

Analysen
Gutachten
Planungen
Beratung



Integrierte Umweltüberwachung GbR

Ökotoxikologie
Biomonitoring
Umweltüberwachung
Naturschutz

Pilot-Monitoring 2018

zur Evaluation geeigneter Passivsammler-Verfahren für ein Citizen-Science-Projekt im Jahr 2019

Baumrinde, Petersilie, Passivsammler (PAS-PUF, PAS-XAD, PMF-XAD), Luftfilter

von

TIEM Integrierte Umweltüberwachung GbR

Dipl.-Biol. Frieder Hofmann
Dipl.-Forstwirt Ulrich Schlechtriemen
Dr. Maren Kruse-Platz
Dr. Werner Wosniok

Auftraggeber:

Bündnis für eine Enkeltaugliche Landwirtschaft e.V.

Am See 1

17440 Lössen

5. März 2021

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

1. EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG	1
2. VORGEHENSWEISE	1
2.1 Evaluation der Passivsammler-Verfahren an sechs Teststandorten	1
2.2 Eignungstest für Glyphosat-Erfassung: Gradienten-Versuch	2
2.3 Biologisches Monitoring mit Völkern der Honigbiene.....	2
3. DURCHFÜHRUNG.....	3
3.1 Prüfung der Passivsammler an den Teststandorten	3
3.2 Beschreibung der Passivsammler-Verfahren	4
3.2.1 Bioakkumulations-Monitor Petersilie	4
3.2.2 Technische Passivsammler	6
3.2.3 Installation der Passivsammler an den Teststandorten im April 2018	10
3.2.4 1. Probennahme/wechsel 22.-25.5.18.....	16
3.2.5 2. Probennahme/wechsel 1.-4.7.18	17
3.2.6 3. Probennahme/wechsel 21.-27.8.18.....	18
3.2.7 4. Probennahme/Abbau 21.-27.8.18	19
3.3 Gradiententest der Passivsammler an einem mit Glyphosat behandelten Feld	20
4. ERGEBNISSE MIT DISKUSSION	23
4.1.1 Sensitivität der Sammelverfahren in Bezug auf Erfassung von partikulär-gebundenen PSM wie Glyphosat.....	24
4.1.2 Beurteilung der Sammelverfahren in Bezug auf die gesamte Palette der PSM.....	28
5. SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR CITIZEN-SCIENCE-PROJEKT.....	32
6. LITERATUR.....	34
7. ANHANG	37
7.1 Liste der untersuchten PSM-Wirkstoffe	37
7.2 PSM-Wirkstoffe und Glyphosat in den Rindenproben	42
7.3 PSM-Wirkstoffe in den technischen Sammlern PMF-XAD und PAS-XAD	45
7.4 Glyphosat im technischen Sammler PMF (PEF-Filter)	46
7.5 Glyphosat im technischen Sammler PAS-PUF.....	47

Abbildungsverzeichnis

Abb. 3.1: Biomonitoring mit Petersilie – Kultivierung im 80 cm – Blumenkasten mit Bewässerungs-Reservoir für Verfahrens-Evaluation an den 5 Teststandorten	5
Abb. 3.2: Biomonitoring mit Petersilie – Kultivierung im Kräutertopf mit Bewässerungs-Reservoir für Gradienten-Test und möglichen Einsatz im CSP	5
Abb. 3.3: Passivsammler des internationalen GAPS-Monitoring für volatile POPs und PSM: PAS-PUF und PAS-XAD	8
Abb. 3.4: Passivsammler TE-PAS-DD mit Matrix PUF für partikelbundene POPs	8
Abb. 3.5: Der kombinierte Passivsammler PMF-XAD/PEF für volatile PSM und partikulär gebundene wie Glyphosat.....	9
Abb. 3.6: 607 Oyten im Bremer Umland (NDS)	10
Abb. 3.7: 608 Westerloge im Bremer Umland (Niedersachsen).....	11
Abb. 3.8: 609 Bremen, Hansestadt Bremen.....	12
Abb. 3.9: 610 Klein Jasedow im Lassaner Winkel, Mecklenburg-Vorpommern.....	13
Abb. 3.10: 611 Taucha-Plöstitz im Umland von Leipzig (Sachsen).....	14
Abb. 3.11: 612 Chiemgau im Alpenvorland östlich München	15
Abb. 3.17: Gradientenversuch an einem mit Glyphosat behandelten Feld	21
Abb. 3.18: Sammelverfahren an den 5 Substandorten des Gradientenversuches	22
Abb. 4.1: Sensitivitätsfaktor der Aktiv - und Passiv - Sammelverfahren für die Erfassung von Glyphosat in der Luft (partikelgebundene PSM)	25
Abb. 4.2: Sensitivitätsanalyse der Aktiv - und Passiv - Sammelverfahren für die Erfassung von Glyphosat in der Luft (partikelgebundene PSM)	26
Abb. 5.1: Skizze für optimierten Passivsammler PAS-PUF/PEF für kombinierte Erfassung von volatilen und partikulär gebundenen PSM	33

Tabellenverzeichnis

Tab. 4.1 Zusammenfassende Beurteilung der Verfahren für volatile PSM und partikulär gebundene (Glyphosat).....	31
--	----

1. Einleitung und Aufgabenstellung

Ziel des **Pilotmonitorings** in 2018 ist die Erprobung geeigneter **Passivsammler-Verfahren** für einen praktikablen Einsatz in einem geplanten **Citizen-Science-Projekt (CSP)** in 2019 des Bündnisses für eine Enkeltaugliche Landwirtschaft (BEL) zur Erfassung der **Pestizid-Belastung über den Luftpfad** - analog der Urinale-Studie in 2015 (Krüger, Lindner, and Heimrath 2016).

Zusätzlich wurde die **Erfassung partikelgebundener PSM wie Glyphosat** an einem Standortbereich mit bekannter Applikation über einen **Gradiententest** geprüft.

Gemeinsam mit dem Umweltinstitut München (UIM) wurde darüber hinaus ein **Verfahrensvergleich verschiedener Passivsammelverfahren** an einem Standort im Chiemgau, Ostbayern (#612) vorgenommen.

Das Pilotprojekt mündet in einen Vorschlag für eine effiziente Umsetzung des geplanten **Citizen-Science-Projekts** in Form eines **Integrierten Monitorings** basierend auf mehreren, unterschiedlichen Verfahrens-Säulen, die sich gegenseitig ergänzen und absichern.

2. Vorgehensweise

2.1 Evaluation der Passivsammler-Verfahren an sechs Teststandorten

Für die Erprobung der Monitoring-Verfahren wurden in einer ersten Phase fünf Standorte mit unterschiedlicher Belastung und Entfernung zu landwirtschaftlichen Nutzflächen ausgewählt, an denen parallel die Verfahren über die Pestizid-Applikations-Periode in 2018 getestet wurden: Petersilie als Biomonitor, die beiden technischen Passivsammler PAS-XAD des internationalen GAPS-Programmes (Global Atmospheric Passiv Sampling Network) und PMF-XAD, entwickelt von TIEM-technic GbR sowie Baumrinde, die im Zuge des laufenden PSM-Monitoring-Programmes 2018 an den jeweiligen Standorten mit entnommen wurde.

Als Standorte waren ausgewählt:

- **Ökologiebüro TIEM** in Bremen, betreut durch Projektleiter Dipl.-Biol. Frieder Hofmann; der Standort liegt mitten im Stadtgebiet von Bremen, mehrere Kilometer von landwirtschaftlichen Nutzflächen entfernt und der Messplatz befindet sich auf dem Dach des Ökologiebüros in 15 m Höhe.
- [REDACTED] im Bremer Umland, [REDACTED]
[REDACTED] Der Standort befindet sich am Rande eines Gewerbegebietes angrenzend an landwirtschaftliche Nutzflächen.
- **Polleninformationsdienst PID in Westerloge** als Referenzmessstelle ländlicher Raum des im Bremer Umland, betreut von TIEM-Partner Dr. Reinhard Wachter. Der Standort befindet sich im ländlichen Raum mit konventioneller, intensiver und extensiver landwirtschaftlicher Nutzung, angrenzend an das Schutzgebiet Hasbruch (ältester Hudewald Norddeutschlands; FFH, NSG, LSG); an dem Standort befindet sich ein ausgerüsteter Messplatz mit Messturm für Bioaerosol-Messungen der Luft, insbesondere Pollen und Sporen, der von Dr. Wachter seit über 30 Jahren betrieben und für Langzeitmessungen sowie diversen Verfahrenstests seitens TIEM in Kooperation genutzt wird. Zusätzlich befindet sich dort ein Imkerstand, der ebenfalls von Dr. Wachter betreut wird und für wissenschaftliche Tests (Honig, Pollenhöschen, Bienenbrot) genutzt wird.
- [REDACTED] **Lassaner Winkel** in Mecklenburg-Vorpommern, [REDACTED]
[REDACTED] der Lassaner Winkel befindet sich im landwirtschaftlich geprägten östlichen Vorpommern in der Nähe des Peenestromes /Achterwassers mit der vorgelagerten Insel; das umfangreiche Gelände der Landwende mit Bioanbau-Flächen ist von konventionellen Flächen umgeben, die in der Vergangenheit bereits mehrfach zu Kontaminationsproblemen geführt haben.

- **Taucha-Plösitz** in der Region Leipzig-Halle in Sachsen, [REDACTED]
[REDACTED] Der Messort befindet sich in der Vorort-Siedlung Plösitz, ca. 200 m vom Rand der Siedlung, die umgeben von konventionellen landwirtschaftlichen Nutzflächen ist.

Zu den Passivsammelverfahren konnte [REDACTED] die Eignung von **Luftfiltermatten** aus der Hausklimaanlage als ein **aktives volumetrisches Sammelverfahren**, das die Passivsammler ideal ergänzt, getestet werden.

Das Umweltinstitut München (UIM) führte in 2018 ein PSM-Monitoring im Bereich der Gemeinde Mals im Vinschgau, Südtirol, durch. Hierbei wurden, initiiert durch die parallel zur Kalibrierung des Rindenmonitorings in Brandenburg in 2014 eingesetzten Passivsammler aus dem GAPS-Programm für Kurzzeitsammlung (PAS-PUF, s. Abb. 3.1) mit PUF (Polyurethan-Foam) als Matrix verwendet. In Kooperation mit dem Umweltinstitut wurde von TIEM an **einem 6. Ergänzungs-Standort im Chiemgau**, Ostbayern (#612) ein zusätzlicher Vergleich mit den aktuell hier getesteten technischen Passivsammelverfahren und einem neu entwickelten Passivsammler von Tisch Environment für partikelgebundene POPs (TE-PAS-DD PUF), ebenfalls mit PUF als Matrix, vorgenommen sowie der Biomonitor Baumrinde beprobt.

2.2 Eignungstest für Glyphosat-Erfassung: Gradienten-Versuch

Zur Prüfung der Verfahren für die Erfassung von Glyphosat, das nicht flüchtig ist und partikelgebunden per Winderosion verfrachtet wird, wurde zusätzlich an einem Standortbereich mit einem Feld bekannter Glyphosat-Applikation in Brandenburg (Standort-Nummer #613) ein sogenannter **Gradiententest** vorgenommen. Hierzu wurden entlang eines Belastungs-Gradienten über 5 Stufen von der Feldmitte Feldes bis außerhalb in einen geschützten Waldbereich hinein, die in Frage kommenden Sammelverfahren parallel im Hinblick auf Glyphosat-Akkumulation getestet.

[REDACTED]

3. Durchführung

3.1 Prüfung der Passivsammler an den Teststandorten

Installation der Passivsammler an allen 6 Teststandorten

Die Installation der Passivsammler erfolgte an allen 6 Teststandorten im April 2018. Die Protokolle finden sich in den folgenden Abschnitten.

Probenahme/Probenwechsel an den 5 Teststandorten des Bündnisses BEL

Die Probenahme bzw. der Probenwechsel wurde an den 5 Standorten des Bündnisses BEL (#607-611) von TIEM in Kooperation mit den Partnern vor Ort vorgenommen. Die technischen Sammler wurden über den Haupt-Applikations-Zeitraum der PSM von April bis 2. Oktoberhälfte ohne Probenwechsel exponiert. Die Beprobung von Petersilie erfolgte in 3 Versuchsansätzen:

Durchgängige Exposition (Einmal-Beprobung, 1x) von April bis Oktober, Probenahme am Ende im Oktober.

Zweifach-Beprobung (2x) mit Probenwechsel in der Mitte (Anfang Juli).

Vierfach-Beprobung (4x) mit zusätzlichem Zwischen-Probenwechsel Ende Mai und Ende August.

Die Protokolle der Probenahme/-wechsel sind ebenfalls in diesem Kapitel nachfolgend aufgeführt.

Probenahme/-wechsel am Ergänzungsstandort

Am Kooperationsstandort mit dem UIM im Chiemgau (#612) erfolgte der Probenwechsel der PUF-Scheiben der beiden TE-PAS-Sammler durch einen lokal ansässigen Partner des UIM alle 3 Wochen mit Versand direkt ans Labor des UIM (Labor für Rückstandsanalytik, Bremen) und die Schlussprobenahme (PUF aus den beiden TE-PAS Sammler sowie PAS-XAD/PEF sowie Baumrinde) im Oktober durch TIEM. Die Protokollierung erfolgte durch das UIM und ist hier nicht näher ausgeführt.

3.2 Beschreibung der Passivsammler-Verfahren

[Redacted text block containing multiple paragraphs of blacked-out content]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

3.2.1 Technische Passivsammler

Parallel wurde der Einsatz von technischen Passivsammlern geprüft. Wenngleich der emotionale Bezug hier geringer einzuschätzen ist, böten sie den Vorteil unkomplizierterer Anwendung. Im Idealfall würde ein einfacher Sammler oder Filterkörper (Batch) genügen, der ähnlich eines Vogelfutterhäuschens über die Saison exponiert und am Ende analysiert wird.

Es wurden hierzu folgende Passivsammler-Typen getestet:

1. Der bereits für volatile POPs validierte PAS-XAD aus dem internationalen POP-Monitoring-Programm GAPS ((Klánová and Harner 2013)) als bewährtes technisches Verfahren an den 5 Teststandorten für volatile Pestizide wie Pendimethalin etc. (s. Abb. 3.1);
2. ein neuer Passivsammler von Tisch Environment für partikulär gebundene POPs (TE PAS-200 DD, (Eng, Harner, and Pozo 2014), s. Abb. 3.2) im Hinblick auf potentielle Erfassung von Glyphosat, da hierfür bisher noch kein Nachweis vorhanden war;
3. und ein neu entwickelter Passivsammler PMF-XAD/PEF für eine kombinierte Erfassung von volatilen und partikulär gebundenen Pestiziden. Als Basis dient der aus dem CEN/DIN/VDI-Verfahren standardisierte Bioaerosol-Sammler PMF (Pollen-MassenFilter) aus dem GVO-Pollenmonitoring für die Partikelsammlung, der zusätzlich mit einem XAD-Kern aus dem POP-Programm ausgestattet wurde (Abb. 3.3); es stellt ein einfaches Batch-Verfahren dar, mit dem sowohl volatile PSM wie Pendimethalin als auch an Aerosolpartikel gebundene PSM wie Glyphosat nachweisbar sein

Folgende Hintergrund-Information:

Es gibt in der Aerosolsammlung weit über 100 Passivsammler. Für die Erfassung von PSM haben sich insbesondere 2 Sammlertypen aus dem internationalen POP-Monitoringprogramm GAPS bewährt (s. Abb. 3.1):

a) Der PAS-PUF/SIP für Kurzzeitsammlung über wenige Wochen mit der Matrix PUF/SIP, den wir bereits erfolgreich in Brandenburg parallel mit dem Rindenmonitoring gezielt zur Erfassung von Pendimethalin während der Ausbringungsperiode im Herbst eingesetzt haben (s. Hofmann et al. 2016 und Abb. 3.1 links). Dieser Sammlertyp wird derzeit auch vom Umweltinstitut München in Südtirol eingesetzt mit 3-wöchigem Probenwechsel;

b) Der PAS-XAD für Langzeitsammlung mit der Matrix XAD-2, der weltweit im Einsatz ist (s. Abb. 3.1, rechts). Im Gegensatz zum ersten Typus, bei dem alle 3-9 Wochen die Proben gewechselt werden müssen, kann dieser Typus mit einer Probe über die ganze Saison exponiert werden, was den Aufwand an Probenwechsel und Analysekosten erheblich minimiert. Beide Sammlertypen eignen sich zur Erfassung zahlreicher volatiler und semi-volatiler POPs und PSM wie Pendimethalin, Prosulfocarb, DDT, Lindan, jedoch nicht für Glyphosat und AMPA, da diese per Partikelfraktion in der Luft transportiert werden. Die Sammler erlauben eine standardisierte Erfassung und sind für einige PSM über das GAPS Programm kalibriert, so dass auch Rückschlüsse auf die PSM-Luftkonzentration möglich wären (s. PSM-Monitoring in Brandenburg, Hofmann et al. 2016) analog zu den wesentlich aufwändigeren und teureren Aktivgeräten (High and Low Volume Samplern)

Da in unserem Pilotvorhaben die ganzjährige Erfassung Aufgabe ist, soll der für die Langzeiterfassung bewährte Passivsammler PAS-XAD verwendet werden, den wir in Kooperation mit Frank Wania von der Universität Toronto in Kanada aus dem GAPS Monitoringprogramm bezogen und

mit der Sammlermatrix XAD-2 (gereinigt, Sigma-Aldrich) einsetzen (20 g). Der Sammler ist über das GAPS Programm bereits umfangreich validiert.

Leider erfolgt über diese Passiv-Sammler keine adäquate Erfassung von Glyphosat, da Glyphosat nicht volatil ist und angehaftet an Boden-Partikel über Winderosion in der Luft verbreitet wird. Die Erfassung von Aerosol-Partikeln mittels Passivsammlern gilt als schwierig und es gibt bis dato kein validiertes Passiv-Sammelverfahren für Aerosolpartikel und die Glyphosat-Erfassung. Von Tisch Environment wurde ein Passivsammler zur Erfassung von POPs in Aerosol-Partikeln mit der Matrix PUF basierend auf einer Modifikation des in den 1940er in den USA standardisierten Durham-Sammlers, eines Passivsammlers für die Pollen-Erfassung, präsentiert (TE PAS 200-DD, (Eng, Harner, and Pozo 2014), s. Abb. 3.2). Allerdings liegen nach Auskunft von Tisch Environment und Tom Harner (Environment Canada) keine Erfahrungen zur Erfassung von Glyphosat in Aerosolpartikeln vor. Die Konstruktion besteht aus einem Regenschutzschild und darunter einer, zwischen zwei kleineren Anströmlplatten angeordneten, offen exponierten PUF-Scheibe. Die Abscheidung der Partikel erfolgt nach Eng et. al (2014) vornehmlich per Sedimentation auf der Oberfläche sowie seitlich über Impaktion bzw. Filtration. Abweichend vom standardisierten Durham-Sammler fehlt beim TE PAS-200 DD auch die untere parallele Platte, die für eine laminare Anströmung sorgt. Ein Passivsammler des Typs TE-PAS-200 DD wurde von uns (TIEM) in Kooperation mit dem Umweltinstitut München (UIM) an einem Standort im Chiemgau zur Erfassung von Glyphosat getestet (#612). Desweiteren wurde der Sammler an 5 Standorten von TIEM im Gradiententest an einem Feld mit bekannter Glyphosat-Applikation eingesetzt und geprüft.

Aus dem GVO-Pollenmonitoring gibt es einen als europäisches CEN- und deutsches DIN/VDI-Verfahren standardisierten Passivsammler, den PMF, mit dem Aerosolpartikel erfasst werden (s. Bild 2, CEN/TS 16817-1:2015). Er besteht im Wesentlichen aus 8 runden PEF-Filterpads, die frei exponiert und von der Luft durchströmt werden. Hierbei werden Staubpartikel ausgefiltert, die dann analysiert werden können. Der auf die Erfassung von Bio-Aerosol-Partikel, insbesondere Pollen und Sporen ausgerichtete Passivsammler, der allerdings auch entsprechend Staubpartikel einfängt, wurde von TIEM technic zu einem Kombisammler – dem PMF-XAD/PEF modifiziert. Hierzu wurde der PEF-Filterkörper mit einem zusätzlichen XAD-2 Kern im Inneren zur Erfassung volatiler PSM analog des PAS-XAD aus dem GAPS-Programm ausgestattet; ein Lamellen-Schutzschild schützt vor Regen (s. Abb. 3.3). Dieser Sammler wurde von uns zur Überprüfung der Eignung an allen 6 Teststandorten sowie den 5 Standorten im Gradienten-Versuch eingesetzt. Die Exposition wurde über den gesamten Zeitraum vorgenommen. Hierbei sollte geprüft werden, ob eine Erfassung sowohl der partikel-gebundenen PSM wie Glyphosat und AMPA als auch der volatilen PSM möglich ist. Gelingt damit die Erfassung von PSM und Glyphosat, könnte der Sammler als relativ einfaches Batch-Verfahren konstruiert werden und für ein Citizen-Science-Projekt in 2019 zur Verfügung stehen.

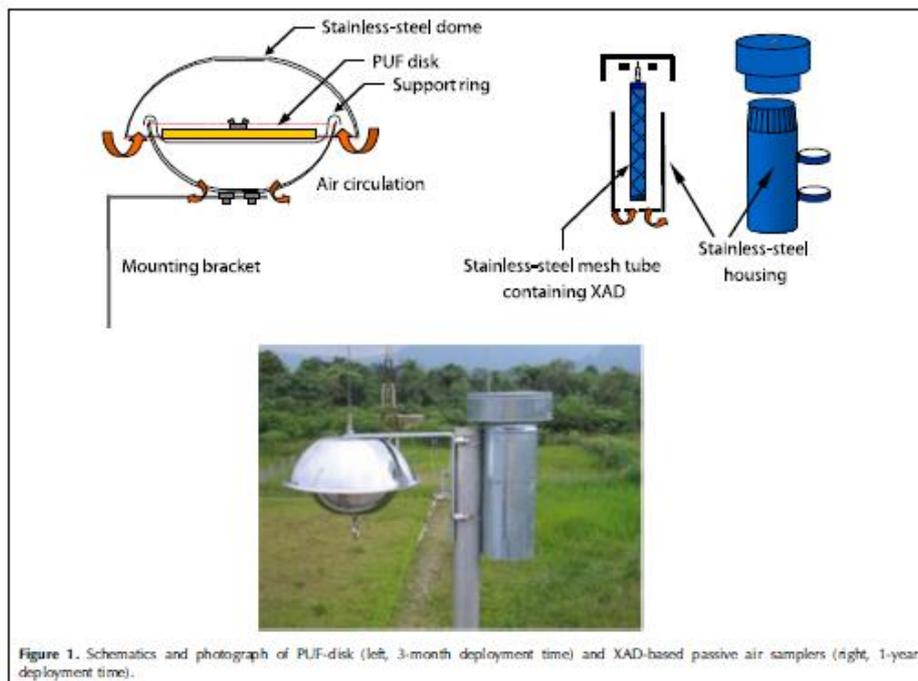


Abb. 3.1: Passivsammler des internationalen GAPS-Monitoring für volatile POPs und PSM: PAS-PUF und PAS-XAD

Die beiden Passivsammler-Typen aus dem internationalen POP-Monitoringprogramm GAPS zur Erfassung persistenter organischer Luftschadstoffe (POP) u.a. von Pestiziden – links der PAS-PUF für die Kurzzeitsammlung bis zu 3 Monaten mit den aufgereinigten Polyurethan-Schaumstoff-Scheiben, der u.a. in Brandenburg zur Kalibrierung des Rindenmonitorings mit der Matrix PUF und der Matrix PUF/SIP eingesetzt wurde; rechts der PAS-XAD für die Jahressammlung mit der Matrix XAD-2 (Siebzylinder 20 cm, XAD-2 20 g), der für die Langzeitsammlung ausgelegt ist und daher als geeigneter Sammler für dieses Vorhaben zum Einsatz kommen soll. Beide Sammler eignen sich für ein Screening von >500 volatilen PSM-Wirkstoffen inkl. Pendimethalin und Prosulfocarb, allerdings nicht für das mit der Partikelfraktion verdriftete Glyphosat. (Abb. aus (Klánová and Harner 2013)).

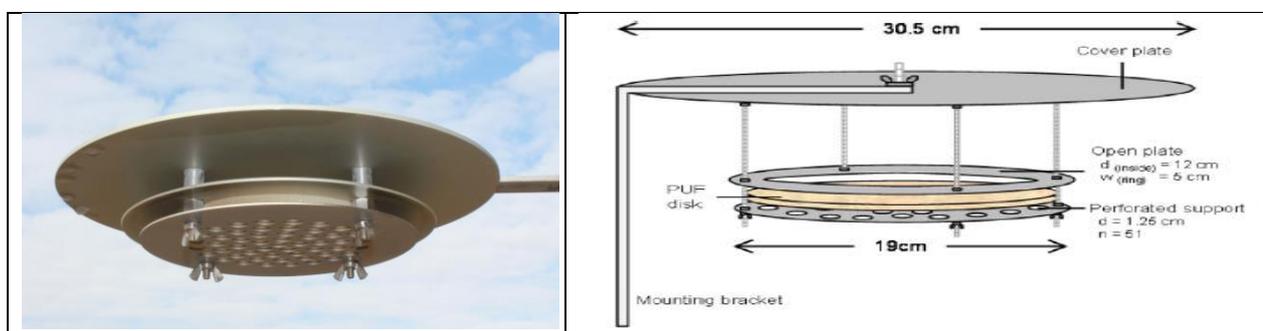


Abb. 3.2: Passivsammler TE-PAS-DD mit Matrix PUF für partikelgebundene POPs

Der neuere Passivsammler von Tisch Environment (TE) für die Erfassung von trockener Deposition (Dry Deposition) mit der Sammelmatrix PUF, dessen Eignung zur Erfassung von Partikel-gebundenen POPs von (Eng, Harner, and Pozo 2014) beschrieben wurde. Mit ihm sollen auch semi-volatile POPs erfasst werden. Eine Einschränkung wird bei den volatileren POPs beschrieben; ähnlich volatil verhalten sich auch einige PSM wie Pendimethalin und Prosulfocarb. Nach Auskunft von TE und Tom Harner von Environment Canada liegen keinerlei Informationen über die Erfassung von Glyphosat vor.

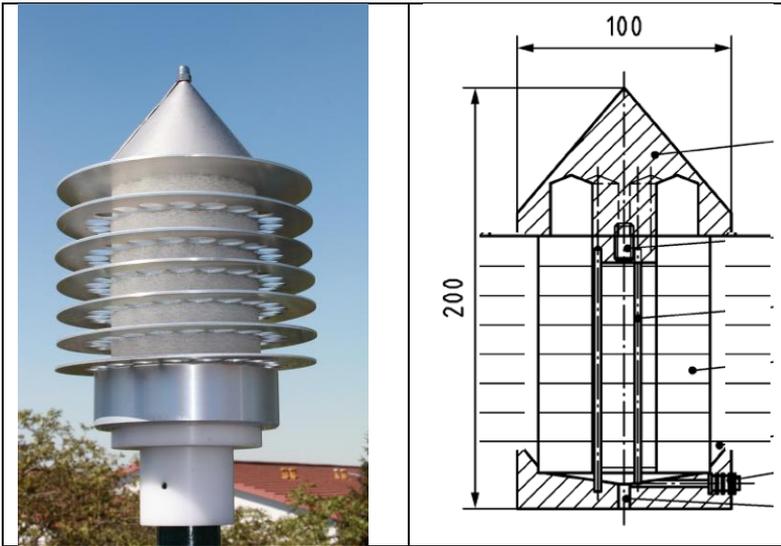


Abb. 3.3: Der kombinierte Passivsammler PMF-XAD/PEF für volatile PSM und partikulär gebundene wie Glyphosat

Grundlage bildet der Passivsammler PMF aus dem GVO-Pollenmonitoring (standardisiert, CEN-TS 16817-1:2015 DIN/VDI), der aus 8 übereinandergelegten, speziell geschichteten Tiefenfilterscheiben (PEF) zur Erfassung von Aerosolpartikeln ausgelegt ist und für dieses Projekt hier modifiziert wurde mit einer XAD-2 Matrix im Kern für volatile PSM analog des PAS-XAD-Sammlers (Siebzylinder 10 cm, XAD-2 10 g) und einem Lamellen-Mantel als Regenschutz versehen (hier in der rechten Abbildung skizziert). Gestestet werden soll eine kombinierte Erfassung von volatilen PSM als auch Glyphosat über die Partikelfraktion (Foto links Hofmann, Skizze aus CEN-TS 16817-1 2015 DIN/VDI (DIN CEN/TS 2016a), modifiziert)

3.2.2 Installation der Passivsammler an den Teststandorten im April 2018



Abb. 3.4: 607 Oyten im Bremer Umland (NDS)

████████████████████
 ████████████████████

Installation 11.4.2018;
 Abbau: 20.10.2018



- E+F 07 Passivsammler PAS PMF-XAD [F]/PEF[E]
- G 07 Passivsammler PAS GAPS-XAD
- V 07 Vegetation Petersilie a-f
- L 07 Luftgüte-Rindenmonitoring





Abb. 3.5: 608 Westerloge im Bremer Umland (Niedersachsen)

Dr. Reinhard Wachter, Pollenflug Nord
Referenzmessstation ländlicher Raum des Polleninformationsdienstes PID und TIEM-Partner

Installation 11.4.2018;
Abbau: 21.10.2018



**E+F 08 Passivsammler PAS PMF-XAD [F]/PEF[E]
G 08 Passivsammler PAS GAPS-XAD
V 08 Vegetations-Monitoring Petersilie a-f
L 08 Luftgüte-Rindenmonitoring**



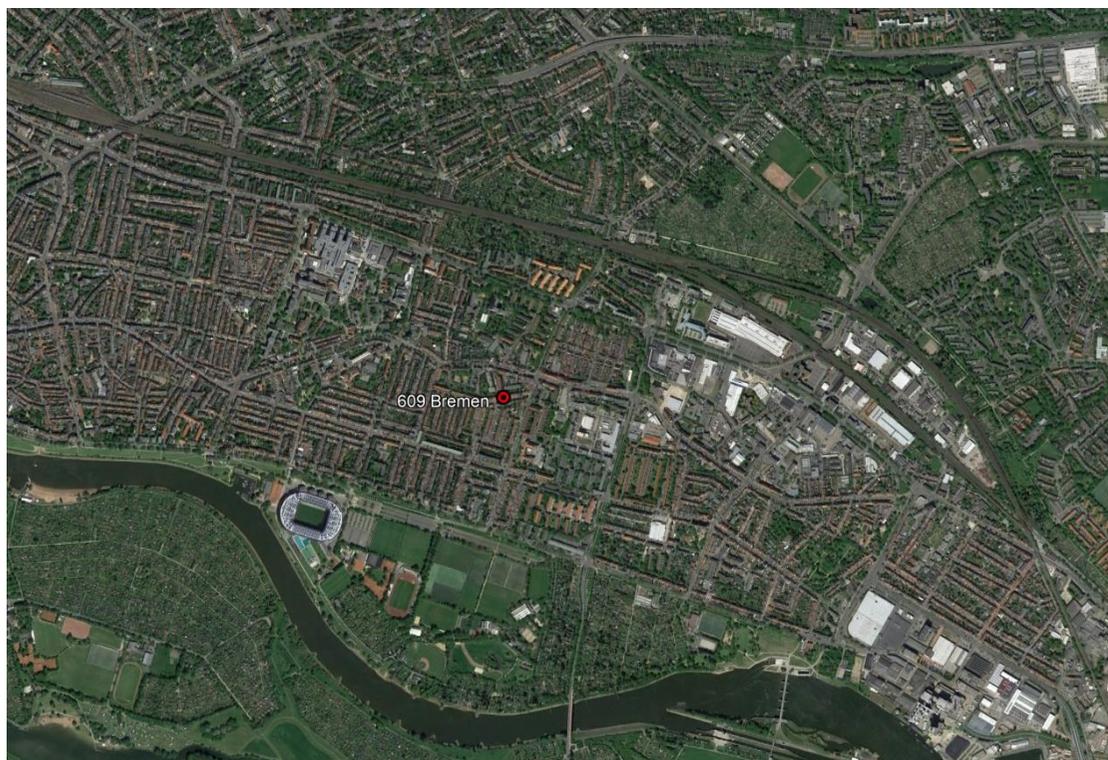
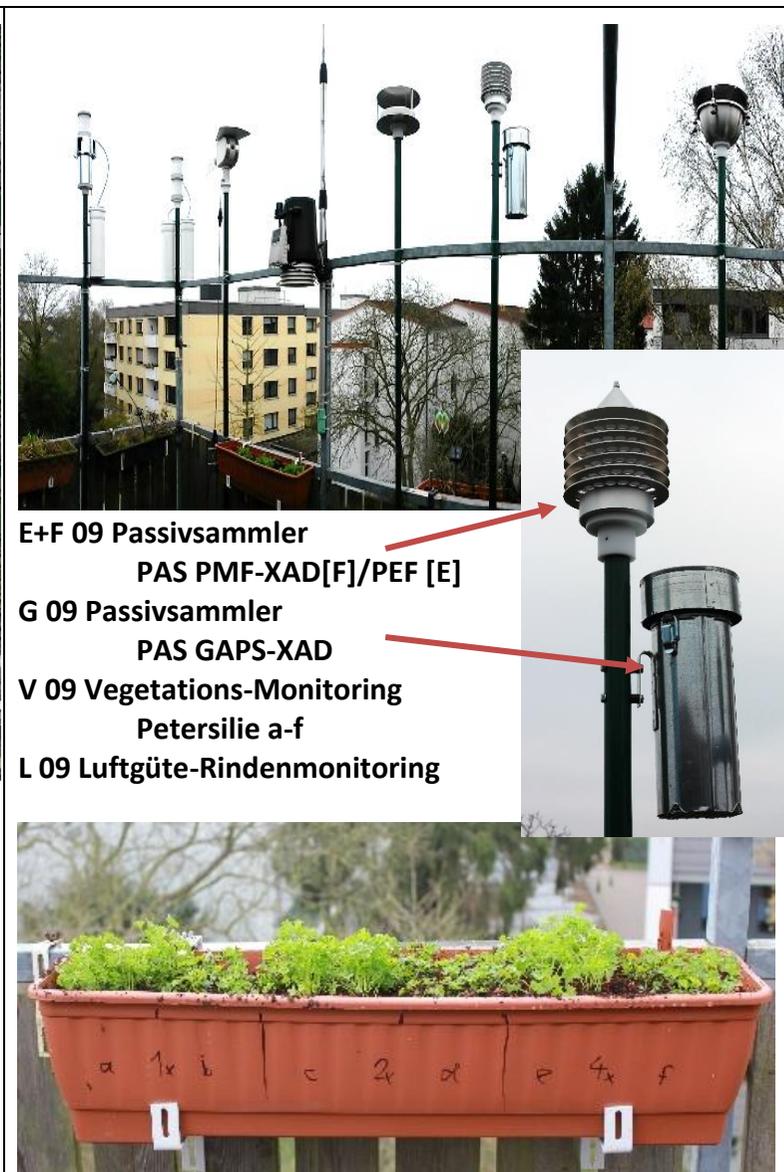


Abb. 3.6: 609 Bremen, Hansestadt Bremen

Ökologiebüro TIEM Integrierte Umweltüberwachung
 Referenzmessstation städtischer Raum, Ökologiebüro und TIEM
 Dipl.-Biol. Frieder Hofmann

Installation 12.4.2018;
 Abbau: 21.10.2018



- E+F 09 Passivsammler**
PAS PMF-XAD[F]/PEF [E]
- G 09 Passivsammler**
PAS GAPS-XAD
- V 09 Vegetations-Monitoring**
Petersilie a-f
- L 09 Luftgüte-Rindenmonitoring**

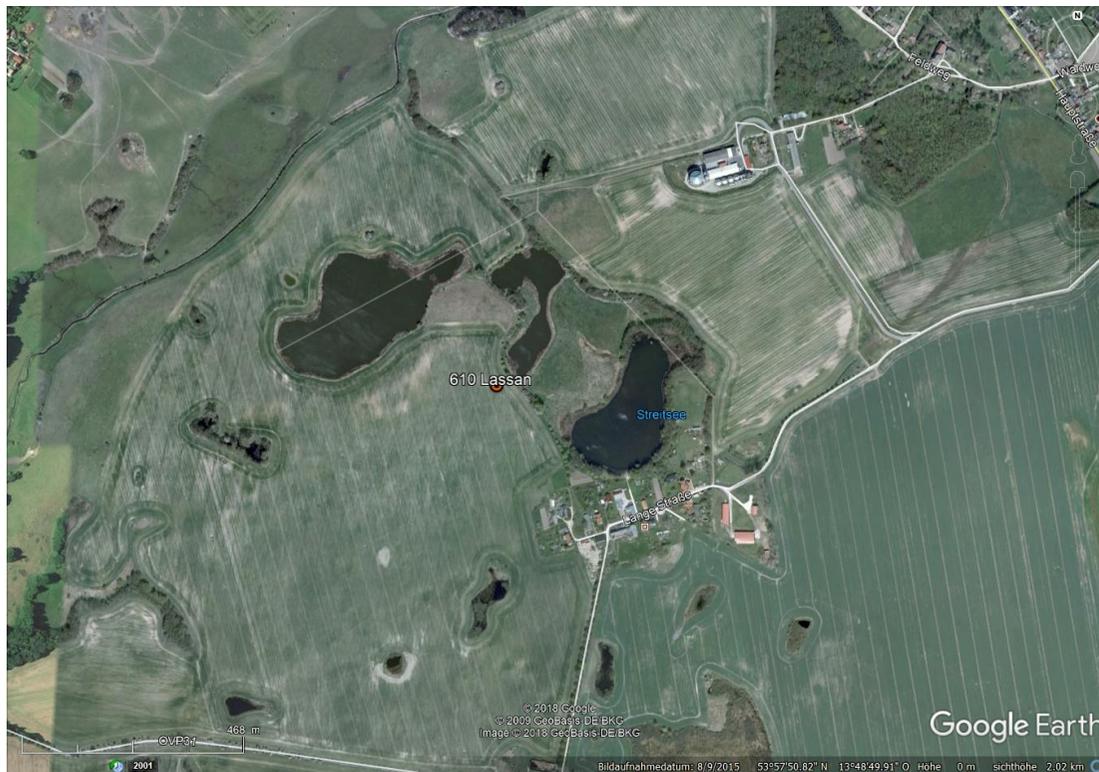


Abb. 3.7: 610 Klein Jasedow im Lassaner Winkel, Mecklenburg-Vorpommern

████████████████████
 ████████████████████

Installation 16.4.2018;
 Abbau: 31.10.2018



- E+F 10 Passivsammler PAS PMF-XAD[F]/PEF[E]**
- G 10 Passivsammler PAS GAPS-XAD**
- V 10 Vegetations-Monitoring Petersilie a-f**
- L 10 Luftgüte-Rindenmonitoring**



3. Durchführung



Abb. 3.8: 611 Taucha-Plöszitz im Umland von Leipzig (Sachsen)

Installation 17.4.2018
 Abbau 17.10.2018



**E+F 11 Passivsammler PAS PMF-XAD [F]/PEF[E]
 G 11 Passivsammler PAS GAPS-XAD
 V 11 Vegetations-Monitoring Petersilie a-f
 L 11 Luftgüte-Rindenmonitoring**



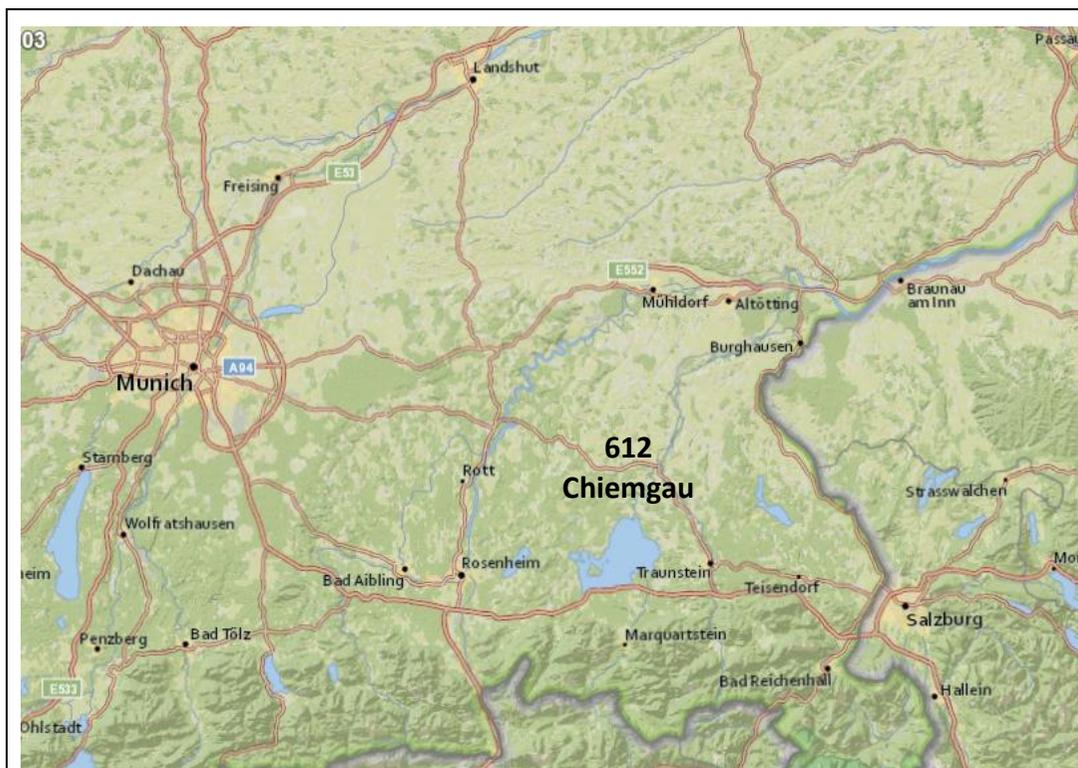


Abb. 3.9: 612 Chiemgau im Alpenvorland östlich München

Hausgarten in kleiner Siedlung umgeben von konventionellen landwirtschaftlichen Flächen
 Kooperations-Standort TIEM mit Umweltinstitut München (UIM) für Sammlertest
 Standort anonymisiert; Betreuung: Karl Bär, UIM; Frieder Hofmann, TIEM.

Installation: 23.4.2018

Abbau: 17.10.2018



- F 12** Passivsammler
PAS PMF-XAD/PEF
- H 12** Passivsammler
PAS-PUF GAPS (TIEM/UIM)
- J 12** Passivsammler
TE-PAS-DD PUF (TischEnvironment)
- L 12** Luftgüte-Rindenmonitoring

3.2.3 1. Probennahme/wechsel 22.-25.5.18

Der erste Probenwechsel wurde Ende Mai nach 5-6 Wochen Exposition vorgenommen.

[REDACTED]

Die technischen Passivsammler PMF-XAD sowie GAPS-XAD lassen keine Probleme erkennen, sind unbeschadet und befundfrei.

3.2.4 2. Probennahme/wechsel 1.-4.7.18

Der 2. Probenwechsel wurde Anfang Juli vorgenommen.

Die technischen Passivsammler PMF-XAD sowie GAPS-XAD lassen auch nach 11-12 Wochen Expositionszeit an den Standorten keine Probleme erkennen, sind unbeschadet und befundfrei.

3.2.5 3. Probennahme/wechsel 21.-27.8.18

Der 3. Probenwechsel wurde Ende August vorgenommen.

Die technischen Passivsammler PMF-XAD sowie GAPS-XAD lassen auch nach 18-19 Wochen Expositionszeit an den Standorten keine Probleme erkennen, sind unbeschadet und befundfrei.

3.2.6 4. Probennahme/Abbau 21.-27.8.18

Technische Passivsammler:

Die Exposition der technischen Passivsammler PMF-XAD sowie GAPS-XAD wurde beendet und die Proben tiefgekühlt ans Labor übersandt.

3.3 Gradiententest der Passivsammler an einem mit Glyphosat behandelten Feld

Die Aufgabe war ein einfacher Eignungstest der verschiedenen Passivsammler-Verfahren zur Erfassung der partikelgebundenen Glyphosat-Belastung über Winderosion über einen Gradiententest an einem Feld mit bekannter Glyphosat-Applikation.

Ein geeignetes Versuchsfeld konnte mit Unterstützung des Landesumweltamtes in Brandenburg (R. Vögel, J. Peil) in der Schorfheide-Chorin mit freundlicher Unterstützung der SAG Schorfheider Agrargenossenschaft gefunden werden (Standort #613). Für den Gradiententest wurden 5 Stützpunkte (Unterstandorte), ausgehend von der Feldmitte über den Feldrand bis in eine geschützte Waldlichtung hinein in ca. 50 m Abstand vom angenommenen Applikationsbereich. Das Feld liegt ideal abseits in einem Waldgebiet, d.h. unmittelbare weitere Einflüsse von Glyphosat aus der näheren Umgebung können ausgeschlossen werden. Am 9.8.18 und am 15.8.18 wurde Glyphosat zur Queckenbehandlung appliziert, wobei einige wenige Teil- und Randflächen ausgespart wurden (s. Skizze unten).

Die Installation der Passivsammler erfolgte danach am 28.8.18, d.h. mit 13 bzw. 19 Tagen Abstand zur Applikation, so dass unmittelbarer Spray-Einfluss ausgeschlossen und primär die Winderosion des an Boden-Partikel gebundenen Glyphosates geprüft werden konnte.

Getestet wurden die technischen Passivsammler TE-PAS-DD PUF von Tisch Environment mit der PUF-Matrix und der PMF-XAD/PEF von TIEM technic mit den PMF-Filterpads (PEF) sowie das biologische Biomonitoring-Verfahren mit Petersilie. Dazu wurde der exponierte Waldrand als Standort für das Luftgüte-Rindenmonitoring beprobt.

Angelegt wurde ein Gradient unter folgenden Vorgaben: Der Standort P1 inmitten des mit Glyphosat behandelten Feldes; P2 in Richtung Rand. Ein ca. 20 m breiter Ackerrand war nicht behandelt, so dass hier 2 Standorte in 15 m (P3) und 30 m (P4) Distanz unter vergleichbar guter Anströmung aus dem Feld eingerichtet wurden. Der Standort P5 wurde in 50 m Entfernung in den Waldrand hineingelegt. Er steht für etwas geschütztere bzw. entferntere Distanzen und erlaubt zudem Vergleiche zum passiven Biomonitoringverfahren Baumrinde, die dort ebenfalls entnommen wurde.

Die Probenahme und der Abbau der Sammler sowie die Rindenprobenahme erfolgten am 14.9.18.

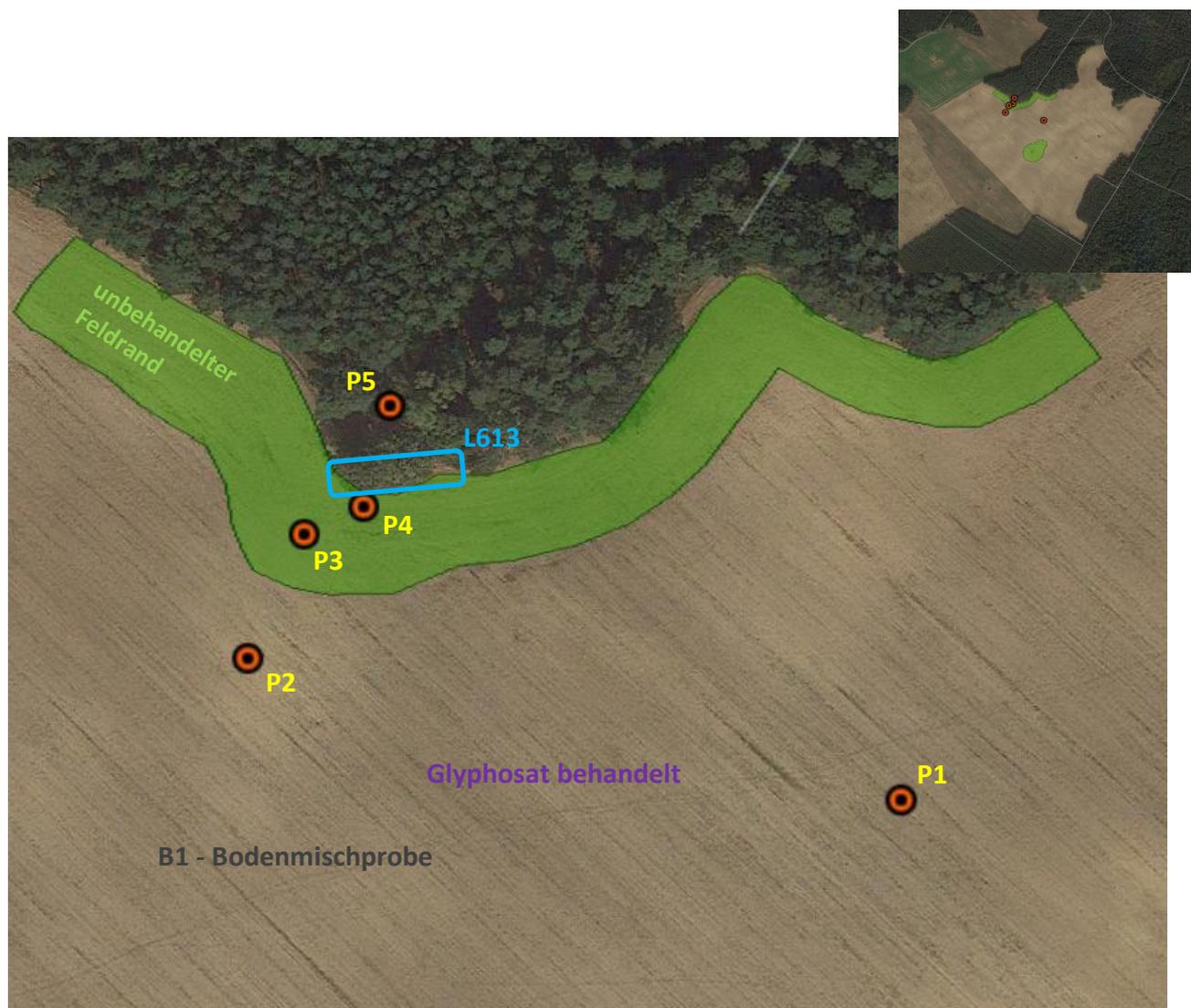


Abb. 3.10: Gradientenversuch an einem mit Glyphosat behandelten Feld

- Passivsammler PMF-XAD/PEF [Matrix XAD: F; Matrix PEF-Filterpads: E]
- Passivsammler TE-PAS-DD PUF [Matrix PUF: J]
- Petersilie [V]
- Bodenmischprobe [B]

Distanzen der Stützpunkte zum Feldrand der mit Glyphosat behandelten Parzelle

- P1: im behandelten Feld, Distanz -80 m
- P2: im behandelten Feld, Distanz -15 m
- P3: Distanz 15 m
- P4: Distanz 30 m (5 m vom Waldrand)
- P5: Distanz 50 m (geschützte Lichtung/Weg im Waldrandbereich)
- Bodenmischprobe aus dem behandeltem Feld B1

Bekämpfung Quecke mit Glyphosat am 9.8. ca. 9,5 ha; 15.8. ca. 17 ha (5 l/ha Taifun forze in 150 l/ha Wasser); der Schlag wurde als Ganzes behandelt, einige weniger befallene Teillächen (grün) wurden ausgespart.

	<p>Technische und biologische Passivsammler im Gradiententest zur Erfassung von Partikelgebundenem Glyphosat an den Standorten P1-P5.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Passivsammler PMF-XAD/PEF [F, G] • Passivsammler TE-PAS-DD PUF [J] • Petersilie [V] <p>Abbildung vom Standort P1</p> <p>Bodenmischprobe</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bodenmischprobe [B1] des Glyphosat-behandelten Feldes v. 29.8.18 <p>Abgleich mit passiven Biomonitoring-Verfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Luftgüte-Rindenmonitoring LGRM 		
<p>613-1 inmitten appliziertem Feld</p>			
<p>613-2 im Feld am Rand des Applikationsbereiches</p>	<p>613-3 im unbehandelten Teil des Feldes in ca. 15 m Abstand</p>	<p>613-4 am Waldrand im unbehandelten Feldteil in ca. 30 m Abstand</p>	<p>613-5 in geschützter Waldlichtung in ca. 50 m Abstand</p>
<p>Rindenprobenahme am Waldrand (L613, Standort P4)</p>			

Abb. 3.11: Sammelverfahren an den 5 Substandorten des Gradientenversuches

4. Ergebnisse mit Diskussion

Die Ergebnisse der PSM-Analysen sind für alle Sammler und Matrices zu den hier im Vorhaben beschriebenen Verfahren tabellarisch im Anhang dokumentiert:

- Die Liste der untersuchten PSM-Wirkstoffe sowie Glyphosat, AMPA und Glufosinat findet sich in Anhangstabelle 7.1. In der Tabelle sind die jeweiligen Analyseverfahren und Bestimmungsgrenzen mit aufgeführt.
- Die Analyseergebnisse zu den über 500 PSM-Wirkstoffen inklusive Glyphosat in den Rindenproben an den für das hier ausgewertete Pilotmonitoring relevanten Probenstandorten werden in Anhangstabelle 7.2 gelistet. Für die umfangreichen Ergebnisse zum Rindenmonitoring der Mess-Kampagnen 2014-2018 wird auf den entsprechenden Bericht zu diesem Vorhaben verwiesen ((Hofmann et al. 2019)in Vorbereitung).
- Die Ergebnisse zu PSM-Wirkstoffe in den technischen Sammlern PMF-XAD und PAS-XAD befinden sich in Anhangstabelle 7.3.
- Die Ergebnisse zu Glyphosat im technischen Sammler PMF (PEF-Filter) finden sich in Anhangstabelle 7.4 und
- die Ergebnisse zu Glyphosat im technischen Sammler PAS-PUF entsprechenden in Anhangstabelle 7.3.
- Die Analyseergebnisse zu PSM-Wirkstoffe und Glyphosat im Biomonitor Petersilie mit den unterschiedlichen Probennahmeintervallen werden in Anhangstabelle 7.6 aufgeführt.
- In Anhangstabelle 7.7 sind die Ergebnisse zu Glyphosat im Boden am Standort des Gradientenversuches (#13) aufgeführt und schließlich
- finden sich in Anhangstabelle 7.8 die Ergebnisse zu PSM-Wirkstoffe und Glyphosat im Luftfilter einer Klimaanlage als volumetrischer Aktivsammler.

4.1.1 Sensitivität der Sammelverfahren in Bezug auf Erfassung von partikulärgebundenen PSM wie Glyphosat

Für die Beurteilung der Sammelverfahren im Hinblick auf die Erfassung von an Partikeln gebundenen PSM wie Glyphosat in der Luft, - eine der offenen Hauptfragen für die erfolgreiche Durchführung des geplanten CSP -, wurde ein Sensitivitätsfaktor S ermittelt, der das Verhältnis von Messwert zur Bestimmungsgrenze angibt. Je höher der Sensitivitätsfaktor an einem Standort ausfällt, d.h. umso größer der Abstand zur Bestimmungsgrenze ist, umso sensitiver lässt sich Glyphosat mit dem Verfahren in der Luft erfassen und damit auch an Standorten mit geringerer Luftbelastung fernab der Quellen noch nachweisen. In Abb. 4.1 sind die Ergebnisse zum Sensitivitätsfaktor für die verschiedenen Sammelverfahren über den Standortproben dargestellt, so dass die Ergebnisse im Einzelnen nachvollziehbar sind.

Für einen Vergleich der Sammelverfahren wird eine normierte Sensitivitätsanalyse vorgenommen.. Die Verfahren wurden hierzu über die Vergleichs- und Teststandorte aufeinander bezogen und Linearität der Sammelverfahren zu Grunde gelegt (bei doppelter Belastung auch doppelter Wert). Dies führt dann zu vergleichbaren, parallelen Sensitivitäts-Kennlinien der Verfahren, die in Abb. 4.2 veranschaulicht sind. Daraus lässt sich ableiten, wie sensitiv sich Glyphosat in der Luft mit den Verfahren nachweisen lässt, d.h. wie weit entfernt von landwirtschaftlichen Quellen sich Glyphosat noch in der Luft nachweisen lässt, bevor die Bestimmungsgrenzen unterschritten werden

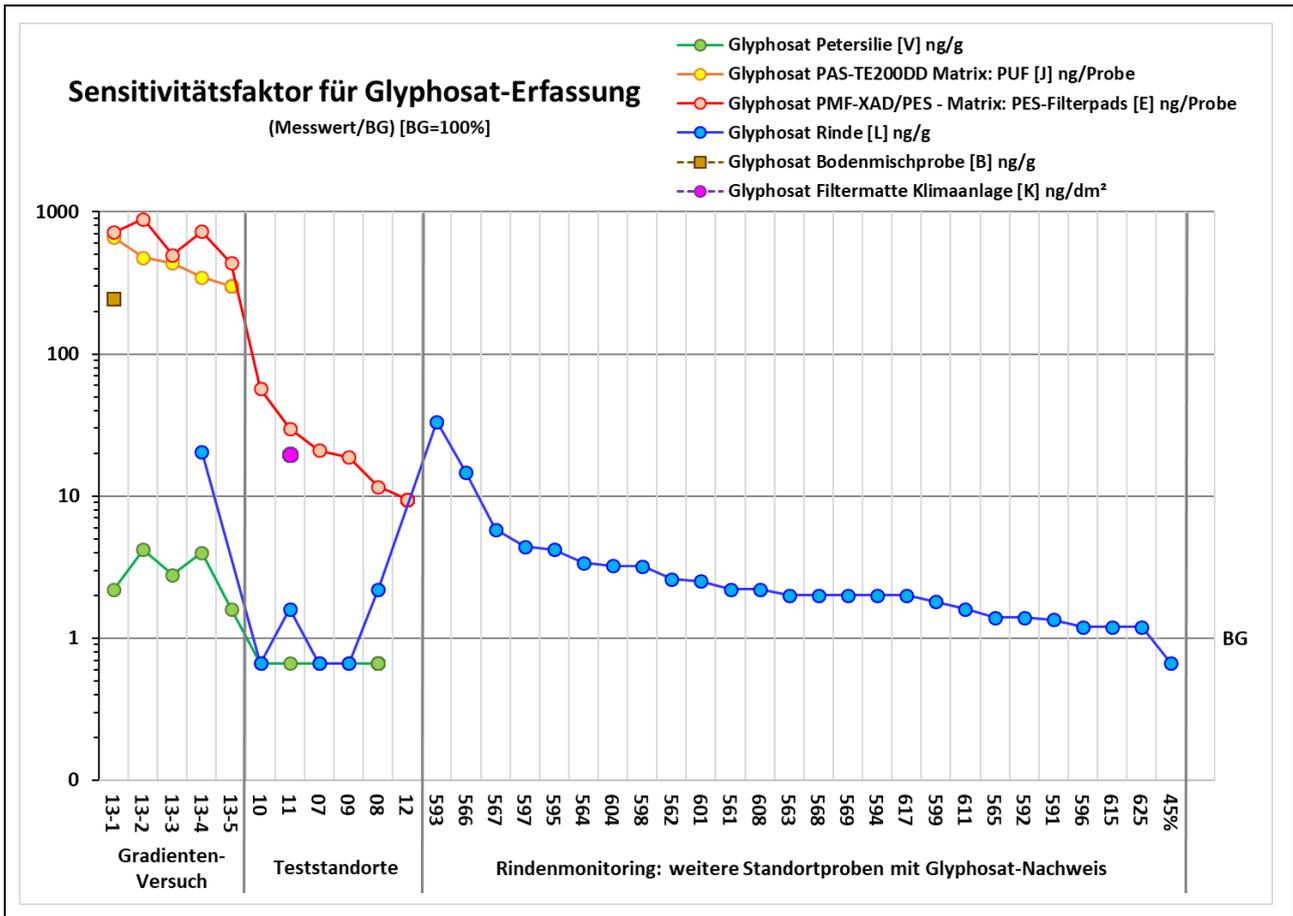


Abb. 4.1: Sensitivitätsfaktor der Aktiv - und Passiv - Sammelverfahren für die Erfassung von Glyphosat in der Luft (partikelgebundene PSM)

Anordnung der Standortproben nach Versuch und Rangfolge

Ergebnisse zusammengefasst aus:

- Gradienten-Versuch an einem Feld mit bekannter Glyphosat-Applikation (Rang: PUF)
- Teststandorte für PSM-Sammler-Evaluation (Rang: PEF)
- Rindenmonitoring: weitere Standorte BRD-weit mit Glyphosat-Nachweis (Rang: Rinde)

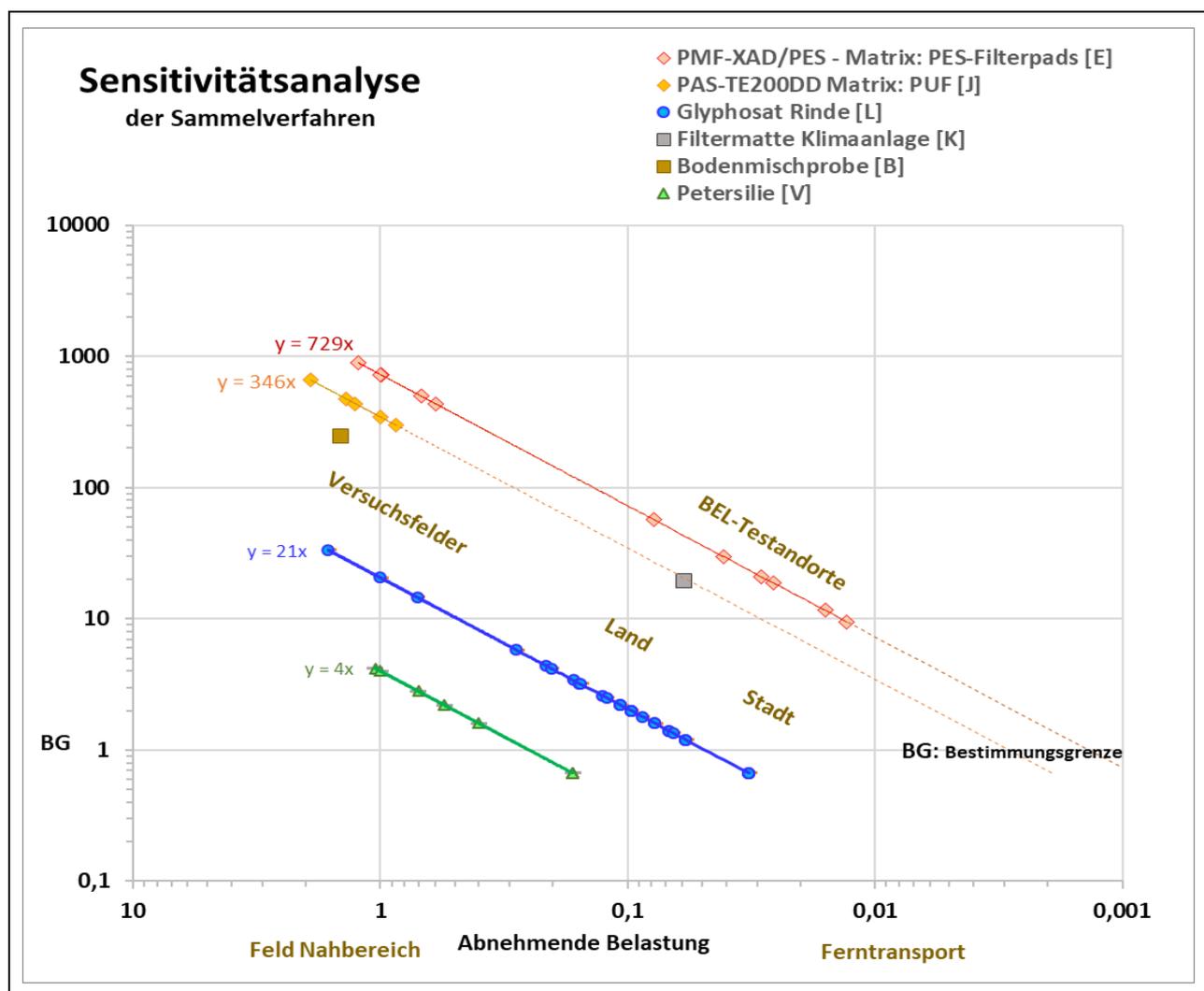


Abb. 4.2: Sensitivitätsanalyse der Aktiv- und Passiv-Sammelverfahren für die Erfassung von Glyphosat in der Luft (partikelgebundene PSM)

Y-Achse: Sensitivitätsfaktor S

X-Achse: Reziproker S -Wert normiert auf Vergleichsstandorte im Versuchsfeld des Gradiententests (Rinde, Petersilie, PAS-PEF, PAS-PUF an Standort 613.4: $X=1$) bzw. an Koppelstandorten (Filtermatte Klimaanlage in Taucha [611] mit Rinde; Boden B1 an Versuchsfeld 613.1)

Durchgezogene Linien zwischen Messwerten; gestrichelte Linie Trendabschätzung

Parallelabstand der Trendlinien kennzeichnen Sensitivitätsunterschiede;

Schnittpunkt der Trennlinien mit X-Achse kennzeichnen Erwartungswert bis in welchen Entfernungsbereich Nachweise möglich sind, d.h. wann Bestimmungsgrenze unterschritten wird.

Betrachtet man den Gradientenversuch, so erkennt man, dass die beiden für Aerosol-Partikel ausgelegten technischen Passiv-Sammler, der PMF-XAD/PEF mit den PEF-Filterpads als Matrix und der TE-PAS-DD mit der PUF-Disk als Matrix, die höchsten Sensitivitätswerte aufweisen, wobei die PEF-Filterpads des PMF mit $S=729$ eine noch bessere Sensitivität erzielen als die PUF-Disks des TE-PAS-DD ($S=346$). Dies bedeutet, dass mit den technischen Passivsammlern der Spielraum für eine sichere Erfassung von Glyphosat in der Luft auch bei geringer werdenden Belastungen am größten ist. Dies belegen auch die Ergebnisse an den 6 Teststandorten, an denen der PMF eingesetzt wurde: an allen Standorten wurde Glyphosat in der Luft deutlich über der BG nachgewiesen mit S -Werten im

Bereich von 56,9 bis 9,5, d.h. sogar bis in die mehr als 4 km vom nächsten Acker entfernten Stadtbereiche in Bremen. Ein zur PUF-Matrix des TE-PAS-DD vergleichbares Ergebnis zeigte auch die Luftfilter-Probe aus der Klimaanlage [K 11] als volumetrisches Sammelverfahren (Aktivsammler mit definierter Volumenstromrate), das am Standort 11 getestet wurde ($S_{K11} = 19,7$) und sich auf der Kennlinie des TE-PAS-DD einordnen lässt. Der S -Wert für den PMF lag hier bei 29,9.

Ca. eine Größenordnung unter den technischen Sammlern ist der Sensitivitätswert für das Biomonitoring mit Baumrinde anzusiedeln, das am Substandort 13-4 des Feldversuchs parallel zu Petersilie und den technischen Passivsammlern durchgeführt wurde (Rinde $S_{13-4} = 20,6$). Mit einem 20fachen Abstand zur BG ist auch mit dem Rindenmonitoring noch eine sichere Erfassung von Glyphosat abseits von Feldern möglich. Allerdings ist damit zu rechnen, dass bei zunehmender Entfernung und damit geringer werdender Belastung eher die BG erreicht wird als bei den technischen Sammlern. Dies geht auch aus den Ergebnissen an den Teststandorten hervor: Während mit den technischen Sammlern an allen 6 Teststandorten eine Glyphosat-Belastung nachweisbar war, gelang dies mit der Baumrinde nur an zweien davon. Für die Baumrinden-Analyse liegen allerdings als einzige unter den Verfahren repräsentative Ergebnisse aus dem bundesweiten Monitoring-Programm 2014-2018 vor, die hier mit aufgeführt wurden. Die Ergebnisse zeigten, dass mit der Baumrinde an über 55 % der Standorte in der BRD Glyphosat in der Luft nachgewiesen wurde, wobei eine breite Belastungs-Amplitude von feldnah bis in weit entfernte Schutzgebiete hinein vertreten war und S -Werte bis 33 gemessen wurden. Die Ergebnisse belegen damit, dass das Verfahren erfolgreich im Rahmen eines Monitorings einsetzbar ist. Zum Vergleich: repräsentative Bodenanalysen von Silva et al. (2017) ergaben einen Nachweis einer Glyphosat-Belastung über BG bei ca. 33 % der Böden in Europa.

Die geringsten Werte an den 5 Messpunkten des Gradiententests zeigt der Biomonitor Petersilie mit Sensitivitätswerten im Bereich von 1,6 bis 4,2. Die Sensitivität der Petersilie fällt damit 2 Größenordnungen, d.h. um das ca. 100fach geringer sensitiv aus als die technischen Sammler. Das bedeutet, dass von den betrachteten Verfahren mit dem Biomonitor Petersilie am ehesten die BG unterschritten wird bei abnehmender Belastung, d.h. zunehmender Entfernung von Glyphosat-Quellen. Dies bestätigt auch ein Blick auf die Ergebnisse an den 5 Teststandorten (7-11), an denen Petersilie eingesetzt wurde: An keinem konnte Glyphosat nachgewiesen werden. Die Ergebnisse aus den verschiedenen Probenahme-Intervallen weisen zudem auf mögliche PSM-Verluste bzw. unzureichende Akkumulationseigenschaften und wachstumsbedingte Eigenschaften über die Vegetationsperiode hin, die z.B. durch Wachstum, Abtrag durch Wind/Regen von der Blattoberfläche etc. entstehen. Die Ergebnisse machen deutlich, dass auch eine komplexe Optimierung der Probenahme (s. Protokolle weiter oben) diese Effekte nicht gänzlich vermeiden. Trotz der Verwendung der „Krausen Petersilie“ wird offensichtlich, dass bei den relativ glatten Blattoberflächen eine ausreichend große, „rauhe“ Akzeptor-Oberfläche fehlt wie dies z.B. durch Verwitterung der äußeren Borkenschicht beim Biomonitor Rinde mit einer um mehrere Größenordnungen größere innere Oberfläche, vergleichbar zu Aktivkohle, gegeben ist.

4.1.2 Beurteilung der Sammelverfahren in Bezug auf die gesamte Palette der PSM

Für die Beurteilung der Sammelverfahren insgesamt, d.h. für die partikulär gebundenen PSM wie Glyphosat als auch die (semi)-volatilen PSM wie Pendimethalin, Prosulfocarb, DDT und Lindan etc. wurden die relevanten Kennziffern hierzu übersichtlich in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zusammengefasst. Als Kennziffern für die Beurteilung wurden

- der Sensitivitätsfaktor S ,
- die Anzahl der nachgewiesenen PSM (N) und
- der Summenwert über alle detektierten PSM (**Sum-PSM**)

an den Teststandorten herangezogen. Aufgeführt sind in der ersten Spalte alle betrachteten Sammelverfahren. In den Spalten rechts finden sich Kennzahlen. Die Parameter, für die das jeweilige Sammelverfahren nicht vorgesehen ist, wurden mit einem Minus (-) gekennzeichnet. Parameter, für die das Sammelverfahren/die Matrix als bereits geeignet bekannt sind, wie z.B. die Matrix -PUF für volatile PSM, in dieser Untersuchung aber nicht mehr gesondert überprüft wurden, wurden mit einem Plus (+) versehen. Ansonsten wurden Parameter, die hier auf Grund fehlender Relevanz nicht untersucht wurden mit nicht detektiert (n.d.) vermerkt (z.B.: beim Boden).

Glyphosat:

Die PMF-PEF können Glyphosat am sensitivsten nachweisen. Die PUF-Matrix zusammen mit der Filtermatte aus der Klimaanlage sind, mit dem halben Wert, immer noch sehr sensitiv, dann folgt eine Größenordnung darunter, die Rinde, mit der sich Glyphosat ebenfalls noch sensitiv nachweisen lässt. Petersilie liegt knapp über der Bestimmungsgrenze, so dass sich Glyphosat damit nicht hinreichend sensitiv erfassen lässt (4 ng).

Volatile PSM mit Pendimethalin:

Unter den volatilen PSM nimmt Pendimethalin in unseren Untersuchungen eine besonders relevante Rolle ein, so dass eine gute Erfassbarkeit von Bedeutung ist und deshalb in der Tabelle zusätzlich zur Palette der volatilen PSM extra mit aufgeführt wurde. Bei den volatilen PSM sticht die Rinde bei allen Parametern als hervorragend gut geeignet hervor, während die technischen Sammler und ihre Sammel-Matrizes hier sehr unterschiedliche Ergebnisse aufweisen. Das PAS-XAD des standardisierten Sammlers aus dem GAPS Programm kann z.B. die meisten (semi)- volatilen PSM sehr gut erfassen, Pendimethalin aber nur eingeschränkt gut, während der XAD-Kern im PMF-XAD/PEF diese Stoffe nur ungenügend erkennen lässt. Vermutlich ist hier der Schutz des XAD-Kerns durch die umgebenden Filterpads im Vergleich zum Gehäuse des GAPS-Sammlers nicht ausreichend. Petersilie kann nur sehr wenig Pendimethalin nachweisen. Die Sammelverfahren in Bezug auf die Erfassung von volatilen PSM und den partikulär gebundenen wie Glyphosat sind daher sehr differenziert zu beurteilen.

Anzahl und Summe der PSM:

Um einen Eindruck davon zu bekommen, wie die PSM insgesamt erfasst werden, ohne jedes Einzelne getrennt zu untersuchen, wurden als Kennziffern die Anzahl der nachgewiesenen PSM per Sammelverfahren (N) sowie der Summenwert der PSM-Belastung als Mittelwert über die Standorte ($MW \sum PSM$) herangezogen. Die Rinde erweist sich hier wieder als sehr wertvoller Monitor. Kein anderer Passivsammler erfasst so viele unterschiedliche PSM. Auch werden hiermit hohe Werte erzielt, die eine gute Nachweisbarkeit begründen. Lediglich die Filtermatte aus Klimaanlage, die Luft aktiv ansaugt, weist noch höhere Werte auf.

Zusammenfassend lässt sich feststellen:

Die äußere **Baumrinde** erweist sich bei der Erfassung von Pendimethalin und anderen volatilen PSM als ein hervorragendes Medium. Auch die Anzahl der nachgewiesenen PSM wird von keinem anderen Passivsammler überboten; der Nachweis von Glyphosat gelingt hier ebenfalls noch sensitiv und damit passabel.

Der neu entwickelten Kombisammler **PMF-XAD/PEF** von TIEM technic schnitt mit den **PEF** Filterpads für die Partikelsammlung für Glyphosat am Besten in unseren Tests ab und eignet sich damit sehr gut. Der **XAD**-Kern, der die Sammlung volatiler PSM übernehmen sollte, konnte jedoch keine zufriedenstellenden Ergebnisse liefern. Insbesondere Pendimethalin wird schlecht erfasst. Ein Grund hierfür könnte darin liegen, dass der Schutz des XAD-Kerns durch die Filterpads nicht ausreichend ist im Vergleich zum klassischen Gehäuse des GAPS-Sammlers.

Der **PAS-XAD** aus dem GAPS Programm für Langzeitsammlung bis zu einem Jahr (siehe Abb. 3.1), den wir hier an den Teststandorten geprüft haben, erfasst (semi)-volatile PSM deutlich besser als der PMF-XAD-Kern. Allerdings ist auch bei diesem technischen Passivsammler die Anzahl PSM insgesamt gegenüber dem Biomonitor Baumrinde um die Hälfte reduziert und auch bei Pendimethalin ist die Sensitivität deutlich vermindert ($27/36 = 75\%$). XAD ist dafür ausgelegt, volatile PSM besser als die PUF-Matrix zu binden, so dass dies zunächst erstaunt (Pendimethalin gilt als relativ volatil unter den PSM). Die Problematik der verminderten Pendimethalin-Erfassung wird auch in der Literatur diskutiert: Vermutet wird, dass in der Luft sich Pendimethalin auch an Feinstaub-Partikel bindet, die mit dem XAD als reiner Diffusions-Akzeptor damit nicht mehr erfasst werden können.

Mit der **PUF-Matrix** im **PAS-PUF** (siehe Abb. 3.1, Ausführungsbeispiel TE-200-PAS von Tisch Environment), dem Standardsammler aus dem GAPS-Programm für Kurzzeitsammlung von 3-12 Wochen, werden die volatilen PSM inklusive Pendimethalin relativ gut erfasst. Dieser Sammler gilt als Diffusions-Sammler, der gasförmige PSM adsorbiert, der aber Partikel-gebundene PSM im Schutzbehälter des PAS-PUF nicht adäquat aufnehmen kann. Dieser Sammler wurde in der aktuellen Untersuchung nur noch an einem Teststandort (613) in Kooperation mit dem UIM überprüft, da dies bereits Gegenstand vorhergehender Studien in Brandenburg war und auch in der Literatur bereits dokumentiert ist. Die Ergebnisse des UIM stehen allerdings noch aus.

Die Erfassung der partikulär gebundenen PSM wie Glyphosat mit der Matrix **PUF** im neuen Passivsammler von Tisch Environment für Partikel, dem **TE-PAS-DD** Sammler, der gegenüber dem Schutzbehälter des PAS-PUF relativ offen exponiert wird, d.h. nur durch ein Schild vor Regen geschützt, gelingt gut, allerdings mit deutlich geringerer Sensitivität im Vergleich zu den **PMF-PEF** Filterpads.

Bei den technischen Passivsammlern fallen die Ergebnisse daher sehr differenziert aus. Für eine optimale Lösung im Hinblick auf das CSP-Vorhaben wäre daher eine neue Kombination der besten Matrices (PUF für volatile, PEF für Partikel) in einem Kombisammler zu empfehlen. Ein Entwurf für einen optimierten Passivsammler findet sich im Schlusskapitel weiter unten.

Die am Teststandort Taucha-Plösz untersuchte **Filtermatte der Klimaanlage** erweist sich für die Erfassung von volatilen PSM, - sowohl was PSM-Anzahl, Summenwerte und Sensitivität angeht -, als auch partikulär gebundener PSM wie Glyphosat als relativ gut geeignet, so dass dieses Sammelverfahren als Option sehr gut in Frage käme. Zudem würde man hiermit auch ein aktives, volumetrisches Sammelverfahren mit aufnehmen, das Bezüge zu den VDI/DIN-Luftmessverfahren nach TA-Luft der Immissionsmessenrichtungen von Bund und Ländern erleichtern würde.

Petersilie schneidet bei allen Kennziffern, sowohl der PSM-Anzahl, den Summenwerten und der Sensitivität unbefriedigend ab. Die Bestimmungsgrenzen werden rasch unterschritten, so dass mit sicheren Nachweisen nur im Nahbereich von Quellen gerechnet werden kann. Zudem erfordert die Durchführung, was Haltung, Pflege und Probenahme angeht, komplexe Vorgaben, die eine umfassendere Standardisierung erforderlich machen als hier im Rahmen eines CSP geleistet werden könnte. Dieser Biomonitor kann daher, wenn überhaupt, nur sehr eingeschränkt und ergänzend für ein CSP – trotz dem emotionalen Bindungs-Bonus von Petersilie - empfohlen werden.

Die **Bodenmischprobe** lieferte hier lediglich einen Vergleichswert zur Glyphosat-Applikation bzw. zu Literaturwerten und wird als Medium für das geplante CSP-Projekt hier nicht weiter in Erwägung gezogen.

Tab. 4.1 Zusammenfassende Beurteilung der Verfahren für volatile PSM und partikulär gebundene (Glyphosat)

geeignet* = Vorläuferprojekte und Literatur

Die Parameter, für die das jeweilige Sammelverfahren nicht vorgesehen ist, wurden mit - gekennzeichnet. Parameter, für die das Sammelverfahren/die Matrix als bereits geeignet bekannt sind, wie z.B. die Matrix -PUF für volatile PSM, in dieser Untersuchung aber nicht mehr gesondert überprüft wurden, wurden mit + bei Eignung oder +/- bei teilweiser Eignung gekennzeichnet. Ansonsten wurden Parameter, die hier nicht untersucht wurden mit nicht detektiert (n.d.) gekennzeichnet (z.B: beim Boden).

Erprobung an einem Teststandort (612) in Kooperation mit UIM, Ergebnisse stehen aus.

a) Sensitivitätsfaktor

	Sensitivitätsfaktor (Feldversuch/Teststandorte)				Anzahl PSM N		Sum PSM ΣPSM	
	Glyphosat	volatile PSM	Pendimethalin		Teststand- orte n=5	Gesamt n=47	Teststand- orte n=5	Gesamt n=47
	S_{Partikel}	S_{volatil}	Frequ. %	S_{PM}	N	N	MW ΣPSM	MW ΣPSM
Rinde [L]	21	566	100%	36	28	106	342	365
PMF-PEF [E]	729	-	-	-	-	-	-	-
PMF-XAD [F]	-	131	20%	14	11	-	67	-
PAS-XAD [G]	-	594	80%	27	14	-	305	-
PAS-PUF [H]	-	+	-	#	#	-	#	-
TE-PAS-DD PUF [J]	346	# +/-	#	# -	#	#	#	#
Filtermatte Klimaanlage [K]	350	292	-	21	27	-	1166	-
Petersilie [V]	4	9	20%	3	12	-	44	-
Bodenmischprobe [B]	245	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

5. Schlussfolgerungen für Citizen-Science-Projekt

Integriertes Monitoring basierend auf mehreren Verfahrenssäulen, die sich gegenseitig ergänzen und absichern. Folgende Verfahrens-Optionen bieten sich nach den Erfahrungen aus den bisherigen Vorhaben an. Die Standort-/Probenanzahlen sind grobe Schätzwerte als Erstannahmen und beziehen sich auf eine Spannbreite des Projektvolumens v. 200-250 TSD €:

- **Biomonitoring mit Baumrinde** (breite Datenbasis aus 2018, im CSP 2019 nur ergänzend für weitere Baumpaten; in der Praxis bewährt und gute bis sehr gute Sensitivität, kann als einziges Verfahren retrospektiv zur Lückenschließung beprobt werden!).
→ ca. 7-10 Standortproben
- **Technischer Passivsammler** (→ modifizierte Konstruktion, Kombination der besten Verfahren für volatile PSM (PAS-PUF GAPS) und partikelgebundene PSM (PMF-PEF) in einem kompakten Passiv-Sammler: PAS-PEF/PUF; gute bis sehr gute Sensitivität; Standorte müssen frühzeitig ausgewählt und betreut werden, da die Sammler vor Ort installiert werden müssen. ca. 50-70 Standortproben
- **Filtermatte aus Klimaanlage** (Volumetrischer Aktivsammler); gute Sensitivität, ermöglicht Beziehung zur Luftkonzentration; Standorte müssen frühzeitig ausgewählt werden, da Zeitpunkt des Filterwechsel koordiniert werden muss. Durchführung günstig, da die Filter nicht extra beschafft werden müssen. ca. 30-50 Standortproben
- **Biomonitoring mit Honigbiene** in Kooperation mit Imkerverband (Honig, Pollenhöschen, Bienenbrot); gute Eignung in der Praxis, Sensitivität unbekannt, aber Nachweise in der Praxis liegen vor; günstig und flexibel und hoher emotionaler Wert; Standorte und Proben können z.T. auch im Laufe der Saison noch ausgewählt werden, je nach Matrix. Durchführung günstig, da die Imker die Standorte betreuen und Probenahmen vornehmen. ca. 50-70 Standortproben, verteilt auf die Matrices Honig, Pollenhöschen und Bienenbrot.
- **Biomonitoring mit Petersilie**: eingeschränkte Sensitivität, hoher emotionaler Wert, allerdings erfordert Durchführung sehr gute Vorbereitung und Handling; kritisch im Hinblick auf Erfolgsaussichten, daher nur eingeschränkte Verwendung und eher Empfehlung, dieses Verfahren nicht primär vorzusehen. Keine Empfehlung

Probenahmedesign stratifiziert/strukturiert in 3 Levels:

- Level 3:** Referenzstationen, an denen die Verfahren parallel durchgeführt werden zur Referenzierung aufeinander: einstellig, ca. 5-7 (z.B. Westerloge: Rinde, techn. Sammler, Petersilie, Bienen, und volumetrische Sammler; ImmMessstation Land BBG, R. Vögel) vorhanden.
- Level 2:** Vertiefungs-Standorte: Standorte/Standort-Gruppierungen für Detailfragen, Cluster, einzelne Verfahrensvergleiche (Stadt-Land, Kopplung von 2 oder 3 Verfahren etc.).
- Level 1:** Basis-Standorte, Anwendung der einzelnen Verfahren in der Fläche nach spezifischen Anforderungen der Verfahren, möglichst räumlich/thematisch/repräsentativ ergänzend

Anmerkungen zur modifizierten Konstruktion des Passiv-Sammlers PAS- PEF/PUF:

Für die Erfassung der volatilen PSM wird der obere Teil des PAS-PUF aus dem GAPS Programm herangezogen (Halbschale als Regenschutz, PUF-Disk in der oberen Domhaube angeordnet) und als unterer Teil werden die PMF-PEF-Filterpads für die Erfassung der partikulär gebundenen PSM wie Glyphosat verwendet (PEF-Filterkörper mit Schutzscheiben wie im PMF-XAD/PEF auf 2 Filterpads reduziert, die analog TE-PAS-DDunter der Haube geschützt vor Regen angeordnet werden.

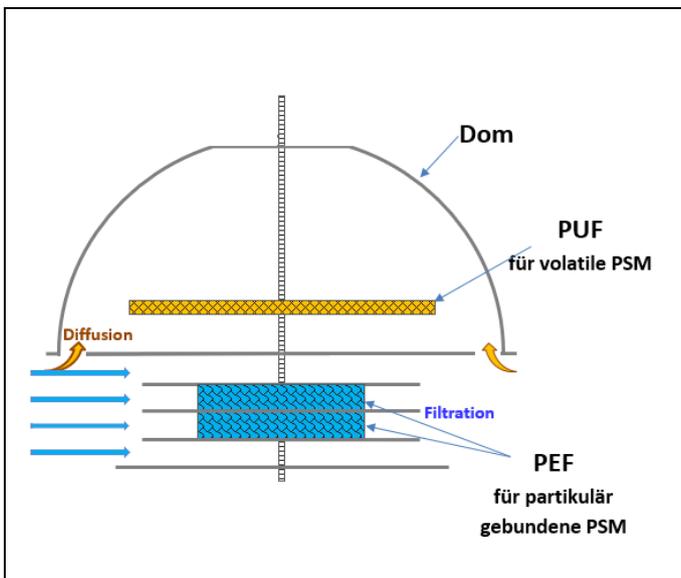


Abb. 5.1: Skizze für optimierten Passivsammler PAS-PUF/PEF für kombinierte Erfassung von volatilen und partikulär gebundenen PSM

Für 2020 ggffls Ausweitung planen:

- Human-Biomonitoring (Urinale) fortführen für Glyphosat und ggfflls Erweiterung Analytik auf andere PSM und hierzu geeignete Matrix wie zB. Haare erwägen.

6. Literatur

- Battaglin, W., M. Meyer, K. Kuivila and J. Dietze (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): 275-290.
- Benbrook, C. (2016). "Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally." *Environ Sci Eur* 28:3.
- Birke, M., U. Rauch, J. Chmielewski, D. Werner, H. Kalka, K. Küppers, J. Kiekbusch, F. Hofmann and B. Keilert (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., U. Rauch and F. Hofmann (2017). "Tree bark as a bioindicator of air pollution in the city of Stassfurt, Saxony-Anhalt, Germany." *J Geochem Exploration*.
- Birke, M., U. Rauch, F. Hofmann and H. Kalka (2011). Luftgüte-Rindenmonitoring und Bioakkumulationsindex Rinde für ein nachhaltiges Flächenmanagement der Bergbaufolgelandschaft Staßfurt: Poster. BGR. Wien.
- Chang, F.-C., M. F. Simcik and P. D. Capel (2011). "Occurrence and fate of the herbicide Glyphosate and its degradate Aminomethylphosphonic acid in the Atmosphere. ." *Environ Toxicol Chem* 30(3): 548-555.
- Demetriades, A. and M. Birke (2015). Urban geochemical mapping manual: Sampling, Sample preparation, Laboratory analysis, Quality control check, Statistical processing and Map plotting. EuroGeoSurveys. Brussels.
- Deutsches Bienenmonitoring. 2011-2013. "„DeBiMo“, Projektzeitraum: 01/2011 – 12/2013, Schlussbericht." Für BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (BLE), edited by Landesanstalt für Bienenkunde Universität Hohenheim and und andere. <https://www.uni-hohenheim.de/fileadmin/einrichtungen/bienenmonitoring/Dokumente/DEBIMO-Bericht-2011-2013.pdf> last accessed 10.10.19.
- Dijk, v. and 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.
- DIN CEN/TS, 16817-01. 2016a. "2016-01 Außenluft; Monitoring der Wirkungen von gentechnisch veränderten Organismen (GVO); Pollenmonitoring; Teil 1: Technische Pollensammlung mit Pollenmassenfilter (PMF) und Sigma-2-Sammler; Deutsche Fassung CEN/TS 16817-1:2015 (Ambient air; Monitoring the effects of genetically modified organisms (GMO); Pollen monitoring; Part 1: Technical pollen sampling using pollen mass filter (PMF) and Sigma-2-sampler; German version CEN/TS 16817-1:2015)." In *DIN CEN/TS 16817-1*DIN SPEC 33971*. Berlin: Beuth Verlag.
- DIN CEN/TS, 16817-02. 2016b. "2016-01 Außenluft; Monitoring der Wirkungen von gentechnisch veränderten Organismen (GVO); Pollenmonitoring; Teil 2: Biologische Pollensammlung mit Bienenvölkern; Deutsche Fassung CEN/TS 16817-2:2015 (Ambient air; Monitoring the effects of genetically modified organisms (GMO); Pollen monitoring; Part 2: Biological pollen sampling using bee colonies; German version CEN/TS 16817-2:2015). ." In *DIN CEN/TS 16817-2*DIN SPEC 33972*. Berlin: Beuth Verlag.
- EFSA and E. F. S. Authority (2015). 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. Annex I to Council Directive 91/414/EEC. in laid down in Commission Regulation (EU) No. 1141/2010. October 2015.
- EFSA and E. F. S. Authority (2015). "Request for the evaluation of the toxicological assessment of the co-formulant POE-tallowamine." *EFSA Journal* 13(11): 4303.
- Eng, A, T Harner, and K Pozo. 2014. 'A Prototype Passive Air Sampler for Measuring Dry Deposition of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons', *Environ. Sci. Technol. Lett.*, 1: 77–81.
- Fahrenhorst, A., L. A. Andronak and R. D. McQueen (2015). "Bulk deposition of pesticides in a Canadian city: Part 1. Glyphosate and other agricultural pesticides." *Water Air Soil Pollut* 226:47. 226: 47.
- FOE (2013). Human contamination by glyphosate. F. o. t. E. Europe. Brussels.
- Gemeinschaft, E. E. (2007). EG-Öko-Basisverordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates vom 28. Juni 2007 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91, ABl. Nr. L 189 vom 20.07.2007, S. 1.
- Guéguen, F., P. Stille, M. L. Geagea, T. Perrone and F. Chabaux (2012). "Atmospheric pollution in an urban environment by tree bark biomonitring. Part II : Sr, Nd and Pb isotopic tracing." *Chemosphere* 86: 641-647.
- Guéguen, F., P. Stille, M. L. Geagea and R. Boutin (2012). "Atmospheric pollution in an urban environment by tree bark biomonitring. Part I: Trace element analysis." *Chemosphere* 86: 1013-1019.
- Guéguen, F., P. Stille and M. Millet (2011). "Air quality assessment by tree bark biomonitring in urban, industrial and rural environments of the Rhine Valley: PCDD/Fs, PCBs and trace metal evidence." *Chemosphere* 85: 195-202.
- Heinisch, E. K., A and S. Wenzel-Klein (1993). "DDT/Lindan-Masseneinsätze in der DDR " *Z. Umweltchem. Ökotox.* 5: 277.
- Hofmann, F. (2001). "Luftgüte-Rindenmonitoring." *Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung* 13(3): 171.
- Hofmann, F. and U. Schlechtriemen (2015). Durchführung einer Bioindikation auf Pflanzenschutzmittelrückstände mittels Luftgüte-Rindenmonitoring, Passivsammlern und Vegetationsproben. Fachbeiträge des LUGV. Potsdam, Ministerium f. Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft, . Heft 147.
- Hofmann, F. and U. Schlechtriemen (2016). Ökotoxikologische Expertise und Feldmessungen zur Verbreitung von PSM-Rückständen über den Luftpfad 2014/2016. M. Brandenburg, U. u. L. Ministerium für Ländliche Entwicklung and d. L. B. R. Vögel.
- Hofmann, F. and U. Schlechtriemen (2017). Biomonitoring der Immissionsbelastung von Glyphosat, Glufosinat und AMPA sowie weiteren PSM-Wirkstoffen mittels Luftgüte-Rindenmonitoring- Ergebnisse Screening 2017. TIEM Bericht. basic AG. München.
- Hofmann, F, U Schlechtriemen, M Kruse-Platz, and W Wosniok. 2019. "Biomonitoring der Pestizid-Belastung der Luft mittels Luftgüte-Rindenmonitoring und Multi-Analytik auf >500 PSM-Wirkstoffe sowie Glyphosat." TIEM Report in Vorbereitung.
- Humphries, D., G. Byrtus and A.-M. Anderson (2005). Glyphosate Residues in Alberta's Atmospheric Deposition, Soils, and Surface Waters. Pub No. T/806. A. Environment. Edmonton.
- Klánová, J, and T Harner. 2013. 'The challenge of producing reliable results under highly variable conditions and the role of passive air samplers in the Global Monitoring Plan.', *TrAC Trends Anal. Chem.*, 46: 139-49.

- Kreuger, J. and H. Kylin (2006). Atmospheric transport and deposition of pesticides in Sweden. . Symposium Pesticide Behaviour in Soils, Water and Air. Präsentation. Warwick, UK.
- Krüger, M., A. Lindner and J. Heimrath (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>).
- Mai, C. (2012). Atmospheric Deposition of organic Contaminants into the North Sea and the Western Baltic Sea, Dissertation Universität Hamburg.
- Majewski, M. S., R. H. Coupe, W. T. Foreman and P. D. Capel (2014). "Pesticides in Mississippi air and rain: A comparison between 1995 and 2007. ." Environ Toxicol Chem 33(6): 1283-1293.
- Quaghebeur, D., B. De Smet, E. De Wulf and W. Steurbaut (2004). "Pesticides in rainwater in Flanders, Belgium: results from the monitoring program 1997-2001." J Environ Monit 6: 182-190.
- Silva, V., L. Montanarella, A. Jones, O. Fernández-Ugalde, H. Mol, C. Ritsema and V. Geissen (2017). "Distribution of glyphosate and aminomethylphosphonic acid (AMPA) in agricultural topsoils of the European Union." Sci Total Environ 2017(Vera Silva a,*,).
- Spangenberg, A., F. Hofmann and M. Kirchner (2002). "Determining the agricultural ammonia immission using bark bio-monitoring: comparison with passive sampler measurements." J. Environ Monit 4: 1-6.
- Union, E. E. (2004). "Verordnung (EG) Nr. 850/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über persistente organische Schadstoffe und zur Änderung der Richtlinie 79/117/EWG " Amtsblatt der Europäischen Union L 158.
- Watts, M., P. Clausing, A. Lyssimachou, G. Schütte, R. Guadagnini, E. Marquez and O. Arellano (2016). "Glyphosate monograph." PAN Pesticide Action Network International:.
- Zouaoui, K., S. Dulaurent, J. M. Gaulier, C. Moesch and G. Lachâtre (2013). "Determination of glyphosate and AMPA in blood and urine from humans: about 13 cases of acute intoxication. ." Forensic Sci Int 226((1-3)): e20-25.

7. Anhang

7.1 Liste der untersuchten PSM-Wirkstoffe

Wirkstoffe, Wirkstoffklassen und Berichtsgrenzen (mg/kg) bei Routineuntersuchungen zur Bestimmung von Pflanzenschutzmittelrückständen nach ASU L 00.00-115 für sonstige Materialien aus Landwirtschaft und Gartenbau mit geringem Fettgehalt (Stand 15.07.2018) Quantifizierung von Pendimethalin über isotopenmarkierten Standard. Ergänzende Bestimmung von Glyphosat, Aminomethylphosphonsäure (AMPA) und Glufosinat mittel LC-MS/MS. Quantifizierung über isotopenmarkierten Standard. Labor: KWALIS Qualitätsforschung Fulda GmbH

Abkürzungen für Wirkstoffklassen

A - Akarizid	I - Insektizid	Rep - Repellent
B - Bakterizid	K - Keimhemmungsmittel	Syn - Synergist
F - Fungizid	M - Molluskizid	W - Wachstumsregler
H - Herbizid	N - Nematizid	Met - Metabolit bzw. Abbauprodukt
Hilf - Hilfsstoff	R - Rodentizid	

1-Naphthylacetamid (1-NAD)	W	LC	0,100	Benthiavalcarb-isopropyl	F	LC	0,100
2,4,5-T	H, W	LC	0,100	Bifenazat	I, A	LC	0,100
2,4-D	H	LC	0,100	Bifenox	H	GC	0,100
2,4-D-1-butyl ester	H	GC	0,100	Bifenthrin	I, A	GC	0,100
2,4-D-2-ethylhexylester	H	GC	0,100	Binapacryl	F, I, A	GC	0,100
2,4-DB	H	LC	0,100	Bitertanol	F	GC	0,100
2,4-D-butylglykolester	H	GC	0,100	Bixafen	F	LC	0,100
2-Phenylphenol	F	GC	0,100	Boscalid (Nicobifen)	F	LC	0,100
3,4,5-Trimethacarb	I	LC	0,100	Bromacil	H	LC	0,100
3,4-Dichloranilin	Met	GC	0,100	Bromfeninfos	I	LC	0,100
3,5-Dichloranilin	Met	GC	0,100	Bromocyclen	I	GC	0,100
3-Chloranilin	Met	GC	0,100	Bromophos-ethyl	I	GC	0,100
4,4-Dibrombenzophenon	Met	GC	0,100	Bromophos-methyl	I	GC	0,100
4,4-Dichlorbenzophenon	Met	GC	0,100	Bromoxynil	H	LC	0,100
4-Chlorophenoxyessigsäure	H	LC	0,100	Bromoxynil-octanoat	H	GC	0,100
4-Chlorphenylharnstoff	Met	LC	0,100	Brompropylat	A	GC	0,100
Acetamidrid	I, A	LC	0,100	Bromuconazol	F	GC	0,100
Acetochlor	H	LC	0,100	Bupirimat	F	GC	0,100
Acibenzolar-S-methyl	F	GC	0,100	Buprofezin	A, I	LC	0,100
Aclonifen	H	GC	0,100	Butafenacil	H	LC	0,100
Alachlor	H	LC	0,100	Butocarboxim	I	LC	0,100
Aldicarb	I, A, N	LC	0,100	Butocarboxim-sulfoxid	Met	LC	0,100
Aldicarb-sulfon (Aldoxycarb)	Met	LC	0,100	Butoxycarboxim	I, A, Met	LC	0,100
Aldicarb-sulfoxid	Met	LC	0,100	Cadusafos	I, N	LC	0,100
Aldrin	I	GC	0,100	Captafol	F	GC	0,100
Allethrin	I	LC	0,100	Captan	F	GC	0,100
Amectoctradin	F	LC	0,100	Carbaryl	I, W	LC	0,100
Ametryn	H	LC	0,100	Carbendazim	F	LC	0,100
Amidosulfuron	H	LC	0,100	Carbofuran	I, N, A	LC	0,100
Aminocarb	H	GC	0,100	Carbofuran-3-hydroxy	Met	LC	0,100
Atrazin	H	LC	0,100	Carbophenothion	I, A	GC	0,100
Atrazin-desethyl	Met	LC	0,100	Carbophenothion-methyl	I	GC	0,100
Atrazin-desisopropyl	Met	LC	0,100	Carbosulfan	I, N	LC	0,100
Azaconazol	I, F	GC	0,100	Carboxin	F	LC	0,100
Azamethiphos	I	LC	0,100	Chinomethionat	A, F	GC	0,100
Azinphos-ethyl	I, A	GC	0,100	Chlorantraniliprol	I, A	LC	0,100
Azinphos-methyl	I, A	GC	0,100	Chlorbensid	A, I	GC	0,100
Aziprotryn	H	GC	0,100	Chlorbenzilal	A	GC	0,100
Azoxystrobin	F	LC	0,100	Chlordan-cis	I	GC	0,100
Beflubutamid	H	LC	0,100	Chlordan-trans	I	GC	0,100
Benalaxyl (Summe der Isomeren einschl. Benalaxyl-M)	F	GC	0,100	Chlorfenapyr	I, A	GC	0,100
Benazolin	H	LC	0,100	Chlorfenprop-methyl	H	GC	0,100
Bendiocarb	I	LC	0,100	Chlorfenoson	I, A	GC	0,100
Benfluralin	H	GC	0,100	Chlorfenvinphos	I	LC/GC	0,100
Benfuracarb	I, N	LC	0,100	Chlorflurenol	W	GC	0,100
Benomyl	F	LC	0,100	Chlorflurenol-methyl	H, W	GC	0,100
Bensulfuron-methyl	H	LC	0,100	Chloridazon	H	LC	0,100
Bentazon	H	LC	0,100	Chlormephos	I	GC	0,100
				Chloroneb	F	GC	0,100
				Chloroxuron	H	LC	0,100

6. Anhang

Chlorpropham	K	GC	0,100	Dinoseb	H	LC	0,100
Chlorpropylat	A	GC	0,100	Dinotefuran	I	LC	0,100
Chlorpyrifos-ethyl	I, A	GC	0,100	Dioxacarb	I	LC	0,100
Chlorpyrifos-methyl	I, A	GC	0,100	Dioxathion	I	LC	0,100
Chlorsulfuron	H	LC	0,100	Diphenamid	H	GC	0,100
Chlorthal-dimethyl	H	GC	0,100	Diphenylamin	W	GC/LC	0,100
Chlorthalonil	W	GC/LC	0,100	Dipropetryn	H	GC	0,100
Chlorthion	I	GC	0,100	Disulfoton	I	LC	0,100
Chlorthiophos	I	GC	0,100	Disulfoton-sulfon	Met	LC	0,100
Chlortoluron	H	LC	0,100	Disulfoton-sulfoxid	Met, I, A	LC	0,100
Chlozolinat	F	GC	0,100	Ditalimfos (Plondrel)	F	LC	0,100
Cinerin 1	I, A	GC	0,100	Diuron	H	LC	0,100
Cinerin 2	I, A	GC	0,100	DMST	Met	LC	0,100
Cinosulfuron	H	LC	0,100	Dodin	F	LC	0,100
Clethodim	H	LC	0,100	Emamectin B1a	I	LC	0,100
Climbazol	F	LC	0,100	Emamectin B1b	I	LC	0,100
Clodinafop-propargyl	H	LC	0,100	Endosulfan-alpha	I, A	GC	0,100
Clofentezin	I, A	LC	0,100	Endosulfan-beta	I, A	GC	0,100
Clomazon	H	LC	0,100	Endosulfansulfat	I, A	GC	0,100
Cloquintocet-1-methylhexyles- ter	Safener	LC	0,100	Endrin	I, R	GC	0,100
Coumaphos	I	LC	0,100	EPN	I, A	GC	0,100
Crimidin	R	LC	0,100	Epoxiconazol	F	LC	0,100
Cyanazin	H	LC	0,100	EPTC	H	GC	0,100
Cyanophenphos	I	GC	0,100	Etaconazol	F	GC	0,100
Cyanophos	I	GC	0,100	Ethiofencarb	I	LC	0,100
Cyazofamid	F	GC	0,100	Ethiofencarb-sulfon	Met	LC	0,100
Cycloat	H	GC	0,100	Ethiofencarb-sulfoxid	Met	LC	0,100
Cycloxydim	H	LC	0,100	Ethion	I, A	GC	0,100
Cyflufenamid	F	LC	0,100	Ethirimol	F	LC	0,100
Cyfluthrin	I, A	GC	0,100	Ethofumesat	H	GC/LC	0,100
Cyhexatin	A	LC	0,100	Ethofumesat-2-keton	Met, H	GC	0,100
Cymoxanil	F	LC	0,100	Ethoprophos	N, I	LC	0,100
Cypermethrin	I, A	GC	0,100	Ethoxyquin	W	GC	0,100
Cyprazin	H	LC	0,100	Etoazol	I	LC	0,100
Cyproconazol	F	GC	0,100	Etridiazol	F	GC	0,100
Cyprodinil	F	LC	0,100	Etrimfos	I, A	LC	0,100
Dazomet	N, F, H	LC	0,100	Famophos (Famphur)	I	GC	0,100
DDD-op	I, Met	GC	0,100	Famoxadon	F	LC	0,100
DDD-pp	I, Met	GC	0,100	Fenamidon	F	LC	0,100
DDE-op	Met	GC	0,100	Fenamiphos	N	LC	0,100
DDE-pp	Met	GC	0,100	Fenamiphos-sulfon	Met	LC	0,100
DDT-op	I, Met	GC	0,100	Fenamiphos-sulfoxid	Met	LC	0,100
DDT-pp	I	GC	0,100	Fenarimol	F	GC	0,100
DEET (Diethyltoluamid)	I, Rep	LC	0,100	Fenazaquin	I, A	LC	0,100
DEF	W	GC	0,100	Fenbuconazol	F	GC	0,100
Deltamethrin	I, A	GC	0,100	Fenbutatinoxid	A	LC	0,100
Demeton (S/O)	I, A	LC	0,100	Fenchlorazol-ethyl	Safener	LC	0,100
Demeton-S-methyl	I, A	LC	0,100	Fenchlorphos	I	GC	0,100
Demeton-S-methylsulfon	I, Met	LC	0,100	Fenfluthrin	I	GC	0,100
Desmetyrn	H	LC	0,100	Fenhexamid	F	LC	0,100
Dialifos	I, A	GC	0,100	Fenitrothion	I, A	GC	0,100
Diallat	H	GC	0,100	Fenobucarb	I	LC	0,100
Diazinon	I, A	GC/GC	0,100	Fenoprop (2,4,5-TP)	W, H	LC	0,100
Dicamba	H	LC	0,100	Fenoxaprop-P	H	LC	0,100
Dichlobenil	H	GC	0,100	Fenoxycarb	I, A	LC	0,100
Dichlofenthion	I	GC	0,100	Fenpiclonil	F	GC/LC	0,100
Dichlofluanid	F	GC	0,100	Fenpropathrin	I, A	GC	0,100
Dichlorprop	H	LC	0,100	Fenpropidin	F	LC	0,100
Dichlorvos	I, A	GC	0,100	Fenpropimorph	F	LC	0,100
Diclobutrazol	F	GC	0,100	Fenpyroximat	I, A	LC	0,100
Dicloran	F	GC	0,100	Fenson	A	GC	0,100
Dicofol-op	Met	GC	0,100	Fensulfothion	I, N	LC	0,100
Dicofol-pp	A	GC	0,100	Fensulfothion-oxon	Met	LC	0,100
Dicrotophos	I, A	LC	0,100	Fensulfothion-oxon-sulfon	Met	LC	0,100
Dieldrin	I, Met	GC	0,100	Fensulfothion-sulfon	Met	GC	0,100
Diethofencarb	F	GC	0,100	Fenthion	I	LC	0,100
Difenoconazol	F	LC	0,100	Fenthion-oxon	Met	LC	0,100
Difenoxuron	H	LC	0,100	Fenthion-oxon-sulfon	Met	LC	0,100
Diflufenican	H	GC	0,100	Fenthion-oxon-sulfoxid	Met	LC	0,100
Dimethenamid	H	GC	0,100	Fenthion-sulfon	Met	GC	0,100
Dimethoat	I, A	LC	0,100	Fenthion-sulfoxid	Met	LC	0,100
Dimethomorph	F	LC	0,100	Fentin	F	LC	0,100
Dimoxystrobin	F	LC	0,100	Fenvalerat (jedes Verhältnis der Isomerbestandteile (RR,	I, A	GC	0,100
Diniconazol	F	GC	0,100				

6. Anhang

SS, RS & SR) einschließlich Esfenvalerat)				Isofenphos-oxon	I, Met	LC	0,100
				Isomethiozin	H	LC	0,100
				Isoprocarb	I	LC	0,100
Fipronil	I	GC/LC	0,100	Isopropalin	H	GC	0,100
Fipronil-sulfon	Met	GC	0,100	Isoprothiolan	F	LC	0,100
Fipronil-desulfinyl	Met	GC	0,100	Isoproturon	H	LC	0,100
Flazasulfuron	H	LC	0,100	Isopyrazam	F	LC	0,100
Flonicamid	I, A	GC	0,100	Isoxaben	H	LC	0,100
Florasulam	H	LC	0,100	Isoxadifen-ethyl	Safener	LC	0,100
Fluazifop (freie Säure)	H	LC	0,100	Isoxaflutol	H	LC	0,100
Fluazifop-P-butyl	H	LC	0,100	Isoxathion	I	LC	0,100
Fluazinam	F	LC	0,100	Jasmolin 1	I	GC	0,100
Flubendiamid	I	LC	0,100	Jasmolin 2	I	GC	0,100
Flubenzimin	A	GC	0,100	Jodfenphos	I	GC	0,100
Fluchloralin	H	GC	0,100	Kresoxim-methyl	F	GC	0,100
Flucythrinat	I	GC	0,100	lambda-Cyhalothrin	I, A	GC	0,100
Fludioxonil	F	GC	0,100	Lenacil	H	LC	0,100
Flufenacet	H	LC	0,100	Leptophos	I	GC	0,100
Flufenoxuron	I	LC	0,100	Linuron	H	LC	0,100
Flumetralin	W	GC	0,100	Lufenuron	I	LC	0,100
Flumioxazin	H	GC	0,100	Malaaxon	Met	LC	0,100
Fluometuron	H	LC	0,100	Malathion	I, A	GC	0,100
Fluopicolid	F	GC	0,100	MCPA	H	LC	0,100
Fluopyram	F	LC	0,100	MCPB	H	LC	0,100
Fluotrimazol	F	GC	0,100	Mecarbam	I, A	LC	0,100
Fluoxastrobin	F	LC	0,100	Mecoprop-P	H	LC	0,100
Fluquinconazol	F	GC	0,100	Mefenpyr-diethyl	Safener	GC	0,100
Fluroxypyr	H	LC	0,100	Mepanipyrim	F	GC	0,100
Flurprimidol	W	LC	0,100	Mepanipyrim-2-hydroxypropyl	Met	LC	0,100
Flusilazol	F	GC	0,100	Mephosfolan	I	LC	0,100
Fluthiacet-methyl	H	LC	0,100	Mepronil	F	LC	0,100
Flutolanil	F	LC	0,100	Metaflumizon	I, A	LC	0,100
Flutriafol	F	LC	0,100	Metalaxyl	F	LC	0,100
Fluvalinat-tau	I, A	GC	0,100	(Summe der Isomeren einschl. Metalaxyl-M)			
Folpet	F	GC	0,100	Metamitron	H	LC	0,100
Fonofos	I	GC	0,100	Metazachlor	H	LC	0,100
Forchlorfenuron	W	LC	0,100	Metconazol	W	LC	0,100
Formetanat Hydrochlorid	I, A	LC	0,100	Methabenzthiazuron	H	LC	0,100
Fosthiazat	N	LC	0,100	Methacrifos	I	LC/GC	0,100
Fuberidazol	F	LC	0,100	Methamidophos	I, A	LC	0,100
Furalaxyl	F	LC	0,100	Methidathion	I, A	LC/GC	0,100
Furathiocarb	I	LC	0,100	Methiocarb (Mercaptodimethur)	M	LC	0,100
Genite	A	GC	0,100				
Halfenprox	A	GC	0,100	Methiocarb-sulfon	Met	LC	0,100
Haloxyfop (freie Säure)	H	LC	0,100	Methiocarb-sulfoxid	Met	LC	0,100
Haloxyfop-2-ethoxyethyl	H	LC	0,100	Methomyl	I	LC	0,100
Haloxyfop-methyl	H	LC	0,100	Methoprotryn	H	LC	0,100
HCB (Hexachlorbenzol)	F	GC	0,100	Methoxychlor	I	GC	0,100
HCH-alpha	I	GC	0,100	Methoxyfenozid	I, A	LC	0,100
HCH-beta	I	GC	0,100	Metobromuron	H	LC	0,100
HCH-delta	I	GC	0,100	Metolachlor	H	GC	0,100
HCH-gamma (Lindan)	I, R	GC	0,100	Metolcarb	I	LC	0,100
Heptachlor	I	GC	0,100	Metosulam	H	LC	0,100
Heptachlorepoxyd-cis	Met	GC	0,100	Metoxuron	H	LC	0,100
Heptachlorepoxyd-trans	Met	GC	0,100	Metrafenon	F	GC	0,100
Heptenophos	I	LC	0,100	Metribuzin	H	GC	0,100
Hexaflumuron	I	LC	0,100	Metsulfuron-methyl	H	LC	0,100
Hexazinon	H	LC	0,100	Mevinphos	I, A	GC	0,100
Hexythiazox	I, A	LC	0,100	Mirex	I	GC	0,100
Icaridin	I, Rep	LC	0,100	Molinat	H	LC	0,100
Imazalil	F	LC	0,100	Monocrotophos	A, I	LC	0,100
Imibenconazol	F	LC	0,100	Monolinuron	H	LC	0,100
Imidacloprid	I, A	LC	0,100	Myclobutanil	F	LC	0,100
Indoxacarb	I, A	LC	0,100	Napropamid	H	LC	0,100
Iodosulfuron-methyl	H	LC	0,100	Neburon	H	LC	0,100
Ioxynil	H	LC	0,100	Nitenpyram	I	LC	0,100
Ioxynil-octanoat	H	GC	0,100	Nitralin	H	GC	0,100
Iprobenfos	F	LC	0,100	Nitrapyrin	B	GC	0,100
Iprodion	F	GC	0,100	Nitrofen	H	GC	0,100
Iprovalicarb	F	LC	0,100	Nitrothal-isopropyl	F	GC	0,100
Isazofos	I	LC	0,100	Norflurazon	H	LC	0,100
Isocarbofos	A, I	LC	0,100	Novaluron	I	LC	0,100
Isodrin	I	GC	0,100	Nuarimol	F	GC	0,100
Isofenphos	I	LC	0,100	Ofurace	F	GC	0,100
Isofenphos-methyl	I	GC	0,100				

6. Anhang

Omethoat	I, A	LC	0,100	Pyraclostrobin	F	LC	0,100
Oxadiazon	H	GC	0,100	Pyraflufen-ethyl	H	LC	0,100
Oxadixyl	F	GC	0,100	Pyrazophos	F	LC/GC	0,100
Oxamyl	I, N	LC	0,100	Pyrethrin 1	I, A	GC	0,100
Oxamyl-oxim	Met	LC	0,100	Pyrethrin 2	I, A	GC	0,100
Oxyfluorfen	H	GC	0,100	Pyridaben	A, I	LC	0,100
Paclobutrazol	F	GC	0,100	Pyridalyl	I	LC	0,100
Paraoxon-ethyl	I, Met	LC/GC	0,100	Pyridaphenthion	I, A	LC	0,100
Paraoxon-methyl	Met	GC	0,100	Pyridat	H	LC	0,100
Parathion-ethyl	I, A	GC	0,100	Pyridat XX (Pyridafof)	H, Met	LC	0,100
Parathion-methyl	I, Rep	GC	0,100	Pyrifenox	F	GC	0,100
PCB 028	Hilf	GC	0,100	Pyrimethanil	F	LC	0,100
PCB 052	Hilf	GC	0,100	Pyriproxyfen	I	GC	0,100
PCB 101	Hilf	GC	0,100	Quinalphos	I	GC	0,100
PCB 138	Hilf	GC	0,100	Quinoxifen	F	GC	0,100
PCB 153	Hilf	GC	0,100	Quintozen	F	GC	0,100
PCB 180	Hilf	GC	0,100	Quizalofop (freie Säure)	H	LC	0,100
Pebulat	H	GC/LC	0,100	Quizalofop-ethyl	H	LC	0,100
Penconazol	F	LC	0,100	Rimsulfuron	H	LC	0,100
Pencycuron	F	LC	0,100	Rotenon	I	LC	0,100
Pendimethalin	H	LC/GC	0,100	S 421	Syn	GC	0,100
Pentachloranilin	Met	GC	0,100	Sethoxydim	H	LC	0,100
Pentachloranisol	Met	GC	0,100	Silafluofen	I	GC	0,100
Pentachlorbenzol	Met	GC	0,100	Silthiofam	F	LC	0,100
Pentachlorphenol	H	GC	0,100	Simazin	H	LC	0,100
Permethrin	I	GC	0,100	Spinetoram-J	I	LC	0,100
Phenkapton	I, A	GC	0,100	Spinetoram-L	I	LC	0,100
Phenthoat	I	GC	0,100	Spinosyn A	I	LC	0,100
Phorat	I	GC	0,100	Spinosyn D	I	LC	0,100
Phorat-oxon-sulfoxid	Met	LC	0,100	Spirodiclofen	I, A	GC	0,100
Phorat-oxon-sulfon	Met	LC	0,100	Spiromesifen	A, I	GC	0,100
Phorat-sulfon	Met	GC	0,100	Spirotetramat	I, A	LC	0,100
Phorat-sulfoxid	Met	GC	0,100	Spirotetramat-enol	Met	LC	0,100
Phosalon	I, A	GC	0,100	Spirotetramat-enol-glucosid	Met	LC	0,100
Phosfolan	I, A	LC	0,100	Spirotetramat-keto-hydroxy	Met	LC	0,100
Phosmet	I	GC	0,100	Spirotetramat-mono-hydroxy	Met	LC	0,100
Phosmet-oxon	Met	LC	0,100	Spiroxamin	F	LC	0,100
Phosphamidon	I, A	LC	0,100	Sulfentrazon	H	LC	0,100
Phoxim	I	LC	0,100	Sulfotep	I, A	LC	0,100
Picolinafen	H	LC	0,100	Sulprofos	I	GC	0,100
Picoxystrobin	F	LC	0,100	Tebuconazol	F	LC	0,100
Piperonylbutoxid	Syn	GC	0,100	Tebufenozid	I, A	LC	0,100
Pirimicarb	I, A	LC	0,100	Tebufenpyrad	I, A	GC	0,100
Pirimicarb-desmethyl	Met	LC	0,100	Tebutam	H	GC	0,100
Pirimicarb-desmethyl-forma- mido	Met	LC	0,100	Tecnazen	F, W	GC	0,100
Pirimiphos-ethyl	I	LC	0,100	Teflubenzuron	I	LC	0,100
Pirimiphos-methyl	I, A	GC	0,100	Tefluthrin	I, A	GC	0,100
Primisulfuron-methyl	H	LC	0,100	Tepraloxymid	H	LC	0,100
Prochloraz	F	LC	0,100	Terbacil	H	GC	0,100
Prochloraz M-95 (BTS 44595)	Met	LC	0,100	Terbufos	I	GC	0,100
Prochloraz M-96 (BTS 44596)	Met	LC	0,100	Terbufos-sulfon	Met	LC	0,100
Procymidon	F	GC	0,100	Terbufos-sulfoxid	Met	LC	0,100
Profenophos	I	LC/GC	0,100	Terbumeton	H	LC	0,100
Profluralin	H	GC	0,100	Terbutryn	H	GC	0,100
Profoxydim (Clefoxydim)	H	LC	0,100	Terbutylazin	H	LC	0,100
Promecarb	I	LC	0,100	Terbutylazin-desethyl	Met	LC	0,100
Prometryn	H	GC	0,100	Tetrachlorvinphos	I	GC	0,100
Propachlor	H	LC	0,100	Tetraconazol	F	GC	0,100
Propachlor-2-hydroxy	Met	LC	0,100	Tetradifon	A, I	GC	0,100
Propamocarb	F	LC	0,100	Tetramethrin	I	GC	0,100
Propanil	H	GC	0,100	Tetrasul	A	GC	0,100
Propaquizafop	H	LC	0,100	Thiabendazol	F	LC	0,100
Propargit	A	GC/LC	0,100	Thiabendazol-5-hydroxy	Met	LC	0,100
Propazin	H	LC	0,100	Thiacloprid	I, A	LC	0,100
Propetamphos	I	LC/GC	0,100	Thiametoxam	I, A	LC	0,100
Propham	H, W	GC	0,100	Thiazafuron	H	LC	0,100
Propiconazol	F	LC	0,100	Thiencarbazon-methyl	H	LC	0,100
Propoxur	I	LC	0,100	Thifensulfuron-methyl	H	LC	0,100
Propyzamid	H	LC	0,100	Thiobencarb	H	LC	0,100
Proquinazid	F	LC	0,100	Thiocyclam	I	LC	0,100
Prosulfocarb	H	LC	0,100	Thiodicarb	I	LC	0,100
Prosulfuron	H	LC	0,100	Thiofanox	I	LC	0,100
Prothioconazol-desthio	F	LC	0,100	Thiofanox-sulfon	Met	LC	0,100
Prothiofos	I	GC	0,100	Thiofanox-sulfoxid	Met	LC	0,100
				Thiophanat-methyl	F	LC	0,100

6. Anhang

Tolclophos-methyl	F	GC	0,100	Tridemorph	F	LC	0,100
Tolfenpyrad	I, F	LC	0,100	Trifloxystrobin	F	GC	0,100
Tolyfluamid	F, A	GC	0,100	Triflumizol	F	LC	0,100
Tralkoxydim	H	LC	0,100	Triflumizol-amino (FM-6-1)	Met	LC	0,100
Transfluthrin	I	GC	0,100	Trifluralin	H	GC	0,100
Triadimefon	F	LC	0,100	Triforin	F, A	LC	0,100
Triadimenol	F	LC	0,100	Triticonazol	F	LC	0,100
Triallat	H	GC	0,100	Uniconazol	W	LC	0,100
Triamiphos	F, A, Rep,	LC	0,100	Valifenalat	F	LC	0,100
	B			Vamidothion	I, A	LC	0,100
Triasulfuron	H	LC	0,100	Vinclozolin	F	GC	0,100
Triazamat	I	LC	0,100	Zoxamid	F	LC	0,100
Triazophos	I, A	LC/GC	0,100	Glyphosat	H	LC MS/MS	0,005
Trichloronat	I	GC	0,100	Glufosinat	H	LC MS/MS	0,005
Triclopyr	H	LC	0,100	AMPA	H	LC MS/MS	0,005
Tricyclazol	F	LC	0,100				

7.2 PSM-Wirkstoffe und Glyphosat in den Rindenproben

Angaben in ng/g Trockengewicht (TG);

Leere Zellen: Werte unter Bestimmungsgrenze (BG: s. Tab. oben);

Grad.V.: Gradienten-Versuch

ID: Buchstabe denotiert Sammlertyp; Ziffer gibt Standort ohne Hunderterziffer an ($7 \triangleq 607$)

PSM	Versuch ID	Teststandorte						Grad.V.
		L 7	L 8	L 9	L 10	L 11	L 12	L 13
1	Pendimethalin	7	6	4	130	41	8	
2	DDT Sum	2	26	9	127	83		95
3	Prosulfocarb	7	3	4	33	3	2	
4	Prothioconazol-desthio	6		5	31	31	8	
5	Glyphosat		11			8		103
6	HCH-gamma (Lindan)		9	6	5	11		8
7	Terbuthylazin	23	32	5	7		16	5
8	Metolachlor		60		7		22	
9	Boscalid	6			7	27	8	
10	Terbuthylazin-desethyl	5	9	9		20		
11	Diflufenican	5	9	9	14	12		5
12	Flufenacet	10			19	11	6	6
13	Anthrachinon	32	64	60				15
14	Epoxyconazol				7	15	5	
15	Ethofumesat	23	10	89	10	41		
16	Tebuconazol				15	11		7
17	Clomazon				7	24		
18	Metalaxyl							
19	Metazachlor				16			
20	AMPA							15
21	Cyprodinil							
22	Dimethenamid				13	14	8	
23	Fluopyram				9	12		
24	Aclonifen							307
25	Cyproconazol							
26	Deet					5		
27	PCB Sum	3	7	14				
28	Carbendazim							
29	Chlorthalonil							
30	Fenpropidin				12			
31	Methoxychlor							
32	Proyzamid				26	11		
33	Triadimenol							
34	Cyflufenamid							
35	Difenoconazol							

PSM	Versuch ID	Teststandorte						Grad.V.
		L 7	L 8	L 9	L 10	L 11	L 12	L 13
36	Folpet							
37	Icaridin							
38	Metribuzin							
39	Myclobutanil							
40	Penconazol							
41	Prochloraz M95				8			
42	Prochloraz Sum							
43	2-Phenylphenol							
44	Chlorfenson							
45	Chlorpyrifosethyl							
46	Cypermethrin							
47	DCBP							
48	Dimethomorph							
49	Dimoxystrobin							
50	Diphenamid							
51	Endosulfan-sulfat							
52	Fenpropimorph					11		
53	Fluazinam							
54	Fludioxonil							
55	Fluxapyroxad							
56	Kresoxim-me							
57	Parathion-Ethyl							
58	Picoxystrobin							
59	Propamocarb							
60	Propiconazol				7			
61	Propyzamid							
62	Pyrimethanil							
63	Tebufozid							
64	Thiacloprid							
65	Ametoctradin							
66	Bitertanol					85		
67	Cycloxydim						17	
68	Dinoseb							
69	Endosulfan-alpha							
70	Endosulfan-beta							
71	Ethofumesat Sum					47		
72	Ethofumesat-2-Keton					5		
73	Fenopyram							
74	Fenoxapyroxad							
75	Fenvalerat							
76	HCB							
77	HCH-alpha							
78	Indoxacarb							

PSM	Versuch ID	Teststandorte					Grad.V.	
		L 7	L 8	L 9	L 10	L 11	L 12	L 13
79	Iprodion					30		
80	Metamitron					13		
81	Methabenzthiazuron							
82	Methoxyfenozid							
83	Metrafenon							
84	Phosmet							
85	Prochloraz							
86	Prochloraz M96							
87	Quinoxifen							
88	Spiroxamin							
89	Terbacil							
90	Tetraconazol							
91	Thiabendazol							
92	Thiophanat-methyl	39						
93	Triadimefon							
94	Trifloxystrobin							
95	DDT-pp	2	18	7	87	53		
96	DDT-op		5	2	11	10		
97	DDE-pp		3		14	12		
98	DDD-pp				12	7		
99	DDD-op				2			
100	PCB 138	2	3	4				
101	PCB 153	1	2	5				
102	PCB 101		1	2				
103	PCB 180		1	1				
104	PCB 028			1				
105	PCB 052			1				
106	Sum-PSM	168	246	214	510	571	100	566
	Anzahl PSM/Standort	16	19	19	26	28	10	10

7.3 PSM-Wirkstoffe in den technischen Sammlern PMF-XAD und PAS-XAD

Angaben in ng / Probe (20 g) [Bezug Standardprobe GAPS-Programm]; Probengewicht PMF-XAD (10 g), PAS-XAD (20 g)

Leere Zellen: Werte unter Bestimmungsgrenze; n.a.: Parameter nicht analysiert;

Probe: Buchstabe denotiert Sammlertyp; Ziffer gibt Standort ohne Hunderterziffer an (7 \triangleq 607)

Sammlertyp - Matrix	PMF-XAD/PEF, Matrix XAD						PAS-XAD [GAPS], Matrix XAD					BG
Probe	F 7	F 8	F 9	F 10	F 11	F 12	G 7	G 8	G 9	G 10	G 11	
PSM												
Pendimethalin				448,8			25,2		9,9	779	33,4	6,2
Chlorthalonil	120,8	210	285	158,8	8,8	14,8	1510	1346	1630	718	703	2,5
DDT Sum				16					13,9	62,6	37,6	0
Nitrapyrin	22,8	39,4	31,6				23,6	37,3	41,6	10,6	19,3	6
HCB	8,4	10,2	9,6	10,4	4,6	6,2	11,1	11,9	13,2	10,5	5,6	0,1
Metolachlor	14,2	156,4	10,6				26,7	273,7	19,4	9,9	7,4	5
HCH-gamma	9,4	9	19,4	6,8	10,8	11,2	10	7,2	28,4	3,3	5,4	2
Dichlobenil	2,4	3	3,4	2	1	15,8	2,3	3,6	3,3	1,8	1,4	0,9
Benfluralin							0,13		0,16			0,13
Folpet		8,6						28,3				4
HCH-alpha	3,2	3,4	7		2,8		4,2	3,6	6,1		3,7	1
DDE-pp										15,1	5,1	4,5
DDT-op									0,9	2,2	1,6	0,1
DDT-pp				16					13	45,3	30,9	3,5
Sum PSM	90,6	220,0	183,3	321,4	14,0	24,0	1613,2	1711,6	1766,0	1595,7	816,8	90,6
Anzahl PSM/Standort	7	8	7	6	5	4	9	8	11	10	11	7

7.4 Glyphosat im technischen Sammler PMF (PEF-Filter)

Aerosolpartikel-Sammler PMF-XAD von TIEM technic GbR, Matrix PEF-Filterpads des PMF

Angaben in ng / Probe (PMF-Filterkörper à 8 Filterpads); Gewicht: 12 g

Leere Zellen: Werte unter Bestimmungsgrenze; n.a.: Parameter nicht analysiert;

Probe: Buchstabe denotiert Sammlertyp;

Ziffern geben Standort und Unterstandort ohne Hunderter-Ziffer an (13-1 $\hat{=}$ Standort 613; Unterstandort 1 auf dem Gradienten)

Sammlertyp - Matrix	PMF-XAD/PEF, Matrix PEF-Filterpads											BG
Versuch	Test-Standorte						Gradienten-Versuch					
Probe	E 7	E 8	E 9	E 10	E 11	E 12	E 13-1	E 13-2	E 13-3	E 13-4	E 13-5	
PSM												
Glyphosat	167,6	92,8	150,1	455,2	238,8	75,6	5751,9	7131,3	3974,4	5830,9	3489,9	<8
AMPA	89,9	63,7	94,3	228,7	56,6	22,5	1669,0	2158,8	1343,4	1738,0	874,8	<8
Glufosinat												<8

7.5 Glyphosat im technischen Sammler PAS-PUF

Aerosol-Partikelsammler TE-PAS-DD von Tisch Environment, USA; Matrix: PUF-Disk

Angaben in ng / Probe (PUF-Disk); Gewicht: 4,5 g

Leere Zellen: Werte unter Bestimmungsgrenze; n.a.: Parameter nicht analysiert;

Probe: Buchstabe denotiert Sammlertyp;

Ziffern geben Standort und Unterstandort ohne Hunderter-Ziffer an (13-1 \triangleq Standort 613; Unterstandort 1 auf dem Gradienten)

Sammlertyp - Matrix	PAS-TE 200 DD PUF (Dry Deposition, Partikel), Matrix PUF						BG
Versuch	Test-Standort	Gradienten-Versuch am Standortbereich #613					
PSM	J 12	J 13-1	J 13-2	J 13-3	J 13-4	J 13-5	
Glyphosat		2641,7	1906,3	1744,4	1384,0	1200,7	<4
AMPA		615,9	587,7	467,1	376,6	312,8	<4
Glufosinat							<4

7.6 PSM-Wirkstoffe und Glyphosat im Biomonitor Petersilie

Angaben in ng / g TG Petersilie

Leere Zellen: Werte unter Bestimmungsgrenze; n.a.: Parameter nicht analysiert;

Probe: Buchstabe denotiert Sammlertyp;

Ziffern geben Standort und Unterstandort ohne Hunderter-Ziffer an (13-1 \triangleq Standort 613; Unterstandort 1 auf dem Gradienten)

a) Gradientenversuch

Sammlertyp - Matrix	Biomonitor - Petersilie					BG
Versuch	Gradienten-Versuch					
Probe	V13-1	V13-2	V13-3	V13-4	V13-5	
PSM						
Glyphosat	11	21	14	20	8	<5
AMPA	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	<5
Glufosinat						<5

b) Teststandorte

Standort Probe PSM	Oyten 607			Westerloge 608			Bremen 609		
	V 7 1x	V 7 2x	V 7 4x	V B 1-4	V 8 2x	V 8 4x	V 9 1x	V 9 2x	V 9 4x
Glyphosat									
AMPA									
Glufosinat									
2,4,6-Trichlorphenol									
Anthrachinon									
Biphenyl									
Carbendazim									
Chlorthalonil						6			
Fludioxonil	10			5	6				
Fluopyram					5				
Icaridin							68	66	13
Metholachlor				5	9				
Pendimethalin									
Prochloraz-M95									
Propamocarb						17	22	48	187
Prosulfocarb	7	7	5	4	6	3	8	6	4
Prothioconazol-desthio					5				
Tebuconazol			9						

-ff- b) Teststandorte

PSM \ Standort Probe	Lassaner Winkel 610			Taucha-Plösitz 611			Blindprobe V B 1-4	BG
	V 10 1x	V 10 2x	V 10 4x	V11 1x	V 11 2x	V 11 4x		
Glyphosat								<5
AMPA								
Glufosinat								
2,4,6-Trichlorphenol								
Anthrachinon								
Biphenyl								
Carbendazim								
Chlorthalonil								
Fludioxonil				13	10	13		
Fluopyram		6	5	5	5			
Icaridin				7				
Metholachlor								
Pendimethalin	10	3	3					
Prochloraz-M95								
Propamocarb			5					
Prosulfocarb	13	4	3		4	4		
Prothioconazol-desthio		5	6		5			
Tebuconazol								

-ff- b) Teststandorte

Anmerkung Blindprobe:

Die Petersilie sollte im Bioanzuchtbetrieb PSM - frei gezogen werden.

Folgende PSM, die bei der Anzucht im Biobetrieb offensichtlich eingesetzt wurden, wurden in keiner Freiland-Probe, auch nicht in den Rinden, gemessen.

Dies bedeutet, dass sich die Belastungen der Blindwerte in den kleinen Pflanzen sich mit dem Wachstum rausgewachsen haben. Dennoch: Bei einem Routineinsatz in einem Monitoring müsste dies bei der Anzucht besser abgesprochen / vermieden werden.

PSM \ Probe	Blindprobe V B 1-4
Cinerin 1	11
Cinerin 2	4
Jasmolin 1	5
Jasmolin 2	2
Pyrethrin 1	39
Pyrethrin 2	7
Summe Pyrethrine	68

7.7 Glyphosat im Boden

Boden-Mischprobe B1 aus dem behandelten Feld am Standort #13 (#613), gezogen am 28.8.2018 (Applikation am 9. und 15.8.18).

Leere Zellen: Werte unter Bestimmungsgrenze (20 ng/g); n.a.: Parameter nicht analysiert;

Bodenmischprobe	B13-1
PSM	ng/g
Glyphosat	4910
AMPA	960
Glufosinat	

7.8 PSM-Wirkstoffe und Glyphosat im Luftfilter einer Klimaanlage als volumetrischer Aktivsammler

Luftfilter der Haus-Klimaanlage am Standort 611 in Taucha-Plöszitz; Expositionszeitraum analog der Passivsammler am Standort; Gewicht des Luftfilters: 650 g; Probe: 32 cm² (0,32 dm²); Staub-Beladung: ca. 1,5 mg / cm² (150 mg / dm²)
 Leere Zellen: Werte unter Bestimmungsgrenze; n.a.: Parameter nicht analysiert;

Sammlertyp	Luftfilter		Luftfilter
Probe	K 11		K 11
PSM	ng/g	PSM	ng/g
Azoxystrobin	66	Fluoxapyroxad	30
Bixafen	54	Imidacloprid	380
Boscalid (Nicobifen)	183	Mandipropamid	35
Carbendazim	45	Metamitron	38
Chlorthalonif	31	Metazachlor	394
Chlortoluron	184	Pendimethalin	25
DDT pp	23	Permethrin	25
Difenconazol	60	Phenmedipham	38
Diflubenzuron	70	Prosulfocarb	48
Diflufenican	190	Pyraclostrobin	36
Dimethomorph	35	Tebuconazol	234
Diuron	3333	Thiacloprid	26
Epoxiconazol	86	Triadimenol	114
Flufenacet	49	BG	<20

Sammlertyp	Luftfilter	Luftfilter
Probe	K 11	K 11
PSM	ng/dm ²	ng/g Staub
Glyphosat	137,6	9,2
AMPA	19,4	1,3
Glufosinat		
BG	<7	<0,5