gruppe und dem Zulassungszustand (Stand April 2020)**

lfd.-Nr.	Wirkstoff (Kurzname)	Wirkstoff	PSM - Gruppe	Zulassungszustand
1	24-D	2,4-D	Herbizid	aktuell
2	ACEMIPRI	Acetamiprid	Insektizid	aktuell
3	ACLONIFEN	Aclonifen	Herbizid	aktuell
4	AMSULFURO	Amidosulfuron	Herbizid	aktuell
5	AZOXYSTR	Azoxystrobin	Fungizid	aktuell
6	BIFENOX	Bifenox	Herbizid	aktuell
7	BOSCALID	Boscalid	Fungizid	aktuell
8	BRMOXYNIL	Bromoxynil	Herbizid	aktuell
9	CLOMAZON	Clomazone	Herbizid	aktuell
10	CLTOLURON	Chlortoluron	Herbizid	aktuell
11	DFLFNICAN	Diflufenican	Herbizid	aktuell
12	DIMETHACL	Dimethachlor	Herbizid	aktuell
13	DOXSTRBIN	Dimoxystrobin	Fungizid	aktuell
14	ESFENVAL	Esfenvalerat	Insektizid	aktuell
15	FLUFEACET	Flufenacet	Herbizid	aktuell
16	IMIDACLPR	Imidacloprid	Insektizid	aktuell
17	INDOXCARB	Indoxacarb	Insektizid	aktuell
18	L_CYHLOTR	Lambda-Cyhalothrin	Insektizid	aktuell
19	LENACIL	Lenacil	Herbizid	aktuell
20	MCPA	MCPA	Herbizid	aktuell
21	METALAXYL	Metalaxyl	Fungizid	aktuell
22	METAMITRO	Metamitron	Herbizid	aktuell
23	METAZACL	Metazachlor	Herbizid	aktuell
24	NAPROAMID	Napropamid	Herbizid	aktuell
25	NICSULRON	Nicosulfuron	Herbizid	aktuell
26	PETOXAMID	Pethoxamid	Herbizid	aktuell
27	PNDMTALIN	Pendimethalin	Herbizid	aktuell
28	PRIMICARB	Pirimicarb	Insektizid	aktuell
29	PROXYCBZON	Propoxycarbazon	Herbizid	aktuell
30	PRSULCARB	Prosulfocarb	Herbizid	aktuell
31	PRTIOCOZO	Prothioconazol	Fungizid	aktuell
32	PYRCLOSTR	Pyraclostrobin	Fungizid	aktuell
33	QUINMERAC	Quinmerac	Herbizid	aktuell
34	SPIROXAMI	Spiroxamine	Fungizid	aktuell
35	SULCOTION	Sulcotrion	Herbizid	aktuell
36	TBCONAZOL	Tebuconazol	Fungizid	aktuell
37	TERBUAZIN	Terbuthylazin	Herbizid	aktuell
38	THIACLPRI	Thiacloprid	Insektizid	aktuell

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

lf.-Nr.	Wirkstoff (Kurzname)	Wirkstoff	PSM - Gruppe	Zulassungsstand
39	TRFLOXSTR	Trifloxystrobin	Fungizid	aktuell
40	ZOXAMID	Zoxamid	Fungizid	aktuell
41	ACYPMETRI	Alpha-Cypermethrin	Insektizid	Zulassung Isomere
42	CDFOPPPGY	Clodinafop-propargyl	Herbizid	Zulassung Isomere
43	DICLPROP	Dichlorprop	Herbizid	Zulassung Isomere
44	DIMETAMID	Dimethenamid	Herbizid	Zulassung Isomere
45	MECOPROP	Mecoprop	Herbizid	Zulassung Isomere
46	METOLACL	Metolachlor	Herbizid	Zulassung Isomere
47	TRIBENURM	Tribenuron-methyl	Herbizid	Zulassung Isomere
48	A-ENDOSUL	Alpha-Endosulfan	Insektizid	nicht zugelassen
49	ALACHLOR	Alachlor	Herbizid	nicht zugelassen
50	AMETRYN	Ametryn	Herbizid	nicht zugelassen
51	ATRAZIN	Atrazin	Herbizid	nicht zugelassen
52	B-CYFLUTR	Beta-Cyfluthrin	Insektizid	nicht zugelassen
53	B-ENDOSUL	Beta-Endosulfan	Insektizid	nicht zugelassen
54	BENTAZON	Bentazon	Herbizid	nicht zugelassen
55	BROMACIL	Bromacil	Herbizid	nicht zugelassen
56	CARBENAZI	Carbendazim	Fungizid	nicht zugelassen
57	CLFNVPHS	Chlorfenvinphos	Insektizid	nicht zugelassen
58	CLPYRFOSE	Chlorpyrifos	Insektizid	nicht zugelassen
59	CLRIDAZON	Chloridazon	Herbizid	nicht zugelassen
60	CLTHIADIN	Clothianidin	Insektizid	nicht zugelassen
61	DICHLORVO	Dichlorvos	Insektizid	nicht zugelassen
62	DICOFOL	Dicofol	Insektizid	nicht zugelassen
63	DIMEFURON	Dimefuron	Herbizid	nicht zugelassen
64	DIMETHOAT	Dimethoat	Insektizid	nicht zugelassen
65	DIURON	Diuron	Herbizid	nicht zugelassen
66	EPXCONAZO	Epoxiconazol	Fungizid	nicht zugelassen
67	FIPRONIL	Fipronil	Insektizid	nicht zugelassen
68	FLUSLAZOL	Flusilazol	Fungizid	nicht zugelassen
69	FLUTAMON	Flurtamon	Herbizid	nicht zugelassen
70	FNPRMORPH	Fenpropimorph	Fungizid	nicht zugelassen
71	HEXAZINON	Hexazinon	Herbizid	nicht zugelassen
72	IRGAROL	Irgarol	Fungizid	nicht zugelassen
73	ISOPROTUR	Isoproturon	Herbizid	nicht zugelassen
74	METFLUZON	Metflurazon	Herbizid	nicht zugelassen
75	METIOCARB	Methiocarb	Insektizid	nicht zugelassen
76	METRIBUZI	Metribuzin	Herbizid	nicht zugelassen
77	OXADIAZON	Oxadiazon	Herbizid	nicht zugelassen
78	OXADIXYL	Oxadixyl	Fungizid	nicht zugelassen
79	PARATI-ME	Parathion-methyl	Insektizid	nicht zugelassen
80	PROCLAZ	Procloraz	Fungizid	nicht zugelassen
81	PROMETRYN	Prometryn	Herbizid	nicht zugelassen
82	PROPAZIN	Propazin	Herbizid	nicht zugelassen
83	PRPCNAZOL	Propiconazol	Fungizid	nicht zugelassen
84	QUINOXFEN	Quinoxifen	Fungizid	nicht zugelassen
85	SIMAZIN	Simazin	Herbizid	nicht zugelassen
86	TERBUTRYN	Terbutryn	Herbizid	nicht zugelassen
87	TIAMEOXAM	Thiamethoxam	Insektizid	nicht zugelassen
88	TRFLURALI	Trifluralin	Herbizid	nicht zugelassen
89	TRIALLAT	Triallat	Herbizid	nicht zugelassen

#### 4.2.2 Rangbildung der Wirkstoffe nach Anzahl Positivfunde

Mit der Tab. 26 werden im Oberflächenwasser-Monitoring berücksichtigte Wirkstoffe in Rangfolge gesetzt, wobei die Anzahl relativer Positivfunde als Rangkriterium verwendet wurde. Erfasst sind 25 Stoffe, für welche Befunde über der technischen Bestimmungsgrenze vorlagen. Ein Großteil aufgeführter Wirkstoffe sind aktuell nicht mehr in der Zulassung. Durch Fettschrift sind Wirkstoffe hervorgehoben, die im Jahresmittel 2019 die UQN überschritten.

**Tab. 26: Ränge 1 – 25 der im Oberflächenwasser-Monitoring erfassten PBSM-Wirkstoffe nach relativer Anzahl Positivfunde**

Wirkstoff*(Kurzname)	Anzahl Positivfunde			rel. Anzahl Positivfunde			Rang nach rel. Anzahl Positivfunde		
	2010-2015	2016-2019	2010 - 2019	2010-2015	2016-2019	2010 - 2019	2010-2015	2016-2019	2010 - 2019
<b>BENTAZON</b>	<b>1065</b>	<b>576</b>	<b>1641</b>	<b>4,0</b>	<b>1,4</b>	<b>2,4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
IMIDACLPR	43	486	529	0,2	1,2	0,8	18	2	2
ISOPROTUR	188	74	262	0,7	0,2	0,4	3	11	3
PROMETRYN	191	52	243	0,7	0,1	0,4	2	14	4
TERBUAZIN	105	130	235	0,4	0,3	0,3	5	5	5
AMETRYN	172	47	219	0,7	0,1	0,3	4	16	6
MCPA	76	131	207	0,3	0,3	0,3	11	4	7
MECOPROP	58	126	184	0,2	0,3	0,3	14	6	8
METOLACL	62	120	182	0,2	0,3	0,3	13	7	9
<b>NICSULRON</b>	<b>32</b>	<b>133</b>	<b>165</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>	<b>20</b>	<b>3</b>	<b>10</b>
QUINMERAC	72	73	145	0,3	0,2	0,2	12	12	11
TBCONAZOL	96	47	143	0,4	0,1	0,2	7	17	12
<b>DFLFNICAN</b>	<b>82</b>	<b>33</b>	<b>115</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	<b>13</b>
CLTOLURON	0	109	109	0,0	0,3	0,2	59	8	14
<b>THIACLPRI</b>	<b>20</b>	<b>85</b>	<b>105</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>25</b>	<b>9</b>	<b>15</b>
BOSCALID	53	52	105	0,2	0,1	0,2	15	15	16
SIMAZIN	102	0	102	0,4	0,0	0,2	6	54	17
METAZACL	4	78	82	0,0	0,2	0,1	38	10	18
ATRAZIN	77	0	77	0,3	0,0	0,1	9	55	19
PROPAZIN	76	0	76	0,3	0,0	0,1	10	56	20
FNPRMORPH	47	27	74	0,2	0,1	0,1	17	22	21
CARBENAZI	21	43	64	0,1	0,1	0,1	23	19	22
DIMETAMID	0	54	54	0,0	0,1	0,1	80	13	23
PARATI-ME	51	0	51	0,2	0,0	0,1	16	57	24
PRSULCARB	0	44	44	0,0	0,1	0,1	88	18	25

\*fett hervorgehobene Wirkstoffe überschritten als Jahresmittelwert die UQN für 2019

Gesamtübersicht aller Wirkstoffe im Anhang 5

Zu beachten ist, dass die Rangbildung der Wirkstoffe nach Positivbefunden durch eine hohe Varianz – sowohl bei der Wirkstoffauswahl als auch bei der Anzahl der Messstellen und der untersuchten Jahre je Wirkstoff an einer Messstelle – maßgeblich beeinflusst wird.

### 4.2.3 Rangbildung nach Konzentration

Die Tab. 27 stellt den gleichen Sachverhalt dar, wobei die Konzentrationen aufgefundenener Wirkstoffe als Rangbildungskriterium verwendet wurden. Veränderungen in der Rangbesetzung betrafen hauptsächlich Altwirkstoffe (Atrazin, Ametryn, Simazin), die noch mit abnehmenden Konzentrationen über die Zeit 2010 – 2019 nachweisbar sind. Aktuelle Stoffe rücken in den Vordergrund.

Wegen ihrer europaweiten Relevanz wurden 45 prioritäre Stoffe festgelegt, deren Vorkommen zur Beurteilung des guten chemischen Zustandes der Gewässer herangezogen werden. Hierzu gehören Schwermetalle, polychlorierte Biphenyle, schwer abbaubare chlorierte Kohlenwasserstoffe und Pflanzenschutzmittelwirkstoffe. Diese sind in der Tab. 27 kursiv hervorgehoben.

**Tab. 27: Ränge 1 – 25 der im Oberflächenwasser-Monitoring erfassten PBSM-Wirkstoffe nach aufgefundener Konzentration als Mittelwert der aufgeführten Jahreszeiträume.**

Wirkstoff* (Kurzname)	Mittelwert der Konzentration in µg/l			Rang nach Konzentration		
	2010 - 2015	2016-2019	2010 - 2019	2010 - 2015	2016-2019	2010 - 2019
MCPA	2,82	0,11	0,93	1	8	2
<i>DICOFOL</i>	<i>1,93</i>	<i>1,50</i>	<i>1,91</i>	2	1	1
DICLPROP	1,40	0,04	0,50	3	27	4
<b>BENTAZON</b>	<b>0,77</b>	<b>0,63</b>	<b>0,69</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
TBCONAZOL	0,44	0,09	0,14	5	13	12
TRFLOXSTR	0,36		0,36	6	54	6
METALAXYL	0,26	0,21	0,23	7	5	8
QUINMERAC	0,19	0,03	0,07	8	36	29
PROMETRYN	0,18	0,05	0,16	9	23	10
<b>DFLFNICAN</b>	<b>0,16</b>	<b>0,02</b>	<b>0,17</b>	<b>10</b>	<b>37</b>	<b>9</b>
SIMAZIN	0,16		0,15	11	57	11
AMSULFURO	0,13	0,02	0,07	12	46	27
AMETRYN	0,13	0,03	0,12	13	34	14
MECOPROP	0,12	0,05	0,05	14	25	36
METOLACL	0,11	0,05	0,08	15	21	26
METAMITRO	0,11	0,11	0,13	16	9	13
PRPCNAZOL	0,10		0,10	17	58	16
SPIROXAMI	0,10	0,02	0,09	18	48	19
AZOXYSTR	0,09	0,02	0,10	19	40	17
24-D	0,09		0,09	20	59	23
PARATI-ME	0,08		0,09	21	60	20
DIURON	0,07	0,02	0,05	22	47	34
EPXCONAZO	0,07	0,63	0,36	23	3	7
ISOPROTUR	0,07	0,06	0,07	24	19	30
TERBUAZIN	0,06	0,08	0,07	25	17	28

\*fett hervorgehobene Wirkstoffe überschritten als Jahresmittelwert die UQN für 2019; kursiv hervorgehoben sind prioritäre Stoffe gemäß Richtlinie 2000/60/EG

Gesamtübersicht aller Wirkstoffe im Anhang 6.

Vor diesem Hintergrund vergleicht Tab. 28 die Resultate beider Rangkriterien, wobei sich die Unterschiede in der Rangstellung der Wirkstoffe als statistisch untermauert<sup>9</sup> darstellen. Aus fachlicher Sicht, und nach vorstehenden Sachverhalten, scheint eine Rangbewertung über die Mittelwerte der Konzentrationen näher am Problem zu liegen. Die Aussage ist dennoch Diskussionsoffen, weil die Beprobung der Oberflächengewässer örtlich variabel ist.

**Tab. 28: Vergleichende Rangstellung der Wirkstoffe im Oberflächenwasser nach Rangbildungskriterien (Zusammenfassung der Jahre 2010 – 2019)**

Rang	nach Anzahl Positivfunde	nach Konzentration
1	PROMETRYN	DICOFOL
2	AMETRYN	MCPA
3	<b>BENTAZON</b>	<b>BENTAZON</b>
4	24-D	DICLPROP
5	<b>IMIDACLPR</b>	PRIMICARB
6	PROPAZIN	TRFLOXSTR
7	SIMAZIN	EPXCONAZO
8	PARATI-ME	METALAXYL
9	TERBUAZIN	<b>DFLFNICAN</b>
10	ATRAZIN	PROMETRYN
11	ISOPROTUR	SIMAZIN
12	DIMETHOAT	TBCONAZOL
13	<b>NICSULRON</b>	METAMITRO
14	B-ENDOSUL	AMETRYN
15	NAPROAMID	CLTOLURON
16	CLRIDAZON	PRPCNAZOL
17	MCPA	AZOXYSTR
18	TBCONAZOL	DIMETHOAT
19	FLUFEACET	SPIROXAMI
20	MECOPROP	PARATI-ME
21	METOLACL	QUINOXFEN
22	CLTOLURON	BIFENOX
23	LENACIL	24-D
24	<b>DFLFNICAN</b>	TRIBENURM
25	METAMITRO	METRIBUZI

## 4.3 Metaboliten

### 4.3.1 Grundwasser-Monitoring zu Metaboliten

PBSM-Wirkstoffe werden über chemische Reaktionen und die Aktivität der Bodenlebewesen abgebaut, wobei Zerfalls- bzw. Abbauprodukte entstehen. Sie werden als Metaboliten bezeichnet und sind gleichfalls geeignet, Grundwasser (GW) zu kontaminieren. Aufgrund ihrer Eigenschaften wird zwischen relevanten und nicht-relevanten Metaboliten (nrM) differenziert. Relevante Metaboliten haben ähnliche biologisch-toxische und gesundheitliche Parameter wie ihre Muttersubstanzen, weshalb für Trinkwasser ein Vorsorgewert von 0,1 µg/l besteht (SW-G), der auch für die PBSM-Wirkstoffe gilt.

<sup>9</sup> Berechnung der Rangkorrelationskoeffizienten

Nicht-relevante Metaboliten von PBSM-Wirkstoffen sind demgegenüber weniger umwelttoxisch und gesundheitlich bedenklich, weshalb für diese Stoffe gesonderte Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) gelten. Sie wurden und werden vom Umweltbundesamt auf Grundlage toxikologischer Studien erarbeitet.

Im Monitoring des Landes wurden über den Zeitraum 2010 bis 2019 23 Metaboliten berücksichtigt, die mit der Tab. 29 benannt sind, davon 3 relevante und 20 nicht-relevante Metaboliten. Sie sind Abbauprodukte von 14 PBSM - Muttersubstanzen. Sechs der Muttersubstanzen sind aus der Zulassung entlassen – die Chlortriazine (Atrazin, Propazin, Simazin) seit längerer Zeit (mit Beginn 1990iger Jahre). Die Zulassung für den Wirkstoff Trifluralin wurde 2007 widerrufen (EU-Staaten). Dennoch ist zu bedenken, dass Trifluoressigsäure aus dem Abbau weiterer Substanzen (Pharmaka, Kältemittel, Sprays und Lösungsmittel) entstehen kann. Zulassungen für Chloridazon und Chlorthalonil für Anwendungen in der Landwirtschaft endeten 2018 bzw. im Oktober 2019.

Aus Tab. 29 sind ebenfalls die den nrM zugeordneten GOW zu entnehmen. Für einige nrM stehen GOW noch aus.

Eine Besonderheit besteht für den nrM Trifluoressigsäure (TRIFLUESS bzw. TFA)<sup>10</sup>. Seitens des Umweltbundesamtes wurde der GOW 2020 deutlich von 3 µg/l auf 60 µg/l angehoben. Dennoch soll dieser für die Trinkwasserhygiene so niedrig als möglich gehalten werden, weshalb ein Wert von 10 µg/l angestrebt wird. Beide Werte sind in Tab. 29 angeführt und in nachfolgenden Auswertungen berücksichtigt.

**Tab. 29: Übersicht der im Grundwasser-Monitoring im Zeitabschnitt 2010 – 2019 berücksichtigten Metaboliten**

Metabolit	chemischer Name	Zuordnung	Muttersubstanz	Zulassungsstand der Muttersubstanz	GrW*
DESETATRA	Desethylatrazin	Metabolit	Atrazin, Propazin	beide aus Zulassung	0,1
DESIPATRA	Desisopropylatrazin	Metabolit	Atrazin, Simazin	beide aus Zulassung	0,1
DETERBUZIN	Desethylterbutylazin	Metabolit	Terbutylazin	aktuell	0,1
AMPA	Aminomethylphosphonsäure (AMPA)	nrM	Glyphosat	aktuell	1
AZOXSTRCA	Azoxystrobin carborsäure	nrM	Azoxystrobin	aktuell	1
CLTHALOSA	Chlorthalonilsulfonsäure R417888	nrM	Chlorthalonil	aus Zulassung	3
DIMETCLCA	Dimethachlorsäure CGA50266	nrM	Dimethachlor	aktuell	3
DIMETCLSA	Dimethachlorsulfonsäure CGA354742	nrM	Dimethachlor	aktuell	3
DMCLCGAM2	Dimethachlor CGA369873	nrM	Dimethachlor	aktuell	1
DPCLRDZON	Chloridazon-desphenyl	nrM	Chloridazon	aus Zulassung	3
MDPCLDZON	Chloridazon-methyl-desphenyl	nrM	Chloridazon	aus Zulassung	3
METALACA2	Metalyxyl-1-carbonsäure CGA108906	nrM	Metalyxyl	aktuell	1
METALAXCA	Metalyxylsäure CGA62826	nrM	Metalyxyl	aktuell	1

<sup>10</sup> Trifluoressigsäure TFA Gewässerschutz im Spannungsfeld von toxikologischem Leitwert, Trinkwasserhygiene und Eintragsminimierung, Quelle: UBA 2020 b

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

METAZACLS	Metazachlorsäure BH 479-4	nrM	Metazachlor	aktuell	3
METAZCLMES	Metazachlor-methyl-Essigsäure	nrM	Metazachlor	aktuell	1
METAZCLMSO	Metazachlor-aminocarbonyl-Methylsulfoxid	nrM	Metazachlor	aktuell	1
METAZCLSA	Metazachlorsulfonsäure	nrM	Metazachlor	aktuell	3
METOLCLCA	Metolachlorsäure	nrM	Metolachlor	S-Metolachlor in Zulassung	3
METOLCLSA	Metolachlorsulfonsäure	nrM	Metolachlor	S-Metolachlor in Zulassung	3
QMBH518-2	Quinmeracsäure	nrM	Quinmerac	aktuell	1
TBAMCGA	Terbutylazin-CGA324007	nrM	Terbutylazin	aktuell	kein GOW
TBAMSYN	Terbutylazin-SYN545666	nrM	Terbutylazin	aktuell	kein GOW
TRIFLUESS	Trifluoressigsäure	nrM	Trifluralin	aus Zulassung	60; 10

\*GrW – Grenzwert: für die relevanten Metaboliten gilt der Grenzwert 0,1 µg/l nach TrinkwV bzw. Schwellenwert nach GrwV (SW-G); für die nrM gilt der GOW

Mit der Tab. 30 wird eine Übersicht der zu Metaboliten durchgeführten Analysen und deren Positivbefunde (Anzahl über Bestimmungsgrenze) gegeben. Der Anteil Positivbefunde erhöhte sich im dargestellten Zeitraum, allerdings wurden mit 2015 und in den Folgejahren Untersuchungen zur Erfassung der nrM deutlich verstärkt, während Metaboliten älterer Wirkstoffe (Chlortriazine) seltener untersucht bzw. aus dem Monitoring entlassen wurden. Im Anhang 7 ist der Zeitverlauf berücksichtigter Metaboliten genauer aufgeführt.

Insofern sind in Tab. 30 dargestellte Befunde der Positivnachweise stark durch genannten methodischen Hintergrund geprägt, weshalb Positivnachweise ebenfalls als Relativwerte zur Anzahl der durchgeführten Analysen ausgewiesen sind. Letztlich ist aus der Tab. 30 eine deutliche Zunahme der Befunde zu Metaboliten zu entnehmen. Der Mittelwert von 10,08 % Positivbefunde über den Zeitraum 2010 bis 2019 ist dabei lediglich statistischer Art und erlaubt Vergleiche zur Belastungssituation durch PBSM-Wirkstoffe. Letztere fallen geringer aus.

**Tab. 30: Übersicht der durchgeführten Beprobungen und Analysen sowie der Analyseergebnisse mit Bezug zu PSM-Metaboliten im Grundwasser**

Übersicht Monitoring	Jahr										Gesamt
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Anzahl Analysen	1.275	1.112	376	435	1.407	621	341	3.512	3.710	3.987	<b>16.776</b>
davon unter Bestimmungsgrenze	1.223	1.085	328	380	1.366	574	311	3.269	3.191	3.359	<b>15.086</b>
davon über Bestimmungsgrenze	52	27	48	55	41	47	30	244	519	628	<b>1.691</b>
rel. Anteil über Bestimmungsgrenze	4,08	2,43	12,77	12,64	2,91	7,57	8,80	6,95	13,99	15,75	<b>10,08</b>

**Tab. 31: Ergebnis der Monitoringbefunde im Grundwasser zu relevanten und nicht-relevanten Metaboliten**

Metabolit (Kurzname)	Jahr										Σ			> GrW	Ra ng
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	MW	Max.	Min		
AMPA <sup>1</sup>					3	2	1	1	1		8			0	1
AMPA <sup>2</sup>					0,11	0,24	0,09	0,03	0,04		0,10	0,44	0,025		
DESETATRA	32	17	27	25	20	16	7			1	145			32	
DESETATRA	0,07	0,06	0,08	0,08	0,07	0,05	0,03			0,08	0,07	0,55	0,01		
DESIPATRA	18	9	21	24	14	13	5				104			14	
DESIPATRA	0,06	0,11	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06				0,06	0,51	0,01		
DETERBUZIN	2	1		6	4	1		1			14			1	33
DETERBUZIN	0,17	0,02		0,04	0,03	0,01		0,10			0,06	0,32	0,01		
CLTHALOSA								2	15	13	30			0	
CLTHALOSA								0,16	0,17	0,15	0,16	0,59	0,051		
DIMETCLCA								4	4	11	19			0	66
DIMETCLCA								0,31	0,36	0,50	0,39	1,9	0,056		
DIMETCLSA								14	25	32	71			5	66
DIMETCLSA								0,68	0,58	0,88	0,71	4,3	0,05		
DMCLCGAM2								33	83	81	197			37	66
DMCLCGAM2								0,58	0,53	0,46	0,52	6,4	0,041		
DPCLRDZON					6	6	10	17	17	56				0	
DPCLRDZON					0,24	0,16	0,22	0,19	0,24	0,21	0,96	0,027			
MDPCLDZON							1	2	6	9				0	
MDPCLDZON							0,16	0,10	0,10	0,12	0,18	0,054			
METALACA2								7	4	9	20			0	171
METALACA2								0,12	0,16	0,11	0,13	0,27	0,05		
METALAXCA								1	4	2	7			0	171
METALAXCA								0,13	0,09	0,13	0,11	0,2	0,051		
METAZACLS								30	52	70	152			9	16
METAZACLS								0,46	0,64	0,43	0,51	5,9	0,05		
METAZCLSA								46	90	100	236			19	16
METAZCLSA								0,73	0,61	0,80	0,71	8	0,05		
METOLCLCA						3	3	21	18	30	75			1	19
METOLCLCA						0,38	0,39	0,88	0,52	0,61	0,56	4,6	0,035		
METOLCLSA						6	8	39	36	55	144			12	19
METOLCLSA						0,36	1,02	1,09	0,68	0,94	0,82	11	0,03		
QMBH518-2									1		1			0	34
QMBH518-2									0,29		0,29	0,29	0,29		
TBAMCGA								19	12	20	51				33
TBAMCGA								0,24	0,13	0,17	0,18	1,1	0,05		
TBAMSYN								15	13	26	54				33
TBAMSYN								0,24	0,29	0,29	0,27	1,4	0,05		
TRIFLUESS									142	155	297				7*
TRIFLUESS									2,28	2,42	2,35	17	0,5		

Dargestellt sind die jahresbezogene Anzahl der Positivbefunde sowie der Konzentrationen (Mittelwert) als auch die Summe Positivbefunde über den Zeitraum 2010 – 2019 einschließlich der Konzentrationsmittelwerte, Konzentrationsmaximum und -minimum und Anzahl der Überschreitungen der SW-G/GOW sowie Rangplatz der aktuellen Muttersubstanzen nach Häufigkeit landwirtschaftlicher Wirkstoffanwendungen

*Kursivschrift:* relevante Metaboliten, *Normalschrift:* nrM

1 – Anzahl Positivbefunde, 2 – Mittelwert der Konzentration, Σ – Summe der Positivbefunde, MW – Mittelwert bzw. maximaler und minimaler Konzentrationswert über die betrachteten Jahre, Rang – Rangstellung der Muttersubstanz nach Häufigkeit ihrer Anwendung, \*Überschreitung des GOW unter Annahme eines Vorsorgewertes von 10 µg/l

Mit Tab. 31 werden die allgemeineren Informationen zum Auftreten von Metaboliten unter-  
setzt. Die Tabelle stellt Befunde zu den einzelnen Metaboliten dar, wobei die Anzahl der Po-  
sitivfunde als auch die Mittelwerte aufgefundener Konzentrationen für die Einzeljahre aufge-  
führt sind. Die Anzahl Befunde entspricht dabei der Anzahl Messstellen mit Metaboliten-  
Nachweisen. Weiterhin enthält Tab. 31 die Summe der Positivfunde und den Mittelwert ge-  
messener Konzentrationen für den Zeitraum der Erfassung des jeweiligen Metaboliten; dazu  
aufgefundene Maximal- bzw. Minimalwerte ermittelter Konzentrationen.

Für die Einschätzung der Bedeutung des jeweiligen Metaboliten werden in der Tab. 31 Über-  
schreitungen des GOW ausgewiesen, soweit entsprechende Werte bestehen. Zudem ist die  
Rangstellung der Muttersubstanzen nach dem Umfang der Anwendungen zu Zwecken des  
Pflanzenschutzes aufgeführt, abgeleitet aus den betrieblichen Pflanzenschutzdaten (siehe  
Kap. 5.2.1).

In Zusammenführung vorstehender Informationen ergibt sich das Bild häufigerer Nachweise  
von Metaboliten als Nachweise zu PBSM-Wirkstoffen. Dies hat verschiedene Gründe. Zum  
einen verzeichnen die relevanten Metaboliten der Chlortriazine häufigere Befunde und Über-  
schreitungen des anzusetzenden Grenzwertes nach TrinkwV; obwohl die Muttersubstanzen  
(hauptsächlich Atrazin) seit längerem aus der Anwendung sind. Die starke Bindung der  
Wirkstoffe an die Bodensubstanz macht aus, dass auch nach 29 Jahren noch Überschrei-  
tungen des Vorsorgewertes durch die Muttersubstanz und der SW-G durch die relevanten  
Metaboliten (DESETATRA, DESIPATRA) vorliegen. Die Häufigkeit positiver Befunde nimmt,  
unter jährlichen Schwankungen, dennoch ab und geht mit Gesamtdeutschen Befunden kon-  
form<sup>11</sup>.

Zudem sind mehrere Muttersubstanzen (Chlorthalonil, Chloridazon) nicht-relevanter Metabo-  
liten aus der Zulassung. Aus dem Spektrum der nrM heben sich Befunde von Abbauproduk-  
ten der Muttersubstanzen Dimethachlor, Metazachlor und Metolachlor hervor. Diese Befunde  
sind insofern kritisch zu sehen, weil die Anzahl belasteter Messstellen über den Beobach-  
tungszeitraum zunahm und die Muttersubstanzen weiterhin in Anwendung sind. Zudem  
ergaben sich Überschreitungen des GOW. Die nrM Metaboliten METAZCLMES und ME-  
TAZCLMSO des Metazachlor sind in Tab. 31 nicht enthalten, weil bei 204 Messdaten (2019)  
keine Befunde über der Bestimmungsgrenze lagen.

Eine Zunahme von Messstellen mit Nachweisen weiterer nrM ist ebenfalls ersichtlich, auch  
wenn GOW bisher nicht überschritten wurden (z. B. CLTHALOSA, DPCLRDZON). Für die  
Azoxystrobin-carbonsäure (AZOXSTRCA) wurden 593 Analysen in den Jahren 2017 – 2019  
durchgeführt, die alle unter der Bestimmungsgrenze lagen.

Trifluoressigsäure bedarf auf Grund der Analyseergebnisse und UBA-Vorgaben<sup>12</sup> eine ge-  
sonderte Betrachtung. Wie Tab. 31 ausweist liegen Befunde sehr häufig (ca. 61 %) über der  
Bestimmungsgrenze und die Konzentrationen sind im Vergleich zu den anderen nrM höher.  
Mit 60 µg/l sind keine Überschreitungen des GOW ausgewiesen. Unter Ansetzung eines  
Zielwertes von 10 µg/l aus wasserhygienischen Gründen, ergeben sich 7 Überschreitungen

---

<sup>11</sup> LAWA 2019: Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit – Pflanzenschutzmittel – Berichtszeitraum 2013 – 2016

<sup>12</sup> UBA 2020 a: Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) für nicht relevante Metaboliten (nrM) von Wirkstoffen  
aus Pflanzenschutzmitteln (PSM), Fortschreibungsstand: Mai 2020

dieses Wertes. Auch wenn Trifluralin für landwirtschaftliche Anwendungen nicht mehr zugelassen ist, sind Abbauprodukte aus der Anwendung als Bodenherbizid weiterhin zu erwarten. Daneben lassen sich andere Herkünfte aus anderen Muttersubstanzen nicht ausschließen.

Mit Tab. 32 ist eine Rangfolge der analysierten Metaboliten auf Basis der Befundhäufigkeit sowie gemessener Konzentrationen aufgezeigt. Sie dient einem späteren Abgleich der PBSM-Anwendungen mit dem potenziellen Auftreten aufgeführter Metaboliten.

**Tab.32: Rangstellung untersuchter Metaboliten im Grundwasser nach Anteil Positivfunde und gemessener Konzentration**

Metabolit*	Rang nach	
	rel. Anzahl Positivfunde	Konzentration in µg/l
TRIFLUESS	1	1
METAZCLSA	2	2
DMCLCGAM2	3	6
METAZACLS	4	7
METOLCLSA	5	4
DIMETCLSA	6	3
METOLCLCA	7	5
TBAMSYN	8	10
DPCLRDZON	9	11
TBAMCGA	10	12
<i>DESETATRA</i>	11	18
CLTHALOSA	12	13
<i>DESIPATRA</i>	13	20
DIMETCLCA	14	8
METALACA2	15	14
MDPCLDZON	16	15
METALAXCA	17	16
AMPA	18	17
<i>DETERBUZIN</i>	19	19
QMBH518-2	21	9
AZOXSTRCA	22**	22
METAZCLMES	22	22
METAZCLMSO	22	22

\*Kursivschrift relevante Metaboliten, Normalschrift nrM, \*\*Rang 22 enthält nicht nachgewiesene nrM

Trifluoressigsäure (TRIFLUESS) stand nach beiden Rangkriterien auf dem vordersten Rang. Die Bedeutung dieses Stoffes ist vorstehend ausgeführt. Die nrM Metazachlorsulfonsäure (METAZCLSA) und Metazachlorsäure BH 479-4 (METAZACLS) nahmen Ränge zwischen 2 und 7 ein, bei Überschreitung des GOW. Metaboliten (nrM) des Dimethachlor, CGA369873 (DMCLCGAM2) und Dimethachlorsulfonsäure CGA354742 (DIMETCLSA), sind ebenfalls in oberen Rängen eingeordnet und überschritten mit ihren Konzentrationen den GOW. AMPA

(Aminomethylphosphonsäure) steht als nr-Metabolit von Glyphosat nach den Monitoringbefunden auf Rang 16 – 18. Es ergaben sich Positivfunde ohne Überschreitung gültiger GOW. Insgesamt weist die Tab. 32 für nrM meist höhere Rangplätze aus.

#### 4.3.2 Oberflächenwasser-Monitoring zu Metaboliten

Im Oberflächenwasser wurde das Vorkommen von fünf Metaboliten untersucht, welche mit Tab. 33 dokumentiert sind. Es sind hauptsächlich relevante Metaboliten, die auf den Abbau der Muttersubstanz „Atrazin“ bzw. allgemein der Chlortriazine zurückzuführen sind. Im Mittel aller Untersuchungsjahre lagen festgestellte Konzentrationen dieser Stoffe im Bereich von 0,02 µg/l – 0,06 µg/l. Der Metabolit IRGAROLM1 entsteht aus dem Abbau der Fungizide Irgarol und Terbutryn. Beide Wirkstoffe sind für landwirtschaftliche Anwendungen nicht mehr zugelassen. Der Mittelwert lag bei einer Konzentration von 0,00206 µg/l. Irgarol ist jedoch weiterhin als stabilisierendes Fungizid bei Bootsfarben in der Anwendung und daher für Oberflächenwasser relevant.

AMPA als nrM und Abbauprodukt des Herbizids „Glyphosat“ erreichte im Mittel eine Konzentration von 0,2 µg/l und liegt erheblich unter der UQN.

**Tab. 33: Übersicht der im Oberflächenwassermonitoring berücksichtigten PBSM-Metaboliten**

Metabolit (Kurzname)	chemischer Name	Muttersubstanz	Zulassungsstand Muttersubstanz	UQN*
AMPA	Aminomethylphosphonsäure	Glyphosat	aktuell	95
<i>DESETATRA**</i>	<i>Desethylatrazin</i>	<i>Atrazin</i>	<i>aus Zulassung</i>	<i>ohne</i>
<i>DETERBUAZIN</i>	<i>Desethylterbuthylazin</i>	<i>Terbuthylazin</i>	<i>aktuell</i>	<i>ohne</i>
<i>DESIPATRA</i>	<i>Desisopropylatrazin</i>	<i>Atrazin</i>	<i>aus Zulassung</i>	<i>ohne</i>
<i>IRGAROLM1</i>	<i>Irgarol-descyclopropyl</i>	<i>Irgarol und Terbutryn</i>	<i>aus Zulassung</i>	<i>0,0025</i>

\*UQN für Oberflächenwasser in µg/l, relevante Metaboliten sind kursiv dargestellt

Die Umweltqualitätsnorm (UQN) beurteilt die Umweltschädlichkeit eines Stoffes und bestimmt die Konzentration eines Schadstoffs oder einer Schadstoffgruppe, die in Wasser, Sedimenten oder Biota aus Gründen des Gesundheitsschutzes und Umweltschutzes nicht überschritten werden darf. Festlegungen beruhen auf der Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlaments. Allerdings liegen diese Werte nicht für alle Metaboliten vor.

Eine Ableitung der Konzentrationsentwicklung einzelner Metaboliten ist aus den Messdaten nicht abzuleiten, weil sich Analysen ungleich auf die Jahre verteilen. Metaboliten des Atrazins wurden hauptsächlich über den Zeitraum 2010 – 2017 erfasst, AMPA 2010 und 2011 sowie IRGAROLM1 2017 und 2018.

Dieser Sachverhalt ist für die Einschätzung tendenzieller Konzentrationsentwicklungen zu beachten, die in der Tab. 34 verdeutlicht sind und für die Jahre erhebliche Unterschiede positiver Nachweise ausweist. Werte des Jahres 2019 beziehen sich allein auf den Metaboliten DETBUAZIN, wobei jedoch weitere Analyseergebnisse noch ausstanden, welche die nicht relevanten Metaboliten METAZACLS und METAZACLSA betrafen.

Nach aufgeführtem Datenstand wurde die Umweltqualitätsnorm (wenn vorhanden) durch die aufgeführten Metaboliten nicht überschritten.

**Tab. 34: Übersicht zu PBSM-Metabolitendurchgeführte Analysen im Oberflächenwasser und Analyseergebnisse mit Positivbefunden**

Übersicht Monitoring	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019*	gesamt
Anzahl Analysen	275	143	116	113	111	86	76	418	328	30	<b>1.696</b>
davon unter Bestimmungsgrenze	265	134	113	109	110	86	76	381	293	0	<b>1.567</b>
davon über Bestimmungsgrenze	10	9	3	4	1	0	0	37	35	30	<b>129</b>
<b>rel. Anteil Analyse über Bestimmungsgrenze</b>	<b>3,64</b>	<b>6,29</b>	<b>2,59</b>	<b>3,54</b>	<b>0,90</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>8,85</b>	<b>10,67</b>	<b>100,00</b>	<b>7,61</b>

\*nach Datenstand Mai 2020 waren noch nicht alle Analyseergebnisse vorliegend

#### 4.4 Anmerkungen und Diskussion zu Analysebefunden aus dem Gewässermonitoring

Die Daten aus dem Monitoring umfassten die Zeitschiene von 2010 – 2019. Zusammen mit der hohen Anzahl durchgeführter Analysen war im Wesentlichen eine belastbare Datengrundlage zur Einschätzung der Gewässerbelastung durch PBSM-Wirkstoffe gegeben. Erschwerend wirkt sich aus, dass der Analysenumfang jährlich erheblichen Schwankungen unterworfen ist, was einer Drittelung des Messstellenumfangs beim Grundwasser geschuldet ist. Für das Oberflächenwasser sind keine örtlich fest definierten Beprobungspunkte gegeben, was Auswertungen über eine Zeitskala in Frage stellt und fachliches Hintergrundwissen stärker in den Fokus setzt. Dieses ist auch der Grund, die Anzahl positiver Befunde jeweils als Relativwerte zum Analyseumfang auszuweisen.

Zudem orientieren sich die Auswertungen am Projektziel, d. h. dem Abgleich der Monitoringbefunde zu PBSM-Wirkstoffen in Gewässern mit dem tatsächlichen Anwendungsumfang dieser Mittel in der Praxis auf Grundlage von Rangbeurteilungen. Diese methodischen Begrenzungen gelten grundsätzlich bei nachfolgenden Aussagen.

Die Auswertung der Analysedaten bezogen sich auf PBSM-Wirkstoffbefunde im Grund- und Oberflächenwasser einschließlich des Auftretens relevanter und nicht-relevanter Metaboliten.

Im Grundwasser waren die Analysen auf insgesamt 56 Wirkstoffe ausgerichtet, davon die Hälfte aktuell zugelassen<sup>13</sup>.

Es war eine stetige Abnahme aufgefundener Wirkstoffkonzentrationen von 2010 bis 2019 festzustellen, sowohl über die Einzeljahre als auch in der Zusammenfassung dreijähriger Analysedaten. Allerdings kam es zu fallweisen Überschreitungen der Schwellenwerte nach

<sup>13</sup> einschließlich Wirkstoffisomere

GrwV (SW-G). Dennoch bleibt die Belastungssituation angespannt, weil die Anzahl belasteter Messstellen keinen deutlichen Rückgang ausweist. Somit sind beide Kriterien für eine Lageeinschätzung wichtig, was in der Rangbeurteilung der Stoffe Berücksichtigung fand.

Nach Rangbildung war im Grundwasser der Wirkstoff Bentazon am bedeutendsten. Er war nach Befundhäufigkeit und gemessener Konzentration auf dem ersten Rang. Weitere Wirkstoffe unterschieden sich in der Rangstellung nach den genannten Kriterien, u.a. aus den genannten methodischen Gründen.

Die Befunde wiesen ebenfalls aus, dass Belastungen des Grundwassers hauptsächlich durch herbizide Wirkstoffe entstanden, wobei Altwirkstoffe eine große Rolle spielen. Konzentrationen neuerer herbizider Wirkstoffe waren geringer. Gleiches gilt für fungizid wirksame Stoffe. Für Vorschläge zur Ausrichtung oder Anpassung des Monitorings sind diese Informationen bedeutend. Einerseits, weil dafür anwendungstechnische Gründe (Herbizide wirken z. T. über den Boden) eine Rolle spielen dürften und andererseits auch veränderte chemische Eigenschaften der Wirkstoffe zu berücksichtigen sind.

Das Oberflächenwasser wurde auf 89 Wirkstoffe untersucht, davon 47 aktuell zugelassene Stoffe. Der relative Anteil positiver Befunde nahm von 2010 – 2019 tendenziell ab. Da die Probenahmen, im Gegensatz zum Grundwasser, örtlich stärker variabel waren, ist diese Aussage weniger belastbar. Aus diesem Grund wurde auch auf die Darstellung der Konzentrationsentwicklungen für einzelne Wirkstoffe und Wirkstoffgruppen verzichtet.

Nach Rangbildung waren insbesondere Altwirkstoffe aus der Gruppe der Chlortriazine auffällig, dazu Bentazon und 2,4-D. Letzterer ist aktuell zugelassen. Die Ergebnisse zeigen jedoch auch, dass Rangableitungen stark von Einzelbefunden abhängig sein können, wie für Oxadixyl angeführt wurde.

Beeinträchtigungen der Gewässergüte ergeben sich ebenfalls aus den Abbauprodukten der PBSM-Wirkstoffe, weshalb mit den Jahren 2016, 2017 Analysen des Grundwassers auch stärker auf Metaboliten ausgerichtet waren. Nach Befundlage nimmt ihre Bedeutung zu, wobei nach relevanten und nicht-relevanten Metaboliten zu unterscheiden ist. Relevante Metaboliten der Chlortriazine als Altwirkstoffe nahmen in Konzentration ab, weniger deutlich hingegen im Umfang belasteter Messstellen.

Nicht-relevante Metaboliten sind in den Messungen der Jahre 2016 – 2019 nach beiden Kriterien die auffälligsten Stoffe, weshalb Zulassungsstand und Anwendungsumfang der Muttersubstanzen stärker im Fokus standen. Allerdings ist in diesem Bereich noch viel Bewegung, was fachliche Beurteilungen erschwert, denn z. T. fehlen Referenzwerte (GOW) oder diese wurden einem neueren Erkenntnistand angepasst. Dies kann Auswirkungen auf die Anzahl Messstellen mit GOW-Überschreitungen haben.

Für Befundeinschätzungen des Auftretens von Metaboliten im Oberflächenwasser gelten andere Bezugswerte, die UQN. Auch in diesem Bereich bestehen Fehlstellen. Analysen betrafen hauptsächlich relevante Metaboliten der Chlortriazine, wobei die Anzahl Positivfunde wahrscheinlich ansteigt. Daten des Jahres 2019 waren noch unvollständig und sind für vorstehende Aussage nicht belastbar.

## 5 Zeitliche Verteilung der Wirkstoffausbringung und Wirkstoffranking auf Landesebene

Im Folgenden wird auf die Verteilung der Wirkstoffanwendungen in der Landwirtschaft über den Verlauf eines Vegetationsjahres eingegangen, was für die Ausrichtung der Probennahmen im Monitoring der Oberflächengewässer von größerer Bedeutung ist. Grundlage sind die erfassten betrieblichen Pflanzenschutzdaten.

Anschließend werden Ranking-Ergebnisse für die detektierten Wirkstoffe für Sachsen-Anhalt insgesamt dargestellt. Grundlage sind aus den Betriebsdaten abgeleitete Wirkstoffgaben (Mittelwert l/ha bzw. kg/ha und Jahr) (vgl. Tab. 10). Die Rangbildung beruht auf dem Mittelwert der Wirkstoffgaben je Fruchtart multipliziert mit dem Anbauumfang der Fruchtart und daraus abgeleiteten Wirkstoffanteilen.

In einem weiteren Schritt sind die aufgeführten Ranking-Ergebnisse zusätzlich mit ausgewählten Wirkstoffeigenschaften gekoppelt. Ziel ist eine stärkere Differenzierung möglicher Risiken für das Grund- und Oberflächenwasser.

Weiterhin wird die Verteilung von PBSM-Wirkstoffen über die LVG dargestellt. Sie sind naturräumlich definiert und bestimmen im Wesentlichen die Bewirtschaftung und das Anbauverhältnis im Gebiet.

Letzthin ist anzumerken, dass im Ranking nur aktuelle bzw. im Betrachtungszeitraum angewendete Wirkstoffe betrachtet werden können. Aussagen zu älteren Wirkstoffen, die im Monitoring gelistet sind (z. B. Atrazin), können nicht beigebracht werden.

### 5. 1 Wirkstoffgaben im Verlauf der Vegetationszeit

Ein wichtiger Aspekt im Rahmen der Ausrichtung des LHW-Gewässermonitorings ist u. a. die Synchronisation der Probennahmen mit Anwendungszeiten von PBSM-Wirkstoffen. Für die flächenmäßig wichtigsten Fruchtarten wurden deshalb aus den PBSM-Anwendungsdaten Häufigkeitsverteilungen für die Anwendung der Produktgruppen Herbizide, Insektizide und Fungizide abgeleitet. Sie beruhen auf der Zuordnung der Applikationsdaten (Jahre 2016 – 2019) zu Dekaden (Dekade 1 = 1. – 10. Januar, Dekade 36 = 21. – 31. Dezember). Sie sind abbildungstechnisch als relative Häufigkeiten dargestellt und die absoluten Werte sind bei den Abbildungen mit genannt. Hinter den Anwendungszeitpunkten liegende Wirkstoffe können dem Anhang 8 entnommen werden. Fruchtarten mit annähernd identischem Vegetationsverlauf und Bewirtschaftung wurden, aus Gründen der Übersichtlichkeit, zusammengefasst. Das betrifft in erster Linie die unterschiedlichen Getreidearten.

Mit Abb. 10 ist die Verteilung von Pflanzenschutzmaßnahmen, untergliedert nach PSM-Gruppen, für Winter- und Sommergetreidearten dargestellt. Das Wintergetreide (Winterweizen, Wintergerste, Wintertriticale, Winterroggen, Durum [Winterhartweizen]) unterscheidet sich vom Sommergetreide (Sommerweizen, Sommergerste, Sommerdurum, Hafer) durch häufigere Herbstapplikationen von Herbiziden und Insektiziden (Bekämpfung von Virusvektoren), weil die Aussaat im Spätsommer erfolgt. Mit Vegetationsbeginn kommt es zu weiteren Herbizidanwendungen und Fungizide werden Ende März bis ca. Mitte Juni ausgebracht. Die Applikationszeiten zu Vegetationsbeginn sind im Sommergetreide ähnlich, konzentrieren sich

jedoch auf genannten Zeitraum. Den dargestellten Verteilungen sind folgende Absolutwerte (Datensätze) hinterlegt:

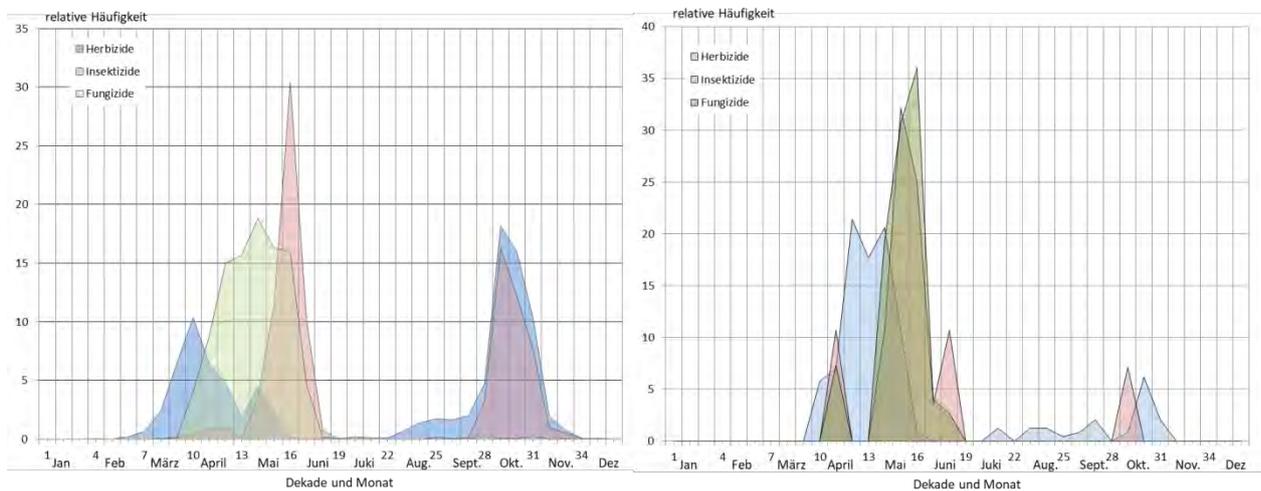
Wintergetreide:

- Herbizide 12.929,
- Insektizide 2.081,
- Fungizide 14.066,

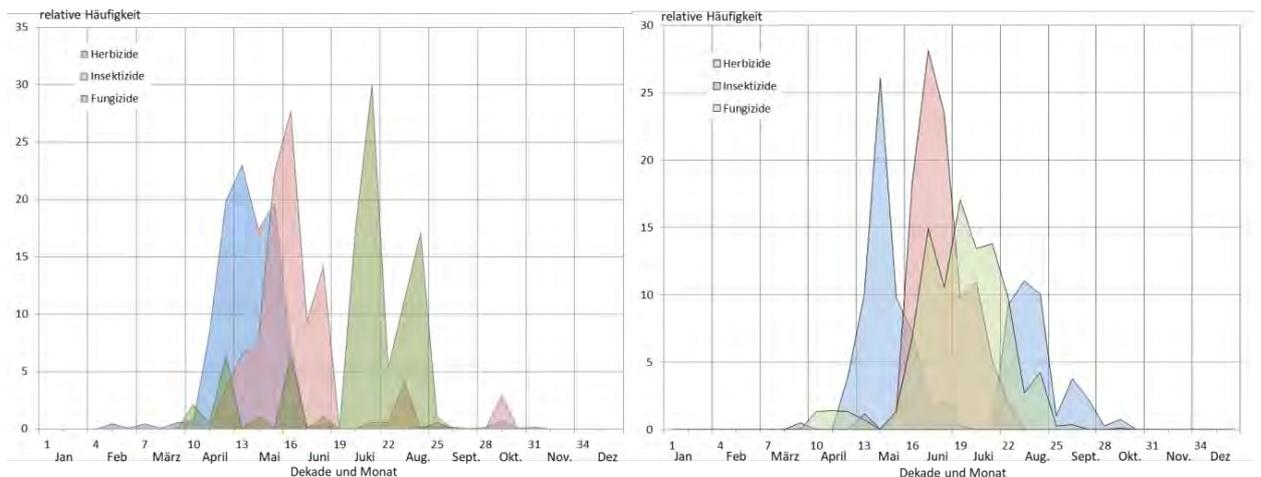
Sommergetreide:

- Herbizide 243,
- Insektizide 28,
- Fungizide 185.

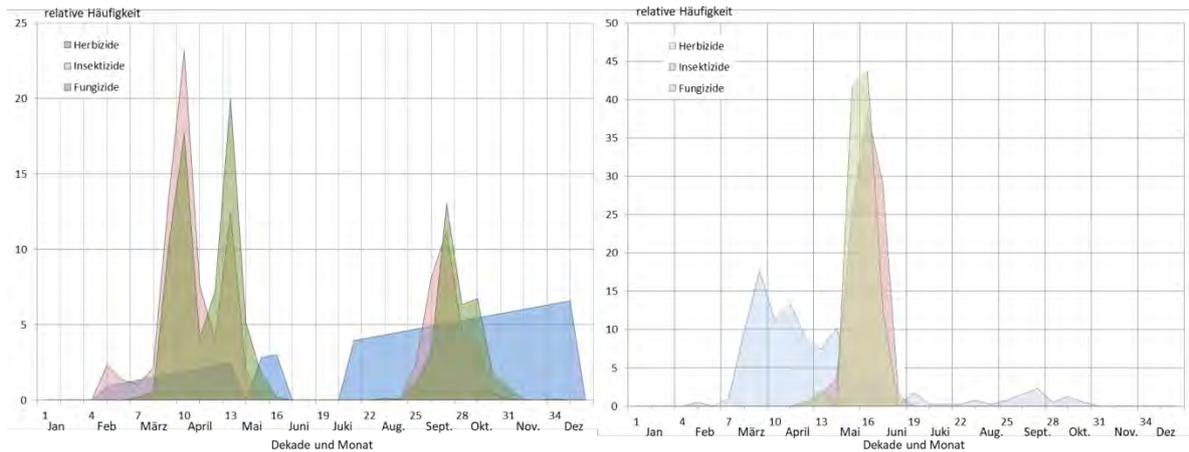
Sie sagen aus, dass Herbizidapplikationen grundsätzlich stattfinden, Fungizide (insbesondere Wintergetreide) mehrfach stattfinden und Insektizide nur nach Bedarf eingesetzt werden.



**Abb. 10: Verteilung von Herbiziden, Insektiziden und Fungiziden über die Vegetationszeit**  
Links – Wintergetreide, rechts – Sommergetreide



**Abb. 11: Verteilung von Herbiziden, Insektiziden und Fungiziden über die Vegetationszeit**  
Links – Zuckerrübe, rechts – Kartoffeln



**Abb. 12: Verteilung von Herbiziden, Insektiziden und Fungiziden über die Vegetationszeit**  
 Links – Winterraps, rechts – Körnerleguminosen (Lupine, Sojabohne, Erbse)

In Hackfrüchten (Abb. 11) beginnt der Herbizideinsatz mit Beginn des April und bei Kartoffeln ein zweiter Termin zu August, September und darüber hinaus. Dieser Zeitraum betrifft Vorbereitungsarbeiten für die Nachfrucht. Der Insektizideinsatz verhindert bei der Zuckerrübe Schäden durch Auflaufschaderreger und Blattschädlinge, weshalb er zeitig beginnt. Er liegt bei Kartoffeln später. Gegen den Kartoffelkäfer sind ebenfalls verschiedene alternative (biologische) Mittel im Einsatz. Der Haupteinsatz fungizider Wirkstoffe liegt bei Zuckerrübe im Zeitraum Juli/August, bei Kartoffeln mit hoher Applikationszahl im Mai bis August. Die Gewichtung der PSM-Gruppen untereinander wird über die Verteilung der Datensätze ersichtlich.

Zuckerrübe:

- Herbizide 3.699,
- Insektizide 170,
- Fungizide 187,

Kartoffel:

- Herbizide 399,
- Insektizide 256,
- Fungizide 1.148.

Abbildung 12 zeigt den Einsatz der PSM-Gruppen bei Winterraps und Körnerleguminosen. In beiden Fruchtarten erstreckt sich die Ausbringung von Herbiziden auf längere Zeitabschnitte. Beim Winterraps verteilt auf den Frühsommer und Spätsommer/Herbst. Gleiches gilt für Insektizide (Frühsommer: Knospen und Stängelschädlinge, Herbst: Auflaufschädlinge) und Fungizide (Herbstanwendung zur Wuchsregulation). Bei Körnerleguminosen sind Insektizid- und Fungizidanwendungen zeitlich begrenzt.

Die hinterlegten Datensätze sind:

Winterraps:

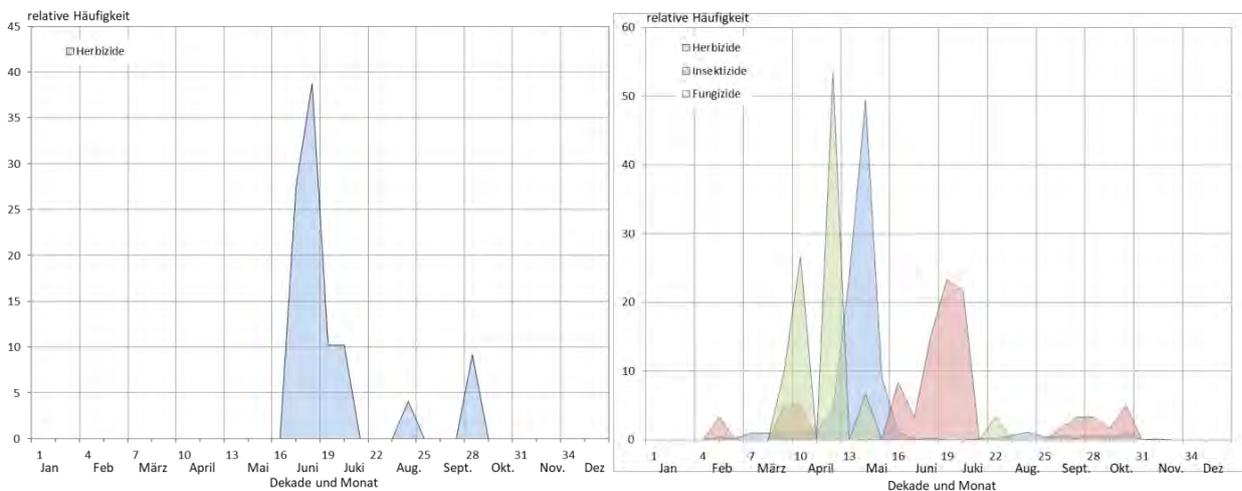
- Herbizide 4.324,
- Insektizide 2.531,
- Fungizide 3.463,

Körnerleguminosen:

- Herbizide 391,
- Insektizide 193,
- Fungizide 48.

Auch diese Daten weisen darauf, dass Herbizide den Schwerpunkt im Pflanzenschutz dieser Kulturen bilden.

Mit Abb. 13 wird auf die Verteilung des Einsatzes von Pflanzenschutzmittel über die Vegetationszeit von Grünland und im Maisanbau verwiesen. Erfasst sind verschiedene Grünlandtypen (Weiden, Mähweiden, Wiesen, Hutungen). Bei Grünland wurden lediglich Herbizide mit einer Grundgesamtheit von 98 Datensätzen eingesetzt. Applikationen erfolgen nicht jährlich, sondern nach Bedarf z. B. vor Neusaaten, dann mit Totalherbiziden.



**Abb. 13: Verteilung von Herbiziden, Insektiziden und Fungiziden über die Vegetationszeit**  
Links – Grünland, rechts – Mais (Körner-, Silo- und Biogasmais)

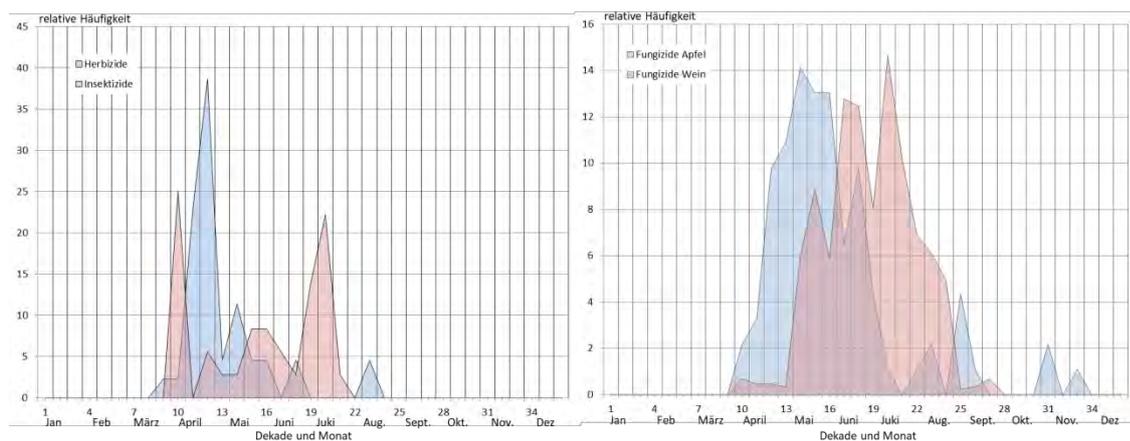
Für Mais werden in der Grafik Anwendungen von Herbiziden, Insektiziden und Fungiziden dargestellt, wobei Herbizide hauptsächlich im Zeitraum April – Mai angewendet werden. Für Insektizide und Fungizide ist keine direkt begrenzbare Zeit ersichtlich. Allerdings kommen Letztere selten zur Anwendung, denn im Vergleich zu den Herbiziden (3.393 Datensätze) sind Insektiziden 60 und Fungiziden nur 30 Datensätze zugeordnet.

Vorstehende Beispiele betreffen hauptsächlich Ackerbaukulturen, die zusammen mit dem Grünland hohe Flächenanteile im Anbau erreichen. Weitere Fruchtarten (z. B. Sonnenblume,

Ackerfutter (Luzerne, Klee) ordnen sich in obige Applikationsverläufe ein. Das trifft auch die Anwendung von wachstumsbeeinflussenden Wirkstoffen im Getreideanbau. Sie werden mit Fungiziden gemischt ausgebracht und zeigen entsprechende Verteilungsmuster.

In der Abb. 14 wird auf Applikationsverläufe von Pflanzenschutzmittel bei Wein (Reb- und Apfelanlagen) verwiesen. Der zeitliche PBSM-Einsatz ist in beiden Dauerkulturen für Herbizide und Insektizide ähnlich, wobei Herbizide vorrangig im April ausgebracht werden. Es handelt sich dabei nicht um Flächenbehandlungen. Herbizide wurden lediglich in Teilbereichen (Anlagenränder, Zufahrten etc.) ausgebracht. Insektizide mit chemisch-synthetischen Wirkstoffen waren in der Anwendung begrenzt, weil umfassend (im Vergleich zum Ackerbau) mit Lockstoffen und biologischen Wirkstoffen gearbeitet wird.

Das Hauptanwendungsfeld in Dauerkulturen sind Fungizide, wobei (insbesondere auch Wein) in größerem Umfang anorganische Wirkstoffe (Schwefel, Kupfer) als Low-Risk-Fungizide in Anwendung waren. Der Stichprobenumfang für die Wirkstoffgruppen unterstreicht diese Aussage. Es waren 9 bzw. 12 Datensätze für Herbizide und Insektizide gegenüber 92 Datensätze der Fungizidanwendung im Apfel. Entsprechende Werte für Rebanlagen waren 35 bzw. 24 sowie 869.



**Abb. 14: Verteilung von Herbiziden und Insektiziden in Wein und Obst (links) und Fungizide in Wein und Obst (rechts)**

## 5.2 Ranking der Wirkstoffanwendung auf Landesebene im Grund- und Oberflächenwasser

### 5.2.1 Rangbildung nach Wirkstoffanteilen

Im Anhang 9 sind die in Sachsen-Anhalt im Zeitraum 2011 bis 2014 angewendeten PBSM-Wirkstoffe als Rang dargestellt. Es sind auch Wirkstoffe erfasst, die auf Grund ihrer Anwendung bzw. des Anwendungsverfahrens für den Gewässerschutz keine oder nur sehr geringe Bedeutung haben. Zu nennen sind Pheromone, biologische Präparate, Präparate zur Bekämpfung von Nagetieren, Pflanzenextrakte, Öle etc. Es sind flüchtige Duftstoffe, eingesetzte Lebewesen bzw. Organismen, als Köder verwendete chemische Wirkstoffe oder Stoffe zur Verbesserung der Wirksamkeit (Formulierungshilfsstoffe).

Ebenfalls enthalten sind sogenannte Low-Risk-Wirkstoffe. Sie sind im Regelfall anorganischer Natur (z. B. Schwefel, Kaliwasserglas) und dürften für die chemische Wasserqualität von geringerer Bedeutung sein. Letztlich waren im Zeitraum 2016 – 2019 197 Wirkstoffe chemisch-synthetischen Charakters in der Anwendung, die für den Wasserschutz bedeutend sein könnten. Davon 95 Herbizide, 75 Fungizide und 21 Insektizide.

Von den insgesamt 197 aufgeführten Wirkstoffen kamen 135 Wirkstoffe (ab Rang 71) nur selten zur Anwendung. Ihr Anteil liegt unterhalb 0,2 %. Bis etwa Rang 20 sind Wirkstoffe mit sehr hohem Anwendungsumfang aufgeführt und bis Rang 35 kann von einem hohen Einsatzumfang ausgegangen werden. Schwefel und Paraffinöl haben wegen ihrer hohen Einsatzmenge obere Rangstellungen, sind aber für das Monitoring von geringerer Bedeutung.

In der Tab. 34 sind zunächst die am häufigsten eingesetzten Wirkstoffe bis Rang 35 aufgeführt und mit den Befunden des Rankings der Jahre 2010 und 2014 sowie mit Befunden aus dem Gewässermonitoring abgeglichen. Auffälligkeiten für das Grund- bzw. Oberflächenwasser beziehen sich auf den Rang nach Konzentrationsbefunden für den Zeitraum 2010 – 2019 (vgl. Kap. 4). Innerhalb der Ränge 1 – 35 finden sich 13 Wirkstoffe, die im Grundwasser-Monitoring auffällig<sup>14</sup> waren und 18 Wirkstoffe mit Funden im Oberflächenwasser (einschließlich AMPA als Metabolit von Glyphosat).

Die auffälligsten Wirkstoffe betreffen Anwendungen als Totalherbizid (Glyphosat) und Anwendungen in Ackerbaukulturen mit großem Anbauumfang (Getreide, Mais, Raps). Darunter auch 16 Wirkstoffe, die im Monitoring bisher nicht erfasst sind. Zwei im Monitoring betrachtete Wirkstoffe (Isoproturon, Dimethoat) sind zwischenzeitlich aus der Zulassung. Auch aus der Zulassung sind die Wirkstoffe Chlorthalonil, Deiquat und Fenpropimorph. Sie wurden im Monitoring bisher nicht betrachtet und bedürfen auch zukünftig keiner Beachtung. Allerdings dürfte Chlorthalonil als Muttersubstanz der Chlorthalonilsulfonsäure R417888 (nrM) im jetzigen Bestand noch weiterhin bedeutend sein.

Mit der Tab. 35 sind zusätzliche Informationen zur Entwicklung der Rangstellung aufgelisteter Wirkstoffe über den Zeitraum 2010 – 2019 aufgezeigt. Bei vielen ist die Rangstellung über diesen Zeitraum ähnlich (Pendimethalin, Mancozeb). Von bisher nicht im Monitoring betrachtete Wirkstoffe, nahmen Prosulfocarb, Aclonifen, Fluroxypyr, Fenpropidin und Dicam-

<sup>14</sup> Auffällig bezieht sich auf den Wirkstoffnachweis, auch wenn Grenzwerte nicht überschritten waren

ba augenscheinlich an Bedeutung zu. Die Wirkstoffe Spiroxamine und Boscalid verloren in der Rangstellung des betrachteten Zeitraums.

**Tab. 35: Übersicht der im Zeitraum 2016 – 2019 eingesetzten PBSM-Wirkstoffe. Rangbildung auf Grundlage ihrer Anteile an der insgesamt eingesetzten Wirkstoffmenge (Grund- und Oberflächenwasser)**

Rang 2010	Rang 2014	Rang 2019	Wirkstoff	PSM-Gruppe	Auffälligkeit in GW	Auffälligkeit in OW	Anmerkungen
1	1	1	Glyphosat	Herbizid	GW 4	AMPA 3 (Metabolite)	
1	29	2	Schwefel	Fungizid			
77	4	3	Chlortoluron	Herbizid	GW 14	OW 15	
5	5	4	Metamitron	Herbizid	GW ohne	GW 13	
39	17	5	Prosulfocarb	Herbizid	GW nicht erfasst	OW nicht erfasst	Umfassende Anwendung Ackerbau, Sonderkulturen etc.
16	16	6	MCPA	Herbizid	GW 16	OW4	
2	3	7	Isoproturon	Herbizid	GW 21	OW 13	aktuell aus Zulassung
9	10	8	Pendimethalin	Herbizid	GW nicht erfasst	OW nicht erfasst	Anwendung in Getreide, Mais
<b>10</b>	<b>19</b>	<b>9</b>	<b>Chlorthalonil</b>	<b>Fungizid</b>	<b>GW nicht erfasst</b>	<b>OW nicht erfasst</b>	<b>aktuell aus Zulassung</b>
98	54	10	2,4 D	Herbizid	GW 20	OW 23	Breite Anwendung Ackerbau, Grünland, Rasenpflege, Zierpflanzen
7	30	11	Mancozeb	Fungizid	GW nicht erfasst	OW nicht erfasst	Breite Anwendung Ackerbau, Gemüse, Sonderkulturen, Wein
		12	Paraffinöl				
13	87	13	Cyprodinil	Fungizid	GW nicht erfasst	OW nicht erfasst	Getreide, Leguminosen, Gemüse
76	57	14	Dichlorprop-P	Herbizid	GW 17	OW 4	in Vorjahren nicht deutlich von Dichlorprop getrennt
110	13	15	Dimethenamid-P	Herbizid	GW ohne	OW 46, kaum Befunde	Getreide, Gräser Ackerbau Raps, Kohl, Mais, Gemüse, Leguminosen
<b>6</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>Metazachlor</b>	<b>Herbizid</b>	<b>GW 14, 2010 - 2014</b>	<b>OW 26</b>	
43	37	17	Prochloraz	Fungizid	GW ohne	OW 35	
16	22	18	Mecoprop-P	Herbizid	GW 10	OW 36	
31	9	19	S-Metolachlor	Herbizid	GW 5	OW 26 (Metolachlor)	
64	47	20	Dimethoat	insektizid	GW ohne	OW 18	aktuell aus Zulassung
3	2	21	Chlormequat	Wachstumsregulator	GW nicht erfasst	OW nicht erfasst	Getreide
45	28	22	Aclonifen	Herbizid	GW nicht erfasst	OW nicht erfasst	Getreide, Kartoffel, Leguminosen, Kräuter,
-	62	23	Thiophanat-methyl	Fungizid	GW nicht erfasst	OW nicht erfasst	2010 nicht vorgekommen, Ackerbau Weizen, Triticale
28	15	24	Ethephon	Wachstumsregulator	GW nicht erfasst	OW nicht erfasst	Getreide



Dargestellte Ränge 1 – 25 erfassen (Tab. 35) für das Grundwasser bereits 7 Wirkstoffe, die im Monitoring durch Nachweise auffällig waren. Unter Einschluss von AMPA waren für das Oberflächenwasser 11 Wirkstoffe mit Auffälligkeiten erfasst.

In der Tab. 36 sind Wirkstoffe farblich unterlegt. Ein roter Hintergrund kennzeichnet Wirkstoffe, die im Zeitraum 2016 – 2019 in Anwendung waren, aktuell aber aus der Zulassung entlassen sind. Grün unterlegte Wirkstoffe sind Muttersubstanzen, der im Kap. 4.3 betrachteten Metaboliten.

**Tab. 36: Differenzierung des Risikos angewandeter Wirkstoffe für Befruchtungen des Grund- bzw. Oberflächenwassers nach Parametern ihres Umweltverhaltens (Rang 1 – 25)**

Rang GW	Wirkstoff	auffällig im Monitoring	Rang OW	Wirkstoff	auffällig im Monitoring
1	Ethofumesat	ja	1	Chlortoluron	ja
2	Chlortoluron	ja	2	Chlorthalonil	ja
3	Azoxystrobin	im Monitoring, nein	3	Diflufenican	im Monitoring, nein
4	Fluopicolide	nicht im Monitoring	4	Glyphosat	ja (AMPA)
5	Terbuthylazin	ja	5	Fenpropidin	nicht im Monitoring
6	Flurtamone	ja	6	S-Metolachlor	ja
7	Dimoxystrobin	im Monitoring, nein	7	Ethofumesat	nicht im Monitoring
8	Chlormequat	nicht im Monitoring	8	Chlormequat	nicht im Monitoring
9	Clopyralid	nicht im Monitoring	9	Propamocarb	nicht im Monitoring
10	Fluxapyroxad	nicht im Monitoring	10	Metrafenone	nicht im Monitoring
11	Cyproconazol	nicht im Monitoring	11	Picoxystrobin	nein
12	Triadimenol	nein	12	Epoxiconazol	ja
13	Isoxaben	nicht im Monitoring	13	Dimethachlor	ja
14	Epoxiconazol	nein	14	Chloridazon	ja
15	Pirimicarb	nicht im Monitoring	15	Deiquat	nein
16	Prosulfuron	nicht im Monitoring	16	Mecoprop-P	ja
17	Boscalid	nicht im Monitoring	17	Fluxapyroxad	nicht im Monitoring
18	Tebuconazol	ja	18	Mesotrione	nein
19	Prochloraz	ja	19	Propiconazol	ja
20	Napropamid	im Monitoring, nein	20	Schwefel	nicht im Monitoring
21	Diflufenican	im Monitoring, nein	21	Mecoprop	ja
22	Quinmerac	ja	22	Lenacil	ja
23	Flufenacet	nicht im Monitoring	23	Flufenacet	JA
24	Fluoxastrobin	nicht im Monitoring	24	Metconazol	nicht im Monitoring
25	Propoxycarbazon	im Monitoring, nein	25	Pinoxaden	nicht im Monitoring

rot – Wirkstoff aus der Zulassung, grün – Muttersubstanzen von Metaboliten

weitere Ränge und Wirkstoffe im Anhang 11

Dargestellte Ergebnisse der Rangeinordnung der im Zeitraum 2016 – 2019 angewendeten Wirkstoffe zeigen deutliche Unterschiede für das Grund- und Oberflächenwasser. Dennoch

gehen beide Rangeinordnungen überwiegend konform mit den Befunden aus dem LHW-Gewässermonitoring, auch in Betrachtung weiterer Rangstellungen untersuchter Wirkstoffe (Anhang 11). Dort sind ebenfalls Wirkstoffe aufgeführt, die wegen unzureichender Informationen zum Umweltverhalten nicht differenziert betrachtet werden konnten.

Die Tab. 36 lässt zwei Schlussfolgerungen zu. Zunächst, dass im Monitoring sehr weitgehend Wirkstoffe betrachtet sind, die Umweltauffälligkeiten haben können. Auf der anderen Seite, dass ein methodischer Verschnitt zwischen erfassten Aufwandmengen unter Beachtung der Anbauverhältnisse mit Wirkstoffeigenschaften gut übereinstimmende Ergebnisse liefern.

### **5.2.3 Differenzierung der Wirkstoffanteile nach Landwirtschaftlichen Vergleichsgebieten (LVG)**

Die Menge bzw. Mengenanteile ausgebrachter Wirkstoffe sind vom Anbauverhältnis der Fruchtarten beeinflusst. Dieses differenziert sich nach Darstellungen im Kap. 3.2 über das Land Sachsen-Anhalt. Für die Ausrichtung des Monitorings sollten die Probenahmen und Analysevorgaben entsprechende Verteilungsmuster als Entscheidungsgrundlagen mit berücksichtigen. Im Projekt erfolgt eine Differenzierung möglicher Einträge über die Anbauverhältnisse der LVG. Damit ist der Datenumfang sehr hoch und im Folgenden sind nur Darstellungen für ausgewählte Wirkstoffe möglich. Die Auswahl der Beispiele erfolgte auf Grundlage der im vorstehenden Kapitel erlangten Befunde für aktuelle Wirkstoffe mit hoher Rangstellung.

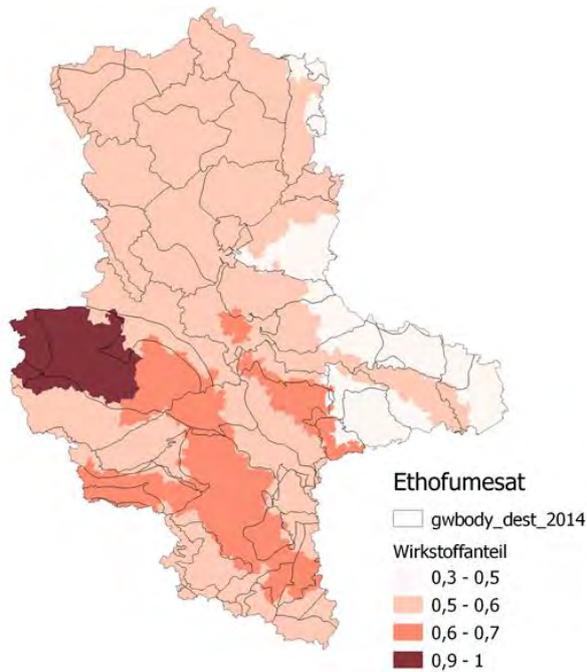
Eine umfassende Übersicht in digitaler Form enthält das beigefügte GIS-Projekt. Es enthält die Verteilungsmuster für 197 im Zeitraum 2016 – 2019 in der Landwirtschaft verwendete Wirkstoffe.

Mit Abb. 15 wird die Verteilung des für Grundwasser kritisch gesehenen Ethofumesat dargestellt. Die Anwendung des Wirkstoffs ist im gesamten Bundesland gegeben, dennoch mit Konzentration auf Bereiche landwirtschaftlich besserer Böden zur Bekämpfung von Gräser und Unkräuter im Rübenanbau.

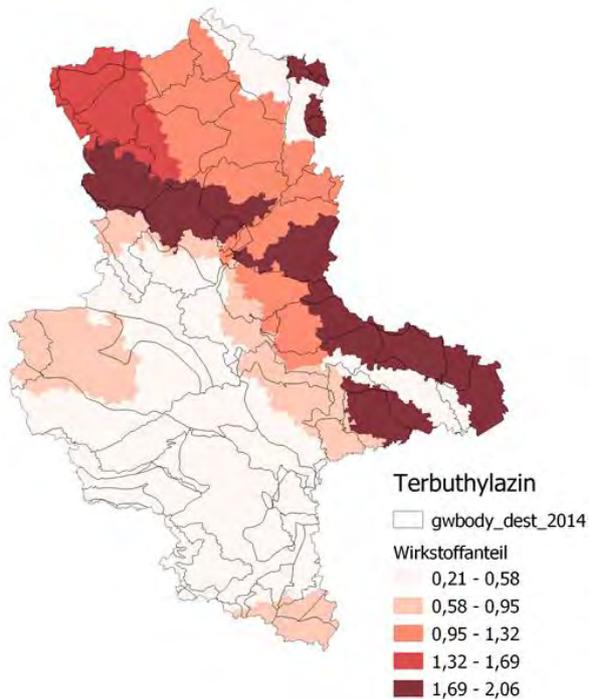
Die Verteilung des Wirkstoffs Terbuthylazin (Abb. 16) ist sehr deutlich gestaffelt und konzentriert sich auf Auengebiete. Er wird zur Regulation des Auftretens von Schadhirsens im Maisanbau angewendet.

Eine ähnliche regionale Verteilung zeigt Quinmerac (Abb. 17). Der Wirkstoff wird, meist in Kombination mit Metamitron und Metazachlor im Rapsanbau als Herbizid eingesetzt.

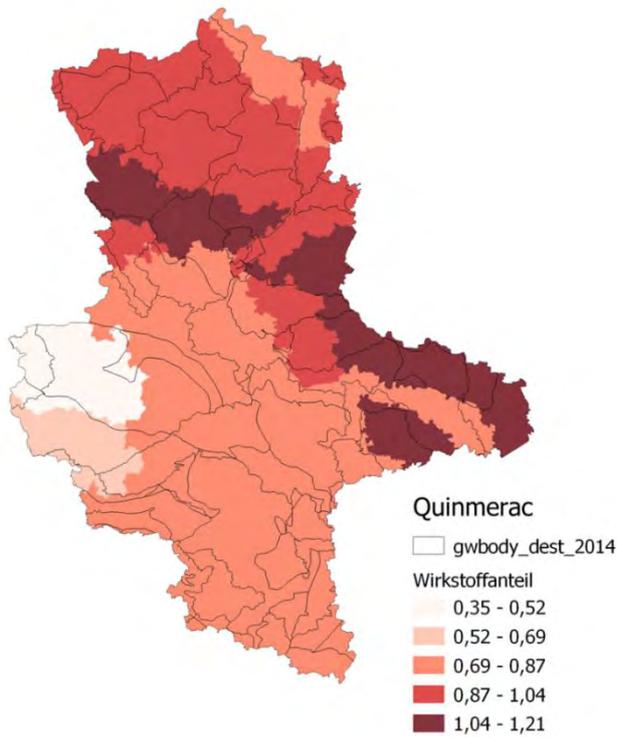
Für Oberflächenwasser sind die Wirkstoffe Diflufenican und Propamocarb als Beispiele aufgeführt. Diflufenican ist als Wirkstoff in Getreideherbiziden enthalten, weshalb seine Anwendung über Sachsen-Anhalt nicht erheblich variiert (Abb. 18). Propamocarb wird als Fungizid, hauptsächlich im Kartoffelanbau, eingesetzt. Mengenanteile des Wirkstoffs am Wirkstoffaufkommen sind nicht sehr hoch, aber differenziert über die Regionen verteilt (Abb. 19).



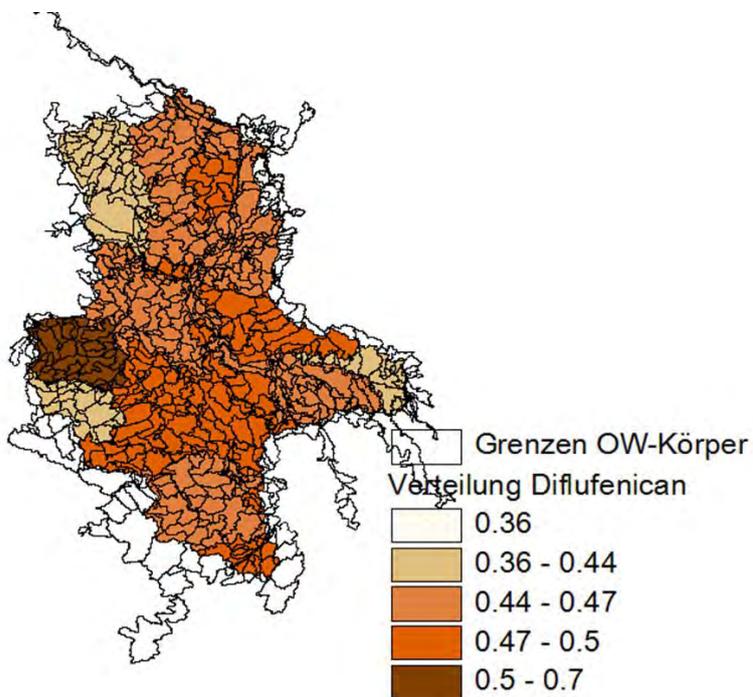
**Abb. 15: Verteilung des herbiziden Wirkstoffs Ethofumesat zwischen den LVG und über Grundwasserkörper in Sachsen-Anhalt**



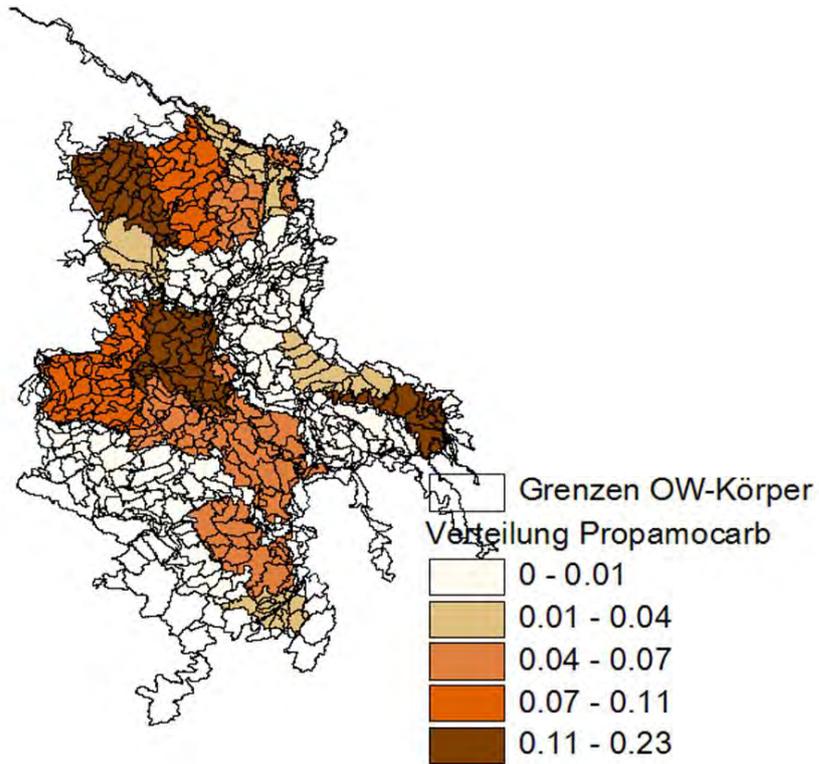
**Abb. 16: Verteilung des herbiziden Wirkstoffs Terbutylazin zwischen den LVG und über Grundwasserkörper in Sachsen-Anhalt**



**Abb. 17: Verteilung des herbiziden Wirkstoffs Quinmerac zwischen den LVG und über Grundwasserkörper in Sachsen-Anhalt**



**Abb. 18: Verteilung des Wirkstoffs Diflufenican zwischen den LVG und über Oberflächenwasserkörper in Sachsen-Anhalt**



**Abb. 19: Verteilung des Wirkstoffs Propamocarb zwischen den LVG und über Oberflächenwasserkörper in Sachsen-Anhalt**

## 6. Diskussion und Empfehlungen zur Ausrichtung des Monitorings

Zu den Einzelkapiteln wurden bereits zusammenfassende Hinweise, konzentriert auf die wesentlichsten Inhalte, angeführt. Sie bezogen sich hauptsächlich auf methodischen Sachverhalten, um die Bedeutung und Nutzung erarbeiteter Daten transparenter zu machen. An dieser Stelle ist daher nur anzumerken, dass im Zusammenspiel aller Datenquellen eine gute Basis für weitergehende Empfehlungen zur Ausrichtung des Gewässermonitorings besteht. Zum aktuellen Stand der im Monitoring erfassten Wirkstoffe ist zu sagen, dass ein (bedingt auch durch den betrachteten Zeitraum 2010 – 2019), ein wesentlicher Teil der Analysen auf ältere Wirkstoffe ausgerichtet ist. Darüber bekommt man ein gutes Bild über die Entwicklung aufgefunderer PBSM-Konzentrationen über diesen Zeitraum. Tendenziell weisen die Daten auf eine Entspannung der Situation, denn die Konzentrationen nachgewiesener PBSM-Wirkstoffe gingen zurück. In der Einschätzung dieses Befundes ist zu berücksichtigen, dass es im Zeitraum von 2014 bis 2019 einen erheblichen Wandel bei PBSM-Wirkstoffen gab. Er resultiert sowohl aus beendeten Zulassungen als auch aus der Zulassung neuer Wirkstoffe. Daher sollte in Folgejahren das Blickfeld stärker auf aktuell zugelassene Stoffe gerichtet sein, um zu sehen, ob aufgeführte Tendenzen der PBSM-Gewässerbelastungen auch zukünftig zu erwarten sind. Besonders auffällige Wirkstoffe mit Überschreitung von Normwerten (z. B. Bentazon) sind in ihrer Konzentrationsentwicklung zu beobachten, auch wenn ihre Anwendung ausgelaufen ist.

Aktuelle Stoffe, die unter Beobachtung gehalten werden sollten, sind für Grund- und Oberflächenwasser differenziert. Dies resultiert aus ihrem substanzbedingten Umweltverhalten.

Unter Einschluss aller Rangbildungskriterien (Anwendungsumfang, Umweltverhalten) ergaben sich für Grundwasser Vorschläge für Wirkstoffe, die unter Beobachtung stehen sollten. Er betrifft Wirkstoffe mit aktueller Zulassung, die nach Tab. 35 für Grundwasser kritisch werden könnten im Monitoring stehen oder nicht erfasst sind. Diese Auswahl wird nachfolgend durch anwendungsfachliche Hintergründe ergänzt.

Azoxystrobin: Der Wirkstoff ist im Monitoring erfasst, aber nicht auffällig. Er wird als Fungizid gegen Rostkrankheiten und Septoria- Befall bei verschiedenen Fruchtarten (hauptsächlich Getreide) eingesetzt und hat vielfältige Anwendungszulassungen im Haus- und Gartenbereich. Aus beiden Gründen wird der Wirkstoff häufig angewendet und ist zugleich Muttersubstanz des Metaboliten Azoxystrobincarbonsäure. Letztere war bisher nicht auffällig. Fungizidanwendungen erfolgen auf den geschlossenen Pflanzenbestand, weshalb Bodenkontakt weitgehend ausbleibt. Damit ist dieser Wirkstoff, trotz hoher Rangstellung, wahrscheinlich weniger wassergefährdend.

Fluopicolidae: Der Wirkstoff ist meist Bestandteil von Fungiziden zum Einsatz in Kartoffeln, Gemüse und Dauerkulturen (Hopfen, Wein, Beerenfrüchte). Er ist daher von lokaler Bedeutung.

Chlormequat: Der Wirkstoff wird zur Wachstumsregulierung in Getreide eingesetzt, weshalb ein hoher Anwendungsumfang erreicht wird. Der Anwendungszeitraum betrifft das schossende Getreide, weshalb ein Bodenkontakt weitgehend vermieden wird. Daher ist er eher als gering risikobehaftet anzusehen.

Fluoxypyroxad: Ist als Fungizid und Wachstumsregulator im Ackerbau (Getreide, Kartoffel, Gemüse) in breiter Anwendung. Im Anwendungszeitraum ist der Boden von der Kulturpflanze bedeckt. Aus diesem Grund dürfte der Wirkstoff, trotz ungünstigem Umweltverhalten, weniger kritisch sein.

Cyproconazol: Wird als Fungizid (meist in Kombination mit weiteren Wirkstoffen, z. B. Azoxystrobin) in allen Getreidearten und im Rübenanbau eingesetzt, woraus der umfassende Einsatz resultiert. Da der Einsatz auf den geschlossenen Pflanzenbestand erfolgt, dürften Risiken gemindert sein.

Isoxaben: Wird in Kombination mit Florasulam in Wintergetreide als Herbizid eingesetzt. Als Einzelwirkstoff in Gemüse und Sonderkulturen. Der Herbsteinsatz nach dem Auflaufen der Unkräuter und der Kulturpflanze bestärkt Befruchtungen der Bodenoberfläche. Der Wirkstoff sollte in das Monitoring aufgenommen werden.

Pirimicarb: Erreicht einen großen Anwendungsumfang als Insektizid im Getreidebau (Getreideblattläuse). Der Anwendungszeitraum betrifft den geschlossenen Getreidebestand, weshalb eine Bodenkontamination weitgehend auszuschließen ist. Risiken für das Grundwasser dürften gering sein.

Prosulfuron: Wird als Maisherbizid, meist in Kombination mit Dicamba, eingesetzt. Der wachsende Maisanbau und die Gefahr einer stärkeren Bodenkontamination nach Einsatz auf die noch jungen Pflanzen bestärken potenzielle Risiken für das Grundwasser.

Boscalid: Ist ein fungizider Wirkstoff zur Anwendung in Raps und Dauerkulturen. Gegen Wurzelhals- und Stängelfäule im Raps erfolgt die Anwendung im Spätsommer und Herbst, weshalb der Boden stärker befrachtet wird. Über die Dauerkulturen können Risiken auch regional bestehen.

Napropamid: Wird, z. T. in Kombination mit anderen Wirkstoffen (Metazachlor, Quinmerac, Clomazone), als Herbizid im Raps- und Gemüsebau eingesetzt. Applikationen erfolgen im Spätsommer bis Herbst vor dem Auflaufen der Kulturpflanzen. Mit vorliegender Wirkstoffkombination und dem Anwendungszeitpunkt ist Napropamid kritisch zu sehen.

Diflufenican: Wird als Getreideherbizid eingesetzt, oft in Kombination mit Flufenacet. Im Wintergetreide sind Herbstapplikationen möglich, die zu Bodenbefruchtungen führen. Damit ist der Wirkstoff auch von der Anwendungsseite risikobehaftet, allerdings laufen Zulassungen 2020 und 2021 aus.

**Aus den vorstehenden fachlichen Einordnungen ist zu schlussfolgern, dass besonders die aufgeführten herbiziden Wirkstoffe im Grundwasser-Monitoring Beachtung finden sollten.**

Mit den Angaben der Tab. 35 sind Wirkstoffe detektiert, die auf Grund ihres Umweltverhaltens (hohe Wasserlöslichkeit, Partikelbindung) für Oberflächenwasser potenziell risikobehaftet sind. Die detektierten Stoffe werden, sofern sie nicht bereits für Grundwasser angesprochen sind (Diflufenucan, Ethofumesat, Cloromequat, Fluoxypyroxad), nachfolgend nach ihren Anwendungsbedingungen beurteilt.

Fenpropidin: Ist in Fungiziden für den Getreideanbau und Zierpflanzen enthalten und steht in Kombination mit den Wirkstoffen Prochloraz, Tebuconazol und Penconazol. Der Anwendungsumfang ist hoch, erfolgt aber auf den Pflanzenbestand. Er zeigt eine mittlere Wasserlöslichkeit und sehr hohes Vermögen der Verfrachtung mit Bodenpartikeln.

Propamocarb: Wird im Kartoffel- und Gemüseanbau als Fungizid (meist mit weiteren Wirkstoffen, z. B. Fosetyl) eingesetzt. Befruchtungen des Bodens werden durch den Pflanzenbestand zum Anwendungszeitpunkt gemindert. Der Wirkstoff ist gut wasserlöslich und wird durch Photolyse nur langsam abgebaut.

Metrafenone: Der Wirkstoff ist in Fungiziden zur Bekämpfung von Halm- und Blattkrankheiten enthalten und wird im Getreidebau, Gemüse und Dauerkulturen (Wein, Hopfen) eingesetzt. Risiken dürften vorrangig von regionaler Bedeutung sein.

Mesotrione: Der Wirkstoff findet als Herbizid im Maisanbau Verwendung, daneben auch Sonderkulturen, wie z. B. Miscanthus. Applikationen erfolgen im Frühjahr auf den noch jungen Pflanzenbestand, weshalb auch der Boden befrachtet wird. Er hat eine hohe Wasserlöslichkeit und Beständigkeit im Wasser, weshalb er als Risikowirkstoff einzuschätzen ist.

Metconazol: Ist als Fungizid im Getreide- und Rapsanbau in Anwendung, sowie bei Zierpflanzen zur Regulation des Wachstums. Deshalb ist der Anwendungsumfang hoch. Risiken dürften potenziell eher aus Anwendungen im Raps resultieren, die im Spätsommer, Herbst erfolgen. Die Wasserlöslichkeit ist nicht sehr hoch, aber der Abbau im Wasser (Photolyse) langanhaltend, weshalb Metconazol riskant für Oberflächenwasser einzustufen ist.

Pinoxaden: Ist Bestandteil von Getreideherbiziden und richtet sich gegen Gräser (Windhalm) und Queckenbewuchs auf landwirtschaftlichen Flächen. Anwendungszeitpunkt ist das Frühjahr nach Auflaufen der Schadgräser. Der Wirkstoff ist neben dem Anwendungsumfang stark wasserlöslich und noch länger in der Zulassung, weshalb er im Monitoring beachtet werden sollte.

**Als Kernaussage ist für Oberflächenwasser zu sagen, dass neben den im Monitoring bereits beobachteten Stoffe, vorstehend aufgeführte herbizide Wirkstoffe (Mesotrione, Pinoxaden) für das Monitoring des Oberflächenwassers bedeutend sein können. Die stark wasserlöslichen Fungizide können bei Drainageeinleitungen als Risikostoffe auffallen.**

Für das Oberflächenwasser ist daneben anzumerken, dass Gefährdungen zusätzlich aus Wassereinleitungen aus der Kanalisation entstehen. Das betrifft Glyphosat mit weitreichender Zulassung im Haus- und Hofbereich. Ebenfalls sind in der Tab. 14 benannte Stoffe aus dem Bautenschutz und Hygienebereich bedeutend und Einträge von Beizmitteln, im Fall auftretender Erosionsereignisse.

Als prioritärer Wirkstoff ist Dicofol beachtenswert. Die Wirkstoffe Trifluralin und Quinoxifen waren wenig in der Anwendung.

Neben den eigentlichen PBSM-Wirkstoffen fand in den letzten Jahren das Auftreten von Metaboliten eine größere Aufmerksamkeit. Wie festgestellt, sind auch in Sachsen-Anhalt Gewässerbelastungen nachzuweisen, wobei für das Grundwasser besonders die nrM zukünftig steigender Beachtung bedürfen.

Hinweise zur Entwicklung potenzieller Belastungen lassen sich am Aufkommen der Muttersubstanzen festmachen. Demnach ist es so, dass die Muttersubstanzen Chlorthalonil, Chloridazon und Trifluralin der nrM Metaboliten CLTHALOSA, DPCLRDZON und MDPCLDZON sowie TRIFLUESS nicht mehr in Zulassung sind. Chlorthalonil und Chloridazon hatten um 2010 einen sehr breiten (damalige Rangstellung 6 und 9), Trifluralin war weniger in Anwendung (Rangstellung 55)<sup>17</sup>. Dennoch ist die Anzahl belasteter Messstellen deutlich steigend und die Anzahl Messstellen mit TRIFLUESS (TFA)-Nachweisen ist außerordentlich hoch (297 im Jahr 2019), wengleich auch GOW nicht überschritten werden.

Überschreitungen des GOW ergaben sich bei nrM der Muttersubstanzen Dimethachlor, Metazachlor und Metolachlor. Sie sind weiterhin aktuell und folgende Hinweise zu ihrer Anwendung können Schlussfolgerungen zu den Metaboliten erlauben.

Der Wirkstoff Dimethachlor belegt im aktuellen Ranking (nach Anwendungsmenge) Platz 66 (2015 Rang 11/12 in Bezug zu OW-Kriterien). Der Rückgang ist durch Einschränkung der Anwendungsindikation (nur für Winterraps) und den Rückgang im Rapsanbau insgesamt erklärbar. Zulassungen gelten bis Dezember 2022. Mit Zeitverzug dürften mindernde Rückwirkungen auf die Metaboliten Dimethachlorsäure und Dimethachlorsulfonsäure entstehen.

Metazachlor belegt nach Anwendungsumfang gegenwärtig Rang 16, 2015 Rang 7/27. Der Wirkstoff ist hauptsächlich in Kombination mit 1 – 2 weiteren Wirkstoffen in Raps herbiziden vorhanden, stellt dabei aber mit ca. 300 g/l den Hauptwirkstoff. Die Erklärung des Rückgangs der Anwendungshäufigkeit ist wie vorstehend. Von dieser Muttersubstanz stehen die Metaboliten Metazachlorsäure und Metazachlorsulfonsäure unter Beobachtung. Beide sind an vielen Messstellen nachgewiesen. Trotz Rückgang des Anwendungsumfangs ist, auch wegen des historisch hohen Nutzungsumfangs von Metazachlor, weiterhin mit einem erheblichen Auftreten der Metaboliten zu rechnen.

---

<sup>17</sup> INL 2011: Bericht zum Projekt Relevanzprüfung nicht relevanter PSM-Metaboliten im Grundwasser

Metolachlor ist als S-Metolachlor und Metolachlor in der Zulassung und belegt Rang 19 (bzw. 57 Metolachlor) und lag 2015 auf Rang 10/24. Anwendung ist hauptsächlich zulässig in Mais, überwiegend in Kombination mit dem Wirkstoff Terbutylazin (nach Übersicht auch Rückgang in der Anwendung gegenüber Ranking 2015). In Mais sind weitere Wirkstoffe als Herbizide zugelassen, weshalb eine Zunahme des Maisanbaus nicht direkt zu einer Mehranwendung von S-Metolachlor führen muss. Dennoch war und ist der Anwendungsumfang erheblich, was die hohe Nachweishäufigkeit in Messstellen erklärt. Eine Entspannung bei den nrM Metolachlorsäure und Metolachlorsulfonsäure ist daher nicht abzusehen.

Neben den bisher benannten Muttersubstanzen und nrM, die bereits im Monitoring erfasst werden, sind vom UBA<sup>18</sup> weitere Muttersubstanzen benannt, deren nrM Grundwasser potenziell belasten können. Mit Tab. 37 werden die Wirkstoffe und ausgewählte nrM aufgeführt und der Anwendungsumfang der Muttersubstanzen für Sachsen-Anhalt eingeschätzt.

**Tab. 37: Weitere nicht-relevante Metaboliten (nrM) bildende Muttersubstanzen und Einschätzung ihrer Bedeutung für den Grundwasserschutz in Sachsen-Anhalt**

Muttersubstanz	Metaboliten (Auswahl)	Einschätzung	GOW (µg/L)	Anmerkungen*
Dimethenamid - P	<b>M 27</b> N-(2,4-dimethyl-3-thienyl)-N-(2-methoxy-1-methylethyl)-2- sulfonolactamid, Na-Salz	Mais, Winter- raps, Legumi- nosen, Gemüse	3,0	<b>Rang 15</b> Grundwasserge- fährdung möglich,
Zulassung bis Dez. 2027	<b>M 23</b> N-(2,4-dimethyl-3-thienyl)-N-(2-methoxy-1-methylethyl)- oxamsäure		3,0	Grundwasserge- fährdung möglich
Flufenacet, Zu- lassung bis Dez. 2023	<b>M2</b> FOE sulfonic acid / FASO3H; Flufe- nacet-sulfonic acid	Getreide, Ge- müsen Zier- pflanzen, Haus- und Hof	1,0	<b>Rang 36</b>
Pethoxamid, Zulassung bis Dez. 2024	<b>MET-42</b> N-(2-Ethoxyethyl)-N-(2-methyl-1- phenyl-propenyl)-2- sulfoacetamid = Sul- fonsäure des Pethoxamids	Winterraps, Mais, Soja	1,0	<b>Rang 38</b>
Tritosulfuron, Zulassung bis Dez. 2022	<b>635M01</b> (BH 635-4) 1-(carbamoylamidino)- 3-(2-trifluormethyl-benzensulfonyl)- Harn- stoff	Sommer- und Wintergetreide	1,0	<b>Rang 32</b>
Benalaxlyl-M	<b>M1</b> Methyl-N-malonyl-N-(2,6- xylyl)alaninat;3-{{(2,6- dimethylphenyl)}[(1RS)-2-methoxy-1-methyl- 2- oxoethyl]amino}-3-oxopropansäure	Kartoffel, Wein	3,0 pro Stoff	nach Betriebsdaten ohne Anwendung
Zulassung bis Dez. 2029	<b>M2</b> N-malonyl-N-(2,6-xylyl)alanine; 3- {{{(1RS)-1-carboxy- ethyl}}(2,6- dimethylphenyl)amino}-3-oxopropansäure			

<sup>18</sup> UBA 2020 a: Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) für nicht relevante Metaboliten (nrM) von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln (PSM), Fortschreibungsstand: Mai 2020

PBSM-Wirkstoffranking Sachsen-Anhalt 2020

Muttersubstanz	Metaboliten (Auswahl)	Einschätzung	GOW (µg/L)	Anmerkungen*
Dimoxystrobin	<b>505M08</b> [E-o-(2-hydroxycarbonyl-5-methyl)phenoxy-methyl]-2-methoxy-imino-N-methylphenyl acetamid	Winterraps, Sonnenblume, nur ein Produkt Cantus Gold zugelassen	ohne	<b>Rang 110</b>
Zulassungsende Jan. 2021	<b>505M09</b> [E-o-(5-hydroxycarbonyl-2-methyl)phenoxy-methyl]-2-methoxy-imino-N-methylphenyl acetamid		ohne	
Fluopicolide, Zulassung bis Dez. 2024	<b>BAM</b> 2.6-Dichlobenzamid	Kartoffel, Gemüse, Obst- und Weinbau	3,0	<b>Rang 169</b> BAM = Dichlobenzamid ist auch ein nrM des seit 01.09.04 nicht mehr zugelassenen herbiziden Wirkstoffs Dichlobenil
Picoxystrobin, aus Zulassung	<b>M3</b> 6-(trifluormethyl)-2-oxo-pyridin		ohne	<b>Rang 43</b> Grundwassergefährdung möglich
Tolyfluanid, aus Zulassung	<b>DMS</b> N,N-dimethylsulfamid		1,0	Freilandzulassungen ruhen seit 2007, DMS setzt sich bei der Trinkwasseraufbereitung mit Ozon zu dem wahrscheinlich humankarzinogenen N-Nitroso-Dimethylamin (NDMA) um
Trifloxystrobin	<b>NOA 413161</b> bis-Säure (E,Z)-{2-[carboxy-(3-trifluormethyl-phenyl)-methyleneaminoxy-methyl]-phenyl}-methoxy-lminoessigsäure	Gemüse, Zierpflanzen, Zuckerr- und Futterrübe	1,0	<b>Rang 75</b> , Grundwassergefährdung möglich
Zulassungsende Dez. 2024	<b>NOA 413163</b> bis Säure (E,E)-{2-[carboxy-(3-trifluormethyl-phenyl)-methyleneaminoxymethyl]-phenyl}-methoxy-lminoessigsäure = E,E-Isomer von NOA 413161	Rüben Fungizide selten eingesetzt	1,0	Grundwassergefährdung möglich
Thiacloprid, aus Zulassung, Aufbrauchfrist 02.2021	<b>M 30</b> 2-[1-(6-chlorpyridine-3-ylmethyl) 3-carbamoyl-ureido]-ethansulfonsäure (Na-Salz) = Na-Salz der Sulfonsäure des Thiacycloprids		1,0	in Betriebsdaten nicht mehr erfasst

\*Hinweise zur Grundwassergefährdung sind dem UBA 2020a entnommen

In der Tab. 37 sind 12 Wirkstoffe aufgeführt, dazu eine Auswahl möglicher nrM. Der nrM Dimethenamidsulfonsäure (M27) ist im Monitoring bisher unberücksichtigt. Die Muttersubstanz Dimethenamid bzw. Dimethenamid-P hatte in vorjährigen Untersuchungen Ränge 13 – 14 und aktuell Rang 15 nach Ausbringungsmenge. Trotz hohem Anwendungsumfang war Dimethenamid im Monitoring bisher nicht auffällig.

Der Wirkstoff Dimethenamid wurde 1996 eingeführt und ist seit 2006 in der EU nicht mehr auf der Zulassungsliste. Grund war die Bildung umfangreicher Abbauprodukte. Die Muttersubstanz ist jedoch als Mischung verschiedener Isomere als Dimethenamid-P (seit 2000 in England, 2004 EU) weiterhin in der Zulassung.

Zugelassene Anwendungsprodukte (Herbizide) sind meist Kombinationen mit einem bzw. zwei weiteren Wirkstoffen, mit Ausnahme des Produktes „Spektrum“ als „reines“ Dimethenamid-P Präparat mit 720 g Wirkstoffgehalt und Anwendungen in Mais, Gemüse, Obstbau und selteneren Kulturen (Miscanthus, Silphie, Zierpflanzen).

Der Gehalt der Kombiprodukte liegt zwischen 200 g/l und 333 g/l. Anwendungsfelder der Kombiprodukte liegen hauptsächlich bei Winterraps und Zuckerrübe. Damit kann der Wirkstoff in der Anwendung einen hohen Flächenumfang erreichen, was auch die Rangstellung des Wirkstoffs anzeigt.

Der scheinbare Widerspruch zwischen einer nicht auffälligen Muttersubstanz und Hinweise auf Probleme mit dem Metaboliten Dimethenamidsulfonsäure (M27) können zwei Gründe haben. Zunächst der relativ hohe Anwendungsumfang (zeigen alle bisher erarbeitete Berichte) über einen langen Zulassungszeitraum. Des Weiteren die Tatsache, dass sich die chemischen Eigenschaften der Muttersubstanz von den Eigenschaften des Metaboliten unterscheiden. Dimethenamidsulfonsäure hat mit ca. 60 Tagen eine höhere  $DT_{50}$  und mit 212 Tagen (20 °C im Labor) einen hohen  $DT_{90}$ -Wert. Dimethenamid  $DT_{50}$  13 Tage ( $DT_{90}$  nicht verfügbar) und Dimethenamid-P 11 – 23 Tage bzw. 65 – 42 Tage (jeweils  $DT_{50}$  bzw.  $DT_{90}$  nach Feld- und Laboruntersuchungen). Zudem zeigt Dimethenamidsulfonsäure (M27) eine höhere Mobilität im Boden. Daher sind auch für Sachsen-Anhalt Auffälligkeiten anzunehmen, auch weil das Zulassungsende entfernt liegt.

Einige der aufgeführten Muttersubstanzen sind für Anwendungen nicht mehr zugelassen und in Betriebsdaten somit auch nicht erfasst. Andere haben einen sehr geringen Anwendungsumfang (Rangplatz > 50) oder wurden für Anwendungen in Sachsen-Anhalt nicht detektiert. Eine Gefährdung des Grundwassers über die zugeordneten nrM ist eher unwahrscheinlich. Wirkstoffe mit den aufgezeigten Rangplätzen 32 – 38 kommen, wegen Anwendungsumfang und noch nicht ausgelaufener Zulassung, als Metabolitenbildner in Frage.

## Literatur

baua 2020

<https://www.baua.de/DE/Biozid-Meldeverordnung/Offen/offen.html> (05.10.2020).

BVL 2013

Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2013): Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland. Ergebnisse der Meldungen gemäß § 64 Pflanzenschutzgesetz für das Jahre 2012. Braunschweig.

BVL 2014

Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2014): Wirkstoffe in zugelassenen Pflanzenschutzmitteln nach Kulturen (Stand Oktober 2014).

BVL 2015

Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2015): Wirkstoffe in zugelassenen Pflanzenschutzmitteln nach Kulturen (Stand Januar 2015).

BLV 2020

Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2020): Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland. Ergebnisse der Meldungen gemäß § 64 Pflanzenschutzgesetz für das Jahr 2018. Braunschweig.

BVL 2020 b

Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2020 b): Wirkstoffe in zugelassenen Pflanzenschutzmitteln nach Kulturen (Stand April 2020)

[https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04\\_Pflanzenschutzmittel/psm\\_wirkstoffe\\_in\\_kulturen.html?nn=11010472](https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04_Pflanzenschutzmittel/psm_wirkstoffe_in_kulturen.html?nn=11010472) (23.04.2020).

BVL 2020 c

Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2020 c): Abgelaufene Zulassungen von Pflanzenschutzmitteln für den Zeitraum 1992 bis Dezember 2019.

GrwV

Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung – GrwV), Ausfertigung am 09.11.2020, zuletzt geändert durch Art. 1 V v. 4.5.2017 I 1044.

INL 2011

Bericht zum Projekt Relevanzprüfung nicht-relevanter PSM-Metaboliten im Grundwasser.

LAWA 2019

Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit – Pflanzenschutzmittel – Berichtszeitraum 2013 bis 2016.

MLU 2015

Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt (2015): Bericht zur Lage der Landwirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt 2014.

MLU 2020

Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt (2020): Bericht zur Lage der Landwirtschaft des Sachsen-Anhalt 2018.

PPDB 2020

<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm>

Richtlinie 2013/39/EU

[https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasser-eu-international/eu\\_wasserrecht/OFG-Qualitaet-RL.html](https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasser-eu-international/eu_wasserrecht/OFG-Qualitaet-RL.html) (04.08.2020).

StaLa 2020

<https://statistik.sachsen-anhalt.de/themen/wirtschaftsbereiche/land-und-forstwirtschaft-fischerei/tabellen-wachstumsstand-und-ernte/#c234348> (12.05.2020).

UBA 2020

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/dokumente/liste\\_der\\_bewerteten\\_nrm\\_2020-05.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/dokumente/liste_der_bewerteten_nrm_2020-05.pdf) (04.08.2020).

UBA 2020 a

Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) für nicht-relevante Metaboliten (nrM) von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln (PSM), Fortschreibungsstand: Mai 2020.

UBA 2020 b

Trifluoressigsäure TFA: Gewässerschutz im Spannungsfeld von toxikologischem Leitwert, Trinkwasserhygiene und Eintragsminimierung - Erläuterungen zur Einordnung des neuen Trinkwasserleitwerts von 60 µg/L.

OGewV 2020

Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung – OGewV) vom 20.06.2016; Anlage 6 und Anlage 8.

## Anhang

### Anhang 1:

#### Zulassungsstand der im Grundwassermonitoring berücksichtigten PBSM-Wirkstoffe

Lfd. Nr.	Wirkstoff (Kurzname)	Wirkstoff	PSM-Gruppe	Zulassungsstand
1	24-D	2,4-D	Herbizid	aktuell
2	AMISULF	Amidosulfuron	Herbizid	aktuell
3	Azoxystr	Azoxystrobin	Fungizid	aktuell
4	CLTOLURON	Chlortoluron	Herbizid	aktuell
5	DFLFNICAN	Diflufenican	Herbizid	aktuell
6	Dimethacl	Dimethachlor	Herbizid	aktuell
7	DOXSTRBIN	Dimoxystrobin	Fungizid	aktuell
8	ESFENVAL	Esfenvalerat	Insektizid	aktuell
9	ETHFMESAT	Ethofumesat	Herbizid	aktuell
10	Glyphosat	Glyphosat	Herbizid	aktuell
11	IMIDACLPR	Imidacloprid	Insektizid	aktuell
12	Lenacil	Lenacil	Herbizid	aktuell
13	MCPA	MCPA	Herbizid	aktuell
14	Metalaxyl	Metalaxyl	Fungizid	aktuell
15	METAMITRO	Metamitron	Herbizid	aktuell
16	METAZACL	Metazachlor	Herbizid	aktuell
17	NAPROAMID	Napropamid	Herbizid	aktuell
18	PRIMICARB	Pirimicarb	Insektizid	aktuell
19	PROPMOCAR	Propamocarb	Fungizid	aktuell
20	QUINMERAC	Quinmerac	Herbizid	aktuell
21	TBCONAZOL	Tebuconazol	Fungizid	aktuell
22	TERBUAZIN	Terbuthylazin	Herbizid	aktuell
23	Thiacpri	Thiacloprid	Insektizid	aktuell
24	Zoxamid	Zoxamid	Fungizid	aktuell
25	DICLPROP	Dichlorprop	Herbizid	Isomere Dichlorprop-P
26	DIMETAMID	Dimethenamid	Herbizid	Isomere Dimethenamid-P
27	Mecoprop	Mecoprop	Fungizid	Isomere Mecoprop-P
28	METOLACL	Metolachlor	Herbizid	Metolachlor und Isomere S-Metolachlor
29	alphaHCH	Alpha-HCH	Insektizid	nicht zugelassen
30	Ametryn	Ametryn	Herbizid	nicht zugelassen
31	Atrazin	Atrazin	Herbizid	nicht zugelassen
32	Bentazon	Bentazon	Herbizid	nicht zugelassen
33	beta-HCH	Beta-HCH	Insektizid	nicht zugelassen
34	Bromacil	Bromacil	Herbizid	nicht zugelassen
35	CARBENAZI	Carbendazim	Fungizid	nicht zugelassen
36	Clridazon	Chloridazon	Herbizid	nicht zugelassen
37	delta-HCH	Delta-HCH	Insektizid	nicht zugelassen
38	Dimefuron	Dimefuron	Herbizid	nicht zugelassen
39	Dimethoat	Dimethoat	Insektizid	nicht zugelassen
40	Diuron	Diuron	Herbizid	nicht zugelassen

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

Lfd. Nr.	Wirkstoff (Kurzname)	Wirkstoff	PSM-Gruppe	Zulassungsstand
41	EPXCONAZO	Epoxiconazol	Fungizid	nicht zugelassen
42	FLUSLAZOL	Flusilazol	Fungizid	nicht zugelassen
43	FLUTAMON	Flurtamon	Herbizid	nicht zugelassen
44	FNPRMORPH	Fenpropimorph	Fungizid	nicht zugelassen
45	gamma-HCH	Gamma-HCH	Insektizid	nicht zugelassen
46	Hexazinon	Hexazinon	Herbizid	nicht zugelassen
47	IRGAROL	Irgarol	Fungizid	nicht zugelassen
48	ISOPROTUR	Isoproturon	Herbizid	nicht zugelassen
49	Oxadixyl	Oxadixyl	Fungizid	nicht zugelassen
50	Proclaz	Procloraz	Fungizid	nicht zugelassen
51	Prometryn	Prometryn	Herbizid	nicht zugelassen
52	Propazin	Propazin	Herbizid	nicht zugelassen
53	PRPCNAZOL	Propiconazol	Fungizid	nicht zugelassen
54	Simazin	Simazin	Herbizid	nicht zugelassen
55	TERBUTRYN	Terbutryn	Herbizid	nicht zugelassen
56	TRFLURALI	Trifluralin	Herbizid	nicht zugelassen

**Anhang 2:**  
**Verteilung durchgeführter Grundwasseranalysen auf PBSM-Wirkstoffe und Jahre**

Wirkstoff*	Jahr der Analyse										Gesamt
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
24-D			132	205	350	247	211	211	216	66	1.638
alphaHCH		69	17	7							93
Ametryn	389	421	125	145	229	130	62	210		20	1.731
AMISULF			132	204	348	247	209	210	215		1.565
Atrazin	389	421	125	145	453	151	60	211		20	1.975
Azoxyst			125	145	395	106	32	4			807
Bentazon	258	463	132	220	367	248	221	235	230	68	2.442
beta-HCH		69	17	4							90
Bromacil	235	459	132	205	358	248	217				1.854
CARBENAZI							233	231	237	67	768
CLRIDAZON		459	132	205	355	248	216	210	216	56	2.097
CLTOLURON	235			204	354	247	210	210	215	67	1.742
delta-HCH		69	17	4							90
DFLFNICAN	383	418	125	145	450	98	34				1.653
DICLPROP	235			204	358	247	211	210	216	67	1.748
Dimefuron	235			205	350	247	210	100			1.347
DIMETAMID								210	216	67	493
DIMETHACL			132	205	350	247	210	210	215	67	1.636
Dimethoat			125	145	280	93	33			8	684
Diuron	235	459	132	205	353	247	210	210	215	67	2.333
DOXSTRBIN								210	216	67	493
EPXCONAZO			125	145	450	107	38	200		20	1.085
ESFENVAL	383			78	14	79	27				581
ETHFMESAT								210	216	67	493
FLUSLAZOL	383	418	125	145	450	106	38				1.665

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

Wirkstoff*	Jahr der Analyse										Gesamt
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
FLUTAMON			132	205	358	248	217	210	216	67	1.653
FNPRMORPH			132	204	346	248	217	209	215	67	1.638
gamma-HCH		69	30	7							106
Glyphosat	113	1	1		74	92	97	88	89	82	637
Hexazinon	389	421	125	145	453	151	62	5			1.751
IMIDACLPR										67	67
Irgarol							84	51			135
ISOPROTUR	235	459	132	205	353	247	210	210	215	67	2.333
Lenacil	389	421	125	145	453	151	62	202		20	1.968
MCPA		459	132	205	358	247	211	211	216	67	2.106
Mecoprop	235	459	132	205	358	247	211	212	216	67	2.342
Metalaxyl	383	418	125	145	450	106	38	206		20	1.891
METAMITRO			132	205	353	248	216	210	216	67	1.647
METAZACL	235	459	132	205	347	247	210	210	215	67	2.327
METOLACL	236	459	132	196	353	247	210	210	215	67	2.325
NAPROAMID								210	216	67	493
Oxadixyl	383		2	145	439	106	38	207		20	1.340
PRIMICARB	235			205	349	247	209	210	215	67	1.737
PROCLAZ			132	204	356	247	217	210	216	67	1.649
Prometryn	389	421	125	145	229	129	61	209		8	1.716
Propazin	389	421	125	145	453	151	62	210		20	1.976
PROPMOCAR								210	216	67	493
PRPCNAZOL			125	145	450	106	32				858
Quinmerac			132	205	360	247	216	210	216	67	1.653
Simazin	389	421	125	145	453	149	60	210		20	1.972
TBCONAZOL	383	418		145	343	101	38	188		11	1.627
TERBUAZIN	389	421	125	145	453	150	62	211		20	1.976
TERBUTRYN							84	51			135
THIACLPRI			132	205	360	248	216	210	216	67	1.654
TRFLURALI	389	421	125	145	453	149	62	4		20	1.768
Zoxamid	235			205	358	248	217	210	216	67	1.756
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>8.756</b>	<b>9.873</b>	<b>4.460</b>	<b>7.426</b>	<b>15.576</b>	<b>8.100</b>	<b>6.301</b>	<b>8.286</b>	<b>5.947</b>	<b>2.107</b>	<b>76.832</b>

**Anhang 3:**

**Ränge der im Grundwassermonitoring erfassten PBSM-Wirkstoffe nach relativer Anzahl Positivfunde (Fett hervorgehobene Wirkstoffe überschritten den Schwellenwert nach GrwV [0,1 µg/l].)**

Wirkstoff *	Anzahl Positivfunde			rel. Anzahl Positivfunde			Rang nach rel. Anzahl Positivfunde		
	2010 - 2019	2010 - 2015	2016- 2019	2010 - 2019	2010 - 2015	2016- 2019	2010 - 2019	2010 - 2015	2016- 2019
<b>Bentazon</b>	<b>515</b>	<b>342</b>	<b>173</b>	<b>21,13</b>	<b>20,26</b>	<b>23,10</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Simazin</b>	<b>144</b>	<b>126</b>	<b>18</b>	<b>7,32</b>	<b>7,49</b>	<b>6,29</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Atrazin</b>	<b>107</b>	<b>100</b>	<b>7</b>	<b>5,43</b>	<b>5,94</b>	<b>2,44</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>6</b>
<b>Propazin</b>	<b>79</b>	<b>72</b>	<b>7</b>	<b>4,01</b>	<b>4,28</b>	<b>2,43</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>7</b>
IMIDACLPR	2	0	2	3,23		3,23	5	n. U.	3
<b>Prometryn</b>	<b>36</b>	<b>29</b>	<b>7</b>	<b>2,10</b>	<b>2,02</b>	<b>2,54</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Lenacil</b>	<b>31</b>	<b>22</b>	<b>9</b>	<b>1,58</b>	<b>1,31</b>	<b>3,21</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
<b>Glyphosat</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>1,27</b>	<b>1,07</b>	<b>1,44</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>8</b>
<b>METOLACL</b>	<b>24</b>	<b>21</b>	<b>3</b>	<b>1,03</b>	<b>1,29</b>	<b>0,43</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>14</b>
<b>Oxadixyl</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>0,82</b>	<b>0,84</b>	<b>0,77</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
FNPRMORPH	12	11	1	0,73	1,18	0,14	11	8	17
Quinmerac	10	6	4	0,61	0,64	0,57	12	13	12
ISOPROTUR	14	12	2	0,60	0,74	0,29	13	11	16
<b>Mecoprop</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>0,54</b>	<b>0,32</b>	<b>1,14</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>9</b>
TERBUAZIN	10	7	3	0,51	0,42	1,04	15	15	10
<b>24-D</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>0,43</b>	<b>0,64</b>	<b>0,14</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>17</b>
ETHFMESAT	2	0	2	0,41		0,41	17	n. U.	15
METAZACL	8	8	0	0,34	0,49	0,00	18	14	19
Diuron	8	5	3	0,34	0,31	0,43	19	19	13
<b>MCPA</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0,33</b>	<b>0,36</b>	<b>0,29</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>16</b>
<b>CLTOLURON</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0,29</b>	<b>0,38</b>	<b>0,14</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>17</b>
Hexazinon	5	5	0	0,29	0,30	0,00	22	20	19
Dimefuron	3	3		0,19	0,23	0,00	23	21	19
AMISULF	3	2	1	0,18	0,21	0,14	24	22	17
DICLPROP	3	2	1	0,17	0,19	0,14	25	23	17
<b>Cloridazon</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0,14</b>	<b>0,21</b>	<b>0,00</b>	<b>26</b>	<b>22</b>	19
<b>Metalaxyl</b>	<b>3</b>	<b>3</b>		<b>0,14</b>	<b>0,18</b>	<b>0,00</b>	<b>27</b>	<b>24</b>	19
CARBENAZI	1	0	1	0,13		0,13	28	n. U.	18
THIACLOPPRI	2	2	0	0,12	0,21	0,00	29	22	19
TRFLURALI	2	2	0	0,11	0,12	0,00	30	25	19
TBCONAZOL	1	1	0	0,06	0,07	0,00	31	28	19
DIMETHACL	1	1	0	0,06	0,11	0,00	31	26	19
PROCLAZ	1	1	0	0,06	0,11	0,00	31	26	19
FLUTAMON	1	1	0	0,06	0,11	0,00	31	26	19
Zoxamid	1	1	0	0,06	0,10	0,00	31	27	19
Bromacil	1	1	0	0,05	0,06	0,00	32	29	19
Ametryn	0	0	0	0,00	0,00	0,00	33	30	19
AZOXYSTR	0	0	0	0,00	0,00	0,00	33	30	19
DFLFNICAN	0	0	0	0,00	0,00	0,00	33	30	19
Dimethoat	0	0	0	0,00	0,00	0,00	33	30	19
EPXCONAZO	0	0	0	0,00	0,00	0,00	33	30	19

PBSM-Wirkstoffranking Sachsen-Anhalt 2020

Wirkstoff *	Anzahl Positivfunde			rel. Anzahl Positivfunde			Rang nach rel. Anzahl Positivfunde		
	2010 - 2019	2010 - 2015	2016-2019	2010 - 2019	2010 - 2015	2016-2019	2010 - 2019	2010 - 2015	2016-2019
ESFENVAL	0	0	0	0,00	0,00	0,00	33	30	19
FLUSLAZOL	0	0	0	0,00	0,00	0,00	33	30	19
METAMITRO	0	0	0	0,00	0,00	0,00	33	30	19
PRIMICARB	0	0	0	0,00	0,00	0,00	33	30	19
PRPCNAZOL	0	0	0	0,00	0,00	0,00	33	30	19
DIMETAMID	0	0	0	0,00		0,00	33	n. U.	19
DOXSTRBIN	0	0	0	0,00		0,00	33	n. U.	19
Irgarol	0	0	0	0,00		0,00	33	n. U.	19
NAPROAMID	0	0	0	0,00		0,00	33	n. U.	19
PROPMOCAR	0	0	0	0,00		0,00	33	n. U.	19
Terbutryn	0	0	0	0,00		0,00	33	n. U.	19
alpha-HCH	0	0	0	0,00	0,00		33	30	n. U.
beta-HCH	0	0	0	0,00	0,00		33	30	n. U.
delta-HCH	0	0	0	0,00	0,00		33	30	n. U.
gamma-HCH	0	0	0	0,00	0,00		33	30	n. U.

\* Wirkstoffkurznamen in Großbuchstaben, n. U. – nicht untersucht

**Anhang 4:**

**Ränge der im Grundwassermonitoring erfassten PBSM-Wirkstoffe nach aufgefundener Konzentration als Mittelwert der aufgeführten Jahreszeiträume**

Wirkstoff	Mittelwert Konzentration der Jahre			Ränge		
	2010 - 2019	2010 - 2015	2016-2019	2010 - 2019	2010 - 2015	2016-2019
Bentazon	1,683	13,630	2,563	1	1	1
Oxadixyl	0,464	2,770	0,410	2	2	3
Lenacil	0,335	2,737	0,419	3	3	2
METOLACL	0,144	0,438	0,228	4	5	5
Prometryn	0,144	1,257	0,212	5	4	6
MCPA	0,125	0,168	0,040	6	14	15
24-D	0,118	0,172	0,024	7	13	19
Glyphosat	0,109	0,360	0,243	8	6	4
CLTOLURON	0,086	0,324	0,042	9	7	14
METAZACL	0,080	0,253	0,000	10	10	23
Chloloridazon	0,077	0,231	0,000	11	11	23
ETHFMESAT	0,068	0,000	0,136	12	n. U.	9
Mecoprop	0,058	0,112	0,125	13	17	10
Simazin	0,046	0,290	0,101	14	8	11
Atrazin	0,046	0,281	0,152	15	9	7
TBCONAZOL	0,046	0,046	0,000	16	21	23
TERBUAZIN	0,040	0,112	0,070	17	17	12
Hexazinon	0,036	0,151	0,000	18	15	23
DICLPROP	0,032	0,034	0,028	19	24	16
Zoxamid	0,031	0,031	0,000	20	25	23
Propazin	0,030	0,179	0,057	21	12	13
Metalaxyl	0,029	0,058	0,000	22	19	23
CARBENAZI	0,028		0,028	23	n. U.	17

PBSM-Wirkstoffranking Sachsen-Anhalt 2020

Wirkstoff	Mittelwert Konzentration der Jahre			Ränge		
	2010 - 2019	2010 - 2015	2016-2019	2010 - 2019	2010 - 2015	2016-2019
Quinmerac	0,025	0,049	0,148	24	20	8
Dimefuron	0,022	0,039	0,000	25	22	23
ISOPROTUR	0,022	0,122	0,023	26	16	20
TRFLURALI	0,018	0,018	0,000	27	26	23
FNPRMORPH	0,016	0,038	0,042	28	23	14
Diuron	0,014	0,062	0,027	29	18	18
THIACLPRI	0,012	0,012	0,000	30	27	23
AMISULF	0,010	0,010	0,011	31	28	21
Bromacil	0,010	0,010	0,000	32	28	23
DIMETHACL	0,010	0,010	0,000	33	28	23
FLUTAMON	0,010	0,010	0,000	34	28	23
PROCLAZ	0,010	0,010	0,000	35	28	23
IMIDACLPR	0,003		0,003	36	n. U.	22
alphaHCH	0,000	0,000	0,000	37	29	n. U.
Ametryn	0,000	0,000	0,000	37	29	23
AZOXYSTR	0,000	0,000	0,000	37	29	23
beta-HCH	0,000	0,000	0,000	37	29	n. U.
delta-HCH	0,000	0,000	0,000	37	29	n. U.
DFLFNICAN	0,000	0,000	0,000	37	29	23
DIMETAMID	0,000	0,000	0,000	37	29	23
Dimethoat	0,000	0,000	0,000	37	29	23
DOXSTRBIN	0,000		0,000	37	n. U.	23
EPXCONAZO	0,000	0,000	0,000	37	29	23
ESFENVAL	0,000	0,000	0,000	37	29	23
FLUSLAZOL	0,000	0,000	0,000	37	29	23
gamma-HCH	0,000	0,000	0,000	37	29	n. U.
Irgarol	0,000		0,000	37	n. U.	23
METAMITRO	0,000	0,000	0,000	37	29	23
NAPROAMID	0,000		0,000	37	n. U.	23
PRIMICARB	0,000	0,000	0,000	37	29	23
PROPMOCAR	0,000		0,000	37	n. U.	23
PRPCNAZOL	0,000	0,000	0,000	37	29	23
Terbutryn	0,000		0,000	37	n. U.	23

**Anhang 5:**

**Ränge der im Oberflächenwassermonitoring erfassten PBSM-Wirkstoffe nach relativer Anzahl Positivfunde** (Fett hervorgehobene Wirkstoffe überschritten als Jahresmittelwert die UQN für 2019. Kursiv hervorgehoben sind prioritäre Stoffe gemäß Richtlinie 2000/60/EG.)

Wirkstoff (Kurzname)	Anzahl Positivfunde			rel. Anzahl Positivfunde			Rang nach rel. Anzahl Positivfunde		
	2010-2015	2016-2019	2010 - 2019	2010-2015	2016-2019	2010 - 2019	2010-2015	2016-2019	2010 - 2019
<b>BENTAZON</b>	<b>1.065</b>	<b>576</b>	<b>1.641</b>	<b>4,0</b>	<b>1,4</b>	<b>2,4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
IMIDACLPR	43	486	529	0,2	1,2	0,8	18	2	2
ISOPROTUR	188	74	262	0,7	0,2	0,4	3	11	3
PROMETRYN	191	52	243	0,7	0,1	0,4	2	14	4
TERBUAZIN	105	130	235	0,4	0,3	0,3	5	5	5
AMETRYN	172	47	219	0,7	0,1	0,3	4	16	6
MCPA	76	131	207	0,3	0,3	0,3	11	4	7
MECOPROP	58	126	184	0,2	0,3	0,3	14	6	8
METOLACL	62	120	182	0,2	0,3	0,3	13	7	9
<b>NICSULRON</b>	<b>32</b>	<b>133</b>	<b>165</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>	<b>20</b>	<b>3</b>	<b>10</b>
QUINMERAC	72	73	145	0,3	0,2	0,2	12	12	11
TBCONAZOL	96	47	143	0,4	0,1	0,2	7	17	12
<b>DFLFNICAN</b>	<b>82</b>	<b>33</b>	<b>115</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	<b>13</b>
CLTOLURON	0	109	109	0,0	0,3	0,2	59	8	14
<b>THIACLPRI</b>	<b>20</b>	<b>85</b>	<b>105</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>25</b>	<b>9</b>	<b>15</b>
BOSCALID	53	52	105	0,2	0,1	0,2	15	15	16
SIMAZIN	102	0	102	0,4	0,0	0,2	6	54	17
METAZACL	4	78	82	0,0	0,2	0,1	38	10	18
ATRAZIN	77	0	77	0,3	0,0	0,1	9	55	19
PROPAZIN	76	0	76	0,3	0,0	0,1	10	56	20
FNPRMORPH	47	27	74	0,2	0,1	0,1	17	22	21
CARBENAZI	21	43	64	0,1	0,1	0,1	23	19	22
DIMETAMID	0	54	54	0,0	0,1	0,1	80	13	23
PARATI-ME	51	0	51	0,2	0,0	0,1	16	57	24
PRSULCARB	0	44	44	0,0	0,1	0,1	88	18	25
B-ENDOSUL	43	0	43	0,2	0,0	0,1	19	58	26
LENACIL	23	10	33	0,1	0,0	0,0	22	26	27
CLTHIADIN	0	31	31	0,0	0,1	0,0	58	21	28
EPXCONAZO	21	8	29	0,1	0,0	0,0	24	28	29
FLUFEACET	27	2	29	0,1	0,0	0,0	21	37	30
DIURON	15	13	28	0,1	0,0	0,0	28	25	31
METAMITRO	19	9	28	0,1	0,0	0,0	26	27	32
DOXSTRBIN	13	8	21	0,0	0,0	0,0	31	29	33
SPIROXAMI	15	6	21	0,1	0,0	0,0	29	31	34
<i>DICOFOL</i>	18	1	19	0,1	0,0	0,0	27	45	35
TIAMEOXAM	0	16	16	0,0	0,0	0,0	73	23	36
PETOXAMID	0	15	15	0,0	0,0	0,0	87	24	37
AZOXYSTR	10	5	15	0,0	0,0	0,0	33	34	38
FLUTAMON	14	1	15	0,1	0,0	0,0	30	46	39
DIMETHOAT	5	6	11	0,0	0,0	0,0	37	32	40

PBSM-Wirkstoffranking Sachsen-Anhalt 2020

Wirkstoff (Kurzname)	2010-2015	Anzahl Positivfunde		rel. Anzahl Positivfunde			Rang nach rel. Anzahl Positivfunde		
		2016-2019	2010 - 2019	2010-2015	2016-2019	2010 - 2019	2010-2015	2016-2019	2010 - 2019
DIMETHACL	10	1	11	0,0	0,0	0,0	32	47	41
CLRIDAZON	8	2	10	0,0	0,0	0,0	35	38	42
PROCLAZ	9	1	10	0,0	0,0	0,0	34	48	43
ACEMIPRI	1	7	8	0,0	0,0	0,0	47	30	44
ACLONIFEN	7	1	8	0,0	0,0	0,0	36	49	45
METIOCARB	0	6	6	0,0	0,0	0,0	65	33	46
METRIBUZI	4	2	6	0,0	0,0	0,0	39	39	47
BIFENOX	0	5	5	0,0	0,0	0,0	52	35	48
PYRCLOSTR	3	1	4	0,0	0,0	0,0	40	50	49
NAPROAMID	0	3	3	0,0	0,0	0,0	85	36	50
DICLPROP	1	2	3	0,0	0,0	0,0	43	40	51
METALAXYL	1	2	3	0,0	0,0	0,0	44	41	52
PRIMICARB	0	2	2	0,0	0,0	0,0	68	42	53
TRIBENURM	0	2	2	0,0	0,0	0,0	75	43	54
ACYPMETRI	0	2	2	0,0	0,0	0,0	77	44	55
AMSULFURO	1	1	2	0,0	0,0	0,0	48	51	56
HEXAZINON	2	0	2	0,0	0,0	0,0	41	59	57
<i>QUINOXFEN</i>	0	1	1	0,0	0,0	0,0	71	52	58
INDOXCARB	0	1	1	0,0	0,0	0,0	82	53	59
24-D	1	0	1	0,0	0,0	0,0	42	60	60
PRPCNAZOL	1	0	1	0,0	0,0	0,0	45	61	61
TERBUTRYN	1	0	1	0,0	0,0	0,0	46	62	62
TRFLOXSTR	1	0	1	0,0	0,0	0,0	49	63	63
A-ENDOSUL	0	0		0,0	0,0	0,0	50	64	64
ALACHLOR	0	0		0,0	0,0	0,0	51	65	65
BRMOXYNIL	0	0		0,0	0,0	0,0	53	66	66
BROMACIL	0	0		0,0	0,0	0,0	54	67	67
CDFOPPPGY	0	0		0,0	0,0	0,0	55	68	68
CLFNVPHS	0	0		0,0	0,0	0,0	56	69	69
CLPYRFOSE	0	0		0,0	0,0	0,0	57	70	70
DICHLORVO	0	0		0,0	0,0	0,0	60	71	71
DIMEFURON	0	0		0,0	0,0	0,0	61	72	72
ESFENVAL	0	0		0,0	0,0	0,0	62	73	73
FLUSLAZOL	0	0		0,0	0,0	0,0	63	74	74
IRGAROL	0	0		0,0	0,0	0,0	64	75	75
OXADIXYL	0	0		0,0	0,0	0,0	66	76	76
PNDMTALIN	0	0		0,0	0,0	0,0	67	77	77
PROXYCBZON	0	0		0,0	0,0	0,0	69	78	78
PRTIOCOZO	0	0		0,0	0,0	0,0	70	79	79
SULCOTION	0	0		0,0	0,0	0,0	72	80	80
<i>TRFLURALI</i>	0	0		0,0	0,0	0,0	74	81	81
ZOXAMID	0	0		0,0	0,0	0,0	76	82	82
B-CYFLUTR	0	0		0,0	0,0	0,0	78	83	83

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

Wirkstoff (Kurzname)	2010-2015	Anzahl Positivfunde		rel. Anzahl Positivfunde			Rang nach rel. Anzahl Positivfunde		
		2016-2019	2010 - 2019	2010-2015	2016-2019	2010 - 2019	2010-2015	2016-2019	2010 - 2019
CLOMAZON	0	0		0,0	0,0	0,0	79	84	84
FIPRONIL	0	0		0,0	0,0	0,0	81	85	85
L_CYHLOTR	0	0		0,0	0,0	0,0	83	86	86
METFLUZON	0	0		0,0	0,0	0,0	84	87	87
OXADIAZON	0	0		0,0	0,0	0,0	86	88	88
TRIALLAT	0	0		0,0	0,0	0,0	89	89	89

**Anhang 6:**

**Ränge der im Oberflächenwassermonitoring erfassten PBSM-Wirkstoffe nach aufgefundener Konzentration als Mittelwert der aufgeführten Jahreszeiträume** (Fett hervorgehobene Wirkstoffe überschritten als Jahresmittelwert die UQN für 2019. Kursiv hervorgehoben sind prioritäre Stoffe gemäß Richtlinie 2000/60/EG.)

Wirkstoff (Kurzname)	2010 - 2015	2016-2019	2010 - 2019	2010 - 2015	2016-2019	2010 - 2019
MCPA	2,82	0,11	0,93	1	8	2
<i>DICOFOL</i>	<i>1,93</i>	<i>1,50</i>	<i>1,91</i>	2	1	1
DICLPROP	1,40	0,04	0,50	3	27	4
<b>BENTAZON</b>	<b>0,77</b>	<b>0,63</b>	<b>0,69</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
TBCONAZOL	0,44	0,09	0,14	5	13	12
TRFLOXSTR	0,36		0,36	6	54	6
METALAXYL	0,26	0,21	0,23	7	5	8
QUINMERAC	0,19	0,03	0,07	8	36	29
PROMETRYN	0,18	0,05	0,16	9	23	10
<b>DFLFNICAN</b>	<b>0,16</b>	<b>0,02</b>	<b>0,17</b>	<b>10</b>	<b>37</b>	<b>9</b>
SIMAZIN	0,16		0,15	11	57	11
AMSULFURO	0,13	0,02	0,07	12	46	27
AMETRYN	0,13	0,03	0,12	13	34	14
MECOPROP	0,12	0,05	0,05	14	25	36
METOLACL	0,11	0,05	0,08	15	21	26
METAMITRO	0,11	0,11	0,13	16	9	13
PRPCNAZOL	0,10		0,10	17	58	16
SPIROXAMI	0,10	0,02	0,09	18	48	19
AZOXYSTR	0,09	0,02	0,10	19	40	17
24-D	0,09		0,09	20	59	23
PARATI-ME	0,08		0,09	21	60	20
DIURON	0,07	0,02	0,05	22	47	34
EPXCONAZO	0,07	0,63	0,36	23	3	7
ISOPROTUR	0,07	0,06	0,07	24	19	30
TERBUAZIN	0,06	0,08	0,07	25	17	28
PROPAZIN	0,06		0,05	26	55	33
METAZACL	0,05	0,03	0,03	27	35	47
<b>THIACLPRI</b>	<b>0,05</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>28</b>	<b>43</b>	<b>52</b>
PROCLAZ	0,05	0,07	0,05	29	18	35
FLUFEACET	0,05	0,04	0,05	30	29	38
DIMETHOAT	0,05	0,09	0,10	31	10	18

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

Wirkstoff (Kurzname)	2010 - 2015	2016-2019	2010 - 2019	2010 - 2015	2016-2019	2010 - 2019
ACLONIFEN	0,04	0,05	0,05	32	22	39
BOSCALID	0,04	0,04	0,05	33	28	37
ATRAZIN	0,04		0,04	34	61	43
METRIBUZI	0,04	0,17	0,08	35	6	25
DIMETHACL	0,03	0,02	0,03	36	42	44
CARBENAZI	0,03	0,03	0,03	37	32	48
CLRIDAZON	0,03	0,05	0,03	38	24	45
FNPRMORPH	0,03	0,01	0,03	39	49	49
PYRCLOSTR	0,03	0,15	0,06	40	7	32
TERBUTRYN	0,03		0,03	41	56	50
<b>NICSULRON</b>	<b>0,02</b>	<b>0,08</b>	<b>0,06</b>	<b>42</b>	<b>16</b>	<b>31</b>
FLUTAMON	0,02	0,02	0,02	43	38	54
LENACIL	0,02	0,06	0,04	44	20	41
ACEMIPRI	0,02	0,02	0,02	45	39	53
<b>IMIDACLPR</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>46</b>	<b>53</b>	<b>61</b>
HEXAZINON	0,01		0,01	47	62	58
DOXSTRBIN	0,01	0,04	0,03	48	30	51
B-ENDOSUL	0,00		0,00	49	63	63
ACYPMETRI		0,02	0,02	50	41	55
A-ENDOSUL				51	64	64
ALACHLOR				52	65	65
B-CYFLUTR				53	66	66
BIFENOX		0,09	0,09	54	14	22
BRMOXYNIL				55	67	67
BROMACIL				56	68	68
CDFOPPPGY				57	69	69
CLFNVPHS				58	70	70
CLOMAZON				59	71	71
CLPYRFOSE				60	72	72
CLTHIADIN		0,01	0,01	61	51	60
CLTOLURON		0,09	0,10	62	12	15
DICHLORVO				63	73	73
DIMEFURON				64	74	74
DIMETAMID		0,03	0,03	65	33	46
ESFENVAL				66	75	75
FIPRONIL				67	76	76
FLUSLAZOL				68	77	77
INDOXCARB		0,02	0,02	69	45	57
IRGAROL				70	78	78
L_CYHLOTR				71	79	79
METFLUZON				72	80	80
METIOCARB		0,01	0,01	73	52	62
NAPROAMID		0,02	0,02	74	44	56
OXADIAZON				75	81	81
OXADIXYL				76	82	82

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

Wirkstoff (Kurzname)	2010 - 2015	2016-2019	2010 - 2019	2010 - 2015	2016-2019	2010 - 2019
PETOXAMID		0,03	0,04	77	31	42
PNDMTALIN				78	83	83
PRIMICARB		0,40	0,40	79	4	5
PROXYCBZON				80	84	84
PRSULCARB		0,04	0,04	81	26	40
PRTIOCOZO				82	85	85
QUINOXFEN		0,09	0,09	83	11	21
SULCOTION				84	86	86
TIAMEOXAM		0,01	0,01	85	50	59
TRFLURALI				86	87	87
TRIALLAT				87	88	88
TRIBENURM		0,09	0,09	88	15	24
ZOXAMID				89	89	89

**Anhang 7:**  
**Übersicht im Zeitraum 2010 bis 2019 im Grundwasser durchgeführte Analysen zu Metaboliten**

Metaboliten	Jahr der Analysen										Gesamt
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
<i>AMPA*</i>	114	1	1		74	94	97	88	89	82	640
AZOXSTRCA								176	213	204	593
CLTHALOSA								176	213	204	593
DESETATRA	389	420	125	145	452	151	60	209		11	1962
DESIPATRA	389	273	125	145	428	151	62	190			1763
DETERBUZIN	383	418	125	145	453	151	62	210		20	1967
DIMETCLCA								176	213	204	593
DIMETCLSA								176	213	204	593
DMCLCGAM2								176	213	204	593
DPCLRDZON						11	8	175	213	204	611
MDPCLDZON						11	8	176	213	204	612
METALACA2								176	213	204	593
METALAXCA								176	213	204	593
METAZACLS								176	213	204	593
METAZCLMES										204	204
METAZCLMSO										204	204
METAZCLSA								176	213	204	593
METOLCLCA						26	22	176	213	205	642
METOLCLSA						26	22	176	213	205	642
QMBH518-2								176	213	204	593
TBAMCGA								176	213	204	593
TBAMSYN								176	213	204	593
TRIFLUESS									213	200	413
<b>Gesamt</b>	<b>1275</b>	<b>1112</b>	<b>376</b>	<b>435</b>	<b>1407</b>	<b>621</b>	<b>341</b>	<b>3512</b>	<b>3710</b>	<b>3987</b>	<b>16776</b>

\*relevante Metaboliten in Kursivschrift

**Anhang 8:  
Abhängigkeit der Wirkstoffverteilung von Fruchtarten bzw. Fruchtartengruppen über das Jahr**

Fruchtart bzw. -Gruppe	Monat												Gesamt
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
<b>Kartoffel</b>													
Aclonifen				3									3
Azoxystrobin					12	21							33
Carfentrazone					1		9	9	1				20
Cyazofamid						44	10	5					59
Cymoxanil						26	10						36
Deiquat						1	86	18	3				108
Difenoconazol					34	137	6						177
Dimethomorph						12	16						28
Esfenvalerat				3	21								24
Famoxadone						11	10						21
Flonicamid						23							23
Fluazifop-P				2									2
Fluazinam						54	61	2	1				118
Fluopicolide				8	110	9	1						128
Folpet					7								7
Glyphosat		2					1						3
lambda-Cyhalothrin					8	41	5						54
Mancozeb					27	16	35						78
Mandipropamid					34	137	6						177
Metalaxyl-M					34		3						37
Metobromuron				12									12
Metribuzin			10	88	10								108
Pencycuron		8	46	8									62
Pirimicarb						2							2
Propamocarb				8	110	24	1						143
Propaquizafop					1								1
Prosulfocarb			6	76	7								89
Pyraflufen							25	1					26
Rimsulfuron				2	25								27
Spinosad					12								12
Thiacloprid				3	138								141
Valifenalate						13	31						44
<b>Kernobst</b>													
2,4 D							1						1
6-Benzyladenin				3									3
Captan			5	14	9	2	1			3			34
Chlorantraniliprole				2	3								5
Codlemone				2									2
Cyprodinil			1										1
Difenoconazol			1	4	3								8
Dithianon			3	2									5
Dodin			2										2
Flazasulfuron				1	2								3

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

Fruchtart bzw. -Gruppe	Monat												Gesamt
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Fludioxonil							1						1
Fluopyram			1	4									5
Glyphosat		1		1	2		1						5
Kupferhydroxid		2	1										3
Myclobutanil				5									5
Penconazol					7								7
Pirimicarb				1	2	1							4
Prohexadion				2	1								3
Schwefel			4	1									5
Tebuconazol			1	4									5
Thiacloprid		1	2	1									4
Trifloxystrobin			3	3			4	1					11
<b>Körnerleguminosen</b>													
Aclonifen		38	35						3				76
alpha-Cypermethrin			1	1	1								3
Azoxystrobin				4	6								10
Bentazon			19	18									37
Bentonit				4									4
Boscalid				4									4
Bradyrhizobium japonicum			2	7									9
Bromoxynil				1	2								3
Clomazone		30	26	8									64
Deiquat					1	7	2						10
Difenoconazol					4								4
Dimethenamid-P		3	1	9									13
Emulgatoren			1	2									3
Ethofumesat		3											3
Fluazifop-P			2	7	5								14
gamma-Cyhalothrin				4									4
Glyphosat	2	20	6				2	3	18	4	2		57
Haloxyfop-R				1									1
lambda-Cyhalothrin				15	61								76
Mandipropamid					4								4
Mesotrione				1	2								3
Metaldehyd			1								1		2
Nicosulfuron				1	2								3
Paraffinöl			1	2									3
Pendimethalin		12	31	19									62
Phenmedipham		3											3
Pirimicarb				37	67								104
Propaquizafop		2	1	8									11
Prosulfocarb			6										6
Quizalofop-p				4									4
Rapsmethylester				4									4
S-Metolachlor			2	1	2								5
Tebuconazol				13	19								32

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

Fruchtart bzw. -Gruppe	Monat												Gesamt
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Terbuthylazin			2										2
Thifensulfuron					8								8
zeta-Cypermethrin				2	4								6
Zinkphosphid										1			1
<b>Mais</b>													
Aclonifen									1				1
alpha-Cypermethrin								1					1
Bentazon				1									1
Bentonit			3										3
beta-Cyfluthrin		2			1				2				5
Bifenox										2			2
Bromoxynil				229	22	4							255
Chlorantraniliprole					12	13							25
Chlorthalonil			4										4
Chlortoluron									4	2			6
Cinidon-ethyl				1									1
Clethodim				2									2
Clomazone							4						4
Clopyralid				2	3								5
Cypermethrin	2								4				6
Cyprodinil				1									1
Desmedipham			2	8	1								11
Dicamba			3	43	8								54
Diflufenican								1	5	3			9
Dimethenamid-P				39				3	2				44
Dimethoat					1								1
Emulgatoren			4	6									10
Epoxiconazol			4				1						5
Esfenvalerat								1					1
Ethephon			4										4
Ethofumesat			5	16	1								22
Etofenprox		1	2										3
Flufenacet			1	103	11					1			116
Flurtamone										1			1
Fluxapyroxad			4										4
Foramsulfuron			1	253	36								290
Formulierungshilfsstoff				20	4								24
gamma-Cyhalothrin								1					1
Glyphosat	14	75	81	18			25	46	12	28			299
Indoxacarb						14							14
Iodosulfuron			1	253	36								290
Isoproturon								2	6				8
Isopyrazam				1									1
Isoxaflutole			1										1
lambda-Cyhalothrin					2								2
Lenacil			2	8	1								11

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

Fruchtart bzw. -Gruppe	Monat												Gesamt
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Mepiquat		1	2										3
Mesotrione				117	37								154
Metaldehyd			1										1
Metamitron			7	18	1								26
Metazachlor							4	5	4				13
Metconazol		1	2										3
Metolachlor					2								2
Metsulfuron			1						3				4
nat. Fettsäuren				36	2								38
Nicosulfuron			3	259	32	4							298
Paraffinöl			4	6									10
Pendimethalin							3	3		2			8
Pethoxamid				98	22								120
Pflanzenextrakte				36	2								38
Phenmedipham			5	22	1								28
Prochloraz			4										4
Propaquizafop					1			1	2				4
Propiconazol			3										3
Prosulfuron				26									26
Pyridat					2								2
Quinmerac								4	2				6
Quizalofop-p				4				1	1				6
Rapsmethylester			7	1									8
Rimsulfuron			3	78	18								99
S-Metolachlor			3	262	24								289
tau-Fluvalinat			1										1
Tebuconazol		1	1										2
Tembotrione				5	11								16
Terbuthylazin			4	554	69								627
Thiencarbazone			2	182	5								189
Thifensulfuron				1	1								2
Tribenuron			1						2	1			4
Triflusulfuron				10	1								11
Trinexapac			7										7
Tritosulfuron				18	6								24
Zinkphosphid										1			1
<b>Sommergetreide</b>													
Azoxystrobin				3	6								9
Benzovindiflupyr				6	6								12
beta-Cyfluthrin				1									1
Bixafen				13									13
Boscalid				2	1								3
Bromuconazol					1								1
Carfentrazone			2										2
Chlormequat			19	19									38
Chlorthalonil				3	6								9

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

Fruchtart bzw. -Gruppe	Monat												Gesamt
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Clodinafop			1										1
Clopyralid			6	18									24
Cloquintocet			1	2									3
Cyflufenamid			7	2									9
Cypermethrin				3	1				2				6
Deltamethrin					1								1
Diflufenican									4	1			5
Dimethoat				1									1
Epoxiconazol			7	8	8								23
Esfenvalerat					2								2
Ethephon				18									18
Fenpropidin				1	3								4
Fenpropimorph			3	6	3								12
Florasulam			12	9					4				25
Flufenacet									2	1			3
Fluopyram				7									7
Flupyrsulfuron									2				2
Fluroxypyr			3	22									25
Flurtamone										1			1
Fluxapyroxad					2								2
Formulierungshilfsstoff				1			2						3
Glyphosat			1			3	6	8	1	2			21
Halauxifen-methyl			1	2									3
Iodosulfuron			2	1									3
Isopyrazam				1									1
lambda-Cyhalothrin			3	4	3								10
MCPA			3	24									27
Mecoprop-P			27	12									39
Mefenpyr			2	1									3
Mepiquat			1										1
Mesosulfuron			2	1									3
Metconazol					1								1
Metrafenone			1	3									4
Metsulfuron			6	7									13
nat. Fettsäuren			2	1							1		4
Netzmittel			2										2
Penoxsulam									4				4
Pflanzenextrakte			2	1						1			4
Pinoxaden			2		2								4
Prochloraz				1	1								2
Prohexadion			1										1
Propiconazol				3	2								5
Proquinazid			2										2
Prothioconazol			7	27	9								43
Pyraclostrobin			2	2	5								9
Pyroxsulam			4	2									6

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

Fruchtart bzw. -Gruppe	Monat												Gesamt
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Rapsmethylester			2										2
Schwefel				2									2
Spiroxamine			7	9									16
Tebuconazol				4	10								14
Thiacloprid					2								2
Thifensulfuron				4									4
Tribenuron			8	8									16
Trinexapac			11	11	1								23
Tritosulfuron				6									6
zeta-Cypermethrin				3	2								5
<b>Wein</b>													
Ametoctradin				9	2	4							15
Bacillus thuringiensis						4							4
Benthiavalicarb-isopropyl						6							6
Boscalid					4	8	19						31
Cyazofamid					7	3	16						26
Cyflufenamid				11	23	25	5						64
Cymoxanil				5	4	29	1						39
Cyprodinil					1	1	11						13
Difenoconazol				1	13	16							30
Dimethomorph						10							10
Dithianon				5	11	39	1						56
Equisetum arvense						4							4
Fenhexamid						13	3						16
Flazasulfuron			14	3									17
Fludioxonil					1	1	11						13
Fluopicolide					26								26
Fluopyram				4	12								16
Fluxapyroxad					1	4							5
Folpet				15	31	14	7						67
Fosetyl					26								26
Glyphosat			14	3									17
Indoxacarb					1	6							7
Iprovalicarb					30	3							33
Kaliumhydrogencarbonat					4	27	13	2					46
Kaliwasserglas			1										1
Knoblauchextrakt							4						4
Kresoxim-methyl					4	8	1						13
Kupferhydroxid						9	29						38
Mancozeb			3	19	1								23
Mandipropamid				1	1	4							6
Metalaxyl-M					2	1							3
Metiram				9	2	4							15
Metrafenone					25	14	2						41
Myclobutanil					5	4	24						33
Paraffinöl			9	1									10

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

Fruchtart bzw. -Gruppe	Monat												Gesamt
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Penconazol				2		5	7						14
Proquinazid						3							3
Pyrimethanil						12							12
Pyriofenone						6							6
Quinoxifen					5		4						9
Schwefel			10	47	16	8							81
Schwefelkalk							2	9					11
Spinosad						3							3
Tebuconazol				4	12								16
Trifloxystrobin			1										1
Zoxamide				1	1	4							6
<b>Wintergetreide</b>													
2,4 D							8	1					9
alpha-Cypermethrin			27	31	25					21			104
Aminopyralid				3				3					6
Amisulbrom				12									12
Azoxystrobin			42	285	8								335
Beflubutamid			1						14	2			17
Benzovindiflupyr			3	215	17								235
beta-Cyfluthrin			5	28	32				116	31			212
Bixafen			147	725	193								1065
Boscalid			62	91	2								155
Bromuconazol					14								14
Carbendazim					3					3			6
Carfentrazone		40	49										89
Chlormequat	1	150	1697	291	5								2144
Chlorthalonil			142	353	36								531
Chlortoluron			1					3	310	134	2		450
Cinidon-ethyl		4	8										12
Clodinafop		15	17						1	7			40
Clomazone								1					1
Clopyralid	1	39	49	22				3	2	2			118
Cloquintocet		69	65	30				1	2				167
Cyflufenamid			39	62									101
Cypermethrin				22	22			1	161	50			256
Cyproconazol			83	30							2		115
Cyprodinil			29	37									66
Deiquat						3							3
Deltamethrin			1		1				8				10
Desmedipham			3	2					22				27
Dicamba			3							3			6
Dichlorprop-P			3										3
Difenoconazol			5	31	152								188
Diflufenican	2	8	8		4		1	75	1464	477	2		2041
Dimethenamid-P							1	1					2
Dimethoat			2	11	38				52	28			131

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

Fruchtart bzw. -Gruppe	Monat												Gesamt
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Emulgatoren			4	5				1					10
Epoxiconazol		1	449	975	421	3	1						1850
Esfenvalerat				19	29				57	1			106
Ethephon			235	258	1								494
Ethofumesat			13	12					22				47
Etofenprox		1	1										2
Fenoxaprop-p			2										2
Fenpropidin		2	164	70	6								242
Fenpropimorph			235	317	36								588
Flonicamid				1	14								15
Florasulam	2	221	604	84	1			5	145	69	3		1134
Flufenacet	2	2	4		2		1	63	997	284	1		1356
Flumioxazin									3	32			35
Fluopyram			52	257	55		14	32					410
Fluoxastrobin			43	207	19			54	2	9	32		366
Flupyr sulfuron			1					3	221	73			298
Fluroxypyr		40	186	197	4								427
Flurtamone			4		2		1	15	545	174	1		742
Flusilazol					3						3		6
Fluxapyroxad			27	374	87	3							491
Formulierungshilfsstoff	1	13	63	11	8		3	11	1				111
gamma-Cyhalothrin		1		11	72				2	1			87
Glyphosat		1	24	7	1	28	262	452	39	1			815
Halauxifen-methyl		27	23	30				1	2				83
Imazosulfuron									1				1
Indoxacarb		1											1
Iodosulfuron	2	77	137	16					18	12			262
Ioxynil			2										2
Isoproturon		7	2		2			21	270	48			350
Isopyrazam				107	22								129
Isoxaben									5	6			11
Kresoxim-methyl				10	15								25
lambda-Cyhalothrin			10	151	370			2	225	70	1		829
Lenacil			1	2									3
Mancozeb			31	14									45
MCPA			22	305	10								337
Mecoprop				1	2								3
Mecoprop-P		1	3										4
Mefenpyr		30	35	7									72
Mepiquat			255	243	4			2					504
Mesosulfuron	2	97	136	17					18	12			282
Mesotrione				2									2
Metaldehyd									4	7			11
Metamitron			10	14									24
Metazachlor							1	2					3
Metconazol			4	33	265			2					304

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

Fruchtart bzw. -Gruppe	Monat												Gesamt
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Metrafenone			160	134	4								298
Metsulfuron	1	112	337	51	1			3	66	51			622
nat. Fettsäuren			14						17	5			36
Netzmittel	1	18	14										33
Netzmittel, Trisiloxan					48								48
Nicosulfuron				1									1
Paraffinöl			6	5				1					12
Pendimethalin		4						6	188	38			236
Penoxsulam								1	124	61			186
Pflanzenextrakte			14						17	5			36
Phenmedipham			15	14					22				51
Picloram								3	2				5
Picolinafen									35	25			60
Picoxystrobin			23	84	23								130
Pinoxaden		74	107	36					5	13			235
Pirimicarb				7	52								59
Prochloraz		2	324	104	43				4	16			493
Prohexadion		7	329	258	4								598
Propaquizafop					1			1					2
Propiconazol		3	381	124	161								669
Propoxycarbazone		76	32	1									109
Proquinazid			37	38									75
Prosulfocarb				2				10	57	11			80
Prothioconazol		1	482	1384	403		14	87	3	9	32		2415
Pyraclostrobin			105	207	42								354
Pyrimethanil									1	2			3
Pyroxsulam	1	162	333	3									499
Quinmerac			1				1	1					3
Quizalofop-p		1		6		7		3					17
Rapsmethylester		4	19	6									29
Schwefel				1			1						2
S-Metolachlor				1									1
Spiroxamine		1	371	315	25				1				713
Sulfosulfuron			6										6
tau-Fluvalinat					54								54
Tebuconazol		9	454	523	778			56	7	24	32		1883
Terbuthylazin				1									1
Thiacloprid			1		46								47
Thifensulfuron	8	49	82	4				1	72	15			231
Thiophanat-methyl					18								18
Triadimenol			26	37	64		14	32					173
Triasulfuron			3							3			6
Triazoxid								54	2	9	32		97
Tribenuron	8	60	356	227	4			13	343	127	2		1140
Trifloxystrobin					2								2
Triflusulfuron			2	2									4

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

Fruchtart bzw. -Gruppe	Monat												Gesamt
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Trinexapac		42	1590	388	2								2022
Triticonazol									1	2			3
Tritosulfuron		22	77	3									102
zeta-Cypermethrin				33	106				18	9			166
Zinkphosphid	1	2	4						9	5	12		33
<b>Winterraps</b>													
Acetamiprid			52										52
alpha-Cypermethrin		11	43	65				36	14				169
Aminopyralid		1					23	18	63	77			182
Azoxystrobin			55	120									175
beta-Cyfluthrin	28	68	11					124	33				264
Bifenox								17	21	34			72
Bifenthrin			12										12
Boscalid			49	297	3								349
Chloridazon			1	2									3
Chlorthalonil			9										9
Clethodim								2					2
Clomazone							150	65					215
Clopyralid	5	18	7				23	21	65	35			174
Cypermethrin	29	62	56	1				99	19	1			267
Deltamethrin	4	12						13					29
Desmedipham				2	1								3
Difenoconazol			19				1	10	8				38
Diflufenican									1				1
Dimethachlor							23	7					30
Dimethenamid-P			2				218	183	20	1			424
Dimoxystrobin			38	245	3								286
Epoxiconazol									1				1
Esfenvalerat								12					12
Ethofumesat				2	1								3
Etofenprox	6	122	338										466
Fenpropidin							1						1
Florasulam									1				1
Fluazifop-P		1						25	7				33
Fluopyram			13	41									54
Fluxapyroxad									1				1
Foramsulfuron				1									1
Formulierungshilfsstoff			7				1						8
gamma-Cyhalothrin	3	6	4	7				43	11				74
Glyphosat		7	5			7	168	14	4				205
Haloxyfop-R							2	34	35	5			76
Imazamox								2	3				5
Indoxacarb		17	81										98
Iodosulfuron				1									1
Isopoyrazam			25	44									69
lambda-Cyhalothrin	13	23	48	90			2	137	93	1			407

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

Fruchtart bzw. -Gruppe	Monat												Gesamt
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Lenacil				2	1								3
Mepiquat		56	106					191	92	1			446
Metaldehyd							162	199	22				383
Metamitron			1	2	1								4
Metazachlor			2				430	352	26	10			820
Metconazol		56	112	20				192	92	1			473
Metsulfuron				1									1
Napropamid							22	7					29
nat. Fettsäuren		9	26					18	17				70
Netzmittel							8						8
Paclobutrazol			19					10	8				37
Paraffinöl								1					1
Pendimethalin							89	20					109
Penoxsulam									1				1
Pethoxamid							12	23					35
Pflanzenextrakte		9	26					18	17				70
Phenmedipham				2	1								3
Picloram	4	11					23	18	65	35			156
Picoxystrobin			18	13									31
Prochloraz										2			2
Propaquizafop		32	6	1	1			126	37	11			214
Propyzamid							4		16	189	8		217
Prothioconazol		60	110	47				36	81	2			336
Pymetrozin			23										23
Pyraclostrobin									1				1
Quinmerac			3	3			305	233	23	10			577
Quizalofop-p	9	49	27	1			14	408	167	5			680
Rapsmethylester										1			1
Schwefel							4						4
S-Metolachlor				1									1
tau-Fluvalinat			37										37
Tebuconazol	1	209	426	50				137	221	23			1067
Terbuthylazin				1									1
Thiacloprid			148	183				24	36		2		393
Thiencarbazone				1									1
Thifensulfuron				1									1
Thiophanat-methyl		13	3	43									59
Triadimenol				11				21	8	1			41
zeta-Cypermethrin	10	101	27	18				59	13				228
Zinkphosphid		5	3				3	8	4	9	1		33
<b>Zuckerrübe</b>													
2,4 D										2			2
Acetamiprid				1	3								4
Azoxystrobin						7							7
beta-Cyfluthrin				2	2								4
Boscalid				1									1

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

Fruchtart bzw. -Gruppe	Monat												Gesamt
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Chloridazon		1	3	3									7
Chlorthalonil			4										4
Chlortoluron									5				5
Clethodim				17									17
Clopyralid			2	54	14								70
Cycloxydim				1									1
Cypermethrin				2	3				5				10
Cyproconazol						1							1
Deltamethrin				1									1
Desmedipham			183	344	42								569
Difenoconazol					3	12	11						26
Diflufenican									5				5
Dimethenamid-P				2	1								3
Dimethoat				30	19								49
Dimoxystrobin				1									1
Emulgatoren			2										2
Epoxiconazol			4		4	34	25	1					68
Ethephon			4										4
Ethofumesat			191	370	43								604
Fenpropidin					3	12	11						26
Flonicamid				4	3								7
Fluazifop-P			1					2					3
Fluxapyroxad			4										4
Formulierungshilfsstoff			10	13									23
Glyphosat	20	38	14				7	10	9	4			102
Haloxyfop-R			6	25	3								34
Isoproturon									5				5
Kresoxim-methyl					3	16	16	1					36
lambda-Cyhalothrin			6	11	21	1	8	1					48
Lenacil			148	307	37								492
Mancozeb						3							3
Metaldehyd		1	10	1									12
Metamitron		1	204	376	46								627
Metsulfuron				1									1
nat. Fettsäuren				6	6								12
Paraffinöl			12	7	9								28
Pflanzenextrakte				6	6								12
Phenmedipham			198	403	48								649
Pirimicarb				10	36								46
Prochloraz			2										2
Propaquizafop				10	6								16
Propiconazol			2										2
Quinmerac		1	60	90	8								159
Quizalofop-p			4	56	18			4					82
Rapsmethylester				4	2								6
Thiacloprid				1									1

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

Fruchtart bzw. -Gruppe	Monat												Gesamt
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Thiophanat-methyl					1	3							4
Tribenuron				1						10			11
Trifloxystrobin						1							1
Triflursulfuron			48	163	19								230
Trinexapac			4										4

**Anhang 9:  
Übersicht der im Zeitraum 2016 – 2019 in Sachsen-Anhalt angewendeten PBSM-Wirkstoffe und Zusatzstoffe (Additive, Safener etc.)**

Ild-Nr.	Wirkstoff	PSM-Gruppe	Ild Nr.	Wirkstoff	PSM Gruppe
1	2,4 D	Herbizid	51	Difenoconazol	Fungizid
2	6-Benzyladenin	Wachstumsregulator	52	Diflufenican	Herbizid
3	Acetamiprid	Insektizid	53	Dimethachlor	Herbizid
4	Aclonifen	Herbizid	54	Dimethenamid-P	Herbizid
5	Additiv	Sonstige	55	Dimethoat	Insektizid
6	alpha-Cypermethrin	Insektizid	56	Dimethomorph	Fungizid
7	Ametoctradin	Fungizid	57	Dimoxystrobin	Fungizid
8	Aminopyralid	Herbizid	58	Dithianon	Fungizid
9	Amisulbrom	Fungizid	59	Dodin	Fungizid
10	Azoxystrobin	Fungizid	60	Emulgatoren	Sonstige
11	Bacillus thuringiensis	Insektizid	61	Epoxiconazol	Fungizid
12	Beflubutamid	Herbizid	62	Equisetum arvense	biologisch
13	Bentazon	Herbizid	63	Esfenvalerat	Insektizid
14	Benthiavalicarb-isopropyl	Fungizid	64	Ethephon	Wachstumsregulator
15	Bentonit	Sonstige	65	Ethofumesat	Herbizid
16	Benzovindiflupyr	Fungizid	66	Etofenprox	Insektizid
17	beta-Cyfluthrin	Insektizid	67	Famoxadone	Fungizid
18	Bifenox	Herbizid	68	Fenhexamid	Fungizid
19	Bifenthrin	Insektizid	69	Fenoxaprop-p	Herbizid
20	Bixafen	Fungizid	70	Fenpropidin	Fungizid
21	Boscalid	Fungizid	71	Fenpropimorph	Fungizid
22	Bromoxnyl	Herbizid	72	Flazasulfuron	Herbizid
23	Bromuconazol	Fungizid	73	Flonicamid	Insektizid
24	Captan	Fungizid	74	Florasulam	Herbizid
25	Carbendazim	Fungizid	75	Fluazifop-P	Herbizid
26	Carfentrazone	Herbizid	76	Fluazinam	Fungizid
27	Chlorantraniliprole	Insektizid	77	Fludioxonil	Fungizid
28	Chloridazon	Herbizid	78	Flufenacet	Herbizid
29	Chlormequat	Wachstumsregulator	79	Flumioxazin	Herbizid
30	Chlorthalonil	Fungizid	80	Fluopicolide	Fungizid
31	Chlortoluron	Herbizid	81	Fluopyram	Fungizid
32	Cinidon-ethyl	Herbizid	82	Fluoxastrobin	Fungizid
33	Clethodim	Herbizid	83	Flupyrsulfuron	Herbizid
34	Clodinafop	Herbizid	84	Fluroxypyr	Herbizid

PBSM-Wirkstoffranking Sachsen-Anhalt 2020

lfd-Nr.	Wirkstoff	PSM-Gruppe	lfd Nr.	Wirkstoff	PSM Gruppe
35	Clomazone	Herbizid	85	Flurtamone	Herbizid
36	Clopyralid	Herbizid	86	Flusilazol	Fungizid
37	Cloquintocet	Herbizid	87	Fluxapyroxad	Fungizid
38	Codlemone	Pheromon	88	Folpet	Fungizid
39	Cyazofamid	Fungizid	89	Foramsulfuron	Herbizid
40	Cycloxydim	Herbizid	90	Formulierungshilfsstoff	Sonstige
41	Cyflufenamid	Fungizid	91	Fosetyl	Fungizid
42	Cymoxanil	Fungizid	92	gamma-Cyhalothrin	Insektizid
43	Cypermethrin	Insektizid	93	Glyphosat	Herbizid
44	Cyproconazol	Fungizid	94	Halauxifen-methyl	Herbizid
45	Cyprodinil	Fungizid	95	Haloxyfop-R	Herbizid
46	Deiquat	Herbizid	96	Imazalil	Fungizid
47	Deltamethrin	Insektizid	97	Imazamox	Herbizid
48	Desmedipham	Herbizid	98	Imazosulfuron	Herbizid
49	Dicamba	Herbizid	99	Indoxacarb	Insektizid
50	Dichlorprop-P	Herbizid	100	Iodosulfuron	Herbizid
101	loxynil	Herbizid	151	Picolinafen	Herbizid
102	lprovalicarb	Fungizid	152	Picoxystrobin	Fungizid
103	Isoproturon	Herbizid	153	Pinoxaden	Herbizid
104	Isopyrazam	Fungizid	154	Pirimicarb	Insektizid
105	Isoxaben	Herbizid	155	Prochloraz	Fungizid
106	Isoxaflutole	Herbizid	156	Prohexadion	Wachstumsregulator
107	Kaliumhydrogencarbonat	Fungizid	157	Propamocarb	Fungizid
108	Kaliwasserglas	Sonstige	158	Propaquizafop	Herbizid
109	Knoblauchextrakt	biologisch	159	Propiconazol	Fungizid
110	Kresoxim-methyl	Fungizid	160	Propoxycarbazone	Herbizid
111	Kupferhydroxid	Fungizid	161	Propyzamid	Herbizid
112	lambda-Cyhalothrin	Insektizid	162	Proquinazid	Fungizid
113	Lenacil	Herbizid	163	Prosulfocarb	Herbizid
114	Mancozeb	Fungizid	164	Prosulfuron	Herbizid
115	Mandipropamid	Fungizid	165	Prothioconazol	Fungizid
116	MCPA	Herbizid	166	Pymetrozin	Insektizid
117	Mecoprop	Herbizid	167	Pyraclostrobin	Fungizid
118	Mecoprop-P	Herbizid	168	Pyraflufen	Herbizid
119	Mefenpyr (Safener)	Herbizid	169	Pyridat	Herbizid
120	Mepiquat	Fungizid	170	Pyrimethanil	Fungizid
121	Mesosulfuron	Herbizid	171	Pyriofenone	Fungizid
122	Mesotrione	Herbizid	172	Pyroxsulam	Herbizid
123	Metalaxyl-M	Fungizid	173	Quinmerac	Herbizid
124	Metaldehyd	Molluskizid	174	Quinoxifen	Fungizid
125	Metamitron	Herbizid	175	Quizalofop-p	Herbizid
126	Metazachlor	Herbizid	176	Rapsmethylester	Sonstige
127	Metconazol	Fungizid	177	Rimsulfuron	Herbizid
128	Metiram	Fungizid	178	Schwefel	Fungizid

PBSM-Wirkstoffranking Sachsen-Anhalt 2020

lfd-Nr.	Wirkstoff	PSM-Gruppe	lfd Nr.	Wirkstoff	PSM Gruppe
129	Metobromuron	Herbizid	179	Schwefelkalk	Fungizid
130	Metolachlor	Herbizid	180	S-Metolachlor	Herbizid
131	Metrafenone	Fungizid	181	Spinosad	Insektizid
132	Metribuzin	Herbizid	182	Spiroxamine	Fungizid
133	Metsulfuron	Herbizid	183	Sulfosulfuron	Herbizid
134	Mineralöl	Insektizid	184	tau-Fluvalinat	Insektizid
135	Myclobutanil	Fungizid	185	Tebuconacol	Fungizid
136	Napropamid	Herbizid	186	Tebuconazol	Fungizid
137	nat. Fettsäuren	biologisch	187	Tebuconazol	Herbizid
138	Netzmittel	Sonstige	188	Tembotrione	Herbizid
139	Netzmittel, Trisiloxan	Sonstige	189	Terbuthylazin	Herbizid
140	Nicosulfuron	Herbizid	190	Thiacloprid	Insektizid
141	Paclobutrazol	Fungizid	191	Thiencarbazone	Herbizid
142	Paraffinöl	Sonstige	192	Thifensulfuron	Herbizid
143	Penconazol	Fungizid	193	Thiophanat-methyl	Fungizid
144	Pencycuron	Fungizid	194	Triadimenol	Fungizid
145	Pendimethalin	Herbizid	195	Triasulfuron	Herbizid
146	Penoxsulam	Herbizid	196	Tribenuron	Herbizid
147	Pethoxamid	Herbizid	197	Triclopyr	Herbizid
148	Pflanzenextrakte	biologisch	198	Trifloxystrobin	Fungizid
149	Phenmedipham	Herbizid	199	Triflusulfuron	Herbizid
150	Picloram	Herbizid	200	Trinexapac	Wachstumsregulator
201	Trinexapac	Herbizid			
202	Triticonazol	Fungizid			
203	Tritosulfuron	Herbizid			
204	Valifenalate	Fungizid			
205	zeta-Cypermethrin	Insektizid			
206	Zinkphosphid	Rodentizid			
207	Zoxamide	Fungizid			
208	Zusatzstoff	Sonstige			

**Anhang 10:**

**Übersicht ausgewählter Parameter zur Bewertung des Umweltverhaltens von PBSM-Wirkstoffen**

Wirkstoff	GUS-Index	SCI-GROW-Index [kg/ha oder l/ha]	DT <sub>50</sub> Boden	DT <sub>50</sub> Photo-lyse Wasser	DT <sub>50</sub> Hydro-lyse Wasser	Wasserlös-lichkeit [mg/l]	K <sub>oc</sub>	K <sub>oc</sub> - verbale Beschreibung	Potenzial für Partikel gebundenen Transport (verbal)
2,4-D	1,62	0,0248	6	150	150	600	88,4	Moderately mobile	low
Aclonifen	0,3	0,00782	51	150	150	1,4	-	Non-mobile	high
Alachlor	0,8	0,0131	14	0,5	0,5	240	335	Moderately mobile	Medium
Aldrin	-0,35	0,00535	28	-	-	-	17500	Non-mobile	Medium
Ametryn	0,46	0,00947	37	-	-	200	316	Moderately mobile	Medium
Amidosulfuron	3,32	0,319	9,3	150	438	9	29,3	Mobile	Low
Aminomethylp-hosphonsäure	0,21	0,00684	151	-	-	-	-	Non-mobile	
Atrazin	3,3	0,474	75	2,6	86	35	100	Moderately mobile	Medium
Bentazon	2,3	0,0682	25,3	2,94	150	570	55,3	Mobile	low
Boscalid	2,56	0,182	203,6	150	150	4,64	-	Slightly mobile	Medium
Bromacil	3,44	0,551	60			815	32	Mobile	Medium
Bromoxynil	0	0,000417	0,97	0,3	10,4	0,13	302	Moderately mobile	Low
Carfentrazone	-0,32	0,0000594	0,2	14,7	6,5	573	866	Slightly mobile	Low
Chlorfenvinphos	1,87	0,064	40	-	125	145	680	Slightly mobile	Low
Chloridazon	2,54	0,147	71	83	150	340	120	Moderately mobile	Low
Chloridazon-desphenyl	4,68	3,05							
Chlorpyrifos	0,15	0,00629	63	33,5	116	1	8151	Non-mobile	High
Chlortoluron	2,82	0,233	45	0,12		74	196	Moderately mobile	Medium
Clomazone	2,96	0,302	63	150	150	1100	300	Moderately mobile	Medium
Cypermethrin (alpha)	-2,12	0,00535	34,3	1	46	5,8	156250	Non-mobile	High
DDD (op)	-	0,00535		-	-		150000	Non-mobile	
DDD (pp)	-3,53	-	160	-	-	0,09	-	-	-
DDE (op)	-	-		-	-		-	-	-
DDE (pp)	22,19	12700	5000	-	-	0,12	41459	Non-mobile	-
DDT (op)		-		-	-		-	-	-
DDT (pp)	-4,47	0,00535	6200	-	-	0,006	151000	Non-mobile	-
Desethylatrazin	3,54	0,596	170	-	-	3200	72	Mobile	-
Desethylterbutyl-azin	3,9	1,03	70,5	-	-	327,1	-	Moderately mobile	-
Desisopropylatra-zin	-	-	-	-	-	670	-	-	-
Dichlorprop	2,39	0,0507	10	-	-	350	74	Mobile	Low
Dichlorprop-P	2,7	0,113	14	4	-	590	44	Mobile	Low

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

Wirkstoff	GUS-Index	SCI-GROW-Index [kg/ha oder l/ha]	DT <sub>50</sub> Boden	DT <sub>50</sub> Photo-lyse Wasser	DT <sub>50</sub> Hydro-lyse Wasser	Wasserlös-lichkeit [mg/l]	K <sub>oc</sub>	K <sub>oc</sub> - verbale Beschreibung	Potenzial für Partikel gebundenen Transport (verbal)
Dichlorvos	0,69	0,0016	2		4,7	18000	50	Mobile	Low
Dicofol	0,41	0,00907	-	-	-	-	6064	Non-mobile	High
Dieldrin	-0,25	0,00535	1400	-	-	0,14	12000	Non-mobile	High
Diflufenican	1,58	0,0463	180	133	-	0,05	-	Slightly mobile	High
Dimefuron	3,06	0,337	65	-	226	16	-	Moderately mobile	Medium
Dimethachlor	1,83	0,0126	7,7	150	150	2300	-	Mobile	Low
Dimethoat	1,06	0,00236	7,9	150	112,76	23800	-	Mobile	Low
Diuron	1,83	0,0635	138	8,2	150	35	813	Slightly mobile	High
Endosulfan (alpha)	4,64	2,28	50	-	20	0,32	11500	Non-mobile	Medium
Endosulfan (beta)	4,64	2,28	50	-	20	0,32	11500	Non-mobile	Medium
Endrin	0	0,00535	4300	-	-	0,24	10000	Non-mobile	High
Epoxiconazol	2,47	0,162	402,7	150	150	7,05	-	Slightly mobile	High
Esfenvalerat	0,45	0,00948	42,4	7,5	94	0,001	5300	Non-mobile	High
Fenpropidin	0,82	0,0159	69,3	150	150	530	-	Slightly mobile	High
Fenpropimorph	0,55	0,0108	37,4	150	150	4,3	-	Non-mobile	Medium
Florasulam	2,37	0,034	1,8	150	150	6360	-	Mobile	Low
Fluroxypyr	0	0,000415	27	150	150	91	-	Moderately mobile	Low
Flusilazol	1,93	0,076	216,2	69,3	150	54	1664	Slightly mobile	High
Glyphosat	-0,49	0,00535	24	69	150	15700	1435	Slightly mobile	Medium
Heptachlor	-0,93	0,00535	285	-	1	0,056	24000	Non-mobile	High
Hexachlorcyclohexan (alpha)	1,62	0,0493	175	-	-	2	1888	Slightly mobile	
Hexachlorcyclohexan (beta)	-	1,29	-	-	-	-	1270	Slightly mobile	Medium
Hexachlorcyclohexan (gamma)	3,95	-	980	28	732	8,52	-	-	-
Hexazinon	4,58	2,69	105	56	56	33000	54	Mobile	Medium
Iodosulfuron	-	-	5	50	438	25000	-	-	-
Ioxynil	1,18	0,00512	7	5	150	3034	-	Moderately mobile	Low
Isodrin	-	0,00535	-	-	-	0,014	11000	Non-mobile	-
Isoproturon	2,07	0,0486	18	76	1560	70,2	-	Moderately mobile	Low
Lenacil	4,25	1,84	179	-	-	2,9	165	Moderately mobile	Medium
MCPA	2,94	0,224	13,7	150	150	29390	-	Mobile	Low
Mecoprop	2,29	0,029	8,2	44		250000	47	Mobile	Low
Mecoprop-P	2,27	0,0263	8	44		860	-	Mobile	Low

PBSM-Wirkstofffranking Sachsen-Anhalt 2020

Wirkstoff	GUS-Index	SCI-GROW-Index [kg/ha oder l/ha]	DT <sub>50</sub> Boden	DT <sub>50</sub> Photo-lyse Wasser	DT <sub>50</sub> Hydro-lyse Wasser	Wasserlös-lichkeit [mg/l]	K <sub>oc</sub>	K <sub>oc</sub> - verbale Beschreibung	Potenzial für Parti- kel ge- bundenen Transport (verbal)
Metalaxyl	2,91	0,256	46,1	150	150	7100	-	Moderately mobile	Medium
Metamitron	3,05	0,281	14,2	0,08	43,5	1770	77,7	Moderately mobile	Low
Metazachlor	1,96	0,0259	19	150	150	450	54	Mobile	Low
Metolachlor	3,49	0,628	90	-	-	530	120	Moderately mobile	Medium
Metrinbuzin	2,57	0,0764	28,7	0,45	150	1165	-	Mobile	Low
Metsulfuron-methyl	2,4	0,0515	10	-	-	2790	-	Mobile	Low
Oxadixyl	4,58	2,49	75	-	-	3400	36	Mobile	Medium
Parathion-ethyl	2,09	0,0882	17	30	260	12,4	7660	Non-mobile	Medium
Parathion-methyl	1,46	0,0254	12	9	21	55	240	Moderately mobile	Low
Pendimethalin	-0,39	0,00535	524,7	150	150	0,33	17581	Non-mobile	High
Phenmedipham	1,32	0,0246	38	150	0,6	1,8	888	Slightly mobile	Medium
Picolinafen	-0,52	0,00535	-	-	-	0,047	28300	Non-mobile	Medium
Pirimicarb	2,73	0,222	61,2	0,8	150	3100	-	Moderately mobile	Medium
Prometryn	0,59	0,113	41	30	-	33	400	Moderately mobile	High
Propazin	3,84	1,03	131	0,8	83	8,6	154	Moderately mobile	Medium
Propiconazol	1,51	0,0421	95,8	55	33,6	150	1086	Slightly mobile	High
Propoxycarbazone	-	-	60,6	150	150	42000	-	-	-
Prosulfocarb	0,83	0,0127	13,4	150	150	13,2	-	Slightly mobile	Medium
Quinoxifen	-0,72	0,00535	97	0,8	-	0,047	-	Non-mobile	High
Simazin	2	0,0796	60	1,9	96	5	130	Moderately mobile	Medium
Sulcotrion	3,42	0,402	33	5	150	1670	-	Mobile	Low
Tebuconazol	2	0,0794	489	150	150	36	-	Slightly mobile	Medium
Terbutylazin	3,07	0,348	108	84	150	6,6	-	Moderately mobile	Medium
Thifensulfuron-methyl	1,53	0,00351	4	94	180	2240	28,3	Mobile	Low
Trifluralin	0,13	0,00613	136	12	150	0,221	15800	Non-mobile	High
Trinexapac	1,7	0,0412	4,2	30,9	150	200	-	Moderately mobile	Low
Zoxamide	1,62	0,0474	60	8	15,7	0,681	1224	Slightly mobile	High

**Anhang 11:**

**Differenzierung des Risikos angewendeter Wirkstoffe für Befruchtungen des Grund- bzw. Oberflächenwassers nach Parametern ihres Umweltverhaltens** (rot – Wirkstoff aus der Zulassung, grün – Muttersubstanzen von Metaboliten)

Auffällig im Monitoring	Rang GW	Wirkstoff	Rang OW	Wirkstoff	Auffällig im Monitoring
ja	1	Ethofumesat		1 Chlortoluron	ja
ja	2	Chlortoluron		2 Chlorthalonil	ja
Monitoring, nein	3	Azoxystrobin		3 Diflufenican	nein
nicht	4	Fluopicolide		4 Glyphosat	ja (AMPA)
ja	5	Terbuthylazin		5 Fenpropidin	nein
ja	6	Flurtamone		6 S-Metolachlor	ja
nein	7	Dimoxystrobin		7 Ethofumesat	nein
nein	8	Chlormequat		8 Chlormequat	nein
nein	9	Clopyralid		9 Propamocarb	nein
nein	10	Fluxapyroxad		10 Metrafenone	nein
nein	11	Cyproconazol		11 Picoxystrobin	nein
nein	12	Triadimenol		12 Epoxiconazol	ja
nein	13	Isoxaben		13 Dimethachlor	ja
nein	14	Epoxiconazol		14 Chloridazon	ja
nein	15	Pirimicarb		15 Deiquat	nein
nein	16	Prosulfuron		16 Mecoprop-P	ja
nein	17	Boscalid		17 Fluxapyroxad	nein
ja	18	Tebuconazol		18 Mesotrione	nein
ja	19	Prochloraz		19 Propiconazol	ja
nein	20	Napropamid		20 Schwefel	nein
nein	21	Diflufenican		21 Mecoprop	ja
ja	22	Quinmerac		22 Lenacil	ja
nicht	23	Flufenacet		23 Flufenacet	JA
nein	24	Fluoxastrobin		24 Metconazol	nein
nein	25	Propoxycarbazon		25 Pinoxaden	nein
	26	Thifensulfuron		26 Metazachlor	
	27	Clomazone		27 Pyraclostrobin	
nein	29	Metamitron		28 Prochloraz	
ja	30	MCPA		29 Etofenprox	
	31	Isoproturon		30 Dimethoat	
	32	Mesotrione		31 Folpet	
	33	Lenacil		32 Dimethenamid-P	
	34	Propyzamid		33 Isoproturon	
	35	Triclopyr		34 Prosulfocarb	
	36	Dimethenamid-P		35 Difenconazol	
	37	Metalaxyl-M		36 Prothioconazol	
	38	Propaquizafop		37 Fluroxypyr	
	39	Bixafen		38 Kresoxim-methyl	
	40	Metrafenone		39 Flusilazol	
	41	Bromuconazol		40 Bentazon	
	42	S-Metolachlor		41 Aclonifen	
	43	Flusilazol		42 Spiroxamine	

44	Metconazol	43	Clethodim
45	Chloridazon	44	Bixafen
46	Cyprodinil	45	Ethephon
47	Isopyrazam	46	Pethoxamid
48	Benzovindiflupyr	47	Thiophanat-methyl
49	Metribuzin	48	Phenmedipham
50	Schwefel	49	Quinmerac
51	Metolachlor	50	Pendimethalin
52	Metazachlor	51	Carfentrazone
53	Florasulam	52	Trinexapac
54	Difenoconazol	53	Captan
55	Dichlorprop-P	54	Tebuconazol
56	Propiconazol	55	Bromuconazol
57	Carbendazim	56	Propyzamid
58	Mepiquat	57	MCPA
59	Bentazon	58	tau-Fluvalinat
60	Pendimethalin	59	Prosulfuron
61	Dimethomorph	60	Propaquizafop
62	Mecoprop	61	Fluoxastrobin
63	Deiquat	62	Metalaxyl-M
64	Mecoprop-P	63	Clomazone
65	Fenpropidin	64	Mepiquat
66	Aclonifen	65	Quizalofop-p
67	Picoxystrobin	66	Flupyrsulfuron
68	Fenpropimorph	67	Picolinafen
69	Trinexapac	68	Isopyrazam
70	Phenmedipham	69	Bifenox
71	Prosulfocarb	70	Bromoxynil
72	Bifenox	71	Deltamethrin
73	Spiroxamine	72	Isoxaben
74	Pethoxamid	73	Triclopyr
75	Pyraclostrobin	74	Azoxystrobin
76	Etofenprox	75	Metribuzin
77	Triflursulfuron	76	Pyridat
78	Proquinazid	77	Metaldehyd
79	Glyphosat	78	Pirimicarb
80	Esfenvalerat	79	Metamitron
81	Picolinafen	80	Propoxycarbazon
82	Fluroxypyr	81	Clopyralid
83	Ethephon	82	2,4-D
84	Dimethachlor	83	Boscalid
85	Iodosulfuron	84	Zoxamid
86	Metaldehyd	85	Dichlorprop-P
87	Fluazinam	86	Thiaclopid
88	Clethodim	87	Fluazinam
89	Thiaclopid	88	Dimoxystrobin

90 Deltamethrin	89 Fluopicolide
91 Prothioconazol	90 Triadimenol
92 Ioxynil	91 Esfenvalerat
93 2,4-D	92 Flumioxazin
94 Dimethoat	93 Trifloxystrobin
95 Flumioxazin	94 Napropamid
96 Flazasulfuron	95 Carbendazim
97 Folpet	96 Flazasulfuron
98 Zoxamid	97 Cyprodinil
99 Quizalofop-p	98 Benzovindiflupyr
100 Mancozeb	99 Metolachlor
101 Captan	100 Proquinazid
102 Trifloxystrobin	101 Mancozeb
103 Kresoxim-methyl	Ohne Bewertung
104 tau-Fluvalinat	Triflusulfuron
105 Pinoxaden	Cyproconazol
106 Pyridat	Terbutylazin
107 Bromoxynil	Mefenpyr
Ohne Bewertung	Fenpropimorph
Chlorthalonil	Amidosulfuron
Propamocarb	Topramezone
Thiophanat-methyl	Iodosulfuron
Flupyrsulfuron	Florasulam
Mefenpyr	Triflusulfuron-methyl
Carfentrazone	Sulcotrion
	Propamocarb hydrochloride
	Dimethomorph
	Vinclozolin
	Thifensulfuron
	Ioxynil
	Flurtamone
	Iodosulfuron-methyl
	Sulcotrion
	Propamocarb hydrochloride
	Dimethomorph
	Vinclozolin
	Thifensulfuron
	Ioxynil
	Flurtamone
	Iodosulfuron-methyl