

Analysen  
Gutachten  
Planungen  
Beratung



Integrierte Umweltüberwachung GbR

Ökotoxikologie  
Biomonitoring  
Umweltüberwachung  
Naturschutz

## Pilotprojekt

# **Biomonitoring der Immissionsbelastung von Glyphosat, Glufosinat und AMPA sowie weiteren PSM-Wirkstoffen mittels Luftgüte-Rindenmonitoring - Ergebnisse Screening 2017 -**

von

**TIEM Integrierte Umweltüberwachung GbR**

**Dipl.-Biol. Frieder Hofmann  
Dipl.-Forstwirt Ulrich Schlechtriemen**

**Projektleitung:  
Dipl.-Biol. Frieder Hofmann**

**Auftraggeber:**

**basic AG  
Richard-Strauss-Str. 48/1  
81677 München**

17. November 2017

---

**TIEM Integrierte Umweltüberwachung GbR**

**TIEM** Bremen  
Ökologiebüro  
Dipl.-Biol. Frieder Hofmann  
Rennstieg 25 28205 Bremen  
Tel.: 0421-706474 Fax: 0421-74106

**TIEM** Dortmund - Geschäftsstelle  
Sachverständigenbüro  
Dipl.-Forstwirt Ulrich Schlechtriemen  
Hohenzollernstr. 20 44135 Dortmund  
Tel.: 0231-22395933 Fax: 0231-22396548

e-mail: [tiem@arcor.de](mailto:tiem@arcor.de)

<b>1. EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2. VORGEHENSWEISE .....</b>	<b>4</b>
<b>3. ERGEBNISSE MIT DISKUSSION .....</b>	<b>6</b>
<b>4. BEWERTUNG .....</b>	<b>7</b>
<b>5. LITERATUR .....</b>	<b>11</b>
<b>6. ANHANG .....</b>	<b>15</b>
6.1 Standortübersicht .....	15
6.2 Standortproben.....	16
6.3 Liste der untersuchten PSM-Wirkstoffe .....	17
6.4 Liste der nachgewiesenen PSM-Wirkstoffe in den Rindenproben im PSM/Glyphosat-Screening 2017 .....	23
6.5 Liste der nachgewiesenen PSM-Wirkstoffe in den Rindenproben mit Nachweishäufigkeit - Ergebnisse 2014-2017 .....	25

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Standardisierte Entnahme der äußeren Rinde zum Luftgüte-Rindenmonitoring mit dem Rindenprobenehmer (Archivbild Hofmann).....	5
Abb. 2: Immissionsbelastung der 10 häufigsten Pestizid-Wirkstoffe über das Luftgüte-Rindenmonitoring aus den Messungen in 2014 bis 2017 .....	10

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Die 15 häufigsten Pestizid-Wirkstoffe in der Immissionsbelastung des Rindenmonitorings 2014 bis 2017 .....	9
--	---

# 1. Einleitung und Aufgabenstellung

Vorliegende Untersuchung ist als Pilotvorhaben angelegt. Über ein Screening (Vorstudie) soll die Plausibilität eines Luftpfades von Glyphosat und weiterer Pestizide (PSM, Pflanzenschutzmittel) abgeschätzt werden. Zum Einsatz kommt hierfür das Luftgüte-Rindenmonitoring.

## **Anlaß**

Für Glyphosat wurde in mehreren Studien eine breite Belastung der menschlichen Bevölkerung ermittelt, u.a. über Urin- und Blutuntersuchungen (FOE 2013; Zouaoui et al. 2013; Krüger et al. 2016; Watts et al. 2016). Als mögliche Expositionspfade von Glyphosat für den Menschen kommen eine Aufnahme über Nahrung, Wasser und Luft in Frage, wobei sowohl direkte Exposition als auch indirekte Effekte eine Rolle spielen können (Carlisle & Trevors 1988; Clausing 2015; EFSA 2015a, b; IARC 2015; Watts et al. 2016; FOE 2013; FAO WHO 2016; Silva et al. 2017).

## **Bedeutung des Luftpfades für die Exposition des Menschen?**

Im Gegensatz zu anderen PSM wie Pendimethalin und Prosulfocarb ist Glyphosat nicht flüchtig, woraus eine allgemeine Verbreitung und Exposition über den Luftpfad im Zulassungsverfahren bisher ausgeschlossen wurde (RAR 2015a, b; Watts et al. 2016). Obwohl Glyphosat langjährig verwendet wird und zu den häufigsten PSM in der landwirtschaftlichen Praxis gehört, erfolgte in der EU weder eine kritische Überprüfung dieser Annahme unter realistischen Anbaubedingungen, noch ist Glyphosat Bestandteil der regulären Immissionsüberwachung in Deutschland, so dass es derzeit für Deutschland keine belastbaren Daten zur Luftbelastung gibt. In systematischen Untersuchungen von Chang et al. (2011) in den USA in Mississippi und Iowa wurden allerdings Glyphosat und AMPA sowohl mit hoher Frequenz (60-100%) als auch in relativ hoher Konzentration in Luft- und Regenwasserproben nachgewiesen. Diese Befunde wurden in einer weiteren Studie bekräftigt, mit Glyphosat und AMPA in >75% der Luft- und Regenwasserproben in Mississippi (Majewski et al. 2014). Desweiteren wurden Glyphosat und AMPA in der atmosphärischen Deposition festgestellt in Kanada (Humphries et al. 2005; Fahrenhorst et al. 2015) und in weiteren Gebieten der USA (Battaglin et al. 2014). Als Erklärung wurde ein vornehmlich partikelgebundener Transport diskutiert, d.h., dass die beiden PSM an Bodenpartikeln anhaftend über den Wind verfrachtet werden. Windbürtige Erosion von Bodenpartikeln ist ein gängiges Phänomen, begünstigt durch große, ausgeräumte Ackerlandschaften. Es tritt insbesondere an trocken-warmen, windigen Tagen sowie besonders bei intensiver Bodenbearbeitung auf. Wenngleich mit diesen Studien prinzipiell eine mögliche Verfrachtung von Glyphosat und dessen Begleitstoffen über den Luftweg aufgezeigt wurde, bleibt offen, inwieweit diese Ergebnisse aus den weiträumigen Ackerflächen Nordamerikas, in denen windbürtige Erosion ebenso wie der hohe Glyphosat-Einsatz auf Grund des verbreiteten Anbaus von herbizidtoleranten GVO's eine große Rolle spielen (Majewski et al. 2014, Benbrok 2016), auf deutsche Anbauverhältnisse übertragbar ist.

## **Luftgüte-Rindenmonitoring**

Die äußere Rinde von Bäumen ist über längere Zeit den Luftschadstoffen ausgesetzt und akkumuliert diese. Dadurch ist es möglich, die Immissionsbelastung in integrierter Weise über mehrere

Monate bis Jahre zu erfassen und mit nur einer Probenahme die Immissionsbelastung zu charakterisieren.

Gegenüber anderen Bioakkumulatoren, wie Blätter, Nadeln, Moose etc., zeichnet sich die äußere Rinde von Bäumen (Borke) dadurch aus, dass diese aus nicht mehr biologisch aktivem Abschlussgewebe besteht, d.h. keine Wachstums- und Stoffwechselforgänge mehr aufweist, die das Ergebnis verfälschen können. Im Luftgüte-Rindenmonitoring erfolgt die Probenahme mit einem speziellen Rindenprobenehmer, der eine standardisierte Entnahme von Baumrinde in definierter Schichtdicke unter pro-Analysis-Bedingungen erlaubt, so dass mit einer einzigen Beprobung die Bestimmung der mittleren Luftschadstoffbelastung für zahlreiche akkumulierbare und persistente Umweltschadstoffe auf vergleichbare Weise möglich wird (Hofmann et al. 2001, Demetriades & Birke 2015, Birke et al. 2017).

In zurückliegenden Projekten zeigte sich, dass das Verfahren ideal die Standard-Messverfahren gemäß TA Luft zu ergänzen vermag, die ja erst implementiert und für sichere Aussagen dann noch über einen längeren Zeitraum durchgeführt werden müssen, bevor solide Ergebnisse erwartet werden können (in der Regel 1 Jahr und mehr). Das Luftgüte-Rindenmonitoring hingegen erlaubt unmittelbar Ergebnisse nach nur einer Beprobung. Das Verfahren bietet gegenüber den herkömmlichen technischen Immissions-Messverfahren eine ganze Reihe weiterer Vorteile. Das Verfahren ist vergleichsweise sehr kostengünstig und damit effizient durchzuführen, weil der Aufwand der wiederholt anfallenden Probenahme und Analytik entfällt und keine teuren Messsysteme und Installationen notwendig sind. Zudem liegen die Schadstoffe in der Rinde konzentrierter vor als in Luftproben, was sich günstig auf die Nachweisgrenzen in der Analytik auswirkt. Während mit den technischen Luftmessverfahren in der Regel nur ein sehr eng begrenztes Schadstoffspektrum erfasst wird, lässt sich mit dem Luftgüte-Rindenmonitoring die Immissionsbelastung für eine erheblich umfangreichere Schadstoffpalette mit einer einzigen Beprobung günstig nachweisen, in der Regel über 55 Elemente inkl. Schwermetalle, organische Schadstoffe wie polyaromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), halogenierte Kohlenwasserstoffe wie Dioxine/Furane, PCB und weitere. Da das Verfahren im Vergleich zu den technischen Luftmessverfahren kostengünstig ist, kann zudem eine größere Anzahl an Messpunkten einbezogen werden – praktisch überall dort, wo geeignete Akkumulatoren/Bäume vorkommen.

Aus umfangreichen Untersuchungen in verschiedenen Regionen und Belastungsbereichen in Deutschland liegt darüber hinaus eine umfassende Datengrundlage für Elemente und PAK vor, die eine statistische Bewertung der standörtlichen Belastung in einem integrierten Index basierend auf der Dichteverteilung in Deutschland erlaubt. Die entsprechenden Bewertungsgrundlagen sind in dem F+E-Bericht (Hofmann et al. 2001) ausführlich dargelegt.

Die Methode wurde in den 90er Jahren in mehreren F+E-Vorhaben (Land Bremen: Hofmann et al. 2001) entwickelt, validiert und in den letzten Jahren mehrfach erfolgreich angewendet (u.a. Birke et al. 2009, 2011, 2017; Hofmann 2010; Hofmann & Schlechtriemen 2015a, b; Hofmann et al. 1999, 2008; Spangenberg et al. 2002; Demetriades & Birke 2015).

Für Pflanzenschutzmittel (PSM, Pestizide) liegen derzeit keine bundesweiten Immissions-Erhebungen vor, so dass keine Aussagen zur statistischen Verteilung von PSM in der Luftbelastung für Deutschland möglich sind. Erste Hinweise zur räumlichen Verbreitung von PSM in der Luftbelastung mit Fokus auf das Herbizid Pendimethalin wurden in einem Pilotprojekt in Brandenburg in 2014/2015 erfolgreich mit dem Verfahren des Luftgüte-Rindenmonitorings gewonnen (Hofmann & Schlechtriemen 2015a), wobei eine Immissionsbelastung insbesondere von Pendimethalin und Pro-sulfocarb abseits von Applikationsflächen auf die weiträumige Verfrachtung dieser PSM aufgezeigt

werden konnte. Diese Ergebnisse wurden in einer aktuellen Studie in 2016 (Hofmann & Schlechtriemen in prep.) bestätigt.

Die Studien umfassten >500 PSM-Wirkstoffe, jedoch nicht Glyphosat, Glufosinat und das Abbauprodukt AMPA, da hierfür eine andere Analytik erforderlich ist. Bis dato sind uns auch keine Untersuchungen zu den 3 PSM-Wirkstoffen in Baumrinde bekannt. Der prinzipielle Nachweis in der Matrix Baumrinde wurde vom Labor in Vorversuchen als positiv geprüft.

### ***Untersuchungsziele***

Ziel der Untersuchung ist eine erste Abschätzung des räumlichen Verbreitungspotentials von Glyphosat, Glufosinat und AMPA über den Luftpfad unter realistischen aktuellen Anbaubedingungen für die BRD über das Luftgüte-Rindenmonitoring. Zusätzlich soll der Nachweis von Pendimethalin und Prosulfocarb sowie >500 weiteren PSM-Wirkstoffe analog der beiden bisherigen Studien in Brandenburg geführt werden. Darüber hinaus sollen Thallowamine, das neue Herbizid „Arylex“, als ein mögliches künftiges Ersatzprodukt, das sich in Deutschland derzeit noch im Zulassungsverfahren befindet, sowie Paraquat und Diquat, die nicht mehr in der BRD zugelassen sind, mit untersucht werden.

## 2. Vorgehensweise

Angewandt wurde das zur Erfassung einer Immissionsbelastung von PSM geeignete Verfahren der Bioindikation mittels Luftgüte-Rindenmonitoring (Hofmann et al. 2001, Demetriades & Birke 2015, Birke et al. 2017). Das Verfahren erlaubt eine standardisierte Probenahme und Erfassung für zahlreiche Luftschadstoffe. Die Anwendbarkeit für PSM wurde u.a. in 2 aktuellen Studien aus 2014 und 2016 in Brandenburg gezeigt (Hofmann & Schlechtriemen 2015, 2. Bericht in prep.).

Für das Screening in 2017 wurden 6 Standortproben untersucht, davon 5 in Bayern und 1 in Brandenburg. Es wurden stets Mehrpunktstichproben in einem ca. 1 km<sup>2</sup>-großen Gebiet genommen, so dass die Erfassung nicht von einer einzelnen Punktbelastung (z.B. einem einzelnen Feld) verfälscht wird und damit eher eine raumrepräsentative Aussage erlaubt. Es wurden 5 Standortbereiche in landwirtschaftlich geprägten Räumen mit potentiellm Glyphosat-Einsatz sowie 1 Standort im städtischen Milieu (Engl. Garten, München) ausgewählt. Um die Reichweite eines luftgetragenen Transportes abzuschätzen, wurde eine stratifizierte Probenahme vorgenommen. Hierzu wurde ein Standort im Umfeld einer bekannten Glyphosat-Applikation in Brandenburg (Raum Prenzlau, Uckermark) im Abstandsbereich 30-100 m beprobt sowie drei Standortbereiche mit Mehrpunktstichproben in jeweils einem 1 km<sup>2</sup>-großen Gebiet im ländlichen Raum aus einer Region (Oberbayern / Schwaben), jeweils mit Abstand von ca. 10 km voneinander. Desweiteren wurde ein Standortbereich in einer anderen Region Bayerns (Kitzingen, Franken) berücksichtigt. Einen Überblick über die Standorte und Proben findet sich im Anhang 6.1 und 6.2.

Die Probenahme der äußeren Rinde erfolgte nach dem Verfahren von Hofmann et al. (2001), das mit einem speziellen Rindenprobenehmer eine standardisierte Entnahme in definierter Schichtdicke von maximal 1 mm unter pro-analysis Bedingungen erlaubt (Birke et al. 2017, 2011, 2007; Hofmann et al. 2010, 2001, 1998; Hofmann & Schlechtriemen 2015, 2014 und in prep.; Guéguen et al. 2012a, 2012b, 2011; Spangenberg et al. 2002) (s. Abb. 1). Hierzu wird die äußerste Rindenschicht, die totes Abschlussgewebe darstellt, mit einem Fräser (titannitrit-vergütet) als Rundum-Beprobung frei exponierter Bäume in ca. 1,5 m Höhe in definierter Schichtdicke entnommen. Für die PSM-Analytik wird das Rindenprobenmaterial direkt in einem Aluminium-gekleideten Probenahmebeutel aufgefangen und vor Ort bei -18°C tiefgefroren. Die Proben wurden dann im zertifizierten Labor (KWALIS, Fulda) auf folgende PSM-Wirkstoffe analysiert: >500 PSM-Wirkstoffe inklusive Pendimethalin und Prosulfocarb gemäß der beiden Studien aus 2014 und 2016; erstmals Glyphosat, Glufosinat, AMPA; versuchsweise Thallowamine; neuer PSM-Wirkstoff Arylex; Paraquat und Diquat. Die Wirkstoff-spezifischen Nachweisverfahren und Berichtsgrenzen gehen aus Anhang 6.1 hervor. Die Ergebnisse der PSM-Analysen werden in ng/g TS Rinde (entspricht µg/kg TS) angegeben. Das Verfahren wurde über Parallelmessungen mit technischen Sammlern für PSM am Beispiel Pendimethalin kalibriert (Hofmann

& Schlechtriemen 2015), so dass zusätzlich Vergleichsangaben zu einer mittleren PSM-Konzentration in  $\text{ng}/\text{m}^3$  Luft darstellbar sind.

Für die Aus- und Bewertung der Ergebnisse zur PSM-Belastung konnten zusätzlich zu den 6 Standortproben dieser Studie die Ergebnisse aus den zwei Studien in 2014 und 2016 mit herangezogen werden (18 Standortproben), so dass insgesamt 24 Proben aus Bayern und Brandenburg zur Verfügung standen.



**Abb. 1: Standardisierte Entnahme der äußeren Rinde zum Luftgüte-Rindenmonitoring mit dem Rindenprobenehmer (Archivbild Hofmann)**

### 3. Ergebnisse mit Diskussion

Die Ergebnisse zu den nachgewiesenen PSM-Wirkstoffen in den Rindenproben aus der aktuellen Studie in 2017 sind in der Tabelle im Anhang 6.4 aufgeführt, die Ergebnisse über alle drei Studien von 2014 bis 2017 im Anhang 6.5 dokumentiert.

#### **a) Glyphosat, Glufosinat, AMPA, Thallowamine**

Glyphosat wurde an 2 der 6 Probenahmestellen nachgewiesen: Am Standortbereich 601 in Brandenburg (Prenzlau) mit bekannter Glyphosat-Applikation (Entfernungsbereich 30-200 m, Mehrpunktstichprobe) sowie an einem der 3 Standortbereiche in der Donauebene (Region Bayerisch Schwaben – Oberbayern) (Standortbereich 604).

Am Standortbereich in Kitzingen/Franken und inmitten Münchens (Engl Garten) konnten keine Einflüsse nachgewiesen werden; ebenso nicht für AMPA, Glufosinat, Thallowamine.

#### **b) Paraquat, Diquat, Arylex**

Die in Deutschland nicht mehr zugelassenen Herbizide Paraquat und Diquat (die aber in zahlreichen anderen Ländern noch verwendet werden) sowie Arylex (Halauxifen-methyl), ein gerade in der Zulassung befindliches Herbizid einer neu entwickelten Wirkstoffgruppe, wurden nicht nachgewiesen.

#### **c) Weitere PSM**

Darüber hinaus wurden jedoch eine Reihe weiterer Pestizide in der Immissionsbelastung der Rinden festgestellt (aus >500 PSM-Wirkstoffen): insgesamt 37 PSM-Wirkstoffe an den 6 Standorten in 2017 (s. Anhang 6.4) und insgesamt 55 an allen 24 Standorten der drei Studien von 2014 bis 2017 (s. Tab. 1 und Anhang 6.5). Hierbei beschränkt sich das Vorkommen für die meisten PSM auf einzelne Standorte, d.h. auf eine lokale Verbreitung bzw. Anwendung. Allerdings treten einige wenige Pestizide an mehreren Standorten auf und indizieren eine weiträumigere Verbreitung. Hierbei sind insbesondere auffällig Pendimethalin und Prosulfocarb. Befunde aus vorherigen Untersuchungen in Brandenburg (Hofmann et al. 2015 und in prep.) werden damit bestätigt.

## 4. Bewertung

### **a) Verbreitung von Glyphosat über die Luft**

Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass Glyphosat von Applikationsfeldern hinaus über den Luftweg in die Umgebung transportiert wird. In dem Screening wurden an 2 von 6 untersuchten Standorten Glyphosat in den Rindenproben festgestellt. Silva et al. (2017) wiesen an 21% von 317 untersuchten landwirtschaftlichen Böden in der EU Glyphosat nach und schätzten über Erosionsmodelle eine erhebliche Kontamination der Umgebung über sowohl den Luft- als auch Wasserpfad ab. Ergebnisse von Quaghebeur et al. (2004) belegten in Belgien den Nachweis von Glyphosat in Regenwasserproben. Damit werden die Ergebnisse der Studien aus den USA und Kanada (Chang et al. 2011, Majewski et al. 2014, Battaglin et al. 2014, Humphries et al. 2005, Fahrenhorst et al. 2015), die Lufttransport von Glyphosat in Amerika in erheblichem Maße nachwiesen, auch für mitteleuropäische Verhältnisse bestätigt. Die Einschätzung des RAR-Reports (IARC 2015; EFSA 2015a, b) zur Wiedertzulassung von Glyphosat, dass unter EU-Verhältnissen, im Gegensatz zu den USA, kein Lufttransport anzunehmen sei, erachten wir dementsprechend als unplausibel.

### **b) Reichweite**

Der Nachweis von Glyphosat in den Rinden im Distanzbereich 30-200 m vom bekannten Applikationsfeld in Brandenburg, d.h. abseits des unmittelbaren Sprayeinflusses im Nahbereich, zeigt, dass hier ein Transport über den Luftweg stattfindet. In der Donauniederung der Region Schwaben-Oberbayern wurden 3 Standortbereiche, die in der Größenordnung von 10-km voneinander entfernt lagen, mittels Mehrpunktstichproben untersucht. An einem der 3 Standortbereiche wurde Glyphosat nachgewiesen; zwei waren ohne Nachweis. Am Standort mitten in München (Englischer Garten) war kein Nachweis erfolgt, auch nicht an dem Agrarstandortbereich in Kitzingen. Die durchgeführten Mehrpunktstichproben (3-4 Proben pro ca. 1 km<sup>2</sup>-großen Standortbereich) lassen den Schluss zu, dass innerhalb dieses Probenraumes eine Verteilung abseits des unmittelbaren Nahbereiches von einigen 10 m erfolgt ist, jedoch eine großräumige Verbreitung über mehrere km-Distanzen in dem Screening nicht erkennbar wird.

### **c) Bedeutung des Luftpfades**

Auf Grund der häufigen Anwendung von Glyphosat kann damit eine Verbreitung über die Luft als ein möglicher Expositionspfad von Glyphosat im Hinblick auf eine allgemeine Belastung der Bevölkerung nicht plausibel ausgeschlossen werden, wie dies im RAR-Report (IARC 2015; EFSA 2015a, b) angenommen wurde. Silva et al. (2017) beschreiben 3 mögliche Expositionswege: Eine direkte Exposition über Inhalation würde nach unseren Ergebnissen mehr im Nahbereich vor allem im landwirtschaftlichen Raum möglich sein; ein Eintrag in Oberflächengewässer

wurde zwar mehrfach gezeigt, allerdings ist eine allgemeine Glyphosatbelastung im Trinkwasser noch nicht feststellbar, so dass eine Belastung breiter Bevölkerungsschichten noch nicht nachvollziehbar ist; plausibel erscheint jedoch eine indirekte Exposition über den Luftpfad durch Kontamination von Feldern in der Umgebung von Applikationsorten und damit über landwirtschaftliche Produkte als Nahrungsmittel, und somit unabhängig vom Wohn- oder Aufenthaltsort.

#### **d) Persistenz**

Der Nachweis von Lindan (HCH) und DDT, die seit langem in Deutschland verboten sind, zeigt die lange Persistenz einiger Substanzen im Agrar-Ökosystem an, die selbst über den Luftpfad nach so vielen Jahren noch verbreitet werden.

#### **e) Problematische PSM mit weiträumiger Verbreitung**

Während die meisten der >500 PSM-Wirkstoffe, die analysiert wurden, unauffällig sind, bestätigt die Studie jedoch das hohe weiträumige Verbreitungspotenzial einiger weniger Pestizide. Zu den 15 häufigsten mit einem Vorkommen an >20 % der Standorte sind folgende zu zählen: Pendimethalin, Prosulfocarb, DDT-pp, Prothioconazol-desthio, Metolachlor, Terbutylazin, HCH-gamma (Lindan), DDT-op, Terbutylazin-desethyl, Glyphosat, DDE-pp, Anthrachinon, Boscalid, Cyproconazol, Metazachlor (s. Tab. 1).

Damit zählt auch Glyphosat zu den PSM mit einem hohen Verbreitungspotenzial. Die anderen der >500 analysierten PSM-Wirkstoffe beschränkten sich in ihrem Vorkommen auf wenige bis einzelne Standorte, so dass hier eher lokale Einflüsse anzunehmen sind.

Allen voran in der Luftverbreitung ist Pendimethalin anzuführen, das bereits in den beiden BBG Studien auffällig war und an insgesamt 92% der Standorte (22 von 24, s. Tab. 1) der drei Untersuchungen nachweisbar ist, gefolgt von Prosulfocarb. Für beide PSM sind Nachweise auch in Immissionsmessungen fernab von Applikationsorten bekannt, u.a. auch in anderen europäischen Ländern (z.B. Kreuger & Kylin 2006; Mai 2012; Quaghebeur et al. 2004; van Dijk & Guicherit 1999). Die Spannbreite der Immissionsbelastung der Pestizide aus dem Rindenmonitoring für die 10 häufigsten ist in Abb. 2 dargestellt. Aus der Grafik geht hervor, dass Pendimethalin und Prosulfocarb nicht nur in der Häufigkeit vorkommender Belastung eine Spitzenstellung einnehmen, sondern auch in der Höhe der Belastung auffällig in Erscheinung treten. Beide Herbizide weisen Konzentrationsbereiche auf, die im Belastungsbereich bekannter POPs wie Lindan und DDT liegen bzw. übersteigen diese.

Dies ist zum Einen aus ökotoxikologischer Sicht problematisch zu bewerten, da hierdurch die notwendigen Refugien für ein nachhaltiges Überleben empfindlicher Organismen dezimiert bzw. geschlossen werden (EEA 2001, 2013). Eine breitflächige Exposition mit Pestiziden wird z.B. auch als eine wesentliche Ursache für den dramatischen Rückgang an Insekten angeführt

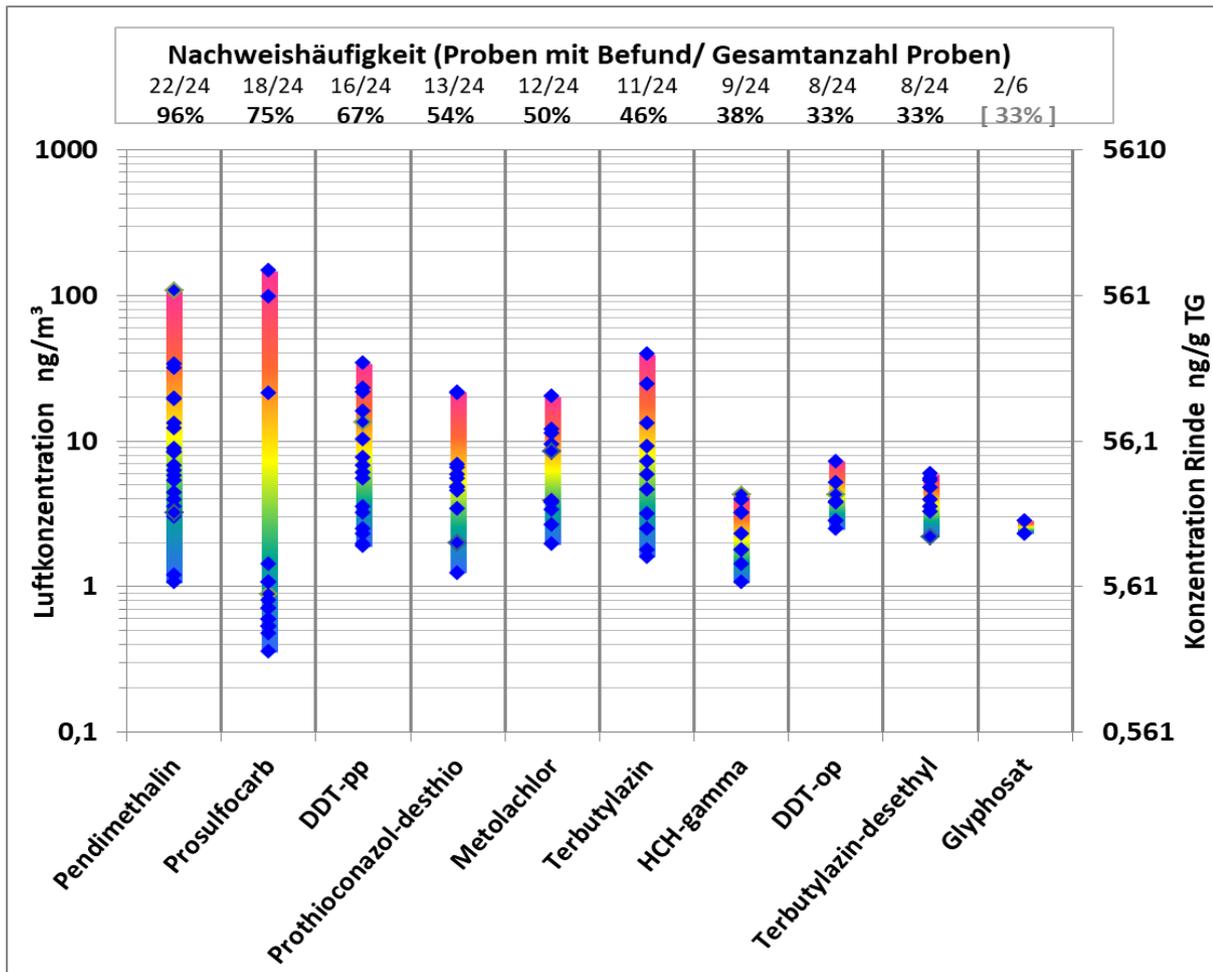
(Hallmann et al. 2017), wobei hier sowohl direkte Effekte durch die Insektizide als auch indirekte über die Verringerung von Blütenpflanzen als Nahrungsgrundlagen durch die Herbizide zu diskutieren wären. Für Glyphosat wurden z.B. kürzlich Auswirkungen auf das Bestäubungsverhalten von Hummeln gezeigt (Whitehorn et al. 2017). Zum Anderen behindern damit einige wenige Pestizide die Koexistenz in der landwirtschaftlichen Flächennutzung durch Kontamination von Nachbarfeldern, wie bereits z.B. im Falle von Bio-Körnerfenchel, Grünkohl, Petersilie und anderen Produkten in Deutschland für z.B. Pendimethalin berichtet wird (BVL 2009, 2011; LAVES NDS 2012; MKULNV NRW 2012; ZDF Zoom Beitrag 20161012; 3SAT Beitrag 20161027).

**Tab. 1: Die 15 häufigsten Pestizid-Wirkstoffe in der Immissionsbelastung des Rindenmonitorings 2014 bis 2017**

Ergebnisse aus drei Messkampagnen: 2014, 2016 und 2017.

Auszug aus Tabelle Anhang. Anzahl nachgewiesener PSM-Wirkstoffe: 55; Anzahl der Standortproben: gesamt 24, davon 6 in 2017

PSM-Wirkstoff	Nachweishäufigkeit		
	Anzahl Standortproben mit Befund	Gesamtzahl	in %
<b>Pendimethalin</b>	22	24	92%
<b>Prosulfocarb</b>	18	24	75%
<b>DDT-pp</b>	16	24	67%
<b>Prothioconazol-desthio</b>	13	24	54%
<b>Metolachlor</b>	12	24	50%
<b>Terbutylazin</b>	11	24	46%
<b>HCH-gamma (Lindan)</b>	9	24	38%
<b>DDT-op</b>	8	24	33%
<b>Terbutylazin-desethyl</b>	8	24	33%
<b>Glyphosat</b>	2	6	33%
<b>DDE-pp</b>	6	24	25%
<b>Anthrachinon</b>	5	24	21%
<b>Boscalid</b>	5	24	21%
<b>Cyproconazol</b>	5	24	21%
<b>Metazachlor</b>	5	24	21%



**Abb. 2: Immissionsbelastung der 10 häufigsten Pestizid-Wirkstoffe über das Luftgüte-Rindenmonitoring aus den Messungen in 2014 bis 2017**

24 Standortproben: 6 aus aktueller Studie in 2017; 18 aus Studien in Brandenburg (Hofmann & Schlechtriemen 2015; 2016, in prep.),

Bezug: Integrierte Luftkonzentration  $C_{Luft}$  [ng/m<sup>3</sup>] = 0,1777  $C_{Rinde}$  [ng/g]

Herbizide 6, Insektizide 3, Fungizide 1

Nachweis insgesamt: 55 PSM Wirkstoffe; davon 26 an einzelnen Standorten (<20%), 15 verbreitet (>20%)

## 5. Literatur

- Battaglin WA, Meyer MY, Kuivila KM, Dietze JE. 2014. Glyphosate and its degradation product AMPA occur frequently and widely in U.S. soils, surface water, groundwater, and precipitation. *J Am Water Res Assoc* 50(2): 275-90.
- Birke M, Rauch U, Chmielewski J, Werner D, Kalka H, Küppers K, Kiebusch J, Hofmann F, Keilert B (2009): Grundlagen für die zukunftsverträgliche Entwicklung vom Bergbau betroffener sowie industriell geprägter Städte - Bearbeitungs- und Bewertungsmodell für ein nachhaltiges Flächenmanagement am Beispiel der Stadt Staßfurt: Teilvorhaben 1: Umweltgeochemische Auswertung sowie Ableitung eines Bewertungsmodells für schadstoffbelastete und bergbaugeschädigte urbane Bereiche. BMBF-Verbundvorhaben, Abschlussbericht
- Birke M, Rauch U, Hofmann F, Kalka H (2011): Luftgüte-Rindenmonitoring und Bioakkumulationsindex Rinde für ein nachhaltiges Flächenmanagement der Bergbaufolgelandschaft Staßfurt: Poster BGR, 2011, Wien. [http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Projekte/Ressourcenbewertung\\_und\\_management\\_abgeschlossen/Nachhaltiges\\_Flaechenmanagement\\_Stassfurt/Poster\\_8\\_Rindenmonitoring.html](http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Projekte/Ressourcenbewertung_und_management_abgeschlossen/Nachhaltiges_Flaechenmanagement_Stassfurt/Poster_8_Rindenmonitoring.html)
- Birke M, Rauch U, Hofmann F (2017): Tree bark as a bioindicator of air pollution in the city of Stassfurt, Saxony-Anhalt, Germany. *J Geochem Exploration*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gexplo.2017.09.007>
- BLV (2009): Funde in Grünkohl: Abdrift/Verflüchtigung von Pendimethalin. TOP 6, Protokoll der 24. Sitzung des Fachbeirat Naturhaushalt am 23./24.9.2009 im BVL Braunschweig, Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
- BVL (2012): Berichte zur Lebensmittelsicherheit 2012 – Monitoring. BVL-Report 8.3.
- BVL (2013). Naturhaushalt - Modelle zum Eintrag von Pflanzenschutzmitteln in Nicht-Zielbereiche. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. [http://www.bvl.bund.de/DE/04\\_Pflanzenschutzmittel/03\\_Antragsteller/04\\_Zulassungsverfahren/07\\_Naturhaushalt/psm\\_naturhaush\\_node.html](http://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/03_Antragsteller/04_Zulassungsverfahren/07_Naturhaushalt/psm_naturhaush_node.html).
- BVL (2016): Absatz von Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland. BVL, Braunschweig: [www.bvl.bund.de/psmstatistiken](http://www.bvl.bund.de/psmstatistiken)
- Carlisle SM, Trevors JT, 1988. Glyphosate in the environment. *Water Air Soil Pollut* 39(409-20).
- Chang F-C, Simcik MF, Capel PD (2011): Occurrence and fate of the herbicide Glyphosate and its degrade Aminomethylphosphonic acid in the Atmosphere. *Environ Toxicol Chem* 30 (3):548-555.
- Clausing P (2015): Addendum to the Renewal Assessment Report on Glyphosate: A critical analysis. <http://www.pan-germany.org>
- Demetriades A, Birke M (2015): Urban geochemical mapping manual: Sampling, Sample preparation, Laboratory analysis, Quality control check, Statistical processing and Map plotting. EuroGeoSurveys, Brussels.
- EFSA (2015a): Final addendum to the Renewal Assessment Report - public version. Risk assessment provided by the rapporteur Member State Germany and co-rapporteur Member State Slovakia for the active substance GLYPHOSATE according to the procedure for the renewal of the inclusion of a second group of active substances in Annex I to Council Directive 91/414/EEC laid down in Commission Regulation (EU) No. 1141/2010. October 2015.
- EFSA (2015b): Request for the evaluation of the toxicological assessment of the co-formulant POE-tallowamine. *EFSA Journal* 13(11):4303.

- European Environment Agency (EEA) (2001): Late lessons from early warnings: the precautionary principle. 1896-2000. EEA Report No 22/2001. Copenhagen, Denmark.
- European Environment Agency (EEA) (2013): Late lessons from early warnings II: science, precautions, innovations. EEA Report No 1/2013. Copenhagen, Denmark.
- Fahrenhorst A, Andronak LA, McQueen RD (2015): Bulk deposition of pesticides in a Canadian city: Part 1. Glyphosate and other agricultural pesticides. *Water Air Soil Pollut* 226:47.
- FAO WHO (2016): Pesticide Residues in Food 2016. Special Session of the Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues. FAO Plant Production and Protection Paper 227. World Health Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FOE (2013): Human contamination by glyphosate. Friends of the Earth Europe, Brussels. [https://www.foeeurope.org/sites/default/files/press\\_releases/foee\\_4\\_human\\_contamination\\_glyphosate.pdf](https://www.foeeurope.org/sites/default/files/press_releases/foee_4_human_contamination_glyphosate.pdf)
- Guéguen; Stille, P, Millet, M. (2011): Air quality assessment by tree bark biomonitoring in urban, industrial and rural environments of the Rhine Valley: PCDD/Fs, PCBs and trace metal evidence. *Chemosphere*, 85: 195-202
- Guéguen, F, Stille, P, Heagea, M.L, Boutin, R. (2012a): Atmospheric pollution in an urban environment by tree bark biomonitoring. Part I: Trace element analysis. *Chemosphere*, 86: 1013-1019
- Guéguen F, Stille, P, Geagea, M.L, Perrone, T, Chabaux, F. (2012b): Atmospheric pollution in an urban environment by tree bark biomonitoring. Part II : Sr, Nd and Pb isotopic tracing. *Chemosphere*, 86: 641-647
- Hallmann CA, Sorg M, Jongejans E, Siepel H, Hofland N, Schwan H, et al. (2017) More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE* 12 (10): e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
- Hofmann F (2010): Integrierte Bewertung stofflicher Mischeinflüsse in der Immissionsbelastung und Identifikation bestimmter Emissionsquellen über das Luftgüte-Rindenmonitoring. Vortrag VDI/AGES/Akad.f.Umw.+Nat. Internat. Fachtagung 27.-28.1.2010 Linz. <http://www.oekologiebuero.de/Luftgueterindenmonitoring-Linz-20100127.pdf>
- Hofmann F, Bracke G, Giesemann A, Siemer U, Wosniok W (1999): Element Concentrations and Isotopic Signatures of Standardised Tree Bark Samples for Biomonitoring and Fingerprinting of Sources of Air Pollutants. In: Flake, M., Seppelt, R., Söndgerath, D. (Hrsg.): *Umweltsystemanalyse - Dynamik natürlicher und anthropogener Systeme und ihre Wechselwirkungen*. Tagungsband GeoÖkon'99, 3. Kongress f. Geoökologie, 14.-16.10.1999, TU Braunschweig. Reihe Landschaftsökologie und Umweltforschung, Heft 3, 219-222
- Hofmann F, Schlechtriemen U (2015a): Durchführung einer Bioindikation auf Pflanzenschutzmittelrückstände mittels Luftgüte-Rindenmonitoring, Passivsammlern und Vegetationsproben. *Fachbeiträge des LUGV*, Heft 147, Ministerium f. Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft, Potsdam. [http://www.lfu.brandenburg.de/media\\_fast/4055/fb\\_lugv-147.pdf](http://www.lfu.brandenburg.de/media_fast/4055/fb_lugv-147.pdf)
- Hofmann F, Schlechtriemen U (2015b): Luftgüte-Rindenmonitoring für ein Screening der Immissionsbelastung Deponie „Grauer Wall“ in Bremerhaven. *TIEM Integrierte Umweltüberwachung*. Magistrat der Seestadt Bremerhaven, Umweltamt. Gutachten: [http://www.bauumwelt.bremen.de/sixcms/media.php/13/TIEM-Bericht-LGRM-DeponieGW-Brhvn\\_20150928.pdf](http://www.bauumwelt.bremen.de/sixcms/media.php/13/TIEM-Bericht-LGRM-DeponieGW-Brhvn_20150928.pdf)
- Hofmann F, Schlechtriemen U (in prep.): Ökotoxikologische Expertise und Feldmessungen zur Verbreitung von PSM-Rückständen über den Luftpfad - 2014/2016. *Fachbeiträge des MLUL*, Ministerium f. Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft, Potsdam. (Kontakt: R. Vögel, LfU)

- Hofmann F, Schlechtriemen U, Wosniok W, Reckel S (1998): Integrated Monitoring for Identifying the Specific Air Pollution Impacts of Industrial Emission Sources. In: Stravinskiene, V., Juknys, R. (Ed.) Dendrochronology and Environmental Trends. Proceedings of the International Conference Euro-Dendro 1998, Vytautas Magnus Univ., Kaunas, Litauen, 160-168.
- Hofmann F, Schlechtriemen U, Wosniok W, Siemers U, Bracke G, Giesemann G, Duve M (2001): Luftgüte-Rindenmonitoring mit Immissions-Fingerprinting - Ein neues Probenahmegerät und Verfahren zum Biomonitoring von Luftschadstoffen für akkumulierbare Substanzen mit der Möglichkeit des Fingerprintings von Immissionsquellen. Bericht des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens. Ecomed, Landsberg, 156 S. Gate to EHS; [http://www.oekologiebuero.de/Hofmann\\_etal\\_2001\\_Rindenmonitoring.pdf](http://www.oekologiebuero.de/Hofmann_etal_2001_Rindenmonitoring.pdf)
- Humphries D, Byrtus G, Anderson A-M (2005): Glyphosate Residues in Alberta's Atmospheric Deposition, Soils, and Surface Waters. Pub No. T/806, Alberta Environment, Edmonton.
- IARC (2015): IARC monograph No. 112. Glyphosate. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol112/index.php>
- Kreuger J, Kylin H. (2006): Atmospheric transport and deposition of pesticides in Sweden. Präsentation Symposium Pesticide Behaviour in Soils, Water and Air, Warwick, UK, 28.3.2006
- Krüger M, Lindner A, Heimrath J (2016): Nachweis von Glyphosat im Urin freiwilliger, selbstzahlender Studienteilnehmer – „Urinale 2015“. Text: <http://www.urinale.org/wp-content/uploads/2016/03/PK-Text-Handout.pdf>; Tables and Graphs: <http://www.urinale.org/wp-content/uploads/2016/03/PK-Daten-Handout.pdf>
- LAVES NDS (2012): Pflanzenschutzmittelrückstände in Grünkohl – Ergebnisse des 4. Quartal 2012. Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Oldenburg. [http://www.laves.niedersachsen.de/download/75482/Pflanzenschutzmittelrueckstaende\\_in\\_Gruenkohl.pdf](http://www.laves.niedersachsen.de/download/75482/Pflanzenschutzmittelrueckstaende_in_Gruenkohl.pdf) (Stand: 15.2.2013)
- Mai C (2012): Atmospheric Deposition of organic Contaminants into the North Sea and the Western Baltic Sea. Dissertation Universität Hamburg.
- Majewski MS, Coupe RH, Foreman WT, Capel PD (2014): Pesticides in Mississippi air and rain: A comparison between 1995 and 2007. Environ Toxicol Chem 33 (6):1283-1293.
- MKULNV NRW (2012): Pestizidreport Nordrhein-Westfalen – Grünkohl. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf. <http://www.umwelt.nrw.de/verbraucherschutz/lebensmittel/pestizidreport> (Stand: 13.9.2013)
- Quaghebeur D, De Smet B, De Wulf E, Steurbaut W. (2004): Pesticides in rainwater in Flanders, Belgium: results from the monitoring program 1997-2001. J Environ Monit 6:182-90.
- Silva V et al. (2017): Distribution of glyphosate and aminomethylphosphonic acid (AMPA) in agricultural topsoils of the European Union, Sci Total Environ 2017, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.093>
- Spangenberg A, Hofmann F, Kirchner M (2002): Determining the agricultural ammonia immission using bark bio-monitoring: comparison with passive sampler measurements. J. Environ Monit 4:1–6
- TA LUFT (2002): Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA-Luft)
- van Dijk & Guicherit (1999): Atmospheric dispersion of current-use pesticides: A review of the evidence from monitoring studies. Water, Air, and Soil Pollution, 115(1-4), 21-70
- Watts M, Clausing P, Lyssimachou A, Schütte G, Guadagnini R, Marquez E, Arellano O (2016): Glyphosate monograph. PAN Pesticide Action Network International: <http://pan-international.org>

Whitehorn PR, Wallace C, Vallejo-Marin M (2017): Neonicotinoid pesticide limits improvement in buzz pollination by bumblebees. *Scientific Reports* 7(1): 15562.

Zouaoui K, Dulaurent S, Gaulier JM, Moesch C, Lachâtre G (2013): Determination of glyphosate and AMPA in blood and urine from humans: about 13 cases of acute intoxication. *Forensic Sci Int* 226(1-3):e20-5.

***Beiträge in Sendungen (12 Monate in Mediathek abrufbar):***

„Es stinkt! – Dicke Luft in Deutschland“

ZDF ZOOM, 12.10.2016 22:45; Film von Thorsten Mehlretter

<https://www.zdf.de/dokumentation/zdfzoom/es-stinkt-dicke-luft-in-deutschland-104.html>

„Bio zwischen Wahn und Sinn“,

3SAT, 27.10.2016 20:15; Film von Thorsten Mehlretter

<http://www.3sat.de/mediathek/index.php?datum=20161027&cx=141>

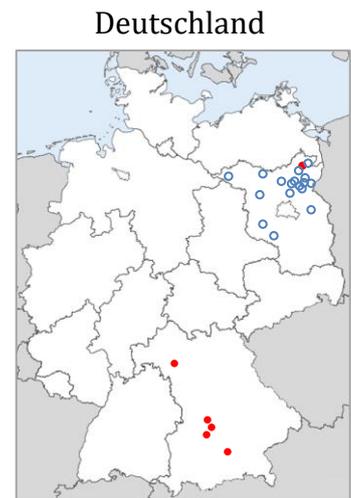
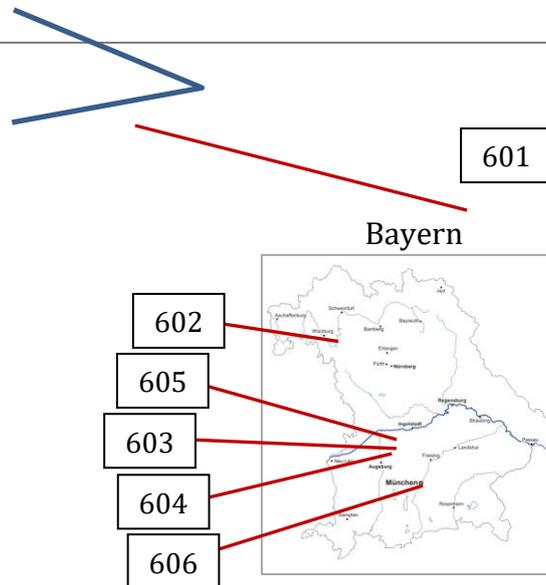
**Danksagung:**

Wir möchten uns ganz herzlich für die wertvollen Hinweise und die Unterstützung bei der Probenahme bedanken bei: R. Brennenstuhl, E. Haile, P. Forstner, Dr. M. Mertens, K. Petter, M. Ruppaner, R. Vögel.

# 6. Anhang

## 6.1

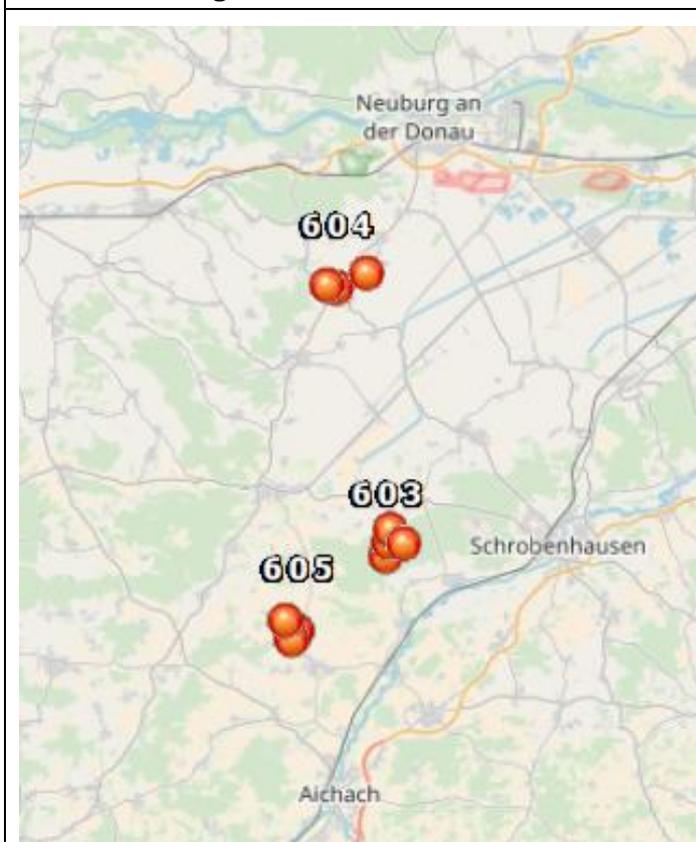
- 2017 (6) [601-606]
- 2014 & 2016 (18)



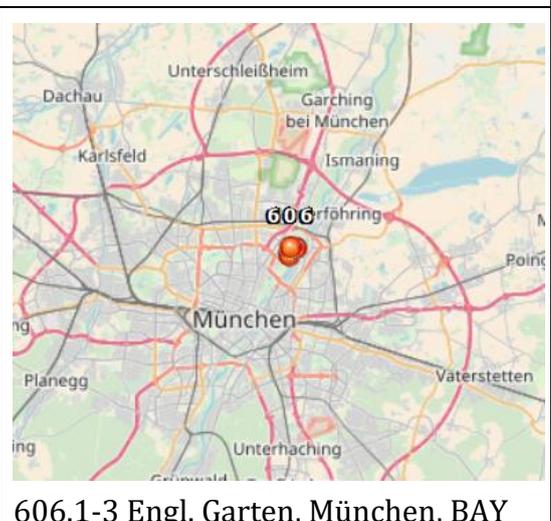
601.1-2 Baumgarten bei Prenzlau, BBG



602.1-3 Mainstockheim bei Kitzingen, BAY



603.1-4 Öd bei Schrobenhausen, BAY  
604.1-3 Hollenbach bei Neuburg, BAY  
605.1-3 Inchenhofen bei Aichach, BAY



606.1-3 Engl. Garten, München, BAY

## 6.2 Standortproben

Standort-probe	Unterstand-orte	Spezies	B	L	Datum	Standort	Bemerkungen
601	1-2	Pop	53°20'40,4"	13°57'23,4"	4.9.17	Baumgarten bei Prenzlau BBG (I)	Glyphosat Applikation Aug.17 in 30 – 100 m Entfernung
602	1-3	Til, Mal, Que	49°47'3.69"	10° 7'15.87"	9.9.17	Mainstoeckheim bei Kitzingen, BAY (III)	
603	1-4	Que	48°33'19.24"	11° 9'31.53"	10.9.17	Öd bei Schrobhausen, BAY (II)	
604	1-3	Ace, Que	48°40'3.96"	11° 7'22.59"	10.9.17	Hollenbach, BAY (II)	
605	1-3	Que, Fra, Pop	48°31'20.06"	11° 6'16.15"	10.9.17	Inchenhofen, BAY (II)	
606	1-3	Ace, Que, Fra	48°10'11.44"	11°36'34.92"	10.9.17	Engl.Garten, München BAY (IV)	
<b>Untersuchungsraum:</b> I Uckermark II Bayr.Schwaben / Oberbayern III Franken IV Oberbayern (München)				<b>Land:</b> Brandenburg (BBG) Bayern (BAY) Bayern (BAY) Bayern (BAY)			

Die Untersuchungen in Brandenburg im Jahre 2014 umfasste 9 Standorte in Brandenburg, davon 8 in der Naturparkregion Schorfheide-Chorin und eine im Fleming (Hofmann & Schlechtriemen 2015).

Die Untersuchungen im Jahre 2016 beinhaltete 9 Standorte verteilt über mehrere Regionen Brandenburgs (Hofmann & Schlechtriemen in prep.).

### 6.3 Liste der untersuchten PSM-Wirkstoffe

Wirkstoffe und Berichtsgrenzen ( $\mu\text{g/g} = 1000 \text{ ng/g}$ ) in Rindenproben bei Routine-Untersuchungen zur Bestimmung von Pflanzenschutzmittelrückständen nach ASU L 00.00-115 (Stand: 1.11.2014). Quantifizierung von Pendimethalin über isotopenmarkierten Standard. Ergänzende Bestimmung von Glyphosat, Aminomethylphosphonsäure (AMPA) und Glufosinat mittel LC-MS/MS. Quantifizierung über isotopenmarkierten Standard. Bestimmung von Arylex und Thallowamine erfolgte mit der Methode ASU L 00.00-115 (PAW 051) mittels LC-MS/MS. Bestimmung von Paraquat und Diquat nach EURL-SRM-Methode Polare Pestizide mittels LC-MS/MS (QuPPE). Trockenmasse aus Wassergehalt (PAW 003).

1-Naphthylacetamid (1-NAD)	LC	0,010
2,4,5-T	LC	0,010
2,4-D (Summe)		
2,4-D	LC	0,010
2,4-D-1-butyl ester	GC	0,010
2,4-D-2-butylglycol ester	GC	0,010
2,4-D-2-ethylhexyl ester	GC	0,010
2,4-DB	LC	0,010
2-Phenylphenol	GC	0,010
3,4-Dichloranilin	GC	0,010
3,5-Dichloranilin	GC	0,010
3-Chloranilin	GC	0,010
4-CPA	LC	0,010
Abamectin (Summe)		
Avermectin B1a	LC	0,010
Avermectin B1b	LC	0,010
Acephat	LC	0,010
Acetamiprid	LC	0,010
Acibenzolar-S-methyl	GC	0,010
Aclonifen	GC	0,010
Acrinathrin	GC	0,010
Alachlor	LC	0,010
Aldicarb (Summe)		
Aldicarb	LC	0,010
Aldicarb-sulfon	LC	0,010
Aldicarb-sulfoxid	LC	0,010
Aldrin	GC	0,010
Ametryn	LC	0,010
Aminocarb	GC	0,010
Amitraz (Summe)		
Amitraz	LC	0,010
Amitraz-Metabolit	LC	0,010
Atrazin	LC	0,010
Atrazin-desethyl	LC	0,010
Atrazin-desisopropyl	LC	0,010
Azaconazol	GC	0,010
Azadirachtin	LC	0,010
Azinphosethyl	GC	0,010

Azinphosmethyl	GC	0,010
Azoxystrobin	LC	0,005
Benalaxyl (Summe)		
Benalaxyl	GC	0,010
Benalaxyl-M	GC	0,010
Bendiocarb	LC	0,005
Benfluralin	GC	0,010
Benfuracarb	LC	0,020
Benomyl	LC	0,010
Bensulfuron-methyl	LC	0,010
Benthiavdicarb-isopropyl	LC	0,010
Bifenazat	LC	0,010
Bifenox	GC	0,010
Bifenthrin	GC	0,010
Biphenyl	GC	0,010
Bitertanol	GC	0,010
Boscalid	LC	0,010
Bromacil	LC	0,010
Bromocyclen	GC	0,010
Bromophos-ethyl	GC	0,010
Bromophos-methyl	GC	0,010
Brompropylat	GC	0,010
Bromuconazol	GC	0,010
Bupirimat	GC	0,010
Buprofezin	LC	0,010
Butafenacil	LC	0,010
Butocarboxim	LC	0,010
Butocarboxim-sulfoxid	LC	0,010
Cadusafos	LC	0,010
Captan	GC	0,005
Captan/Folpet (Summe)		
Carbaryl	LC	0,010
Carbendazim	LC	0,010
Carbendazim (Summe)		
Carbofuran (Summe)		
Carbofuran	LC	0,010
Carbofuran-3-hydroxy	LC	0,010
Carbophenothion	GC	0,010
Carbophenothion-methyl	GC	0,010

Carbosulfan	LC	0,010
Carboxin	LC	0,010
Chlorantraniliprol	LC	0,010
Chlordan (Summe)		
Chlordan, trans	GC	0,010
Chlordan, cis	GC	0,010
Chlorfenapyr	GC	0,010
Chlorfenprop-methyl	GC	0,010
Chlorfenson	GC	0,010
Chlorfenvinphos	LC	0,010
Chlorfluazuron	LC	0,010
Chloridazon	LC	0,010
Chloroneb	GC	0,010
Chlorpropham	GC	0,010
Chlorpropham (Summe)		
Chlorpyrifos-ethyl	GC	0,005
Chlorpyrifos-methyl	GC	0,010
Chlorthalidimethyl (DCPA)	GC	0,010
Chlorthalonil	GC	0,010
Chlorthion	GC	0,010
Chlozolinat	GC	0,010
Cinerin 1	GC	0,010
Cinerin 2	GC	0,010
Cinosulfuron	LC	0,010
Climbazol	LC	0,010
Clodinafop-propargyl	LC	0,010
Clofentezin	LC	0,010
Clomazon	LC	0,010
Cloquintocet-mexyl	LC	0,010
Clothianidin	LC	0,010
Coumaphos	LC	0,010
Crimidin	LC	0,010
Cyanazin	LC	0,010
Cyanofenphos	GC	0,010
Cyanophos	GC	0,010
Cyazofamid	GC	0,010
Cycloat	GC	0,010
Cyflufenamid	LC	0,010
Cyfluthrin	GC	0,010
Cyhalothrin-lambda	GC	0,010
Cymoxanil	LC	0,010
Cypermethrin	GC	0,010
Cyproconazol	GC	0,010
Cyprodinil	LC	0,005
Cyromazin	LC	0,030
DDT (Summe)		
DDD-o,p	GC	0,005
DDD-p,p	GC	0,005
DDE- o,p	GC	0,005
DDE-p,p	GC	0,005
DDT-o,p	GC	0,005
DDT-p,p	GC	0,005

DEET (N,N-Diethyl-m- tol- uamid)	LC	0,010
Deltamethrin	GC	0,010
Demeton (S/O)	LC	0,010
Demeton-S-methyl	LC	0,010
Demeton-S-methylsulfon	LC	0,010
Demeton-S-methylsulfoxid		
(Oxydemeton-methyl)	LC	0,010
Demeton-S-methylsulfoxid (Summe)		
Desmedipham	LC	0,010
Desmetryn	LC	0,010
Diafenthiuron	LC	0,010
Diazinon	LC	0,010
Dibrombenzophenon (4,4-)	GC	0,010
Dichlobenil	GC	0,020
Dichlofenthion	GC	0,010
Dichlofluamid	GC	0,010
Dichlorbenzophenon (2,4-)	GC	0,010
Dichlorbenzophenon (4,4-)	GC	0,010
Dichlorprop	LC	0,010
Dichlorvos	GC	0,010
Diclobutrazol	GC	0,010
Dicloran	GC	0,010
Dicofol (Summe)		
Dicofol-op	GC	0,010
Dicofol-pp	GC	0,010
Dicrotophos	LC	0,010
Dieldrin	GC	0,010
Diethofencarb	GC	0,010
Difenoconazol	LC	0,010
Diflubenzuron	LC	0,010
Diflufenican	GC	0,010
Dimethenamid-p	GC	0,010
Dimethoat	LC	0,010
Dimethoat (Summe)		
Dimethomorph	LC	0,005
Dimoxystrobin	LC	0,010
Diniconazol	GC	0,010
Dinocap	GC	0,030
Dinotefuran	LC	0,010
Diphenamid	GC	0,010
Diphenylamin	GC/L C	0,010
Dipropetryn	GC	0,010
Dithianon	LC	0,020
Diuron	LC	0,010
DMST	LC	0,010
Dodin	LC	0,010
Emamectin (Summe)		
Emamectin B1a	LC	0,010
Emamectin B1b	LC	0,010

Endosulfan (Summe)		
Endosulfan - alpha	GC	0,010
Endosulfan - beta	GC	0,010
Endosulfansulfat	GC	0,010
Endrin	GC	0,010
EPN	GC	0,010
Epoxiconazol	LC	0,010
EPTC	GC	0,010
Etaconazol	GC	0,010
Ethiofencarb	LC	0,010
Ethiofencarb-sulfon	LC	0,010
Ethiofencarb-sulfoxid	LC	0,010
Ethion	GC	0,010
Ethirimol	LC	0,010
Ethofumesat (Summe)		
Ethofumesat	LC	0,010
Ethofumesat-2-ke-ton	GC	0,010
Ethoprophos	LC	0,010
Ethoxyquin	GC	0,010
Etofenprox	GC	0,010
Etoxazol	LC	0,010
Etridiazol	GC	0,010
Famoxadon	LC	0,010
Famphur=Famophos	GC	0,010
Fenamidon	LC	0,010
Fenamiphos (Summe)		
Fenamiphos	LC	0,010
Fenamiphos-sulfon	LC	0,010
Fenamiphos-sulfoxid	LC	0,010
Fenarimol	GC	0,005
Fenazaquin	LC	0,010
Fenbuconazol	GC	0,010
Fenbutatinoxid	LC	0,010
Fenchlorphos	GC	0,010
Fenfluthrin	GC	0,010
Fenhexamid	LC	0,010
Fenitrothion	GC	0,010
Fenobucarb	LC	0,010
Fenoxycarb	LC	0,010
Fenpiclonil	LC	0,010
Fenpropathrin	GC	0,010
Fenpropimorph	LC	0,005
Fenpyroximat	LC	0,005
Fenson	GC	0,010
Fensulfothion	LC	0,010
Fensulfothion-oxon	LC	0,010
Fensulfothion-oxon-sulfon	LC	0,010
Fensulfothion-sulfon	GC	0,010
Fenthion (Summe)		
Fenthion	LC	0,020
Fenthion-oxon	LC	0,010

Fenthion-oxon-sulfon	LC	0,010
Fenthion-oxon-sulfoxid	LC	0,010
Fenthionsulfon	GC	0,010
Fenthionsulfoxid	LC	0,010
Fentin-hydroxid	LC	0,010
Fenvalerat/Esfenvalerat		
(RR- und SS-Isomere)	GC	0,010
Fenvalerat/Esfenvalerat		
(RS- und SR-Isomere)	GC	0,010
Fipronil (Summe)		
Fipronil	GC	0,005
Fipronil-desulfinyl	GC	0,010
Fipronil-sulfon	GC	0,010
Flonicamid	GC	0,010
Fluazifop (Summe)		
Fluazifop (freie Säure)	LC	0,010
Fluazifop-butyl	LC	0,010
Fluazinam	LC	0,010
Flubendiamid	LC	0,010
Fluchloralin	GC	0,010
Flucythrinat	GC	0,010
Fludioxonil	GC	0,010
Flufenoxuron	LC	0,010
Flumioxazin	GC	0,010
Fluopicolid	GC	0,010
Fluopyram	LC	0,010
Fluquinconazol	GC	0,010
Flurprimidol	LC	0,010
Flusilazol	GC	0,010
Fluthiacet-methyl	LC	0,010
Flutolanil	LC	0,010
Flutriafol	LC	0,010
Fluvalinat-(tau)	GC	0,010
Folpet	GC	0,010
Fonofos	GC	0,015
Forchlorfenuron	LC	0,010
Formethanat	LC	0,010
Fosthiazat	LC	0,010
Fuberidazol	LC	0,010
Furalaxyl	LC	0,010
Halfenprox	GC	0,010
Haloxyfop (Summe)		
Haloxyfop	LC	0,010
Haloxyfop-ethoxyethyl	LC	0,010
Haloxyfop-methyl	LC	0,010
HCH (Summe)		
HCH alpha	GC	0,010
HCH beta	GC	0,010
HCH delta	GC	0,010
HCH gamma (Lindan)	GC	0,010
Heptachlor (Summe)		

Heptachlor	GC	0,010
Heptachlorepoxyd-cis	GC	0,010
Heptachlorepoxyd-trans	GC	0,010
Heptenophos	LC	0,010
Hexachlorbenzol (HCB)	GC	0,010
Hexaconazol	LC	0,010
Hexaflumuron	LC	0,010
Hexazinon	LC	0,010
Hexythiazox	LC	0,010
Icaridin	LC	0,010
Imazalil	LC	0,005
Imibenconazol	LC	0,010
Imidacloprid	LC	0,005
Indoxacarb	LC	0,010
Iprobenfos	LC	0,005
Iprodion	GC	0,010
Iprovalicarb	LC	0,005
Isazofos	LC	0,010
Isocarbophos	LC	0,010
Isodrin	GC	0,015
Isofenphos	LC	0,010
Isofenphos-methyl	GC	0,010
Isofenphos-oxon	LC	0,010
Isoprocab	LC	0,010
Isoxaben	LC	0,010
Isoxadifen-ethyl	LC	0,010
Isoxathion	LC	0,010
Jasmolin 1	GC	0,010
Jasmolin 2	GC	0,010
Jodfenphos	GC	0,010
Kresoxim-methyl	GC	0,010
Landrin (3,4,5-Trimetha- carb)	LC	0,010
Lenacil	LC	0,010
Leptophos	GC	0,010
Linuron	LC	0,010
Lufenuron	LC	0,010
Malaoxon	LC	0,010
Malathion	GC	0,005
Malathion (Summe)		
Mandipropamid	LC	0,010
Mecarbam	LC	0,010
Mefenpyr-diethyl	GC	0,010
Mepanipyrim	GC	0,010
Mepronil	LC	0,010
Meptyldinocap	GC	0,010
Metaflumizon	LC	0,010
Metalaxyl (Summe)		
Metalaxyl	LC	0,010
Metalaxyl-M	LC	0,010
Metamitron	LC	0,010
Metazachlor	LC	0,010

Metconazol	LC	0,010
Methabenzthiazuron	LC	0,010
Methacrifos	LC	0,010
Methamidophos	LC	0,010
Methidathion	LC	0,010
Methiocarb (Summe)		
Methiocarb	LC	0,010
Methiocarb-sulfon	LC	0,010
Methiocarb-sulfoxid	LC	0,010
Methomyl	LC	0,010
Methomyl (Summe)		
Methoprotryn	LC	0,010
Methoxychlor	GC	0,010
Methoxyfenozid	LC	0,005
Metobromuron	LC	0,010
Metolachlor	GC	0,010
Metolcarb	LC	0,010
Metosulam	LC	0,010
Metoxuron	LC	0,010
Metrafenon	GC	0,010
Metribuzin	GC	0,010
Mevinphos	GC	0,010
Mirex	GC	0,010
Molinat	LC	0,010
Monocrotophos	LC	0,010
Myclobutanil	LC	0,010
Naphtoxyessigsäure (2- NOA)	LC	0,010
Napropamid	LC	0,010
Neburon	LC	0,010
Nicosulfuron	LC	0,010
Nitenpyram	LC	0,010
Nitralin	GC	0,010
Nitrapyrin	GC	0,010
Nitrofen	GC	0,010
Nitrothal-isopropyl	GC	0,010
Norflurazon	LC	0,010
Novaluron	LC	0,010
Nuarimol	GC	0,010
Ofurace	GC	0,010
Omethoat	LC	0,010
Oxadiazon	GC	0,010
Oxadixyl	GC	0,010
Oxamyl	LC	0,010
Oxamyl-oxim	LC	0,010
Oxyfluorfen	GC	0,010
Paclobutrazol	GC	0,010
Paraoxon-ethyl	LC	0,010
Paraoxon-methyl	GC	0,010
Parathion-ethyl	GC	0,010
Parathion-methyl	GC	0,010
Parathion-methyl (Summe)		

Pebulat	LC	0,010
Penconazol	LC	0,010
Pencycuron	LC	0,010
Pendimethalin	LC	0,010
Pentachloranilin	GC	0,010
Pentachloranisol	GC	0,010
Permethrin	GC	0,010
Perthan	GC	0,010
Phenkapton	GC	0,010
Phenmedipham	LC	0,010
Phenthoat	GC	0,010
Phosalon	GC	0,010
Phosmet (Summe)		
Phosmet	GC	0,010
Phosmet-oxon	LC	0,010
Phosphamidon	LC	0,010
Phoxim	LC	0,010
Picolinafen	LC	0,010
Picoxystrobin	LC	0,010
Piperonylbutoxid	GC	0,005
Pirimicarb (Summe)		
Pirimicarb	LC	0,010
Pirimicarb-desmethyl	LC	0,010
Pirimicarb-desmethylforma- mido	LC	0,010
Pirimiphos-ethyl	LC	0,010
Pirimiphos-methyl	GC	0,010
Prochloraz	LC	0,005
Procymidon	GC	0,010
Profenofos	LC	0,010
Profluralin	GC	0,010
Promecarb	LC	0,010
Prometryn	GC	0,010
Propamocarb	LC	0,010
Propanil	GC	0,010
Propaquizafop	LC	0,010
Propargit	GC/LC	0,010
Propazin	LC	0,010
Propetamphos	LC	0,010
Propham	GC	0,010
Propiconazol	LC	0,010
Propoxur	LC	0,010
Propyzamid	LC	0,010
Proquinazid	LC	0,010
Prosulfocarb	LC	0,010
Prothioconazol	LC	0,010
Prothiofos	GC	0,010
Pymetrozin	LC	0,010
Pyraclostrobin	LC	0,010
Pyraflufen-ethyl	LC	0,010
Pyrazophos	LC	0,010
Pyrethrin 1	GC	0,010

Pyrethrin 2	GC	0,010
Pyrethrine (Summe)		
Pyridaben	LC	0,010
Pyridalyl	LC	0,010
Pyridaphenthion	LC	0,010
Pyrifenoxy	LC	0,010
Pyrimethanil	LC	0,005
Pyriproxyfen	GC	0,010
Quinalphos	GC	0,010
Quinoxifen	GC	0,010
Quintozen	GC	0,010
Quintozen (Summe)		
Quizalofop	LC	0,010
Quizalofop-ethyl	LC	0,010
Rimsulfuron	LC	0,010
Rotenon	LC	0,010
S421	GC	0,010
Silafluofen	GC	0,010
Silthiofam	LC	0,010
Simazin	LC	0,015
Spinosad (Summe)		
Spinosyn A	LC	0,010
Spinosyn D	LC	0,010
Spirodiclofen	GC	0,010
Spiromesifen	GC	0,010
Spirotetramat	LC	0,010
Spiroxamin	LC	0,010
Sulfentazon	LC	0,010
Sulfotep	LC	0,010
Sulprofos	GC	0,010
Tebuconazol	LC	0,010
Tebufenozid	LC	0,005
Tebufenpyrad	GC	0,010
Tecnazen	GC	0,010
Teflubenzuron	LC	0,010
Tepraloxydim	LC	0,010
Terbacil	GC	0,010
Terbumeton	LC	0,010
Terbuthylazin-desethyl	LC	0,010
Terbutryn	GC	0,010
Terbuthylazin	LC	0,010
Tetrachlorvinphos	GC	0,010
Tetraconazol	GC	0,010
Tetradifon	GC	0,010
Tetramethrin	GC	0,010
Tetrasul	GC	0,010
Thiabendazol	LC	0,010
Thiabendazol-5-hydroxy	LC	0,010
Thiacloprid	LC	0,005
Thiametoxam	LC	0,010
Thiametoxam (Summe)		

Thiobencarb	LC	0,010
Thiodicarb	LC	0,010
Thiofanox	LC	0,010
Thiofanox-sulfon	LC	0,010
Thiofanoxsulfoxid	LC	0,010
Thiophanat-methyl	LC	0,005
Tolclophos-methyl	GC	0,005
Tolyfluanid	GC	0,010
Tolyfluanid (Summe)		
Tralkoxydim	LC	0,010
Transfluthrin	GC	0,010
Triadimefon/Triadimenol (Summe)		
Triadimefon	LC	0,010
Triadimenol	LC	0,010
Triallat	GC	0,010
Triasulfuron	LC	0,010
Triazamat	LC	0,010
Triazophos	LC	0,010
Trichlorfon	LC	0,020
Trichloronat	GC	0,010
Triclopyr	LC	0,010
Tricyclazol	LC	0,010
Tridemorph	LC	0,010

Trifloxystrobin	GC	0,005
Triflumizol	LC	0,010
Triflururon	LC	0,010
Trifluralin	GC	0,005
Triforin	LC	0,010
Triticonazol	LC	0,010
Uniconazol	LC	0,010
Vinclozolin	GC	0,010
Zoxamid	LC	0,010
Ergänzende Analysen:		
Glyphosat	LC-MS/MS	0,005
Glufosinat	LC-MS/MS	0,005
AMPA	LC-MS/MS	0,005
Halauxifen-methyl (Arylex)	LC-MS/MS	0,010
Tallowamin	LC-MS/MS	0,020
Paraquat	LC-MS/MS	0,020
Diquat	LC-MS/MS	0,010

## 6.4 Liste der nachgewiesenen PSM-Wirkstoffe in den Rindenproben im PSM/Glyphosat-Screening 2017

Leere Zellen: Werte unter Bestimmungsgrenze (BG); Angaben in ng/g Trockengewicht (TG)

Standortprobe	601	602	603	604	605	606	BG
% TG	89,67	85,99	85,39	84,80	84,87	84,45	
	ng/g TG	ng/g TG	ng/g				
<b>Aclonifen</b>		<b>11</b>	<b>20</b>		<b>13</b>		10
<b>Anthrachinon</b>		<b>9</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	10
<b>Boscalid</b>	<b>7</b>	<b>9</b>			<b>8</b>		10
<b>Carbendazim</b>				<b>93</b>			10
<b>Chlorthalonil</b>			<b>11</b>		<b>16</b>		10
<b>Clomazone</b>	<b>12</b>						10
<b>Cypermethrin</b>		<b>15</b>	<b>37</b>	<b>19</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	10
<b>Cyproconazol</b>		<b>14</b>					10
<b>Cyprodinil</b>		<b>5</b>	<b>7</b>		<b>106</b>		5
<b>DDE-pp</b>	<b>7</b>						5
<b>DDT-pp</b>	<b>14</b>		<b>13</b>				5
<b>Diphenamid</b>	<b>19</b>				<b>11</b>		10
<b>Endosulfan-alpha</b>			<b>8</b>				10
<b>Endosulfan-beta</b>			<b>15</b>				10
<b>Endosulfan-sulfat</b>		<b>15</b>	<b>5</b>				10
<b>Ethofumesat</b>	<b>51</b>						10
<b>Fenpropidin</b>		<b>28</b>		<b>19</b>			10
<b>Fluazinam</b>			<b>35</b>	<b>33</b>			10
<b>Fludioxonil</b>					<b>60</b>		10
<b>Glyphosat</b>	<b>13</b>			<b>16</b>			5

Standortprobe	601	602	603	604	605	606	BG
% TG	89,67	85,99	85,39	84,80	84,87	84,45	
	ng/g TG	ng/g					
HCH-gamma			13		6	8	10
Icaridin	10						10
Metalaxyl			38	11	8		10
Metazachlor	9						10
Metolachlor			15		11		10
Metrafenon				8			10
Penconazol		9					10
Pendimethalin	47	18	20	6	69		2
Phosmet			26				10
Propamocarb			10	17			10
Propyzamid	22						10
Prosulfocarb			2	6	3		2
Prothioconazol-desthio	39	33	27	31	37	7	10
Spiroxamin			10				10
Terbutylazin	26	9	10		14		10
Terbutylazin-desethyl	30						10
Trifloxystrobin		8					5

## 6.5 Liste der nachgewiesenen PSM-Wirkstoffe in den Rindenproben mit Nachweishäufigkeit - Ergebnisse 2014-2017

Anordnung nach relativer Häufigkeit der Nachweise in den PSM-Monitoring-Vorhaben 2014 bis 2017

#1 Pilotvorhaben PSM/Glyphosat-Screening 2017 in Bayern und Brandenburg, basic AG

#2 PSM-Screening 2014 in Brandenburg, LfU BBG (Hofman & Schlechtriemen 2015)

#3 PSM-Monitoring 2016 Brandenburg, LfU BBG (in prep.)

Leere Zellen: Werte unter Bestimmungsgrenze; n.a.: Parameter nicht analysiert; Angaben in ng/g TG (Trockengewicht)

	2017 Pilotvorhaben basic #1						2014 PSM-Screening BBG #2								2016 PSM-Monitoring BBG #3								Nachweishäufigkeit				
	601	602	603	604	605	606	561	562	563	564	565	566	567	568	569	591	592	593	594	595	596	597	598	599	Anzahl		relative
	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	Proben	Nachweise	Häufigkeit
1 Pendimethalin	47	18	20	6	69		35	602	25	110	74	109	30	17	190	178	7	22	47	38		32	50	18	24	22	92%
2 Prosulfocarb			2	6	3		4	5	3	8	6	3	6	4	119	551	3	831		4	3	3			24	18	75%
3 DDT-pp	14		13				38	75	122	11	18	20	58	129	43	11		192	34	90			31		24	16	67%
4 Prothioconazol-desthio	39	33	27	31	37	7										122		120	27		11	26	19	11	24	13	54%
5 Metolachlor			15		11			22		22				114		19			21	21	53	63	67	47	24	12	50%
6 Terbutylazin	26	9	10		14											33		74	222	40	18	139	51		24	11	46%
7 HCH-gamma			13		6	8		24	18				10	10				22		18					24	9	38%
8 DDT-op							16	24	29				16	21	14			41		21					24	8	33%
9 Terbutylazin-desethyl	30															20		22	31	27		33	18	12	24	8	33%
10 Glyphosat	13			16			n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	6	2	33%
11 DDE-pp	7															6		17		11		9	9		24	6	25%
12 Anthrachinon		9	13	14	19	17																			24	5	21%
13 Boscalid	7	9			8													25				16			24	5	21%
14 Cyproconazol		15	37	19	15	18																			24	5	21%
15 Metazachlor	9										14	100	100											13	24	5	21%
16 Chlorthalonil			11		16											28				11					24	4	17%
17 Clomazone	12							18			10							9							24	4	17%
18 Cyprodinil		5	7		106																		17		24	4	17%
19 Metalaxyl			38	11	8									24											24	4	17%
20 Aclonifen		11	20		13																				24	3	13%
21 Carbendazim				93															47					19	24	3	13%
22 Diflufenican																				21			48	23	24	3	13%
23 Epoxiconazol																32		38		15					24	3	13%
24 Metribuzin																15		30						43	24	3	13%
25 Tebuconazol																61							15	12	24	3	13%

Ad 6.3: Liste der nachgewiesenen PSM-Wirkstoffe in den Rindenproben mit Nachweishäufigkeit – Ergebnisse 2014-2017

	2017 Pilotvorhaben basic #1						2014 PSM-Screening BBG #2										2016 PSM-Monitoring BBG #3										Nachweishäufigkeit		
	601	602	603	604	605	606	561	562	563	564	565	566	567	568	569	591	592	593	594	595	596	597	598	599	Anzahl		relative Häufigkeit		
	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	ng/g TG	Proben	Nachweise			
26 2-Phenylphenol																11							12		24	2	8%		
27 Chlorfenson														33	29										24	2	8%		
28 Chlorpyriphosethyl																6	7								24	2	8%		
29 DCBP																		6		13					24	2	8%		
30 Dimethenamid																						30		20	24	2	8%		
31 Diphenamid	19				11																				24	2	8%		
32 Endosulfan-sulfat		15	5																						24	2	8%		
33 Ethofumesat	51															31									24	2	8%		
34 Fenpropidin		28		19																					24	2	8%		
35 Fluazinam			35	33																					24	2	8%		
36 Flufenacet							25					12													24	2	8%		
37 Prochloraz M95																44		19							24	2	8%		
38 Propamocarb			10	17																					24	2	8%		
39 Propyzamid	22															185									24	2	8%		
40 Cypermethrin		14																							24	1	4%		
41 Endosulfan-alpha			8																						24	1	4%		
42 Endosulfan-beta			15																						24	1	4%		
43 Fenpropimorph																				7					24	1	4%		
44 Fludioxonil					60																				24	1	4%		
45 Icaridin	10																								24	1	4%		
46 Methoxychlor																12									24	1	4%		
47 Metrafenon				8																					24	1	4%		
48 Penconazol		9																							24	1	4%		
49 Phosmet			26																						24	1	4%		
50 Prochloraz																11									24	1	4%		
51 Prochloraz M96																25									24	1	4%		
52 Propiconazol																13									24	1	4%		
53 Spiroxamin			10																						24	1	4%		
54 Terbacil																								20	24	1	4%		
55 Trifloxystrobin		8																							24	1	4%		
Anzahl PSM-Wirkstoffe	14	13	20	12	15	4	30	32	31	29	29	29	31	32	30	35	30	36	34	36	32	34	34	32					