

Auswirkungen von Glyphosat auf die Biodiversität



Positionspapier des



Bonn, Januar 2018

Impressum

Herausgeber:

Bundesamt für Naturschutz (BfN)
Konstantinstraße 110
53179 Bonn

Bearbeitung und Redaktion im Bundesamt für Naturschutz:

II 3.1 Agrar- und Waldbereich / II 3.3 Bewertung gentechnisch veränderter Organismen /
II 1.3 Monitoring / II 2.2 FFH-Richtlinie, Natura2000 / I 2.1 Rechtliche und ökonomische
Fragen des Naturschutzes

Titelbild: Christian Mühlhausen/Landpixel (Stoppelbehandlung von Raps mit Glyphosat)

Bonn, Januar 2018

Einführung

Glyphosat ist weltweit der meist verwendete Herbizidwirkstoff (DUKE & POWLES 2008) und wird sowohl in der konventionellen Landwirtschaft als auch beim Anbau gentechnisch veränderter Kulturpflanzen eingesetzt. Der von Monsanto 1974 unter dem Namen Roundup® auf den Markt gebrachte Wirkstoff ist heute Hauptbestandteil vieler verfügbarer Breitbandherbizide. Seit seiner Einführung wird der weltweite Verbrauch auf insgesamt 8,6 Millionen Tonnen geschätzt, welcher in den letzten 20 Jahren als kostengünstige und einfache Alternative zur mechanischen Beikrautregulierung stark gestiegen ist. Einen weiteren deutlichen Anstieg des Einsatzes von Glyphosat brachte die Einführung gentechnisch veränderter, glyphosatresistenter Nutzpflanzen (BENBROOK 2016), denn diese können mit dem Herbizid besprüht werden, ohne Schaden zu nehmen, während Beikraut und andere Pflanzen absterben. Gemäß einer Marktanalyse wird Glyphosat auch künftig der weltweit wichtigste Herbizidwirkstoff bleiben (TMR 2014).

In Deutschland wurden nach Mitteilung des UBA zwischen 2008 und 2016 im Schnitt ca. 5.000 Tonnen Glyphosat abgesetzt (BVL, versch. Jahrgänge). Landwirtschaftsbetriebe sind dabei die Hauptanwender, nicht-berufliche Anwendungen liegen bei unter 100 Tonnen pro Jahr, also bei knapp 2 % der Gesamtmenge. Glyphosatanwendungen finden in Deutschland mittlerweile auf ca. 27,5 % der landwirtschaftlich bzw. auf ca. 39,4 % der ackerbaulich genutzten Fläche statt (DICKEDUISBERG et al. 2012). In Deutschland sind keine gentechnisch veränderten Kulturpflanzen zum Anbau zugelassen.

Vor dem Hintergrund der Wiedergenehmigung von Glyphosat in der Europäischen Union und den anstehenden Zulassungsverfahren glyphosathaltiger Pflanzenschutzmittel auf nationaler Ebene gibt es aktuell eine intensive öffentliche und wissenschaftliche Debatte über die Auswirkungen des Wirkstoffes auf die Gesundheit von Mensch, Tier sowie auf die Umwelt. Die EU-Risikobewertung von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen konzentriert sich vor allem auf direkte toxische Umweltwirkungen. Indirekte und komplexe Auswirkungen auf Biodiversität und Ökosysteme sind formell zwar Teil des Prüfverfahrens, werden allerdings in der Praxis bislang nur unzureichend behandelt. Der aktuelle Stand der Wissenschaft weist jedoch darauf hin, dass vor allem indirekte Wirkungen von Glyphosat bzw. glyphosathaltigen Herbiziden auf Nichtzielarten ein hohes Risiko für die biologische Vielfalt darstellen.

Auswirkungen von Glyphosat auf die Biodiversität

Der Begriff biologische Vielfalt oder Biodiversität steht als Sammelbegriff für die Vielfalt des Lebens auf unserer Erde und umfasst drei Ebenen: die Vielfalt der Ökosysteme, die Artenvielfalt und die genetische Vielfalt innerhalb der Arten.

Potenzielle Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die biologische Vielfalt sind bereits seit mehreren Jahren Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. Der Wirkstoff Glyphosat kann sich prinzipiell auf zweierlei Arten auf die Biodiversität auswirken (vgl. JAHN & HÖTKER 2014, WATTS et al. 2016):

- Direkte toxische Wirkungen auf Nichtzielarten
- Indirekte Wirkungen auf Nichtzielarten

Nachfolgend werden am Beispiel ausgewählter Studien die direkten und indirekten Auswirkungen von glyphosathaltigen Pflanzenschutzmitteln auf die Biodiversität verdeutlicht. Dabei kann die Toxizität der Formulierungen, d.h. der Zusammensetzung aus Wirkstoff und Beistoffen um ein vielfaches höher sein als die des Wirkstoffes selbst.

Direkte toxische Wirkungen auf Nichtzielarten

Glyphosat wirkt als Breitbandherbizid gegen alle ein- und zweikeimblättrigen Pflanzen. Der Wirkstoff hemmt die Synthese bestimmter Aminosäuren und daraus abgeleiteter weiterer Stoffe, die für das Wachstum von Pflanzen essenziell sind und tötet sie innerhalb kürzester Zeit von der Wurzel bis zum Blattwerk ab. Breitbandherbizide vernichten dabei nicht nur unerwünschte Unkräuter, sondern auch konkurrenzschwache und seltene Ackerwildkrautarten. Die Ackerbegleitflora, welche eine Schlüsselrolle für die Biodiversität in Agrarlandschaften darstellt, zählt heute zu den am stärksten gefährdeten Artengruppen in Europa (MEYER et al. 2013).

Direkte Auswirkungen von Wirkstoffen auf die Fauna werden in der Literatur in letale (tödliche) und subletale (z. B. Wachstum oder Fortpflanzung störende) Effekte unterschieden. Letale Wirkungen glyphosathaltiger Pflanzenschutzmittel konnten bisher in aquatischen Systemen, vor allem bei Amphibien nachgewiesen werden (vgl. PLÖTNER & MATSCHKE 2012, WAGNER & LÖTTERS 2013). Bei einem direkten Übersprühen von Gewässern (sog. Overspray-Anwendung) geht, auch in der empfohlenen Dosierung, die Abundanz von Kaulquappen massiv bis hin zum vollständigen Verlust zurück (RELYEA 2005a, b). Die zunehmende Belastung aquatischer Ökosysteme durch Pflanzenschutzmittel und andere Agrochemikalien gilt als ein Hauptfaktor für den weltweit zu verzeichnenden Amphibien-Rückgang (PLÖTNER & MATSCHKE 2012). Nach CUHRA et al. (2013, 2015) wird außerdem mit den bei der Risikobewertung angewandten Standardtests die Toxizität von Glyphosat und glyphosathaltigen Herbiziden für aquatische Wirbellose wie Daphnien unterschätzt.

Zudem werden subletale Auswirkungen auf terrestrische Lebewesen vermutet. Gemäß einer Feldstudie in Deutschland sind bei höheren Expositionen mit dem Wirkstoff Glyphosat Beeinträchtigungen des Navigations- und Orientierungsverhaltens von Honigbienen festzustellen (BALBUENA et al. 2015). Auch negative Auswirkungen auf die biologischen Eigenschaften von

Nützlingen, wie die Reduktion der Lebensdauer, Fruchtbarkeit und Entwicklungszeit der Nachkommen, konnten in Laborversuchen sowohl für Spinnen (BENAMÚ et al. 2009) als auch für Flurfliegen (SCHNEIDER et al. 2009) beobachtet werden.

Indirekte Wirkungen auf Nichtzielarten

Ein hohes Risiko für die biologische Vielfalt geht aber vor allem von indirekten Auswirkungen glyphosathaltiger Pflanzenschutzmittel auf wildlebende Tierarten in Agrarlandschaften, u. a. durch Veränderungen der Schlüsselressourcen wie Nahrungsverfügbarkeit oder Habitatqualität aus. Indirekte Auswirkungen sind im Allgemeinen schwieriger zu analysieren, da mit der Intensivierung der Landwirtschaft eine Bandbreite negativer Einflüsse einhergeht. Diese Effekte können interagieren oder sich addieren, was eine Bewertung der einzelnen Ursachen erschwert (JAHN & HÖTKER 2014).

Die großflächige Vernichtung der die Äcker begleitenden Segetalflora durch Breitbandherbizide und die daraus folgende Dezimierung des Blütenangebots verknappen in ausgeräumten Agrarlandschaften die Nahrung für blütenbesuchende sowie auf Wildkräuter spezialisierte herbivore Insekten enorm. Die mit der Intensivierung der Agrarlandschaften einhergehenden steigenden Herbizid-Applikationen werden als Ursache für den massiven Insektenrückgang genannt (HALLMANN et al. 2017). Der Einsatz von glyphosathaltigen Herbiziden reduziert, möglicherweise über die Nitrat-Freisetzung von durch Glyphosat abgetötetem und anschließend verrottendem Pflanzenmaterial, auch die Aktivität und Reproduktion von Regenwürmern (GAUPP-BERGHAUSEN et al. 2015).

Dies wiederum kann zu einem Populationsrückgang für Arten höherer Trophiestufen wie Vögel und Kleinsäuger führen, die auf Samen, Insekten und Regenwürmer als Nahrungsgrundlage angewiesen sind. Eine klare Beziehung zwischen der negativen Wirkung von Pflanzenschutzmitteln und dem Rückgang des Rebhuhns, eine eng an landwirtschaftliches Kulturland gebundene Offenlandart, zeigen beispielsweise CAMPBELL & COOKE (1997). BOATMAN et al. (2004) belegen zudem negative indirekte Auswirkungen auf die Feldvogelarten Grauammer und Goldammer. Die in diesen Studien nachgewiesenen indirekten Effekte treten zwar nicht nur bei der Anwendung von Glyphosat, sondern auch bei anderen Pflanzenschutzmitteln auf. Glyphosat hat aber, als der mengenmäßig mit Abstand am meisten eingesetzte Wirkstoff, den größten Anteil an den beschriebenen Effekten.

Besonders eindrücklich zeigen sich die beschriebenen Nahrungsnetzeffekte auch anhand von Daten und Erfahrungen aus Ländern in Nord- und Südamerika, wo gentechnisch veränderte Pflanzen mit Herbizidresistenz großflächig angebaut werden. Ein prominentes Beispiel ist hier der Rückgang der Monarchfalter-Population in den USA, wesentlich bedingt dadurch, dass der Anbau herbizidresistenter Nutzpflanzen im Mittleren Westen seine Futterpflanze, die Seidenpflanze *Asclepias syriaca*, dezimierte (PLEASANTS & OBERHAUSER 2013). Die so-

genannten Farm Scale Evaluations in Großbritannien haben hinreichend belegt, dass der Anbau herbizidresistenter Nutzpflanzen die Häufigkeit und Vielfalt der Ackerbegleitflora noch mehr reduziert als der Anbau konventioneller Nutzpflanzen und sich entlang der Nahrungskette bis hin zu den Vögeln auswirkt (vgl. SCHÜTTE et al. 2017).

Ein vom BfN beauftragtes Gutachten hat Kenntnislücken zu einer weiteren Eigenschaft von Glyphosat, nämlich verschiedene Mineralien zu binden, zusammengetragen. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass verschiedene Prozesse und Organismen auch durch diese Wirkungsweise von Glyphosat beeinträchtigt werden (MERTENS et al. 2018).

Letztlich darf auch der Nutzen der von dem Biodiversitätsverlust betroffenen Arten nicht außer Acht gelassen werden. Insbesondere Insekten erbringen für die Landwirtschaft relevante Ökosystemleistungen, wie die natürliche Schädlingsbekämpfung und die Bestäubung von Kulturpflanzen. Etwa ein Drittel der weltweiten Nahrungsmittelproduktion ist abhängig von Bestäubern (TSCHARNTKE et al. 2012). Für Deutschland wird der Wert der bestäubungsabhängigen Produktion auf 1,13 Milliarden Euro geschätzt (LEONHARDT et al. 2013). Ebenso dienen Regenwürmer aufgrund der ökologischen Funktion bei der Bodenbildung und Aufbereitung der organischen Substanz der Bodenfruchtbarkeit und sind damit Schlüsselorganismen für die landwirtschaftliche Produktion.

Wiedergenehmigungsverfahren im Rahmen der EU-Wirkstoffprüfung

Zuständig für die Genehmigung, auch Wiedergenehmigung, von Wirkstoffen ist die EU-Kommission. Die Entscheidung darüber beruht auf einem Bewertungsbericht, der von sogenannten Berichterstellern angefertigt wird. Die Kommission bezieht die Mitgliedstaaten in ihre Genehmigungsentscheidung mittels eines Komitologieverfahrens ein, indem die Mitgliedstaaten ihr Votum zu den Kommissionsvorschlägen in einem Ständigen Ausschuss abgeben, der nach den Regeln des sogenannten „Prüfverfahrens“ arbeitet.

Die vorletzte Genehmigung in der EU für den Einsatz von Glyphosat als Wirkstoff in Pflanzenschutzmitteln wurde 2002 erteilt und lief im Dezember 2015 aus. Im Wiedergenehmigungsverfahren für Glyphosat im Rahmen der EU-Wirkstoffprüfung war Deutschland bericht-erstattender Mitgliedstaat. An der Erstellung des toxikologischen Bewertungsberichts (Renewal Assessment Report – RAR, GERMANY 2013) waren u. a. das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) und das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)¹ beteiligt. Der darauf basierenden Risikoeinschätzung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (European Food Safety Authority – EFSA) zufolge ist bei bestim-

¹ Kritisch hierzu Dr. Achim Willand, Gaßner Groth, Siederer & Coll. „Glyphosat – Fehler im Genehmigungsverfahren“, Stellungnahme vom 27.11.2017, http://www.ggsc.de/fileadmin/user_upload/downloads/Aktuelle_Meldungen/Glyphosat_Genehmigungsverfahren.pdf, aufgerufen am 19.12.2017.

mungsgemäßer Anwendung des Wirkstoffs Glyphosat nicht von krebserzeugenden oder keimzellschädigenden Wirkungen auszugehen (EFSA 2015a). Mit der Übergabe des Berichts und der Schlussfolgerung der EFSA an die EU-Kommission Anfang November 2015 war der Risikobewertungsprozess im Rahmen des Genehmigungsverfahrens grundsätzlich abgeschlossen und die Voraussetzungen für eine mögliche Wiedergenehmigung des Wirkstoffes lagen vor. Aufgrund des zeitlich intensiven Verfahrens und einer noch einzuholenden Stellungnahme des Ausschusses für Risikobeurteilung (RAC) der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) zur harmonisierten Einstufung im Hinblick auf die Karzinogenität von Glyphosat hat die EU-Kommission die Genehmigung des Wirkstoffes zweimal eigenständig verlängert. Unter Einbeziehung der im März 2017 vorgelegten Stellungnahme, in welcher der RAC Glyphosat als Stoff einstuft, der schwere Augenschädigungen verursacht und für Wasserorganismen langfristig giftig ist, der aber nicht karzinogen ist (ECHA 2017), war schließlich bis spätestens 15.12.2017 über die erneute Genehmigung im Ständigen Ausschuss für Pflanzen, Tiere, Lebens- und Futtermittel, bestehend aus Vertretern aller EU-Mitgliedstaaten, zu entscheiden.

Der Ständige Ausschuss konnte in mehreren Sitzungen keine Einigung zu den Vorschlägen der Kommission für eine Wiedergenehmigung erzielen. Um eine Einigung herbeizuführen und auch vor dem Hintergrund der Forderung des Europäischen Parlaments, wurde die vorgeschlagene Dauer einer Genehmigung von ursprünglich 15 Jahre letztendlich auf fünf Jahre reduziert und im sog. Berufungsausschuss am 27.11.2017 eine Verlängerung der europäischen Genehmigung für den Wirkstoff Glyphosat für fünf Jahre beschlossen.

Aktuelle Anpassungen der europäischen Risikobewertung

Die EFSA hat aktuell eine Überarbeitung ihrer Leitlinien über die Risiken für Vögel und Säugetiere durch Pestizide vorgenommen², in welchen mithilfe eines mehrstufigen Ansatzes auch Risiken für die Sterblichkeit sowie für die Fortpflanzung von Vögeln und Säugetieren untersucht werden sollen. In den neueren EFSA Empfehlungen für die Überarbeitung der Leitlinien zur Risikobewertung für terrestrische Pflanzen, Arthropoden, Bodenorganismen und Amphibien und Reptilien (z. B. EFSA PPR PANEL 2015, 2017) sind indirekte Effekte z. B. durch die Störung von Nahrungsnetzen mittlerweile explizit berücksichtigt.

Die EU-Kommission passt aktuell die Anhänge der Freisetzungsrichtlinie (EU) 2001/18 zur Umweltrisikobewertung gentechnisch veränderter Organismen (GVO) an³. GVO-spezifische Auswirkungen der Herbizidanwendung, d. h. die indirekten Auswirkungen, werden im Rahmen des Gentechnikrechts, also zusammen mit dem GVO, der eine geänderte Herbizidan-

2 <http://www.efsa.europa.eu/en/consultations/call/171106>

3 <http://ec.europa.eu/transparency/regcomitology/index.cfm>

wendung erst ermöglicht, geprüft. Das zuständige GVO-Panel hält dies in Übereinstimmung mit seinen Leitlinien (EFSA GMO PANEL 2010) auch weiterhin für erforderlich⁴. Diese Auffassung wird vom BfN nachdrücklich unterstützt, zumal sich die Risikobewertungen im Rahmen der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln derzeit noch stark auf die direkten Wirkungen konzentrieren.

Anwendungsbestimmungen in Deutschland

Umweltauflagen und Bestimmungen für die Anwendung sollen die Risiken von zugelassenen Pflanzenschutzmitteln auf ein vertretbares Maß mindern. In Deutschland sind derzeit 105 glyphosathaltige Pflanzenschutzmittel zugelassen (BVL 2017a). Anwendungsgebiete in der Landwirtschaft sind mit ca. 60 % die Stoppelbehandlung von Ackerflächen, gefolgt von Vor- und Nachsaatbehandlungen mit 34 % und in geringem Umfang auch die Sikkation (Abreifbeschleunigung) mit 6 % (ZWERGER 2017). Die Anwendungsbestimmungen erlauben maximal zwei Behandlungen pro Jahr im Abstand von mindestens 90 Tagen und insgesamt nicht mehr als 3,6 kg Wirkstoff pro Hektar. Eine Spätanwendung im Getreide zur Sikkation ist seit 2014 nur noch auf Ackerflächen erlaubt, auf denen das Getreide ungleichmäßig abreift und eine Bewertung ohne Behandlung nicht möglich ist (BVL 2017b).

Alternative Bewirtschaftungsmethoden

Die Notwendigkeit umgehend geeignete Lebensräume für wildlebende Tier- und Pflanzenarten zu sichern und wiederherzustellen verdeutlicht eindrücklich die kürzlich im Agrar-Report des BfN aufgezeigte ungünstige Situation der biologischen Vielfalt in der Agrarlandschaft (BfN 2017). Wie bereits in der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt verankert, wird auf Bundesebene eine Reduktion chemischer Pflanzenschutzmittel angestrebt mit dem Ziel, die Risiken auf die Biodiversität weiter zu reduzieren (BMUB 2007). Auch bei alternativen Bewirtschaftungsmethoden ist es von enormer Bedeutung, dass diese keine komplette Vernichtung aller Beikräuter zum Ziel haben, denn nur unter diesen Voraussetzungen kann ein Mindestniveau der biologischen Vielfalt, als Grundlage eines intakten Ökosystems, gewährleistet werden.

Das Julius Kühn-Institut hat 2017 eine Handlungsempfehlung zur Anwendung von Glyphosat im Ackerbau und in der Grünlandbewirtschaftung mit Alternativen zum Einsatz glyphosathaltiger Mittel herausgebracht (ZWERGER 2017). Diese zeigt, dass vielfach auf Glyphosatanwendungen verzichtet werden kann, insbesondere auf Böden, welche eine Pflugbearbeitung zulassen und nicht erosionsgefährdet sind. Auf alternative Bewirtschaftungsmethoden zur Glyphosatanwendung geht auch die aktuelle Publikation von PAN EUROPE & THE

⁴ <https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/event/141203b-m.pdf>

GREENS/EFA (2017) ein. In dieser wird empfohlen, den Ansatz eines integrierten, nachhaltigen Beikrautmanagementsystems noch stärker umzusetzen, zum Beispiel durch die Kombination unterschiedlicher Techniken und einen stärkeren Fokus auf präventive Maßnahmen wie beispielsweise eine standortangepasste Sortenwahl oder Fruchtfolge zu legen. Als physikalische Methoden zur Beikrautregulierung werden mechanische und thermische Möglichkeiten, darunter auch der Einsatz von Infrarot, Laser und Ultraschall genannt.

Als erfolgversprechende Ansätze zur Verringerung des Herbizideinsatzes sind einige Konzepte der Präzisionslandwirtschaft zu nennen, worunter der Einsatz digitaler Technologien zur Überwachung und Optimierung landwirtschaftlicher Produktionsverfahren verstanden wird. Die Präzisionslandwirtschaft hat das Potenzial, Agrarbetriebe ressourcenschonender und effizienter zu gestalten. In Bezug auf Pflanzenschutzmittel ermöglicht sie eine minimalinvasive, zielgenaue Anwendung durch filigrane Fotosensorik und Apps, die unerwünschte Beikräuter erkennen. Die vom EU-Parlament in Auftrag gegebene Studie „Precision Agriculture and the Future of Farming in Europe“ kommt am Beispiel von Winterweizen zu dem Schluss, dass mit einer so ansetzenden Digitalisierung zwischen 6 und 81 % der Herbizide eingespart werden könnten (SCHRIJVER et al. 2016).

Fazit – Empfehlungen des BfN

Die in diesem Papier aufgeführten Studien belegen, dass der Einsatz von glyphosathaltigen Pflanzenschutzmitteln erhebliche Auswirkungen auf die Biodiversität hat. Das trifft auch für die in Deutschland derzeit zugelassenen Indikationen und Anwendungen zu, da hier insbesondere indirekte Auswirkungen auf die Diversität und Abundanz von Nichtzielarten zu befürchten sind.

Die nachfolgend formulierten Empfehlungen erheben nicht den Anspruch eines abschließenden Katalogs zur Bewältigung des Glyphosatproblems, sondern stellen Mindestanforderungen des BfN als zentrale wissenschaftliche Behörde des Bundes für den nationalen und internationalen Naturschutz dar.

In Bezug auf die europäische Wirkstoffprüfung ebenso wie in Bezug auf die nationale Mittelzulassung empfiehlt das BfN:

- die bestehenden Anforderungen der Verordnung (EU) Nr. 1107/2009⁵ zur Berücksichtigung indirekter Wirkungen auf die biologische Vielfalt und die Ökosysteme der Agrarlandschaft im Bewertungsprozess wirksam umzusetzen und zum Gegenstand der Entscheidung über die Wirkstoffgenehmigung und die Mittelzulassung zu machen. In

⁵ Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln und zur Aufhebung der Richtlinien 79/117/EWG und 91/414/EWG des Rates. ABl. L309/1

die Prüfung und Entscheidung sind auch kumulative Wirkungen sowie insbesondere Kombinationswirkungen verschiedener Pflanzenschutzmittel einzubeziehen,

- für die Risikobewertung zu prüfen, inwieweit das zum Einsatz kommende Artenspektrum der Prüforganismen hinreichend ist und inwieweit die Wirkungen von Pflanzenschutzmitteln auch im Freiland zu untersuchen sind.

Bezogen auf herbizidresistente GVO hält es das BfN zudem für erforderlich, GVO-spezifische Aspekte, einschließlich des Herbizideinsatzes bei herbizidresistenten GVO, weiterhin im Rahmen des Gentechnikrechts zu prüfen.

Zentrale Maßnahmen zum Schutz der biologischen Vielfalt sind für das BfN:

- Ausschöpfung bzw. Schaffung der rechtlichen Möglichkeiten für eine schnelle Beendigung und bis dahin maximale Verwendungsbeschränkung des Einsatzes von glyphosathaltigen Pflanzenschutzmitteln und solchen mit vergleichbarer Wirkung auf die biologische Vielfalt,
- Verbot des Einsatzes glyphosathaltiger Pflanzenschutzmittel in Schutzgebieten, insbesondere in Natura 2000-Gebieten, Nationalparks, Naturschutzgebieten, Kern- und Pflegezonen von Biosphärenreservaten, Wasserschutzgebieten und auf den gem. § 38 WHG sowie der Wassergesetze der Länder festgesetzten Gewässerrandstreifen, über die bestehenden Vorschriften hinaus soweit und so schnell wie möglich,
- Konkretisierung und weitere rechtliche Ausgestaltung der guten fachlichen Praxis,
- Prüfung ökonomischer Steuerungsinstrumente, z.B. einer Pflanzenschutzmittelabgabe oder einer Anpassung einschlägiger Förderprogramme (ELER, GAK, um ggf. anfallende Verluste bei einer Umstellung auf eine glyphosat-reduzierte/-freie Bewirtschaftung aufzufangen).

Bis zu einer Beendigung der Verwendung von Glyphosat in Deutschland hält es das BfN für erforderlich Zulassungen nur mit Auflagen zur Absenkung der Auswirkungen auf die biologische Vielfalt und Ökosysteme zu erteilen und mit einem entsprechenden Monitoring zu verbinden. Zum Beispiel sollten Betriebe mit Anwendung glyphosathaltiger Pflanzenschutzmittel einen Mindestanteil an Fläche mit ökologischer Ausgleichsfunktion ohne jeglichen chemisch-synthetischen Herbizideinsatz nachweisen müssen. Auch sollten Mittel für die Vorerntebehandlungen zum Zwecke der Abreifbeschleunigung (Sikkation) nicht mehr zugelassen werden (zumal sie - zusammen mit der Anwendung für den Privatgebrauch schon derzeit nur einen sehr geringen Anteil der gesamten Anwendungsmenge und -fläche umfassen).

Literatur

- BALBUENA, M.S., TISON L., HAHN, M.L., GREGGERS U., MENZEL, R., FARINA, W.M (2015): Effects of sublethal doses of glyphosate on honeybee navigation. *Journal of Experimental Biology* **218**(17): 2799-2805.
- BENAMÚ, M.A., SCHNEIDER, M.I. & SÁNCHEZ, N.E. (2009): Effects of the herbicide glyphosate on biological attributes of *Alpaida veniliae* (Araneae, Araneidae) in laboratory. *Chemosphere* **78**: 871-876.
- BENBROOK, C.M. (2016): Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environmental Sciences Europe* **28**: 3.
- BFN (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ) (2017): Agrar-Report 2017. Biologische Vielfalt in der Agrarlandschaft. Bonn – Bad Godesberg.
- BMUB (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT) (2007): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. Berlin.
- BOATMAN, N., BRICKLE, N., HART, J., MILSOM, T., MORRIS, A., MURRAY, A., MURRAY, K. & ROBERTSON, P. (2004): Evidence for the indirect effects of pesticides on farmland birds. *Ibis* **146** Supplement 2: 131-143.
- BVL (BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT) (2017a): Verzeichnis zugelassener Pflanzenschutzmittel – Standardsuche, URL: <https://apps2.bvl.bund.de/psm/jsp/index.jsp>, Zugriff am 16.11.2017
- BVL (BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT) (2017b): Neue Anwendungsbestimmungen für Pflanzenschutzmittel mit dem Wirkstoff Glyphosat, URL: https://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/06_Fachmeldungen/2014/2014_05_21_Fa_Neue_Anwendung_Glyphosat.html
- BVL (BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT) (versch. Jahrgänge): Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland. Ergebnisse der Meldungen § 64 Pflanzenschutzgesetz. URL: www.bvl.bund.de/psmstatistiken
- CAMPBELL, L.H. & COOKE, A.S. (1997): The indirect effects of pesticides on birds. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.
- CUHRA, M., TRAAVIK, T. & BØHN, T. (2013): Clone- and age-dependent toxicity of a glyphosate commercial formulation and its active ingredient in *Daphnia magna*. *Ecotoxicology* **22**: 251-262.
- CUHRA M., TRAAVIK T., DANDO M., PRIMICERIO R., HOLDERBAUM D.F. & BOHN T (2015): Glyphosate-residues in roundup-ready soybean impair *Daphnia magna* life-cycle. *Journal of Agricultural Chemistry and Environment* **4**(1): 24-36.
- DICKEDUISBERG, M., STEINMANN, H.H. & THEUVSEN, L. (2012): Erhebung zum Einsatz von Glyphosat im deutschen Ackerbau. 25th German Conference on Weed Biology and Weed Control, 13.-15. Mai 2012, Braunschweig.
- DUKE, S.O. & POWLES S.B. (2008): Glyphosate: a once-in-a-century herbicide. *Pest Management Science* **64**: 319-325.

- ECHA (EUROPÄISCHE CHEMIKALIENAGENTUR) (2017): Glyphosate not classified as a carcinogen by ECHA. Pressemitteilung, URL: <https://echa.europa.eu/de/-/glyphosate-not-classified-as-a-carcinogen-by-echa>
- EFSA (EUROPE FOOD SAFETY AUTHORITY) (2009): Guidance of EFSA. Risk Assessment for Birds and Mammals. *EFSA Journal* **7**(12):1438.
- EFSA (EUROPE FOOD SAFETY AUTHORITY) (2015): Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance glyphosate. *EFSA Journal* **13**(11): 4302.
- EFSA GMO PANEL (PANEL ON GENETICALLY MODIFIED ORGANISMS) (2010): Guidance on the environmental risk assessment of genetically modified plants. *EFSA Journal* **8**(11):1879.
- EFSA PPR PANEL (PANEL ON PLANT PROTECTION PRODUCTS AND THEIR RESIDUES) (2015): Scientific Opinion addressing the state of the science on risk assessment of plant protection products for non-target arthropods. *EFSA Journal* **13**(2): 3996.
- EFSA PPR PANEL (PANEL ON PLANT PROTECTION PRODUCTS AND THEIR RESIDUES) (2017): Scientific Opinion addressing the state of the science on risk assessment of plant protection products for in-soil organisms. *EFSA Journal* **15**(2): 4690.
- GAUPP-BERGHAUSEN, M., HOFER, M., REWALD, B. & ZALLER & J.G. (2015): Glyphosate-based herbicides reduce the activity and reproduction of earthworms and lead to increased soil nutrient concentrations. *Scientific Reports* **5**: 12886.
- GERMANY (2013): Renewal assessment report (RAR) on the active substance glyphosate prepared by the rapporteur Member State Germany in the framework of Regulation (EU) No 1141/2010, December 2013. URL: www.efsa.europa.eu
- HALLMANN, C.A., SORG, M., JONGEJANS, E., SIEPEL, H., HOFLAND, N., SCHWAN, H., STENMANS, W., MÜLLER, A., SUMSER, H., HÖRREN, T., GOULSON, D. & DE KROON, H. (2017) More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLOS ONE* **12**(10): 0185809.
- JAHN, T. & HÖTKER, H. (2014): Protection of biodiversity of free living birds and mammals in respect of the effects of pesticides. UBA-Texte 30/2014. Umweltbundesamt, Berlin.
- LEONHARDT, S.D.; GALLAI, N.; GARIBALDI, L.A.; KUHLMANN, M.; KLEIN, A.-M. (2013): Economic gain, stability of pollination and bee diversity decrease from southern to northern Europe. *Basic and Applied Ecology* **14**: 461-471.
- MEYER, S., WESCHE, K., KRAUSE, B., LEUSCHNER, C. (2013): Dramatic losses of specialist arable plants in Central Germany since the 1950/60s – a cross-regional analysis. *Diversity and Distributions* **19**: 1175-1187.
- MERTENS, M., HÖSS, S. NEUMANN, G. AFZAL, J. & REICHENBECHER W. (2018): Glyphosate, a chelating agent - relevant for ecological risk assessment? *Environmental Science and Pollution Research*, accepted.
- PAN EUROPE & THE GREENS/EFA (HRSG.) (2017): Alternative methods in weed management to the use of glyphosate and other herbicides. PAN Europe, Belgium.
- PLEASANTS, J.M., & OBERHAUSER, K.S. (2013): Milkweed loss in agricultural fields because of herbicide use: effect on the monarch butterfly population. *Insect Conservation and Diversity* **6**(2): 135-144.

- PLÖTNER, J. & MATSCHKE, J. (2012): Acute and sublethal toxicity and indirect effects of glyphosate and its formulations on amphibians - a review. *Zeitschrift für Feldherpetologie* **19**: 1-20.
- RELYEA, R.A. (2005a): The Impact of Insecticides and Herbicides on the Biodiversity and Productivity of Aquatic Communities. *Ecological Applications* **15** (2): 618-627.
- RELYEA, R.A. (2005b): The lethal impact of roundup on aquatic and terrestrial amphibians. *Ecological Applications* **15**: 1118-1124.
- SCHNEIDER, M.I., SANCHEZ, N., PINEDA, S., CHI, H. & RONCO, A. (2009): Impact of glyphosate on the development, fertilita and demography of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): Ecological approach. *Chemosphere* **76**: 1451-1455.
- SCHRIJVER, R., POPPE, K. & DAHEIM, C. (2016): Präzisionslandwirtschaft und die Zukunft der Landwirtschaft in Europa. Referat Wissenschaftliche Vorausschau (STOA, Hrsg.). Europäisches Parlament, Brüssel.
- SCHÜTTE, G., ECKERSTORFER, M., RASTELLI, V., REICHENBECHER, W., RESTREPO-VASSALLI, S., RUOHONEN-LEHTO, M., WUEST SAUCY A.-G. & MERTENS, M. (2017): Herbicide resistance and biodiversity: agronomic and environmental aspects of genetically modified herbicide-resistant plants. *Environmental Sciences Europe* **29**: 5.
- TMR (TRANSPARENCY MARKET RESEARCH) (2014): Glyphosate Industry Analysis, Share, Size, Growth, Trends and Forecast 2013-2019. Major findings reported by PR Newswire, URL: <http://www.prnewswire.com/news-releases/globalglyphosate-market-is-expected-to-reach-usd-879-billion-by-2019-transparency-market-research-244861481.htm>
- TSCHARNTKE, T., CLOUGH, Y., WAGNER, T.C., JACKSON, L., MOTZKE, I., PERFECTO, I., VANDERMEER, J., WHITBREAD, A. (2012): Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. *Biological Conservation* **151**: 53-59.
- WAGNER, N. & LÖTTERS, S. (2013): Possible correlation of the worldwide amphibian decline and the increasing use of glyphosate in the agrarian industry. BfN-Skripten 343, Bonn.
- WATTS, M., CLAUSING, P., LYSSIMACHOU, A., SCHÜTTE, G., GUADAGNINI, R. & MARQUEZ, E. (2016): *Glyphosate Monograph*. PAN International.
- ZWERGER, P. (2017): Handlungsempfehlung der Bund-Länder-Expertengruppe zur Anwendung von Glyphosat im Ackerbau und in der Grünlandbewirtschaftung. Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut Heft 187, 2017.