

## **Bericht zum Projekt**

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

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

Bearbeiter:

Dr. habil. Wolfgang Heyer  
Tel.: (0345) 279 879 6  
Fax: (0345) 279 913 2  
Mail: [wolfgang.heyer@landw.uni-halle.de](mailto:wolfgang.heyer@landw.uni-halle.de)

Halle (S.), 28.01.2016

## Inhaltsverzeichnis

<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>3</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>5</b>
<b>Anlagenverzeichnis.....</b>	<b>6</b>
<b>Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen:.....</b>	<b>7</b>
<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>8</b>
<b>1 Anliegen des Berichts .....</b>	<b>13</b>
<b>3 Datengrundlagen .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1 PBSM - Wirkstoffdaten .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.1 Wirkstoffverkauf und aktuelle PBSM – Wirkstoffzulassung .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.2 Betriebsdaten der PBSM-Anwendung in landwirtschaftlichen Fruchtarten .....</b>	<b>34</b>
<b>3.1.3 Sonstige Datenquellen .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2 Regionaler Anbauumfang landwirtschaftlicher Fruchtarten.....</b>	<b>35</b>
<b>3.3 Daten des LHW-Gewässermonitorings und Übersicht der betrachteten         Wirkstoffe und Metaboliten .....</b>	<b>39</b>
<b>4 Ergebnisse zur PBSM- Wirkstoffanwendung und zum Wirkstoffranking .....</b>	<b>46</b>
<b>4.1. PBSM-Wirkstoffanwendung .....</b>	<b>46</b>
<b>4.1.1 PBSM-Anwendung in landwirtschaftlichen Fruchtarten und Dauerkulturen.....</b>	<b>46</b>
<b>4.1.2 PBSM- Anwendung auf nicht Kulturland.....</b>	<b>49</b>
<b>4.1.3 PBSM-Anwendung im Forst.....</b>	<b>51</b>
<b>4.1.4 Sonstige Möglichkeiten der PBSM - Anwendung .....</b>	<b>53</b>
<b>4.2 Wirkstoffranking auf Landesebene .....</b>	<b>58</b>
<b>4.2.1 Ranking auf Grundlage der Wirkstoffmengen .....</b>	<b>58</b>
<b>4.2.2 Ranking auf Grundlage der Wirkstoffbefrachtung und         Wirkstoffeigenschaften .....</b>	<b>65</b>
<b>4.3 Regionalisierung auf Ebene der landwirtschaftlichen Vergleichsgebiete (LVG)         .....</b>	<b>67</b>
<b>5. Zusammenfassende Empfehlungen zur Ausrichtung des Gewässermonitorings     im Bundesland Sachsen-Anhalt .....</b>	<b>77</b>
<b>6. Diskussion der Ergebnisse .....</b>	<b>81</b>
<b>Literatur.....</b>	<b>85</b>

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Übersicht der Betriebsstrukturen .....	18
Tab. 2: Zuordnung der Datensätze zu den Erhebungsjahren.....	19
Tab. 3: Zuordnung der PBSM-Wirkstoffdatensätze zu den Fruchtarten und Flächen (Felder) .....	20
Tab. 4: Datenquelle, Rangkriterium und dessen Begründung .....	21
Tab. 5: Wirkstoffe mit den höchsten Abgabemengen.....	27
Tab. 6: Übersicht zu den Anwendungsfeldern und Wirkprinzipien von PBSM- Wirkstoffen in Vergleich ausgewählter Jahre.....	28
Tab. 7: Anzahl zugelassener PBSM - Wirkstoffe und ihre Zuordnung nach den Anwendungsbereichen und Wirkstofftyp .....	29
Tab. 8: Veränderung der Zulassung bei chemisch-synthetischen PBSM-Wirkstoffen im Vergleich der Jahre 2010 (Stand Jan. 2010) zu 2015 (Stand April 2015).....	30
Tab. 9: Mit Stand April 2015 nicht mehr zugelassene Wirkstoffe.....	33
Tab. 10: Mit Stand April 2015 gegebene Zulassungsbeschränkungen.....	33
Tab. 11: Veränderungen im Anbauverhältnis landwirtschaftlicher Fruchtarten in Sachsen-Anhalt von 1990 bis 2009 (Anteil an der Ackerfläche in %).....	35
Tab. 12: Im Wirkstofffranking berücksichtigte Flächenanteile der Fruchtarten bzw.- gruppen sowie Flächen (ha) und Differenzierung der Flächenanteile zwischen den LVG .....	38
Tab. 13: Übersicht der im Gewässermonitoring erfassten Wirkstoffe und Metaboliten und Hinweise zu ihrer Anwendung und Zulassungsstand (April 2015).....	40
Tab. 14: Analysen und Analyseergebnisse für in das Grundwassermonitoring einbezogene Wirkstoffe und relative Anzahl von Schwellenwertüberschreitungen .....	43
Tab. 15: Analysen und Analyseergebnisse für in das Oberflächenwassermonitoring einbezogene Wirkstoffe und relative Anzahl von Überschreitungen der Umweltqualitätsnorm (UQN) .....	44
Tab. 16: Übersicht der insgesamt für die Fruchtarten bzw. -gruppen registrierte Wirkstoffanzahl sowie der Produkt- und Wirkstoffmengen je ha .....	46
Tab. 17: Übersicht der für die Fruchtarten ermittelten Wirkstoffe und Wirkstoffmengen (Beispiel für Ackerfutter).....	48
Tab. 18: Für nicht Kulturland zugelassene PBSM-Wirkstoffe .....	49
Tab. 19: Für forstliche Anwendungszwecke zugelassene PBSM-Wirkstoffe .....	51

<b>Tab. 20: Ausgewählte Beizmittel ihre Wirkstoffe sowie Wirkstoffgehalte und Anwendungsmengen.....</b>	<b>53</b>
<b>Tab. 21: Wirkstoffe und ihre potenziellen Ausbringungsmengen sowie für die Fruchtart zu veranschlagende Gesamtwirkstoffmenge .....</b>	<b>54</b>
<b>Tab. 22: Wirkstoffe öliger Holzschutzmittel.....</b>	<b>56</b>
<b>Tab. 23: Wirkstoffe mit sehr häufigem Einsatz (Rang 1-20) und Vergleich zum Ranking 2010 sowie Abgleich mit dem Gewässermonitoring (Wirkstoffe die im Monitoring bisher nicht erfasst sind, sind grau unterlegt) .....</b>	<b>60</b>
<b>Tab. 24: Hinweise zu Wirkstoffen, die im Gewässermonitoring betrachtet sind, jedoch einen geringeren Anwendungsumfang in der landwirtschaftlichen Praxis haben</b>	<b>63</b>
<b>Tab. 25: Rangstellung potenziell risikobehafteter PBSM-Wirkstoffe für das Grund- bzw. Oberflächenwasser.....</b>	<b>66</b>
<b>Tab. 26: Abhängigkeit der Wirkstoffanwendung von regionalen Einflüssen .....</b>	<b>69</b>
<b>Tab. 27: Zusammenfassung aller Informationen und Ranking der Wirkstoffe in Bezug auf das Grundwasser .....</b>	<b>78</b>
<b>Tab. 28: Zusammenfassung aller Informationen und Ranking der Wirkstoffe in Bezug auf das Oberflächenwasser .....</b>	<b>79</b>
<b>Tab. 29: Regionale Abhängigkeit seltener detektierter Wirkstoffe aus Praxisdaten.....</b>	<b>80</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Datenquellen und ihre methodische Einbindung in die Studie.....	16
Abb. 2: Veränderung der Wirkstoffanzahl bei PBSM über die Zeit .....	27
Abb. 3 Verteilung ausgewählter Fruchtarten über die LVG in Sachsen-Anhalt (Bezugsjahr 2014/15).....	37
Abb. 4: Wahrscheinlichkeit der Anwendung der Wirkstoffe Terbutylazin (oben) und Metamitron (unten) über die Grundwasserkörper in Sachsen-Anhalt .....	70
Abb. 5: Wahrscheinlichkeit der Anwendung der Wirkstoffe Chloridazon (oben) und Metazachlor (unten) über die Grundwasserkörper in Sachsen-Anhalt.....	71
Abb. 6: Wahrscheinlichkeit der Anwendung des Wirkstoffes Bentazon über die Grundwasserkörper in Sachsen-Anhalt .....	72
Abb. 7: Wahrscheinlichkeit der Anwendung der Wirkstoffe Fenpropimorph (oben) und Chlormequat (unten) über die Oberflächenwasserkörper in Sachsen-Anhalt.....	73
Abb. 8: Wahrscheinlichkeit der Anwendung der Wirkstoffe Isoproturon (oben) und Glyphosat (unten) über die Oberflächenwasserkörper in Sachsen-Anhalt .....	74
Abb. 9: Wahrscheinlichkeit der Anwendung des Wirkstoffes Prosulfocarb über die Oberflächenwasserkörper in Sachsen-Anhalt .....	75
Abb. 10: Wahrscheinlichkeit der Anwendung des Wirkstoffes Folpet über die Grundwasserkörper (oben) und Oberflächenwasserkörper (unten) in Sachsen- Anhalt.....	76

## **Anlagenverzeichnis**

<b>Anlage 1: Ausgewählte Eigenschaften zur Charakterisierung des Umweltverhaltens der betrachteten Wirkstoffe .....</b>	<b>88</b>
<b>Anlage 2: Für das Oberflächenwasser geltende UQN und verwendete Quellen.....</b>	<b>92</b>
<b>Anlage 3: Einsatzwahrscheinlichkeit aller mit den landwirtschaftlichen Betriebsdaten erfassten PBSM-Wirkstoffe .....</b>	<b>94</b>
<b>Anlage 4: Im LHW – Monitoring verwendete Wirkstoffkürzel und Wirkstoffbezeichnung .....</b>	<b>99</b>
<b>Anlage 5: Rangstellung der wichtigsten erfassten Wirkstoffe, ermittelt auf Grundlage der Anwendungswahrscheinlichkeit und ausgewählten Wirkstoffeigenschaften (siehe auch Methodik) .....</b>	<b>100</b>
<b>Anlage 6: Rangstellung der wichtigsten Wirkstoffe in Bezug auf Grundwasser unter Berücksichtigung aller Datengrundlagen (Langfassung der Tab. 27, Erklärungen im Text).....</b>	<b>103</b>
<b>Anlage 7: Rangstellung der wichtigsten Wirkstoffe in Bezug auf Oberflächenwasser unter Berücksichtigung aller Datengrundlagen (Langfassung der Tab. 28, Erklärungen im Text) .....</b>	<b>106</b>
<b>Anlage 8: Kennzahlen zur Charakterisierung der Wirkstoffanwendung über die LVG (Regionalisierung) .....</b>	<b>108</b>

## Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
BAM	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
BfR	Bundesamt für Risikobewertung
DB	Deutsche Bahn
EU	Europäische Union
EC	Europäische Kommission
FR	Futtermasse
GW	Grundwasser
LHW	Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft
LNF	Landwirtschaftliche Nutzfläche
LVG	Landwirtschaftliches Vergleichsgebiet
max	Maximum
min	Minimum
MW	Mittelwert
OW	Oberflächenwasser
PBSM	Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel Siegel des Deutschen Instituts für Gütesicherung und
RAL	Kennzeichnung
ROZ	Rangordnungszahl
SD	Standardabweichung
SG	Sommergerste
UBA	Umwelt Bundesamt
UQN	Umwelt Qualitätsnorm
WG	Wintergerste
WW	Winterweizen
ZR	Zuckerrübe

## Zusammenfassung

Dem Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft (LHW) obliegt die Aufgabe, die Qualität des Grund- und Oberflächenwassers zu erfassen, zu dokumentieren 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).

Praktisch wird die angesprochene Aufgabe über die Unterhaltung eines Systems des Gewässermonitorings umgesetzt. In Sachsen-Anhalt umfasst dieses System 632 Messstellen für das Grundwasser und 166 Messstellen für das Oberflächenwasser. Es zeigte sich, dass auch Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln (PBSM) die chemische Wasserqualität beeinflussen. Da die Anzahl zugelassener chemisch-synthetischer Wirkstoffen in den letzten Jahren zwischen 220 und 230 lag, ist es sinnvoll das Gewässermonitoring auf tatsächlich bedeutende Wirkstoffe auszurichten. Ob Wirkstoffe für das Wasser bedeutend sind, hängt dabei von mehreren Faktoren ab, so der Anwendungshäufigkeit, des Umweltverhaltens der Wirkstoffe oder auch ihrer Anwendungsgebiete.

Die vorliegende Studie fasst Informationen zu den angesprochenen Bereichen zusammen und verwendet folgende Datengrundlagen:

- Zulassungsstand für PBSM.
- Abgabemengen von PBSM durch die Industrie
- Daten des Gewässermonitorings zum Auftreten von PBSM-Wirkstoffen im Grund- und Oberflächenwasser.
- Daten zur PBSM – Anwendung in landwirtschaftlichen Betrieben.
- Daten der Anbaustruktur auf Ebene der LVG und des Landes
- Daten zur Beschreibung der Umwelteigenschaften der Wirkstoffe und
- Weitere Informationen zur Anwendung von PBSM in den Bereichen Forst, Haus und Hof, Verkehrswege der DB, Baustoffe und Saatgutbeizmittel.

Die aufgeführten Datenquelle wurden, soweit es sinnvoll erschien, über Rangzuordnungen untereinander verknüpft. Das ist so zu verstehen, dass jeweils für die Datengrundlagen bzw. weitere Kriterien (z.B. Umweltverhalten der Wirkstoffe) Rangzahlen abgeleitet wurden, welche sich für eine Gesamtbetrachtung der Wirkstoffbedeutung für das Wasser zusammenfassen ließen.

Im Abgleich der Zulassungssituation mit den bisher in das Gewässermonitoring einbezogenen Wirkstoffe ergab sich, dass 42 Wirkstoffe eine aktuelle Zulassung haben und 17 Wirkstoffe nicht mehr in der Anwendung sind. Weitere Kontrollen erfassen Wirkstoffisomere und Metaboliten.

Insgesamt zeigte sich bei den Zulassungsdaten auch, dass der Anteil als „biologisch“ zu charakterisierende Wirkstoffe (Organismen und botanische Wirkstoffe) in den letzten Jahren zugenommen hat.

Auf Grundlage des Pflanzenschutzgesetzes ist die Industrie verpflichtet die jährlichen Abgabemengen von PBSM – Wirkstoffen zu melden. Die 5 wichtigsten Wirkstoffe waren Glyphosat, Chlormequat, Isoproturon, Mancozeb, und Metamitron.

In das Grundwassermonitoring waren im Zeitraum 2011 bis 2014 51 Wirkstoffe bzw. Metaboliten einbezogen. Das Oberflächenwasser wurde auf 66 Wirkstoffe bzw. Metaboliten analysiert. Diesen Angaben sind für das Grundwasser 56.385 Analysen hinterlegt. Beim Monitoring des Oberflächenwassers wurden 18.378 Analysen durchgeführt. Positivbefunde (Wirkstoffnachweis unabhängig von Schwellenwerten) ergaben sich für 1,64% der Grundwasseranalysen und 13,79% der Analysen für das Oberflächenwasser. Überschreitungen des Schwellenwertes von 0,1 µg/l für den einzelnen Wirkstoff ergaben sich in 0,45% (GW) und 5,6% (OW) der durchgeführten Analysen.

Im Grundwasser waren Befunde der Wirkstoffe Bentazon (aktuell eingeschränkte Zulassung), Oxadixyl und verschiedener Atrazine und ihrer Metaboliten (Altwirkstoffe) auffällig.

Im Oberflächenwasser waren Bentazon und Parathion-Methyl besonders auffällig. Auf beide Wirkstoffe entfallen 52 % der UQN Überschreitungen. Dann folgen die Altwirkstoffe Prometryn und Ametryn sowie Diflufenican. Auffällig ebenfalls Funde von Irgarol, als Wirkstoff u.a. aus Farben und Lacken.

Daten zum PBSM-Einsatz wurden aus 43 Landwirtschaftsbetrieben unterschiedlicher Struktur erfassen. Sie repräsentieren die Jahre 2011 – 2015. Die PBSM-Anwendungsdaten wurden 31 Fruchtarten bzw. Fruchtartengruppen zugeordnet. Auf dieser Grundlage wurden die für jede Fruchtart relevanten Wirkstoffe ermittelt und als Wirkstoffmenge /ha<sup>-1</sup> erfasst. Insgesamt (unter Einbindung biologischer Wirkstoffe) waren 194 Wirkstoffe in der Anwendung.

Auf Grundlage vorgenannter Daten und der Anbaustruktur der 31 Fruchtarten bzw. Fruchtartengruppen in den 33 LVG des Landes Sachsen-Anhalt wurde die Einsatzwahrscheinlichkeit der Wirkstoffe für jede LVG bestimmt und für die Landesebene zusammengefasst. Die Vielzahl der Daten wurden in ein GIS-Projekt eingebunden, welches regionale Zuordnungen der Einsatzwahrscheinlichkeit der Wirkstoffe für die LVG erlaubt. Aus den Einsatzdaten wurden folgende Wirkstoffe als bedeutend detektiert (hier nur die ersten fünf). Glyphosat, Chlormequat, Isoproturon, Chlortouluron und Metamitron.

Von den 194 detektierten Wirkstoffen wurden 85 Wirkstoffe auf Grundlage ihrer Anwendungshäufigkeit ausgewählt. Diesen Wirkstoffen wurden Parameter zur Beschreibung ihrer Umwelteigenschaften, die in Bezug zu Wasser stehen; zugeordnet. Es handelt sich um Parameter, die u.a. Berechnungsgrößen darstellen und verschiedene Wirkstoffeigenschaften zusammenfassend beurteilen. So z.B. der SCI-Wert, welcher Aussagen zum Leaching – Verhalten der Wirkstoffe macht. Daneben wurden auch Messwerte der Wirkstoffeigenschaften, wie z.B. die Wasserlöslichkeit erfasst. Sinn dieser Zuordnung war es, auf Grundlage der Einsatzwahrscheinlichkeit der Wirkstoffe und der Wirkstoffeigenschaften Risiken der Wirkstoffanwendung für das Grund- und Oberflächenwasser zu trennen. Damit ergaben sich die in der Tab. 1 aufgeführten Rangzuordnungen und es werden Differenzierungen der Wirkstoffe in ihrer Bedeutung für das Grund- oder Oberflächenwasser deutlich.

**Tab. 1 Rangstellung potenziell risikobehafteter PBSM-Wirkstoffe für das Grund- bzw. Oberflächenwasser (nur Ränge 1 – 5 dargestellt)**

Rang	Wirkstoff GW	Anmerkung GW	Wirkstoff OW	Anmerkung OW
1	<i>Terbuthylazin</i>		Chlormequat	
2	Metamitron		Metazachlor	
3	Chlortoluron	1 FS GW <sup>1)</sup>	<i>Isoproturon</i>	
4	<i>MCPA</i>		<i>Glyphosat</i>	
5	Chlormequat		<i>Tebuconazol</i>	potenzieller Grundwasserkontaminant

1) Angabe verweist auf Fehlstellen im Datenpool zu den Wirkstoffeigenschaften, grau unterlegter Wirkstoff bisher nicht im Monitoring erfasst

Weitere Informationen zum Wirkstoffeinsatz wurden aus Literaturdaten bzw. Projektstudien gewonnen. Sie beziehen sich auf:

Das nicht Kulturland. Damit sind hauptsächlich PBSM-Anwendungen auf nicht landwirtschaftlich genutztem Grünland sowie Anwendungen auf versiegelten Flächen (z.B. Hofflächen) gemeint. Der bedeutendste Wirkstoff in diesem Bereich ist Glyphosat. Dazu kommen Wuchsstoffherbizide (2,4-D).

Anwendungen zur Verkehrssicherheit bei der Deutschen Bahn haben sich in Bezug auf die verwendeten Wirkstoffe in den letzten Jahren geändert. Historisch insbesondere die Anwendung von Diuron, dann Glyphosat als hauptsächlich eingesetzter Wirkstoff und aktuell die Wirkstoffe Flazasulfuron und Flumioxazin. Flazasulfuron wird nach den Betriebserhebungen in der Landwirtschaft wenig eingesetzt, Flumioxazin kam dort nicht vor. Die Einsatzmengen werden, in Relation zu landwirtschaftlichen Anwendungen; als relativ hoch eingeschätzt.

Wirkstoffanwendungen im Forst sind in Bezug auf Herbizide und Fungizide auf Aufforstungsflächen begrenzt, wobei aber auch hier Glyphosat als Wirkstoff angewendet werden kann.

Zur Schadinsektenbekämpfungen kamen hauptsächlich Häutungshemmer (Wirkstoff Diflubenzuron) zum Einsatz oder biologische Wirkstoffe (*Bacillus thuringiensis*) zur Kontrolle des Eichenprozessionsspinner. Belastungsrisiken aus dieser Quelle werden als gering eingeschätzt.

Eine weitere Quelle stellt gebeiztes Saatgut dar, welches mit fungiziden oder insektiziden Wirkstoffen vor Schaderreger geschützt wurde. Hochrechnungen zeigten geringe Wirkstoffmengen im Vergleich zu Wirkstoffspritzungen. Risiken können auf Einträge von Saatgut in Gewässer (Erosion, Starkregen) begrenzt werden.

Wirkstoffe aus dem Baubereich können unter bestimmten Bedingungen, Neubaugeschehen im näheren Umfeld, für Oberflächenwasser oder Kanalwasser bedeutend sein. Quellen stellen Schutzstoffe für Holz, aber auch Farben und Lacke dar. Letztere sind oft mit algizid wirkenden Stoffen versehen. Diese Wirkstoffe entsprechen oft in der Landwirtschaft verwendeten Wirkstoffe, z.B. Tebuconazol, Dichlofluanid oder Propiconazol. Daneben aber auch Wirkstoffe, die nur im Baubereich zur Anwendung kommen (z.B. Irgarol).

Alle vorstehenden Informationen wurden für abschließende Empfehlungen zur Ausrichtung des Gewässermonitorings herangezogen. Dabei ist zu bedenken, dass im Rahmen der Betriebserhebungen und den Wirkstoffen aus anderen Quellen nur aktuell angewendete Wirkstoffe berücksichtigt sind. Altwirkstoffe werden damit nicht erfasst. Empfehlungen zu diesen Stoffen sind nur aus dem bisherigen Gewässermonitoring abzuleiten. Etwas allgemein kann formuliert werden, die Analysen zu diesen Wirkstoffen zeitlich zu dehnen.

Für aktuelle Wirkstoffe wurde die in Tab. 2 erfasste Rangstellung ermittelt. Sie fasst verschiedene Informationen vorstehend angesprochener Datenquellen zusammen.

**Tab. 2: Zusammenfassung aller Informationen und Ranking der Wirkstoffe in Bezug auf das Grundwasser**

PSM Gruppe	Wirkstoff	Rang ROZ	Rang GW	Rang M GW	Verkauf	Rang GW Mittelwert	MW+% SD	% SD
Wachstumsregler	Chlormequat	2	5		2	3,0	2	133
Herbizide	Chlortoluron	5	3			4,0	4	54
Herbizide	Terbuthylazin	6	1	13	3	5,8	6	86
Herbizide	Isoproturon	3	14	12	2	7,8	3	182
Herbizide	Metamitron	4	2	27	2	8,8	5	47
Herbizide	Dimethenamid-P	14	13		3	10,0	14	158
Fungizide	Tebuconazol	8	15	14	3	10,0	8	168
Herbizide	MCPA	17	4	19	3	10,8	15	179
Herbizide	S-Metolachlor	10	24		3	12,3	9	90
Herbizide	Napropamid	24	8			16,0	26	119

Legende: Rang ROZ - Rang nach Rangordnungszahl (Anwendung in der Praxis, Rang GW - Rang nach ROZ und Wirkstoffeigenschaften, Rang M GW - Rang des Wirkstoffes nach LHW - Monitoring GW für Wirkstoffe die bereits im Monitoring enthalten sind, Informationen aus der Wirkstoffabgabe, Rang GW Mittelwert - Mittelwert aus den

vorhergehenden Werten zur Rangableitung, MW + %SD - Rang in Bezug zur Regionalität, Rangsortierung nach Mittelwert, dann nach % SD, % SD - Regionalität, Rangableitung nur nach \$ Standardabweichung vom Mittelwert.

Mit der Diskussion wird aufgezeigt, dass das methodische Vorgehen der Studie im Vergleich zu öffentlich vorliegenden Daten oder anderen Studien einen Mehrwert an Informationen brachte. Dieser liegt besonders in Möglichkeiten der regionalen Zuordnung der Wirkstoffanwendung und in der Erfassung einer Vielzahl von Fruchtarten und weiterer Wirkstoffquellen sowie in einer vorausschauenden Beurteilung zukünftig potenziell gewässerkritischer Wirkstoffe. Im Vergleich mit Literaturangaben bzw. Messwerten des Gewässermonitorings bestätigte sich die Treffgenauigkeit der Ranking – Befunde.

Es wird jedoch gleichzeitig auf Grenzen des Ranking – Verfahrens aufmerksam gemacht. Sie kommen zum Tragen, wenn Wirkstoffanwendungen unsachgemäß erfolgen oder Wasserkontaminationen durch Unfälle mit Wirkstoffen entstehen oder diese nach Hausanwendungen in die Kanalisation abgeleitet werden.

## 1 Anliegen des Berichts

Dem Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft (LHW) obliegt die Aufgabe, die Qualität des Grund- und Oberflächenwassers zu erfassen, zu dokumentieren 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).

Praktisch wird die angesprochene Aufgabe über die Unterhaltung eines Systems des Gewässermonitorings umgesetzt. In Sachsen-Anhalt umfasst dieses System 624 Messstellen für das Grundwasser und 166 Messstellen für das Oberflächenwasser. Die Messstellen werden regelmäßig beprobt und das entnommene Wasser auf verschiedene chemische Qualitätskriterien analysiert. Erfasst werden z.B. der pH-Wert, Sauerstoffgehalt und das Auftreten von Pflanzennährstoffen (Nitrat, Phosphor). Weiterhin das mögliche Auftreten von PBSM-Wirkstoffen und ihrer Metaboliten. Dies zeigt, dass ein hoher Aufwand (Technik, Arbeitszeit, Kosten) auf die Erfassung der chemischen Wasserqualität entfällt. Der zu betreibende Aufwand wird neben dem Umfang der Messstellen und die Anzahl der Beprobungen insbesondere vom Umfang der chemischen (Wasser-) Schadstoffe bestimmt.

Neben verschiedenen weiteren Stoffen (z.B. Nährstoffe) können Wirkstoffe aus Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln (PBSM) die chemische Wasserqualität beeinflussen. 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 und Erfassung aller Wirkstoffe unmöglich ist.

Da es aus verschiedenen Gründen und Aufgabenstellungen des Gewässermonitorings nicht sinnvoll ist den Umfang der Messstellen einzuschränken, kann eine Optimierung des Monitoringaufwandes nur über eine Einschränkung der für das Grund- bzw. Oberflächenwasser am wahrscheinlichsten potenziell gefährlichen PBSM-Wirkstoffe erfolgen. Ob ein PBSM-Eintrag wahrscheinlich ist, hängt von verschiedenen Kriterien ab. So z.B. von der Zulassungszeit (Verlauf der Zulassung, Neuzulassung etc.) eines PBSM-Wirkstoffes, seinen Indikationen, Anwendungen außerhalb des Bereiches der Landwirtschaft und chemischen Wirkstoffeigenschaften.

Die „Zulassungszeit“ umfasst Änderungen im Spektrum zugelassener PBSM-Wirkstoffe, die durch Auslaufen der Zulassung, Neu- oder Wiedezulassung eines Wirkstoffes, seine Stilllegung oder durch Rücknahme der Zulassung entstehen.

Das Kriterium „Indikation“ erfasst Veränderungen in der Zulassung, so z.B. Einschränkungen oder die Erweiterung von Anwendungsmöglichkeiten des Wirkstoffes. Meist betreffen diese Mittelanwendungen gegen weitere/weniger Schaderreger oder Kulturpflanzen bzw. Veränderungen der Wirkstoffzulassung in Anwendungsbereichen außerhalb der Landwirtschaft (Haus/Hof und Kleingarten, Verkehrswege, Forst). Angesprochene Punkte sind für eine Risikoabschätzung bedeutend und entsprechende Informationen können den

Zulassungsdaten entnommen werden. Für die Zielsetzung des Berichtes stellen sie begleitende Informationen dar, denn im Wesentlichen widerspiegelt die unter Praxisbedingungen eingesetzte Wirkstoffmenge die Anzahl möglicher Anwendungen (Indikationen).

Wirkstoffeigenschaften stellen ein weiteres Kriterium dar, um die Potenz eines Eintrags von Wirkstoffen in Gewässer abzuschätzen. Auch für diesen Bereich ist anzusprechen, dass PBSM – Wirkstoffe durch ca. 114 Kennzahlen in ihren Eigenschaften charakterisiert sind, die verschiedene Bereiche umfassen. Die administrative Einordnung (ca. 24 Angaben, darunter z.B. CAS-Nr.), das Umweltverhalten (19 Kriterien darunter z.B. Wasserlöslichkeit) den Wirkstoffabbau in der Umwelt (ca. 15 Kennzahlen, darunter z.B. DT<sub>50</sub> und das Auftreten von Metaboliten), die Bodenbindung und Mobilität (ca. 6 Kriterien, z.B. K<sub>OC</sub>-Wert), die Ökotoxikologie (ca. 28 Parameter, darunter LD<sub>50</sub> für verschiedene Kennarten [z.B. Regenwurm, Biene, Fische, Algen]), den Gesundheitsschutz (ca. 22 Parameter, darunter die Warmblütertoxizität LD<sub>50</sub> für Ratte und Kaninchen oder Angaben zu potenziellen kanzerogenen Gefährdungen). Insgesamt liegen somit viele Parameter zur Beschreibung der Eigenschaft jedes einzelnen Wirkstoffs vor.

Anliegen dieser Studie ist es, die angedeutete Vielzahl und Vielgestaltigkeit der Informationen zu verdichten und zu verbinden, um eine handhabbare Grundlage für die Steuerung des Gewässermonitoring in Bezug zu PBSM-Wirkstoffe zu schaffen.

## 2 Methodisches Vorgehen

Die generelle Vorgehensweise zur Durchführung des Rankings von PBSM- und anderen für das Grund- und Oberflächenwasser potenziell belastender Wirkstoffe ist als Flussdiagramm in der Abb. 1 dargestellt.

Ausgangspunkt ist eine Analyse der Zulassungssituation bei den PBSM-Wirkstoffdaten für in der Landwirtschaft eingesetzte Pflanzenschutzmittel und Mittel zur biologischen Prozesssteuerung, wobei es vorrangig um Veränderungen in der Zulassung von Wirkstoffen geht. Zulassungsveränderungen mit Rückwirkungen auf die Wirkstoffanwendung sind auf zwei Ebenen zu erwarten.

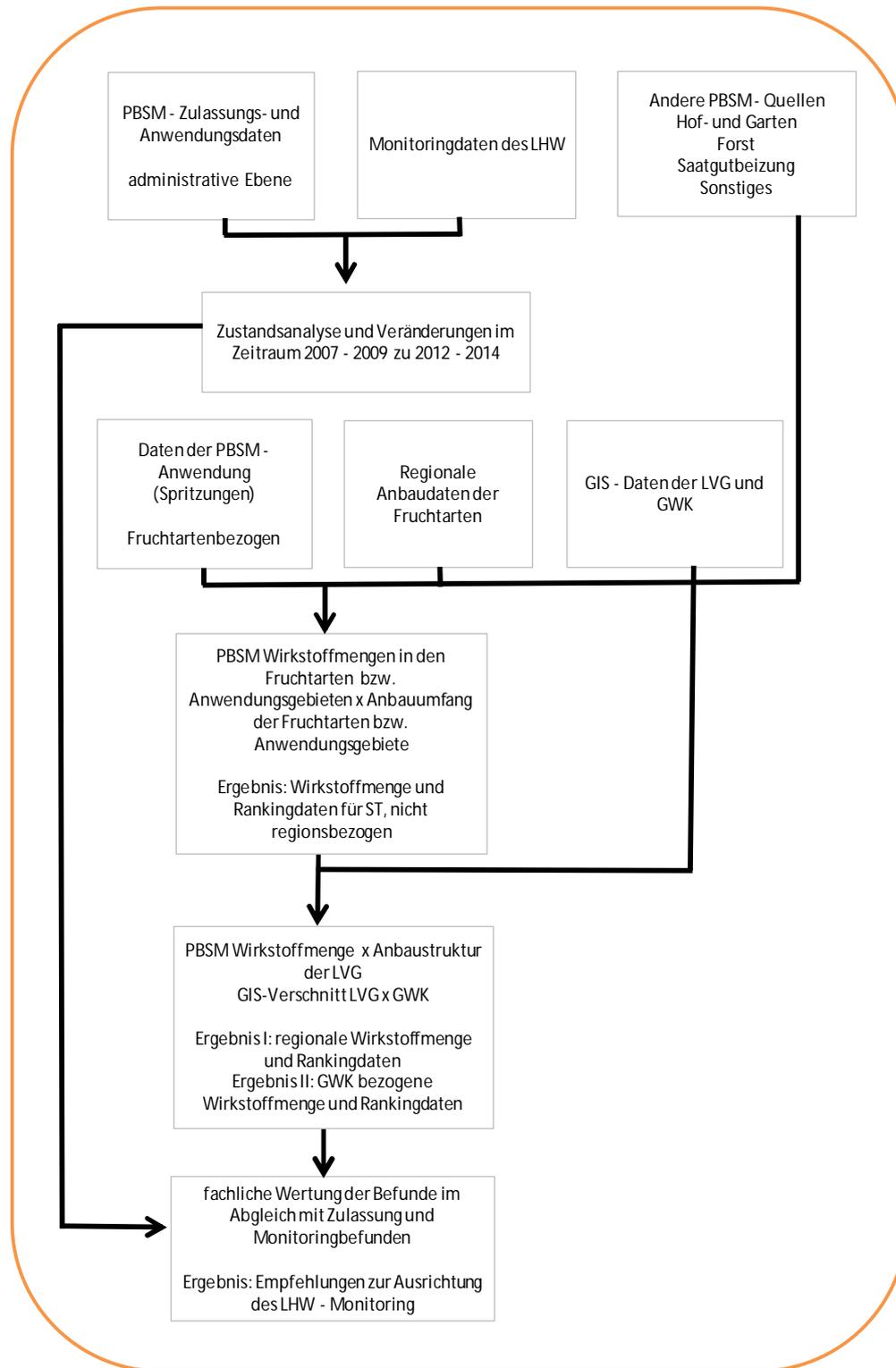
Zunächst das Auslaufen des Zulassungszeitraums. Hier handelt es sich um eher administrative Vorgaben, d.h. betreffende Wirkstoffe können nach Antrag u.U. eine Neuzulassung erfahren. Dieser Prozess wird durch die Verordnung EC 1107/2009 begleitet, die eine Neubewertung der Wirkstoffe im Rahmen der Europäischen Union vorsieht. Der Stand dieses Prozesses ist öffentlich abrufbar (<http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database>) und nach gegenwärtigem Stand (Nov. 2015) sind 77 Wirkstoffe zu substituieren<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> List of candidates for substitution

Der zweite Punkt bezieht sich auf Zulassungsveränderungen für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Sie werden über die Anzahl Indikationen greifbar, denn über die Indikationen werden Anwendungszwecke (z.B. Kultur und Schaderreger, Hof und Garten etc.) festgelegt.

Eine weitere Datenquelle sind die Monitoringdaten des LHW aus der gewässerkundlichen Überwachung zum Auftreten von Schadstoffen im Grund- und Oberflächenwasser mit Stand Nov. 2014, wobei das Monitoring PBSM-Wirkstoffe einschließt. Für den Zweck der vorliegenden Studie sind aus diesem Datenpool auffällig gewordene Wirkstoffe, der Zulassungsstand der Wirkstoffe (insbesondere Differenzierung in Alt- und aktuelle Wirkstoffe) für die Ableitung von Handlungsoptionen wichtig.

Eine weitere Grundlage der Erfassung möglicher Wirkstoffeinträge stellen Informationen zur Anwendung von Pflanzenschutzmittel außerhalb einer reinen landwirtschaftlichen Anwendung dar. In diesen Bereich wurden öffentlich zugängliche Daten aus der Literatur bzw. Studien und Einschätzungen eingespeist und es erfolgt eine verbale Beurteilung der Bedeutung dieser Quellen für die Ausrichtung des Gewässermonitorings.



**Abb. 1 Datenquellen und ihre methodische Einbindung in die Studie**

Hauptgrundlage der Studie sind Datenerhebungen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in landwirtschaftlichen Betrieben. Aus diesen Daten können durchschnittlich je ha applizierte Wirkstoffmengen mit Bezug auf die Nutzungsart der

Feldfläche abgeleitet werden. Letztlich sind diese Befunde die Grundlage zur Abschätzung der Anwendung von PBSM-Wirkstoffen in der Landwirtschaft, indem ein Verschnitt dieser Daten mit der Statistik der Flächennutzung erfolgt (im vorliegenden Fall bezogen auf die Anbaustruktur der Fruchtarten in den LVG). Da in Sachsen-Anhalt 33 LVG definiert sind, ergeben sich über diesen Weg auch regionale Untersetzungen in der Rangbedeutung eingesetzter Wirkstoffe. Vertiefende Aussagen zu Umgang und Datenverschnitt sind in Gliederungspunkt 2.2 dargestellt.

Letzter Schritt ist die fachliche Bewertung der sich aus den Einzelschritten ergebenden Befunde und ihre Zusammenführung in einen Vorschlag zur Ausrichtung des Gewässermonitorings in Sachsen-Anhalt.

## **2.1 Bezüge und Nutzung von Erkenntnissen aus der Vorläuferstudie 2010**

In die Bearbeitung der vorliegenden Studie flossen Erfahrungen aus einer Vorläuferstudie ein (Heyer, 2010). Im Rahmen dieser Studie wurden verschiedene Untersuchungen zur Repräsentativität der verwendeten Datengrundlagen durchgeführt, die der Beantwortung nachfolgender Sachverhalte dienen:

- 1) Regionale Untersetzung der Pflanzenschutzmittelanwendung: Es zeigte sich, dass die Anbaustruktur in den 5 Agrarregionen (Elbwische, Heidegebiete, Schwarzerdegebiete und Übergangslagen, Harz sowie Elbe- und Muldeauen) statistisch unterschieden war, was auch den PBSM-Einsatz beeinflusste. Dieser Einfluss wird durch die Untersetzung der Anbaustruktur auf 33 LVG in vorliegender Studie stärker hervorgehoben.
- 2) Unterschiedlichkeit der PBSM-Anwendung in den Jahren: Die Daten zeigten wenig Unterschied in Bezug auf Herbizide. Stärkere Schwankungen zwischen den Jahren ergaben sich bei Fungizide und z.T. erheblichere Differenzen zeigte die Anwendung von Insektiziden. Aus diesem Befund leitet sich ab, die Anwendung von PBSM-Wirkstoffe auf der Grundlage mehrerer Jahre zu erfassen. Für vorliegende Studie die Jahre 2011 bis 2015, jedoch mit unterschiedlicher Datensatzbelegung (vergl. 3.1.1).
- 3) Betriebsauswahl: Sie erfolgte 2010 nach regionaler Zuordnung zu den Agrargebieten, es zeigten sich jedoch kaum (statistisch unbedeutend) Differenzen in der PBSM-Anwendung der Betriebe zwischen den Regionen. Eine etwas höhere Abhängig des PBSM-Einsatzes bestand zur Betriebsstruktur (Marktfrucht- oder Gemischtbetrieb), allerdings ohne Rückwirkung auf die Rangstellung der verwendeten Wirkstoffe. Für vorliegende Studie wurde auf eine regionale Zuordnung der Betriebe weniger stark, aber auf die Ausgewogenheit der Betriebsstrukturen, Betriebsgrößen etc. geachtet.
- 4) Verwendete Betriebsdaten zum PBSM- Einsatz: In der Studie wurden nur Betriebsflächen mit Pflanzenschutzmitteleinsatz erfasst. Für vorliegende Studie wurden ebenfalls unbehandelte Flächen in die Stichprobe einbezogen, um für

seltener behandelte Flächen (z.B. Grünland) realere Mittelwerte des Pflanzenschutzmitteleinsatzes berechnen zu können.

- 5) Beurteilung der Datenqualität: Mit einer Betriebsstichprobe von 5 - 6 (landwirtschaftlichen) Betrieben wurden bereits ca. 85 verwendete Wirkstoffe erfasst, die letztlich auch die wichtigsten Wirkstoffe im Ranking 2010 waren. Weitere Wirkstoffe wurden durch eine gezielte Betriebsauswahl (Betriebe mit Sonderkulturen, bzw. Dauerkulturen) detektiert, wobei bereits 3 Betriebe ein umfassendes Bild für das Wirkstofffranking ergaben. Vorliegende Studie umfasst einen gleichartigen Datenumfang, sodass von einer belastbaren Datenquelle ausgegangen werden kann.

### 2.1.1 Betriebs-, Wirkstoff- und Flächendaten sowie Stichprobenumfang

Für das vorliegende Projekt wurden Daten zur Anwendung von PBSM in 43 Betrieben erhoben. Sie repräsentieren unterschiedliche Rechtsformen (natürliche Personen, juristische Personen), Betriebsgrößen und Betriebsstrukturen. Mit Tab. 1 werden die Betriebe in ihrer Struktur und Größe kurz charakterisiert. Drei der Betriebe lagen direkt angrenzend an die Landesgrenze Sachsen-Anhalt zu Brandenburg (2) bzw. Sachsen. Die anderen sind Betriebe auf der Landesfläche von Sachsen-Anhalt.

Tab. 1: Übersicht der Betriebsstrukturen

Betriebe Anzahl	Struktur und Fläche	Anmerkungen
21	Marktfruchtbetriebe	Betriebe über Landesfläche Verteilt, aber konzentrierter auf Schwarzerdeböden, Betriebsgrößen zwischen 96 und 2000 ha
14	Gemischtbetriebe	Betriebe mit hohem Grünlandanteil (Grünlandstandorte) und Anbau von Silomais, Betriebsgrößen zwischen ca. 500 und 2500 ha
3	Marktfrucht mit Sonderkulturen	Im Regenschatten des Harzes, ca. 500 – 1000 ha
2	Obstbau	
3	Weinbau	dav. 1 Nebenerwerbsbetrieb

Die PBSM – Anwendungsdaten der Betriebe wurden, wenn möglich, für einen Zeitraum von 3 Jahren erfasst. Im Regelfall flächenscharf, d.h. Anwendungsdaten für alle Feldflächen des Betriebes, was Informationen über Teilflächenbehandlungen beinhaltet und auch nicht mit PBSM-behandelte Flächen berücksichtigt. Beides sind wichtige 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.

Weiterhin erfasst wurden die verwendeten Pflanzenschutzmittel und ihre Anwendungskonzentration. Für den Aufbau der Datenbank wurden die Betriebsdaten fachlich geprüft. Dieser Schritt beinhaltet Vereinheitlichungen der Mittelschreibweisen und Zuordnungen zu den Fruchtarten, die Aufgliederung sogenannter PSM-Packs auf die jeweils enthaltenen Mittel, die Eliminierung in den Aufzeichnungen enthaltener und mit Pflanzenschutzgeräten ausgebrachter Mikronährstoffe oder Pflanzenstärkungsmittel sowie verwendeter Formulierungshilfsstoffe (FHS, z.B. Öle) und die Vereinheitlichung der Anwendungskonzentrationen auf eine Dimension von kg bzw. l/ha und es erfolgte eine Anpassung der Schreibweisen.

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

Insgesamt ergaben sich 61.790 Datensätze zur Wirkstoff - Anwendung, die sich nach den Angaben in den Tab. 2 und Tab. 3 einordnen.

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

Jahr der PBSM-Anwendung	Anzahl Datensätze	Anzahl Betriebe
2011	9.752	17
2012	19.356	35
2013	20.470	36 (einschließlich Obst- und Weinbau)
2014	11.312	22 (einschließlich Obst- und Weinbau)
2015	900	2

**Tab. 3: Zuordnung der PBSM-Wirkstoffdatensätze zu den Fruchtarten und Flächen (Felder)**

Fruchtart / -gruppe	2011	2012	2013	2014	2015	Gesamtergebnis
Ackerfutter <sup>1)</sup>	17	46	53	11		127
Energiepflanzen <sup>2)</sup>	13	10	9	4		36
Erdbeere		2	2	2		6
Futterleguminosen <sup>3)</sup>	7	13	14	6		40
Gemüse <sup>4)</sup>	4	12	5	5		26
Grasvermehrung		6	2	7		15
Grünland	95	120	144	27	4	390
Hafer	17	22	16	19		74
Kartoffel	7	13	12	7		39
Körnerleguminosen <sup>5)</sup>	22	38	25	19		104
Körnermais	19	44	17	13		93
Kräuter <sup>6)</sup>		3	2	5		10
Obst <sup>7)</sup>			16	16		32
Ölpflanzen <sup>8)</sup>	3	9	5			17
Silomais	155	224	258	123	14	774
Sommergerste	16	66	69	32		183
Sommerraps	2	3	2			7
Sommerweizen	21	15	13	27		76
Sonstiges <sup>9)</sup>	2	2				4
Spargel	4	5	5			14
Stilllegung <sup>10)</sup>	110	108	116	15	2	351
Triticale	13	65	42	13	2	135
Wein			15	15		30
Wintergerste	77	167	146	101	9	500
Winterhartweizen <sup>11)</sup>		2		17		19
Winterraps	165	285	326	217	22	1015
Winterroggen	109	179	166	34		488
Winterweizen	257	480	506	323	65	1631
Zuckerrübe	36	76	78	54	3	247
Zwiebel	2	3	5	4		14
Zwischenfrucht <sup>12)</sup>	2	3	10	10		25

Zugeordnet sind: <sup>1)</sup> Ackergras, Klee, Futterroggen, nicht Leguminosen <sup>2)</sup> Chinaschilf, Hirsen <sup>3)</sup> Luzerne, Klee, Landsberger Gemenge <sup>4)</sup> Gurke, Tomate, Möhre, Kohlarten, Spinat, Zuckerschoten <sup>5)</sup> Ackerbohne, Erbse, Lupine, <sup>6)</sup> Majoran, Thymian, Mohn <sup>7)</sup> Apfel, Aprikose, Birne, Pfirsich, Pflaume, Sauer- und Süßkirsche <sup>8)</sup> Sonnenblume, Öllein <sup>9)</sup> Futterrüben, Steckrüben <sup>10)</sup> Stilllegung, Ackerrand- und Blühstreifen <sup>11)</sup> Durum-Weizen für Nudelproduktion <sup>12)</sup> Senf, Mischkulturen (z.B. Getreide und Ackerbohne)

Um die PBSM-Anwendungsdaten übersichtlich zu halten und die Datenbasis der Fruchtartenstatistik der LVG's anzupassen, wurden einzelne Fruchtarten zu "Fruchtgruppen" zusammengefasst. Den Fruchtgruppen zugeordnete Fruchtarten benennt Tab. 3.

### 2.1.2 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 für Grund- bzw. Oberflächenwasser	Relative Häufigkeit und Wirkstoffnachweise und Normüberschreitungen	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	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 in Bezug auf das Grund- bzw. Oberflächenwasser auf Grundlage von Wirkstoffeigenschaften erfolgte. Dazu wurden Eigenschaften ausgewählt, die das Umweltverhalten, den Stoffabbau und die Adsorption bzw. Mobilität der Wirkstoffe beschreiben. Herangezogen wurden:

- Der GUS – Index (Groundwater Ubiquity Score index nach Gustafson, 1993) des Wirkstoffes. Der Wert beschreibt keine direkte chemische Stoffeigenschaft, sondern aggregiert zwei Stoffeigenschaften ( $DT_{50}$  Boden und  $K_{oc}$ -Wert) in einem Zahlenwert. Die Berechnung erfolgt nach

$$GUS = \log(DT_{50}) \times (4 - \log(K_{oc}))$$

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  $1.8 < GUS < 2.8$  sind als „marginale Leacher“ einzustufen. Mit zunehmendem Index erhöht sich demnach das Risikopotenzial für Grundwasser.

- Der SCI – Wert. 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  $\mu\text{g l}^{-1}$ ) für  $1 \text{ kg ha}^{-1}$  oder  $1 \text{ l ha}^{-1}$  applizierter Wirkstoffmenge. Die Berechnungen sind für direkte regionale Abschätzungen der Wirkstoffverfrachtung noch zu ungenau, erlauben nach standardisierten Szenarien jedoch eine belastbare Einschätzung der Wirkstoffe in Hinsicht auf Risiken einer Grundwasserkontamination. Damit ist der SCI – Wert für Stoffvergleiche 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 risikoreich 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. 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 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 Kennzahl dient auch hier dem Schließen von Datenlücken und der Umsetzung verbaler Eigenschaftsbeschreibungen (z.B. very mobile) in nutzbare Zahlenwerte (siehe auch Anhang 1). Bei der Wasserlöslichkeit wurde davon ausgegangen, dass eine höhere Wasserlöslichkeit Wirkstoffeinträge in Oberflächengewässer wahrscheinlicher macht.

## 2.2 Datenverknüpfung und Berechnungswege

Der Inhalt dieses Gliederungspunktes bezieht sich auf die Methodik der Analyse der aus dem Gewässermonitoring stammenden Daten sowie auf die Verknüpfung von Daten zum Wirkstoffeinsatz (Betriebsdaten des PBSM- Einsatzes) mit den Daten der Anbaustruktur (LVG) und Daten zum Umweltverhalten der Wirkstoffe (Wirkstoffeigenschaften).

### Auswertung der Monitoringdaten des LHW

Monitoringdaten zum Auftreten von PBSM-Wirkstoffe umfassen den Zeitraum 2011 bis November 2014, wobei für das Grundwasser 188.700 Datensätze von 624 Messstellen und das Oberflächenwasser 10.502 Datensätze aus 166 Messstellen zur Verfügung standen. Die als Tabelle dokumentierten Daten wurden zunächst als Datenbank umgeformt. Auswertungen der Daten erfolgten auf den Wirkstoff bezogen.

Im Interesse der Studie lagen Wirkstoffe, die im Grund- oder Oberflächenwasser Auffälligkeiten zeigen. Diese Wirkstoffe wurden als Rang nach absteigender Häufigkeit

geordnet. Da die Analysenanzahl für die Wirkstoffe sehr unterschiedlich war, wurde die Rangbildung nach relativen Häufigkeiten vorgenommen und zwar nach

- der Anzahl positiver Befunde des Wirkstoffs zur Anzahl der durchgeführten Analysen und
- der Anzahl die Qualitätsnorm bzw. die UQN erreichenden bzw. überschreitenden Befunde zur Anzahl der durchgeführten Analysen.

Der Qualitätsnorm für Grundwasser ist auf eine Wirkstoffmenge von 0,1 µg/l bezogen. Die Umweltqualitätsnorm (UQN) gilt für Oberflächenwasser und ist für Wirkstoffe differenziert. Eine Übersicht der verwendeten Datenquellen zur Festlegung der wirkstoffbezogenen UQN und der verwendeten Werte findet sich im Anhang 2. Für Wirkstoffe ohne festgelegte UQN wurde der für das Grundwasser gültige Wert von 0,1 µg/l übernommen.

Auswertung der erfassten Betriebsdaten

Um die Grunddaten für die Rangbildung der Wirkstoffe zu erstellen, wurden die Datenquellen über 5 Schritte miteinander verknüpft.

Schritt 1: Berechnung des durchschnittlichen Wirkstoffeinsatzes je ha<sup>-1</sup>

A - Einsatzmenge bzw. Anwendungskonzentration des Pflanzenschutzmittels je ha (z.B. 1,5 kg)

B- Flächenbezug des Pflanzenschutzmitteleinsatzes (Teilflächenkoeffizient, z.B. 1 bei Vollflächenapplikation, 0,5 bei Behandlung von 50% der Feldfläche)

C- Wirkstoffmenge Wirkstoff a (oder Mengen) des Pflanzenschutzmittels je kg (z.B. 500g)

D - Mittlere Wirkstoffmenge Wirkstoff a z.B. 0,375 kg/ha wenn  $= A (1,5) \times B (0,5) \times C (500)/1000$

Schritt 2: Berechnung des durchschnittlichen Wirkstoffeinsatzes je Wirkstoff und Fruchtart bzw.-gruppe und ha<sup>-1</sup>

D –            Mittlere Menge Wirkstoff a Feld I = 0,375  
                   Mittlere Menge Wirkstoff b Feld I = 0,5  
                   Mittlere Menge Wirkstoff a Feld II = 0,4  
                   Mittlere Menge Wirkstoff b Feld II = 0,25

E – Mittlere Wirkstoffmenge je Wirkstoff und Fruchtart bzw. –gruppe =

Mittelwert Wirkstoff a	= 0,775 / Anzahl Felder (2) = 0,387
Mittelwert Wirkstoff b	= 0,75 / Anzahl Felder (2) = 0,375

Schritt 3: Verknüpfung der mittleren Wirkstoffmenge je Wirkstoff und Fruchtart (E) mit dem Anteil der Fruchtart (Anbaustruktur der LVG oder Anbaustruktur des Bundeslandes)

F – Ableitung der Rangordnungszahl (ROZ ohne Dimension) je Region bzw. Betrachtungsebene

ROZ = Mittelwert Wirkstoff a (0,387) x Anteil Fruchtart a Region 1...n (z.B. 28)  
 Mittelwert Wirkstoff b (0,375) x Anteil Fruchtart b Region 1...n (z.B. 8)

ROZ Wirkstoff a = 10,85

ROZ Wirkstoff b = 3

Schritt 4: Abnehmende Sortierung der Wirkstoffe entsprechend der ROZ und Zuordnung der Rangzahl (1 – 198)

Aus den Schritten 1 bis 4 ergibt sich die Rangstellung des jeweiligen Wirkstoffes auf Grundlage seiner Anwendungshäufigkeit in der jeweiligen Fruchtart und der Anbauhäufigkeit der Fruchtart in den betrachteten Regionen.

Da für eine potenzielle Gefährdung der Wasserqualitäten neben der Wirkstoffmenge auch Wirkstoffeigenschaften einen Einfluss haben, wurden die nach Schritt 4 ermittelten Rangzahlen mit Wirkstoffrängen addiert, die auf der Grundlage von Wirkstoffeigenschaften ermittelt wurden, wobei für Grund- bzw. Oberflächenwasser unterschiedliche Wirkstoffeigenschaften bei der Rangbildung Berücksichtigung fanden (vergl. 2.1.3 und Anlage 1).

Schritt 5: Ermittlung Rangordnungszahl nach Wirkstoffmenge und Wirkstoffeigenschaften

ROZ GW = Rang Wirkstoff a...n (GUS-Wert) + Rang Wirkstoff a ...n (SCI – Wert) + Rang Wirkstoff a...n (Wasserlöslichkeit)

ROZ OW = Rang Wirkstoff a...n (Wert Photolyse Wasser) + Rang Wirkstoff a...n (Koc-Wert)+ Rang Wirkstoff a (Partikelbindung des Wirkstoffs)

Aus den sich ergebenden Summenzahlen für die Rangstellung der Wirkstoffe nach den benannten Kriterien wurde eine zusammenfassende Rangstellung der Wirkstoffe erstellt, aus der eine potenzielle Gefährdung des Grund- oder Oberflächenwassers unter Berücksichtigung der Wirkstoffmenge, Wirkstoffeigenschaften, Auftreten im LHW - Monitoring sowie der Wirkstoffabgabemengen durch die Industrie abgeleitet werden kann.

### **2.3 Statistische Analysen und GIS- Verarbeitung**

Die Anwendung statistischer Verfahren beschränkt sich im vorliegenden Bericht auf die Analysen regional (LVG) bezogener Wirkstoffdaten. Berechnet wurde die

Standardabweichung vom Mittelwert aller LVG, um Auskunft über die Verteilung des jeweiligen Wirkstoffs über die LVG zu erhalten. Eine größere Standardabweichung weist dementsprechend eine höhere Differenzierung der Wirkstoffbedeutung für die LVG aus.

Für ausgewählte Wirkstoffe wurde die regionale Differenziertheit ihrer Anwendung als Karte dargestellt. Grundlage sind die Shapes der 33 LVG Sachsen-Anhalts, denen die Wirkstoffe (Vergleichszahl in der Attributentabelle) zugeordnet wurden. Diese Darstellung wurde mit den Shape files der Grund- bzw. Oberflächenwasserkörper unterlegt. Regional erfasst sind alle aufgefundenen Wirkstoffe (siehe Anhang 3), die auf Grund ihrer Anwendungshäufigkeit (unter Beachtung der regionalen Anbaustruktur) regional zu differenzieren sind.

### **3 Datengrundlagen**

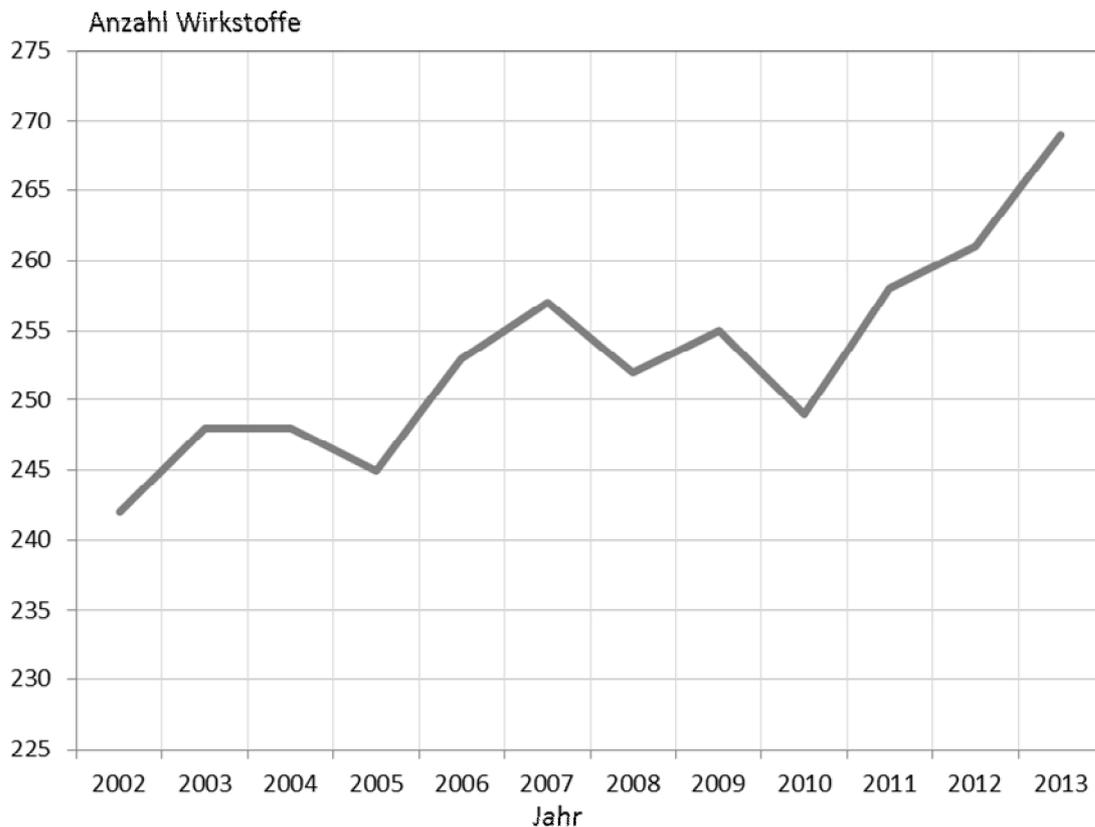
Der Abschnitt „Datengrundlagen“ vermittelt zunächst eine Übersicht der administrativen Änderungen der zugelassenen PBSM – Wirkstoffe. Die Darstellungen beruhen auf den amtlichen Angaben des BVL zur Wirkstoffzulassung (Stand April 2015) sowie den nach § 64 des Pflanzenschutzgesetzes geforderten Meldungen der Industrie zum Absatz von PBSM-Wirkstoffen in Deutschland (Datenbasis 2002 – 2013). Sie sind als begleitende Informationen zu verstehen, d.h. sie sollen dazu beitragen aus der PBSM-Anwendung gewonnene Informationen einzuschätzen und zu bewerten.

PBSM-Anwendungsdaten stammen vorrangig aus Datensätzen, die landwirtschaftliche Betriebe bereitgestellt haben. Sie wurden mit Informationen (nicht Datensätze) zum Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Forst und anderen Anwendungsbereichen ergänzt. Jeweilige Datenquellen sind im Text vermerkt.

#### **3.1 PBSM - Wirkstoffdaten**

##### **3.1.1 Wirkstoffverkauf und aktuelle PBSM – Wirkstoffzulassung**

Aus den Daten zum Wirkstoffverkauf kann die insgesamt vorhandene Tendenz der Anwendung von PBSM-Wirkstoffen in Deutschland seit dem Jahr 2002 verdeutlicht werden. In der Abb.1 ist die Anzahl der im jeweiligen Jahr verkauften Wirkstoffe für die Anwendung als Pflanzenbehandlungs- bzw. Schädlingsbekämpfungsmittel dargestellt. Diese Übersicht zeigt, dass als minimaler Wert 242 Wirkstoffe und maximal im Jahr 2013 269 Wirkstoffe im Mittel des Jahres in Anwendung waren und sich zwischen den Jahren 2009 – 2011 stärkere Veränderungen auftraten.



**Abb. 2: Veränderung der Wirkstoffanzahl bei PBSM über die Zeit**

Damit zeigt Abb. 2 eine tendenzielle Zunahme der für den Pflanzenschutz verfügbaren Wirkstoffe. Dabei ergibt sich die Frage, ob auch eine zunehmende Anzahl Wirkstoffe im Rahmen des Vorsorgeprinzips im Gewässermonitoring zu beachten sind. Nachfolgende Tab. 5 und Tab. 6 geben Hinweise auf die Beantwortung dieser Frage, indem die am meisten von der Industrie abgegebenen Wirkstoffe (Tab. 5) und die Wirkstoffe hinsichtlich ihrer Anwendungsfelder bzw. ihrer Wirkprinzipien für ausgewählte Jahre erfasst sind (Tab. 6).

**Tab. 5: Wirkstoffe mit den höchsten Abgabemengen**

Lfd.-Nr.	Wirkstoff	Abgabemenge in t <sup>1)</sup>		
		von	bis	Rang
1	Glyphosat	2500	10000	1
2	Chlormequat	1000	2500	2
3	Isoproturon	1000	2500	2
4	Mancozeb	1000	2500	2
5	Metamitron	1000	2500	2
6	Schwefel	1000	2500	2
7	Captan	250	1000	3
8	Chlorthalonil	250	1000	3
9	Dimethenamid-P	250	1000	3
10	Epoxiconazol	250	1000	3
11	Fenpropimorph	250	1000	3
12	Flufenacet	250	1000	3
13	Folpet	250	1000	3

Lfd.-Nr.	Wirkstoff	Abgabemenge in t <sup>1)</sup>		
		von	bis	Rang
14	MCPA	250	1000	3
15	Mepiquat	250	1000	3
16	Metazachlor	250	1000	3
17	Pendimethalin	250	1000	3
18	Pethoxamid	250	1000	3
19	Prochloraz	250	1000	3
20	Propamocarb	250	1000	3
21	Prosulfocarb	250	1000	3
22	Prothioconazol	250	1000	3
23	Quinmerac	250	1000	3
24	S-Metolachlor	250	1000	3
25	Tebuconazol	250	1000	3
26	Terbuthylazin	250	1000	3

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

Quelle: Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland 2013

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

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

Diese Untergliederung zeigt, dass ein erheblicher Anteil am Wirkstoffzuwachs auf Wirkstoffe mit nichtchemisch-synthetischem Hintergrund entfällt. Sie sind in der Tab. 6 unter Wirkstoffe auf „alternativer Basis“ erfasst. Sie beinhalten anorganische Wirkstoffe mit Zulassung für ökologische Anbauverfahren (z.B. Kupferverbindungen und Schwefel oder organische Säuren [Essigsäure, Ameisensäure]), Pheromone zur Anlockung von Insekten (Schmetterlinge), Wirkstoffe auf pflanzlicher oder mikrobieller Basis (z.B. botanische Pflanzenschutzmittel mit Niem oder biologische Pflanzenschutzmittel unter Nutzung verschiedener Organismengruppen (Nützlinge, Bakterien, Viren, Pilze) und letztlich auch Stoffe, deren Anwendung nicht auf Ziele des Pflanzenschutzes begrenzt sind. Dies sind z.B. Öle, Seifen usw., eingesetzt z.B. zur Wildvergrämung. Der Anteil dieser Stoffe an den insgesamt angewendeten Wirkstoffen nahm nach der angeführten Datenquelle von ca. 10% (2002) auf etwa 16% (2013) zu. Damit begrenzte sich das Spektrum eingesetzter chemisch-synthetischer PBSM-Wirkstoffe in den letzten Jahren auf etwa 220 – 230 Substanzen.

Der angesprochenen Veränderung in der Wirkstoffanzahl ist ebenfalls eine Dynamik hinterlegt, resultierend aus dem Auslaufen von Wirkstoffzulassungen, einer erneuten Zulassung von Wirkstoffe, Neuwirkstoffen bzw. Veränderungen in den Anwendungsbereichen (Indikationen). Diese Änderungen in der Wirkstoffpalette werden nachfolgend im Vergleich der Jahre 2010 und 2015 dargestellt, wobei die Aussagen auf den vom BMVL veröffentlichten Zulassungsdaten beruhen.

In der Tab. 7 ist zunächst eine vergleichende Übersicht dargestellt, welche die Anzahl zugelassener Wirkstoffe betrifft. Sie erhöhte sich im benannten Zeitraum um 23 und deutlichste Veränderungen betreffen die Fungizide und Wachstumsregler. Gleichzeitig wird jedoch ersichtlich, dass sich die angesprochenen Änderungen vor allem im Bereich biologischer und natürlicher Wirkstoffe vollzogen.

**Tab. 7: Anzahl zugelassener PBSM - Wirkstoffe und ihre Zuordnung nach den Anwendungsbereichen und Wirkstofftyp**

Kriterium	Zuordnung	Zulassungsjahr	
		2010	2015
alle Anwendungsbereiche	PBSM-Wirkstoffe insgesamt*	252	275
Anwendungsbereich	davon Herbizide	91	95
	davon Fungizide	86	95
	davon Insektizide / Akarizide	61	60
	davon Wachstumsregler	21	34
Wirkstofftyp	davon Pheromone, Repellentien, Harze, Wachse etc.	10	15
	davon biologisch	9	16
	davon natürliche Wirkstoffe oder Zulassung ÖL	15	22
	chemisch-synthetische Wirkstoffe insgesamt	218	222

\*einige Wirkstoffe werden sowohl als Fungizide als auch Wachstumsregler eingesetzt. Daher ist die Anzahl insgesamt zugelassener Wirkstoffe nicht mit der Wirkstoffsumme der Anwendungsbereiche identisch

Eine vertiefende Analyse der Veränderungen in der Wirkstoffzulassung zwischen den Jahren 2010 und 2015 zeigt Tab. 8. Sie erfasst alle chemisch-synthetischen PBSM-Wirkstoffe mit stärkeren Veränderungen in der Zulassung. Also Neu- oder Wiedenzulassungen von Wirkstoffen und Wirkstoffe mit deutlich erweiterter Indikation (Erweiterung der Einsatzmöglichkeiten für den Wirkstoff).

Neu oder gegenüber 2010 erneut zugelassene Wirkstoffe sind in der Tab. 3 grau unterlegt. Es sind 22 Wirkstoffe für unterschiedliche Anwendungsfelder. Von diesen sind die Wirkstoffe Bixafen, Fluopyram, Fluxapyroxad, Imazamox, Isopyrazam und Mefenpyr besonders hervorzuheben, weil auf Grund ihrer Zulassung für landwirtschaftliche Hauptkulturen eine breitere Anwendung abzusehen ist. Die weiteren Wirkstoffe dürften im Sinne eines vorsorgenden Gewässerschutzes wegen ihres Anwendungsbereiches keine (z.B. Carvone, Daminozid, Ethylen) Bedeutung haben oder nur von regionaler von Bedeutung sein (z.B. Bifenazate, Thiencarbazon, Isoxadifen, Spirotetramat) mit Einsatz in Dauerkulturen oder Gemüse.

Tab. 8 benennt weiterhin Wirkstoffe mit erheblich erweiterten Anwendungsmöglichkeiten, durch eine hohe Vielzahl verfügbarer Produkte. Aufgeführt sind nur Wirkstoffe mit Produkt- oder Indikationserweiterungen > 10. Der relativ alte Wirkstoff 2,4-D ist aus Anwendungsfeldern in der Landwirtschaft weitgehend entlassen, dafür sind Anwendungen im Haus- und Hofbereich sowie Kleingarten erheblich ausgedehnt.

Für verschiedene insektizide Wirkstoffe sind Anwendungen auf den Kleingartenbereich und Zierpflanzen sowie den Forst ausgedehnt worden und für bereits in erheblichem Umfang eingesetzte fungiziden Wirkstoffe (Azoxystrobin; Boscalid, Dimethenamid-P, Epoxiconazol, Fosetyl, Trifloxystrobin) kamen weitere Anwendungsfelder im Bereich Haus, Hof und Kleingarten sowie bei Gemüse und/oder Dauerkulturen hinzu.

Auch der seit längerem in öffentlicher Diskussion stehende Wirkstoff Glyphosat ist in seinen Indikationen erweitert worden. Sie betreffen insbesondere den Haus- und Hofbereich.

**Tab. 8: Veränderung der Zulassung bei chemisch-synthetischen PBSM-Wirkstoffen im Vergleich der Jahre 2010 (Stand Jan. 2010) zu 2015 (Stand April 2015)**

Wirkstoff	Anzahl Indikationen		Anwendungsbereiche	Gruppe	Hinweis
	2010	2015			
1-Decanol	0	1	Tabak	Wachstumsregler	
2,4-D	13	109	Haus- und Hofflächen, Kleingarten	Herbizid	Unkräuter im Rasen
Acetamiprid	20	34	Ackerbau, Gemüse, Zierpflanzen	Insektizid	
alpha-Cypermethrin	115	127	Ackerbau, Gemüse, Forst	Insektizid	
Azoxystrobin	164	176	Ackerbau, Getreide, Raps und Garten (Rosen)	Fungizid	
Bifenazate	0	7	Gemüse, Obst und Zierpflanzen	Akarizid	
Bixafen	0	14	Getreide	Fungizid	meist als 2. Wirkstoff
Boscalid	71	168	Raps, Körnerleguminosen, Wein	Fungizid	

Wirkstoff	Anzahl Indikationen		Anwendungsbereiche	Gruppe	Hinweis
	2010	2015			
Carvone	0	1	Keimhemmung Kartoffel	Wachstumsregler	
Clomazone	33	46	Ackerbau, Winterraps, Kartoffel, Körnerleguminosen	Herbizid	
Clopyralid	26	45	Ackerbaukulturen, Haus- und Garten	Herbizid	Unkräuter im Rasen
Clothianidin	5	66	Ackerbau, Zuckerrübe, Gemüse	Insektizid	
Cypermethrin	1	17	Ackerbau Getreide, Forst	Insektizid	
Daminozid	0	1	Zierpflanzen (Stauden)	Wachstumsregler	
Deltamethrin	19	54	Ackerbaukulturen, Lager, Gemüse auch Haus- und Kleingarten	Insektizid	
Difenoconazol	110	133	Ackerbau, Getreide, ZR, Gemüse auch Haus- und Kleingarten	Fungizid	
Dimethenamid-P	23	81	Ackerbau, Winterraps, Mais, Sonderkulturen	Herbizid	
Epoxiconazol	21	41	Ackerbau, Getreide, Zuckerrübe	Fungizid	
Ethylen	0	1	Keimhemmung Kartoffel, Nachreife Importfrüchte	Wachstumsregler	Wirkstoff im ökologischen Anbau zugelassen
Fenpropimorph	11	30	Ackerbau Getreide, Gräser	Fungizid	
Fenpyrazamine	0	1	Weinbau	Fungizid	
Flumioxazin	3	38	Gleisanlagen, Wege-Plätze, Dauerkulturen, Weizen	Herbizid	Sonderbereiche
Fluopyram	0	42	Ackerbau, Getreide, Obst, Gemüse, Wein, Beizmittel	Fungizid	
Fluxapyroxad	0	14	Ackerbau Getreide	Fungizid und Wachstumsregulator	
Fosetyl	32	90	Gemüse, Dauer- und Sonderkulturen	Fungizid	
Glyphosat	339	350	Stilllegungsflächen, Haus- und Hof, Kleingarten	Herbizid	
Haloxyfop-P (Haloxyfop-R)	0	9	Ackerbau, Raps, Zuckerrübe, Körnerleguminosen, Gemüse, Zierpflanzen, Baumschule	Herbizid	nur 1 Produkt (Gallant Super)
Imazamox	0	2	Ackerbau Raps	Herbizid	als 3. Wirkstoff
Isopyrazam	0	13	Ackerbau Getreide, Raps	Fungizid	als 2. bzw. 3. Wirkstoff
Isoxadifen	0	1	Ackerbau Mais	Herbizid	als 2. Wirkstoff
Kaliumhydrogencarbonat	0	100	Gemüse, Kräuter, Obstbau, Sträucher, Wein u.a.	Fungizid	Wirkstoff im ökologischen Anbau zugelassen
Kaliumphosphonat (Kaliumphosphit)	0	1	Weinbau	Fungizid	falscher Mehltau
Kresoxim-methyl	35	56	Ackerbau Getreide, Gemüse, Zierpflanzen, Dauerkulturen	Fungizid	meist als 2. Wirkstoff
Kupfersulfat, basisch	0	1	Weinbau	Fungizid	Wirkstoff im ökologischen Anbau zugelassen
Lenacil	0	3	Ackerbau, Rübe, Gemüse Rote Bete etc.	Herbizid	

Wirkstoff	Anzahl Indikationen		Anwendungsbereiche	Gruppe	Hinweis
	2010	2015			
Mefenpyr	0	7	Ackerbau Getreide	Herbizid	als 3. Wirkstoff
Metaldehyd	138	183	Alle Anwendungsfelder, insbesondere Haus- und Kleingarten	Molluskizid	Wirkstoff im ökologischen Anbau zugelassen
Metamitron	2	30	Futter- und Zuckerrübe, Kräuter	Herbizid	
Metconazol	16	35	Ackerbau, Getreide, Raps und Garten (Rosen)	Fungizid, Wachstumsregler	meist als 2. Wirkstoff
Napropamid	15	52	Winterraps, Salate	Herbizid	
Paclobutrazol	0	2	Ackerbau, Raps	Fungizid, Wachstumsregler	als 2. Wirkstoff
Pendimethalin	121	145	Ackerbau, fast alle Ackerbaukulturen	Herbizid	
Pirimicarb	152	163	Ackerbaukulturen, Gemüse, Sonderkulturen, Forst	Insektizid	
Propyzamid	44	56	Ackerbau, Winterraps, Dauer- und Sonderkulturen, Haus- und Kleingarten	Herbizid	
Pyraclostrobin	62	157	Ackerbau, Getreide, Mais, Rübe, Dauerkulturen	Fungizid	
Pyraflufen	1	16	Ackerbau Getreide, Kartoffel, Dauerkulturen	Herbizid	
Quizalofop-P	12	75	Ackerbau, Kartoffel, Raps, Gemüse- und Kräuter, Zierpflanzen	Herbizid	
Spirotetramat	0	22	Gemüse, Zierpflanzen	Insektizid	
Tepaloxymid	29	56	Ackerbau, Kartoffel, Winterraps, Zuckerrübe, Gemüsebau, Kräuter, Dauerkulturen und Forst	Herbizid	
Thiacloprid	148	163	Ackerbau Getreide, Raps; breite Anwendung Haus- und Kleingarten	Insektizid	
Thiencarbazone	0	1	Ackerbau, Mais	Herbizid	als 3. Wirkstoff
Thiram	59	76	Ackerbau, alle wichtigen Feldkulturen und Gemüse	Fungizid als Saatgutbeize	
Trifloxystrobin	40	62	Ackerbau, Getreide, Rübe; Gemüse, Dauerkulturen, breite Anwendung Zierpflanzen Haus- und Kleingarten	Fungizid	
Valifenalate	0	1	Ackerbau, Kartoffel	Fungizid	als 2. Wirkstoff

Den vorstehend aufgeführten Wirkstoffen sind Wirkstoffe gegenüber zu stellen, die aus der Zulassung entlassen sind oder für die der Anwendungsbereich eingeschränkt wurde. Tabelle 9 enthält ausgelaufene PBSM-Wirkstoffe. Es sind viele Wirkstoffe gegen Nagetiere (Rodentizide) enthalten. Hintergrund ist der Schutz von Biodiversität (insbesondere Vogelarten). Auf die chemische Wasserqualität dürften diese Wirkstoffe keinen Einfluss nehmen. Für das Gewässermonitoring bedeutendere Wirkstoffe sind in der Tab. 9 grau unterlegt. Sie traten in der Untersuchungsphase 2007 – 2009 z.T. als Wirkstoffe auf vorderen Positionen im Ranking in Erscheinung. So Flusilazol (Rang 57), Ioxynil (Rang 62) und Carbendazim auf Rang 65: Die Wirkstoffe Bifenthrin (Rang 115), Cinidon-ethyl (Rang 144)

und Sulfosulfuron (Rang 145) wurden im Zeitraum 2007 – 2009 weniger häufig angewendet. Insgesamt wurden damals 192 Wirkstoffe detektiert. Durch die in Tab. 9 veranschaulichten Anwendungsbegrenzungen dürften diese Wirkstoffe im Ranking zukünftig (es bestehen noch Aufbrauchfristen, weshalb die Wirkstoffe im aktuellen Ranking noch erscheinen können) herausfallen.

**Tab. 9: Mit Stand April 2015 nicht mehr zugelassene Wirkstoffe**

Wirkstoff	PSM-Gruppe	Anwendungsbereich
Begasungsmittel	Rodentizid	Gemüsebau
Bifenthrin	Insektizid/Akarizid	Körnerleguminosen, Getreide, Kartoffel, Raps
Brodifacoum	Rodentizid	Vorratsschutz
Bromadiolon	Rodentizid	Vorratsschutz
Carbendazim	Fungizid	Getreide, Rüben
Chlorphacinon	Rodentizid	Feldmausköder
Chlorpyrifos	Insektizid/Akarizid	Gemüse, Zierpflanzen
Cinidon-ethyl	Herbizid	Hopfen, Getreide
Clofentezin	Insektizid/Akarizid	Obst- und Weinbau, Zierpflanzen
Difenacoum	Rodentizid	Vorratsschutz
Diflubenzuron	Insektizid/Akarizid	Zierpflanzen, Forst, Gemüsebau
Fenoxycarb	Insektizid/Akarizid	Obstbau
Fluquinconazol	Fungizid	Obstbau, Getreide, Raps
Flusilazol	Fungizid	Getreide, Raps, Rüben
Ioxynil	Herbizid	Gräser, Getreide, Gemüsebau
Lecithin	Fungizid	Gemüse, Kräuter
Mineralöle	Insektizid/Akarizid	Obstbau
Sulfosulfuron	Herbizid	Getreide
Tolyfluanid	Fungizid	Gemüsebau, Zierpflanzen
Warfarin	Rodentizid	Gemüsebau, Zierpflanzen

Darüber hinaus ergeben sich für einige Wirkstoffe Zulassungsbeschränkungen (Tab. 10). Einige der aufgeführten Wirkstoffe waren im vorherigen Ranking wenig auffällig (Rangplatz > 100). Die Wirkstoffe Tebuconazol, Kupferoxychlorid und Fluazifop-P waren jedoch häufiger in der Anwendung. Auf Grund der geänderten Zulassung dürfte sich ihre Bedeutung als potenzieller Wasserschadstoff verringern.

**Tab. 10: Mit Stand April 2015 gegebene Zulassungsbeschränkungen**

Wirkstoff	Anzahl Indikationen		Einschränkungen in den Anwendungsbereichen	Gruppe	Rang im Wirkstoffranking 2010
	2010	2015			
Abamectin	83	7	Einschränkung auf wenige Gemüse- bzw. Kräuterarten, Wein weggefallen	Insektizid/Akarizid	Wirkstoff trat nicht auf
Clethodim	40	2	Anwendungen in Leguminosen, Kartoffel, Zuckerrübe, Gemüse u. Kräuter weggefallen	Herbizid	Rang 128 von 192
Famoxadone	18	8	Anwendung in Getreide weggefallen	Fungizid	Rang 134 von 192

Wirkstoff	Anzahl Indikationen		Einschränkungen in den Anwendungsbereichen	Gruppe	Rang im Wirkstoffranking 2010
	2010	2015			
Fluazifop-P	162	150	Anwendungen in Sommerraps weggefallen, Einschränkungen bei Gemüse, Kräuter	Herbizid	Rang 58 von 192
Glufosinat	55	36	Anwendung in Hauptkulturen ausgelaufen (Kartoffel, Mais, Raps, Zuckerrübe)	Herbizid	Rang 113 von 192
Imidacloprid	41	19	Sommerraps und Lein weggefallen, Einschränkungen bei Gemüse- und Kräuter	Insektizid	Rang 168 von 192
Kupferoxychlorid	19	5	Anwendungen in Kartoffel, Zuckerrübe, verschiedene Gemüse und Steinobst weggefallen	Fungizid	Rang 52 von 192
Tebuconazol	114	97	Einschränkungen bei Gemüsearten, Anwendungen im Obstbau weggefallen	Fungizid	Rang 8 von 192

### 3.1.2 Betriebsdaten der PBSM-Anwendung in landwirtschaftlichen Fruchtarten

Neben den bisher angeführten Datengrundlagen wurde in der Bearbeitung des vorliegenden Berichtes auf nachfolgende weitere Daten zurückgegriffen:

1) PSM – Stammdaten der REPRO – Software (Programm zur Analyse und Bewertung der Umweltwirkungen landwirtschaftlicher Betriebe – Umweltmanagementsystem). Die Software wurde zur Zuordnung der Wirkstoffe zu den verwendeten Pflanzenschutzmitteln verwendet.

2) PAPI – Datenbank der zugelassenen Pflanzenschutzmittel (Datenbank aller zugelassenen PSM). Informationen wurden vor allem zu Plausibilitätsprüfungen der Produkt- und Wirkstoffnamen herangezogen.

3) Offizielle Datenbank des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL). Informationen zur Ableitung der Historie der Wirkstoffzulassung und Parallelzulassungen von Pflanzenschutzmitteln wurden entnommen.

4) Daten der Wirkstoffeigenschaften wurden aus den Sicherheitsdatenblättern der Produkte bzw. der Pesticide Properties DataBase (PPDB) entnommen.

5) Daten der Befunde des LHW – Monitorings für Oberflächengewässer und das Grundwasser (Stand Nov. 2014) hier Löschen, steht in Methodik

6) Informationen zur Wirkstoffabgabe aus den gesetzlich festgelegten Meldungen nach § 64 Pflanzenschutzgesetz

### 3.1.3 Sonstige Datenquellen

Für Auskünfte über die Anwendung von Wirkstoffen, die potenziell für Gewässer schädigend sein können, und die nicht aus landwirtschaftlichen Anwendungen stammen, wurden Informationen aus der Literatur, Datenbanken zur Zulassung von Pflanzenschutzmitteln für den öffentlichen Raum (BVL, 2015), Forst bzw. zur Saatgutbehandlung verwendet. Hinweise zu potenziellen Wirkstoffeinträge aus dem Baubereich sind hauptsächlich dem Biozid Portal und dem Holzschutzmittelverzeichnis (DIBt, 2013) entnommen. Ergänzend wurden weitere Angaben aus Projektberichten (Burkhardt, 2012) oder Öffentlichkeitsinformationen (z.B. DB AG) verwendet.

### 3.2 Regionaler Anbauumfang landwirtschaftlicher Fruchtarten

Die Menge eingesetzter Pflanzenschutzmittel und entsprechender Wirkstoffe hängt erheblich von der Anbaustruktur der Betriebe bzw. der Anbaustruktur auf regionaler oder Landesebene ab, weshalb dieser Faktor die PBSM-Wirkstoffanwendung bedeutend stärker beeinflusst als individuelle Differenzen der PBSM-Anwendung zwischen landwirtschaftlich ausgerichteten Betrieben. Änderungen in der Anbaustruktur der Fruchtarten in Sachsen-Anhalt über die Zeit sind für das Verständnis des Wirkstoffeinsatzes unabdingbar.

In Sachsen Anhalt wurden 1.172,8 ha (LNF Stand Dez, 2013) landwirtschaftlich genutzt, davon waren ca. 85,3 % mit Ackerbaukulturen bestellt und ca. 14,5 % der Fläche lag unter Grünlandbewirtschaftung. Dauerkulturen nahmen 2,3 % der bewirtschafteten Fläche ein.

Aus der Tab. 11 werden die jährlichen Schwankungen im Anbauverhältnis der wichtigsten landwirtschaftlichen Fruchtarten ersichtlich. Erhebliche Veränderungen in der Anbaustruktur ergaben sich im Zeitraum 1990 bis 1995. Seit dieser Zeit sind die Anbaustrukturen relativ stabil. Für den Zeitabschnitt 2009 bis zum Anbaujahr 2013/14 ergeben sich tendenzielle Zunahmen der Anbauflächen bei Winterraps und Silomais. Der Winterraps ist sehr Pflanzenschutz intensiv, im Mais beschränkt sich der PBSM-Einsatz vorrangig auf Herbizide.

**Tab. 11: Veränderungen im Anbauverhältnis landwirtschaftlicher Fruchtarten in Sachsen-Anhalt von 1990 bis 2009 (Anteil an der Ackerfläche in %)**

Nutzungsart	1990	1995	2000	2005	2009	2013/14
Getreide insgesamt	53,1	54,1	60,6	58,6	59,8	57,4
davon Winterweizen	21,4	27,8	32,1	34,9	34,4	33,8
davon Gerste	19,9	13,7	13	11,3	12,1	9,6
davon Roggen	10,5	8,8	9,8	6,4	8,9	9,0
davon Triticale	0,1	2,3	3,7	3,4	2,1	3,7
Winterraps	1,5	8,2	9,7	14,6	16,9	17,9
Zuckerrübe	7,7	6,2	5,2	4,7	4,5	4,4
Kartoffel	6,9	8	1,6	1,3	1,3	1,3
Ackerfutter	21,5	9	6,9	7,8	11,5	14,7
dav. Silomais	10,8	6,7	5,7	6	7,9	11,2

Nutzungsart	1990	1995	2000	2005	2009	2013/14
Körnermais	0,03	1,1	1,2	2,0	1,7	2,0
Stilllegung ohne NaWaRo	-	14,7	7,8	7,9	3,1	1,8
NaWaRo*			4,9	4,2	4,4	
dav. Raps			4,8	4,1	4,1	
Gemüse**	1,10	0,34	0,44	0,51	0,58	0,4
Obst	1,15	0,30	0,21	0,17	0,17	0,16
Rebflächen				0,06	0,06	0,06

\* Anbau landwirtschaftlicher Fruchtarten als nachwachsende Rohstoffe auf obligatorischen Stilllegungsflächen bis Wirtschaftsjahr 2008.

\*\* Schließt Erdbeeren und Gartengewächse ein

Quelle: Bericht zur Lage der Landwirtschaft des Sachsen-Anhalt 2014

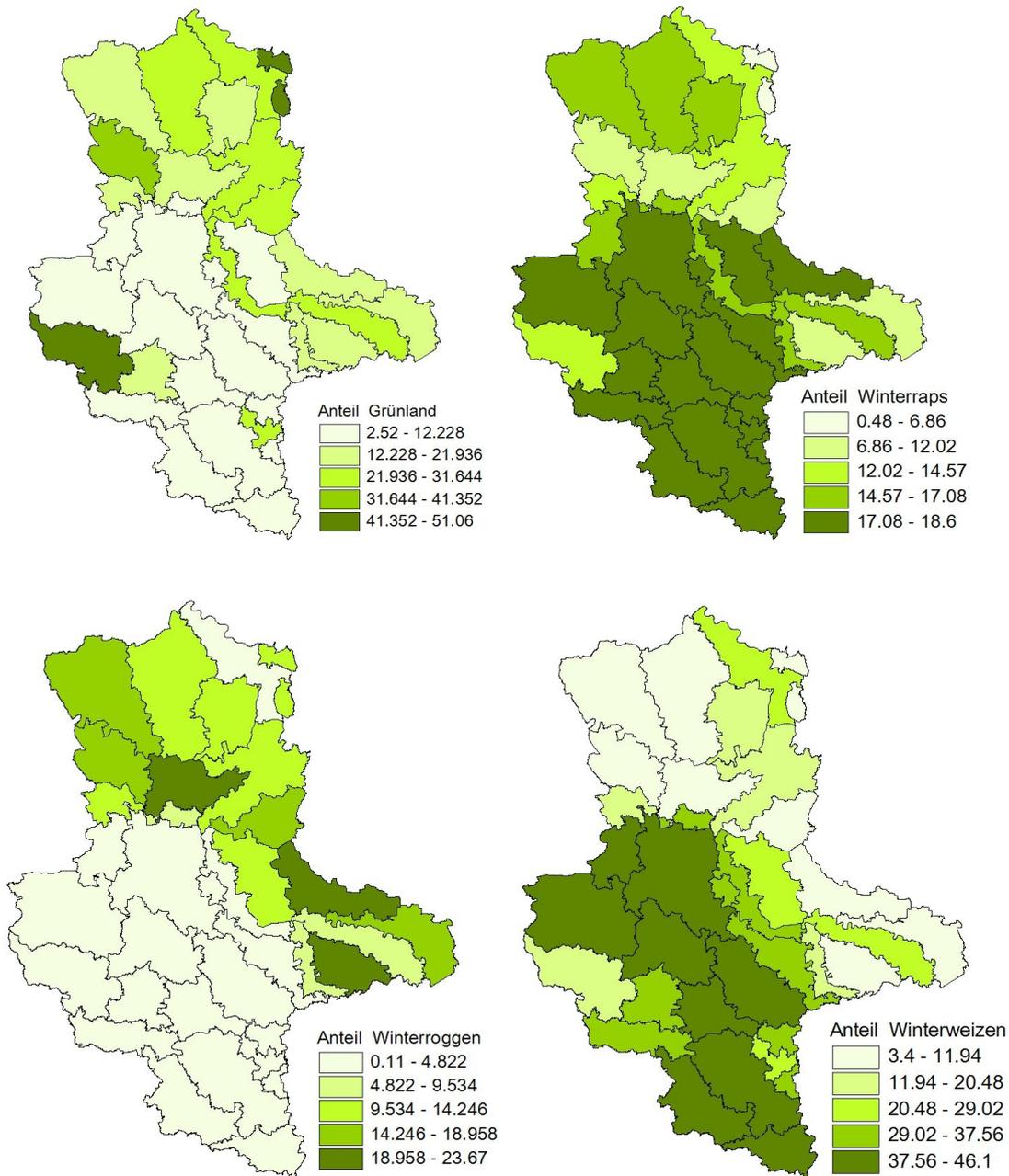
In der Tab. 11 dokumentierte Anbaudaten stellen für das Projektvorhaben nur eine grobe Übersicht zu den Veränderungen in der Anbaustruktur des Landes dar. Sie gründen auf Angaben der Agrarberichte des Landes bzw. auch des Statistischen Landesamtes Sachsen-Anhalt.

Nachteil diesen Daten ist ihre geringe regionale Untersetzung, da sie sich an administrativen Grenzen (Kreisgrenzen) orientieren. Weiterhin kann auf Grundlage dieser Daten nicht immer ein eindeutiger Bezug zu den Fruchtartenstrukturen der Betriebsdaten hergestellt werden.

Aus diesen Gründen wurde für die Abschätzung der PBSM-Wirkstoffanwendung aus der Landwirtschaft die Anbaustruktur der LVG herangezogen. Es handelt sich dabei um 33 naturräumlich definierte (insbesondere auch über Acker- und Grünlandzahl) Regionen, für die detaillierte Anbaustrukturen erstellt werden können. In der Abb. 3 ist eine Übersicht der Verteilung mehrerer Fruchtarten über die LVG als Beispiel dargestellt.

Ausgewählt wurden das Grünland mit einer verhältnismäßig geringen PBSM-Anwendung, der Winterraps mit einem höheren Anteil von Insektiziden und Winterroggen und Winterweizen. Beide Fruchtarten treffen unterschiedliche Räume, sind im angewendeten Wirkstoffspektrum aber sehr ähnlich, so dass sich in Bezug auf den Wirkstoffeinsatz aufgezeigte regionale Aspekte verwischen.

Aus der Tab. 12 können die für die Studie verwendeten Strukturdaten zum Anbau der Fruchtarten bzw. -gruppen ersehen werden. Sie beziehen sich auf das Anbaujahr 2014/2015. Erfasst, in der Zusammenfassung aller LVG (d.h. Landesebene), sind die Anbaufläche und der relative Flächenanteil der Fruchtart bzw. -gruppe. Die weiteren statistischen Angaben der Tab. 12 dokumentieren die Unterschiedlichkeit der



**Abb. 3 Verteilung (relativer Anteil der Fruchtart an der LNF) ausgewählter Fruchtarten über die LVG in Sachsen-Anhalt (Bezugsjahr 2014/15)**

Anbauverhältnisse zwischen den LVG über den minimalen, maximalen Anteil an der Anbaufläche und die Standardabweichung vom Mittelwert als realer Wert und relativ.

In ihrer Gesamtheit charakterisieren diese Werte die Unterschiedlichkeit der Anbaustrukturen der LVG in Bezug auf die erfassten Fruchtarten und –gruppen. Eine geringe Standardabweichung besagt, dass eher eine Gleichverteilung über die LVG zu erwarten ist, eine hohe Standardabweichung verweist auf regional konzentriertere Anbaugebiete.

Zu den Angaben der Tab. 12 ist weiterhin anzumerken, dass sich die Strukturdaten auf die angegebene Bezugsfläche von 1.1365.96,98 ha beziehen. Für diese Fläche waren Fruchtarten aus den Betriebsdaten den LVG – Fruchtarten zuzuordnen. Für insgesamt

22.210,92 ha konnte keine Zuordnung erfolgen, d.h. zur statistisch definierten LNF aller LVG besteht (abzüglich nicht Landwirtschaftsflächen) eine Differenz von 22.865,66 ha (ca. 2 % der ausgewiesenen LNF). Für das Vorhaben der Studie (Ranking) ist dieser Sachverhalt unbedeutend, es ist lediglich darauf zu verweisen, dass die Daten auf Grund der benannten Differenz und der Bezugsfläche nicht den offiziellen statistischen Angaben entsprechen. Diese beziehen sich (nach Tab. 11) auf das Ackerland und schließen Grünland nicht ein. Sie liegen für das Vegetationsjahr 2014/2015 auch noch nicht vor.

**Tab. 12: Im Wirkstofffranking berücksichtigte Flächenanteile der Fruchtarten bzw.- gruppen sowie Flächen (ha) und Differenzierung der Flächenanteile zwischen den LVG**

Fruchtart Ranking	Fläche	Flächenanteil	Min	Max	Mittelwert	StaABW	% StaABW
Ackerfutter	13040,85	1,15	0,27	6,00	1,55	1,44	46,28
Energiepflanzen	1398,93	0,12		1,16	0,21	0,35	1,15
Erdbeere	147,11	0,01		0,15	0,01	0,03	75,95
Futterleguminosen	9357,24	0,82	0,04	1,96	0,88	0,55	105,94
Gemüse	2682,50	0,24		1,84	0,17	0,44	15,56
Grasvermehrung	1330,35	0,12		0,53	0,10	0,14	554,05
Grünland	162809,85	14,32	2,57	51,70	17,35	12,53	150,77
Hafer	4766,31	0,42	0,05	3,63	0,57	0,69	65,37
Kartoffel	12277,21	1,08		4,98	0,71	1,03	3,52
Körnerleguminosen	28242,64	2,48	0,15	5,35	2,46	1,06	112,12
Körnermais	44201,59	3,89		8,36	3,74	2,22	37,66
Kräuter	767,26	0,07		0,70	0,04	0,13	0,00
Obst	1384,03	0,12		1,59	0,13	0,29	1,11
Ölpflanzen	3717,01	0,33		2,85	0,39	0,69	258,82
Silomais	92715,19	8,16	0,22	14,84	7,98	4,35	113,75
Sommergerste	7212,14	0,63	0,02	3,66	0,69	0,79	24,19
Sommerraps	98,00	0,01		0,06	0,01	0,01	0,00
Sommerweizen	7523,93	0,66		2,67	0,53	0,60	111,44
Sonstiges	404,70	0,04		0,25	0,04	0,06	219,40
Spargel	734,30	0,06		0,73	0,06	0,15	15,07
Stilllegung	28684,79	2,52	0,50	7,70	2,90	1,58	56,07
Triticale	19475,66	1,71	0,07	7,72	2,01	1,63	60,10
Wein	501,89	0,04		0,55	0,03	0,11	49,97
Wintergerste	95426,63	8,40	2,42	12,77	8,17	2,56	117,58
Winterhartweizen	8096,47	0,71		2,45	0,55	0,61	17,23
Winterraps	160846,58	14,15	0,48	19,32	13,28	4,70	95,35
Winterroggen	75232,05	6,62	0,12	25,00	7,47	7,78	72,42
Winterweizen	319891,18	28,14	3,42	47,67	25,49	14,65	94,64
Zuckerrübe	32247,57	2,84		6,52	2,39	1,99	54,93
Zwiebel	819,72	0,07		0,68	0,03	0,12	0,00
Zwischenfrucht	563,32	0,05		0,63	0,06	0,12	98,29
Bezugsfläche	1136596,98						
keine LNF	654,74						
Differenz	22865,66						38
LNF der LVG	1159462,64						

Weiterhin ist anzufügen, dass die dem Ranking zugrunde liegende Ordnungszahl (ROZ siehe Methodik) von den relativen Flächenanteilen der Fruchtarten abgeleitet wurde, um regionale Verzerrungen im Ranking der Wirkstoffe über die unterschiedliche Größe der LVG zu vermeiden.

Neben dem Eintrag von Pflanzenschutzmittelwirkstoffe über landwirtschaftlich genutzte Flächen besteht die Möglichkeit, dass auch über die Forstwirtschaft oder die Anwendung von Pflanzenschutzmittel in Hof- und Garten Risiken für das Grundwasser entstehen. Dies macht der in Sachsen-Anhalt bestehende Flächenumfang für diese Anwendungsbereiche deutlich (Katasterdaten mit Stand Dez. 2004, Bundeswaldinventur 2012). Die relativen Flächenanteile beziehen sich auf die Landesfläche.

Flächen in forstlicher Nutzung	532.481 ha (ca. 26 %)
Garten-; Parks u.ä.	106.951 ha (ca. 5,2 %)
Verkehrsflächen	76.343 ha (ca. 3,7 %)
Gebäude und Freifläche	103.229 (ca. 5,0 %)

In die Flächen für Gärten- und Parks sind 4.663,77 ha Kleingärten (Landesverband der Gartenfreunde Sachsen-Anhalt) eingeschlossen.

### 3.3 Daten des LHW-Gewässermonitorings und Übersicht der betrachteten Wirkstoffe und Metaboliten

Unter diesem Abschnitt sind weitere Informationen angefügt, die für die Interpretation und Plausibilität der PBSM – und Wirkstoffanwendung im betrachteten Zeitraum von Bedeutung sind. Im Wesentlichen ist es der Zulassungsstand der im Monitoring betrachteten Wirkstoffe und die Ergebnisse der Wirkstoffbefunde im Zeitraum 2010 bis 2014. Beide Informationen sind für die zukünftige Ausrichtung des Gewässermonitorings und die Bewertung der PBSM-Anwendungsbefunde von Bedeutung.

In der Tab. 13 ist eine Übersicht der im Monitoring erfassten Wirkstoffe, sowohl für das Grund- als auch das Oberflächenwasser, gegeben. Sie informiert über den Anwendungsbereich des Wirkstoffes, seinen Zulassungsstand in Deutschland (D) und die Aufnahme des Wirkstoffes in den Anhang I der VERORDNUNG (EG) Nr. 1107/2009 vom 21. Oktober 2009. Sie regelt das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln in der EU und hebt die vorhergehende Richtlinien 79/117/EWG auf. Die Bedeutung der Richtlinie liegt darin, dass nur in den Anhang I aufgenommene Wirkstoffe in der EU in den Verkehr gebracht werden dürfen. Allerdings ist diese Liste noch nicht vollständig abgearbeitet, d.h. es liegen noch nicht für alle Wirkstoffe Entscheidungen der EU vor. Sie betreffen jedoch nicht die Wirkstoffe in der Tab. 13. Auf der anderen Seite sind in Deutschland Wirkstoffe aktuell

aus der Zulassung, die im Anhang I gelistet sind. Dies trifft z.B. auf Diuron zu. Damit ist nicht ausgeschlossen, dass der Wirkstoff evtl. eine erneute Zulassung erfährt.

**Tab. 13: Übersicht der im Gewässermonitoring erfassten Wirkstoffe und Metaboliten und Hinweise zu ihrer Anwendung und Zulassungsstand (April 2015)**

Zulassung sstand	Wirkstoff im		Hinweise	Zulassung bis
	GW-Monitoring	OW-Monitoring		
aktuelle PBSM- Wirkstoffe	2,4-D	2,4-D	Herbizid	2017/2018
		Aclonifen	Herbizid	2024
	Amidosulfuron	Amidosulfuron	Herbizid	2021
	Azoxystrobin	Azoxystrobin	Fungizid	2021
	Bentazon	Bentazon	Herbizid	2016
		Boscalid	Fungizid / Wachstumsregler	2023/2024
		Bromoxynil	Herbizid	2021
		Clomazone	Herbizid	2022/2024
	Chloridazon	Chloridazon	Herbizid	2022
	Chlortoluron	Chlortoluron	Herbizid	2020
	Diflufenican	Diflufenican	Herbizid	2024
	Dichlorprop	Dichlorprop	Herbizid	2016
	Dimethachlor	Dimethachlor	Herbizid	2018
	Dimethoat	Dimethoat	Insektizid / Akarizid	2016
	Epoxyconazol	Epoxyconazol	Fungizid	2024
	Esfenvalerat	Esfenvalerat	Insektizid	2016
	Flurtamone	Flurtamone	Herbizid	2024
	Fenpropimorph	Fenpropimorph	Fungizid	2019
	Glyphosat		Herbizid	2023
	Isoproturon	Isoproturon	Herbizid	2021
	Lenacil	Lenacil	Herbizid	2021
	MCPA	MCPA	Herbizid	2022
	Mecoprop	Mecoprop	Herbizid (Mecoprop-P)	2020
	Metalaxyl	Metalaxyl	Fungizid (Metalaxyl-M)	2024
	Metamitron	Metamitron	Herbizid	2024
	Metazachlor	Metazachlor	Herbizid	2022
	Metolachlor	Metolachlor	Herbizid (S-Metolachlor)	2015
		Metribuzin	Herbizid	2024
		Pendimethalin	Herbizid	2021
	Pirimicarb	Pirimicarb	Insektizid	2021
	Prochloraz	Prochloraz	Fungizid	2023
		Propoxycarbazon	Herbizid	2018
Propiconazol	Propiconazol	Fungizid	2019	
	Pyraclostrobin	Fungizid / Wachstumsregler	2024	
Quinmerac	Quinmerac	Herbizid	2022	

Zulassung sstand	Wirkstoff im GW-Monitoring	OW-Monitoring	Hinweise	Zulassung bis
		Spiroxamine	Fungizid	2023
		Sulcotrion	Herbizid	2022
	Tebuconazol	Tebuconazol	Fungizid	2022/2023
	Terbuthylazin	Terbuthylazin	Herbizid	2024
	Thiacloprid	Thiacloprid	Insektizid	2021
		Trifloxystrobin	Fungizid	2024
	Zoxamid	Zoxamid	Fungizid	2016
		Alachlor	Herbizid, 2006 nicht in EU-Liste übernommen, außerhalb EU noch in der Anwendung	2006
	Ametryn	Ametryn	Herbizid, nicht in EU-Liste übernommen	
	Atrazin	Atrazin	Herbizid, seit 03 1991 in D aus der Zulassung, AT bis 1995, nicht in EU-Liste aufgenommen	1991
	Bromacil	Bromacil	Herbizid, zwischen 1971 und 1990 in BRD zugelassen, 2002 nicht in EU-Liste aufgenommen	2002
		Chlorfenvinphos	Insektizid, in USA seit 1991 aus der Zulassung, D und AT keine Zulassung, nicht in EU-Liste aufgenommen	?
		Chlorpyrifos	Insektizid, gegenwärtig keine Zulassung in D, aber in EU-Liste 2005 aufgenommen	Okt 13
Wirkstoffe aus der Zulassung entlassen		Dichlorvos	Insektizid, 2012 nicht in EU-Liste übernommen, seit Nov. 2012 aus der Zulassung	2012
	Dimefuron	Dimefuron	Herbizid, 2002 nicht in EU-Liste aufgenommen	2002
	Diuron	Diuron	Herbizid, bis 1996 Einsatz Bahn, gegenwärtig in D keine Zulassungen, aber seit 2014 in EU-Liste aufgenommen	Neuzulassung für Sonderbereiche möglich!
	Flusilazol	Flusilazol	Fungizid, ab 2010 in D keine Zulassung, aber in EU-Liste aufgenommen	2010
	Hexazinon	Hexazinon	Herbizid, in D bis 1991 zugelassen, 2002 nicht in EU-Liste übernommen	alt seit Julie 2013
	Oxadixyl	Oxadixyl	Fungizid, Zulassung 1986 - 1996, nicht in EU-Liste aufgenommen	1996
		Parathion-Methyl	Insektizid, 2003 nicht in EU-Liste aufgenommen	2003
	Prometryn	Prometryn	Herbizid, nicht in EU-Liste übernommen, keine Zulassungen in D, AT oder Schweiz	

Zulassung sstand	Wirkstoff im GW-Monitoring	OW-Monitoring	Hinweise	Zulassung bis
	Propazin	Propazin	Herbizid, 2002 nicht in EU-Liste aufgenommen, keine Zulassung in D, AT und Schweiz	2002
	Simazin	Simazin	Herbizid, in D und AT seit 2000 aus der Zulassung	2000
	Trifluralin	Trifluralin	Herbizid, 09 2007 Zulassung für EU widerrufen	2007
		Alpha-Endosulfan		
	alpha-HCH		Metaboliten von Lindan	
	Aminomethylphosphonsäure (AMPA)	Aminomethylphosphonsäure (AMPA)	Metaboliten von Glyphosat	
		Beta-Endosulfan		
Metaboliten	beta-HCH		Metaboliten von Lindan	
	Desethylatrazin	Desethylatrazin	Metabiliten von Atrazin	
	delta-HCH		Metaboliten von Lindan	
	Desisopropylatrazin	Desisopropylatrazin	Metabiliten von Atrazin	
	Desethylterbuthylazin	Desethylterbuthylazin	Metaboliten von Terbuthylazin	
	gamma-HCH		Lindan	
Wirkstoffe aus anderen Quellen		Irgarol	Cybutryn (Irgarol), Hemmt Algenentwicklung, daher in Farben (Haus- und Schiffsanstriche) Triclosan wird in Kosmetikartikeln, wie zum Beispiel Zahnpasta, Deodorants und Seifen eingesetzt, ebenso auch in Haushaltsreinigern und Waschmitteln.	
		Triclosan		

Aus der Tab. 13 geht hervor, dass in das Grundwassermonitoring 51 Wirkstoffe bzw. Metaboliten einbezogen waren. Das Oberflächenwasser wurde auf 66 Wirkstoffe bzw. Metaboliten analysiert.

Diesen Angaben sind für das Grundwasser 56.385 Analysen hinterlegt. Beim Monitoring des Oberflächenwassers wurden 18.378 Analysen durchgeführt. Positivbefunde (Wirkstoffnachweis unabhängig von Schwellenwerten) ergaben sich für 1,64% der Grundwasseranalysen und 13,79% der Analysen für das Oberflächenwasser. Überschreitungen des Schwellenwertes von 0,1 µg/l für den einzelnen Wirkstoff ergaben sich in 0,45% (GW) und 5,6% (OW) der durchgeführten Analysen. Allerdings war die Anzahl der Analysen für die genannten Wirkstoffe unterschiedlich und auch die Anzahl der an den Messstellen in die Analysen einbezogenen Wirkstoffe war deutlich verschieden. Beides

verhindert Aussagen zur Überschreitung des Schwellenwertes für mehrere Wirkstoffe (0,5 µg/l) an den Messstellen. Dafür ist die Datenbasis ungeeignet (vergl. Methodik Heyer, 2010).

Die Tab. 14 verdeutlicht die Unterschiedlichkeit der Datenbasis in Bezug zu den Wirkstoffanalysen. Dargestellt sind der Umfang der durchgeführten Analysen sowie die Anzahl Positivbefunde und die Anzahl von Schwellenwertüberschreitungen von 0,1 µg/l.

Für das Oberflächenwasser (Tab. 15) sind der Datenanalyse Werte der UQN hinterlegt. Sie sind im Anhang 2 aufgeführt und für Wirkstoffe mit fehlenden UQN wurde die für Trinkwasser gültige Qualitätsnorm von 0,1 µg/l angenommen.

**Tab. 14: Analysen und Analyseergebnisse für in das Grundwassermonitoring einbezogene Wirkstoffe und relative Anzahl von Schwellenwertüberschreitungen**

Rang nach Schwellenwertüberschreitung	Wirkstoff <sup>1)</sup>	Anzahl Analysen	Anzahl Positivbefunde	Anzahl Schwellenwertüberschreitungen	Positivbefunde (relativ)	Schwellenwertüberschreitungen (relativ)
1	Bentazon	1688	285	134	16,9	7,9
2	DEATZ	1572	121	28	7,7	1,8
3	Atrazin	1572	87	14	5,5	0,9
4	Oxadixyl	986	8	8	0,8	0,8
5	DESIPATRA	1572	86	12	5,5	0,8
6	Prometryn	1572	26	12	1,7	0,8
7	Simazin	1572	111	12	7,1	0,8
8	Glyphosat	191	2	1	1,0	0,5
9	AMPA	192	3	1	1,6	0,5
10	Lenacil	1572	17	8	1,1	0,5
11	METOLACL	1629	18	7	1,1	0,4
12	24-D	795	5	3	0,6	0,4
13	MCPA	1254	5	3	0,4	0,2
14	METAZACL	1637	8	3	0,5	0,2
15	Mecoprop	1637	6	2	0,4	0,1
16	Clidazon	1260	3	1	0,2	0,1
17	DETERBUZIN	1563	13	1	0,8	0,1
18	Propazin	1572	64	1	4,1	0,1
19	alphaHCH	93			0,0	0,0
19	Ametryn	1572			0,0	0,0
19	AMISULF	795	2		0,3	0,0
19	Azoxystr	725			0,0	0,0
19	beta-HCH	90			0,0	0,0
19	Bromacil	1643	1		0,1	0,0
19	CLTOLURON	1045			0,0	0,0
19	delta-HCH	90			0,0	0,0
19	DFLFNICAN	1560			0,0	0,0
19	DiCProp	1045	2		0,2	0,0
19	Dimefuron	1045	3		0,3	0,0
19	Dimethacl	795	1		0,1	0,0
19	Dimethoat	555			0,0	0,0
19	Diuron	1637	4		0,2	0,0
19	EPXCONAZO	725			0,0	0,0
19	ESFENVAL	494			0,0	0,0
19	Flusilazol	1560			0,0	0,0
19	Flutamo	801	1		0,1	0,0
19	FNPRMORPH	801	7		0,9	0,0
19	gamma-HCH	106			0,0	0,0
19	Hexazinon	1572	4		0,3	0,0
19	Iproturon	1637	11		0,7	0,0
19	Metalaxyl	1560	2		0,1	0,0
19	Metamitron	801			0,0	0,0
19	Pirimicarb	1045			0,0	0,0
19	Proclaz	801			0,0	0,0

Rang nach Schwellenwertüberschreitung	Wirkstoff <sup>1)</sup>	Anzahl Analysen	Anzahl Positivbefunde	Anzahl Schwellenwertüberschreitungen	Positivbefunde (relativ)	Schwellenwertüberschreitungen (relativ)
19	PRPCNAZOL	725			0,0	0,0
19	Quimrac	801	4		0,5	0,0
19	TBCONAZOL	1434	1		0,1	0,0
19	TERBUAZIN	1572	7		0,4	0,0
19	Thiacipri	801	2		0,2	0,0
19	Trifluralin	1572	2		0,1	0,0
19	Zoxamid	1051	1		0,1	0,0
	Gesamt	56385	923	251	1,6	0,4

<sup>1)</sup> Vollnamen der Wirkstoffe im Anhang 4

**Tab. 15: Analysen und Analyseergebnisse für in das Oberflächenwassermonitoring einbezogene Wirkstoffe und relative Anzahl von Überschreitungen der Umweltqualitätsnorm (UQN)**

Rang	Wirkstoff <sup>1)</sup>	Anzahl Analysen	Anzahl Positivbefunde	Anzahl Überschreitung UQN	Positivbefunde (relativ)	UQN-Überschreitungen (relativ)
1	BENTAZON	1253	896	378	71,5	30,2
2	PARATI-ME	262	59	57	22,5	21,8
3	PROMETRYN	275	189	34	68,7	12,4
4	AMETRYN	275	179	26	65,1	9,5
5	IRGAROL <sup>2)</sup>	95	7	7	7,4	7,4
6	DFLFNICAN	688	58	39	8,4	5,7
7	TRICLOSAN	39	2	2	5,1	5,1
8	DICHLORVO	20	1	1	5	5
9	DETBUAZIN	88	20	4	22,7	4,5
10	PROPAZIN	275	85	10	30,9	3,6
11	DESIPATRA	273	11	8	4,0	2,9
11	HEXAZINON	275	8	8	2,9	2,9
11	DESETATRA	276	9	8	3,3	2,9
11	LENACIL	277	27	8	9,7	2,9
12	SIMAZIN	426	111	12	26,1	2,8
12	AMPA	144	10	4	6,9	2,8
13	PRPCNAZOL	150	4	4	2,7	2,7
14	TRFLURALI	388	10	10	2,6	2,6
15	TBCONAZOL	622	69	15	11,1	2,4
16	ATRAZIN	426	87	10	20,4	2,3
17	QUINMERAC	448	38	10	8,5	2,2
17	CLPYRFOSE	92	2	2	2,2	2,2
18	AZOXYSTR	447	12	9	2,7	2,0
19	EPXCONAZO	623	17	10	2,7	1,6
20	TERBUAZIN	792	97	12	12,2	1,5
21	CLFNVPHS	150	2	2	1,3	1,3
22	FNPRMORPH	641	36	8	5,6	1,2
23	ISOPROTUR	801	147	8	18,4	1,0

Rang	Wirkstoff <sup>1)</sup>	Anzahl Analysen	Anzahl Positivbefunde	Anzahl Überschreitung UQN	Positivbefunde (relativ)	UQN-Überschreitungen (relativ)	
24	MCPA	629	51	6	8,1	1,0	
25	THIACLPRI	452	13	4	2,9	0,9	
26	SULCOTION	241	2	2	0,8	0,8	
27	AMSULFURO	295	2	2	0,7	0,7	
28	BOSCALID	543	28	3	5,2	0,6	
29	DIMETHACL	376	10	2	2,7	0,5	
29	METOLACL	630	24	3	3,8	0,5	
30	SPIROXAMI	543	15	2	2,8	0,4	
31	PROCLAZ	295	9	1	3,1	0,3	
31	MECOPROP	629	28	2	4,5	0,3	
31	TRFLOXSTR	386	1	1	0,3	0,3	
40	2,4-D	2	1	0	50	0	
40	ACLONIFEN	36		0	0	0	
40	A-ENDOSUL	488	46	0	9,4	0	
40	ALACHLOR	48		0	0	0	
40	B-ENDOSUL	488	90	0	18,4	0	
40	BRMOXYNIL	122		0	0	0	
40	BROMACIL	2		0	0	0	
40	CLRIDAZON	2		0	0	0	
40	CLTOLURON	1		0	0	0	
40	DICLPROP	1		0	0	0	
40	DIMEFURON	1		0	0	0	
40	DIMETHOAT	3		0	0	0	
40	DIURON	216	4	0	1,9	0	
40	ESFENVAL	1		0	0	0	
40	FLUSLAZOL	3		0	0	0	
40	FLUTAMON	295		0	0	0	
40	METALAXYL	4	1	0	25	0	
40	METAMITRO	295	13	0	4,4	0	
40	METAZACL	2		0	0	0	
40	METRIBUZI	157	1	0	0,6	0	
40	OXADIXYL	1		0	0	0	
40	PNDMTALIN	36		0	0	0	
40	PRIMICARB	1		0	0	0	
40	PROXYCBZON	84		0	0	0	
40	PYRCLOSTR	543	3	0	0,6	0	
40	ZOXAMID	1		0	0	0	
40	Endosulfan						
40	Summe <sup>2)</sup>	976		0	0	0	
	CLOMAZON	ohne Analyse im betrachteten Zeitraum					

<sup>1)</sup> Vollnamen der Wirkstoffe im Anhang 6, <sup>2)</sup> Die Analysegenauigkeit liegt oberhalb der für Irgarol geltenden UQN, so dass eine exakte Aussage nicht getroffen werden kann. <sup>2)</sup>UQN für Endosulfan ist auf die Summe von Alpha- und Betasulfan bezogen

## 4 Ergebnisse zur PBSM- Wirkstoffanwendung und zum Wirkstoffranking

### 4.1. PBSM-Wirkstoffanwendung

#### 4.1.1 PBSM-Anwendung in landwirtschaftlichen Fruchtarten und Dauerkulturen

Mit der Tab. 16 wird eine Übersicht zu der in den Fruchtarten bzw. Fruchtgruppen eingesetzten Anzahl von Wirkstoffen, der Produktmenge und den daraus abgeleiteten Wirkstoffaufwendungen gezeigt. Deutlich wird, im Vergleich der Fruchtarten, die Vielzahl im Getreide eingesetzter Wirkstoffe, die sich zwischen 58 und 116 Wirkstoffe bewegt. Die Anzahl für andere Kulturen nutzbare Wirkstoffe ist geringer, was auch für Dauerkulturen wie Obst und den Rebbau betrifft. Es ist bekannt das letztere Kulturen eines hohen Pflanzenschutzaufwandes bedürfen, was in der Tab. 16 ebenfalls ersichtlich ist.

**Tab. 16: Übersicht der insgesamt für die Fruchtarten bzw. -gruppen registrierte Wirkstoffanzahl sowie der Produkt- und Wirkstoffmengen je ha**

Fruchtart	Anzahl Wirkstoffe	Wirkstoffmenge/ha	Produktmenge/ha <sup>1)</sup>
Ackerfutter	29	0,25	0,98
Energiepflanzen	14	1,47	4,98
Erdbeere	6	0,76	2,24
Futterleguminosen	3	0,29	1,66
Gemüse	18	1,51	5,20
Grasvermehrung	16	1,11	4,22
Grünland	18	0,09	0,46
Hafer	49	1,11	5,01
Kartoffel	41	4,70	12,28
Körnerleguminosen	37	2,91	9,50
Körnermais	24	1,52	5,90
Kräuter	7	1,31	3,56
Obst <sup>2)</sup>	37	11,70	27,15
Ölpflanzen	7	1,47	3,40
Silomais	60	1,73	6,75
Sommergerste	58	1,04	4,88
Sommerraps	22	1,77	7,28
Sommerweizen	70	1,54	6,81
Sonstiges	5	1,82	6,33
Spargel	9	3,03	6,34
Stilllegung	7	0,15	0,39
Triticale	60	1,99	8,42
Wein	25	14,21	33,56
Wintergerste	73	2,11	9,74

Fruchtart	Anzahl Wirkstoffe	Wirkstoffmenge/ha	Produktmenge/ha <sup>1)</sup>
Winterhartweizen	44	1,05	6,95
Winterraps	80	2,14	11,84
Winterroggen	72	2,30	8,52
Winterweizen	116	2,33	10,70
Zuckerrübe	76	4,84	17,42
Zwiebel	26	3,74	13,00
Zwischenfrucht	1	0,32	0,76

1) Die Produktmengen umfassen Herbizide, Fungizide, Insektizide, Wachstumsregulatoren und Molluskizide (Schneckenbekämpfung) sowie Herbizidanwendungen vor der Saat bzw. nach der Ernte

2) In der Stichprobe geringe Herbizidanwendungen, da Begrünung mit mechanischer Pflege

Für einige Fruchtarten wird eine relativ hohe Produktmenge ausgewiesen, insbesondere auch für das Getreide. Daher ist darauf hinzuweisen, dass die Anwendung von Breitbandherbiziden (Glyphosat) und auch der Einsatz von Mitteln zur Schneckenbekämpfung in die Produktmenge der Fruchtarten einbezogen sind.

In Abhängigkeit von der Fruchtart ergaben sich Wirkstoffaufwendungen für Ackerkulturen in der Summe zwischen 0,25 und 4,8 kg/ha<sup>-1</sup>. Für Grünland und Stilllegungsflächen wurden Mengen zwischen 0,09 und 0,15 kg/ha<sup>-1</sup> ausgewiesen. Sie ergeben sich, weil diese Flächen über die Jahre selten eine Behandlung erfahren, bei Stilllegungsflächen z.B. vor einer erneuten Bewirtschaftung.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass die in Tab. 16 aufgeführten Wirkstoffmengen als Summe aller eingesetzter Wirkstoffe zu verstehen sind und die mögliche Anzahl verwendeter Wirkstoffe sehr hoch sein kann. Daher stellt die Tab. 17 nur ein Beispiel für die Untersetzung der in Tab. 16 aufgeführten Wirkstoffdaten an Hand des Ackerfutters dar. Es sind alle 29 im Ackerfutterbau der Jahre 2011 bis 2014 (für 2015 ist Ackerfutter in den Daten nicht enthalten) eingesetzten Wirkstoffe erfasst und die durchschnittlich zu erwartenden Wirkstoffmengen sind aufgeführt, untersetzt nach den PSM-Gruppen. In der dargestellten Fruchtart kamen hauptsächlich herbizide Wirkstoffe zum Einsatz.

Ackerfutter wurde als Beispiel für die Darstellung ausgewählt, weil der Umfang verwendeter Wirkstoffe noch überschaubar ist. Im Rahmen der Studie wurden für alle in der Tab. 16 aufgeführten Fruchtarten derartige Übersichten aus der Betriebsdatenbank abgeleitet und mit den Strukturdaten (Anbauverhältnisse der Fruchtarten) der LVG verschnitten. Der Datenumfang ist für eine tabellarische Darstellung im Bericht zu groß, weshalb eine Darstellung in elektronischer Form mit dem GIS – Projekt erfolgt.

**Tab. 17: Übersicht der für die Fruchtarten ermittelten Wirkstoffe und Wirkstoffmengen (Beispiel für Ackerfutter)**

Nr.	Fruchtart/Gruppe	Zeilenbeschriftungen	Fungizide	Herbizide	Insektizide	Moluskizide	Sonstige Präp.	Wachstumsregler	Gesamtergebnis	Anzahl Felder	Wirkstoffmenge/ha
1	Ackerfutter	beta-Cyfluthrin	-	-	0,015	-	-	-	0,015	127	0,000
2	Ackerfutter	Bromoxynil	-	0,119	-	-	-	-	0,119	127	0,001
3	Ackerfutter	Chlormequat	-	-	-	-	-	0,781	0,781	127	0,006
4	Ackerfutter	Clopyralid	-	0,160	-	-	-	-	0,160	127	0,001
5	Ackerfutter	Dicamba	-	0,336	-	-	-	-	0,336	127	0,003
6	Ackerfutter	Diflufenican	-	0,092	-	-	-	-	0,092	127	0,001
7	Ackerfutter	Dimethenamid-P	-	0,643	-	-	-	-	0,643	127	0,005
8	Ackerfutter	Florasulam	-	0,029	-	-	-	-	0,029	127	0,000
9	Ackerfutter	Flufenacet	-	0,165	-	-	-	-	0,165	127	0,001
10	Ackerfutter	Flupyrsulfuron-methyl	-	0,005	-	-	-	-	0,005	127	0,000
11	Ackerfutter	Fluroxypyr	-	1,837	-	-	-	-	1,837	127	0,014
12	Ackerfutter	Flurtamone	-	0,055	-	-	-	-	0,055	127	0,000
13	Ackerfutter	Glyphosat	-	15,833	-	-	-	-	15,833	127	0,125
14	Ackerfutter	Iodosulfuron	-	0,009	-	-	-	-	0,009	127	0,000
15	Ackerfutter	Isoproturon	-	0,300	-	-	-	-	0,300	127	0,002
16	Ackerfutter	lambda-Cyhalothrin	-	-	0,015	-	-	-	0,015	127	0,000
17	Ackerfutter	MCPA	-	7,008	-	-	-	-	7,008	127	0,055
18	Ackerfutter	Metazachlor	-	1,625	-	-	-	-	1,625	127	0,013
19	Ackerfutter	Metsulfuron	-	0,008	-	-	-	-	0,008	127	0,000
20	Ackerfutter	Prosulfocarb	-	1,016	-	-	-	-	1,016	127	0,008
21	Ackerfutter	Prothioconazol	0,350	-	-	-	-	-	0,350	127	0,003
22	Ackerfutter	Pymetrozin	-	-	0,150	-	-	-	0,150	127	0,001
23	Ackerfutter	Quinmerac	-	0,375	-	-	-	-	0,375	127	0,003
24	Ackerfutter	Quizalofop-P	-	0,051	-	-	-	-	0,051	127	0,000
25	Ackerfutter	Terbutylazin	-	0,299	-	-	-	-	0,299	127	0,002
26	Ackerfutter	Thifensulfuron	-	0,077	-	-	-	-	0,077	127	0,001
27	Ackerfutter	Topramezone	-	0,038	-	-	-	-	0,038	127	0,000
28	Ackerfutter	Tribenuron	-	0,010	-	-	-	-	0,010	127	0,000
29	Ackerfutter	Triclopyr	-	0,301	-	-	-	-	0,301	127	0,002

#### 4.1.2 PBSM- Anwendung auf nicht Kulturland

Die Übersicht zum Einsatz von PBSM – Wirkstoffen auf nicht Kulturland bezieht sich auf Mögliche PBSM-Quellen aus dem Hof- und Kleingartenbereich sowie der Kontrolle von Pflanzenbewuchs bei Gleisanlagen. Insgesamt sind mit Stand von Oktober 2015 für Nicht Kulturland 135 Pflanzenschutzmittel zugelassen. Allerdings werden nur wenige und allein herbizide Wirkstoffe repräsentiert. Die Tab. 18 dokumentiert die zugelassenen Wirkstoffe und differenziert auch für den Bereich der Anwendung in Haus- und Hof (Kleinanwender).

**Tab. 18: Für nicht Kulturland zugelassene PBSM-Wirkstoffe**

<b>Wirkstoffe</b>	<b>Anzahl Zulassungen</b>	<b>Anzahl Zulassungen Kleinanwender</b>
2,4-D + Glyphosat	1	
2,4-D + Triclopyr	1	
Clopyralid + Triclopyr	1	
Essigsäure	5	5
Fettsäuren (C7 - C20)	1	1
Flazasulfuron	2	
Flumioxazin	4	
Glufosinat	3	
Glyphosat	75	49
Glyphosat + Pelargonsäure	1	1
Maleinsäurehydrazid + Pelargonsäure	10	10
Pelargonsäure	29	29
Triclopyr + Fluroxypyr	2	
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>135</b>	<b>95</b>
Anteil cemischer Wirkstoffe ohne Glyphosat	10,4	ohne
Anteil Glyphosat	56,3	52,6
Anteil organ. Säuren	33,3	47,4

Aus der Übersicht ist zunächst zu entnehmen, dass organische Säuren zu einem recht erheblichen Anteil für diesen Anwendungsbereich stehen und für Kleinanwender ca. 53% der zugelassenen Wirkstoffe ausmachen. Auf der anderen Seite liegt der Anteil Glyphosat haltiger Produkte ebenfalls in diesem Bereich.

Da über die Häufigkeit der Anwendung von Herbiziden im Haus- und Hofbereich keine belastbaren Daten vorliegen, kann hier nur eine Einschätzung nach fachlichen Erfahrungen vorgenommen werden. Die Wirkstoffe Triclopyr, Fluroxypyr, Clopyralid und 2,4 D sind in unterschiedlicher (Tab. 18) Kombination für die Behandlung nicht landwirtschaftlich genutzter Grasflächen (Brennnessel, Distel, Brombeere) zugelassen. Betriebsdaten zeigen jedoch einen relativ hohen Anteil nicht behandelter Betriebsflächen für welche diese Kriterien zutreffen. Daher dürften Anwendungsfelder aus dem nicht Kulturland die bereits erfassten Wirkstoffmengen aus der landwirtschaftlichen Anwendung kaum erhöhen, d.h. Anwendungen der Wirkstoffe für die aufgezeigten Zwecke dürften sehr gering sein.

Für Glyphosat ergibt sich eine andere Einschätzung. Einsatzgebiete außerhalb der Landwirtschaft beziehen sich hauptsächlich auf die Vermeidung eines Unkrautbewuchses von Wegen- und Plätzen, wobei Mittelaufwandmengen zwischen ca. 5 – 10 l/ha möglich sind, wobei die Wirkstoffgehalte der Produkte etwa 360 – 500 g/kg Produkt betragen.

Aus der Zulassung ist ein relativ hoher Anwendungsumfang des Wirkstoffes im städtischen Bereich bzw. Umfeld und bei Kleinanwendern zu erwarten. Eine Präsenz des Wirkstoffes in Kläranlagen bzw. Oberflächenwasser, insbesondere nach Niederschlagsereignissen, ist nicht auszuschließen.

Der aktuelle Zulassungstand schließt eine Anwendung von Glyphosat zur Freihaltung von Gleisanlagen sehr weitgehend aus, da Einsatzbeschränkungen bestehen. Die Anwendung ist auf wenige glyphosathaltige Produkte begrenzt (ca. 4 Mittel) und diese dürfen nur zur Einzelpflanzenbehandlung verwendet bzw. durch Abstreifen des Wirkstoffes (Dochtstreichgerät) ausgebracht werden. Daher ist zu erwarten, dass für dieses Einsatzgebiet Glyphosat aktuell eine sehr untergeordnete Rolle spielt. Zu bedenken ist allerdings der historisch sehr hohe Einsatzumfang von Glyphosat durch die Deutsche Bahn, für das Jahr 2008 werden z.B. 78 t angegeben. Nach weiteren historischen Angaben (Laermann, 1996) wurden zwischen 1987 bis 1994 ca. 201 bis 317 t Herbizide auf Gleisanlagen jährlich eingesetzt, insbesondere die Wirkstoffe Diuron und Glyphosat. Die Mengen entsprechen etwa 3,6 bis 4,6 kg/ Produkt je km.

Aus Sicherheitsgründen ist eine Beseitigung des Pflanzenbewuchses in Gleisbettanlagen aber unabdingbar. Deswegen behandelt die DB alle ihre Gleisbetten nach eigenen Angaben (Vegetationskontrolle: freie Gleise für sicheren Betrieb unter <http://www.deutschebahn.com/de/nachhaltigkeit>) grundsätzlich mindestens einmal pro Jahr. Die Mittel werden nach den Zulassungsvorgaben eingesetzt und der behandelte Raum wird begrenzt gehalten (nur bis Grenze des Schotterbettes). 2014 wurde auf rund 57.500 Kilometern Gleis eine Wirkstoffmenge von 80,9 Tonnen eingesetzt – dies entspricht 1,41 Kilogramm pro Kilometer und es sind insgesamt rund 94 Prozent aller Gleise behandelt worden.

Nach dem gegenwärtigen Zulassungsstand dürfte es sich bei der Anwendung hauptsächlich um die Wirkstoffe Flazasulfuron und Flumioxazin handeln. Unter Beachtung der vorstehend genannten Ausbringungsmenge von ca. 1,4 kg/km und den für Sachsen-Anhalt verfügbaren Informationen zum Streckennetz

Netz der DB mit 1.914 km

Regelspurnetz der nichtbundeseigenen Eisenbahnen 292 km und

Schmalspurstecke (Harzer Schmalspurbahnen GmbH) 116 km

dürften etwa 3,25 t Produkt bzw. ca. 800 bis 1600 kg/Wirkstoff (je nach eingesetztem Wirkstoff Flazasulfuron oder Flumioxazin) jährlich angewendet werden. Der Wirkstoff

Flazasulfuron trat in landwirtschaftlichen Anwendungen nicht auf. Flumioxazin ist nach Analyse der Betriebsdaten mehrfach im Winterweizen angewendet worden, wobei sich für die Jahre 2011 bis 2013 eine Wirkstoffeinsatzmenge von insgesamt ca. 22,7 kg bzw. 0,81 kg/ha ergab. Auch wenn die Relation zwischen beiden Wirkstoffen im Gleisbereich unbekannt ist, dürfte die Befruchtung durch Anwendungen zur Sicherung des Bahnverkehrs Quellen aus der Landwirtschaft erheblich übersteigen.

Flazasulfuron ist in seinen Anwendungsindikationen relativ eingeschränkt und neben dem Bereich der Gleisanlagen evtl. aus Flächen mit Dauerkulturen (Obst, Wein) und dem Forst zu erwarten. Letzteres bezieht sich aber auf Weihnachtsbaumkulturen, die mit ca. 77 ha einen geringen Flächenumfang haben. Für benannte Anwendungsfelder sind weitere Wirkstoffe zugelassen, so dass Flazasulfuron nur auf wenigen Flächen in Anwendung kommen dürfte.

Für eine Einschätzung potenzieller Belastungen des Grundwassers ist von Bedeutung, dass seit dem Jahr 1984 die anwendbare Wirkstoffpalette von 20 Wirkstoffen (Laermann, 1996) auf die drei Wirkstoffe Flazasulfuron und Flumioxazin sowie Glyphosat eingeschränkt ist. Allein aus diesem Grund kann eine Akkumulation der Wirkstoffe im Gleisbereich nicht vollkommen ausgeschlossen werden. Auf Grund der Abbauraten der Wirkstoffe im Boden (Flazasulfuron DT<sub>50</sub> 10, Flumioxazin DT<sub>50</sub> 23 Tage) und den angewendeten Wirkstoffmengen ((Flazasulfuron ca. 50 g/km, Flumioxazin ca. 500 g/km) dürfen die Wirkstoffe im Zeitraum von 160 bis 220 Tagen sehr weitgehend abgebaut sein. Flazasulfuron hat mit 2100 mg/l jedoch eine hohe Wasserlöslichkeit und könnte oberflächlich in Vorflutern in höheren Konzentrationen gesammelt werden.

#### 4.1.3 PBSM-Anwendung im Forst

In der Tab. 19 sind Wirkstoffe erfasst, die für Anwendungen im Forst stehen.

**Tab. 19: Für forstliche Anwendungszwecke zugelassene PBSM-Wirkstoffe**

PBSM-Gruppe	Zeilenbeschriftungen	Anzahl von Zulass.-Nr.	Anzahl Zulassungen Kleinanwender
Akarizid, Fungizid	Schwefel	1	
Fungizid	Kresoxim-methyl + Boscalid	1	
	Quinoxifen	1	
	Schwefel	6	3
Herbizid	Flazasulfuron	2	
	Fluazifop-P	1	
	Glyphosat	70	38
	Isoxaben	1	
	Propyzamid	2	
Insektizid	alpha-Cypermethrin	4	
	Bacillus thuringiensis subspecies kurstaki	2	2
	Cypermethrin	2	
	lambda-Cyhalothrin	1	
	Pirimicarb	2	

PBSM-Gruppe	Zeilenbeschriftungen	Anzahl von Zulass.-Nr.	Anzahl Zulassungen Kleinanwender
Leime, Wachse, Baumharze	Baumwachse, Wundbehandlungsmittel	4	4
	Blutmehl	3	3
	Quarzsand	1	
	Schaffett	1	
	Wildschadenverhütungsmittel	5	2
Rodentizid	Aluminiumphosphid	6	6
	Zinkphosphid	17	17
Gesamtergebnis		133	75
Anteil cemischer Wirkstoffe ohne Glyphosat		65,4	50,7
Anteil Glyphosat		52,6	50,7
Anteil organ. Stoffe		6,8	6,7
Anteil biol. Wirkstoffe		1,5	2,7
anorg. Wirkstoffe		6,0	4,0

Insgesamt sind 133 Pflanzenschutzmittel für Anwendungen im Forst zugelassen, davon etwa 65% mit chemisch-synthetischen Wirkstoffen, in der Hauptsache Glyphosat. Neben Herbizide auch Fungizide und Insektizide sowie Mittel für weitere Anwendungszwecke. Akarizide und Fungizide sind in ihrem Anwendungsumfang beschränkt und im Wesentlichen gilt dies auch für Herbizide. Der Einsatz dieser Wirkstoffe betrifft etwa 160 ha Baumschulen (Akarizide, Fungizide) oder Aufforstungen (Herbizide). Letztere machen in Sachsen-Anhalt ca. 1033 ha<sup>2</sup> aus und sind durch ca. 234 ha Kurzumtriebsplantagen (KUP) zu ergänzen. Herbizidanwendungen sind nur in den ersten Wuchsjahren anzunehmen. Eine großflächige Anwendung von Akariziden, Fungiziden und auch Herbiziden ist nicht zu erwarten.

Für Insektizide ergibt sich ein anderes Bild und es stehen neben den chemisch - synthetischen Substanzen das Bakterium *Bacillus thuringiensis* als Wirkstoff zur Verfügung.

Eine andere Situation ergibt sich, weil in den letzten Jahren ein stärkeres Auftreten von Schadinsekten des Waldes zu verzeichnen war. Neben verschiedenen Borkenkäferarten an Nadelbäumen wurden im nördlichen und östlichen Bereich von Sachsen-Anhalt 2012 ca. 4800 ha Nadelwald gegen Kieferschädlinge (insbesondere Schmetterlinge) behandelt (Bräsicke u. Hommes, 2013). Hauptsächlich kam Dimilin 80 WG, Wirkstoff Diflubenzuron, zum Einsatz. Der Wirkstoff stört die Chitinsynthese sich häutender Insekten und kommt daher gegen Larvenstadien auftretender Schmetterlingsarten zur Anwendung. Vollstadien der Insekten werden nicht beeinflusst.

An Laubgehölzen trat, lokal gestreut, der Eichenprozessionsspinner ebenfalls stärker (u.a. Kreis Stendal) auf. Dieser Schädling stellt ein Sonderfall dar (Sobczyk, 2014), weil er wegen seiner Allergie auslösenden Effekte und auch seiner Verbreitung im urbanen Raum nach ordnungsrechtliche Verfügung als Hygienemaßnahme bzw. zur Gesundheitsvorsorge und

<sup>2</sup> Flächenangaben beziehen sich auf Erstaufforstungen landwirtschaftlicher Flächen, Aufforstungen innerhalb des Waldes sind nicht erfasst.

Gefahrenabwehr bekämpft wurde. Im Regelfall kam das Bakterium *Bacillus thuringiensis* zum Einsatz.

In einigen Fällen kamen im Forst Kontaktinsektizide zur Anwendung, u.a. auch auf der Grundlage von zeitlich befristeten Genehmigungen (z.B. für den Einsatz mit Luftfahrzeugen). Der Behandlungsumfang war, in Relation zur Waldfläche des Landes, jedoch gering. Genaue Wirkstoffangaben fehlen.

#### 4.1.4 Sonstige Möglichkeiten der PBSM - Anwendung

Bei der Erhebung betrieblicher Daten zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln wurde ersichtlich, dass jeweils nur Wirkstoffe dokumentiert sind, deren Anwendung in direkter betrieblicher Verantwortung liegen. Mit dem Saatgut in die Betriebe eingebrachte Wirkstoffe sind, zumindest in den Dokumentationen zum Pflanzenschutz, nicht erfasst. Dies war Veranlassung, auch diesen möglichen Eintragsweg von PBSM-Wirkstoffe in seiner Bedeutung für die Qualitätsbeeinflussung des Grund- bzw. Oberflächenwassers abzuschätzen. In der Tab. 20 ist eine Auswahl von Beizmitteln dargestellt und die zugehörigen Wirkstoffe und Fruchtarten sind aufgeführt. Des Weiteren sind Informationen zu den Anwendungsmengen und den Wirkstoffgehalten der Produkte benannt.

**Tab. 20: Ausgewählte Beizmittel ihre Wirkstoffe sowie Wirkstoffgehalte und Anwendungsmengen**

Produkt	Gruppe	Fruchtart	Wirkstoff			Wirkstoffgehalt g/kg			Produktmenge/ha
			A	B	C	A	B	C	
Rubin TT	Fungizid	Getreide / Mais	Triticonazol	Prochloraz	Pyrimethanil	25	38,6	42	300
Mesurol flüssig	Insektizid, Repellent, Wildschadenverhütungsmittel	Mais	Methiocarb			500			0,225
Maxim XL	Fungizid	Mais	Fludioxonil	Metalaxyl - M		25	10		31,25
TMTD 89% Satec	Fungizid	Mais, Erbse, Bohne, Gemüse	Thiram			980			200
Landor	Fungizid	Getreide	Tebuconazol	Difenconazol	Fludioxonil	5	20	25	300
Arena C	Fungizid	Weizen, Roggen, Triticale	Tebuconazol	Fludioxonil		5	25		300
Dantop	Insektizid	Kartoffel				500			300
Janus	Insektizid	ZR, FR	beta-Cyfluthrin	Clothianidin		80	100		130

				Wirkstoff	Wirkstoffgehalt g/kg		
Mundus	Insektizid	ZR, FR	beta-Cyfluthrin	Clothianidin	80	300	130
Poncho Beta	Insektizid	ZR, FR	beta-Cyfluthrin	Clothianidin	53	400	195
Poncho ungefärbt	Insektizid	ZR, FR		Clothianidin		600	130

Beizmittel werden nicht auf dem Feld ausgebracht, sondern auf das Saatgut appliziert. Die Wirkstoffe sollen den Aufgang der Saat (Schutz vor bodenbürtigen Schaderregern) sichern oder auch Vogelfraß verhindern. Entsprechend den zu Vegetationsbeginn der Kultur wichtigsten Schaderregern handelt es sich um Fungizide oder Herbizide und oft um Mittel mit Wirkstoffkombinationen.

Die ausgebrachte Wirkstoffmenge steht bei den Beizen in Beziehung zu der Saatmenge. Zur Orientierung ist beispielhaft benannt, dass 1l Mesurofl flüssig sich auf 100 kg Mais bezieht oder die maximale Menge Clothianidin von 0,3 kg 25 dt Saatkartoffeln entspricht.

Auf Grundlage der vorstehenden Übersichten lassen sich potenzielle Wirkstoffmengen kalkulieren, die mit dem Saatgut auf das Feld kommen können. Eine Übersicht vermittelt Tab. 21.

**Tab. 21: Wirkstoffe und ihre potenziellen Ausbringungsmengen sowie für die Fruchtart zu veranschlagende Gesamtwirkstoffmenge**

Fruchtart	Wirkstoff	Potenzielle Wirkstoffmenge/ha in kg	Wirkstoffmenge/Fruchtart in kg <sup>1)</sup>
Getreide	Triticonazol	0,0075	0,0080
	Tebuconazol	0,0030	
	Difenoconazol	0,0060	
	Fludioxonil	0,0150	
	Prochloraz	0,0116	
	Pyrimethanil	0,0126	
Mais	Methiocarb	0,0001	0,0572
	Metalaxyl - M	0,0003	
	Fludioxonil	0,0008	
	Thiram	0,1960	
Kartoffel	Clothianidin	0,1500	0,1500
Zuckerrübe, Futterrübe	beta-Cyfluthrin	0,0310	0,0598
	Clothianidin	0,2080	

1) die Angaben entsprechen nicht der Summe der aufgeführten Wirkstoffmengen, da jeweils nur ein Beizmittel zur Anwendung kommt

In Relation zu der in Tab. 16 gezeigten Übersicht zu den auf die Fruchtarten entfallenden Wirkstoffmengen macht die zusätzlich über Beizmittel auf das Feld verbrachte Wirkstoffmenge einen geringen Teil aus. Er entspricht ca. 0,35 % bei Weizen bzw. Roggen), ca. 3,3% bei Mais und Kartoffel und ca. 1,2% bei der Zuckerrübe.

Die Wirkstoffe Triticonazol und Thiram wurden über die Betriebsdaten zum PBSM-Einsatz nicht erfasst. Die Wirkstoffe Tebuconazol Difenconazol und Prochloraz sind häufiger angewendete Wirkstoffe (Ränge 7; 58 und 37 in der Mengenbetrachtung) und werden daher in ihrer Bedeutung aufgewertet. Weiterhin aufgeführte Wirkstoffe waren selten angewendet und dürften auch mit der zusätzlichen Herkunft aus Beizmitteln keine größere Bedeutung erlangen.

Diese Einschätzungen gelten für den Normalfall. Bei Starkregenereignissen zur Saatzeit der benannten Fruchtarten ist das Auftreten der Wirkstoffe im Oberflächenwasser nicht auszuschließen.

Weitere Belastungsquelle für Gewässer ergeben sich besonders aus dem urbanen Raum. Die Stoffvielfalt ist sehr hoch und kaum zu überschauen. Neben Wirkstoffen aus Medikamenten und z.B. auch Koffein stehen biozide Wirkstoffe aus dem Bauwesen in Diskussion.

Nachfolgend sind nur Aspekte herausgestellt, die für Gewässer von Bedeutung sein können. So kann Holz als natürlicher Rohstoff durch Witterungseinflüsse und Organismen abgebaut werden. Dieser für die Natur wichtige Vorgang ist bei der Verwendung von Holz im Baubereich unerwünscht, weshalb Schutzmaßnahmen durchgeführt werden.

Nachfolgende Aussagen beruhen u.a. auf der Liste der in Deutschland zugelassenen Biozidprodukte in der Produktart 8 (Holzschutzmittel). Für Holz im Außenbereich kommen hauptsächlich drei Anwendungsbereiche bzw. Produktformulierungen zum Tragen.

- Wasserlösliche Holzschutzmittel: Es sind Salze und Salzgemische von Arsen-, Bor-, Chrom-, Fluor- und Kupfer, die in Wasser gelöst sind. Sie werden über Wasser in das Holz eingetragen und sind nach der Trocknung im Holz fixiert. Die Imprägnierung erfolgt über großtechnische Anlagen in Fachbetrieben. Aus beiden Gründen ist anzunehmen, dass sich Wasserbelastungen im Normalfall ausschließen.

- Ölige Holzschutzmittel: Es handelt sich dabei um organische Wirkstoffe und Lösungsmittel, die auf das Holz aufgestrichen werden. Produkte sind auch für den Heimanwender zugänglich. Die Wirkstoffpalette ist vielgestaltig und eine Übersicht zeigt Tab. 22.

**Tab. 22: Wirkstoffe öliger Holzschutzmittel**

<b>Altwirkstoffe</b>	<b>Hinweis zum Wirkstoff</b>
Pentachlorphenol (PCP)	Verbot seit 1989, nicht mehr zugelassen
Lindan	Im Wesentlichen seit 1985 aus der Anwendung, 70 und 80 Jahre sehr häufig
Chlorthalonil	Fungizid, gegenwärtig auch in sehr breiter landwirtschaftlicher Anwendung, geringer Umfang der Anwendung
Endosulfan	Gegen Insektenbefall, in D keine Zulassung <sup>1</sup> , als Wasser gefährdender Stoff eingestuft, kritisches Umweltverhalten
Tebuconazol	Fungizid, auch Landwirtschaft
Permethrin	Insektizid, auch Landwirtschaft, in D keine Zulassung
Cyfluthrin	Insektizid, auch Landwirtschaft, in D keine Zulassung
Deltamethrin	Insektizid, auch Landwirtschaft
Flufenoxuron	Insektizid, nicht Landwirtschaft <sup>2</sup> , Zulassungen als Insektizid außerhalb Europa, in D keine Zulassung, wirkstoffverwand mit alpha-Cypermethrin
Dichlofluanid	Fungizid Wein, Erdbeere, nicht Landwirtschaft, in D keine Zulassung, auch Bläueschutz in Farben
Propiconazol	Fungizid, auch Landwirtschaft
Iodpropinylbutylcarbammat (IPBC)	Hauptsächlich Konservierungsmittel, auch in Handwaschmittel und evtl. Toilettenpapier enthalten
Tridemorph	Fungizid Getreidekrankheiten, nicht Landwirtschaft, in D keine Zulassung
Xyligen AL,	Quaternäre Ammoniumverbindungen, als Fungizid wirksam

<sup>1</sup>) Aussage bezieht sich auf Zulassungen für landwirtschaftliche Anwendungen <sup>2</sup>) Bedeutet kein Auftreten im Betriebsdatenpool

Viele der aufgeführten Wirkstoffe haben oder hatten auch einen landwirtschaftlichen Anwendungshintergrund. Einige der Wirkstoffe sind aus der landwirtschaftlichen Anwendung entlassen und in Deutschland nur aus anderen Anwendungsbereichen zu finden.

- Bläueschutzmittel: Sie unterliegen keiner direkten behördlicher Zulassung, weshalb vom Verband der deutschen Lackindustrie e.V. im Rahmen der Biozidrichtlinie (Verordnung (EU) No. 528/2012) ein freiwilliges Registrierverfahren erarbeitet wurde. Dieses umschließt mehrere Schritte. So ist eine Prüfung der Wirksamkeit gegenüber Bläuepilzen durch die Bundesanstalt für Materialforschung (BAM), eine gesundheitliche Bewertung durch das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) und eine Bewertung der Auswirkungen auf die Umwelt durch das Umweltbundesamt (UBA) (VdL-RL 05) vorgesehen. Nach Durchlaufen dieses Prozesses werden Gütesiegel (z.B. RAL-Siegel) vergeben. Bläueschutzmittel sind nicht allein in Bezug auf den Holzschutz zu sehen, sondern auch für den Farbanstrich von Gebäuden, Fenster usw. als Filmkonservierer von Bedeutung.

Einige der zum Bläueschutz eingesetzten Wirkstoffe überschneiden sich mit Angaben der Tab. 22, andere erweitern das Spektrum der in diesem Bereich angewendeten Wirkstoffe, wie eine beispielhaft aufgeführte Inhaltsstoffliste für Fassadenfarbe zeigt:

Hybrid-Bindemittel (Organo-Silikat/Acrylat), Siliconharz, Titandioxid, Silikate, Calciumcarbonat, mineralische Füllstoffe, Wasser, Filmbildehilfsmittel, Additive, Konservierungsmittel (Methyl-/Benzisothiazolinon), Filmkonservierer (Octylisothiazolinon, Terbutryn, Carbendazim, Isoproturon).

An der Auflistung zeigt sich wiederum, dass Wirkstoffe verwendet werden, die auch aus der Landwirtschaft bekannt sind. So Carbendazim (in betrieblicher Anwendung, aber geringerer Umfang) und Isoproturon (in häufiger betrieblicher Anwendung).

Aus Untersuchungen in der Schweiz (Burkhardt, 2008, 2012) ist bekannt, dass Mecoprop, Isoproturon und Terbutryn im gesamten Jahresverlauf im Wasser (Kanalisation) nachzuweisen waren, deren Quelle Auswaschungen aus Wurzelsperren bei Dachbegrünungen oder Fassadenfarben waren. Neben den genannten Stoffen führt der Autor weiterhin Irgarol (Cybutryn), DCOIT (SeaNine) und OIT (Ochthilino) aus der Stoffgruppe der Isothiazolinone und Zinkpyrithion (Metallorganische Stoffgruppe) als Wasser belastend auf. Sie stellen im Wesentlichen Algizide dar.

Eine Einschätzung der Wassergefährdung im urbanen Raum durch aufgeführte Quellen ist schwierig, weil belastbares Datenmaterial weitgehend fehlt.

Burkhardt (2012) stellte jedoch fest, dass Terbutryn aus Fassadenabschwemmungen in der näheren Kanalisation eine maximale Konzentration von 770 µg/l erreichte und der Wert für Mecoprop aus Bitumenbahnen maximale Werte an verschiedenen Messpunkten zwischen 4,6 und 13,8 µg/l lag. In beiden Fällen war die Qualitätsnorm erheblich überschritten.

Nach den vorliegenden Analysen des LHW – Monitorings hatte der Wirkstoff Irgarol wahrscheinlich UQN- Überschreitungen<sup>3</sup> im Oberflächenwasser und auch bei Mecoprop zeigten sich Überschreitungen der UQN.

Aus den Sachdarstellungen wäre abzuleiten, dass die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der aufgeführten Stoffe aus dem urbanen Bereich mit der Pflege versiegelter Flächen und (besonders Bentazon als Altwirkstoff, Glyphosat) und mit Bauaktivitäten bzw. dem Anteil von Neubauten zunehmen dürfte und zu beachten ist, dass Farben auch als „Hygienefarben“ mit höheren Wirkstoffgehalten (Brenner, 2010) z.B. in Krankenhäuser zur Anwendung gelangen.

Eine Häufung solcher Quellen könnte als Entscheidungsgrundlage für die Beprobung von Oberflächenwasser bzw. Gewässer nach Kläranlageneinleitungen herangezogen werden.

## **4.2 Wirkstoffranking auf Landesebene**

Im Folgenden werden die Ranking Ergebnisse für die Wirkstoffe auf Grundlage der Betriebsdatenerfassung und der Anbaustruktur für Sachsen-Anhalt insgesamt dargestellt.

Die Rangfolge der eingesetzten Wirkstoffe beruht in einem ersten Schritt allein auf der Wahrscheinlichkeit des Einsatzes der Wirkstoffe und in einem zweiten Schritt sind die aufgeführten Ranking Ergebnisse zusätzlich mit ausgewählten Stoffeigenschaften gekoppelt.

Bei diesem Schritt geht es um eine stärkere Differenzierung der Gefährdungspotenziale der Wirkstoffe für das Grund- bzw. Oberflächenwasser und außerdem um Bewertungsgrundlagen für die Ausrichtung des Gewässermonitorings in Bezug zu den bereits im Monitoring erfassten Wirkstoffen als auch weiterer potenziell für das Wasser gefährlicher Wirkstoffe.

Im Ranking werden nur aktuelle bzw. im Betrachtungszeitraum angewendete Wirkstoffe betrachtet.

### **4.2.1 Ranking auf Grundlage der Wirkstoffmengen**

In der Anlage 3 sind die in Sachsen-Anhalt im Zeitraum 2011 bis 2014 angewendeten PBSM-Wirkstoffe als Rang dargestellt, wobei auch Wirkstoffe erfasst sind, die auf Grund ihrer Anwendung bzw. des Anwendungsverfahrens für den Gewässerschutz keine oder nur sehr geringe Bedeutung haben. Zu nennen sind Pheromone, biologische Präparate oder Präparate zur Bekämpfung von Nagetieren. Es sind flüchtige Duftstoffe, eingesetzte Lebewesen bzw. Organismen oder als Köder verwendete chemische Wirkstoffe.

---

<sup>3</sup> Die Messgenauigkeit des Analyseverfahrens liegt oberhalb der UQN von 0,0025 µg/l

Von den insgesamt 197 aufgeführten Wirkstoffen kamen 85 Wirkstoffe (ab Rang 110) nur selten zur Anwendung. Bis etwa Rang 20 sind Wirkstoffe mit sehr hohem Anwendungsumfang aufgeführt und bis Rang 40 kann von einem hohen Einsatzumfang ausgegangen werden.

In der Tab. 23 sind zunächst die am häufigsten eingesetzten Wirkstoffe aufgeführt und mit den Befunden des Rankings 2010 sowie mit Befunden aus dem Gewässermonitoring abgeglichen. Wirkstoffe, die im Monitoring bisher nicht erfasst sind, sind in der Tab. 23 grau unterlegt.

Unter den am häufigsten eingesetzten Wirkstoffen finden sich bis Rang 20 13 Herbizide, 5 Fungizide und 2 Wachstumsregulatoren, d.h. die Befunde sind deutlich von Wirkstoffen dominiert, die in Getreide Anwendung finden.

Der am häufigsten eingesetzte herbizide Wirkstoff ist Glyphosat. Er belegte auch im Zeitraum 2007–2010 Rang 1 im Wirkstoffranking. Der Wirkstoff ist nicht kulturpflanzenselektiv, d.h. sein Einsatz erfolgt im Zusammenhang mit einer pfluglosen Bodenbearbeitung oder auch dem Anbau von Zwischenfrüchten vor der Aussaat der Hauptkultur. Auf Grund dieses Zusammenhangs mit acker- und pflanzenbaulichen Arbeiten wird Glyphosat ca. 4x häufiger eingesetzt als der auf Rang 2 liegende Wirkstoff Chlormequat. Dieser wird als Wachstumsregulator in allen Getreidearten eingesetzt und erreicht daher einen sehr hohen Anwendungsumfang. Chlormequat ist im Gewässermonitoring bisher nicht erfasst.

Für die herbiziden Wirkstoffe Metamitron, Isoproturon und Diflufenican ergaben sich im Ranking sehr ähnliche Befunde wie für den Zeitabschnitt 2007–2010. Die Wirkstoffe waren im Monitoring berücksichtigt. Metamitron hatte im Grundwasser bei häufigen Analysen keine Positivnachweise. Im Oberflächenwasser lagen einige Analyseergebnisse oberhalb der UQN. Auch Isoproturon wurde häufig untersucht. im GW ergaben sich 11 Nachweise und im OW 147 Befunde mit 8 maliger Überschreitung der UQN. Auf Grund der Einsatzmenge und den Ergebnissen des Gewässermonitorings sollten beide Wirkstoffe im Monitoring wie bisher erfasst werden.

Im Anwendungsumfang gegenüber 2007–2010 erheblich zugenommen haben die Wirkstoffe Prosulfocarb und Chlortoluron. Prosulfocarb ist in nahezu allen Ackerbaukulturen anwendbar und verfügbare Produkte haben einen relativ hohen Wirkstoffgehalt. Etwa Gleichartiges betrifft Chlortoluron. Breite Anwendung ergibt sich auch aus der Kombination mit weiteren Wirkstoffen in den gegenwärtig zugelassenen Präparaten. Prosulfocarb sollte im Monitoring Beachtung finden. Für Chlortoluron liegen aus dem Monitoring für Oberflächen- und Grundwasser keine Nachweise vor. Allerdings ist für das Oberflächenwasser nur eine Analyse ausgewiesen. Der Wirkstoff sollte unter Beobachtung bleiben.

Die häufige Anwendung der Wirkstoffe Terbuthylazin, Metazachlor und Tebuconazol bestätigt sich mit den aktuellen Befunden. Genannte Wirkstoffe sind im Gewässermonitoring erfasst. Terbuthylazin war sehr oft in Analysen einbezogen. Im Grundwasser gab es wenige

Positivnachweise und im Oberflächenwasser 12 Überschreitungen der UQN. Der Wirkstoff muss weiter unter Beobachtung stehen. Bei Metazachlor ergaben sich im Grundwasser 3 Überschreitungen der Qualitätsnorm und im Oberflächenwasser bei zwei Analysen keine Befunde. Auf Grund der Anwendungshäufigkeit ist auch für diesen Wirkstoff eine weitere Beobachtung angeraten. Der Wirkstoff Tebuconazol wurde im Grundwasser sehr häufig analysiert mit einem Positivbefund. Nachweise im Oberflächenwasser waren häufiger und die UQN war mehrmals (15 mal) überschritten. Die Häufigkeit der Grundwasseranalysen könnte eingeschränkt werden. Insgesamt ist der Wirkstoff weiterhin zu beobachten.

Die Anwendung von Propamocarb wird gegenüber früheren Jahren als umfänglicher ausgewiesen. Der Einsatz ist mit dem Kartoffelanbau verknüpft, weshalb eher regional begrenzte Analysen anzuraten sind. Einen sehr starke Zunahme in der Anwendung wird nach den Rangergebnissen für den Wirkstoff Dimethenamid-P ausgewiesen, ursächlich verbunden mit der Neuzulassungen von Herbiziden für Raps, Zuckerrübe, Mais und vielen Sonderkulturen. Dabei ist der Wirkstoff meist mit anderen Wirkstoffen u.a. Diflufenican kombiniert in der Anwendung. Der Wirkstoff ist bisher nicht im Gewässermonitoring berücksichtigt, könnte bei Analysen aber mit Diflufenican verknüpft werden. Letzterer wurde im Oberflächenwasser auch mit Überschreitung der UQN häufiger erfasst.

Rangplatz 10 in der Anwendung nimmt Pendimethalin ein. Der Anwendungsumfang ist gegenüber früheren Zeiträumen kaum verändert. Der Wirkstoff hatte im Oberflächenwasser keinen Befund und für das Grundwasser liegen keine Analyseergebnisse vor. Dennoch sollte er auf Grund der Anwendungshäufigkeit im Monitoring (OW) verbleiben.

**Tab. 23: Wirkstoffe mit sehr häufigem Einsatz (Rang 1-20) und Vergleich zum Ranking 2010 sowie Abgleich mit dem Gewässermonitoring (Wirkstoffe die im Monitoring bisher nicht erfasst sind, sind grau unterlegt)**

Rang 2014	Rang 2010	Wirkstoff	PSM-Gruppe	Anmerkungen
1	1	Glyphosat	Herbizide	In Verbindung mit pflugloser Bodenbearbeitung und Zwischenfruchtanbau
2	3	Chlormequat	Wachstumregulatoren	Als Wachstumsregler im Getreide
3	2	Isoproturon	Herbizide	Befunde im GW und OW
4	77	Chlortoluron	Herbizide	Enthalten in vielen Getreideherbiziden mit teils hohem Wirkstoffgehalt (600g/kg), meist in Kombination mit Diflufenican
5	5	Metamitron	Herbizide	Befunde im OW
6	12	Terbuthylazin	Herbizide	Befunde im OW

Rang 2014	Rang 2010	Wirkstoff	PSM-Gruppe	Anmerkungen
7	8	Tebuconazol	Fungizide	Befunde im OW
8	6	Metazachlor	Herbizide	Wenige Analysen, keine Übersicht aus dem Monitoring
9	31	S-Metolachlor	Herbizide	Breite Anwendung in Mais, Leguminosen, Hirse
10	9	Pendimethalin	Herbizide	ohne Befunde
11	75	Pethoxamid	Herbizide	Breite Anwendung in Mais und Winterraps und relativ hohe Wirkstoffgehalte der Produkte (600g/kg), Zulassung ab 2009 und weiteres Produkt ab 2014 (Successor T)
12	14	Fenpropimorph	Fungizide	Befunde im OW
13	110	Dimethenamid-P	Herbizide	Meist als 2. oder 3. Wirkstoff in Herbiziden für Raps, Mais, Zuckerrübe, Leguminosen, Kräuter etc., Zulassung der Produkte (Butisan Gold, Katamaran Plus, Spectrum Gold ab 2011/2012)
14	23	Prothioconazol	Fungizide	Als Fungizid im Getreidebau in breiterer Anwendung, oft Kombination mit weiteren Wirkstoffen
15	15	Ethephon	Wachstumregulatoren	
16	16	MCPA	Herbizide	Befunde im GW und OW
17	39	Prosulfocarb	Herbizide	Herbizide für nahezu alle Ackerbaukulturen (auch Kräuter, Leguminosen usw.) mit relativ hohem Wirkstoffgehalt (800g/kg)
18	18	Diflufenican	Herbizide	Befunde im OW
19	10	Chlorthalonil	Fungizide	

Rang 2014	Rang 2010	Wirkstoff	PSM-Gruppe	Anmerkungen
20	11	Spiroxamine	Fungizide	Befunde im OW

Mit den Jahren 2009, 2011 und 2014 wurden neue Herbizide mit dem Wirkstoff Pethoxamid für Mais und Raps zugelassen, womit die Anwendung des Wirkstoffes erheblich zugenommen hat. Er war bisher im Gewässermonitoring nicht berücksichtigt, sollte aber auf Grund des steigenden Anwendungsumfanges zunächst im Oberflächenwasser beachtet werden.

Der Wirkstoff Fenpropimorph hat sich in der Anwendungshäufigkeit nicht verändert und ist wegen der Befunde im Gewässermonitoring weiter zu beobachten.

Der Anwendungsumfang von S-Metolachlor hat gegenüber früheren Jahren zugenommen und es gibt Schwellenwertüberschreitungen bzw. Überschreitungen der UQN im Grund- und Oberflächenwasser. Daher sollte der Wirkstoff weiter unter Beobachtung stehen (Anmerkung: im Monitoring ist Metolachlor benannt, der aktuelle Wirkstoff ist S-Metolachlor, Metolachlor ist aus der Zulassung)

Prothioconazol und der Wuchsstoff Ethephon sind in der Anwendung etwas angestiegen bzw. gleich geblieben. Sie sind im Monitoring nicht erfasst. Prothioconazol könnte stichprobenartig im Oberflächenwasser untersucht werden. Ethephon dürfte auf Grund seiner Flüchtigkeit als Gas (Ethylen Generator) für die Wasserqualität eine geringe Rolle spielen.

Der herbizide Wirkstoff MCPA ist nach den vorliegenden Ergebnissen weiterhin in häufiger Anwendung. Da Befunde im Grund- und Oberflächenwasser auftraten, ist er im Monitoring zu halten.

In der Tab. 24 sind Aussagen zu weiteren Wirkstoffen enthalten, die bisher in das Gewässermonitoring einbezogen waren. Es sind Wirkstoffe, die im durchgeführten Ranking nicht an vorderer Stelle standen bzw. in ihrer Anwendung abgenommen haben.

**Tab. 24: Hinweise zu Wirkstoffen, die im Gewässermonitoring betrachtet sind, jedoch einen geringeren Anwendungsumfang in der landwirtschaftlichen Praxis haben**

Rang	Wirkstoff	Positivbefunde %		Anmerkung	Vorschlag
		OW	GW		
54	2,4-D	50	0,6	Im OW bei zwei Proben ein Nachweis (50%),	
28	Aclonifen	0,0		trotz hoher Anwendung kein Nachweis	nachrangig behandeln
160	Amidosulfuron	0,7	0,3	geringer Anwendungsumfang, wenige Nachweise	nachrangig behandeln
27	Azoxystrobin	2,7	0,0	trotz hoher Anwendung nur wenige Nachweis im OW	für GW nachrangig
36	Bentazon	71,5	16,9	Anwendungsumfang stark zurück gegangen, Neuzugang ist kaum zu erwarten	Beobachtung kontaminierter Probestellen, Analyseumfang mittelfristig beibehalten, da Frachten aus dem Bodenpool potenziell möglich sind
35	Boscalid	5,2		wenige Nachweise im OW, Wirkstoff an Raps gebunden	Analysen beibehalten, u.U. stärker regional differenzieren
51	Bromoxynil	0,0		mittlerer Anwendungsumfang und keine Nachweise	nachrangig behandeln, regionalisieren - Gebiete mit hohem Maisanteil
56	Clomazone			ohne Analyse	Nachrangiger Wirkstoff
43	Chloridazon	0,0	0,2	mittlerer Anwendungsumfang	im GW weiter beobachten, sehr hohe Analyseanzahl könnte gesenkt werden
57	Dichlorprop	0,0	0,2	mittlerer Anwendungsumfang, häufige GW Analysen	im GW weiter beobachten, sehr hohe Analyseanzahl könnte gesenkt werden
24	Dimethachlor	2,7		hoher Anwendungsumfang,	Analyseumfang für OW sollte beibehalten werden

Rang	Wirkstoff	Positivbefunde %		Anmerkung	Vorschlag
		OW	GW		
47	Dimethoat	0,0	0,0	Anwendungsumfang wird geringer	Analyseumfang für GW könnte vermindert werden, Analysen OW in Gebieten mit Sonderkulturen (Spargel, Gemüse)
21	Epoxyconazol	2,7	0,0	höherer Anwendungsumfang und sehr hohe Analyseanzahl in GW und OW	Analyseumfang könnte eingeschränkt werden
153	Esfenvalerat	0,0	0,0	sehr geringer Anwendungsumfang	Monitoring könnte eingestellt werden
39	Flurtamone	0,0	0,1	mittlerer Anwendungsumfang, umfassende Analysen im OW und GW	Analysen beibehalten, ihr Umfang könnte eingeschränkt werden
119	Lenacil	9,7	1,1	deutlicher Rückgang in der Anwendung, Wirkstoff wahrscheinlich in der Umwelt gebunden	Stand beibehalten
139	Mecoprop	4,5	0,4	bei Mecoprop-P	
113	Metalaxyl	25	0,1	Positivbefunde im GW und OW	Monitoring im GW könnte zurückgefahren werden
71	Metribuzin	0,6		Positivbefund im OW	Monitoring könnte zurückgefahren werden
75	Pirimicarb	0,0	0,0	sehr hohe Analysedichte im GW, jedoch ohne Befund. OW wenig Analysen ohne Befund	Monitoring könnte eingestellt werden
37	Prochloraz	3,1	0,0	Viele Analysen im GW ohne Befund, OW eine UQN-Überschreitung	Monitoring im OW erweitern, GW Analysehäufigkeit vermindern
145	Propoxycarbazon	0,0		ohne Befund im OW	Monitoring könnte eingestellt werden
45	Propiconazol	2,7	0,0	UQN-Überschreitungen im OW, ohne Befund im GW	Monitoring im GW zurückfahren
63	Pyraclostrobin	0,6		wenige Positivfunde im OW	Monitoring im OW beibehalten aber Häufigkeit zurückfahren
33	Quinmerac	8,5	0,5	UQN-Überschreitungen im OW und Positivfunde im GW	Monitoringstand beibehalten
98	Sulcotrion	0,8		selten UQN-Überschreitungen im OW	Monitoring im OW beibehalten aber Häufigkeit zurückfahren

Rang	Wirkstoff	Positivbefunde %		Anmerkung	Vorschlag
		OW	GW		
67	Thiaclopid	2,9	0,2	UQN-Überschreitungen im OW, zwei Positivbefunde im GW	Monitoring beibehalten
107	Trifloxystrobin	0,3		eine UQN-Überschreitung im OW	Monitoring im OW beibehalten aber Häufigkeit zurückfahren
182	Zoxamid	0,0	0,1	Kein Befund im OW, häufige Analysen im GW bei einem Positivbefund	Monitoring im GW zurückfahren

Legende: OW – Oberflächenwasser, GW – Grundwasser, UQN – Umweltqualitätsnorm

#### 4.2.2 Ranking auf Grundlage der Wirkstoffbefrachtung und Wirkstoffeigenschaften

Die Rankingergebnisse aus dem vorstehenden Abschnitt werden nachfolgend mit Rangergebnissen, die auf ausgewählten Wirkstoffeigenschaften beruhen, verschnitten (siehe Methodik). Dieser Ansatz ist zunächst Grundlage für eine vorausschauende Einschätzung potenziell im Gewässermonitoring zu berücksichtigende PBSM-Wirkstoffe, zudem wird dadurch eine Differenzierung der Wirkstoffe hinsichtlich ihrer potenziellen Bedeutung als Kontaminanten für das Grund- bzw. Oberflächenwasser möglich. So geben der GUS- und SCI-Grow-Index sowie die Wasserlöslichkeit Hinweise auf das Leaching-Verhalten der Wirkstoffe, was für Grundwasser bedeutend ist. Eine potenzielle Gefährdung für Oberflächengewässer ergibt sich dahingegen für Stoffe mit starker Bindung an den Bodenpool. Der Stoffeintrag erfolgt schwerpunktmäßig über die Abschwemmung des Bodens in der Folge stärkerer Niederschläge. Ein Hinweis darauf ergibt sich, weil PBSM-Wirkstoffe im Oberflächenwasser auch außerhalb ihrer eigentlichen Anwendungszeit in der Landwirtschaft sehr häufig auftreten (Heyer, 2012) und kaum eine saisonale Dynamik haben.

In der Anlage 1 sind die für die Rangbildung verwendeten Wirkstoffcharakteristika aufgeführt. Die Rangbildung erfolgte auf dem im Abschnitt Methodik beschriebenen Weg.

In der Anlage 5 sind die Rangergebnisse für ca. 88 der insgesamt 197 aktuell in der Anwendung gewesenen Wirkstoffe aufgeführt. Bei diesem Schritt sind nur Wirkstoffe berücksichtigt, die auch in nennenswerter Menge in Anwendung waren und Wirkstoffe die im Gewässermonitoring unter Beobachtung standen. Tab. 25 stellt einen bereinigten<sup>4</sup> Ausschnitt dieser Anlage dar und bezieht sich auf Wirkstoffe der Ränge 1 - 30, differenziert nach ihrem potenziellen Risiko für das Grund bzw. Oberflächenwasser. Auf Grund der berücksichtigten unterschiedlichen Wirkstoffeigenschaften ergeben sich für das Grund- bzw. Oberflächenwasser deutliche Differenzierungen in Bezug auf zu berücksichtigende Wirkstoffe bzw. ihre Rangstellung als ein Gefährdungsindiz für das Wasser.

<sup>4</sup> aus methodischen Gründen erfasste verwandte Wirkstoffe bzw. Altwirkstoffe (Metolachlor) sind entfernt

Sechszehn der 30 für das Grundwasser bedeutenden Wirkstoffe sind im Monitoring bereits erfasst und für 13 Wirkstoffe liegen Positivbefunde vor. Sie sind in der Tab. 25 kursiv hervorgehoben. Für die Wirkstoffe Metamitron und Chlortoluron ergaben sich bis 2014 trotz hoher Analysenzahl keine Befunde. Allerdings hat die Anwendung von Chlortoluron in den letzten Jahren erheblich zugenommen.

**Tab. 25: Rangstellung potenziell risikobehafteter PBSM-Wirkstoffe für das Grund- bzw. Oberflächenwasser**

Rang	Wirkstoff GW	Anmerkung GW	Wirkstoff OW	Anmerkung OW
1	<i>Terbutylazin</i>		Chlormequat	
2	Metamitron		Metazachlor	
3	Chlortoluron	1 FS GW	<i>Isoproturon</i>	
4	<i>MCPA</i>		<i>Glyphosat</i>	
5	Chlormequat		<i>Tebuconazol</i>	potezieller Grundwasserkontaminant
6	Ethofumesat	potezieller Grundwasserkontaminant	<i>Terbutylazin</i>	
7	<i>Flurtamone</i>		<i>Fenpropimorph</i>	
8	Napropamid	potezieller Grundwasserkontaminant	<i>S-Metolachlor</i>	erfasst auch Metolachlor, Metolachlor im Monitoring!
9	Azoxystrobin		<i>MCPA</i>	
10	Epoxiconazol		Prosulfocarb	
11	Dimoxystrobin		<i>Dimethachlor</i>	
12	Topramezone		<i>Pendimethalin</i>	
13	Dimethenamid-P		Mepiquat	Zuordnung gilt für Mepiquat-Chlorid
14	<i>Isoproturon</i>		<i>Mecoprop-P</i>	
15	<i>Tebuconazol</i>	potezieller Grundwasserkontaminant	Mancozeb	potenzielle Gewässerbelastung
16	<b>Clomazone</b>		<i>Spiroxamine</i>	
17	Propamocarb	2 FS GW	<i>Epoxiconazol</i>	
18	Clopyralid		Pethoxamid	
19	<b>Boscalid</b>		Ethephon	
20	<i>Metolachlor</i>		Boscalid	
21	<i>Quinmerac</i>		<i>Quinmerac</i>	
22	Cyproconazol		<i>Diflufenican</i>	
23	Mesotrione		Flufenacet	
24	S-Metolachlor		Fluroxypyr	
25	<i>Chloridazon</i>		Chlorthalonil	
26	Flufenacet		Dimethenamid-P	
27	Metazachlor		Aclonifen	
28	Fluoxastrobin		Phenmedipham	
29	<i>Bentazon</i>		Trinexapac	neu
30	<i>Prochloraz</i>		Propamocarb	1 FS OW

Legende: Grau unterlegte Wirkstoffe sind im Gewässermonitoring des LHW bislang nicht berücksichtigt, hervorgehobene Wirkstoffe (GW) nur im OW-Monitoring, kursiv dargestellte Wirkstoffe waren im Monitoring bereits auffällig, FS GW bzw. FS OW - bei der Einordnung des Wirkstoffes vorhandene Fehlstellen zu Umwelteigenschaften (Rangstellung weniger belastbar)

Auf Basis der Anwendungsmenge und dem Versickerungsverhalten wurden auch die Wirkstoffe Clomazone und Boscalid als mögliche Kontaminanten für das Grundwasser detektiert. Sie waren bisher nur im OW-Monitoring berücksichtigt (Clomazone im betrachteten Zeitraum ohne Analyse, Boscalid 28 Nachweise). Stichprobenartige Analysen im Grundwasser sind angeraten.

Weitere 14 Wirkstoffe sind bisher nicht im Gewässermonitoring vertreten (in Tab. 25 grau unterlegt). In Abhängigkeit der zur Verfügung stehenden Kapazitäten und Analyseverfahren sollte ihre Übernahme angeregt werden. Primat haben die beiden Wirkstoffe Napropamid und Ethofumesat. Beide Wirkstoffe sind in der PPDB5 bereits als potenzielle Grundwasserkontaminanten aufgeführt.

Als Auszug aus der Anlage 5 sind in der Tab. 26 ebenfalls die Wirkstoffe mit der Rangstellung 1 - 30 für das Oberflächenwasser aufgeführt. Von diesen auf Grund der Anwendungshäufigkeit und Wirkstoffeigenschaften detektierten Wirkstoffen sind 16 Wirkstoffe bereits im Monitoring für das Oberflächenwasser vertreten und für 13 kursiv hervorgehobene Wirkstoffe ergaben sich Positivbefunde. Der Wirkstoff Pendimethalin wurden stichprobenhaft ohne Befund analysiert. Beprobungen zum Wirkstoff Metazachlor sind für Aussagen nicht umfassend genug gewesen.

Von den 13 bisher im Monitoring nicht berücksichtigten Wirkstoffen sind Chlormequat und Prosulfocarb in der Anwendung besonders hervorgehoben und für Mancozeb ist nach der PPDB eine Gefährdung aquatischer Ökosysteme nicht ausgeschlossen. Mancozeb steht in Beziehung zum Kartoffelanbau und zu Obst- und Sonderkulturen und dürfte regional stärker in der Anwendung differenziert sein.

Diese Wirkstoffe sind primär als Ergänzung im Monitoring vorzusehen. Mit Ausnahme des Ethephon (siehe vorstehenden Gliederungspunkt), sollte die Möglichkeit der Aufnahme der Wirkstoffe Iodosulfuron, Mepiquat, Phenmedipham, Pethoxamid, Dimethenamid-P und Flufenacet in das OW-Monitoring geprüft werden.

#### **4..3 Regionalisierung auf Ebene der landwirtschaftlichen Vergleichsgebiete (LVG)**

Mit diesen Untersuchungen soll geprüft werden, inwieweit die vorstehenden Empfehlungen zur Ausrichtung des Gewässermonitorings regional untersetzt werden können. Dazu wurde die potenzielle Anwendung der Wirkstoffe über die LVG auf Grundlage statistischer Maßzahlen beurteilt. Sie sind für ausgewählte bedeutendere Wirkstoffe in der Tab. 26 dargestellt und mit Anlage 9 sind weitere Wirkstoff ergänzt.

---

<sup>5</sup> Pesticide Property Data Base

Dargestellt ist der über alle LVG minimale bzw. maximale Wert, zu interpretieren als Anwendungswahrscheinlichkeit, der Mittelwert und Median für alle LVG und die Streuung des Mittelwerte (SD). Die aufgeführte Rangfolge in Tab. 26 ist nach dem absteigenden Mittelwert und dann nach der % SD sortiert. In der Anlage 9 ist zusätzlich eine Rangbildung allein nach der relativen Standardabweichung aufgezeigt. Nach letzterem werden Wirkstoffe erfasst, die wenig flächendeckend in Anwendung sind (daher geringerer Mittelwert), die aber eine hohe Regionalität haben. Es handelt sich im Regelfall um Wirkstoffe, die an Dauerkulturen (Obst, Wein) oder Gemüsebau gebunden sind.

Die in der Tab. 26 aufgeführten Werte sind aus den originalen Werten der PBSM-Anwendung in den Fruchtarten auf Ebene der LVG berechnet und können in einem GIS - Projekt mit den Grenzen der Grund- oder Oberflächenwasserkörpern unterlegt werden, denn für die Flächen der Grund- bzw. Oberflächenwasserkörper selbst ist die Fruchtartenstruktur unbekannt. Die Abb. 4 - 6 stellen die Wahrscheinlichkeit der Anwendung von Wirkstoffen dar, die auf Grund ihres Anwendungsumfangs und ihrer physikalisch-chemischen Eigenschaften (siehe vorherige Kapitel) für das Grundwasser Risiken darstellen könnten. Beispielhaft ausgewählt ist Terbutylazin als ein Wirkstoff mit breiter Anwendung der bereits im Monitoring auffällig ist, und Metamitron, bisher unauffällig. Ebenfalls dargestellt die Anwendungsverteilung der Wirkstoffe Chlortoluron und Metazachlor, welche ebenfalls als kritisch für das Grundwasser detektiert wurden. Letzthin auch eine Darstellung des Wirkstoffes Bentazon. Er ist im Ranking der PBSM-Anwendung nicht mehr kritisch beurteilt, da sein Anwendungsumfang zurückging, bleibt aber Problemwirkstoff Nr. 1 in Sachsen-Anhalt.

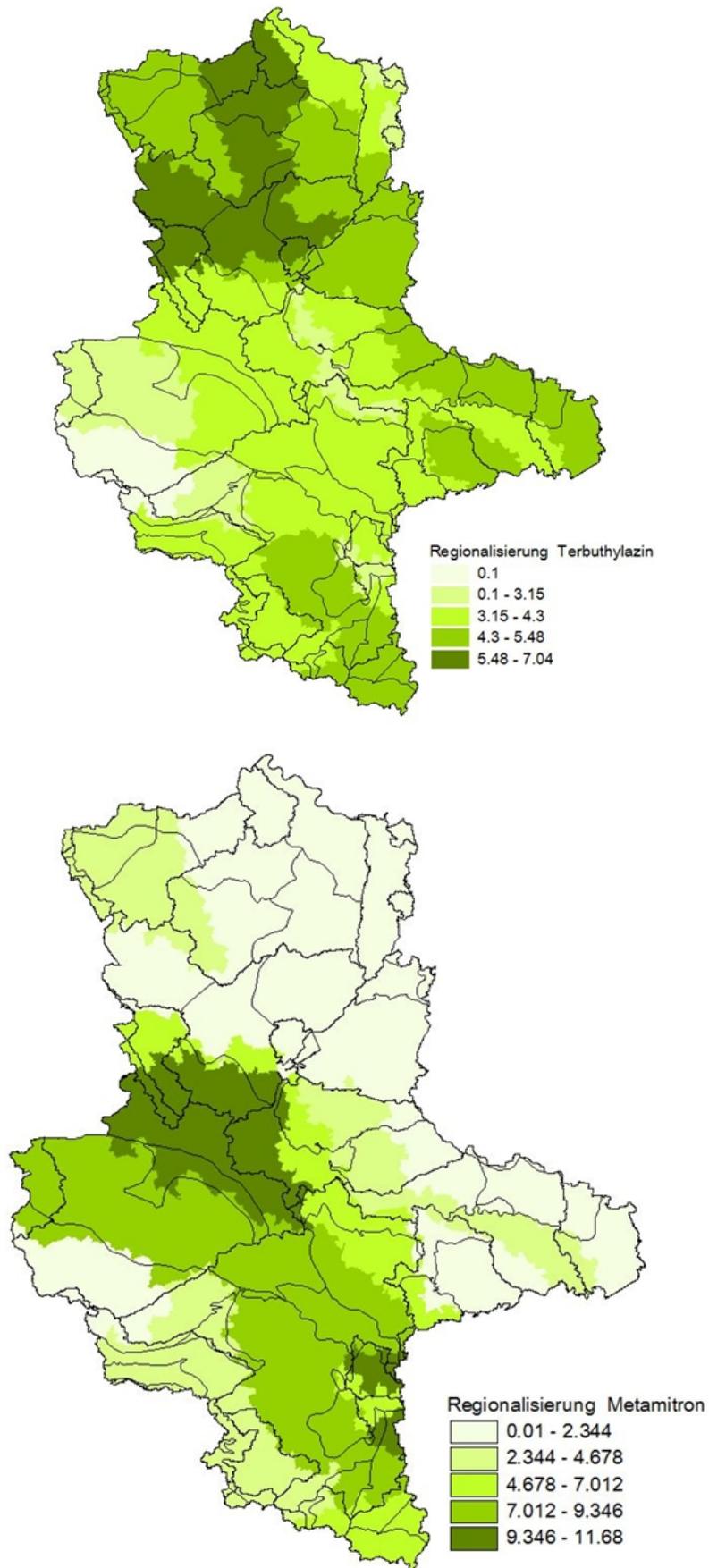
Die Abb. 7 - 9 bilden die Anwendungsverteilung von Wirkstoffen ab, die eher für das Oberflächenwasser problematisch sein könnten. Beispielhaft ausgewählt sind Wirkstoffe, die eine stärkere Partikelbindung und Wasserlöslichkeit haben und im Oberflächenwasser weniger schnell abgebaut werden. Nach diesen Kriterien sind die Wirkstoffe Fenpropimorph, Chlormequat, Isoproturon, Glyphosat und Prosulfocarb stärker zu beachten.

In der Abb. 10 ist die regionale Anwendungswahrscheinlichkeit für den Wirkstoff Folpet aufgezeigt, jeweils für Grund- bzw. Oberflächenwasser. Folpet liegt im Ranking nach dem Anwendungsumfang auf Rang 90, für die in Abb. 10 ausgewiesenen Gebiete kann der Wirkstoff dennoch bedeutend sein.

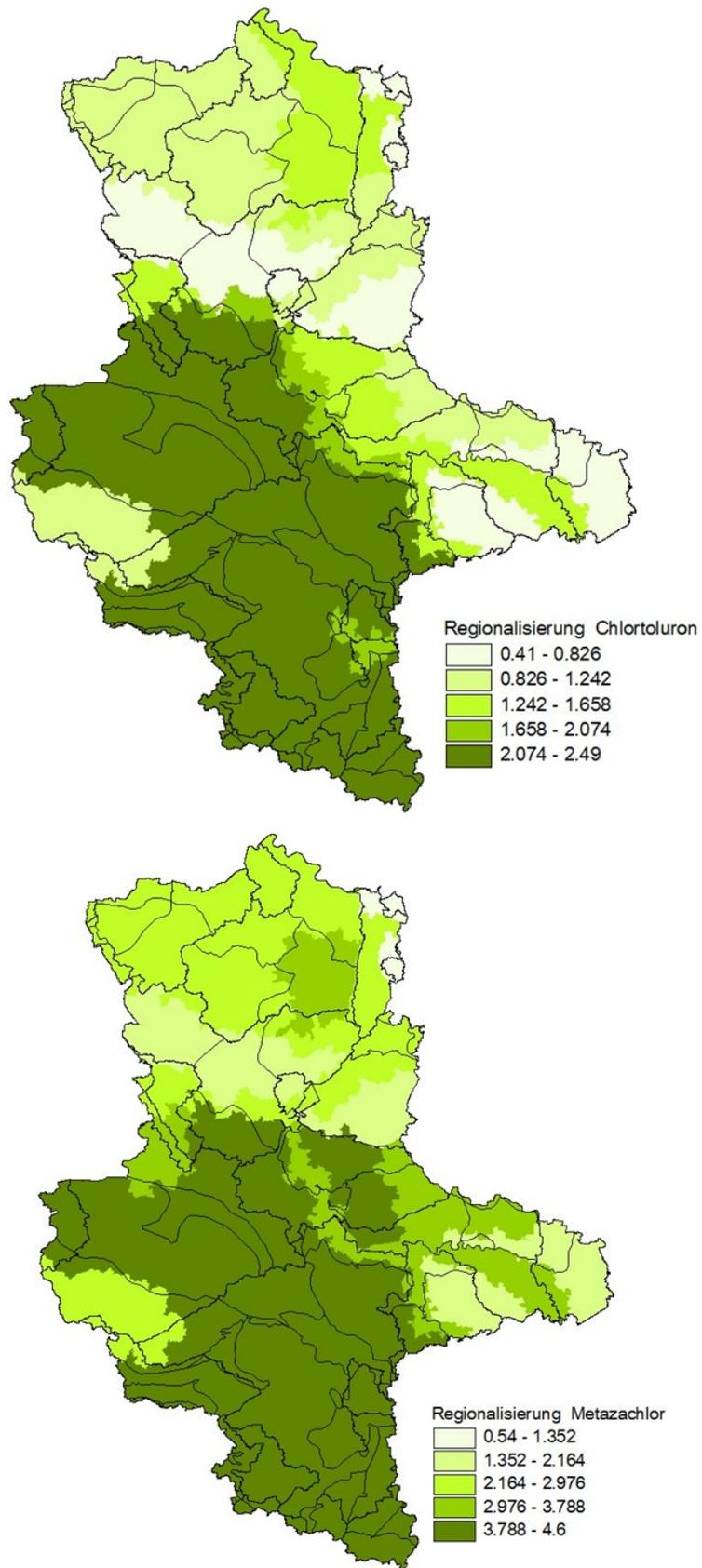
Insgesamt ist festzustellen, dass keiner der angesprochenen Wirkstoffe homogen über die Grundwasserkörper oder Oberflächenwasserkörper verteilt ist, sondern es lassen sich Schwerpunkte der Anwendung aus den Karten ablesen. Damit können sie zur Optimierung des Gewässermonitorings beitragen.

**Tab. 26: Abhängigkeit der Wirkstoffanwendung von regionalen Einflüssen**

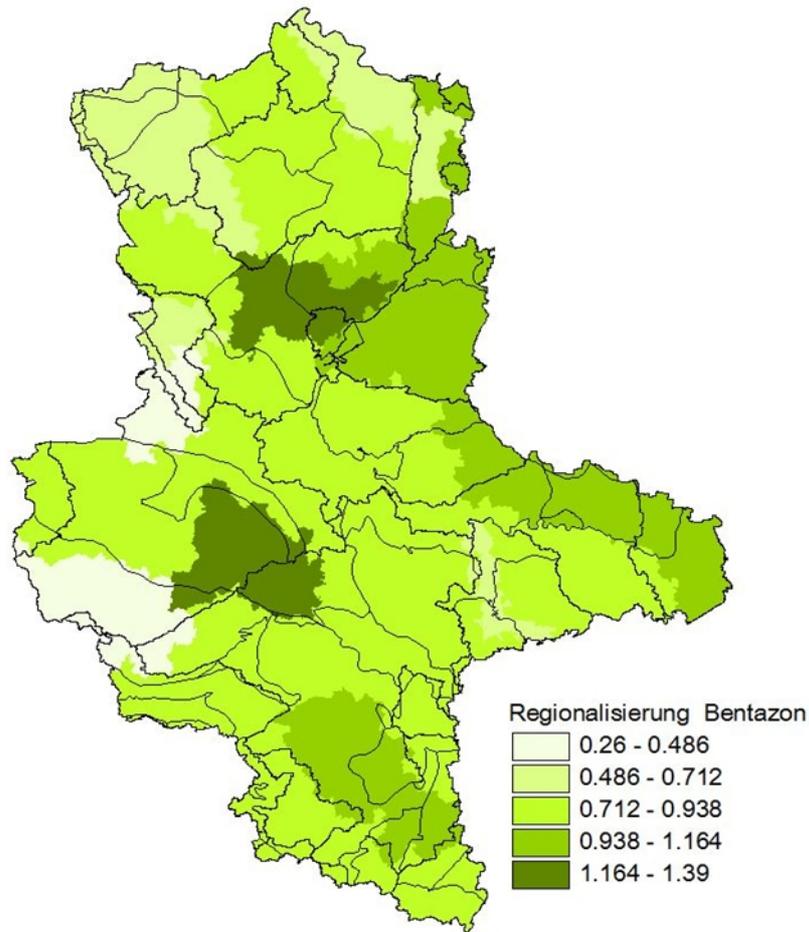
Wirkstoff	Min	Max	Diff Max, Min	MW	Median	SD	% SD-Abweichung vom MW	Rang
Glyphosat	17,63	38,07	20,44	29,09	30,39	4,41	15,17	1
Chlormequat	3,52	12,65	9,14	8,02	7,74	2,65	33,00	2
Isoproturon	4,02	8,59	4,57	6,84	6,81	1,15	16,88	3
Chlortoluron	1,56	13,90	12,34	5,02	3,79	3,45	68,74	4
Metamitron	0,01	11,68	11,67	4,06	4,54	3,19	78,46	5
Terbuthylazin	0,10	7,04	6,94	3,73	3,58	1,58	42,39	6
Metazachlor	0,54	4,60	4,07	3,24	3,32	1,03	31,90	7
Tebuconazol	1,27	4,27	3,00	3,20	3,24	0,73	22,90	8
S-Metolachlor	0,06	5,19	5,14	2,76	2,90	1,10	39,77	9
Fenpropimorph	1,30	3,46	2,17	2,60	2,59	0,54	20,87	10
Pendimethalin	0,95	4,56	3,61	2,59	2,49	0,77	29,78	11
Pethoxamid	0,56	3,77	3,22	2,49	2,51	0,80	32,18	12
Prothioconazol	0,92	3,31	2,39	2,43	2,54	0,66	27,20	13
Dimethenamid-P	0,68	3,51	2,83	2,37	2,37	0,63	26,51	14
MCPA	1,67	3,73	2,06	2,24	2,19	0,41	18,32	15
Ethephon	1,21	3,69	2,48	2,12	2,05	0,59	28,12	16
Diflufenican	1,26	2,66	1,40	1,81	1,76	0,32	17,94	17
Prosulfocarb	0,80	7,58	6,77	1,80	1,53	1,15	63,92	18
Chlorthalonil	0,41	2,49	2,07	1,64	1,72	0,63	38,17	19
Spiroxamine	0,64	2,22	1,58	1,52	1,58	0,44	29,06	20
Epoxiconazol	0,74	2,09	1,35	1,51	1,46	0,35	22,96	21
Mecoprop-P	0,44	2,34	1,90	1,44	1,49	0,58	40,16	22
Trinexapac	0,82	1,71	0,88	1,37	1,36	0,20	14,58	23
Dimethachlor	0,06	1,97	1,91	1,36	1,39	0,48	35,01	24
Mepiuaat	0,50	1,66	1,15	1,30	1,26	0,28	21,27	25



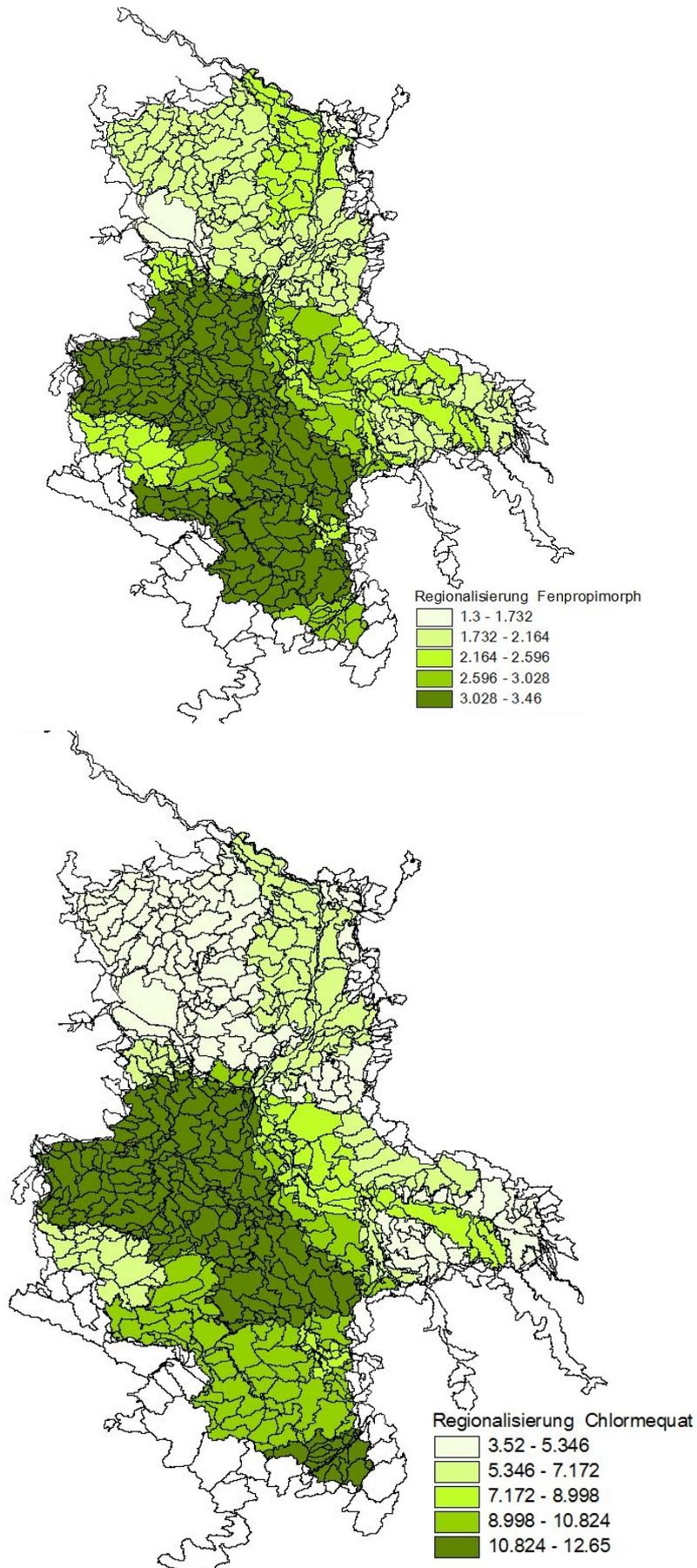
**Abb. 4: Wahrscheinlichkeit der Anwendung der Wirkstoffe Terbutylazin (oben) und Metamitron (unten) über die Grundwasserkörper in Sachsen-Anhalt**



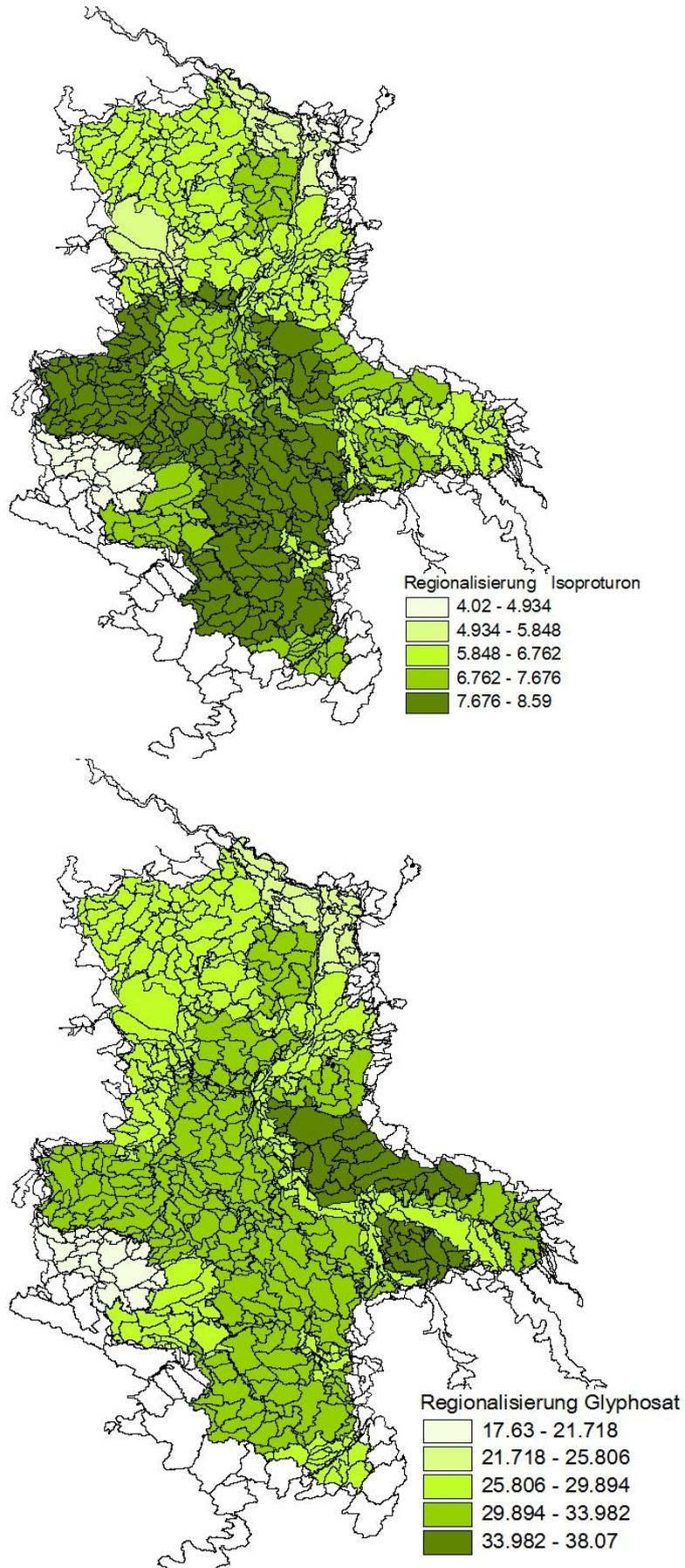
**Abb. 5: Wahrscheinlichkeit der Anwendung der Wirkstoffe Chlortoluron (oben) und Metazachlor (unten) über die Grundwasserkörper in Sachsen-Anhalt**



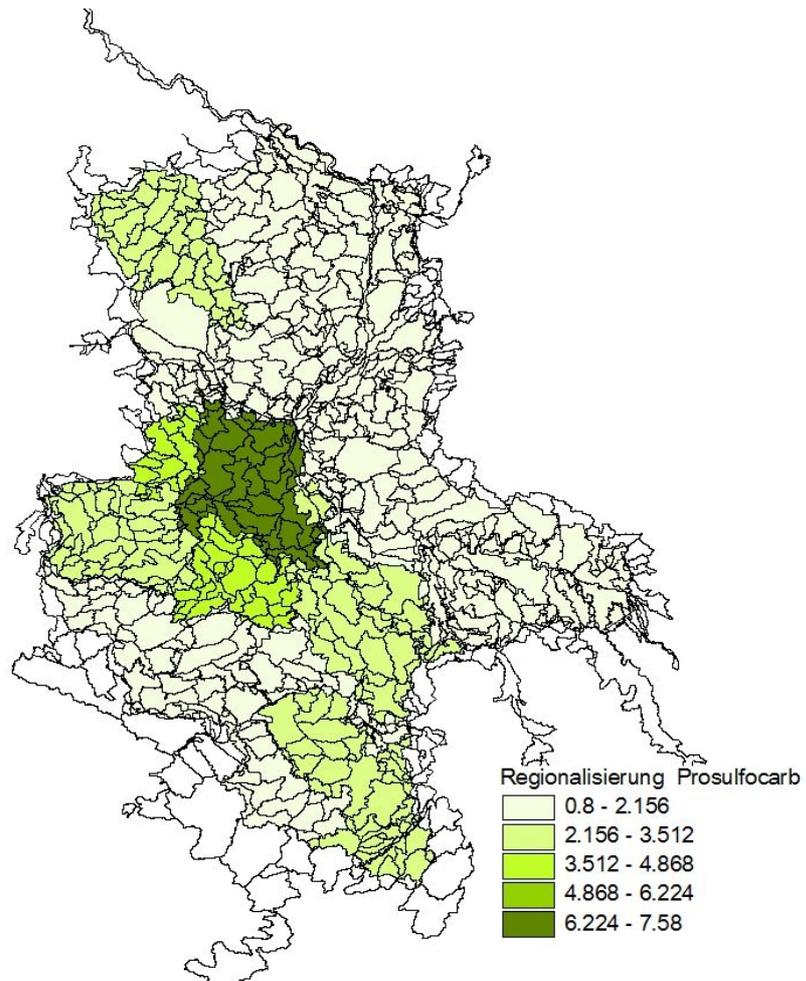
**Abb. 6: Wahrscheinlichkeit der Anwendung des Wirkstoffes Bentazon über die Grundwasserkörper in Sachsen-Anhalt**



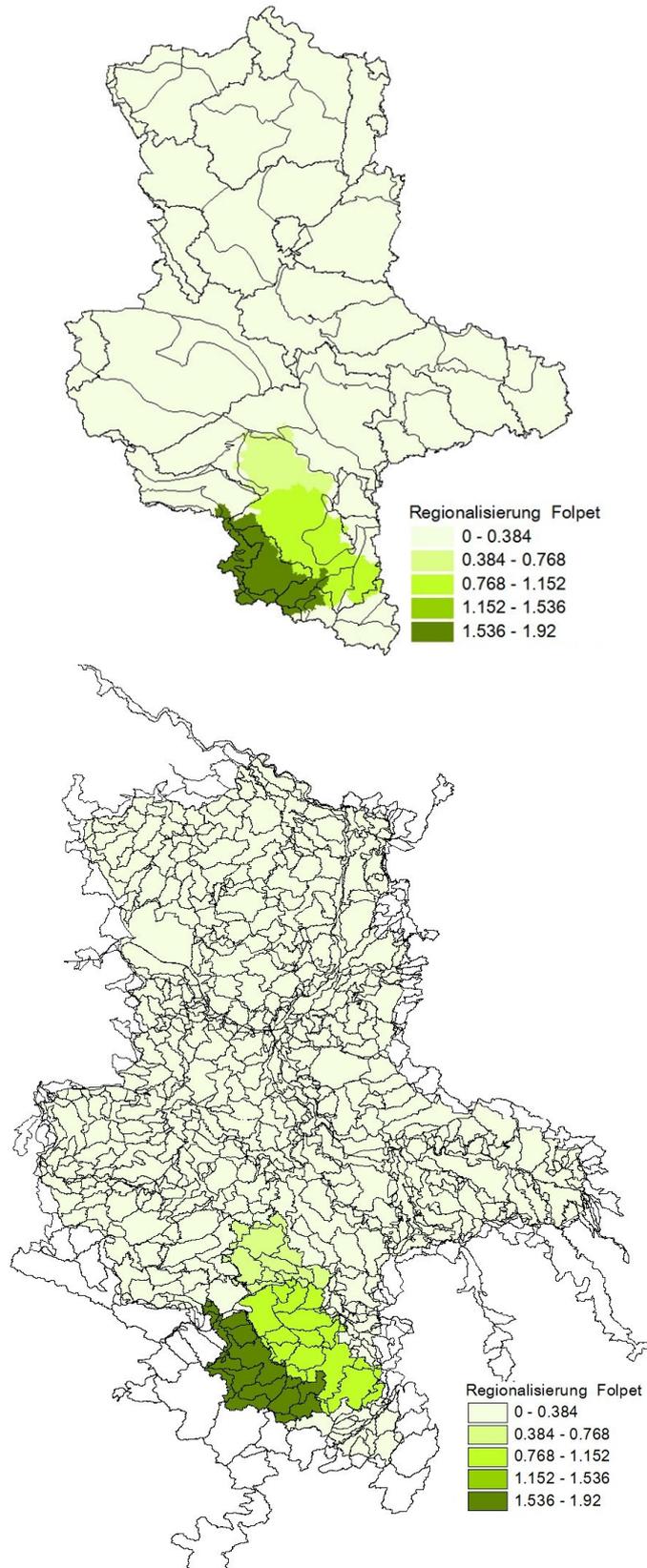
**Abb. 7: Wahrscheinlichkeit der Anwendung der Wirkstoffe Fenpropimorph (oben) und Chlormequat (unten) über die Oberflächenwasserkörper in Sachsen-Anhalt**



**Abb. 8: Wahrscheinlichkeit der Anwendung der Wirkstoffe Isoproturon (oben) und Glyphosat (unten) über die Oberflächenwasserkörper in Sachsen-Anhalt**



**Abb. 9: Wahrscheinlichkeit der Anwendung des Wirkstoffes Prosulfocarb über die Oberflächenwasserkörper in Sachsen-Anhalt**



**Abb. 10: Wahrscheinlichkeit der Anwendung des Wirkstoffes Folpet über die Grundwasserkörper (oben) und Oberflächenwasserkörper (unten) in Sachsen-Anhalt**

## 5. Zusammenfassende Empfehlungen zur Ausrichtung des Gewässermonitorings im Bundesland Sachsen-Anhalt

Hauptzielrichtung des Projektes war es, belastbare Hinweise für die Ausrichtung des Gewässermonitorings in Sachsen-Anhalt zu gewinnen. Dafür wurden verschiedene Datenquellen herangezogen. Mit der Tab. 13 wurde veranschaulicht, dass 51 Wirkstoffe bzw. Metaboliten im Grundwassermonitoring verankert sind und 66 Wirkstoffe auf das Oberflächenwasser entfallen. Davon haben 42 Wirkstoffe einen aktuellen Status der Zulassung. Siebzehn Wirkstoffe wurden im Zeitraum 1991 bis 2013 aus der Zulassung entlassen, womit sie im erfassten PBSM - Datenpool aus den Betrieben nicht mehr oder in untergeordneter Anzahl auftraten. Eine Beurteilung ihrer Bedeutung für die Gefährdung des Grund- bzw. Oberflächenwassers lässt sich daher nur aus den Befunden des Gewässermonitorings ableiten.

Im Grundwasser waren die Wirkstoffe Azoxystrobin und Flusilazol ohne Befunde und die Wirkstoffe Dimethachlor Fenpropimorph und Quinmerac wurden wenig häufig gefunden, ohne Überschreitung der Qualitätsnorm. Allein auf diese Wirkstoffe entfallen 4682 Analysen.

Im Oberflächenwasser traten diese Wirkstoffe auf und überschritten auch die UQN. Für Atrazin 9 Befunde, Dimethachlor 2, Fenpropimorph 8 und Quinmerac 10 Überschreitungen bei insgesamt 1915 Analysen.

Insgesamt ist einzuschätzen, dass das Monitoring für die aufgeführten Wirkstoffe und weitere Wirkstoffe ohne Befund (z.B. Alachlor) eingeschränkt werden könnte. Auch für weitere Altwirkstoffe wie die Atrazine (Atrazin; Simazin, Propazin, Prometryn) liegen viele Analysen vor. Die Belastung der Gewässer durch diese Stoffe ist bekannt, und das Monitoring könnte zeitlich gestreckt werden um Belastungsveränderungen zu dokumentieren. Gleiches gilt für die Metaboliten der Altwirkstoffe. Zudem wurden in der Tab. 24 Vorschläge in Bezug zu weiteren Wirkstoffen unterbreitet.

Nachfolgend wird daher insbesondere der Frage nachgegangen, welche Wirkstoffe auf Grund ihres Anwendungsumfangs, ihrer physikalisch-chemischen Eigenschaften oder ihrer Auffälligkeiten im Monitoring besonders beachtet oder in das Monitoring aufgenommen werden sollten und für welche Wirkstoffe regionale Untersetzungen von größerer Bedeutung sind.

In der Tab. 27 (Ausschnitt des Anhangs 10) sind die Entscheidungsgrundlagen für potenzielle Wirkstoffe zur Beachtung im Grundwassermonitoring aufgezeigt. Dabei erfolgte die Rangfolge nach der grau unterlegten Spalte, die die Informationen der vorstehenden Spalten als Mittelwert zusammenfasst. Die beiden letzten Spalten verdeutlichen die Abhängigkeit des Wirkstoffs von regionalen Einflüssen und sind so zu verstehen, dass z.B. Chlormequat eine hohe Einsatzwahrscheinlichkeit hat und dabei auch eine relativ hohe regionale Abhängigkeit. Ohne Berücksichtigung des Mittelwertes für die Einsatzwahrscheinlichkeit (also in Relation zu anderen, weniger angewendeten Wirkstoffen) sind regionale Abhängigkeiten relativ gering. Oder mit anderen Worten, Wirkstoffe die im Vergleich zu allen Wirkstoffen wenig in Anwendung sind, zeigen einen größeren regionalen

Bezug (vergl. auch Abb. 10). Fehlstellen unter der Spalte Rang M GW weisen darauf hin, dass der Wirkstoff im Gewässermonitoring bisher nicht erfasst ist und die grau unterlegten Zeilen verweisen auf Informationen aus der Tab. 25, die allein auf dem Kriterium Rang GW beruht. Die Tab. 27 enthält die 25 als potenziell am kritischsten zu beurteilenden Wirkstoffe für Grund- und Oberflächenwasser. Zwölf der aufgeführten Wirkstoffe sind im Monitoring bereits erfasst und sollten auch bevorzugt unter Beobachtung stehen. Für die 13 weiteren Wirkstoffe ist eine Übernahme in das angedacht.

**Tab. 27: Zusammenfassung aller Informationen und Ranking der Wirkstoffe in Bezug auf das Grundwasser (Langfassung der Tabelle als Anhang 6)**

PSM Gruppe	Wirkstoff	Rang ROZ	Rang GW	Rang M GW	Verkauf	Rang GW Mittelwert	MW+% SD	% SD
Wachstumsregler	Chlormequat	2	5		2	3,0	2	133
Herbizide	Chlortoluron	5	3			4,0	4	54
Herbizide	Terbuthylazin	6	1	13	3	5,8	6	86
Herbizide	Isoproturon	3	14	12	2	7,8	3	182
Herbizide	Metamitron	4	2	27	2	8,8	5	47
Herbizide	Dimethenamid-P	14	13		3	10,0	14	158
Fungizide	Tebuconazol	8	15	14	3	10,0	8	168
Herbizide	MCPA	17	4	19	3	10,8	15	179
Herbizide	S-Metolachlor	10	24		3	12,3	9	90
Herbizide	Napropamid	24	8			16,0	26	119
Fungizide	Epoxiconazol	21	10	35	3	17,3	21	167
Herbizide	Quinmerac	31	21	17	3	18,0	34	128
Herbizide	Glyphosat	1	53		1	18,3	1	186
Herbizide	Pethoxamid	11	42		3	18,7	12	136
Fungizide	Azoxystrobin	29	9			19,0	28	162
Fungizide	Propamocarb	41	17		3	20,3	46	27
Fungizide	Fenpropimorph	9	48	22	3	20,5	10	172
Herbizide	Flufenacet	35	26		3	21,3	30	185
Herbizide	Prosulfocarb	15	46		3	21,3	18	56
Herbizide	Metazachlor	7	27	49	3	21,5	7	138
Herbizide	Bentazon	37	29	1		22,3	36	150
Herbizide	Ethofumesat	42	6			24,0	41	50
Fungizide	Prochloraz	34	30	31	3	24,5	37	105
Fungizide	Boscalid	33	19	23		25,0	35	102
Herbizide	Pendimethalin	13	59		3	25,0	11	144

Legende: Rang ROZ - Rang nach Rangordnungszahl (Anwendung in der Praxis, Rang GW - Rang nach ROZ und Wirkstoffeigenschaften, Rang M GW - Rang des Wirkstoffes nach LHW - Monitoring GW für Wirkstoffe die bereits im Monitoring enthalten sind, Informationen aus der Wirkstoffabgabe, Rang GW Mittelwert - Mittelwert aus den vorhergehenden Werten zur Rangableitung, MW + %SD - Rang in Bezug zur Regionalität, Rangsortierung nach Mittelwert, dann nach % SD, % SD - Regionalität, Rangableitung nur nach \$ Standardabweichung vom Mittelwert.

Aus der Tab. 28 ergeben sich Einschätzungen zur Ausrichtung des Monitorings für das Oberflächenwasser. Der Kopf, Aufbau und Inhalt der Tab. 28 entspricht den zu Tab. 27 gegebenen Hinweisen. Eine Erweiterung der Tabelleninhalte auf weitere Wirkstoffe findet sich im Anhang 7. Unter den 25 nach allen im Bericht aufgeführten Kriterien ausgewählten Wirkstoffen, die für das Oberflächenwasser stärkere Bedeutung haben könnten, finden sich 11 Wirkstoffe, die bereits im Monitoring für das Oberflächenwasser berücksichtigt waren, z.T. ohne bisherige Befunde (Wirkstoffe Metazachlor und Metamitron mit Rang 40). Vierzehn der in Tab. 28 benannten Wirkstoffe waren bisher nicht berücksichtigt. Hier sollte eine Prüfung ihrer Aufnahme in das Monitoring erfolgen, wobei nach Rangstellung des Wirkstoffes in der Tab. 28 oder des Anhangs 11 entschieden werden sollte, sofern Beschränkungen notwendig sind.

**Tab. 28: Zusammenfassung aller Informationen und Ranking der Wirkstoffe in Bezug auf das Oberflächenwasser (Langfassung der Tabelle als Anhang 7)**

PSM Gruppe	Wirkstoff	Rang ROZ	Rang OW	Rang		Rang OW Mittelwert	MW+ % SD	% SD
				M OW	Verkauf			
Wachstumsregler	Chlormequat	2	1		2	1,7	2	133
Herbizide	Glyphosat	1	4		1	2,0	1	186
Herbizide	S-Metolachlor	10	8		3	7,0	9	90
Fungizide	Tebuconazol	8	5	19	3	8,8	8	168
Herbizide	Isoproturon	3	3	28	2	9,0	3	182
Herbizide	Prosulfocarb	15	11		3	9,7	18	56
Herbizide	Pendimethalin	13	13		3	9,7	11	144
Herbizide	Terbuthylazin	6	6	25	3	10,0	6	86
Herbizide	Pethoxamid	11	19		3	11,0	12	136
Fungizide	Fenpropimorph	9	7	27	3	11,5	10	172
Herbizide	Metazachlor	7	2	40	3	13,0	7	138
Herbizide	MCPA	17	9	29	3	14,5	15	179
Herbizide	Dimethenamid-P	14	27		3	14,7	14	158
Fungizide	Chlorthalonil	16	26		3	15,0	19	96
Fungizide	Mancozeb	28	16		2	15,3	32	33
Fungizide	Epoxiconazol	21	18	24	3	16,5	21	167
Herbizide	Diflufenican	22	23	6		17,0	17	181
Fungizide	Prothioconazol	12	39		3	18,0	13	156
Wachstumsregler	Ethephon	18	20			19,0	16	152
Herbizide	Quinmerac	31	22	21	3	19,3	34	128
Herbizide	Mefenpyr	26	14			20,0	187	65
Herbizide	Metamitron	4	35	40	2	20,3	5	47
Herbizide	Flufenacet	35	24		3	20,7	30	185
Herbizide	Chlortoluron	5	40			22,5	4	54
Herbizide	Dimethachlor	23	12	34		23,0	24	118

Legende: Rang ROZ - Rang nach Rangordnungszahl (Anwendung in der Praxis, Rang GW - Rang nach ROZ und Wirkstoffeigenschaften, Rang M GW - Rang des Wirkstoffes nach LHW - Monitoring GW für Wirkstoffe die bereits im Monitoring enthalten sind, Informationen aus der Wirkstoffabgabe, Rang GW Mittelwert - Mittelwert aus den

vorhergehenden Werten zur Rangableitung, MW + %SD - Rang in Bezug zur Regionalität, Rangsortierung nach Mittelwert, dann nach % SD, % SD - Regionalität, Rangableitung nur nach \$ Standardabweichung vom Mittelwert.

Abschließend sollen noch untersetzende Hinweise zum Regionsbezug der Wirkstoffe gegeben werden. Es wurde bereits vorstehend angemerkt, dass gerade weniger umfangreich angewendete Wirkstoffe einen hohen Regionsbezug haben können, weil ihre Anwendung an spezielle Fruchtarten oder Kulturen gebunden ist. Damit fallen sie im gesamten Wirkstoffranking auf hintere Plätze, können aber dennoch regional bedeutend sein. Nachfolgende Tab. 29 enthält Wirkstoffe mit geringer Einsatzwahrscheinlichkeit (in Bezug auf die detektierten Wirkstoffe aller Fruchtarten) aber hoher regionaler Abhängigkeit (relative Standardabweichung des Mittelwertes, %SD), wobei nicht nach Grund- oder Oberflächenwasser differenziert wurde.

**Tab. 29: Regionale Abhängigkeit seltener detektierter Wirkstoffe aus Praxisdaten.**

Wirkstoff	Min	Max	Diff Max, Min	MW	% SD- Abweichung vom MW	Rang
Maleinsäurehydrazid	0,00	0,08	0,08	0,00	511,56	1
Pyridat	0,00	0,06	0,06	0,00	511,56	2
Iprovalicarb	0,00	0,21	0,21	0,02	247,43	3
Quinoxyfen	0,00	0,03	0,03	0,00	247,43	4
Metiram	0,00	0,31	0,31	0,04	247,43	5
Folpet	0,00	1,92	1,92	0,24	242,26	6
6-Benzyladenin	0,00	0,02	0,02	0,00	236,02	7
Chlorantraniliprole	0,00	0,03	0,03	0,00	236,02	8
Spirodiclofen	0,00	0,01	0,01	0,00	236,02	9
Dodine	0,00	0,46	0,46	0,03	236,02	10
Abamectin	0,00	0,00	0,00	0,00	236,02	11
L-Tryptophan	0,00	0,01	0,01	0,00	236,02	12
Penconazol	0,00	0,05	0,05	0,00	236,02	13
Captan	0,00	5,72	5,72	0,36	236,02	14
Fenoxycarb	0,00	0,08	0,08	0,00	236,02	15
Pyrimethanil	0,00	0,10	0,10	0,01	222,78	16
Dithianon	0,00	2,07	2,07	0,14	213,18	17
Fosetyl	0,00	0,24	0,24	0,04	185,09	18
Myclobutanil	0,00	0,22	0,22	0,02	185,04	19
Fenhexamid	0,00	0,59	0,59	0,05	178,77	20
Kupferoxychlorid	0,00	1,71	1,71	0,14	176,77	21
Fludioxonil	0,00	0,12	0,12	0,02	160,12	22
Mandipropamid	0,00	0,16	0,16	0,02	157,11	23
Zoxamide	0,00	0,01	0,01	0,00	157,11	24
Amisulbrom	0,00	0,01	0,01	0,00	157,11	25

Tab. 29 stellt einen Ausschnitt der erfassten Wirkstoffe dar. Aus dem mit der Studie übergebenen GIS - Projekt kann der Regionalbezug der Wirkstoffe ersichtlich gemacht werden.

## 6. Diskussion der Ergebnisse

Es war Anliegen der Studie, Grundlagen für eine Einschätzung der Gefährdung von Grund- und Oberflächenwasser durch PBSM- und weiterer Wirkstoffe zu erarbeiten. Die Notwendigkeit einer Bewertung potenzieller Risiken durch genannte Stoffe ergibt sich aus den Anforderungen der Richtlinie 2000/60/EG (Wasserrahmenrichtlinie). Sie stellt das Wasser wegen seiner besonderen Bedeutung für Tiere, Pflanzen und den Menschen besonders unter Schutz, wobei neben dem geforderten guten chemischen Zustand (Wirkstoffproblematik) auch der ökologische Zustand bedeutsam ist.

Ein weiterer Grund ist im Pflanzenschutzgesetz formuliert. Im Abschnitt 2 werden eine gute fachliche Praxis und ein integrierter Pflanzenschutz im Umgang mit Pflanzenschutzmitteln gefordert. Er beinhaltet auch, dass Gefahren abgewehrt werden sollen, die insbesondere für die Gesundheit von Mensch und Tier und für den Naturhaushalt einschließlich des Grundwassers durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln entstehen können und im untersetzenden §4 wird zur Umsetzung eines fachlich fundierten Pflanzenschutzes ein Nationaler Aktionsplan (NAP, 2013) formuliert und die Verantwortlichkeiten staatlicher Behörden und die Mitwirkung der Öffentlichkeit festgelegt.

Auf der Grundlage des geltenden gesetzlichen Rahmens werden Daten zum chemischen Gewässerzustand durch Wasserbehörden erhoben, die Abgabe von Pflanzenschutzmitteln durch die Industrie registriert und Analysen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Deutschland auf der Grundlage von Betriebserhebungen sowie auf Ebene der wichtigsten landwirtschaftlichen Fruchtarten durchgeführt.

Damit liegen sehr vielgestaltige Informationen vor. So die Berichte der LAWA zur Grundwasserbeschaffenheit – Pflanzenschutzmittel – über verschiedene Berichtszeiträume, Ergebnisse aus deutschlandweit erhobenen Daten zum Pflanzenschutzmitteleinsatz (Freier u.a.) und die sogenannten NEPTUN bzw. PAPA Daten zum Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in unterschiedlichen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Allerdings ist es schwierig, die aufgeführten Daten im Sinne des formulierten Projektzieles – Optimierung des Gewässermonitorings – zusammenzufügen. Dafür gibt es mehrere Gründe.

- In Berichten vorliegende Daten sind bereits verdichtet und keine umfassenden Originaldaten, oft mit zeitlicher Verzögerung veröffentlicht.
- Die Aufarbeitung der Daten erfolgt nach anderen Zielsetzungen, so z.B. Berechnung des „Pflanzenschutzindex“ (Heyer u.a., 2005) zur Intensitätsbewertung des betrieblichen Pflanzenschutzes. Der Index ist im NAP (2013) als Indikator aufgeführt, beinhaltet Produktaufwandmengen, Anwendungskonzentrationen und Teilflächenapplikationen und ist damit vom Wirkstoff unabhängig.
- Die Datenerfassung berücksichtigt die wichtigsten Fruchtarten, für weitere Fruchtarten z.B. Leguminosen und Grünland verbleiben Fehlstellen und Flächen ohne PBSM-Einsatz sind ungenannt.

- Das Ranking der Wirkstoffe berücksichtigt oft nur die TOP TEN – Wirkstoffe und als Rangkriterium nur die Anwendungshäufigkeit.
- Die Datenzuordnung ist sehr grob gehalten, Abgabemengen von PBSM-Wirkstoffen werden z.B. in von/bis Tonnagen angegeben und auch die regionale Zuordnungen betrieblicher Daten ist wenig untersetzt.

Ungeachtet der vorstehenden Einschränkungen sind die aufgeführten Datengrundlagen (LAWA, 2013; Freier u.a. 2013; Roßberg 2013) als Referenzen für die mit der Studie gewonnenen Ergebnisse sehr wichtig und wertvoll und sie gaben Hinweise für die methodische Ausrichtung der Studie.

Der methodische Ansatz der Studie wurde auch auf der Grundlage der aus den Jahr 2010 und 2011 vorliegenden Erfahrungen (Heyer, 2010 u, 2011) weiter entwickelt und für die Regionalisierung der Ergebnisse mit aktuellen Daten zur Fruchtartenstruktur der 33 für Sachsen-Anhalt definierten LVG untersetzt.

Nach diesen Erfahrungen ist der für die Studie erfasste Pool betrieblicher Daten belastbar und auch die Zusammenfassung angewendeter Pflanzenschutzmittel zu „Fruchtartengruppen“ für weniger häufige Fruchtarten (z.B. Gewürz und Heilkräuter) fachlich zu begründen, da die angewendeten Wirkstoffe nahezu identisch sind.

Aus den Ergebnissen der vorhergehenden Studien resultiert ebenfalls der methodische Ansatz zur Ableitung eines Wirkstoffrankings auf Grundlage mehrerer Kriterien, was über die Zusammenfassung der Rankingergebnisse für das Einzelkriterium erfolgte. Im vorliegenden Bericht wurde diesbezüglich schrittweise vorgegangen, indem zunächst die Anwendungshäufigkeit bzw. –Wahrscheinlichkeit für ca. 197 Wirkstoffe in Bezug zu den Fruchtarten ermittelt wurden. Die Rangableitung erfolgte dann durch die Verbindung dieser Daten mit der Anbaustruktur (Fruchtartenanteile) der jeweiligen Betrachtungsebene (Land bzw. LVG). In diesem Zusammenhang ist für das Verständnis bedeutend, dass diese Werte nicht die Menge der eingesetzten Wirkstoffe dokumentieren, sondern als Wahrscheinlichkeit ihrer Anwendung zu interpretieren sind.

In einem weiteren Schritt erfolgte die Verknüpfung dieser Rangergebnisse mit Rangergebnissen, die aus der Zusammenfassung verschiedener Umwelteigenschaften der Wirkstoffe abgeleitet wurden. Sie sind in der Beschreibung zur Methodik dezidiert aufgeführt. Wichtigster Grund dieses Schrittes war es, das Ranking für Grund- und Oberflächenwasser zu differenzieren. In diesen Arbeitsschritt wurden 85 der ca. 194 detektierten Wirkstoffe einbezogen, wobei die Auswahl nach der Rangzahl der Anwendungswahrscheinlichkeit erfolgte. Das Problematische an diesem Schritt ist die Verfügbarkeit von Daten, die die Umwelteigenschaften der Wirkstoffe beschreiben. Für Grundwasser wurde hauptsächlich auf den GUS-Index (Gustafson, 1993) und SCI-Wert sowie die Hydrolyse der Wirkstoffe zurückgegriffen. Hinter den ersten beiden Werten liegen Modellierungsansätze bzw. Berechnungsalgorithmen, die verschiedene Wirkstoffeigenschaften berücksichtigen und das Leaching - Verhalten im Vergleich der Wirkstoffe differenzieren. Damit können die Wirkstoffe

in eine Rangfolge gesetzt werden. GUS-Index, SCI-Wert und die  $DT_{50}$  Hydrolyse Wasser weisen für die Rangbildung der Wirkstoffe in etwa die gleichen Tendenzen aus, weshalb nach fachlichem Ermessen einer dieser Werte zur Rangbildung nach risikobehaftete Werkstoffeigenschaften für das Grundwasser ausreichen würden. Allerdings sind die Daten nicht für alle Wirkstoffe gleichermaßen verfügbar, was durch die Verwendung mehrerer Kennzahlen ausgeglichen wurde.

Kriterien zur Differenzierung der Wirkstoffe in Hinsicht auf ihre Eigenschaften zur Kontamination von Oberflächenwasser sind schwieriger beizubringen und es gibt im Vergleich zum Grundwasser keine Modellansätze zur Einschätzung des Wirkstoffverhaltens, die sich in Zahlenwerten ausdrücken. Sicherlich auch, weil in diesem Bereich die Umwelteinflüsse eine größere Rolle spielen. In vorliegender Studie wurde davon ausgegangen, dass Wirkstoffe mit einem höheren  $K_{OC}$ -Wert und einer höheren Partikelbindung eher mit Erosionsereignissen in Gewässer eingetragen werden können. Allerdings waren die verfügbaren Daten lückenhaft, d.h. neben direkten Zahlenwerten gab es nur verbale Einschätzungen. Letztere wurden für die Studie nach fachlichem Ermessen in Zahlenwerte umgesetzt, was im Anhang ausgewiesen ist. Als weiteres Kriterium wurde die Photolyse Wasser berücksichtigt, denn es ist davon auszugehen, dass UV - widerstandsfähigere Wirkstoffe im Oberflächenwasser längere Zeit verbleiben. Für diese Eigenschaft war die Datenlage recht gut. Insgesamt ist jedoch einzuschätzen, dass die Aussagen zum Wirkstoffranking in Bezug auf das Oberflächenwasser weniger belastbar sind, bzw. eine starke Bindung an erosions- oder überschwemmungsgefährdete Gebiete besteht.

Letztlich wurden diese Ergebnisse, abgeleitet aus den betrieblichen Daten, mit den Befunden aus der Wirkstoffabgabe und dem Gewässermonitoring verbunden, wobei sich zeigt, dass Wirkstoffe mit hohem Abgabevolumen auch im Ranking auffällig sind. Die Kopplung dieser Datenquellen ist aus zwei Gründen sinnvoll. Sie dient erstens zur Überprüfung der aus den Betriebsdaten abgeleiteten Ränge mit Befunden aus dem Monitoring. Es zeigt sich, dass als risikoreich für das Grundwasser eingeschätzte Wirkstoffe tatsächlich auch im Grundwasser auffällig sind. Mit Ausnahme von Glyphosat wurden alle im LAWA – Bericht für den Zeitraum 2009 bis 2012 aufgeführten aktuellen Wirkstoffe im Ranking für das Grundwasser auf vorderen Plätzen erfasst. Glyphosat wurde im Ranking für Oberflächenwasser kritischer beurteilt als für das Grundwasser, was an den Werkstoffeigenschaften liegt. Insgesamt nimmt dieser Wirkstoff wegen seines hohen Anwendungsumfangs eine gewisse Sonderstellung ein.

Wegen der Treffgenauigkeit der Ranking – Aussagen zu den Daten des Gewässermonitorings bzw. den LAWA – Angaben ist davon auszugehen, dass im Ranking als potenziell kritisch ausgewiesene Wirkstoffe, die bisher nicht im Monitoring verankert sind, tatsächlich auch risikobehaftet sein können. Eine stärkere Beachtung dieser Wirkstoffe ist anzuraten.

Der zweite Grund für die Datenkopplung liegt in der Auffälligkeit von Altwirkstoffen bzw. aus der Zulassung entlassene Wirkstoffe im Gewässermonitoring. Sie werden über ein Ranking aktueller betrieblicher Daten zur Anwendung von PBSM – Wirkstoffen nicht mehr oder nur untergeordnet erfasst. So ist Bentazon in der Zulassung stark eingeschränkt, stellt in

Sachsen-Anhalt jedoch den auffälligsten Wirkstoff. Der Wirkstoff Oxadixyl ist mit tendenziell steigendem Risiko für Grundwasser ausgewiesen (LAWA, 2015), jedoch nicht mehr in der Anwendung und daher im Ranking nach Betriebsdaten nicht erfasst.

Mit den zuletzt aufgeführten Sachverhalten werden die Grenzen eines auf Betriebsdaten fußenden Rankings angewandeter PBSM deutlich und sie verweisen darauf, Entscheidungen zur Ausrichtung des Gewässermonitorings nicht allein auf dieser Basis zu treffen, sondern alle zugänglichen Datenquellen zu nutzen. Dies kann auch dadurch begründet werden, dass im dargestellten Ranking allein von Wirkstoffquellen aus der Landwirtschaft ausgegangen wird. Die Studie weist jedoch verschiedene weitere Wirkstoffe aus, die insbesondere für Oberflächenwasser kritisch zu sehen sind und z.T. den Wirkstoffen aus landwirtschaftlichen Quellen entsprechen. Besonders hervorzuheben sind Bentazon und Glyphosat aus Anwendungen im urbanen Bereich (Haus- und Hof) bzw. Tebuconazol als fungizider Wirkstoff im Holz- und Gebäudeschutz oder Mecoprop aus Dachbahnen, ein Wirkstoff der als Mecoprop –P in breiterer landwirtschaftlicher Anwendung ist.

Erkenntnisse aus diesen Anwendungsbereichen sind sehr schwer zu bekommen, weil – im Gegensatz zur Landwirtschaft – keine Pflichten zur Anwendungsdokumentation bestehen und Daten nur aus, meist begrenzte Zeit laufende Projekte, abzuleiten sind. Zumindest bestehen auf Grundlage der EU – Biozidverordnung Übersichten zu den im Holzschutz zugelassenen Wirkstoffen (DIBT, 2013) und für Farbanstriche (Bläueschutz) eine freiwillige Erfassung der Wirkstoffe.(VdL-RL 05, 2006).

Weiterhin ist zu beachten, dass im Ranking getroffene Aussagen nur für einen fachgerechten Umgang mit den Wirkstoffen gelten. Eine relativ hohe Anzahl von Wirkstoffnachweisen im Grund oder Oberflächenwasser werden jedoch auf Unfälle oder Fehlanwendungen zurückgeführt (Schmidt u.a. 210).

## Literatur

Biozidverordnung (2012): Verordnung (EU) No. 528/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Bereitstellung auf dem Markt und die Verwendung von Biozidprodukten.

Bräsicke, N. und M. Hommes (2013): Die Waldschutzsituation 2012 in der Bundesrepublik Deutschland. J. für Kulturpflanzen, 65 (4). S. 129–140, 2013,

Brenner, T. (2010): Kümmerliche Keim-Killer. Farben und Lacke. 6, 2010 S. 1 – 11.

Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2009): Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland. Ergebnisse der Meldungen gemäß § 19 Pflanzenschutzgesetz für die Jahre 2011; 2012; 2013.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2013): Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. 98 S.

Burkhardt, M. et al. (2008): Mecoprop in Bitumenbahnen - Auswaschung von Mecoprop aus Bitumenbahnen und Vorkommen im Regenabwasser. Forschungsbericht, S. 28.

Burkhardt, M. (2012): Auswaschung von Baumaterialien als Quelle von Mikroverunreinigungen in Gewässern. Tagungsvortrag Konstanz 2012.

BVL (2015): Liste zugelassener und genehmigte Anwendungen von Pflanzenschutzmitteln auf Flächen, die für die Allgemeinheit bestimmt sind

Stand: 28. Januar 2015

Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt) (Hrsg.) (2013): Holzschutzmittelverzeichnis. Verzeichnis der Holzschutzmittel mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung – Auflistung der Holzschutzmittel mit RAL-Gütezeichen – Auflistung der Bläueschutzmittel nach VdL-Richtlinie. 57. 224 S.

Freier, B., Sellmann, J., Strassemeyer, J., Schwarz, J., Klocke, B., Kehlenbeck, H. und W. Zornbach (2015): Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz Jahresbericht 2013. Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2013. Berichte aus dem Julius Kühn Institut, Nr. 178, 103 S.

Gustafson, D.I. (1993): Pesticides in Drinking Water. New York: van Nostrand Reinhold.

Heyer, W., Rossberg, D., Abraham, J. und O. Christen (2005): Erfassung und Beurteilung der Intensität des betrieblichen Pflanzenschutzes innerhalb des REPRO-Konzeptes. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 57, 126-131.

Heyer, W. (2010): Bericht zur Erstellung eines aktuellen Rankings der Anwendung von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen in der Landwirtschaft Sachsen-Anhalts. Erarbeitet im Auftrag des Landesbetriebes für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt. 71 S.

Heyer, W. (2011): Relevanzprüfung nicht relevanter PSM-Metaboliten im Grundwasser. Erarbeitet im Auftrag des Landesbetriebes für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt. Erarbeitet im Auftrag des Landesbetriebes für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt. 60 S.

Heyer, W. (2012): Bericht zum Projekt "Regionalisierung der Belastungen in Pflanzenschutzmittelwirkstoff-belasteten Grundwasserkörpern (GWK)". Erarbeitet im Auftrag des Landesbetriebes für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt. 219 S.

Laermann, H.-TH. (1996): Zulassungsverfahren und aktuelle Zulassungssituation der Pflanzenschutzmittel für die Anwendung auf Gleisanlagen. Mitt. a.d. Biol. Bundesanstalt, H. 319, S. 7 - 14.

LAWA (Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (2015): Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit – Pflanzenschutzmittel -. Berichtszeitraum 2009 – 2012. (unv. Arbeitspapier, Stand Jan. 2015)

MLU (Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt)(2011/2012): Bericht zur Lage der Land-, Ernährungs- und Forstwirtschaft und Tierschutzbericht des Landes Sachsen-Anhalt 2011/2012.

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

Roßberg, D. (2013): Erhebungen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Praxis im Jahr 2011. J. für Kulturpflanzen, 65 (4). S. 141–151, 2013,

Schmidt, B., M. Schneider (2010): Messstellenbezogene Bewertung von Bentazon-Fundmeldungen in Sachsen-Anhalt 2010. Bericht Messstellenbezogene Bewertung von Bentazon-Fundmeldungen im Grundwasser der Bundesländer Schleswig-Holstein, Hamburg, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Hessen 2010 (BASF DocID 2010/1151688).

Sobczyk, T. (2014): Der Eichenprozessionsspinner in Deutschland Historie–Biologie–Gefahren–Bekämpfung. BfN-Skripten 365, 171 S.

VdL-RL 05 (2006): Verband der deutschen Lackindustrie e.V., Richtlinie zur Registrierung von Bläueschutzmitteln.

Richtlinie 2000/60/EG WRRL

**Internetzugriffe:**

[WWW.bundeswaldinventur.de](http://WWW.bundeswaldinventur.de)

Angaben zum Forst

<http://www.eu-footprint.org>

Wirkstoff Datenbank

[http://www.epa.gov/oppefed1/models/water/scigrow\\_description.htm](http://www.epa.gov/oppefed1/models/water/scigrow_description.htm); 16.09.2011

Beschreibung SCI – Grow Index

<http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database> (Datenbank substituierter Wirkstoffe)

<http://www.deutschebahn.com/de/nachhaltigkeit>) Zugriff 2.11.2015 Deutsche Bahn AG

Biozid-Portal: [www.biozid.info](http://www.biozid.info)

Liste Biozide am UBA

# Anlagen

Anlage 1: Ausgewählte Eigenschaften zur Charakterisierung des Umweltverhaltens der betrachteten Wirkstoffe

Wirkstoff 2015	Wahrscheinlichkeit der Anwendung <sup>1</sup>	GUS-Index <sup>2</sup>	SCI-GROW-Index [kg/ha oder l/ha]	DT50 Boden (Tage)	DT50 Photolyse Wasser (Tage)	DT50 Hydrolyse Wasser (Tage)	Wasserlöslichkeit [mg/l]	Koc <sup>3</sup> (mg/g)	Koc- verbale Beschreibung	Potenzial für Partikel gebundenen Transport (verbal)
2,4-D	0,125	1,69	0,00388	4,4	38	200	24300	39,3	Mobile	Low
Aclonifen	1,526	0,3	0,00782	51	150	150	1,4	6000	Non-mobile	high
Amidosulfuron	0,007	3,7	0,197	21	80	200	3070	29,3	Mobile	Low
Azoxystrobin	1,401	2,65	0,198	180,7	8,7	1500	6,7	589	Slightly mobile	Medium
Bentazon	0,584	2,3	0,0682	25,3	2,94	150	570	55,3	Mobile	low
Bixafen	0,469	1,11	0,0243	500	82	200	0,49	850	Slightly mobile	High
Boscalid	0,925	2,56	0,182	203,6	150	150	4,64	850	Slightly mobile	Medium
Bromoxynil	0,496	ka	0,000417	0,97	0,3	10,4	0,13	302	Moderately mobile	Low
Captan	0,493	-0,16	0,000299	0,8	80	0,6	5,2	200		Low
Chloridazon	0,896	2,54	0,147	71	83	150	340	120	Moderately mobile	Low
Chloromequat	8,489	2,57	0,139	27,4	80	200	20852	300	Moderately mobile	Low
Chlorthalonil	1,637		-		-		ka	ka		
Chlortoluron	5,377	2,82	0,233	45	0,12	ka	74	196	Moderately mobile	Medium
Clomazone	0,426	2,96	0,302	63	150	150	1100	300	Moderately mobile	Medium
Clopyralid	0,226	5,06	2,43	34	271	200	143000	5		Low
Cyproconazol	0,303	3,1	0,378	142	40	200	93	300	Moderately mobile	Medium
Deiquat	0,946	-6,85	0,00535	2345	7	200	718000	2185000	Non-mobile	High
Dichlorprop-P	0,356	2,7	0,113	14	4	200	590	44	Mobile	Low
Difenoconazol	0,434	0,9	0,0179	130	80	200	15	850	Slightly mobile	High

Wirkstoff 2015	Wahrscheinlichkeit der Anwendung <sup>1</sup>	GUS-Index <sup>2</sup>	SCI-GROW-Index [kg/ha oder l/ha]	DT50 Boden (Tage)	DT50 Photolyse Wasser (Tage)	DT50 Hydrolyse Wasser (Tage)	Wasserlöslichkeit [mg/l]	Koc <sup>3</sup> (mg/g)	Koc- verbale Beschreibung	Potenzial für Partikel gebundenen Transport (verbal)
Diflufenican	1,846	1,58	0,0463	180	133	ka	0,05	850	Slightly mobile	High
Dimethachlor	1,521	1,83	0,0126	7,7	150	150	2300	30	Mobile	Low
Dimethenamid-P	2,657	2,24	0,0914	11	13,7	200	1450	300	Moderately mobile	Low
Dimethoat	0,516	1,06	0,00236	7,9	150	112,76	23800	30	Mobile	Low
Dimoxystrobin	0,451	3,05	0,359	210	30	200	4,3	300	Moderately mobile	Medium
Epoxiconazol	1,532	2,47	0,162	402,7	150	150	7,05	850	Slightly mobile	High
Esfenvalerat	0,013	-2,55	0,00535	66,6	2	428	0,001	251717	Non-mobile	High
Ethephon	2,131	0,72	0,0124	16	40,4	2,5	1000000	850	Slightly mobile	Medium
Ethofumesat	0,938	3,43	0,582	70	11	200	50	300	Moderately mobile	Medium
Fenpropidin	0,942	0,82	0,0159	69,3	150	150	530	850	Slightly mobile	High
Fenpropimorph	2,605	0,55	0,0108	37,4	150	150	4,3	6000	Non-mobile	Medium
Fluazinam	1,400	1,32	0,0315	11	2,5	3,6	0,135	16430	Non-mobile	Medium
Flufenacet	0,978	2,23	0,0999	40	80	200	56	401	Moderately mobile	Low
Fluopicolide	0,395	3,63	0,81	271	64	200	2,8	300	Moderately mobile	Medium
Fluoxastrobin	0,492	2,43	0,151	184	31	200	2,29	850	Slightly mobile	Medium
Fluroxypyr	0,694	ka	0,000415	27	150	150	91	300	Moderately mobile	Low
Flurtamone	0,722	3,13	0,396	56	1	200	10,7	300	Moderately mobile	Medium
Fluxapyroxad	0,351	2,57	0,185	183	-	-	3,44	850	Slightly mobile	Medium
Folpet	0,252	1,02	0,00353	4,7	80	0,05	0,8	304	Moderately mobile	Low
Glyphosat	32,605	-0,49	0,00535	24	69	150	15700	1435	Slightly mobile	Medium
Iodosulfuron	1,553	1,79	0,00512	6	80	1500	25000	50	Mobile	Low
iodosulfuron-methyl	1,553	0,71	0,00164	8	50	200	25000	30	Mobile	Low
Isoproturon	7,163	2,07	0,0486	18	76	1560	70,2	300	Moderately mobile	Low
Lenacil	0,062	2,18	0,066	179	80	200	2,9	165	Moderately mobile	Medium
Mancozeb	5,333	-1	0,00000284	0,1	80	1,3	6,2	998	Slightly mobile	Low

Wirkstoff 2015	Wahrscheinlichkeit der Anwendung <sup>1</sup>	GUS-Index <sup>2</sup>	SCI-GROW-Index [kg/ha oder l/ha]	DT50 Boden (Tage)	DT50 Photolyse Wasser (Tage)	DT50 Hydrolyse Wasser (Tage)	Wasserlöslichkeit [mg/l]	Koc <sup>3</sup> (mg/g)	Koc- verbale Beschreibung	Potenzial für Partikel gebundenen Transport (verbal)
MCPA	2,091	2,94	0,224	13,7	150	150	29390	30	Mobile	Low
Mecoprop-P	1,453	2,27	0,0263	8	44	ka	860	30	Mobile	Low
Mepiquat	1,351	1,33	0,0269	26	80	200	500000	850	Slightly mobile	Low
Mesotrione	0,491	2,8	0,152	32	89	200	160	122	Moderately mobile	Low
Metalaxyl-M	0,297	2,91	0,256	46,1	150	150	7100	300	Moderately mobile	Medium
Metaldehyd	0,234	1,5	0,00424	5,1	80	200	188	240	Moderately mobile	Low
Metamitron	8,476	3,05	0,281	14,2	0,08	43,5	1770	77,7	Moderately mobile	Low
Metazachlor	3,705	1,96	0,0259	19	150	150	450	54	Mobile	Low
Metconazol	0,328	1,83	0,0545	84	36	200	30,4	850	Slightly mobile	High
Metolachlor	ohne	2,1	0,0619	90	80	200	530	120		Medium
Metrafenone	0,573	1,22	0,0281	250,6	6,2	200	0,492	7061		High
Metribuzin	0,929	2,57	0,0764	28,7	0,45	150	1165	30	Mobile	Low
Napropamid	1,407	2,62	0,199	70	1,5	200	74	839	Slightly mobile	Medium
Pendimethalin	2,653	-0,39	0,00535	524,7	150	150	0,33	17581	Non-mobile	High
Pethoxamid	2,617	1,42	0,00569	6	14	200	400	300	Moderately mobile	Low
Phenmedipham	1,276	1,32	0,0246	38	150	0,6	1,8	888	Slightly mobile	Medium
Picoxystrobin	0,350	1,44	0,0334	20	21	200	3,1	965	Slightly mobile	Low
Pirimicarb	0,218	2,73	0,222	86	6	200	3100	300	Moderately mobile	Medium
Prochloraz	0,821	1,98	0,081	120	1,5	200	26,5	500	Slightly mobile	High
Propamocarb	3,360	-	-	14	80	1500	900000	-		low
Propamocarb hydrochloride	3,360	1,84	0,0609	39,3	80	200	1005000	850	Slightly mobile	Low
Propiconazol	0,564	1,51	0,0421	95,8	55	33,6	150	1086	Slightly mobile	High
Propoxycarbazon	0,017	4,54	2,21	23	18,1	200	42000	28,8	Mobile	Low
Propyzamid	0,816	1,8	0,0592	47	41	200	9	840	Slightly mobile	Medium
Prosulfocarb	5,511	0,83	0,0127	13,4	150	150	13,2	850	Slightly mobile	Medium

Wirkstoff 2015	Wahrscheinlichkeit der Anwendung <sup>1</sup>	GUS-Index <sup>2</sup>	SCI-GROW-Index [kg/ha oder l/ha]	DT50 Boden (Tage)	DT50 Photolyse Wasser (Tage)	DT50 Hydrolyse Wasser (Tage)	Wasserlöslichkeit [mg/l]	Koc <sup>3</sup> (mg/g)	Koc- verbale Beschreibung	Potenzial für Partikel gebundenen Transport (verbal)
Prosulfuron	0,198	5,9	4,17	62,1	242	200	4000	20	Very mobile	Medium
Prothioconazol	2,513	-0,18	0,000292	0,5	1,1	200	300	850	Slightly mobile	Low
Pyraclostrobin	0,338	0,06	0,00552	32	1,7	200	1,9	9304	Non-mobile	Medium
Quinmerac	1,017	2,56	0,118	30	66,1	200	107000	86	Moderately mobile	Low
Schwefel	1,207	1,3	0,0199	30	0,2	200	0,063	1950		Medium
S-Metolachlor	2,557	1,91	0,0485	15	-	200	480	300	Moderately mobile	Low
Spiroxamine	1,560	-0,25	0,00535	25	50,5	200	405	6000	Non-mobile	Medium
Sulcotrion	0,111	3,43	0,411	25	25,6	200	165	30	Mobile	Low
Tebuconazol	3,463	2	0,0794	489	150	150	36	850	Slightly mobile	Medium
Terbutylazin	3,727	3,07	0,348	108	84	150	6,6	300	Moderately mobile	Medium
Thiacloprid	0,418	0,14	0,000379	15,5	80	200	184	850	Slightly mobile	Low
Thiophanat-methyl	0,325	-	-	0,6	2,2	36	20	ka	keine Angaben	Low
Topramezone	0,220	4,75	3,65	218	80	200	100000	171	Moderately mobile	Medium
Trifloxystrobin	0,099	0,19	0,000533	7	2,7	40	0,61	850	Slightly mobile	Medium
Triflursulfuron	0,820	1,81	0,0088	6,5	13,9	-	1	30	Mobile	Low
Triflursulfuron-methyl	0,820	1,82	0,00883	3	13,9	32	260	30	Mobile	Low
Trinexapac	1,373	1,7	0,0412	4,2	30,9	150	200	300	Moderately mobile	Low
Vinclozolin	0,432	2,45	0,139	12	27	1,3	3,4	300	Moderately mobile	Low
Zoxamid	0,007	0,41	0,00122	60	8	15,7	0,681	1224	Slightly mobile	High

Wirkstoffe im Monitoring

Wirkstoffe im Monitoring mit geringem Anwendungsumfang

Zusätzliche Wirkstoffformulierung, dem verwandten Wirkstoff in der Anwendung gleichgesetzt

<sup>1</sup> – abgeleitet aus Betriebsdaten unter Berücksichtigung der Anwendungshäufigkeit, Anwendungskonzentration und behandelter Fläche (Teilflächenapplikation), ohne Dimension

<sup>2</sup> – für den Wirkstoff angegebener Wert, ohne Dimension

<sup>3</sup> – Adsorptionskoeffizient an organischer Substanz im Boden im Verhältnis zur wässrigen Lösung

**Anlage 2: Für das Oberflächenwasser geltende UQN und verwendete Quellen**

	UQN	Zord.	Wirkstoff	UQN	Zord.	Wirkstoff	UQN	Zord.
2,4-D	0,2	1	DFLFNICAN	0,009	1	METRIBUZI	0,2	1
ACLONIFEN	0,12	4	DICHLORVO	0,0006	3	OXADIXYL	31	5
A-ENDOSUL	Summe A+B	4	DICLPROP	0,1	1	PARATI-ME	0,02	1
ALACHLOR	0,3	3	DIMEFURON	0,1	6	PNDMTALIN	0,27	5
AMETRYN	0,5	1	DIMETHACL	0,05	5	PRIMICARB	0,09	1
AMPA	96	5	DIMETHOAT	0,1	1	PROCLAZ	0,1	6
AMSULFURO	0,1	6	DIURON	0,2	1	PROMETRYN	0,5	1
ATRAZIN	0,6	1	EPXCONAZO	0,2	1	PROPAZIN	0,25	5
AZOXYSTR	0,1	6	ESFENVAL	0,0001	5	PROXYCBZON	0,1	6
B-ENDOSUL	0,005 für A+B	4	FLUSLAZOL	0,1	6	PRPCNAZOL	1	1
BENTAZON	0,1	1	FLUTAMON	0,2	3	PYRCLOSTR	0,1	6
BOSCALID	0,1	6	FNPRMORPH	0,02	3	QUINMERAC	0,1	6
BRMOXYNIL	0,5	1	HEXAZINON	0,07	1	SIMAZIN	1	1
BROMACIL	0,6	1	IRGAROL	0,0025	4	SPIROXAMI	0,1	6
CLFNVPHS	0,1	1	ISOPROTUR	0,3	2	SULCOTION	0,1	3
CLOMAZON	0,1	6	LENACIL	1	5	TBCONAZOL	0,25	5
CLPYRFOSE	0,03	1	MCPA	0,1	1	TERBUAZIN	0,5	1
CLRIDAZON	0,1	1	MECOPROP	0,1	1	THIACLPRI	0,1	6
CLTOLURON	0,4	1	METALAXYL	120	5	TRFLOXSTR	0,1	6
DESETATRA	0,1	6	METAMITRO	4	5	TRFLURALI	0,03	1
DESIPATRA	0,1	6	METAZACL	0,4	1	TRICLOSAN	0,02	1
DETBUAZIN	0,1	6	METOLACL	0,2	1	ZOXAMID	0,1	6

- 1 → Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung - OGewV) OGewV, Ausfertigungsdatum: 20.07.2011; Anlage 5
- 2 → Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung - OGewV) OGewV, Ausfertigungsdatum: 20.07.2011; Anlage 7
- 3 → *Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung - OGewV) OGewV, Stand: 29.04.2015 → noch nicht umgesetzt!*

- 4 → RICHTLINIE 2013/39/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik
- 5 → Diese Vergleichswerte (UQN-Vorschläge) der LAWA dienen zur Orientierung . Die UQN-Vorschläge wurden von Forschungsarbeiten abgeleitet, die z. B. stoffspezifisch Ökotoxologie, Wassergefährdungspotential, etc. einbeziehen
- 6 → der Vergleichswert von 0,1 µg/l basiert auf dem Vorsorgewert der Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TrinkwV 2001), Letzte Änderung durch:"Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. August 2013 (BGBl. I S. 2977), die durch Artikel 4 Absatz 22 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154) geändert worden ist"; Anhang 2, Teil I, Lfd.-Nr. 10

**Anlage 3: Einsatzwahrscheinlichkeit aller mit den landwirtschaftlichen Betriebsdaten erfassten PBSM-Wirkstoffe**

Rang	PSM Gruppe	Wirkstoff	ROZ (Einsatzwahrscheinlichkeit)
1	Herbizide	Glyphosat	1060,863
2	Wachstumsregler	Chlormequat	265,770
3	Herbizide	Isoproturon	229,712
4	Herbizide	Chlortoluron	194,904
5	Herbizide	Metamitron	141,026
6	Herbizide	Terbuthylazin	136,453
7	Fungizide	Tebuconazol	108,329
8	Herbizide	Metazachlor	107,727
9	Herbizide	S-Metolachlor	99,144
10	Herbizide	Pendimethalin	90,245
11	Herbizide	Pethoxamid	87,062
12	Fungizide	Fenpropimorph	85,415
13	Herbizide	Dimethenamid-P	82,007
14	Fungizide	Prothioconazol	81,120
15	Wachstumsregler	Ethephon	72,128
16	Herbizide	MCPA	72,121
17	Herbizide	Prosulfocarb	66,555
18	Herbizide	Diflufenican	60,982
19	Fungizide	Chlorthalonil	53,780
20	Fungizide	Spiroxamine	50,049
21	Fungizide	Epoxiconazol	49,739
22	Herbizide	Mecoprop-P	46,122
23	Wachstumsregler	Trinexapac	45,794
24	Herbizide	Dimethachlor	45,280
25	Fungizide	Mepiquat	43,090
26	Herbizide	Napropamid	41,896
27	Fungizide	Azoxystrobin	39,313
28	Herbizide	Aclonifen	37,987
29	Fungizide	Schwefel	37,123
30	Fungizide	Mancozeb	36,988
31	Herbizide	Flufenacet	31,660
32	Fungizide	Fenpropidin	30,118
33	Herbizide	Quinmerac	28,569
34	Herbizide	Fluroxypyr	27,988
35	Fungizide	Boscalid	27,742
36	Herbizide	Bentazon	27,473
37	Fungizide	Prochloraz	26,696
38	Herbizide	Propyzamid	24,523
39	Herbizide	Flurtamone	24,033
40	Fungizide	Propamocarb	22,635
41	Herbizide	Phenmedipham	22,581
42	Herbizide	Ethofumesat	20,746
43	Herbizide	Chloridazon	19,113
44	Fungizide	Metrafenone	18,471

Rang	PSM Gruppe	Wirkstoff	ROZ (Einsatzwahrscheinlichkeit)
45	Fungizide	Propiconazol	18,063
46	Herbizide	Triflursulfuron	17,771
47	Insektizide	Dimethoat	16,773
48	Herbizide	Deiquat	16,605
49	Fungizide	Fluoxastrobin	16,339
50	Fungizide	Captan	15,610
51	Herbizide	Bromoxynil	15,527
52	Fungizide	Bixafen	15,411
53	Herbizide	Mesotrione	14,817
54	Herbizide	2,4 D	14,099
55	Fungizide	Dimoxystrobin	13,471
56	Herbizide	Clomazone	12,266
57	Herbizide	Dichlorprop-P	12,265
58	Fungizide	Difenoconazol	12,208
59	Fungizide	Picoxystrobin	11,340
60	Fungizide	Fluxapyroxad	11,211
61	Herbizide	Vinclozolin	10,947
62	Fungizide	Thiophanat-methyl	10,848
63	Fungizide	Pyraclostrobin	10,817
64	Fungizide	Metconazol	10,189
65	Fungizide	Cyproconazol	9,680
66	Fungizide	Fluazinam	9,499
67	Insektizide	Thiacloprid	8,630
68	Herbizide	Dicamba	7,897
69	Herbizide	Topramezone	7,260
70	Moluskizid	Metaldehyd	7,179
71	Herbizide	Metribuzin	6,689
72	Fungizide	Kresoxim-methyl	6,217
73	Fungizide	Flusilazol	6,179
74	Herbizide	Triclopyr	6,178
75	Insektizide	Pirimicarb	6,166
76	Herbizide	Fluazifop-P	6,016
77	Herbizide	Clopyralid	6,013
78	Insektizide	Paraffinöl	6,009
79	Fungizide	Dithianon	5,836
80	Fungizide	Kupferoxychlorid	5,741
81	Insektizide	Etofenprox	5,689
82	Herbizide	Prosulfuron	5,599
83	Herbizide	Pyroxsulam	5,484
84	Herbizide	Propaquizafop	5,318
85	Herbizide	Bifenox	5,070
86	Wachstumsregler	Prohexadion	5,038
92	Fungizide	Isopyrazam	4,722
87	Fungizide	Cyprodinil	4,705
88	Fungizide	Kupferhydroxid	4,653

Rang	PSM Gruppe	Wirkstoff	ROZ (Einsatzwahrscheinlichkeit)
89	Rodentizid	Zinkphosphid	4,551
90	Fungizide	Folpet	4,413
91	Insektizide	lambda-Cyhalothrin	4,388
93	Herbizide	Quizalofop-P	4,054
94	Herbizide	Pinoxaden	3,934
95	Herbizide	Tribenuron	3,714
96	Fungizide	Triadimenol	3,613
97	Herbizide	Nicosulfuron	3,544
98	Herbizide	Sulcotrion	3,415
99	Herbizide	Desmedipham	3,277
100	Insektizide	alpha-Cypermethrin	3,252
101	Fungizide	Fluopyram	3,162
102	Herbizide	Tembotrione	3,134
103	Fungizide	Carbendazim	3,054
104	Herbizide	Ioxynil	2,925
105	Fungizide	Paclobutrazol	2,911
106	Herbizide	Foramsulfuron	2,824
107	Fungizide	Trifloxystrobin	2,815
108	Fungizide	Fluopicolide	2,684
109	Herbizide	Florasulam	2,468
110	Herbizide	Fenoxaprop-p	2,342
111	Herbizide	Carfentrazone	2,298
112	Herbizide	Beflubutamid	2,060
113	Fungizide	Metalaxyl-M	1,981
114	Insektizide	Pymetrozin	1,972
115	Herbizide	Thifensulfuron	1,954
116	Fungizide	Fenhexamid	1,866
117	Insektizide	Acetamiprid	1,571
118	Herbizide	Metsulfuron	1,499
119	Herbizide	Lenacil	1,335
120	Herbizide	Sulfosulfuron	1,296
121	Fungizide	Dodine	1,258
122	Fungizide	Dimethomorph	1,250
123	Herbizide	Methylester	1,236
124	Herbizide	Tritosulfuron	1,191
125	Herbizide	Haloxypop-R	1,188
126	Fungizide	Fosetyl	1,185
127	Insektizide	Tau-Fluvalinat	1,062
128	Herbizide	Clethodim	1,055
129	Fungizide	Proquinazid	1,022
130	Fungizide	Cymoxanil	0,936
131	Insektizide	Indoxacarb	0,903
132	Herbizide	Glufosinat-ammonium	0,835
133	Fungizide	Mandipropamid	0,793
134	Insektizide	beta-Cyfluthrin	0,785

Rang	PSM Gruppe	Wirkstoff	ROZ (Einsatzwahrscheinlichkeit)
135	Fungizide	Famoxadone	0,757
136	Herbizide	Cycloxydim	0,717
137	Herbizide	Flupyrsulfuron-methyl	0,684
138	Fungizide	Metiram	0,673
139	Herbizide	Mecoprop	0,667
140	Fungizide	Myclobutanil	0,663
141	Fungizide	Fludioxonil	0,640
142	Insektizide	zeta-Cypermethrin	0,626
143	Herbizide	Picolinafen	0,580
144	Herbizide	Rimsulfuron	0,578
145	Herbizide	Propoxycarbazone	0,552
146	Insektizide	Deltamethrin	0,523
147	Herbizide	Aminopyralid	0,466
148	Fungizide	Fluquinconazol	0,465
189	Herbizide	Iodosulfuron	0,461
149	Fungizide	Iprovalicarb	0,450
151	Wachstumsregler	alpha-Naphthylacetatamid	0,437
153	Insektizide	Esfenvalerate	0,367
154	Herbizide	Penoxsulam	0,342
155	Herbizide	Cinidon-ethyl	0,338
156	Fungizide	Pyrimethanil	0,293
157	Herbizide	Flumioxazin	0,247
158	Herbizide	Picloram	0,223
159	Herbizide	Mesosulfuron	0,218
160	Herbizide	Amidosulfuron	0,214
161	Insektizide	Fenoxycarb	0,210
162	Herbizide	Triasulfuron	0,166
163	Fungizide	Cyflufenamid	0,161
164	Insektizide	gamma-Cyhalothrin	0,161
165	Fungizide	Tetraconazole	0,153
166	Fungizide	Penconazol	0,134
167	Insektizide	Clothianidin	0,125
168	Fungizide	Cyazofamid	0,123
169	Wachstumsregler	Maleinsäurehydrazid	0,121
170	Insektizide	Methoxyfenozide	0,107
171	Insektizide	Flonicamid	0,107
172	Herbizide	Pyridat	0,090
173	Insektizide	Chlorantraniliprole	0,086
174	Fungizide	Quinoxifen	0,070
175	Fungizide	Amisulbrom	0,066
176	Herbizide	Clodinafop	0,061
177	Wachstumsregler	6-Benzyladenin	0,058
178	Herbizide	Metosulam	0,056
179	Herbizide	Imazamox	0,053
180	Insektizide	Clofentezin	0,051

Rang	PSM Gruppe	Wirkstoff	ROZ (Einsatzwahrscheinlichkeit)
181	Moluskizid	Methiocarb	0,050
182	Fungizide	Zoxamide	0,049
183	Insektizide	Cypermethrin	0,043
184	Herbizide	Trifluralin	0,042
186	Sonstiges	L-Tryptophan	0,029
187	Insektizide	Bifenthrin	0,022
188	Akarizid	Spirodiclofen	0,014
190	Herbizide	Mefenpyr	0,008
191	Herbizide	Pyraflufen	0,008
193	Insektizide	Abamectin	0,002
194	Pheromon	Codlemone	0,000
195	Biologisch	Granulosevirus	0,000
196	Sonstiges	Natronlauge	0,000
197	Herbizide	Octansäureester	0,000

\*Cypermethrin gesamt: Rang 98

Legende: ROZ – Berechnete Rangordnungszahl als Produkt der Anwendungshäufigkeit

#### Anlage 4: Im LHW – Monitoring verwendete Wirkstoffkürzel und Wirkstoffbezeichnung

lfd.-Nr.	Abkürzung	Wirkstoff	lfd.-Nr.	Abkürzung	Wirkstoff	lfd.-Nr.	Abkürzung	Wirkstoff
1	24-D	2,4-D	26	DESIPATRA	Desisopropylatrazin	51	METAZACL	Metazachlor
2	ACLONIFEN	Aclonifen	27	DETBUAZIN	Desethylterbuthylazin	52	METOLACL	Metolachlor
3	A-ENDOSUL	Alpha-Endosulfan	28	DETERBUZIN	Desethylterbuthylazin	53	METRIBUZI	Metribuzin
4	ALACHLOR	Alachlor	29	DFLFNICAN	Diflufenican	54	OXADIXYL	Oxadixyl
5	alpha-HCH	isimer Hexachlorcyclohexan (Lindan)	30	DICHLORVO	Dichlorvos	55	PARATI-ME	Parathion-methyl
6	AMETRYN	Ametryn	31	DICLPROP	Dichlorprop	56	PRIMICARB	Pirimicarb
7	AMISULF	Amidosulfuron	32	DIMEFURON	Dimefuron	57	PNDMTALIN	Pendimethalin
8	AMPA	Aminomethylphosphonsäure (AMPA)	33	DIMETHACL	Dimethachlor	58	PROCLAZ	Prochloraz
9	AMSULFURO	Amidosulfuron	34	DIMETHOAT	Dimethoat	59	PROMETRYN	Prometryn
10	ATRAZIN	Atrazin	35	DIURON	Diuron	60	PROPAZIN	Propazin
11	AZOXYSTR	Azoxystrobin	36	EPXCONAZO	Epoxyconazol	61	PROXYCBZON	Propoxycarbazon
12	B-ENDOSUL	Beta-Endosulfan	37	ESFENVAL	Esfenvalerat	62	PRPCNAZOL	Propiconazol
13	BENTAZON	Bentazon	38	FLUSLAZOL	Flusilazol	63	PYRCLOSTR	Pyraclostrobin
14	beta-HCH	isimer Hexachlorcyclohexan (Lindan)	39	FLUTAMON	Flurtamone	64	QUINMERAC	Quinmerac
15	BOSCALID	Boscalid	40	FNPRMORPH	Fenpropimorph	65	SIMAZIN	Simazin
16	BRMOXYNIL	Bromoxynil	41	gamma-HCH	Lindan	66	SPIROXAMI	Spiroxamine
17	BROMACIL	Bromacil	42	Glyphosat	Glyphosat	67	SULCOTION	Sulcotrion
18	CLFNVPHS	Chlorfenvinphos	43	HEXAZINON	Hexazinon	68	TBCONAZOL	Tebuconazol
19	CLOMAZON	Clomazone	44	ISOPROTUR	Isoproturon	69	TERBUAZIN	Terbuthylazin
20	CLPYRFOSE	Chlorpyrifos	45	IRGAROL	Cybutryn (Irgarol)	70	THIACLPRI	Thiacloprid
21	CLRIDAZON	Chloridazon	46	LENACIL	Lenacil	71	TRFLOXSTR	Trifloxystrobin
22	CLTOLURON	Chlortoluron	47	MCPA	MCPA	72	TRFLURALI	Trifluralin
23	DEATZ	Desethylatrazin	48	MECOPROP	Mecoprop	73	TRICLOSAN	Triclosan
24	delta-HCH	isimer Hexachlorcyclohexan (Lindan)	49	METALAXYL	Metalaxyl	74	ZOXAMID	Zoxamid
25	DESETATRA	Desethylatrazin	50	METAMITRO	Metamitron			

**Anlage 5: Rangstellung der wichtigsten erfassten Wirkstoffe, ermittelt auf Grundlage der Anwendungswahrscheinlichkeit und ausgewählten Stoffeigenschaften (siehe auch Methodik)**

lfd.-Nr.	Wirkstoff	Rang GW	Rang OW	Anmerkung
1	2,4-D	72	57	
2	Aclonifen	63	28	
3	Amidosulfuron	69	86	
4	Azoxystrobin	9	42	
5	Bentazon	29	51	
6	Bixafen	60	43	
7	Boscalid	19	21	
8	Bromoxynil	70	70	
9	Captan	81	45	
10	Chloridazon	25	34	
11	Chlormequat	5	1	
12	Chlorthalonil	75	26	
13	Chlortoluron	3	40	
14	Clomazone	16	41	
15	Clopyralid	18	52	
16	Cyproconazol	22	61	
17	Deiquat	76	68	
18	Dichlorprop-P	31	66	
19	Difenoconazol	67	50	
20	Diflufenican	55	23	
21	Dimethachlor	39	12	
22	Dimethenamid-P	13	27	
23	Dimethoat	74	38	
24	Dimoxystrobin	11	54	
25	Epoxiconazol	10	18	
26	Esfenvalerat	86	87	
27	Ethephon	57	20	
28	Ethofumesat	6	53	potezieller Grundwasserkontaminant
29	Fenpropidin	56	33	
30	Fenpropimorph	48	7	
31	Fluazinam	68	71	
32	Flufenacet	26	24	
33	Fluopicolide	34	76	
34	Fluoxastrobin	28	48	
35	Fluroxypyr	61	25	
36	Flurtamone	7	60	
37	Fluxapyroxad	41	65	
38	Folpet	82	69	
39	Glyphosat	53	4	
40	Iodosulfuron	84	79	
41	iodosulfuron-methyl	85	83	

lfd.-Nr.	Wirkstoff	Rang GW	Rang OW	Anmerkung
42	Isoproturon	14	3	
43	Lenacil	71	78	
44	Mancozeb	78	16	potenziell Gewässer belastend
45	MCPA	4	9	
46	Mecoprop-P	45	15	
47	Mepiquat	43	14	Einordnung nach Eigenschaften für Mepiquat-Chlorid
48	Mesotrione	23	36	
49	Metaxyl-M	47	74	
50	Metaldehyd	73	49	potenzieller Grundwasserkontaminant
51	Metamitron	2	35	
52	Metazachlor	27	2	
53	Metconazol	50	64	
54	Metolachlor**	20	10	in EU nicht genehmigt, aus der Zulassung
55	Metrafenone	54	62	
56	Metribuzin	44	77	
57	Napropamid	8	47	potenzieller Grundwasserkontaminant
58	Pendimethalin	59	13	
59	Pethoxamid	42	19	
60	Phenmedipham	62	29	
61	Picoxystrobin	65	59	
62	Pirimicarb	33	73	
63	Prochloraz	30	63	
64	Propamocarb	17	31	
65	Propamocarb hydrochloride	36	32	
66	Propiconazol	52	46	
67	Propoxycarbazon	51	85	Zuordnung mit Daten für Propamocarb hydrochlorid
68	Propyzamid	37	37	potenzieller Grundwasserkontaminant
69	Prosulfocarb	46	11	
70	Prosulfuron	58	84	
71	Prothioconazol	66	39	
72	Pyraclostrobin	77	72	
73	Quinmerac	21	22	
74	Schwefel	49	58	anorganische Verbindung
75	S-Metolachlor	24	8	potenzieller Grundwasserkontaminant
76	Spiroxamine	64	17	
77	Sulcotrion	32	75	
78	Tebuconazol	15	5	
79	Terbuthylazin	1	6	

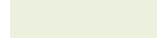
lfd.-Nr.	Wirkstoff	Rang GW	Rang OW	Anmerkung
80	Thiaclopid	79	44	Gegenwärtig Moratorium für Anwendung in blühenden Beständen
81	Thiophanat-methyl	38	67	
82	Topramezone	12	55	
83	Trifloxystrobin	83	80	
84	Triflusulfuron	87	81	
85	Triflusulfuron-methyl	80	82	
86	Trinexapac	35	30	
87	Vinclozolin	40	56	
88	Zoxamid	88	88	

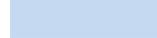
Legende:

\* eingeschränkte Zuverlässigkeit der Angaben für GW wegen teils fehlender Wirkstoffeigenschaften

\*\* Zulassung abgelaufen

 Wirkstoffe im Monitoring

 Wirkstoffe im Monitoring mit geringem Anwendungsumfang

 Zusätzliche Wirkstoffformulierung, dem verwandten Wirkstoff in der Anwendung gleichgesetzt

**Anlage 6: Rangstellung der wichtigsten Wirkstoffe in Bezug auf Grundwasser unter Berücksichtigung aller Datengrundlagen (Langfassung der Tab. 27, Erklärungen im Text)**

PSM Gruppe	Wirkstoff	Rang ROZ	Rang GW	Rang M GW	Verkauf	Rang GW Mittelwert	MW+% SD	% SD
Wachstumsregler	Chlormequat	2	5		2	3,0	2	133
Herbizide	Chlortoluron	5	3			4,0	4	54
Herbizide	Terbuthylazin	6	1	13	3	5,8	6	86
Herbizide	Isoproturon	3	14	12	2	7,8	3	182
Herbizide	Metamitron	4	2	27	2	8,8	5	47
Herbizide	Dimethenamid-P	14	13		3	10,0	14	158
Fungizide	Tebuconazol	8	15	14	3	10,0	8	168
Herbizide	MCPA	17	4	19	3	10,8	15	179
Herbizide	S-Metolachlor	10	24		3	12,3	9	90
Herbizide	Napropamid	24	8			16,0	26	119
Fungizide	Epoxiconazol	21	10	35	3	17,3	21	167
Herbizide	Quinmerac	31	21	17	3	18,0	34	128
Herbizide	Glyphosat	1	53		1	18,3	1	186
Herbizide	Pethoxamid	11	42		3	18,7	12	136
Fungizide	Azoxystrobin	29	9			19,0	28	162
Fungizide	Propamocarb	41	17		3	20,3	46	27
Fungizide	Fenpropimorph	9	48	22	3	20,5	10	172
Herbizide	Flufenacet	35	26		3	21,3	30	185
Herbizide	Prosulfocarb	15	46		3	21,3	18	56
Herbizide	Metazachlor	7	27	49	3	21,5	7	138
Herbizide	Bentazon	37	29	1		22,3	36	150
Herbizide	Ethofumesat	42	6			24,0	41	50
Fungizide	Prochloraz	34	30	31	3	24,5	37	105
Fungizide	Boscalid	33	19	23		25,0	35	102
Herbizide	Pendimethalin	13	59		3	25,0	11	144
Fungizide	Prothioconazol	12	66		3	27,0	13	156
Fungizide	Schwefel	30	49		2	27,0	27	35
Wachstumsregler	Trinexapac	25	35			30,0	23	188
Herbizide	Mecoprop	20	45	26		30,3	138	68
Herbizide	Mecoprop-P	20	45	26		30,3	22	89
Fungizide	Dimoxystrobin	51	11			31,0	54	126
Fungizide	Chlorthalonil	16	75		3	31,3	19	96
Herbizide	Flurtamone	40	7	49		32,0	39	177
Herbizide	Dimethachlor	23	39	38		33,3	24	118
Herbizide	Mefenpyr	26	43			34,5	187	65

PSM Gruppe	Wirkstoff	Rang ROZ	Rang GW	Rang M GW	Verkauf	Rang GW Mittelwert	MW+% SD	% SD
Herbizide	Clomazone	55	16			35,5	57	139
Fungizide	Mancozeb	28	78		2	36,0	32	33
Herbizide	Propyzamid	36	37			36,5	38	131
Wachstumsregler	Ethephon	18	57			37,5	16	152
Herbizide	Mesotrione	52	23			37,5	53	81
Fungizide	Fluoxastrobin	48	28			38,0	47	183
Fungizide	Spiroxamine	19	64	34		39,0	20	148
Herbizide	Chloridazon	44	25	49		39,3	43	45
Herbizide	Topramezone	69	12			40,5	71	74
Herbizide	Diflufenican	22	55	49		42,0	17	181
Fungizide	Fenpropidin	32	56			44,0	31	153
Herbizide	Aclonifen	27	63	48		46,0	29	78
Fungizide	Cyproconazol	70	22			46,0	65	39
Herbizide	Dichlorprop-P	58	31	49		46,0	55	130
Herbizide	2,4 D Thiophanat-methyl	65	72	4		47,0	50	57
Fungizide		56	38			47,0	60	129
Herbizide	Clopyralid	77	18			47,5	78	176
Fungizide	Metrafenone	43	54			48,5	42	160
Fungizide	Propiconazol	45	52			48,5	44	146
Fungizide	Captan	63	81		3	49,0	58	14
Fungizide	Fluxapyroxad	57	41			49,0	59	151
Herbizide	Vindozolin	59	40			49,5	62	88
Herbizide	Fluroxypyr	39	61			50,0	33	161
Herbizide	Phenmedipham	38	62			50,0	40	48
Insektizide	Pirimicarb	75	33	49		52,3	77	101
Fungizide	Bixafen	46	60			53,0	49	155
Fungizide	Metalaxyl-M	109	47	7		54,3	118	31
Fungizide	Metconazol	60	50			55,0	64	125
Herbizide	Bromoxynil	50	70	49		56,3	52	109
Herbizide	Sulcotrion	94	32	43		56,3	99	70
Insektizide	Thiacloprid	61	79	33		57,7	66	94
Herbizide	Metribuzin	73	44			58,5	84	32
Insektizide	Dimethoat	54	74	49		59,0	48	135
Fungizide	Folpet	92	82		3	59,0	67	6
Fungizide	Difenoconazol	53	67			60,0	56	83
Fungizide	Pyraclostrobin	62	77	46		61,7	61	159
Herbizide	Deiquat	49	76			62,5	51	76
Fungizide	Picoxystrobin	66	65			65,5	63	46
Fungizide	Fluazinam	64	68			66,0	70	28
Herbizide	Lenacil	114	71	15		66,7	121	44
Fungizide	Fluopicolide	104	34			69,0	112	29
Moluskizid	Metaldehyd	67	73			70,0	69	123
Fungizide	Trifloxystrobin	105	83	47		78,3	107	55
Herbizide	Propoxycarbazon	138	51	49		79,3	145	93
Herbizide	Amidosulfuron	158	69	44		90,3	159	143

PSM Gruppe	Wirkstoff	Rang ROZ	Rang GW	Rang M GW	Verkauf	Rang GW Mittelwert	MW+% SD	% SD
Herbizide	Triflursulfuron	121	87			104,0	45	43
Fungizide	Zoxamide	181	88	49		106,0	183	24
Herbizide	Prosulfuron	155	58			106,5	81	59
Herbizide	Iodosulfuron	142	84			113,0	149	99
Insektizide	Esfenvalerate	149	86			117,5	152	120

Legende: Rang ROZ - Rang nach Rangordnungszahl (Anwendung in der Praxis, Rang GW - Rang nach ROZ und Wirkstoffeigenschaften, Rang M GW - Rang des Wirkstoffes nach LHW - Monitoring GW für Wirkstoffe die bereits im Monitoring enthalten sind, Informationen aus der Wirkstoffabgabe, Rang GW Mittelwert - Mittelwert aus den vorhergehenden Werten zur Rangableitung, MW + %SD - Rang in Bezug zur Regionalität, Rangsortierung nach Mittelwert, dann nach % SD, % SD - Regionalität, Rangableitung nur nach \$ Standardabweichung vom Mittelwert.

**Anlage 7: Rangstellung der wichtigsten Wirkstoffe in Bezug auf Oberflächenwasser unter Berücksichtigung aller Datengrundlagen (Langfassung der Tab. 28, Erklärungen im Text)**

PSM Gruppe	Wirkstoff	Rang ROZ	Rang OW	Rang M OW	Verkauf	Rang OW Mittelwert	mit MW+SD	nur SD
Wachstumsregler	Chlormequat	2	1		2	1,7	2	133
Herbizide	Glyphosat	1	4		1	2,0	1	186
Herbizide	S-Metolachlor	10	8		3	7,0	9	90
Fungizide	Tebuconazol	8	5	19	3	8,8	8	168
Herbizide	Isoproturon	3	3	28	2	9,0	3	182
Herbizide	Prosulfocarb	15	11		3	9,7	18	56
Herbizide	Pendimethalin	13	13		3	9,7	11	144
Herbizide	Terbutylazin	6	6	25	3	10,0	6	86
Herbizide	Pethoxamid	11	19		3	11,0	12	136
Fungizide	Fenpropimorph	9	7	27	3	11,5	10	172
Herbizide	Metazachlor	7	2	40	3	13,0	7	138
Herbizide	MCPA	17	9	29	3	14,5	15	179
Herbizide	Dimethenamid-P	14	27		3	14,7	14	158
Fungizide	Chlorthalonil	16	26		3	15,0	19	96
Fungizide	Mancozeb	28	16		2	15,3	32	33
Fungizide	Epoxiconazol	21	18	24	3	16,5	21	167
Herbizide	Diflufenican	22	23	6		17,0	17	181
Fungizide	Prothioconazol	12	39		3	18,0	13	156
Wachstumsregler	Ethephon	18	20			19,0	16	152
Herbizide	Quinmerac	31	22	21	3	19,3	34	128
Herbizide	Mefenpyr	26	14			20,0	187	65
Herbizide	Metamitron	4	35	40	2	20,3	5	47
Herbizide	Flufenacet	35	24		3	20,7	30	185
Herbizide	Chlortoluron	5	40			22,5	4	54
Herbizide	Dimethachlor	23	12	34		23,0	24	118
Fungizide	Spiroxamine	19	17	36		24,0	20	148
Herbizide	Mecoprop	20	15	38		24,3	138	68
Herbizide	Mecoprop-P	20	15	38		24,3	22	89
Fungizide	Propamocarb	41	31		3	25,0	46	27
Wachstumsregler	Trinexapac	25	30			27,5	23	188
Fungizide	Boscalid	33	21	33		29,0	35	102
Herbizide	Bentazon	37	51	1		29,7	36	150
Fungizide	Schwefel	30	58		2	30,0	27	35

PSM Gruppe	Wirkstoff	Rang ROZ	Rang OW	Rang M OW	Verkauf	Rang OW Mittelwert	mit MW+SD	nur SD
Herbizide	Aclonifen	27	28	40		31,7	29	78
Herbizide	Fluroxypyr	39	25			32,0	33	161
Fungizide	Fenpropidin	32	33			32,5	31	153
Herbizide	Phenmedipham	38	29			33,5	40	48
Fungizide	Prochloraz	34	63	37	3	34,3	37	105
Herbizide	Napropamid	24	47			35,5	26	119
Fungizide	Azoxystrobin	29	42			35,5	28	162
Herbizide	Propyzamid	36	37			36,5	38	131
Fungizide	Captan	63	45		3	37,0	58	14
Herbizide	Chloridazon	44	34	40		39,3	43	45
Herbizide	Mesotrione	52	36			44,0	53	81
Insektizide	Dimethoat	54	38	40		44,0	48	135
Fungizide	Bixafen	46	43			44,5	49	155
Insektizide	Thiacloprid	61	44	30		45,0	66	94
Fungizide	Propiconazol	45	46			45,5	44	146
Herbizide	Flurtamone	40	60	40		46,7	39	177
Herbizide	Ethofumesat	42	53			47,5	41	50
Herbizide	Clomazone	55	41			48,0	57	139
Fungizide	Fluoxastrobin	48	48			48,0	47	183
Fungizide	Difenoconazol	53	50			51,5	56	83
Fungizide	Dimoxystrobin	51	54			52,5	54	126
Fungizide	Metrafenone	43	62			52,5	42	160
Herbizide	Bromoxynil	50	70	40		53,3	52	109
Herbizide	2,4 D	65	57	40		54,0	50	57
Herbizide	Dichlorprop-P	58	66	40		54,7	55	130
Fungizide	Folpet	92	69		3	54,7	67	6
Herbizide	Vinclozolin	59	56			57,5	62	88
Fungizide	Pyraclostrobin	62	72	40		58,0	61	159
Moluskizid	Metaldehyd	67	49			58,0	69	123
Herbizide	Deiquat	49	68			58,5	51	76
Fungizide	Fluxapyroxad	57	65			61,0	59	151
Fungizide	Thiophanat-methyl	56	67			61,5	60	129
Herbizide	Topramezone	69	55			62,0	71	74
Fungizide	Metconazol	60	64			62,0	64	125
Fungizide	Picoxystrobin	66	59			62,5	63	46
Insektizide	Pirimicarb	75	73	40		62,7	77	101
Herbizide	Clopyralid	77	52			64,5	78	176
Fungizide	Cyproconazol	70	61			65,5	65	39
Herbizide	Sulcotrion	94	75	31		66,7	99	70
Fungizide	Fluazinam	64	71			67,5	70	28
Herbizide	Lenacil	114	78	14		68,7	121	44
Fungizide	Metalaxyl-M	109	74	40		74,3	118	31
Fungizide	Trifloxystrobin	105	80	39		74,7	107	55
Herbizide	Metribuzin	73	77			75,0	84	32

PSM Gruppe	Wirkstoff	Rang ROZ	Rang OW	Rang M OW	Verkauf	Rang OW Mittelwert	mit MW+SD	nur SD
Herbizide	Propoxycarbazon	138	85	40		87,7	145	93
Fungizide	Fluopicolide	104	76			90,0	112	29
Herbizide	Amidosulfuron	158	86	32		92,0	159	143
Insektizide	Esfenvalerate	149	87	40		92,0	152	120
Herbizide	Triflursulfuron	121	81			101,0	45	43
Fungizide	Zoxamide	181	88	40		103,0	183	24
Herbizide	Iodosulfuron	142	79			110,5	149	99
Herbizide	Prosulfuron	155	84			119,5	81	59

Legende: Rang ROZ - Rang nach Rangordnungszahl (Anwendung in der Praxis, Rang OW - Rang nach ROZ und Wirkstoffeigenschaften, Rang M OW - Rang des Wirkstoffes nach LHW - Monitoring OW für Wirkstoffe die bereits im Monitoring enthalten sind, Informationen aus der Wirkstoffabgabe, Rang OW Mittelwert - Mittelwert aus den vorhergehenden Werten zur Rangableitung, MW + %SD - Rang in Bezug zur Regionalität, Rangsortierung nach Mittelwert, dann nach % SD, % SD - Regionalität, Rangableitung nur nach \$ Standardabweichung vom Mittelwert.

#### Anlage 8: Kennzahlen zur Charakterisierung der Wirkstoffanwendung über die LVG (Regionalisierung)

Wirkstoff	Rang								
	Min	Max	Diff Max, Min	MW	Median	SD	% SD-Abweichung vom MW	nach % SD	nach MW und % SD
2,4 D	0,13	1,09	0,95	0,46	0,45	0,28	59,99	57	50
6-Benzyladenin	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	236,02	7	180
Abamectin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	236,02	11	190
Acetamiprid	0,00	0,12	0,12	0,05	0,04	0,02	40,37	87	116
Aclonifen	0,06	2,54	2,48	1,09	1,09	0,50	45,45	78	29
alpha-Cypermethrin	0,04	0,12	0,09	0,10	0,10	0,02	22,80	169	100
alpha-Naphthylacetatamid	0,00	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	52,03	64	151
Amidosulfuron	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	30,11	143	159
Aminopyralid	0,00	0,04	0,04	0,02	0,02	0,01	72,59	52	148
Amisulbrom	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	157,11	25	179
Azoxystrobin	0,47	1,76	1,28	1,13	1,09	0,28	24,49	162	28
Beflubutamid	0,01	0,09	0,08	0,06	0,07	0,02	37,65	97	111
Bentazon	0,26	1,39	1,13	0,82	0,84	0,23	28,39	150	36
beta-Cyfluthrin	0,01	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	32,13	137	134
Bifenox	0,06	0,31	0,25	0,16	0,16	0,06	36,33	108	83
Bifenthrin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35,74	110	185
Bixafen	0,19	0,66	0,46	0,46	0,48	0,13	27,35	155	49
Boscalid	0,09	1,42	1,33	0,83	0,78	0,31	36,96	102	35
Bromoxynil	0,06	0,76	0,71	0,44	0,44	0,16	36,17	109	52
Captan	0,00	5,72	5,72	0,36	0,06	0,85	236,02	14	58

Wirkstoff	Min	Max	Diff Max, Min	MW	Median	SD	% SD- Abweichung vom MW	Rang	
								nach % SD	nach MW und % SD
Carbendazim	0,04	0,13	0,09	0,09	0,09	0,02	23,47	165	102
Carfentrazone	0,05	0,11	0,07	0,07	0,07	0,02	23,68	164	110
Chlorantraniliprole	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	236,02	8	172
Chloridazon	0,00	1,57	1,57	0,55	0,61	0,43	79,45	45	43
Chlormequat	3,52	12,65	9,14	8,02	7,74	2,65	33,00	133	2
Chlorthalonil	0,41	2,49	2,07	1,64	1,72	0,63	38,17	96	19
Chlortoluron	1,56	13,90	12,34	5,02	3,79	3,45	68,74	54	4
Cinidon-ethyl	0,00	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	46,24	75	154
Clethodim	0,00	0,05	0,05	0,03	0,03	0,01	38,29	95	128
Clodinafop	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	55,60	61	173
Clofentezin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35,35	114	176
Clomazone	0,04	0,51	0,47	0,37	0,36	0,12	31,76	139	57
Clopyralid	0,10	0,25	0,15	0,18	0,18	0,04	19,96	176	78
Clothianidin	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	149,32	30	170
Codlemone	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ohne Befund	ohne Befund
Cyazofamid	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	122,73	37	166
Cycloxydim	0,00	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	39,63	91	137
Cyflufenamid	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	73,92	51	160
Cymoxanil	0,00	0,13	0,13	0,03	0,02	0,03	100,91	40	132
Cypermethrin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42,47	85	182
Cyproconazol	0,02	0,95	0,93	0,26	0,15	0,26	103,14	39	65
Cyprodinil	0,04	0,35	0,32	0,15	0,13	0,08	53,56	62	86
Deiquat	0,07	1,30	1,23	0,46	0,45	0,21	46,02	76	51
Deltamethrin	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	32,94	134	146
Desmedipham	0,00	0,26	0,26	0,10	0,11	0,07	77,03	49	101
Dicamba	0,09	0,39	0,29	0,23	0,21	0,07	29,16	147	68
Dichlorprop-P	0,18	0,60	0,42	0,38	0,40	0,13	33,83	130	55
Difenoconazol	0,03	0,70	0,67	0,37	0,39	0,16	44,07	83	56
Diflufenican	1,26	2,66	1,40	1,81	1,76	0,32	17,94	181	17
Dimethachlor	0,06	1,97	1,91	1,36	1,39	0,48	35,01	118	24
Dimethenamid-P	0,68	3,51	2,83	2,37	2,37	0,63	26,51	158	14
Dimethoat	0,28	1,00	0,72	0,48	0,43	0,16	32,53	135	48
Dimethomorph	0,00	0,27	0,27	0,03	0,02	0,04	134,11	34	126
Dimoxystrobin	0,03	0,58	0,55	0,40	0,41	0,14	34,36	126	54
Dithianon	0,00	2,07	2,07	0,14	0,02	0,31	213,18	17	88
Dodine	0,00	0,46	0,46	0,03	0,00	0,07	236,02	10	130
Epoxiconazol	0,74	2,09	1,35	1,51	1,46	0,35	22,96	167	21
Esfenvalerate	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	34,88	120	152
Ethephon	1,21	3,69	2,48	2,12	2,05	0,59	28,12	152	16
Ethofumesat	0,00	1,67	1,67	0,60	0,67	0,46	76,67	50	41
Etofenprox	0,01	0,25	0,24	0,17	0,17	0,06	35,47	113	79
Famoxadone	0,00	0,12	0,12	0,02	0,01	0,02	116,52	38	142

Wirkstoff	Min	Max	Diff Max, Min	MW	Median	SD	% SD- Abweichung vom MW	Rang	
								nach % SD	nach MW und % SD
Fenhexamid	0,00	0,59	0,59	0,05	0,01	0,10	178,77	20	115
Fenoxaprop-p	0,04	0,14	0,10	0,08	0,07	0,03	33,44	132	108
Fenoxycarb	0,00	0,08	0,08	0,00	0,00	0,01	236,02	15	162
Fenpropidin	0,32	1,34	1,02	0,91	0,88	0,25	27,89	153	31
Fenpropimorph	1,30	3,46	2,17	2,60	2,59	0,54	20,87	172	10
Flonicamid	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	52,03	66	167
Florasulam	0,03	0,12	0,09	0,08	0,08	0,03	37,11	100	109
Fluazifop-P	0,06	0,27	0,21	0,18	0,19	0,05	29,77	145	76
Fluazinam	0,00	1,92	1,92	0,21	0,07	0,33	155,08	28	70
Fludioxonil	0,00	0,12	0,12	0,02	0,01	0,04	160,12	22	136
Flufenacet	0,54	1,17	0,63	0,95	0,95	0,16	16,46	185	30
Flumioxazin	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	52,03	69	155
Fluopicolide	0,00	0,54	0,54	0,06	0,02	0,09	150,50	29	112
Fluopyram	0,00	0,21	0,20	0,10	0,09	0,04	45,99	77	98
Fluoxastrobin	0,27	0,60	0,33	0,49	0,49	0,08	16,78	183	47
Flupyrsulfuron-methyl	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,00	20,64	173	139
Fluquinconazol	0,00	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	52,18	63	150
Fluroxypyr	0,61	1,52	0,91	0,87	0,86	0,22	24,92	161	33
Flurtamone	0,35	0,94	0,59	0,73	0,73	0,14	19,45	177	39
Flusilazol	0,08	0,27	0,19	0,18	0,19	0,04	23,92	163	74
Fluxapyroxad	0,15	0,50	0,35	0,34	0,34	0,10	28,28	151	59
Folpet	0,00	1,92	1,92	0,24	0,00	0,57	242,26	6	67
Foramsulfuron	0,00	0,16	0,16	0,08	0,07	0,03	44,29	80	106
Fosetyl	0,00	0,24	0,24	0,04	0,00	0,08	185,09	18	119
gamma-Cyhalothrin	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	39,26	92	163
Glufosinat-ammonium	0,00	0,10	0,10	0,02	0,02	0,02	89,70	41	135
Glyphosat	17,63	38,07	20,44	29,09	30,39	4,41	15,17	186 ohne Befund	1 ohne Befund
Granulosevirus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	112	124
Haloxyfop-R	0,01	0,07	0,07	0,04	0,04	0,01	35,69	149	175
Imazamox	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,53	140	131
Indoxacarb	0,00	0,05	0,05	0,03	0,03	0,01	31,28	99	149
Iodosulfuron	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	37,19	82	103
loxynil	0,02	0,16	0,14	0,09	0,10	0,04	44,11	3	133
Iprovalicarb	0,00	0,21	0,21	0,02	0,00	0,06	247,43	182	3
Isoproturon	4,02	8,59	4,57	6,84	6,81	1,15	16,88	98	87
Isopyrazam	0,04	0,22	0,18	0,15	0,15	0,05	37,21	157	73
Kresoxim-methyl	0,13	0,34	0,21	0,19	0,18	0,05	26,74	36	94
Kupferhydroxid	0,01	0,73	0,71	0,11	0,07	0,15	127,43	21	89
Kupferoxychlorid	0,00	1,71	1,71	0,14	0,05	0,25	176,77	154	91
lambda-Cyhalothrin	0,05	0,18	0,13	0,13	0,13	0,04	27,62	44	121
Lenacil	0,00	0,11	0,11	0,04	0,04	0,03	79,71	12	184
L-Tryptophan	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	236,02		

Wirkstoff	Min	Max	Diff Max, Min	MW	Median	SD	% SD- Abweichung vom MW	Rang	
								nach % SD	nach MW und % SD
Maleinsäurehydrazid	0,00	0,08	0,08	0,00	0,00	0,01	511,56	1	171
Mancozeb	0,02	7,51	7,49	0,87	0,67	1,21	138,97	33	32
Mandipropamid	0,00	0,16	0,16	0,02	0,01	0,03	157,11	23	143
MCPA	1,67	3,73	2,06	2,24	2,19	0,41	18,32	179	15
Mecoprop	0,00	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	52,03	68	138
Mecoprop-P	0,44	2,34	1,90	1,44	1,49	0,58	40,16	89	22
Mefenpyr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,03	65	187
Mepiquat	0,50	1,66	1,15	1,30	1,26	0,28	21,27	170	25
Mesosulfuron	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	43,36	84	157
Mesotrione	0,01	0,79	0,78	0,42	0,41	0,18	44,12	81	53
Metalaxyl-M	0,00	0,42	0,42	0,05	0,02	0,07	148,52	31	118
Metaldehyd	0,02	0,31	0,29	0,22	0,22	0,08	34,74	123	69
Metamitron	0,01	11,68	11,67	4,06	4,54	3,19	78,46	47	5
Metazachlor	0,54	4,60	4,07	3,24	3,32	1,03	31,90	138	7
Metconazol	0,06	0,46	0,41	0,30	0,31	0,11	34,60	125	64
Methiocarb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35,35	115	177
Methoxyfenozide	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	58,75	58	168
Methylester	0,01	0,08	0,07	0,04	0,04	0,01	35,69	111	123
Metiram	0,00	0,31	0,31	0,04	0,00	0,09	247,43	5	122
Metosulam	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	56,67	60	178
Metrafenone	0,25	0,80	0,55	0,56	0,52	0,14	25,00	160	42
Metribuzin	0,00	1,28	1,28	0,15	0,06	0,22	142,99	32	84
Metsulfuron	0,03	0,06	0,03	0,05	0,05	0,01	16,58	184	117
Myclobutanil	0,00	0,22	0,22	0,02	0,00	0,04	185,04	19	140
Napropamid	0,06	1,82	1,76	1,26	1,28	0,44	34,99	119	26
Natronlauge	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ohne Befund	ohne Befund
Nicosulfuron	0,00	0,19	0,19	0,10	0,09	0,05	47,86	73 ohne Befund	97 ohne Befund
Octansäureester	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ohne Befund	ohne Befund
Paclobutrazol	0,00	0,13	0,12	0,09	0,09	0,03	35,35	116	105
Paraffinöl	0,01	0,26	0,25	0,18	0,19	0,06	34,78	122	75
Penconazol	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,01	236,02	13	169
Pendimethalin	0,95	4,56	3,61	2,59	2,49	0,77	29,78	144	11
Penoxsulam	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	18,15	180	153
Pethoxamid	0,56	3,77	3,22	2,49	2,51	0,80	32,18	136	12
Phenmedipham	0,00	1,85	1,85	0,65	0,72	0,50	77,99	48	40
Picloram	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	34,33	127	158
Picolinafen	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,00	20,21	175	144
Picoxystrobin	0,08	0,97	0,89	0,31	0,23	0,25	79,08	46	63
Pinoxaden	0,04	0,18	0,14	0,12	0,12	0,04	34,84	121	93
Pirimicarb	0,06	0,35	0,29	0,18	0,18	0,07	37,05	101	77
Prochloraz	0,20	1,22	1,02	0,82	0,89	0,30	36,91	105	37
Prohexadion	0,09	0,19	0,10	0,15	0,15	0,02	14,71	187	85

Wirkstoff	Min	Max	Diff Max, Min	MW	Median	SD	% SD- Abweichung vom MW	Rang	
								nach % SD	nach MW und % SD
Propamocarb	0,00	4,61	4,61	0,50	0,15	0,79	157,11	27	46
Propaquizafop	0,01	0,23	0,22	0,16	0,16	0,06	35,32	117	82
Propiconazol	0,19	0,76	0,57	0,55	0,57	0,16	29,24	146	44
Propoxycarbazon	0,00	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	38,78	93	145
Propyzamid	0,05	1,05	1,00	0,73	0,75	0,25	33,46	131	38
Proquinazid	0,02	0,04	0,03	0,03	0,03	0,01	23,34	166	129
Prosulfocarb	0,80	7,58	6,77	1,80	1,53	1,15	63,92	56	18
Prosulfuron	0,00	0,32	0,31	0,16	0,13	0,09	58,06	59	81
Prothioconazol	0,92	3,31	2,39	2,43	2,54	0,66	27,20	156	13
Pymetrozin	0,04	0,08	0,04	0,06	0,06	0,01	20,44	174	113
Pyraclostrobin	0,13	0,46	0,33	0,33	0,32	0,09	26,32	159	61
Pyraflufen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	157,11	26	189
Pyridat	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,01	511,56	2	174
Pyrimethanil	0,00	0,10	0,10	0,01	0,00	0,02	222,78	16	156
Pyroxsulam	0,03	0,30	0,27	0,17	0,18	0,08	48,49	71	80
Quinmerac	0,12	1,25	1,13	0,85	0,88	0,29	34,07	128	34
Quinoxifen	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,01	247,43	4	165
Quizalofop-P	0,02	0,18	0,17	0,12	0,12	0,04	34,65	124	92
Rimsulfuron	0,00	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	44,47	79	147
Schwefel	0,06	7,47	7,42	1,23	0,51	1,64	133,01	35	27
S-Metolachlor	0,06	5,19	5,14	2,76	2,90	1,10	39,77	90	9
Spirodiclofen	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	236,02	9	186
Spiroxamine	0,64	2,22	1,58	1,52	1,58	0,44	29,06	148	20
Sulcotrion	0,00	0,18	0,18	0,10	0,08	0,05	51,41	70	99
Sulfosulfuron	0,01	0,06	0,05	0,04	0,04	0,01	36,95	103	120
Tau-Fluvalinat	0,00	0,05	0,05	0,03	0,03	0,01	36,95	104	127
Tebuconazol	1,27	4,27	3,00	3,20	3,24	0,73	22,90	168	8
Tembotrione	0,00	0,16	0,16	0,09	0,08	0,04	48,00	72	104
Terbutylazin	0,10	7,04	6,94	3,73	3,58	1,58	42,39	86	6
Tetraconazole	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	80,28	42	164
Thiacloprid	0,04	0,48	0,45	0,25	0,26	0,10	38,32	94	66
Thifensulfuron	0,04	0,11	0,07	0,06	0,05	0,02	30,14	142	114
Thiophanat-methyl	0,09	0,50	0,41	0,33	0,34	0,11	33,99	129	60
Topramezone	0,01	0,38	0,38	0,20	0,19	0,10	46,71	74	71
Triadimenol	0,05	0,14	0,09	0,11	0,11	0,02	18,96	178	96
Triasulfuron	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	21,23	171	161
Tribenuron	0,08	0,13	0,06	0,11	0,11	0,02	13,81	189	95
Triclopyr	0,03	0,57	0,54	0,20	0,23	0,15	72,40	53	72
Trifloxystrobin	0,02	0,38	0,36	0,08	0,07	0,05	67,11	55	107
Trifluralin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,03	67	181
Triflusulfuron	0,00	1,47	1,47	0,52	0,59	0,41	80,27	43	45
Trinexapac	0,82	1,71	0,88	1,37	1,36	0,20	14,58	188	23
Tritosulfuron	0,01	0,06	0,05	0,03	0,04	0,01	36,50	107	125

<b>Wirkstoff</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Diff Max, Min</b>	<b>MW</b>	<b>Median</b>	<b>SD</b>	<b>% SD- Abweichung vom MW</b>	<b>Rang</b>	
								<b>nach % SD</b>	<b>nach MW und % SD</b>
Vinclozolin	0,01	0,52	0,51	0,32	0,31	0,13	40,22	88	62
zeta-Cypermethrin	0,00	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	30,21	141	141
Zinkphosphid	0,02	0,20	0,18	0,14	0,14	0,05	36,74	106	90
Zoxamide	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	157,11	24	183

## Danksagung

Der Autor bedankt sich bei allen, die hilfreich zum Gelingen dieser Studie beitrugen. Ausdrücklicher Dank gilt den Landwirten, die ihre Daten zum Einsatz von Pflanzenschutzmittel bereitwillig zur Verfügung stellten. Ohne ihre Offenheit gegenüber den Inhalten dieser Studie hätte sie nicht erstellt werden können.

Dr. habil. Wolfgang Heyer

Halle, Nov. 2015