



Roundup & Co – Unterschätzte Gefahren

**Argumente gegen die Verwendung
von Glyphosat und anderen Herbiziden.**

**Für eine grundlegende Umstellung
des Pestizid-Zulassungssystems
und der Unkrautkontrolle.**

IMPRESSUM

Hamburg, Dezember 2014

KONZEPTION UND REDAKTION:

Susan Haffmans, Julia Sievers-Langer und Carina Weber

TEXTE:

Dr. Wolfgang Bödeker
Dr. Peter Clausing
Susan Haffmans
Dr. Marta Mertens
Lars Neumeister
Dr. Gesine Schütte
Julia Sievers-Langer
Carina Weber

FOTOS:

Ursula Gröhn-Wittern; Tim Caspary, pixelio.de;
Johanna Mühlbauer, Fotolia.com; Ludwig Tent;
oticki, fotolia.com; PAN Germany_sh

HERAUSGEBER:



Agrarkoordination & FIA e.V.

Nernstweg 32, 22765 Hamburg
Tel. 040-39 25 26
E-Mail: info@agrarkoordination.de
Web: www.agrarkoordination.de

Spendenkonto:
Forum für internationale Agrarpolitik (FIA) e.V.
GLS Gemeinschaftsbank eG
BIC/SWIFT GENODEM1GLS
IBAN DE29 4306 0967 2029 5635 00



Pestizid Aktions-Netzwerk e.V.

Nernstweg 32, 22765 Hamburg
Tel. 040-399 19 10-0
E-Mail: Info@pan-germany.org
Web: www.pan-germany.org

Spendenkonto:
PAN Germany
GLS Gemeinschaftsbank eG
BIC/SWIFT GENODEM1GLS
IBAN DE91 4306 0967 2032 0968 00

DANKSAGUNG

Wir danken Brot für die Welt und der Umweltstiftung Greenpeace für die finanzielle Unterstützung.

Brot
für die Welt

Gestalten Sie ein Stück Zukunft:



UMWELTSTIFTUNG | GREENPEACE

ISBN 978-3-9815727-5-9

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den AutorInnen. Die Förderer übernehmen keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die geäußerten Meinungen müssen nicht mit denen der Förderer übereinstimmen.

INHALT

Zusammenfassung	4
Von DDT über Atrazin und Neonicotinoide zu Glyphosat	5
Glyphosat dominiert den Herbizidmarkt	8
Glyphosat-Anwendungen	9
Problemfeld Umweltbelastung und mangelnde Umweltschutzregulierungen	10
Der Biodiversitätsverlust wird durch Glyphosat noch verstärkt	10
Zum Hintergrund des Biodiversitätsverlustes in Agrarlandschaften	11
Umweltgesetzgebung bietet kaum Schutz vor Glyphosat & Co	13
Verbindliche Glyphosat-Grenzwerte für Oberflächengewässer und Böden fehlen	14
Problemfeld Gesundheitswirkungen von Glyphosat und Pestizid-Zulassung	17
Unterschätzte und ignorierte gesundheitliche Gefahren	17
Akute Vergiftungen von Menschen durch Glyphosat	18
Wissenschaftliche Hinweise auf genotoxische, karzinogene, reproduktionstoxische und neurotoxische Wirkungen von Glyphosat und glyphosathaltigen Pestiziden	21
Hinweise auf ernährungsbedingte Krankheiten von Tieren und Menschen durch Glyphosat fallen bisher durch das Raster der Zulassungsprüfung	22
Pestizid-Zulassung in Europa	26
Gründe und Zuständigkeiten für die EU-Neubewertung von Glyphosat	27
Kritik an der Glyphosat-Bewertung am Beispiel der Entwicklungstoxikologie	27
Hinweise auf die reproduktionstoxische Wirkung von Glyphosat werden nicht berücksichtigt	28
Disqualifizierung, fehlerhafte Interpretationen und Unterschlagung von Studien	29
Verweis auf historische Kontrolldaten maskieren valide Hinweise auf fruchtschädigende Wirkungen	31
Analysen zur mangelnden Berücksichtigung unabhängiger Studien im Zulassungsverfahren	32
„Klimisch-Kriterien“ – ein Instrument zur Diskreditierung unabhängiger Studien	32
Good Laboratory Practice (GLP) und Prüfrichtlinien der OECD – Nutzen und Kritik	33
Geheimhaltungspolitik erhöhte die Anzahl der Tierversuche mit Glyphosat	34
Intransparente Risikobewertung in der Verantwortung der Pestizidindustrie und doppelte Standards bei der behördlichen Überprüfung	35
Auf Pestizid-Produkten steht nicht drauf, was drin ist	37
Gefahren von POE-Tallowamin-Beistoffen sind erkannt, aber nicht gebannt	38
Ableitung von gesundheitlichen Grenzwerten aus toxikologischen Studien	39
Umstrittener ADI für Glyphosat	39
Rückstandshöchstgehalte für Lebensmittel	40
Abgleich von Rückstandshöchstgehalten mit toxikologischen Grenzwerten berücksichtigt nicht die Kombinationswirkungen zwischen Glyphosat und Beistoffen	41
Überprüfung der Rückstandshöchstgehalte mit dem EFSA Verzehrmodell (PRIMO)	43
Problemfeld Pestizidanwendung und Pestizidkontrolle	44
Die Glyphosat-Anwendung durch Laien ist oft rechtswidrig und wird weiterhin geduldet	44
Totspritzen von Ackerkulturen kurz vor der Ernte ist belastend und verzichtbar	45
Die behördliche Überwachung und Kontrolle des Verkaufs und der Anwendung von Glyphosat ist intransparent und ineffektiv	47
Glyphosatrückstände scheinen verbreiteter zu sein als von staatlicher Seite dargestellt	48
Unzureichende Rückstandskontrollen – Lücken im Verbraucherschutz	49
Glyphosat-Abdrift verursacht Schäden	50
Fälle von Glyphosat-Abdrift	51
Nicht-chemische Alternativen zu Glyphosat & Co	52
Im Kampf gegen Resistenzen muss chemisch ab- statt aufgerüstet werden	52
Die Substitution von Glyphosat durch andere synthetische Herbizide ist keine Lösung	54
Wege aus der Sackgasse der chemischen Unkrautkontrolle	57
Abkürzungen	59
Literaturverzeichnis	60

Zusammenfassung

Diese Publikation beschreibt Mängel der Bewertung, Zulassung, Anwendung und Überwachung des Herbizids Glyphosat und glyphosathaltiger Produkte im Kontext des vorherrschenden Systems der Unkrautkontrolle in der konventionellen Landwirtschaft. Die Publikation greift Glyphosat heraus, da der Herbizidwirkstoff aufgrund seiner Verbreitung als bedeutsamster Stellvertreter der chemischen Unkrautbekämpfung anzusehen ist. Die Publikation begründet, warum die Glyphosat-Verwendung unsere Lebensgrundlagen gefährdet und erklärt, warum Glyphosat innerhalb des Systems der chemischen Unkrautkontrolle derzeit nicht substituierbar ist. Zudem werden Zweifel an der von deutschen Behörden angenommenen gesundheitlichen Unbedenklichkeit von Glyphosat geäußert und Hinweise auf human-toxische Wirkungen von Glyphosat und glyphosathaltigen Pestiziden gegeben. Die Schlussfolgerung lautet, dass Änderungen des Systems der Pestizidzulassung erforderlich sind und Anbauverfahren grundlegend umgestellt werden müssen, damit der Glyphosat-Einsatz beendet und damit auch zukünftigen Generationen nicht die schon jetzt stark geschädigten Lebensgrundlagen weiter entzogen werden.



Foto: Ursula Gröhn-Wittern

Von DDT über Atrazin und Neonicotinoide zu Glyphosat

Carina Weber

Pestizide werden in der Landwirtschaft eingesetzt, um unerwünschte Lebewesen zu verändern, zu schädigen oder zu töten. Deshalb sind sie prinzipiell giftig und sollten sehr zurückhaltend und möglichst zielgenau eingesetzt werden. Doch davon sind wir weit entfernt, wie steigende Absatzzahlen der Hersteller bezeugen. Eine große Menge der eingesetzten Pestizide landet nicht nur am geplanten Zielort, sondern verdunstet, verweht, versickert, fließt in Gewässer und reichert sich in der Nahrungskette an. Dies führt zu Vergiftungen von Menschen, Tieren, Pflanzen und Ökosystemen und trägt zum Rückgang der Biodiversität bei. Debatten darüber, ob bestimmte Pestizide aufgrund der Gefahren und Risiken nicht mehr eingesetzt werden sollten, werden seit Beginn der Pflanzenschutzgesetzgebung in den 1960er Jahren geführt. Nur wenige Namen der Pestizid-Wirkstoffe sind jedoch über die Fachwelt hinaus in der Öffentlichkeit bekannt geworden. Zu diesen Wirkstoffen zählen das Insektizid DDT, das Herbizid Atrazin, die Wirkstoffgruppe der Neonicotinoide und

seit kurzem wieder das Herbizid Glyphosat. Es sind Pestizid-Wirkstoffe, die nicht aufgrund ihrer offiziellen Klassifizierung als für den Menschen toxikologisch hochgefährlich öffentlich bekannt und diskutiert wurden bzw. werden, sondern in erster Linie aufgrund von Belastungen und Schädigungen unserer natürlichen Lebensgrundlagen. So ist bezüglich DDT bis heute die Humantoxikologie strittig. Für den Einsatz in der Landwirtschaft wurde es gleichwohl in Deutschland und in den USA im Jahr 1972 und inzwischen weltweit verboten. Auslöser war das 1962 veröffentlichte Buch „Der stumme Frühling“ von Rachel Carson, das erstmalig weitreichende Umweltschäden durch Pestizide thematisierte und unter anderem auf die Schädigung von Insekten und Vögeln durch Pestizide hinwies. Auch das Unkrautvernichtungsmittel Atrazin ist offiziell als wenig toxisch eingestuft. Es wurde in Deutschland 1991 verboten, weil es – entgegen vorheriger Erwartungen der zuständigen Fachbehörden – in ganz Deutschland in das Schutzgut Grundwasser sickerte und Brunnen kontaminierte. Auch der vor einigen Jahren begonnene Streit um die bienengefährlichen Insektizid-Wirkstoffe aus der Gruppe der Neonikotinoide berührt Lebensgrundlagen. Schließlich ist rund ein Drittel der globalen Lebensmittelproduktion von der Bestäubung durch Bienen abhängig. Beim Streitfall Glyphosat handelt es sich nun erneut um einen Wirkstoff, der nach der offiziellen Bewertung durch die Zulassungsbehörden als für den Menschen wenig giftig eingestuft wurde, dessen schädigende Wirkung auf die Biodiversität jedoch anerkannt wird.

Die Gründe dafür, dass in der Öffentlichkeit und in Fachkreisen so harsch um Glyphosat gestritten wird, sind vielfältig. Hierzu zählen neben den immensen Ausbringungsmengen weltweit, die durch die umstrittene Gentechnik zusätzlich forciert wurden, die negativen Wirkungen auf die biologische Vielfalt; die zunehmende Anzahl unabhängiger Fachpublikationen, die der „humantoxikologischen Unbedenklichkeit“ widersprechen; ein Verfahren der regulatorischen Risikoabschätzung, das Industriestudien bevorteilt; Gewässerbelastungen von Glyphosat und Glyphosat-Abbauprodukten sowie festgestellte Rückstände in Brot, menschlichem Urin und Muttermilch.

Die Besonderheit im Fall Glyphosat ist, dass das System der chemischen Unkrautbekämpfung mit einem potentiellen Wegfall des Wirkstoffes in vielen Anwendungsbereichen zur Disposition stünde. Die aus der Sicht des chemischen Pflanzenschutzes herausragende Stellung von Glyphosat beruht schließlich sowohl auf einem für das Resistenzmanagement wichtigen andersartigen Wirkmechanismus wie auch auf dem breiten Wirkspektrum gegen fast alle Pflanzen sowie seiner besonderen Wirksamkeit. Eine für die chemische Unkrautkontrolle vergleichbar „nützliche“ und gleichzeitig toxikologisch bessere Wirkstoff-Alternative gibt es derzeit nicht. Betrachtet man die auf dem Markt befindlichen „chemischen Alternativen“ zu Glyphosat, schneiden diese in der offiziellen humantoxikologischen und umwelttoxikologischen Bewertung nicht unbedingt besser ab. Sicher ist: Bei einem Glyphosat-Verbot wäre auf Jahre die chemische Unkrautbekämpfung der konventionellen Landwirtschaft in vielen Anwendungsbereichen gefährdet. Die konventionelle Landwirtschaft wäre gezwungen, auf die nicht-chemische und somit auf die anbautechnische Kontrolle unerwünschter Gräser

und Kräuter umzustellen, wie sie der Ökolandbau praktiziert. Mit Blick auf den Umwelt- und Verbraucherschutz wäre genau dies der richtige Weg. Die Pestizidindustrie und die konventionelle Landwirtschaft sieht dies jedoch nicht als Chance, sondern als ökonomische Gefahr. Auch dies ist ein Grund für das harte Ringen um den Wirkstoff.

Die Diskussion um die Zulassung oder Nichtzulassung von Glyphosat ist aber auch deshalb so strittig, weil die Politik es trotz vieler Warnzeichen versäumt hat, die Agrarpolitik insgesamt in Richtung nachhaltige Landwirtschaft auszurichten, den Schutz natürlicher Lebensgrundlagen im Pestizidrecht einschließlich der Risikobewertung besser zu verankern und den Pestizid-Zulassungsbehörden strengere Vorgaben zu machen, um die gesetzten Schutzziele zu erreichen.

Landwirtschaft soll internationalen und nationalen Vorgaben zufolge nachhaltig sein – die Bewirtschaftung von Agrarland soll auf eine Weise erfolgen, dass global und generationsübergreifend die Nahrungsmittelversorgung und -qualität aller Menschen gewährleistet ist und Böden, Wasser, Luft und Artenvielfalt in Zukunft in einem Zustand sind, der Folgegenerationen eine gute Lebensgrundlage bietet. Praktisch sind wir davon weit entfernt. Weltweit werden Wasserressourcen, Böden und Luft durch Herbizide und andere Pestizide verschmutzt, werden Ackerflächen degradiert und Ökosysteme und die Biodiversität geschädigt. Hierin zeigt sich das Versagen des politischen und behördlichen Reparaturbetriebs für die Umweltfolgen der chemischen Unkrautbekämpfung der vergangenen 50 Jahre. Und hierin zeigt sich die extrem erfolgreiche Arbeit der Befürworter und Nutznießer des chemieintensiven Pflanzenschutzes, allen voran der Pestizide produzierenden Unternehmen mit ihren riesigen Etats für Werbung und Lobbyismus.

In dieser Veröffentlichung wird nicht nur auf die aktuelle Diskussion um die Toxikologie von Glyphosat für Mensch und Umwelt eingegangen und dabei auf wichtige Publikationen zum Weiterlesen verwiesen. Den Herausgebern ist besonders wichtig, die Glyphosat-Diskussion in eine Diskussion zum chemischen Pflanzenschutz insgesamt einzubetten. Am Beispiel von Glyphosat wird in Frage gestellt, ob das aktuelle, seit den 1960er Jahren entwickelte, sehr teure System der staatlichen Prüfung, Zulassung und Überwachung von Pestiziden zur Beschränkung unerwünschter Nebenwirkungen überhaupt in der Lage ist, eine chemische Unkrautbekämpfung zu gewährleisten, die nicht weiterhin rechtlich verankerte Schutzziele wie zum Beispiel den Schutz der Biodiversität gefährdet und unnötig gesundheitliche Gefahren und Risiken akzeptiert. Dabei richtet sich der Blick stark auf Deutschland und die EU. Entwicklungspolitische Aspekte des Glyphosat-Einsatzes werden in einer gesonderten Publikation behandelt werden.

Glyphosat dominiert den Herbizidmarkt

Carina Weber

Glyphosat ist insbesondere aus drei Gründen der Spitzenreiter des Pestizidweltmarktes und das weltweit am meisten verwendete Herbizid: Zum einen wurde es durch die verantwortlichen Fachbehörden trotz vieler kritischer Gegenstimmen bislang als wenig gefährlich eingestuft und ist deshalb in vielen Ländern noch mit wenig Beschränkungen zugelassen. Zum Zweiten führte die Zulassung gentechnisch veränderter, glyphosat-resistenter Nutzpflanzen in vielen Ländern der Welt dazu, dass die Äcker nicht nur vor und nach der Ernte mit Glyphosat gespritzt werden, sondern auch in den wachsenden Pflanzenbestand hinein gesprüht werden kann. Glyphosat wird auf fast 80% der gentechnisch veränderten Nutzpflanzen ausgebracht (Soja, Raps, Mais, Baumwolle, Zuckerrüben) (Watts 2011). Allein die drei herbizidresistenten Anbaukulturen Soja, Mais und Baumwolle erhöhten in den USA in den Jahren 1996-2011 den Einsatz von Herbiziden um geschätzte 239 Millionen kg, wobei der Anstieg wesentlich aufgrund der gestiegenen Abhängigkeit von Glyphosat geschah (Benbrook 2012). Zum Anstieg des Glyphosat-Weltmarktes trägt aber auch bei, dass das Monsanto-Patent ausgelaufen ist und deshalb inzwischen auch andere Firmen Herbizide mit dem Wirkstoff Glyphosat vermarkten, zum Beispiel Bayer CropScience, Dow AgroSciences, Headland, Makhteshim-Agan, Nufarm und Syngenta (University of Hertfordshire o.J.). Zum Dritten wirkt Glyphosat als Herbizid im Vergleich zu vielen anderen Herbiziden sehr breit. Es tötet sowohl Gräser (einkeimblättrige Pflanzen) als auch Kräuter (zweikeimblättrige Pflanzen) und somit fast alle Arten grüner Pflanzen – und hierbei nicht nur einjährige Pflanzen. Damit ist es ein sogenanntes Totalherbizid. Glyphosat wirkt systemisch. Es wird über die Blätter aufgenommen und kann dadurch, dass es sich in der gesamten Pflanze bis in die Wurzel hinein verteilt, die gesamte Pflanze absterben lassen. Zudem kann es bei geringer Aufwandmenge als Wachstumsregler benutzt werden. In dieser Wirkungsbreite liegt ein wesentlicher Unterschied zu vielen anderen Herbiziden, die oft nur entweder einkeimblättrige oder zweikeimblättrige bzw. nur bestimmte Pflanzen abtöten. Dieser Konkurrenzvorteil gegenüber anderen Herbiziden hat wesentlich dazu beigetragen, dass der US-Konzern Monsanto seit der Markteinführung von Glyphosat unter dem Produktnamen Roundup im Jahr 1974 den Wirkstoff in über 130 Ländern für mehr als 100 landwirtschaftliche Anbaufrüchte und zudem für Verwendungen außerhalb der Landwirtschaft registrieren und damit den globalen Herbizidmarkt dominieren konnte (Monsanto 2005, vgl. NPIC o.J.). Eine chinesische Agentur schätzte 2011, dass Glyphosat einen Anteil von mehr als 30% an den globalen Herbizid-Verkäufen hatte und dass Glyphosat-Verkäufe 2010 bei einem Verbrauchsvolumen von 610.000 Tonnen weltweit einen Wert von 3,95 Mrd. US-Dollar erreichten (CCM International Ltd. 2011). Auch in Deutschland stieg die jährlich abgesetzte Glyphosat-Menge seit den 1990er Jahren stark an, von 1.093 Tonnen im Jahr 1993 auf 5.007 Tonnen im Jahr 2010 und fast 6000 Tonnen im Jahr 2012, wobei die jährliche Menge zum Teil stark schwankte, mit Spitzen von 6.292 (2007) und 7.608 Tonnen (2008) (Bundestagsdrucksache 17/6858).

Die Glyphosat-Produkte werden in flüssiger Form oder als Granulat vermarktet. Als Wirkstoff-Form enthalten sind u.a. Isopropylamin-Salz, Ammonium-Salz, Kalium-Salz und Dimethylammonium-Salz. Die Anzahl der in den unterschiedlichen Ländern zugelassenen Handelsprodukte variiert stark. So waren beispielsweise 2009 in Malaysia 311 unterschiedliche glyphosathaltige Produkte registriert (Watts 2011). In Deutschland sind derzeit 92 Handelspräparate mit dem Wirkstoff Glyphosat zugelassen. Von diesen 92 Handelspräparaten enthalten 88 Präparate Glyphosat als einzigen Wirkstoff, 2 Präparate Glyphosat + Metosulam + Flufenacet, 1 Präparat Glyphosat + 2,4-D und 1 Präparat Glyphosat + Pelargonsäure. Insgesamt 49 der 92 Präparate sind für die Anwendung durch Laien im Haus- und Kleingarten zugelassen (BVL, 2014a). Die im Haus- und Kleingarten eingesetzte Glyphosat-Menge ist mit unter 1% vergleichsweise gering, sie ist gleichwohl hochproblematisch (siehe Abschnitt zur Anwendung durch Laien).

Zu den flächenmäßig bedeutsamsten Kulturen, für die Glyphosat in Deutschland zugelassen ist, zählen Winterweizen, Winterraps, Mais, Wintergerste, Zuckerrüben und Kartoffeln (Statistisches Bundesamt 2014). In Deutschland werden 65-87% der Bestände mit Winterraps, Körnerleguminosen und Wintergerste mit Glyphosat behandelt. Dabei bilden Äcker mit Winterraps, Winterweizen und Wintergerste die flächenmäßig größten Senken für glyphosathaltige Herbizide. Der Schwerpunkt der Anwendung liegt hierbei mit fast 70% auf der Stoppelanwendung. Gut 20% des Glyphosats wird vor der Saat ausgebracht (Vorsaat-anwendung) und gut 11% kurz vor der Ernte (Vorernteanwendung bzw. Sikkation) (Dickeduisberg et al. 2012).

„Problematisch ist aus unserer Sicht, wie massiv und umfangreich Glyphosat eingesetzt wird.“

*Klaus Günter Steinhäuser,
Leiter des Fachbereichs
Chemikaliensicherheit des
Umweltbundesamtes
(Spiegel Online Wissenschaft
vom 20.01.14 – 18:59)*

Glyphosat-Anwendungen

Carina Weber

Das Herbizid Glyphosat wird weltweit eingesetzt beim Anbau von Ackerbohnen, Alfalfa, Baumwolle, Canola, Coca-Sträuchern (Drogenbekämpfung), Forst (Laub- und Nadelbäumen) Futtererbsen, Futterrüben, Gerste, Hafer, Heu, Hartweizen, Lein, Lupine, Luzerne, Mais, Raps, Roggen, Schlafmohn (Drogenbekämpfung), Senf, Soja, Sorghum-Hirse, Triticale, Weinreben, Weizen, Weiden und Wiesen (Grünlanderneuerung vor der Saat), Wicken oder Zuckerrüben. Glyphosat wird zudem zur Stoppelbehandlung nach der Ernte, auf Nichtkulturland (zur Rekultivierung von Stilllegungsflächen, auf Gleisanlagen, Straßenrändern, Wegen und Plätzen), in Gärtnereien und Gärten sowie in Grünflächenanlagen verwendet.



Foto: Tim Caspary, pixelio.de

Problemfeld Umweltbelastung und mangelnde Umweltschutzregulierungen

Der Biodiversitätsverlust wird durch Glyphosat noch verstärkt

Gesine Schütte

Keine andere ökologische Grenze auf der Erde ist quantitativ so weit überschritten wie die Aussterberate von Arten (Rockström J et al. 2009). Zulassungseinschränkungen wegen indirekter oder direkter Auswirkungen von Pestiziden auf die biologische Vielfalt sind dem Ermessen der Behörden überlassen, es gibt keine auf Biodiversität bezogenen Grenzwerte. Arten der Agrarlandschaft sind weiterhin besonders stark bedroht (Peer G et al. 2014). Das EU-politische Ziel, den Trend zu stoppen oder umzukehren, ist nicht erreicht.

Glyphosat ist das Herbizid mit dem breitesten Wirkungsspektrum (alle Pflanzenarten) und mit der zugleich stärksten Wirkung (Mortalitätsrate). Es tötet auch hochgewachsene Alt- bzw. Problemunkräuter. Als Standardherbizid auf ganzer Fläche eingesetzt, führt es in die falsche Richtung, denn:

- ▶ Die beiden genannten Eigenschaften machen es im Zusammenhang mit dem derzeitigen Paradigma, Felder vollständig von Wildpflanzen zu säubern, zu einem Treiber des Biodiversitätsverlustes. Es verschärft in Kombination mit herbizidresistenten Sorten nachweislich nicht nur den Rückgang der Dichte, Biomasse und Samenbildung der Ackerbegleitkräuter, sondern zugleich das Vorkommen von Insekten und kleinen Wildtieren in der Nahrungskette (wissenschaftliche Quellen und industriell finanzierte Gegenstudien werden diskutiert in Schütte G et al. 2004 und Schütte G, Mertens M 2009). Zudem schwächt Glyphosat Ökosystemfunktionen wie die natürliche Kontrolle von Blattlauspopulationen und Bestäubung (Morandin LA, Winston ML 2005).
- ▶ Glyphosat führt am Feldrand durch Abdrift zu größeren Biodiversitätsverlusten als andere zugelassene Herbizide und deren Mischungen (Roy DB et al. 2003).
- ▶ Beim Einsatz von Glyphosat in Beständen mit herbizidresistenten Pflanzen zeigte sich in den ersten Jahren ein Trend zur Vereinheitlichung und Verarmung der Bekämpfungsmethodik (Wirkstoffwechsel, mechanische Bekämpfung und Bestandsbeobachtung wurden vernachlässigt) mit der Folge der Selektion resistenter Problemunkräuter, für die nahezu keine Konkurrenten mehr existierten. Das führte zu einem erhöhten Herbizideinsatz - oft mit alten humanmedizinisch bedenklichen Mitteln als Beimischungen zu Glyphosat. Die negativen Auswirkungen solcher Mischungen auf die Biodiversität sind noch größer. In vielen Teilen der USA entwickelten sich daraufhin multiresistente Problemunkräuter (Service RF 2013).

Zum Hintergrund des Biodiversitätsverlustes in Agrarlandschaften

Gesine Schütte

Die mittlere Artenzahl der Ackerbegleitflora bzw. Unkräuter auf Feldern ist im konventionellen Landbau schon über Jahrzehnte hinweg bis in die heutige Zeit von über 40 auf 2 bzw. 9 zurückgegangen (Gero-witt B et al. 2003, Oesau A 1998). Der Samenvorrat des Bodens reduzierte sich von über 100.000 auf zum Teil 100-200 Samen/qm (hierfür werden verschiedene Quellen in Schütte G 2002 genannt). Fast alle wichtigen Blattlausfeinde und Bestäuber in der Landwirtschaft sind auf Nektar und Pollen der Beikräuter angewiesen. Im Durchschnitt sind von einer Pflanzenart 10-12 Insektenarten essenziell abhängig (Heydemann B 1983). Die Zahl der oberirdisch lebenden Insekten und Spinnen hat zum Beispiel in Englands Agrarlandschaft allein 1970-1989 um ca. 50% abgenommen (Aebischer NJ 1991). Der Verlust an Biomasse war noch höher (Büchs W et al. 2003).

- ▶ Bodenschonende, pfluglose Saatverfahren sind häufig mit dem Einsatz von Glyphosat verbunden. Die Klimagas-reduzierenden Effekte dieser Verfahren wurden überschätzt (Manley JG et al. 2005; Luo Z et al. 2010; Six J et al. 2004). Die meisten Spinnen und Insekten profitieren

vom pfluglosen Anbau nur, wenn eine Pflanzendecke auf dem Boden verbleibt (Mulch oder Beikräuter) und Bodennester profitieren nur, wenn sie umfahren werden bzw. nicht gestört werden. Herbizide haben daher einen negativeren Effekt auf die Boden-assoziierte Arthropodenfauna (Gliederfüßer) als das Pflügen (Wardle DA et al. 1999). Zudem gewinnen Gräser unter Pflugverzicht gegenüber Kräutern an Häufigkeit, ein Effekt der sich ebenfalls negativ auf die Insektenvielfalt auswirkt.

- Beim pfluglosen Anbau können anstelle von Glyphosat auch andere Herbizide eingesetzt werden. Es gibt zudem erfolgversprechende und in kleinem Maßstab bereits praktizierte nicht-chemische pfluglose Verfahren, zu denen die Direktsaat in die Vorfrucht und moderne mechanische Verfahren zur Bodenlockerung zählen (siehe u.a. eco-dyn.de).

Breitbandmittel wie Glyphosat, die ein hohes Wirkungsspektrum aufweisen und die aufgrund ihrer hohen Mortalitätsrate sehr effektiv sind, verringern kurzfristig die Bekämpfungskosten, weil die Diagnose bzw. Bestandsbeobachtung wegfällt, erhöhen sie aber langfristig, weil Ökosystemfunktionen geschwächt werden, wie beispielsweise die natürliche Schädlingsregulation, die Umsetzung und der Aufschluss von Nährstoffen durch eine vielfältige Bodenmikroflora oder die Bestäubung. Dieses Problem der kurzfristigen Kalkulation betrifft den Pflanzenschutz ebenso wie die Bekämpfung von Krankheitserregern in der Medizin. Auch dort entstehen durch eine übermäßige Bekämpfung mit sehr breit wirkenden Antibiotika Dysfunktionen (d.h. Funktionsstörungen und -ausfälle z.B. der Darmflora) und Resistenzen mit langfristig hohen Folgekosten.

Die Notwendigkeit nachhaltiger Produktionsmethoden wie eine multifaktorielle Unkrautkontrolle (vorbeugend gegen die Selektion weniger, schwer zu bekämpfender Unkräuter), weite Fruchtfolgen, bodenschonende mechanische Unkrautbekämpfung (insbesondere Entwicklung und Einsatz bodenschonender Geräte, sowie entsprechender Beratung und Ausbildung), Bestandsbeobachtung und Einhaltung von Schadschwellen, wird durch Mittel wie Glyphosat weiter verschleiert. Eine Folge ist der auch aus Kostengründen nur bedingt wieder herstellbare Rückgang von Nützlingen und der Artenvielfalt. Flächen können nur wiederbesiedelt werden, wenn die Restpopulation groß genug ist. Schon heute finanzieren Steuerzahler herbizidfreie Ackerrandstreifen und die Wiedereinsaat von Blühstreifen. Schaderreger sind nicht nur schädlich, sondern erfüllen verschiedene Funktionen im Ökosystem. Das Paradigma im Pflanzenschutz darf nicht der Ausschluss von Schaderregern sein, sondern die Vorbeugung gegen Selektion und Massenvermehrung von Schaderregern. Versuche haben gezeigt, dass es möglich ist, Unkrautarten mit geringer Schadwirkung, aber mit positiver Wirkung auf Insekten und kleine Wirbeltiere, gezielt im Feld zu belassen. Teilflächenbehandlung, selektive Herbizide (Storkey J, Westbury DB 2007), reduzierte Düngung und mechanische Bekämpfung sind dazu in der konventionellen Landwirtschaft geeignete Methoden. Die besten Erfolge im Hinblick auf Biodiversität lassen sich mit einer Kombination aus Ökolandbau und Biotopverbundsystemen (unbestellte Flächen) erzielen.

Umweltgesetzgebung bietet kaum Schutz vor Glyphosat & Co

Christian Schweer, Susan Haffmans

Seit den 1990er Jahren bestehen auf internationaler Ebene, auf Ebene der Europäischen Union und in Deutschland Ansätze, um den Eintrag von Pestiziden in die Umwelt auch zum Schutz der Ökosysteme zu begrenzen. Allerdings sind diese Arbeiten bisher weder strategisch-konzeptionell, noch instrumentell, beispielsweise durch Grenzwertsetzung, weit genug entwickelt, um umfassend, verbindlich und wirksam genug zu sein. Dieses betrifft auch den Umgang mit Glyphosat.

OSPAR-Konvention

Zum Schutz des Nordostatlantiks haben die Anrainerstaaten auf Grundlage der OSPAR-Konvention von 1992 eine Strategie erstellt, um die in der Natur vorkommenden Schadstoffe bis 2020 nahe natürlicher Konzentrationen, bzw. die synthetisch hergestellten Substanzen nahe Null, zurückzuführen. Die Stoffliste umfasst allerdings nur einen Bruchteil aller relevanten Pestizid-Wirkstoffe (OSPAR 2002). Es ist derzeit ungewiss, ob bei der derzeit umzusetzenden EG-Meeressstrategie-Rahmenrichtlinie (Richtlinie 2008/56/EG) weitere Stoffe Berücksichtigung finden, um bis 2020 den angestrebten guten Zustand zu erreichen. Die Gewässer von ökologisch bedenklichen und gesundheitsschädlichen Stoffen frei zu halten, ist eine wichtige Aufgabe im europäischen Gewässerschutz und Pestizide zählen zu den für die Meeresumwelt relevanten gefährlichen Stoffen (Richtlinie 2008/56/EG). Die Erreichung des allgemeinen guten Umweltzustands für Meere beinhaltet die Einhaltung der in der Wasserrahmenrichtlinie festgesetzten Qualitätsnormen für Pestizide, wonach ein guter chemischer Gewässerzustand nur dann erreicht ist, wenn einzelne Pestizidwirkstoffe $0,1 \mu\text{g}$ und die Summe der nachgewiesenen Pestizidwirkstoffe $0,5 \mu\text{g}$ nicht überschreiten.

Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

Die EG-Wasserrahmenrichtlinie aus dem Jahr 2000 (Richtlinie 2000/60/EG, kurz WRRL) gibt für Binnen- und Küstengewässer bereits für 2015 generell vor, dass der gute Zustand einzuhalten ist. Zu diesem Zweck waren auch ganzheitliche Maßnahmen gegen alle relevanten Verunreinigungen bzw. Schadstoffe zwischen 2009-2012 einzuführen und umzusetzen, inklusive der Festsetzung von Grenzwerten, die zum Teil mittels EU-weit gültiger Tochterrichtlinien bereits zuvor festgelegt worden waren (s.u.). Der an sich ganzheitliche Ansatz der WRRL zeigt sich aber auch in Deutschland nicht in der Umsetzungspraxis, weil viele Pestizid-Eintragsquellen mit den vorgegebenen Maßnahmen nicht bzw. nicht nachvollziehbar angepackt werden. Dies betrifft unter anderem Einträge von Pestiziden in Kleingewässer. Hier gibt es beispielsweise keine Verpflichtung zum Monitoring.

Strategie zum Erhalt der biologischen Vielfalt

Mit der Verabschiedung der nationalen Strategie zum Erhalt der Biologischen Vielfalt wurde 2007 in Deutschland das Ziel formuliert, eine signifi-

kante Reduzierung von Pestizid-Einträgen bis 2015 zum Schutz der Biodiversität zu erreichen (BMU 2007). Eine Konkretisierung dieser Strategie oder Fortschritte bezüglich ihrer Umsetzung fehlen bis heute. Die aktuelle Bundesregierung hat mit ihrem Koalitionsvertrag zumindest angekündigt, die Strategie fortzuführen, ohne bisher ihre Vorhaben bzgl. Pestizide weiter zu präzisieren – dies betrifft auch Glyphosat.

Nationale Aktionspläne zur nachhaltigen Anwendung von Pestiziden (NAP)

Seit 2009 gibt es mit der europäischen Pestizid-Richtlinie eine Verpflichtung zur „Verringerung der Risiken und Auswirkungen der Verwendung von Pestiziden auf [...] die Umwelt“ (Richtlinie 2009/128/EG). Deren Umsetzung erfolgt unter anderem über den „Nationalen Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln“ (BMELV 2013). Dieser erkennt zwar an, dass „Pflanzenschutzmaßnahmen [...] zu den die Biodiversität beeinflussenden Faktoren“ gehören und dass Pestizide in Gewässern nachweisbar sind und „Überschreitungen von Grenzwerten und Umweltqualitätsnormen in Grund- und Oberflächengewässern [...] weiterhin festgestellt“ werden (BMELV 2013). Doch bleiben die Maßnahmen, u.a. um Oberflächengewässer und das Grundwasser besser vor dem Eintrag von Pestiziden zu schützen, defizitär (BUND et al. 2014). Eine relevante Beschränkung des weiträumigen Einsatzes von Totalherbiziden ist nicht in Sicht und eine Kontrolle des fachgerechten Einsatzes von Pestiziden aufgrund unzureichender Effekte des Kontrollprogramms kaum gesichert. Konkrete Pläne zur Reduktion der Glyphosat-Verwendung liegen im NAP nicht vor.

Verbindliche Glyphosat-Grenzwerte für Oberflächengewässer und Böden fehlen

Christian Schweer, Susan Haffmans

In Deutschland zugelassene Pestizide, die den Wirkstoff Glyphosat enthalten, sind mit Hinweisen wie „umweltgefährlich“, „giftig für Wasserorganismen“ oder „giftig für Algen“ versehen und „können in Gewässern längerfristige Wirkungen haben“ (siehe Tabelle 6). Dass ihr Einsatz nicht ohne Folgen für Bewohner aquatischer Lebensräume bleibt, verwundert nicht (Mertens M 2011). Auch hier zeigt sich, dass Formulierungsmittel wie POEA (Polyoxyethylen-Alkylamine) und formulierte Produkte oftmals toxischer sind, als der Wirkstoff allein. Rückstände von Glyphosat in Gewässern können die Artenzusammensetzung aquatischer Lebensgemeinschaften verschieben, indem Glyphosat-empfindliche Organismen verdrängt werden und Glyphosat-unempfindliche Organismen wie Cyanobakterien sich vermehrt ausbreiten können (Pérez GL et al. 2007). Auch für Fische und Amphibien kann keine Entwarnung gegeben werden, insbesondere wenn andere Stressfaktoren wie Parasitenbefall hinzukommen. Untersuchungen an kleinen Süßwasserfischen (*Galaxias anomalus*) zeigten eine signifikante Reduzierung der Überlebensrate (Kelly D et al. 2010). Amphibien sind besonders empfindlich gegenüber Glyphosat und glyphosathaltigen Produkten. Sowohl morphologische Veränderungen als auch signifikant erhöhte

Todesraten von Kaulquappen, die in Oberflächengewässern tatsächlich vorkommenden Glyphosat-Konzentrationen ausgesetzt wurden, konnten im Versuch nachgewiesen werden (Relyea R 2012). Trotz verbindlich vorgegebener Mindestabstände zu Oberflächengewässern für die Ausbringung glyphosathaltiger Herbizidprodukte lassen sich Rückstände von Glyphosat und seinem Hauptabbauprodukt AMPA in Oberflächengewässern nachweisen. Da Glyphosat allerdings weder in der Stoffgruppe der prioritären Stoffe, noch als flussgebietsspezifischer Schadstoff gelistet ist, werden Glyphosatbelastungen nicht systematisch erhoben, und wurde der Wirkstoff bei der Überwachung der Oberflächengewässer in der Vergangenheit wenig beachtet (NLWKN 2012). Weder existieren Grenzwerte für die Belastung von Oberflächengewässern mit Glyphosat, AMPA und problematischen Beistoffen wie POE-Tallowaminen, noch sind Reduktionsziele gesetzt. Für den Grundwasserschutz gilt eine Umweltqualitätsnorm für Einzelwirkstoffe von 0,1 Mikrogramm/Liter sowie ein „Summengrenzwert“ für alle Pestizidwirkstoffe von 0,5 Mikrogramm/Liter (Abbau- und Reaktionsprodukte wie AMPA eingeschlossen). Dieser „Summengrenzwert“ entspricht in der Höhe dem für Trinkwasser. Für Glyphosat in Oberflächengewässern und Böden gibt es weder auf EU-Ebene noch in Deutschland verbindliche Höchstkonzentrationen, die nicht überschritten werden dürfen. Obgleich ein Handlungsauftrag in der vorangegangenen WRRL-Tochterrichtlinie formuliert wurde (vgl. Artikel 8 und Anhang III der Richtlinie 2008/105/EG) und es entsprechende Empfehlungen auf EU-Ebene gibt (International Office for Water & INERIS 2009) regelt die neue EU-Richtlinie 2013/39 (Europäische Union 2013) mit Blick auf die Erreichung von Qualitätszielen für prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik nicht Glyphosat in Oberflächengewässern. Es ist auch nicht zu erwarten, dass Glyphosat auf die laut EU-Richtlinie 2013/39 zu erstellende „Beobachtungsliste“ gesetzt werden wird, da vorgesehen ist, die Anzahl der zu überwachenden Stoffe möglichst gering zu halten und neue Stoffe auch nur unter Vorbehalt aufzunehmen. Zu den Vorbehalten zählen u.a. die Kosten der Analytik – diese sind bei Glyphosat vergleichsweise hoch.

Um Glyphosat in Oberflächengewässern zu bewerten, nutzen die EU Länder unterschiedliche, nicht rechtsverbindliche Umweltqualitätsnormen (UQN) bzw. Umweltqualitätsstandards (UQS) (Renewal Assessment Report 2013, Annex B 8 Environmental Fate and Behaviour, S. 333). Deutschland orientiert sich an dem von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) vorgeschlagenen „Orientierungswert“ für die Gewässerüberwachung für AMPA von 96 µg/l und Glyphosat von 25 µg/l (Landtag Brandenburg 2011). Hervorzuheben ist, dass es sich bei diesen Werten um unverbindliche Vorsorge- bzw. Orientierungswerte handelt, deren Überschreitung zu keinen rechtlich festgelegten Konsequenzen führt (MKULNV NRW 2014; Landtag Brandenburg 2013). Hierzu ein Beispiel aus Nordrhein-Westfalen: Ist ein Pestizid wie etwa das Herbizid 2,4-D als flussgebietsspezifischer Schadstoff in der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) gelistet, gilt für ihn eine verbindliche Umweltqualitätsnorm. Wird diese überschritten, hat dies unmittelbar Auswirkung auf die Bewertung des ökologischen Zustandes des Gewässers. Glyphosat und AMPA sind nicht über die OGewV geregelt. Nordrhein-Westfalen überwacht zwar dennoch ihre Konzentrationen im Rahmen des nordrhein-westfälischen Ge-



„In Brandenburg sind wichtige aquatische Lebensräume wie die Sölle mit Glyphosat belastet. Wir erleben hautnah, wie durch das Totspritzen der Ackerwildkräuter die Lebens- und Nahrungsgrundlage für viele Tierarten zerstört werden. Daher setzten wir uns vom NABU Brandenburg für ein Glyphosatverbot ein.“

*PD Dr. Werner Kratz,
2. Vorsitzender
NABU Brandenburg*

wässermonitorings, die Ergebnisse fließen aber nicht in die Bewertung des ökologischen oder chemischen Gewässer-Zustands ein, obgleich es möglich ist, dass sich Überschreitungen negativ auf die Zusammensetzung von Artengemeinschaften auswirken können, was wiederum dazu beitragen kann, dass das Ziel des guten ökologischen Zustands nicht erreicht wird (MKULNV NRW 2014). Im Gegensatz zu den flussgebietspezifischen Stoffen gehen Glyphosat-Werte somit nicht in die offizielle Bewertung des ökologischen Zustandes des Gewässers ein, selbst wenn hohe Konzentrationen gemessen werden. Es gibt allerdings einige freiwillige regionale bzw. flussgebietsbezogene Maßnahmen. So hat beispielsweise die Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) Glyphosat und AMPA gelistet (IKSR 2011).

Nach Auskunft der Bundesregierung lagen ihr zu Glyphosat-Rückständen, die aus dem Gebrauch glyphosathaltiger Herbizide in der Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Landschaftspflege und in Privatgärten in Böden und Gewässer eingetragen werden, 2011 lediglich aggregierte Daten für den Zeitraum 2004 bis 2006 vor. Sie wies diesbezüglich darauf hin, dass „die gefundenen Werte weit unter dem aufgrund der Toxizität für Gewässerorganismen ermittelten Qualitätsziel liegen“ (Deutscher Bundestag 2011). Ähnlich ist auch die Schlussfolgerung im Glyphosat-Bewertungsbericht. Hier wurde in 31% der EU-weiten Oberflächengewässerproben Glyphosat nachgewiesen, mit Werten zwischen 1,3 und 370 $\mu\text{g/l}$, und in 54% der Proben AMPA, mit Werten zwischen 0,22 und $>200 \mu\text{g/l}$. In 23% der Proben lag die Glyphosat-Konzentration über 0,1 $\mu\text{g/l}$, in 46% der Proben übersteigt die AMPA-Konzentration 0,1 $\mu\text{g/l}$ (RAR 2013). Da die Konzentrationen laut offizieller Bewertung damit unterhalb der ökologisch relevanten Konzentration lagen, wurde kein Handlungsbedarf gesehen. Bezüglich des Glyphosat-Abbauproduktes AMPA sah die Bundesregierung 2011 kein aus dem Pflanzenschutz resultierendes Problem und sie verwies darauf, dass AMPA-Funde auch aus anderen Quellen als der Landwirtschaft stammen können (z.B. Phosphonate in Waschmitteln, der Textil- und Papierindustrie) (Deutscher Bundestag 2011).

Monitoringergebnisse aus Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen lagen zwar tendenziell niedriger, bestätigen aber die EU-weiten Werte. Bei einer Bewertung von insgesamt 554 erhobenen Gewässerproben in Niedersachsen überschritten 8% der Proben eine Glyphosat-Konzentration von 0,1 $\mu\text{g/l}$, bei AMPA überschritten 41% der Messwerte diesen Wert (NLWKN 2012). Eine umfassende Untersuchung zeigt auch für Nordrheinwestfalen, dass es bei über einem Viertel der Oberflächengewässer-Messstellen Glyphosat-Funde gibt und bei 12% der Messstellen der „präventive Vorsorgewert“ nach WRRL von 0,1 $\mu\text{g/l}$ im Jahresmittel überschritten wird (LANUV 2013).

Zu Gehalten von aus der Glyphosat-Verwendung resultierenden Rückständen im Boden liegen der Bundesregierung laut Aussage von 2011 keine Daten vor (Deutscher Bundestag 2011). Hier besteht ein Informationsdefizit, da sich Glyphosat und AMPA stark an Bodenpartikel anlagern (sog. „bound residues“) und sie in Abhängigkeit der Bodeneigenschaften nur langsam abgebaut werden (LANUV 2013). Das, was als Gewässerrückstand gemessen wird, ist demnach nur die Spitze des Eisbergs der Umweltbelastung.



Foto: Johanna Mühlbauer Fotolia.com

Problemfeld Gesundheitswirkungen von Glyphosat und Pestizid-Zulassung

Unterschätzte und ignorierte gesundheitliche Gefahren

Julia Sievers-Langer

Die gesundheitlichen Gefahren des Pestizidwirkstoffs Glyphosat sowie glyphosathaltiger Pestizide werden von den zuständigen Behörden weiterhin ignoriert oder zumindest unterschätzt, wie der im Dezember 2013 von deutschen Behörden fertiggestellte Bewertungsbericht zeigt (Renewal Assessment Report 2013). Entgegen der behördlichen Darstellung gibt es zahlreiche Studien, die deutliche Hinweise auf diverse humantoxische Wirkungen von Glyphosat geben. Es würde den Rahmen dieser Publikation sprengen, alle vorhandenen toxikologischen Studien zu Glyphosat vorzustellen und zu diskutieren. Dennoch soll ein kleiner Überblick über die vorhandenen wissenschaftlichen Erkenntnisse gegeben und auf Studien

zum Weiterlesen verwiesen werden. Einzelne Aspekte wie Hinweise auf die akute Toxizität glyphosathaltiger Pestizide, die bisher in der fachlichen und öffentlichen Diskussion wenig Beachtung fanden, werden hier zudem ausführlicher beschrieben.

Im Anschluss wird beleuchtet, welche Gründe es dafür gibt, dass die Behörden Glyphosat nach wie vor als nicht humantoxisch einstufen. Damit verbunden werden einige generelle Defizite der behördlichen Risikobewertung und Zulassung von Pestiziden benannt.

Akute Vergiftungen von Menschen durch Glyphosat

Wolfgang Bödeker

Die akute Toxizität von Chemikalien für Menschen wird grundsätzlich durch Tierversuche abgeschätzt. Durch die orale oder inhalative Verabreichung etwa an Mäuse, Ratten, Hunde oder Vögel werden die tödlichen Dosen der Chemikalien ermittelt, die zu einer Einstufung in Gefährdungsklassen führen. Bei der Stoffbewertung wird dann angenommen, dass je geringer die akute Toxizität in den Tierversuchen war, desto ungiftiger der Stoff auch für Menschen ist. Auf Basis solcher Tierversuche und des beim Menschen nicht vorhandenen primären Wirkungsmechanismus des Stoffes gilt Glyphosat bei Bewertungsinstitutionen als wenig toxisch für Menschen. Dagegen ist in Folge von Vergiftungen mit glyphosathaltigen Mitteln eine Vielzahl von toxischen Effekten beim Menschen bekannt. Über die tatsächliche Giftigkeit für Menschen und über die Art der Symptome, den Verlauf und Schweregrad der Vergiftungen kann nur die Auswertung von solchen Vergiftungsfällen Auskunft geben. Ob diese Erkenntnisse im ausreichenden Maße in den Bewertungsbericht zu Glyphosat eingeflossen sind, lässt sich nicht beurteilen, da dort im Volume 3, Annex B.6.1 selbst die Zitate der wissenschaftlichen Veröffentlichungen geschwärzt wurden.

Für Erkenntnisse über Vergiftungen durch Glyphosat stehen im Wesentlichen zwei Informationsquellen zur Verfügung. Einerseits existieren inzwischen in vielen Ländern nationale oder regionale Vergiftungszentren, die von behandelnden Ärzten zu Rate gezogen oder direkt in die Behandlung von Vergiftungen einbezogen werden. Vergiftungszentralen veröffentlichen in der Regel Jahresberichte und stellen Fallschilderungen und statistisches Material zur Verfügung. Als zweite Informationsquelle dienen wissenschaftliche Veröffentlichungen von Studien, mit denen der Verlauf von Vergiftungen sowie prognostische Faktoren und Behandlungserfolge dokumentiert werden. Hierfür werden in der Regel die in einzelnen oder mehreren Krankenhäusern vorgekommenen Vergiftungen systematisch ausgewertet.

In Deutschland existiert eine gesetzliche Meldeverpflichtung bei Vergiftungen nach §16 Chemikaliengesetz. Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) veröffentlicht jährlich Berichte über diese ärztlichen Mitteilungen, die allerdings über die den Vergiftungen zugrunde liegenden Wirkstoffe nur unregelmäßig und unsystematisch Auskunft geben. Zuletzt wurde über Glyphosat offenbar 2007 berichtet. Hiernach wurden dem BfR im Zeitraum 1990 bis 2007 insgesamt 60 Fälle mit Gesundheitsstörungen nach der Exposition gegenüber glyphosathaltigen Pestiziden gemeldet, wovon vier als mittelschwer und einer als lebensbedrohlich eingestuft wurden. Die Auto-

ren resümieren zudem den Literaturstand und fassen zusammen: „Beim Menschen wurden bisher lediglich nach oraler Aufnahme glyphosathaltiger Pflanzenschutzmittel Vergiftungserscheinungen beschrieben. Dabei reichen bereits sehr geringe Mengen aus, um lebensbedrohliche Gesundheitsstörungen zu verursachen. Das klinische Bild zeigt Schleimhautläsionen des Magen-Darmtraktes, diffuse Lungenschädigungen bis hin zum nichtkardialen Lungenödem, Herz-Kreislauf-Versagen und prärenales Nierenversagen“ (Hahn et al. 2007).

Angaben zu Vergiftungsfällen in neuerer Zeit wurden vom BfR offenbar nicht veröffentlicht. Dabei sind dem Amt weitere Fälle anscheinend bekannt. Ptok berichtet über einen bis dahin unbeobachteten Fall einer Dysphonie nach Glyphosat-Anwendung und schlussfolgert, dass HNO-Ärzte bei Patienten mit Heiserkeit oder untypischen Bewegungsstörungen im Kehlkopfbereich eine ggf. stattgefundenen Glyphosat-Exposition erfragen sollten (Ptok M 2009). In der Erwiderung von Bayer CropScience, dass eine inhalative Aufnahme von Glyphosat sehr unwahrscheinlich sei und daher von einer Verursachung der Störungen nicht ausgegangen werden könne, verweist der Autor auf persönliche Informationen des BfR, wonach dem Amt in Deutschland etwa 20 Fälle von Atemstörungen nach Glyphosatinhalation bekannt seien (Steffens W, Ptok M 2010).

Eine Anfrage von PAN Germany beim BfR nach wirkstoffbezogenen Angaben der Vergiftungsfälle blieb inzwischen seit 5 Monaten unbeantwortet (Stand 10/2014).

Die nachfolgende Tabelle stellt Ergebnisse aus der zweiten Informationsquelle zu Glyphosatvergiftungen zusammen. Einbezogen wurden Studien seit 1990, die eine systematische Auswertung von Vergiftungsfällen vornahmen, Angaben zum Verlauf der Vergiftungen machten und in wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht wurden. Die Studien stehen jeweils nicht für die Gesamtzahl der Vergiftungsfälle, denn es wurden in der Regel nur Daten aus regionalen Vergiftungszentren oder aus einzelnen Krankenhäusern gewählt. Ziel der Studien war entsprechend nicht, die Anzahl der vorkommenden Vergiftungen abzuschätzen, sondern Vergiftungsverläufe zu untersuchen sowie prognostische Faktoren und Therapieansätze zu prüfen. Entsprechend sind Studien in erster Linie aus jenen Ländern zu erwarten, in denen die Bedeutung von Vergiftungen bereits problematisiert wurde und die Voraussetzungen für eine systematische Untersuchung gegeben sind. Es ist zu erwarten, dass auch aus weiteren Ländern Angaben zu Glyphosatvergiftungen etwa im Rahmen der Routineauswertung des Vergiftungsgeschehens vorliegen, die aber – wie in Deutschland – in den Standardstatistiken und Berichten nicht erkennbar sind.

Die Tabelle zeigt, dass im Durchschnitt aller 15 einbezogenen Studien 7,4% der Glyphosatvergiftungen tödlich enden. Nähme man den hohen Wert der Studie aus Taiwan (29,3%) aus der Durchschnittsbildung heraus, so ergäbe sich immer noch eine mittlere Todesrate von 5,7%. Zum Vergleich: für die als sehr humantoxisch geltenden Organophosphate ergibt sich auf der Basis entsprechender Studien eine mittlere Todesrate von 9% (Akdur O et al. 2010, Churi S et al. 2012, Zaheer MS et al. 2009, Dawson AH 2010, Yang CC et al. 1996). Die Todesraten variieren insbesondere im Vergleich der Länder. Während in den USA lediglich jede tausendste Vergiftung mit Glyphosat tödlich verlief, war es in Taiwan jede zehnte.

Tabelle 1: Auswertungen von Vergiftungsfällen bei Menschen durch Glyphosat-haltige Pestizide

Land	Zeitraum	eingeschlossene Vergiftungen	davon mit tödlichem Ausgang	Quelle
Brasilien	1992-2002	48	2,1%	Carroll R et al. (2012, S. 159-167)
Japan	1998-2002	15	6,7%	Chen HH et al. (2013, S. 735-737)
Korea	2006-2010	107	1,8%	Chen YJ (2009, S. 892-899)
Korea		63	11,0%	Dawson AH et al. (2010)
Sri Lanka	2002-2009	1.499	2,5%	Lee CH et al. (2008)
Sri Lanka	2002-2007	601	3,2%	Lee HL et al. (2000)
Sri Lanka	2002-2008	887	2,4%	Mowry JB et al. (2013)
Taiwan	1986-2007	2.023	7,2%	Nagami H et al. (2005)
Taiwan	2000-2011	24	8,3%	Recena MCP et al. (2006)
Taiwan	1988-1995	131	8,4%	Roberts DM et al. (2010)
Taiwan	1974-1989	93	7,5%	Seok SJ et al. (2011, S. 1-24)
Taiwan	1996-2003	58	29,3%	Suh JH et al. (2007, S. 372-406)
Taiwan	1986-1988	97	11,3%	Talbot, A. R et al. (1991, S. 1416-1463)
Taiwan	1985-1993	983	5,4%	Tominack RL et al. (1991)
USA	2012	3.464	0,1%	Yang CC et al. (1996)

Die regionalen Unterschiede können sich auch aus der Vielfalt der international eingesetzten Formulierungen der Handelsprodukte mit dem Wirkstoff Glyphosat erklären. Wesentlicher Bestandteil sind jeweils Tenside, denen eine bedeutende Rolle bei der Ausprägung der Toxizität der Handelsprodukte zugesprochen wird. Roberts et al. (2010) berichten, dass in den von ihnen untersuchten Fällen aber weniger die Art der Tenside als vielmehr die Menge entscheidend für die Giftigkeit des Handelsproduktes war. Es müsse zudem bedacht werden, dass die Handelsprodukte weitere Inhaltsstoffe enthielten, die als Geschäftsgeheimnisse gelten und daher nicht deklariert würden.

Im Hinblick auf die Menge wird davon ausgegangen, dass bereits ab 85 ml einer konzentrierten Formulierung von einer bedeutsamen Toxizität für den Menschen auszugehen ist (Bradberry, S. M 2004), wobei in Einzelfällen auch letale Vergiftungen bei geringeren Mengen beobachtet wurden (Sörensen FW, Gregersen M 1999). In anderen Studien wird berichtet, dass sehr schwere und tödliche Vergiftungen ab einer Aufnahmemenge von ca. 200 ml eines handelsüblichen glyphosathaltigen Mittels zu erwarten sind (Seok SJ et al. 2011).

Die überwiegende Mehrzahl der in die Studien einbezogenen Vergiftungsfälle sind Folge suizidalen Handelns. Diese Beobachtung passt zu der seit langem beklagten Situation, dass Pestizide ein bedeutendes Suizidmittel insbesondere in Ländern mit niedrigen und mittleren Einkommen sind. 250.000-370.000 Fälle jährlich, das sind ca. ein Drittel aller Suizide weltweit,

werden mit Pestiziden verübt (WHO 2014). Glyphosathaltige Pestizide werden offenbar zunehmend anstatt des schwieriger zugänglichen sehr letalen Paraquat eingesetzt und sind im Begriff, auch dessen Rolle als Suizidmittel einzunehmen (Lee 2000). 2013 hat die 66. Generalversammlung der Weltgesundheitsorganisation (WHO) den ersten „Mental Health Action Plan“ beschlossen. Suizidprävention ist darin ein zentrales Ziel, das u.a. durch die Beschränkung der Verfügbarkeit und Zugänglichkeit von Pestiziden erreicht werden könne.

Zusammenfassend kann hervorgehoben werden:

- ▶ Vergiftungen durch glyphosathaltige Pestizide führen beim Menschen zu Schädigungen des Magen-Darmtraktes, der Lungen, des Herz-Kreislauf-Systems und der Nieren.
- ▶ Bereits geringe Mengen können zu ernsthaften Vergiftungen führen.
- ▶ Nach internationalen Studien verlaufen ca. 7% der Vergiftungen tödlich, glyphosathaltige Pestizide unterscheiden sich hierin nur wenig von Organophosphaten.
- ▶ Glyphosathaltige Pestizide spielen eine bedeutsame Rolle als Suizidmittel. Die WHO empfiehlt zur Suizidprävention die Einschränkung der Verfügbarkeit von Pestiziden.

Wissenschaftliche Hinweise auf genotoxische, karzinogene, reproduktionstoxische und neurotoxische Wirkungen von Glyphosat und glyphosathaltigen Pestiziden

Julia Sievers-Langer

Es liegen zahlreiche neue Hinweise aus peer-reviewten wissenschaftlichen Publikationen auf humantoxische Wirkungen von Glyphosat und glyphosathaltigen Pestiziden vor. Diese umfassen genotoxische, karzinogene, reproduktionstoxische sowie neurotoxische Wirkungen. Ein Nachweis dieser toxischen Wirkungen schließt nach geltendem Recht eine Neuzulassung von Glyphosat aus. Es würde den Rahmen dieser Publikation sprengen, alle vorhandenen Studien vorzustellen und zu diskutieren. Stattdessen soll eine Tabelle einen Überblick über eine Auswahl vorhandener Studien geben (Tabelle 2). Zudem wird an dieser Stelle auf Metastudien verwiesen, die bereits gute Überblicke über vorhandene Studien erstellt haben (Sirinathsinghii et al. 2012, PAN AP 2009, PAN AP 2012). So wurden zum Beispiel 2014 in einer PubMed Datenbank 243 toxikologische Studien aufgelistet, von denen 146 Studien toxische Effekte von Glyphosat oder glyphosathaltiger Pestizide aufzeigen (PAN Europe, Generations Futures 2014). Weitere Beschreibungen und Analysen aktueller Studien bieten Swanson et al. 2014 und Testbiotech 2014.

Für die Herausgeber dieser Publikation ist klar: Selbst wenn die von der Industrie finanzierten Studien zu ganz anderen Ergebnissen kommen und selbst wenn einige der unten aufgeführten Studien teilweise methodische Mängel haben – es gibt genug Hinweise auf humantoxische Wirkungen von Glyphosat, die ein auf dem Vorsorgeprinzip basierendes Verbot von Gly-

phosat notwendig machen. Denn es ist nicht anzunehmen, dass so viele Wissenschaftler mit ihren peer-reviewten Studien komplett falsch liegen.

Tabelle 2: Überblick über Studien zu humantoxischen Wirkungen von Glyphosat und glyphosathaltigen Pestiziden

Art der Toxizität	Peer-reviewte Studien, die auf toxische Effekte von Glyphosat bzw. glyphosathaltigen Pestiziden hinweisen (Auswahl)
Genotoxizität	Koller et. al 2012, Gasnier et al. 2009, Monroy et al. 2005, Lioi et al 1998, Bolognesi et al. 1997, Rank et al. 1993, Clements et al. 1997, Peluso et al. 1998, Kale et al. 1995, Vigfusson et al. 1980, Alvarez-Moya et al. 2011, Bolognesi et al. 2002, Cavas et al. 2007, Guilherme et al. 2010, Manas et al. 2009a+b, Mladinic et al. 2009a, Paz-Y-Mino et al. 2007, Poletta et al. 2009, Bolognesi et al. 2009
Karzinogenität	George et al. 2010, De Roos et al. 2003, De Roos et al. 2005, Séralini et al. 2012, Lin 2000, Richard et al. 2005, Hokanson et al. 2007, Hardell et al. 1999, Hardell et al. 2002, Fritschi et al. 2005, Eriksson et al. 2008
Entwicklungs- und Reproduktionstoxizität, Teratogenität (das Hormonsystem beeinflussend, die Fortpflanzung schädigend, Missbildungen verursachend)	Richard et al. 2005, Clair et al. 2012, Arbuckle et al. 2001, Savitz et al. 1997, Benachour et al. 2007, Benachour et al. 2009, Gasnier et al. 2009, Hokanson et al. 2007, Yousef et al. 1995, Beuret et al. 2005, Paganelli et al. 2010, Daruich et al. 2001, Romano et al. 2010, Romano et al. 2012, Garry et al. 2002, Garry et al. 2003, Bell et al. 2001, Aris et al. 2011, Bénitez-Leite et al. 2009, Kachuri et al. 2013, Thongprakaisang et al. 2013, Omran et al. 2013
Neurotoxizität	Garry et al. 2002, Anadon et al. 2008, Astiz et al. 2009, Barbosa et al. 2001, Wang et al. 2011, Gui et al. 2012, Chlopecka et al. 2014

Abgesehen von den oben aufgelisteten Studien, die zulassungsrelevante Hinweise auf humantoxische Wirkungen geben, gibt es weitere Hinweise auf schädliche Gesundheitswirkungen von Glyphosat, die nach geltendem Recht durch das Raster der Zulassungsprüfung fallen. Es handelt sich, wie im folgenden Abschnitt erläutert, um Wirkungen, die kurzfristig nicht so aufsehenerregend sind wie Tumore oder Missbildungen, die jedoch langfristig den Gesundheitszustand von Menschen und Tieren gravierend beeinflussen.

Hinweise auf ernährungsbedingte Krankheiten von Tieren und Menschen durch Glyphosat fallen bisher durch das Raster der Zulassungsprüfung

Gesine Schütte

Laborversuche zur Wirkung von Glyphosat auf Mikroorganismen, nicht mit wissenschaftlicher Genauigkeit interpretierbare Befunde aus Tierversuchen (Bartholomaeus A et al. 2013) und tierärztlichen Berichten, sowie die chemischen und biochemischen Eigenschaften liefern Hinweise für folgende zusammenfassende These zur komplexen Langzeitwirkung von Glyphosat (im Einzelnen siehe Tabellen 3 und 4). Glyphosat beeinträchtigt den Ernährungs- und Gesundheitszustand von Tier und Mensch, weil die

Darm-Mikroflora geschädigt wird, es infolge dessen an wichtigen Verdauungsenzymen sowie Aminosäuren mangelt und toxinbildende Bakterien wegen fehlender Gegenspieler sich im Darm stärker ausbreiten; außerdem aber auch, weil infolge biochemischer Reaktionen der Zellwandschutz (durch Sulfate) einschließlich der Blut-Hirn Schranke beeinträchtigt wird, Spurenelemente schlechter verfügbar sind sowie Enzyme für die Immunabwehr gehemmt werden (Seneff S et al. 2013; Samsel A, Seneff S 2013; Shehalta AA et al. 2012a; Shehalta AA et al. 2012b).

Zusätzlich sprechen folgende Beobachtungen für den vermuteten Zusammenhang zwischen Glyphosat und verschiedenen Krankheiten:

- A) Es besteht eine auffällige Kopplung zwischen der Glyphosatbelastung und chronischem Botulismus (Krüger M et al. 2012). Gerade Betriebe mit hoher Milchleistung sind vom Auftreten des Botulismus besonders betroffen.
- B) Nahrungsmittelunverträglichkeiten und andere Zivilisationskrankheiten nehmen seit Jahren zu, wie auch die eingesetzten Glyphosatzmengen (Benbrook CM 2003; Benbrook CM 2009) und die entsprechenden Glyphosatbelastungen (Krüger M et al. 2013) bei Tier und Mensch, ohne dass die Ursache bekannt ist (Smith J 2013). Einer der toxinbildenden Erreger von Darmkrankheiten, *Clostridium difficile*, war vor 2003 bei Darmentzündungen kaum nachweisbar und stieg auf 16% bis 2005 (Seneff S et al. 2013).

Der Absatz von Glyphosat ist in Deutschland zwischen 2005 und 2010 um 500% gestiegen.

Folgende Argumente stehen der zusammenfassenden These wiederum entgegen:

Die Wirkungen auf Mikroorganismen sind nur zum Teil und auch nur „In Vitro“ (im Labor) nachgewiesen worden. Weder bisherige Tierversuche noch 16-tägige Experimente mit dynamischen Darm-Modellen bestätigen obige zusammenfassende These (auch in Bezug auf Botulismus). Antibiotikaeinsatz, minderwertige Ernährung, genetische Disposition sowie Lebens- bzw. Haltungsbedingungen sind nach Meinung vieler Experten plausible Erklärungen für die verschiedenen Krankheitsbefunde – unabhängig von Glyphosat. So befindet ein Experte zum Beispiel, die Botulismus-verwandten Symptome an Kühen durch Verfütterung von Silage seien mit zu geringem Eiweißgehalt zu erklären und durch anderes Futter zu beheben (Eicken KM et al. 2010).

Sind die Gegenargumente ausreichend?

Die Geschichte der Gesundheitsbewertung chemischer Stoffe hat bei vielen Bürgern nachvollziehbares Unbehagen hinterlassen, wenn Versuche zur Risikobewertung vom potenziellen Schadens-Verursacher in Auftrag gegeben werden. Solche von der Europäischen Behörde für Nahrungsmittelsicherheit (EFSA) als stichhaltig anerkannten Tierversuche mit mehr als 90 Tagen Laufzeit wurden an Ratten (6 Fütterungsversuche mit 2 Jahren Laufzeit) und Hunden (4 Versuche – ein Jahr Laufzeit) durchgeführt. Die niedrigsten Dosierungen ohne Effekte (No Observed Effect Level) schwanken sehr, bei den anerkannten Langzeitversuchen mit Ratten zwischen 6,3 und 89 mg/kg Körpergewicht pro Tag. Oft werden nur die niedrigsten Dosierungen ohne negative Effekte angegeben (für Ratten zwischen 60-

361mg/Kg Körpergewicht pro Tag), wobei eine Bewertung bezüglich der Größenordnung, toxikologischen Relevanz, statistischen Signifikanz und Dosisabhängigkeit eingeht. Typische Effekte sind eine verringerte Gewichtszunahme, verringerte Gehalte an anorganischem Phosphor, Calcium und Natrium und zum Teil weitere Veränderungen des Blutbilds sowie Verdauungs- bzw. Nahrungsverwertungs-Störungen. Andere Effekte wie Veränderungen an der Leber streuen noch stärker. So gibt es für zwei tödlich erkrankte Hunde während einer 90-Tage Studie bei 1000 mg Glyphosat/kg Körpergewicht und Tag keine Erklärung. Ein methodisches Hindernis ist die Tatsache, dass signifikante Unterschiede generell bei Versuchen mit geringer Stichzahl kaum zu finden sind (Bartholomaeus A et al. 2013). Die Langzeitversuche wurden mit 4-12 männlichen bzw. weiblichen Tieren je Dosis durchgeführt. Langzeitversuche mit Nutztieren wie Schweinen oder Rindern fehlen.

Es ist nicht klar, ob Glyphosat ein ausschlaggebender Faktor der in Tabelle 3 und 4 genannten Krankheitsbilder ist, und/oder ob es diese in Kombination mit anderen Krankheitsfaktoren (Toxinexposition, unzureichende Ernährung, Antibiotika) verstärkt. Ein Langzeitmonitoring von Tierbeständen mit Futter aus definierten Herkünften (Düngung, Eiweißgehalt, Zusatz von Pflanzenkohle zum Futter als Therapie gegen Symptome, Toxin- und Glyphosatbelastung des Futters, Erfassung der Netzmittel) könnte etwas mehr Klarheit schaffen. Der Nachweis von Botulismus-Toxinen ist aufgrund von chemischen Anlagerungsprozessen sehr schwierig.

Angesichts dieser unbefriedigenden Erkenntnislage bleibt die Frage, welche Schlussfolgerungen aus Hinweisen zu ziehen sind.

Erkennbar ist: Unser Raster und unsere Methoden schlagen bei langfristigen komplexen Wirkungen nicht an. Welche Art von Hinweisen ist in solchen Fällen ausreichend, um das Vorsorgeprinzip anzuwenden? Das Vorsorgeprinzip ist nicht hinreichend entwickelt, um Zulassungsbehörden bei widersprüchlicher Datenlage Handlungsspielraum zu gewähren. Ein Handeln der Zulassungsbehörden, das „im Zweifel für den Gesundheits- und Umweltschutz“ agiert, ist viel zu leicht Klagen der Pestizid-Hersteller auf hohen Schadenersatz ausgesetzt. Der Gesetzgeber muss beim Vorsorgeprinzip und beim Monitoring nachbessern, damit Hinweise auf Krankheiten nicht weiterhin durch das Raster der Zulassungsprüfung fallen.

Tabelle 3: Ernährungskomponenten, plausible Effekte von Glyphosat und Krankheiten der Industriegesellschaft

Ernährungssituation / Zustand der Darmflora	Chemische Wirkungen und Laborbefunde von Glyphosat	Postulierte Folgewirkungen im Körper	Krankheitsbild
Nahrung: arm an Spurenelementen, sekundären Pflanzeninhaltsstoffen mit gesundheitsfördernder Wirkung und probiotischen Bakterien (hochverarbeitete Produkte)	Spurenelemente wie Ca und Mg, Mn, Fe lagern sich an Glyphosat und sind in Boden und Darm schlecht verfügbar	Ca- und Mg-Mangel wirkt auf Muskel- und Nerventätigkeit	<ul style="list-style-type: none"> → Fruchtbarkeitsstörungen, Gefäßerkrankungen, Muskelschwund, Nervenkrankheiten (Alzheimer, Autismus, Depressionen) → Leberschäden (durch toxische Belastung und gehemmte Entgiftungsfunktionen), chronische Entzündungen, Reproduktionsstörungen → Nahrungsmittelunverträglichkeit, z.B. Gluten, körperliche Schwäche → Parkinson → Fettleibigkeit → Darmentzündungen, Darmkrebs
Nahrung: reich an gesättigten Fettsäuren und „hochgereinigtem“ Weismehl	Erhöht die Konzentration von NH ₃ , NO und Polyphenolen über den enzymatischen Abbau von Phenylalanin („PAL“-Enzym katalysiert konkurrierend Sulfat-Synthese) Entzug von Sulfat durch Sulfatierung von Phenolen	Indirekt herabgesetzte Sulfatkonzentration-Folgen: Thrombenbildung in Gefäßen (Cholesterolsulfat-Mangel) erhöhte Durchlässigkeit der Zellwände für Gifte und Glutamat in Blut und Hirn, Immundefunktionen hemmend (Heparinsulfat-Mangel in der Leber)	
Darmflora: geringe Vielfalt (Antibiotika-Wirkung aus medizinischer Therapie oder Rückständen auf Lebensmitteln)	Hemmt Chytochrom P 450 (CYP)-Enzyme	Beeinträchtigung: Immunsystem, Schadstoffabbau, Vitamin D-3 Aktivierung, Bildung von Steroidhormonen	
Aufnahme toxischer Stoffe wie z.B. Schwemmetalle, Aluminium (in Kosmetika u.a.) Pesticide / Glyphosat-Einsatz seit ca. 2000 steigend	Wirkt antibakteriell auch auf probiotische Bakterien ^a im Darm	Verhindert den Aufschluss von Nahrungsmitteln und die Aufnahme wichtiger Elemente	
	Hemmt die bakterielle Synthese wichtiger Aminosäuren (Phenylalanin, Tryptophan, Tyrosin, „Shikimat-Syntheseweg“)	Phenylalanin- / Tyrosinmangel: Dopaminmangel	
	Fördert Gärungsbakterien (hemmt 50% der Gene für die Atmung in Mitochondrien) und aggressive Teile der Mikroflora, die z.T. Gifte produzieren ^b	Tryptophanmangel: verringerte Serotoninsynthese	
		Zunahme von: Phenolen, Aminen, NH ₃ , Nervengiften	

^a z.B. Enterococcus spp. (ein Antagonist gegen Closteridien); Lactobacilli (verbessern Aufnahme v. Spurenelementen durch Phytasen), Bifidobacterien

^b z.B. Closteridia (u.a. Closteridium botulinum, C. difficile, Neurotoxinproduzenten), Bacterioidetes desulfovibrio, Pseudomonas spp.)

Aussagen über Wirkungszusammenhänge sind den Quellen Senneff 2013, Samsel & Senneff 2013 u. Smith 2013 entnommen (s. Literaturverzeichnis) weitere Quellen s. Text

Tabelle 4: Ernährungskomponenten, plausible Effekte von Glyphosat und Krankheiten bei Masttieren

Ernährungssituation / Zustand der Darmflora	Chemische Wirkungen und Laborbefunde von Glyphosat	Postulierte Folgewirkungen im Körper	Krankheitsbild
Darmflora z.T. reduziert (Dysbiose) durch - regelmäßige Antibiotika-Gaben, - Mais- / Sojamast (GVO-) Importfutter (d.h. erhöhte Glyphosataufnahme und Aufnahme von B.t.-Toxinen) Futterpflanzen mit z.T. verringerten Konzentrationen von Spurenelementen Mg			„chronischer Botulismus“ (Torkeln, Pansenlähmungen, Auszehrung, Leistungsabfall, hochgezogener Bauch, nicht heilende Wunden u.a.)
Reineiweidgehalt Silagefutter seit 1996 Verschlechterung ^d		→ siehe Tabelle 3	Leberschäden
Grasfutter von sehr artenarmem Grünland - durch hohe Schnitffrequenz bzw. Viehdichte gestresst (endosymbiotische Pilze produzieren Toxine bei Stress), glyphosatbelastete Düngemittel (Knochenmehl, Silagereste)			Muskelschwund
erhöhte Closteridien-Aufnahme über Kleintierkadaver im Mähgut (Folge tiefgestellter Kreiselmäher und hoher Mähgeschwindigkeit)			Nervenschäden
			körperliche Schwäche
			krankhafte Veränderungen des Darmtraktes

^c Gentechnisch veränderte Futterpflanzen mit Glyphosatresistenz und Bacillus thuringiensis-Toxinproduktion gegen Insekten.

^d Eicken, M. Höltershinken, H. Scholz (2010) „Gesundheitsprobleme beim Einsatz von Grassilagen in Milchviehbeständen - Clostridium botulinum. Vortrag Husum weitere Quellen im Text

Pestizid-Zulassung in Europa

Carina Weber

In Europa erfolgt die Pestizid-Zulassung für die Wirkstoffe und für die Handelsprodukte jeweils getrennt. Die Genehmigung von Pestizid-Wirkstoffen erfolgt auf EU-Ebene in einem Gemeinschaftsverfahren, an dem die EU-Pflanzenschutzbehörden und die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) beteiligt sind. In Deutschland koordiniert das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) die Mitarbeit Deutschlands am EU-Gemeinschaftsverfahren. Die Entscheidung darüber, ob ein Wirkstoff in die EU-Liste erlaubter Wirkstoffe aufgenommen wird, trifft die Europäische Kommission.

Produktzulassungen erfolgen national und seit 2009 für jeweils eine Zone (Nord-, Mittel- oder Süd-Europa). In einem Verfahren der „gegenseitigen Anerkennung“ werden die Zulassungen auf weitere Mitgliedstaaten ausgedehnt. Nur solche Pestizidprodukte, die genehmigte Wirkstoffe enthalten, dürfen zugelassen werden. Wirkstoffgenehmigungen und Produktzulassungen sind in der Regel auf 10, in besonderen Fällen auf 7 Jahre befristet. In Deutschland liegt die Federführung für die Zulassung von Pestizid-Handelsprodukten beim BVL. Zudem wirken das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) für den Bereich Gesundheit, das Julius Kühn-Institut (JKI) für die Wirksamkeitsprüfung und Risikobewertung sowie das Umweltbundesamt (UBA) für den Bereich Umwelt als Bewertungsbehörden an der nationalen Zulassung mit. Informationen des BVL über die rechtliche Regelung der Pestizid-Zulassung, über zugelassene Pflanzenschutzmittel sowie über die Überwachung und Kontrolle der Vermarktung und Anwendung von Pestiziden sind verfügbar auf der BVL-Website: http://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/psm_node.html

Gründe und Zuständigkeiten für die EU-Neubewertung von Glyphosat

Peter Clausing, Julia Sievers-Langer

Wird ein Wirkstoff zum ersten Mal genehmigt, gilt diese Erstgenehmigung für höchstens 10 Jahre. Um darüber hinaus weiter verwendet zu werden, muss der Wirkstoff vor Ablauf der Genehmigung neu bewertet werden. Bis 2009 regelte dies Artikel 8 (2) der „Richtlinie über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln“ (91/414/EWG). Seit 2009 wird die Pestizidzulassung durch die Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 geregelt. Hier ist in Artikel 14 (2) festgelegt, dass die Erneuerung der Genehmigung für einen Zeitraum von höchstens 15 Jahren erfolgt. Die verpflichtende Re-Evaluierung aller Wirkstoffe soll gewährleisten, dass neue Erkenntnisse, beispielsweise aus den Bereichen Human- oder Ökotoxikologie, berücksichtigt werden, die eventuell dazu führen könnten, eine erneute Zulassung zu verweigern oder die Anwendungsbereiche einzuschränken. Bei Beantragung einer Zulassung müssen den Behörden regulatorische Studien vorgelegt werden. Diese Studien wurden zuvor von den Pestizid-Unternehmen in Auftrag gegeben oder von ihnen selbst durchgeführt. Sie unterliegen einem festen, von internationalen Gremien definierten Design und einer Qualitätskontrolle – Good Laboratory Practice – GLP sowie OECD-Prüfrichtlinien (OECD o.J., BfR o.J.). Der Antragsteller darf aussuchen, welcher Mitgliedsstaat den Antrag prüft und sogenannter Berichtersteller (Rapporteur Member State - RMS) ist. Die Glyphosat Task Force, ein Zusammenschluss von Glyphosat produzierenden Unternehmen, die die Erneuerung der Genehmigung für Glyphosat beantragt haben, hat Deutschland ausgewählt. In Deutschland hat das BVL die Federführung für die Bewertung der eingereichten Studien. An der Erstellung des Bewertungsberichts waren zudem das BfR, das JKI und das UBA beteiligt.

Kritik an der Glyphosat-Bewertung am Beispiel der Entwicklungstoxikologie

Peter Clausing

Im Rahmen der Neubewertung von Glyphosat wurden dem BVL neben den von der Pestizidindustrie für die Neubewertung von Glyphosat eingereichten Studien auch von PAN Germany und Wissenschaftlern Industrie-unabhängige Glyphosat-Studien zur Bewertung eingereicht. Am 18. Dezember 2013 wurde der über 4000 Seiten umfassende Renewal Assessment Report (RAR) von Deutschland und der Slowakei als Co-Rapporteur im Entwurf an das zuständige Gremium innerhalb der Europäischen Kommission – die Europäische Food Safety Authority (EFSA) – übermittelt. Eine Veröffentlichung erfolgte durch die EFSA im März 2014. Nach einer darauf folgenden zweimonatigen Periode öffentlicher Konsultation (per Internet), wurde das Dossier Grundlage für die Beratungen der EFSA. Ende 2014 soll nach Auskunft des BfR ein überarbeiteter Bewertungsbericht vorliegen. Mit einer Entscheidung über den künftigen Zulassungsstatus von Glyphosat wird im Laufe des Jahres 2015 gerechnet. Der Glyphosat-Bewertungsbericht ist ein umfangreiches Dokument, das die physikalischen und chemischen Eigenschaften, chemische Analysemethoden, die Anwendungsbedingungen und eine Bewertung der Gefahren und Risiken für die menschliche Gesundheit und die Umwelt enthält. Allein die Liste der Studien, die in die Bewertung Eingang gefunden haben, ist 143 Seiten lang und umfasst knapp 800 Quellen. Der Umfang des Dos-

siers (RAR) und die Präsentation der Bewertungsergebnisse durch die Behörden suggeriert, dass hier eine umfassende, alles berücksichtigende Bewertung vorgenommen wurde. Doch bei näherer Betrachtung zeigen sich Bewertungsdefizite, die berechtigte Zweifel an der Zusicherung der Behörden aufkommen lassen, dass es keine „fachlich fundierten Hinweise“ auf mögliche mutagene, krebserzeugende, reproduktionsschädigende oder fruchtschädigende Eigenschaften von Glyphosat gäbe (BVL 6.1.2014), die zu einer Nicht-Genehmigung führen könnten.

Aufgrund des Umfangs des Berichts ist an dieser Stelle eine umfassende Bewertung nicht möglich. Die Analyse einzelner Abschnitte des Bewertungsberichtes zeigt jedoch exemplarisch Defizite der behördlichen Bewertung auf. Stellvertretend werden nachfolgend die Abschnitte zu einer möglichen teratogenen (fruchtschädigenden) Wirkung von Glyphosat einer kritischen Bewertung unterzogen (Gliederungspunkte B.6.6.10 bis B.6.6.12 in Band 8 des Dossiers). In der Anhörung des Bundestagsausschusses für Ernährung und Landwirtschaft am 2. Juli 2014 betonte der Vertreter des BfR wiederholt, das „Thema Entwicklungstoxikologie“ sei „abgeschlossen“ (Bundestag-Mediathek 2014). Gab es tatsächlich keine Hinweise?

Hinweise auf die reproduktionstoxische Wirkung von Glyphosat werden nicht berücksichtigt

Peter Clausing

Im Gegensatz zur Darstellung des BVL und des BfR wurden für das Neubewertungsverfahren sehr wohl Studien – auch Industriestudien – eingereicht, die valide Hinweise auf fruchtschädigende Wirkungen wie Missbildungen an Föten und Fehlgeburten bei Versuchstieren dokumentieren. Dabei besteht das Datenpaket zur Entwicklungstoxikologie in erster Linie aus „regulatorischen“ Studien an Ratten und Kaninchen. Darüber hinaus werden im RAR wissenschaftliche Publikationen bewertet, die zu diesem Thema erschienen sind. So wird in der Studie IIA, 5.6.11/01 zur teratogenen Wirkung von Glyphosat am Kaninchen eine signifikant erhöhte Rate von Skelettmissbildungen genannt, aber anschließend als „sporadische Veränderung“ bezeichnet (Renewal Assessment Report 2013, Volume 3, Annex B.6.1, S. 612, 18.12.13). Weitere Details zu dieser wichtigen Information fehlen, obwohl dies das wichtigste Argument ist, um die höchste in diesem Versuch getestete Dosis (300 mg/kg) als unbedenklich einzustufen. Als weitere Begründung wird das angebliche Fehlen einer Dosisabhängigkeit dieses Befunds angeführt. Der Datentabelle ist jedoch zu entnehmen, dass die Missbildungshäufigkeit für die Kontrollgruppe bei 5,5%, für die niedrige Dosis bei 20,0%, die mittlere Dosis 18,8% und die hohe Dosis bei statistisch signifikanten 35,7% lag. Eine Dosisabhängigkeit ist also durchaus erkennbar. Somit bleibt unklar, warum die höchste getestete Dosis von 300 mg Glyphosat pro Kilogramm Körpergewicht als Dosis ohne entwicklungstoxischen Effekt (NoObserved Adverse Effect Level, NOAEL) betrachtet wird. In einer zweiten Kaninchen-Studie (IIA, 5.6.11/02) liegt der NOAEL laut Berichterstatern bei 50 mg/kg, während 200 mg/kg mit erhöhten Implantationsverlusten (erhöhte Verlustrate im embryonalen

Frühstadium) behaftet waren. In beiden Studien wurden keine signifikanten toxischen Effekte auf die Muttertiere festgestellt, was ein wichtiges Kriterium für die Validität der Befunde ist. Trotzdem kommen die Berichterstatter zu der Schlussfolgerung, dass eine Kennzeichnung von Glyphosat wegen reproduktionstoxischer Wirkungen „nicht angemessen und nicht notwendig“ sei. Es stellt sich die Frage, wie dies mit dem beobachteten Auftreten von Skelettmissbildungen und Implantationsverlusten vereinbar ist.

Disqualifizierung, fehlerhafte Interpretationen und Unterschlagung von Studien

Peter Clausing

Bestimmte Publikationen aus wissenschaftlichen Zeitschriften, die in einem Peer-Review bereits ihre wissenschaftliche Qualität unter Beweis gestellt hatten, werden von den Berichterstattern entweder nicht weiter diskutiert oder unter Verwendung fragwürdiger Argumente disqualifiziert und somit von vornherein nicht bei der Bewertung des Wirkstoffs berücksichtigt. So wird die Arbeit von Daruich et al. (2001) unter anderem wegen „unrealistisch hoher Dosierungen“ abgelehnt (Renewal Assessment Report 2013, Volume 1, Level 1, S. 77). Daruich et al. (2001) verabreichten Glyphosat über das Trinkwasser als 0,5%ige und 1%ige Lösungen, was selbst in der hohen Dosis nur 125 mg/kg Körpergewicht entsprach – angesichts von 300, 1.000 und 3.500 mg/kg in den regulatorischen Teratogenitätsprüfungen an Ratten (Renewal Assessment Report 2013, Volume 1, Level 1, S. 70) wohl kaum eine unrealistisch hohe Dosis.

Die wichtige Arbeit von Beuret et al. (2005) findet im bewertenden Teil des RAR überhaupt keine Erwähnung und wird lediglich im beschreibenden Band 3 kurz erwähnt (Renewal Assessment Report 2013, Volume 3, Annex B.6.1, S. 659) und mit Verweis darauf disqualifiziert, dass die beobachteten Effekte das Resultat eines reduzierten Wasser- und Futterverbrauchs sein könnten. Die Berichterstatter übernehmen damit ungeprüft das Argument der Monsanto-gesponsorten Übersichtsarbeit von Williams et al. (2012). Beuret et al. (2005) ermittelten eine veränderte Lipidperoxidation in der Leber von Rattenmüttern und ihren Föten, nachdem ihnen das glyphosathaltige Präparat Herbicygon über das Trinkwasser verabreicht wurde. Die Befunde waren bemerkenswert eindeutig und zeigten erhöhte Lipidperoxidation in der Leber, sowohl bei den Müttern als auch bei den Feten. Das ist deshalb besonders bedeutsam, weil Lipidperoxide zellschädigende endogene Moleküle sind, die einen Mechanismus für diverse pathologische Prozesse bis hin zur Tumorbildung darstellen. Lipidperoxide entstehen laufend im Körper, werden aber normalerweise genauso laufend abgebaut. Wenn die Deaktivierung dieser Moleküle beeinträchtigt ist, kann dies zahlreiche Folgewirkungen haben. Williams et al. (2012), auf die die Berichterstatter Bezug nehmen, versuchen die Befunde u.a. wegen des reduzierten Futterverbrauchs in der Studie von Beuret et al. (2005) zu diskreditieren. Sie versuchen, dies mit der Nennung von elf Publikationen zu untermauern, die über enzymatische Veränderungen in der Leber bei reduziertem Futterangebot berichten. Schaut man sich die zitierten Arbeiten

jedoch an, zeigt sich, dass von Williams et al. (2012) übersehen oder bewusst verschwiegen wurde, dass Futterrestriktion bei Ratten zu einer reduzierten Lipidperoxidation führt (vgl. Rao et al. 1990; Xia et al. 1995; Kim et al. 1995). Im Gegensatz dazu hatte die Verabreichung von Glyphosat trotz reduzierter Futterraufnahme eine erhöhte Lipidperoxidation zur Folge. Hinzu kommt, dass in diesen Arbeiten das Futterangebot in der Regel um 40% gegenüber der Kontrollgruppe reduziert wurde, wobei Veränderungen in den gemessenen Parametern nur bei Tieren in den höheren Altersgruppen festgestellt wurden. In den Versuchen von Beuret et al. (2005) war der Futterverbrauch nur um 25% reduziert und die von ihnen verwendeten Tiere waren – dem Körpergewicht nach zu urteilen – nur 2 bis 3 Monate alt. Im günstigsten Fall ist es als grobe Nachlässigkeit zu bezeichnen, dass die Berichtersteller die Argumente einer von der Industrie finanzierten Übersichtsarbeit übernommen haben, die auf einer grob fehlerhaften Interpretation publizierter Ergebnisse beruht.

Zu diesen experimentellen Befunden gesellen sich Erkenntnisse aus epidemiologischen Studien, wobei die Berichtersteller die Veröffentlichung von Rull et al. (2006) ganz unterschlagen und in anderen Fällen die Ansichten von Monsanto-finanzierten Übersichtsartikeln reproduzieren, in denen erneut versucht wird, die Befunde zu disqualifizieren. In der kontrollierten Fallstudie von Rull et al. (2006) wird eine „Odds Ratio“ (eine statistische Maßzahl in epidemiologischen Studien) von 1,5 für Neuralrohrdefekte der Kinder von Müttern beschrieben, die in Glyphosat-exponierten Gegenden wohnten. Dieser Wert ist unter Berücksichtigung weiterer statistischer Berechnungen als schwach signifikant zu bewerten. Arbuckle et al. (2001) ermittelten eine ähnlich schwache, aber nachweisbare Signifikanz für ein erhöhtes Risiko später Spontanaborte (Fehlgeburten) durch Glyphosat (Odds Ratio 1,7) und Garry et al. (2002) fanden einen Zusammenhang zwischen Glyphosat-Exposition der Familien und Verhaltensauffälligkeiten bei Kindern (Odds Ratio 3,6). Diese beiden Untersuchungen haben bestimmte methodische Schwächen, die die Berichtersteller nutzen, um die jeweilige Studie mit Hilfe der fragwürdigen „Klimisch-Kriterien“ als „unzuverlässig“ einzustufen. Darüber hinaus wird von den Berichterstellern auf eine angebliche Publikation von Paumgarten und Cremonese et al. (Paumgarten 2012, Cremonese et al. 2012a) Bezug genommen, um auf eine „generelle Schwäche“ von (epidemiologischen) Studien mit unbekannter Exposition hinzuweisen. Bei näherem Hinsehen erweist sich die angeblich gemeinsame Publikation der beiden Autoren als ein Brief Paumgartens an den Herausgeber, in dem dieser die Veröffentlichung von Cremonese et al. (2012b) kritisiert, wobei der Cremonese-Teil in der vermeintlichen Paumgarten-und-Cremonese-Publikation eine Replik von Cremonese und einem seiner Ko-Autoren darstellt, in der sie ihre Erkenntnisse zum Zusammenhang zwischen Pestizidexposition und Problemen während der Schwangerschaft verteidigen.

Zusammenfassend ist festzustellen,

- ▶ dass der Leiter der Abteilung Chemikaliensicherheit des Bundesinstituts für Risikobewertung die Diskussion zur Entwicklungstoxizität von Glyphosat für „abgeschlossen“ erklärt hat und Deutschland als Berichter-

statter die Kennzeichnung von Glyphosat wegen reproduktionstoxischer Wirkungen als „nicht angemessen und nicht notwendig“ betrachtet;

- ▶ die Berichtersteller Argumente einer Industrie-finanzierten Publikation übernehmen, die auf nachweislich falschen Argumenten beruhen;
- ▶ die Berichtersteller Publikationen, die sich als nicht-existent erweisen, benutzen, um epidemiologische Befunde in Frage zu stellen;
- ▶ die bei gründlicher Überprüfung entdeckten Fehler im Abschnitt „Entwicklungstoxizität“ des RAR die Frage aufwerfen, ob in anderen Teilen dieses Berichts ähnliche Fehler bzw. Nachlässigkeiten vorliegen. Der RAR sollte daher dringend einer transparenten wissenschaftlichen Überprüfung unterzogen werden.

Verweis auf historische Kontrolldaten maskieren valide Hinweise auf fruchtschädigende Wirkungen

Susan Haffmans

An verschiedenen Stellen im Bewertungsbericht fällt auf, dass ermittelte Effekte von Glyphosat nicht mit der unbehandelten Kontrollgruppe aus dem gleichen Versuchsaufbau verglichen, sondern „historische Kontrolldaten“ aus früheren Studien herangezogen werden. Auf diese Weise werden die Ergebnisse relativiert mit dem Hinweis, dass sie „im Spektrum der historischen Kontrolldaten liegen“ (vgl. Renewal Assessment Report Glyposate 2013, Vol. 3, B.6.1, 6.4 und 6.6.10). Dabei ist gesetzlich geregelt, dass für die Beurteilung der behandlungsbedingten Reaktionen die „Standard-Bezugsdaten“ die „gleichzeitig erhobenen Kontrolldaten“ sind (Verordnung (EU) Nr. 283/2013). Historische Kontrolldaten können laut Verordnung bei Interpretation von bestimmten Reproduktionsuntersuchungen hilfreich sein, doch dass sie als zuverlässiger eingestuft werden, als die im gleichen Versuch erhobenen Standard-Bezugsdaten, ist zu kritisieren. Zwar gibt es Kriterien für das Heranziehen historischer Kontrolldaten, doch birgt der Vergleich mit ihnen immer die Gefahr, dass Variablen (Genetisches Material, Temperatur, Fütterung, Pathogene in der Umwelt u.a.) die tatsächlichen Effekte der getesteten Substanz maskieren. Zu kritisieren ist auch die Tatsache, dass der Bericht der Behörden die Daten über die herangezogenen historischen Kontrolldaten nicht offenlegt. Weder werden Aussagen zu den individuellen Endpunkten noch zur statistischen Variabilität gemacht und es wird versäumt, die Validität der historischen Kontrolldaten zu belegen. Kritik an dieser Vorgehensweise äußerten Wissenschaftler bereits 2012 (Antoniou et al. 2012).



„Trotz der Veröffentlichung von mehr als 2000 akademischen Studien in wissenschaftlichen Fachzeitschriften, die zahlreiche negative Effekte von Glyphosat und Glyphosat-haltigen Pestiziden aufzeigen, hat Deutschland als Berichtersteller im Genehmigungsverfahren alle diese Studien zurückgewiesen und die Risikoanalyse vollständig auf Industrie-Studien aufgebaut, die angeblich zeigen, dass Glyphosat ungefährlich ist.“

*Hans Muilerman,
PAN Europe Chemie-
Experte*

Analysen zur mangelnden Berücksichtigung unabhängiger Studien im Zulassungsverfahren

Julia Sievers-Langer

Laut Analyse von PAN Europe hat der Rapporteur Member State (RMS) in seinem im Dezember 2013 fertiggestellten Bewertungsbericht nur 52% von 146 relevanten toxikologischen Studien zu Glyphosat gefunden und nur 31% davon diskutiert (PAN Europe & Generations Futures 2014). Während einige dieser Studien erst während oder nach der Erstellung des RAR veröffentlicht wurden, lagen andere bereits rechtzeitig vor und hätten von den zuständigen Behörden berücksichtigt werden müssen (Testbiotech 2014). Die Berücksichtigung aller vorhandenen wissenschaftlichen Studien im Zulassungsverfahren ist eine Vorgabe der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009. Auffällig ist zudem, dass offenbar so gut wie alle von den Behörden wahrgenommenen veröffentlichten Studien, die auf humantoxische Effekte hinweisen, als nicht oder nur eingeschränkt verlässlich bzw. relevant eingestuft wurden (Swanson 2014). Die Analyse anderer Zulassungsverfahren für Pestizide zeigt: Offenbar ist die mangelnde Berücksichtigung von peer-reviewten Studien trotz Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 bisher eher die Regel als eine Ausnahme (PAN-Europe & Generations Futures 2014).

„Klimisch-Kriterien“ – ein Instrument zur Diskreditierung unabhängiger Studien

Peter Clausing

In den Renewal Assessment Reports (RARs) werden wissenschaftliche Publikationen mit Hilfe der „Klimisch-Kriterien“ bewertet und folglich berücksichtigt oder aussortiert, deren Festsetzung auf eine Publikation der BASF aus dem Jahr 1997 zurück geht (Klimisch et al. 1997). Die Autoren dieser Publikation schlugen damals eine dreistufige Bewertung der Verlässlichkeit wissenschaftlicher Arbeiten vor, die als Maßstab in die Risikobewertung aufgenommen wurde, wobei ein Wert von 1 „verlässlich“, ein Wert von 2 „mit Einschränkungen verlässlich“ und ein Wert von 3 „nicht verlässlich“ bedeutet. Kritik an den Klimisch-Kriterien gibt es sowohl von Nichtregierungsorganisationen als auch in der Fachliteratur. So wird bemängelt, dass wegen unscharfer Kriterien die Zuordnung zu den Verlässlichkeitskategorien nicht nachvollziehbar ist. Studien, die den offiziellen Testrichtlinien entsprechen und unter den Bedingungen der Guten Laborpraxis (GLP) durchgeführt wurden, wird generell (sozusagen automatisch) eine hohe Verlässlichkeit zugebilligt. Doch die Bedingungen der „guten Laborpraxis“ sind für wissenschaftlich-universitäre Einrichtungen nahezu unerfüllbar. So sind etwa eine Methodenbeschreibung und eine Ergebnisdokumentation, so detailliert wie in regulatorischen Studien, in wissenschaftlichen Zeitschriften gar nicht möglich. Zudem ist eine GLP-Zertifizierung mit einem hohen Zeitaufwand und Extra-Kosten verbunden, die die Kapazitäten wissenschaftlich-universitärer Einrichtungen häufig übersteigen. Dies führt dazu, dass so gut wie keine unabhängigen Studien in die Risikobewertung von Pestiziden einfließen und wichtige Erkenntnisse über das Verhalten von Pestiziden unbeachtet bleiben. Hiergegen regt sich in den Reihen der Wissenschaftler Widerstand (Myers et al. 2009). Auch dass es bei den Klimisch-Kriterien „an Vorgaben fehlt, wie zwischen Kategorie 2

und 3 unterschieden werden soll“, wird in der Fachwelt bemängelt (Krauth et al. 2013). Kürzlich bewerteten Krauth et al. (2013) 30 Systeme der Qualitätsbeurteilung von präklinischen bzw. toxikologischen Studien. Der Klimisch-Score befand sich bei ihrer Bewertung im schlechtesten Viertel. Zudem ist zu kritisieren, dass die Klimisch-Kriterien in den RARs auch zur Bewertung epidemiologischer Studien herangezogen werden, obwohl sie ursprünglich nur für Tierversuche und ökotoxikologische Studien konzipiert wurden. Nur eine grundsätzliche Überarbeitung der Bewertungskriterien im Zulassungsprozess, anhand derer Behörden Studien bewerten, kann sicherstellen, dass zukünftig unabhängige Studien angemessen berücksichtigt werden.

Good Laboratory Practice (GLP) und Prüfrichtlinien der OECD – Nutzen und Kritik

Julia Sievers-Langer

GLP-Richtlinien wurden erstmalig 1978 initiiert von der US Food and Drug Administration als Reaktion auf schwerwiegende Betrugsprobleme bei Industriestudien zu Pestiziden, die auch toxikologische Tests bei glyphosathaltigen Pestiziden betrafen. GLP-Richtlinien dienen seither als Qualitätskontrolle für von der Industrie eingereichte Studien im Rahmen der Risikobewertung und Zulassung von Chemikalien. Auch die OECD hat solche GLP-Richtlinien aufgestellt (OECD o.J.). Bei der Durchführung von regulatorischen Studien müssen zudem OECD-Richtlinien zur Prüfung von Chemikalien beachtet werden (BfR o.J.). Während die OECD-Prüfrichtlinien vorgeben, wie Studien durchzuführen sind (z.B. Angaben zur Zahl der Versuchstiere, Art der Dosierung und Verabreichung der Testsubstanz und Dauer der Studien), legen die GLP-Prinzipien sehr detailliert den organisatorischen Ablauf und die Dokumentation von Studien fest. So positiv die OECD-Prüfrichtlinien und GLP-Richtlinien für die Qualitätssicherung und Prävention vor Betrugsfällen bei regulatorischen Studien prinzipiell sind, gibt es dennoch einige Kritikpunkte am bestehenden System. Vor allem ist zu kritisieren, dass die Nicht-Berücksichtigung der GLP-Prinzipien durch wissenschaftliche Institute automatisch dazu führt, dass der RMS den Studien die wissenschaftliche Qualität aberkennt (vgl. Abschnitt „Klimisch-Kriterien diskreditieren unabhängige Studien“). Dies ist deshalb problematisch, weil GLP zwar die Qualität hinsichtlich des organisatorischen Ablaufs und der Berichterstattung bei Laborstudien sichern kann, jedoch keine Bedeutung für andere wichtige Aspekte der wissenschaftlichen Qualität einer Studie hat. So erläutert zum Beispiel eine Gruppe von 30 Wissenschaftlern die Grenzen des GLP-Standards folgendermaßen: GLP „specifies nothing about the quality of the research design, the skills of the technicians, the sensitivity of the assays, or whether the methods employed are current or out-of-date“ (Myers et al. 2009, S. 117-309). In einer anderen Studie wird kritisiert, dass überholte Vorgaben für Studien gemacht werden, was dazu führe, dass toxische Effekte von Chemikalien teilweise nicht entdeckt werden können. Hierzu heißt es: „Very high doses are used (to assure statistical significance, due to insensitivity of the assays), but such near-poiso-



„Tierversuche mit veralteter Methodik, zu kleine Tierzahlen, nicht-nachvollziehbare Interpretationen, Trickserei bei der Auswertung. Der „Hammer“: Reagieren die Kontrollen nicht wünschgemäß, werden passende historische Kontrolldaten herangezogen. Dies schreit nach einer neuen und transparenten Risiko-Beurteilung von Glyphosat“.

Dr. med. vet. Peter P. Hoppe

ning levels may have little to do with what happens to organisms that are exposed to real world doses [...] and which go untested [...]. Test animals are killed before old age, masking most developing diseases" (Tweedale 2011, S. 475-476).

Diese fundamentale Kritik von wissenschaftlicher Seite sollte ernst genommen werden, da sie verdeutlicht, wie umstritten das gegenwärtige System der behördlichen toxikologischen Risikobewertung ist. Grundlegende Diskussionen zu den wissenschaftlichen Paradigmen der toxikologischen Risikobewertung sind dringend notwendig. Wissenschaftler, die oben erläuterte Kritikpunkte äußern, sollten von Seiten der zuständigen Behörden in entsprechende Diskussionen und in notwendige Reformprozesse umfassend einbezogen werden.

Die von unabhängigen Wissenschaftlern geäußerten Reformvorschläge für Vorgaben für regulatorische Studien umfassen folgende Aspekte (Antoniou et al. 2011):

- ▶ Durchführung von Studien mit niedrigeren, realistischeren Dosen. Anerkennung, dass Dosis-Wirkungsbeziehungen komplex und nicht-linear sein können (vgl. Vandenberg et al. 2012, Antoniou et al. 2012, Welshons et al. 2003)
- ▶ Durchführung von Studien in „verletzlichen“ Entwicklungsphasen (zum Beispiel während der Pubertät)
- ▶ Ausweitung der Studienzeiträume, um mittel- und langfristige Effekte erfassen zu können
- ▶ Erfassung von mehr Effekten, u.a. funktionelle Veränderungen im Körper, die eine Rolle für die Entwicklung von ernsthaften Gesundheitsproblemen spielen können

Geheimhaltungspolitik erhöhte die Anzahl der Tierversuche mit Glyphosat

Peter Clausing

In der öffentlichen Anhörung des Bundestagsausschusses für Ernährung und Landwirtschaft zum Thema Glyphosat am 2. Juli 2014 wurde vom Vertreter des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) beklagt, dass für Glyphosat für einige Endpunkte die siebenfache Menge an Tierversuchen durchgeführt worden sei. In diesem Zusammenhang ist wichtig darauf hinzuweisen, dass die Vielfachwiederholung bestimmter Versuchstypen nicht durch Forderungen von Nichtregierungsorganisationen oder kritischen Wissenschaftlern nach einer besonders detaillierten Prüfung von Glyphosat verursacht wurde, sondern das Ergebnis der staatlich sanktionierten Geheimhaltungspolitik der chemischen Unternehmen ist. So wurde zwischen 1989 und 1996 die gleiche Art von Studien zur Entwicklungstoxizität an Kaninchen nacheinander von sechs verschiedenen Firmen durchgeführt. Der Ansicht des BfR, dass die siebenfache Wiederholung eines Tierversuchs mit gleichem experimentellem Design „unerträglich“ ist, ist zuzustimmen. Durch mehr Transparenz im Zulassungsverfahren und die öffentliche Zugänglichkeit zu den kompletten Studienberichten unmittelbar nach deren Fertigstellung ließen sich solche unnötigen Wiederholungen vermeiden.

Intransparente Risikobewertung in der Verantwortung der Pestizidindustrie und doppelte Standards bei der behördlichen Überprüfung

Julia Sievers-Langer

Ein grundlegendes Problem des bestehenden Systems der behördlichen toxikologischen Risikobewertung besteht in der hohen Intransparenz und der einflussreichen Position der Konzerne, die eine Zulassung für ihre Produkte beantragen.

Dass die behördliche Risikobewertung sich sehr stark auf die Studien von Herstellern der jeweiligen Produkte verlässt, birgt aufgrund von damit verbundenen Interessenkonflikten erhebliche Risiken. Denn das natürliche Interesse der Hersteller an einer Zulassung und Vermarktung ihrer Produkte kann unter Umständen in Konflikt mit einer neutralen, objektiven Beurteilung dieser Produkte stehen. Zwar gibt es für die von den Herstellern finanzierten oder selbst durchgeführten Studien regulatorische Vorgaben. Doch diese bieten offenbar Spielräume, die es Konzernen ermöglichen, ihre Produkte in einem positiven Licht darzustellen und Risiken zu verschleiern. Dass diese Spielräume nicht unbedeutend sind, legen auch wissenschaftliche Vergleiche zwischen Industrie-finanzierten Studien und unabhängigen Studien nahe: Wenn Herstellerfirmen Studien zur Prüfung ihrer eigenen Produkte finanzieren, sind die Ergebnisse in der Regel vorteilhafter für die jeweiligen Produkte als wenn unabhängige Institute die Produkte prüfen. Auch aus anderen Produktbereichen ist dieses Phänomen bekannt. Ein bekanntes Beispiel ist die Tabakindustrie, die über Jahrzehnte erfolgreich die Risiken des Tabakrauchens verschleiert hat (CEO/Earth Open Source 2012).

Auch im Fall der Glyphosatbewertung scheint sich dieses Muster zu bestätigen: Auch hier ist die Diskrepanz zwischen den Ergebnissen der toxikologischen Bewertung durch Industrie-finanzierte Studien zu den Studien wissenschaftlich-universitärer Einrichtungen groß.

Auffallend ist zudem, wie die zuständigen deutschen Behörden im Bewertungsbericht die Industriestudien einerseits und Studien von unabhängigen Wissenschaftlern andererseits bewerten. Dabei scheinen offenbar doppelte Standards angelegt zu werden. Während fast alle peer-reviewten unabhängigen Studien, die auf toxische Effekte von Glyphosat hinweisen, als nicht relevant oder nicht verlässlich eingestuft werden – meistens mit dem Hinweis auf Nicht-GLP-Beachtung sowie Mängel bei der Methodik und Berichterstattung – werden die Argumente und Einschätzungen von Industrie-finanzierten Studien offenbar unkritisch übernommen und offensichtliche Mängel dabei übersehen (siehe Erläuterungen in den obigen Abschnitten). Ein weiteres Beispiel verdeutlicht diese doppelten Standards, die der RMS anlegt: Zwei Studien von Mladinic et al. kommen zu unterschiedlichen Ergebnissen hinsichtlich der Toxizität von Glyphosat. Die eine Studie (Mladinic et al. 2009a) gibt Hinweise auf durch Glyphosat- verursachte DNA-Schäden. Sie wird vom RMS als nicht verlässlich eingestuft mit der Begründung, dass es eine nicht relevante, nicht nach GLP-System durchgeführte In vitro-Studie sei. Die andere Studie (Mladinic et al. 2009b) deutet darauf hin, dass Glyphosat keine Gesundheitsschäden verursacht.

Sie wurde vom RMS besser („verlässlich mit Einschränkungen“) eingestuft, obwohl die gleichen „Mängel“ vorlagen, nämlich, dass es sich um eine In vitro- und nicht-GLP-Studie handelt (beschrieben bei Swanson 2014). Der Bewertungsbericht erweckt den Eindruck, als ob bei Studien, die auf toxische Wirkungen von Glyphosat hinweisen, systematisch nach methodischen Mängeln gesucht wurde, um die Ergebnisse ignorieren zu können, während bei Studien, die Glyphosat „Unbedenklichkeit“ bescheinigen, gerne ein Auge zugedrückt wurde im Hinblick auf methodische Mängel (darauf deutet zumindest die Analyse von Swanson 2014 hin). Warum der starke Eindruck von doppelten Standards vorliegt, bleibt Interpretations-sache. Möglicherweise deutet dies auf eine gewisse Voreingenommenheit der für den Bereich Humantoxizität zuständigen RAR-Verfasser hin. Diese Problematik weist auf eine weitere Schwäche des gegenwärtigen Systems der EU-Risikobewertung und Zulassung von Pestiziden hin. Laut Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 darf sich der Hersteller eines Produktes selbst aussuchen, welcher Mitgliedsstaat seinen Zulassungsantrag prüft. Es ist sachlich nicht nachvollziehbar, dass diese Entscheidung dem Antragsteller überlassen wird. Denn dadurch wird ermöglicht, dass sich ein Antragsteller einen Mitgliedstaat aussucht, von dem er annimmt, dass er den Antrag wohlwollend prüfen wird. Es ist nicht abwegig anzunehmen, dass eine Voreingenommenheit bei einer Prüfung zur Neuzulassung bestehen kann, wenn zweimal die gleiche Behörde und damit auch teilweise die gleichen Personen dafür zuständig sind. Dies ist zum Beispiel bei Glyphosat der Fall – auch bei der Zulassungsprüfung 1998 war Deutschland der zuständige RMS. Ein gewisser Interessenkonflikt ist auch hier nicht auszuschließen – das Interesse, dass das eigene frühere Urteil bestätigt wird bzw. das Interesse, keine Fehler bei der früheren Bewertung einräumen zu müssen, steht dem Interesse und der Aufgabe einer neutralen Risikobewertung gegenüber. Einer Voreingenommenheit des RMS zugunsten des Antragstellers könnte unter anderem durch die Vorgabe vorgebeugt werden, dass nicht der Antragsteller bestimmt, wer der RMS ist und dass für eine Chemikalie nicht zweimal der gleiche Mitgliedsstaat RMS sein darf. Die Problematik, dass die behördliche Risikobewertung fast ausschließlich auf den Studien der Hersteller-Firmen basiert, wird verschärft durch die mangelnde Transparenz hinsichtlich dieser Studien. Denn in der Regel bleiben die durch die Antragsteller eingereichten Studien unveröffentlicht. Eine Überprüfung dieser Studien durch unabhängige Wissenschaftler ist dadurch nicht möglich. Zwar wird die Bewertung des Antrags in Form des RAR durch die EFSA öffentlich zugänglich gemacht. Doch darin sind wesentliche Passagen geschwärzt und viele wichtige Details werden darin nicht genannt, so dass die Schlussfolgerungen der Autoren teilweise nicht nachvollziehbar sind.

Sinnvolle Vorschläge für eine grundlegende Reform des Systems der Risikobewertung von Pestiziden liegen vor. Um die Beeinflussung der Risikobewertung durch Konzerninteressen und andere Interessenskonflikte auszuschließen, wäre es sinnvoll, dass sich die behördliche Risikobewertung nicht mehr auf Studien stützt, die von den Herstellerfirmen des zu prüfenden Produktes durchgeführt oder in Auftrag gegeben wurden. Stattdessen sollte sich die behördliche Risikobewertung verstärkt auf unabhängige

Studien stützen. Die Kosten dafür könnten von den Herstellern der jeweiligen Produkte übernommen werden – zum Beispiel über Gebühren für die Anmeldung und Prüfung der jeweiligen Produkte. Die Vergabe der Forschungsaufträge an unabhängige Institute könnte über einen unabhängig und transparent verwalteten Fonds geschehen. In jedem Fall müssen alle vorhandenen Studien öffentlich zugänglich gemacht werden.

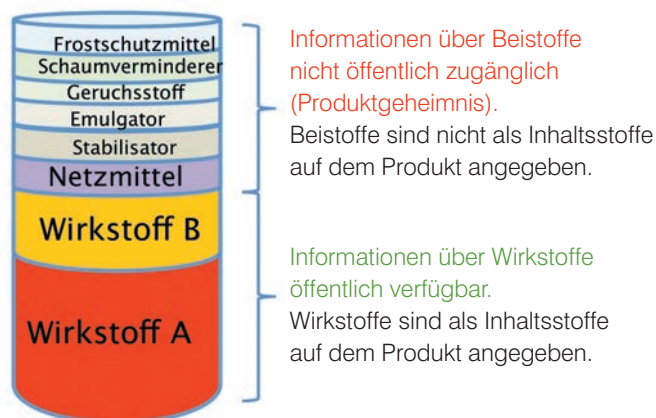
Auf Pestizid-Produkten steht nicht drauf, was drin ist

Susan Haffmans

Formulierte Pestizid-Produkte enthalten nicht nur Wirkstoffe, sondern auch sogenannte Beistoffe oder Formulierungshilfsstoffe. Es sind Substanzen, die gezielt den Produkten beigemischt werden, um die pestizide Wirkung der Wirkstoffe zu verstärken (Synergisten oder Netzmittel), sie zu verringern (Safener) oder die Funktion der formulierten Mittel zu verändern, z. B. indem sie für eine bessere Verteilung der Wirkstoffe in der Spritzlösung sorgen oder die Lagerstabilität verbessern. Beispiele für Beistoffe sind Lösemittel, Emulgatoren, Haftmittel, Frostschutzmittel, Geruchsstoffe, Netzmittel und Schaumverminderer.

Über die Beistoffe, die in einem Pestizidprodukt enthalten sind, muss der Hersteller den Zulassungsbehörden zwar Informationen aus Sicherheitsdatenblättern, u.a. Stoffcharakteristika, Handelsnamen etc. vorlegen. Doch weder der Landwirt, der das Produkt anwendet, noch die Öffentlichkeit erfährt, welche Beistoffe in einem spezifischen Pestizidprodukt enthalten sind, da diese, einschließlich der Rezeptur der Mittel, unter die gesetzlich festgelegten Geschäfts- und Betriebsgeheimnisse fallen (Verordnung (EG) Nr. 1107/2009).

Öffentlich zugänglich ist eine Auflistung der in Deutschland derzeit ca. 1450 in zugelassenen Pestizidprodukten enthaltenen Beistoffe (BVL 2013a) und die „alte“ Liste toxikologisch oder ökotoxikologisch relevanter Beistoffe („unerwünschte Beistoffe“), die bislang aus Pflanzenschutzmitteln entfernt bzw. ersetzt wurden. Hier finden sich fortpflanzungsgefährdende und krebserzeugende Substanzen und solche mit Ozonschicht-schädigender Wirkung (BVL 2006). Welche der gelisteten Beistoffe in welchen Pestizid-Handelsprodukten enthalten sind, können Käufer nicht erkennen. Dies kann für Einzelpersonen jedoch bedeutsam sein, zum Beispiel, wenn eine bereits erkannte Netzmittel-Allergie vorliegt.



Zusammensetzungen von Pestizidprodukten variieren. Wirkstoffe können in sehr unterschiedlicher Menge im Produkt enthalten sein, z.B. gerade einmal 2,5 g/kg oder 750 g/kg. (PAN Germany)

Gefahren von POE-Tallowamin-Beistoffen sind erkannt, aber nicht gebannt

Susan Haffmans

Beistoffe in Pestizid-Produkten oder die Kombinationen von Inhaltsstoffen können toxischer sein als der Wirkstoff selbst. So kann die Giftigkeit eines formulierten Handelsproduktes die Giftigkeit der eingesetzten Wirkstoffe überschreiten. Sogenannte Netzmittel setzen beispielsweise die Oberflächenspannung flüssiger Formulierungen herab. Dadurch perlt das Mittel nicht vom Blatt ab, sondern dringt in die Pflanze ein. Durch den Zusatz solcher Netzmittel wird die herbizide Wirkung gezielt verstärkt (BfR, 15.1.2014).

Im Zusammenhang mit glyphosathaltigen Produkten wie Roundup stehen besonders die POE-Tallowamine (polyethoxylierte Alkylamine oder auch POEA) im Fokus der Kritik. Diese Netzmittel, die weltweit in vielen Roundup-Produkten enthalten sind, sind akut toxisch für Wasserorganismen und verantwortlich u.a. für hohe Todesraten von Amphibien (Relyea 2005). Zudem stehen sie im Verdacht, das Hormonsystem von Lebewesen, u.a. Fischen und Amphibien, zu stören. Das BVL hat daher 2012 Tallowamine zur Aufnahme in die Liste „unzulässiger Beistoffe“ an die EU gemeldet (BVL 2012). Eine entsprechende Durchführungsvorschrift gemäß Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 Art. 27, 5) liegt zum Zeitpunkt der Drucklegung noch nicht vor. Erst wenn die Tallowamine in diese EU-Liste aufgenommen sind, gibt es ein EU-weites Verbot tallowaminhaltiger Pestizide. Denn anders als aktuell vielfach verlautbart, besteht ein solches Verbot derzeit noch nicht. In Deutschland tauschten Anbieter von Glyphosat-Produkten Tallowamine bislang „freiwillig“, auf Drängen der hiesigen Behörden, durch andere Netzmittel aus. Deshalb ist der Austausch in der EU bislang auf in Deutschland zugelassene Glyphosat-Herbizide beschränkt. Allerdings sind nicht alle Unternehmen der Aufforderung gefolgt. Mit den Handelsprodukten Glyphos Dakar (auch vermarktet unter dem Produktnamen Roundup TURBOplus) von Cheminova A/S und Plantaclean 360 von Barclay Chemicals, beide zugelassen bis Ende 2014, sind nach wie vor Glyphosat-Produkte auf dem deutschen Markt, die Tallowamin bzw. POE-Tallowalkylamin enthalten. Zudem gelangen Lebens- und Futtermittel, die im Ausland mit tallowaminhaltigen Glyphosatprodukten behandelt wurden, über Importe nach Deutschland. Daher sind Belastungen von Menschen, Tieren und der Umwelt weiterhin nicht auszuschließen. Bislang durchlaufen Beistoffe keinen gesonderten Genehmigungsprozess, sondern werden als Bestandteil von Formulierungen geprüft und bewertet. Ab 2016 werden kleine Dossiers zu jedem Beistoff vorzulegen sein. Dies wird aber wohl kaum verhindern, dass auch zukünftig problematische Beistoffe in Produkten enthalten sein können bzw. dass durch Beistoffe verursachte negative Stoffeigenschaften von Pestizid-Produkten im Rahmen der Risikoprüfung nicht entdeckt und dadurch Lebewesen geschädigt werden.

Glyphosathaltige Präparate mit dem Beistoff POE-Tallowamin wurden zugelassen, ohne dass überhaupt ein Monitoring des bekanntermaßen toxischen Beistoffs möglich war. Laut Auskunft der Bundesregierung von 2011 arbeitete zu diesem Zeitpunkt nur ein Labor an einer Methode zur Analyse

von POE-Tallowamin-Rückständen. Dies bedeutet, dass Präparate mit diesem Zusatzstoff zugelassen wurden, obwohl sein Verbleib in der Umwelt überhaupt nicht überwacht werden konnte (siehe dazu auch der Abschnitt „Unzureichende Rückstandskontrollen – Lücken im Verbraucherschutz“). Wie ist dies möglich? Die Feststellung von Wirkstoffen und Beistoffen durch geeignete Methoden ist in Artikel 29 der Zulassungs-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 1107/2011) geregelt, jedoch mit der Einschränkung, dass dies nur für „gegebenenfalls [...] relevante Verunreinigungen und Beistoffe“ gilt. Dies macht zweierlei deutlich: Vor Inkrafttreten der neuen Verordnung gab es überhaupt keine Verpflichtung der Zulassungsnehmer, geeignete Analysemethoden zur Verfügung zu stellen – nicht einmal für die Pestizidwirkstoffe. Heute besteht zwar eine solche Verpflichtung, die Einschränkung auf „gegebenenfalls relevante“ Beistoffe öffnet aber das Tor für Ausnahmen.

Ableitung von gesundheitlichen Grenzwerten aus toxikologischen Studien

Julia Sievers-Langer

Aus toxikologischen Laborstudien leiten Behörden gesundheitliche Grenzwerte für den Menschen ab. Dies basiert auf der Annahme, dass gesundheitsschädigende Effekte erst ab einer bestimmten Dosis auftreten (Wirkschwelle). Ein wichtiger gesundheitlicher Grenzwert ist der ADI – der „Acceptable Daily Intake“ (ADI). Der ADI legt die Menge eines Fremdstoffs in Lebensmitteln fest, die ein Verbraucher täglich sein Leben lang maximal zu sich nehmen kann, ohne seine Gesundheit zu gefährden. Als Grundlage für die Berechnung des ADI wird der sogenannte No Observed Adverse Effect Level (NOAEL) als Schwellenwert herangezogen – das ist die „höchste Wirkstoffkonzentration, bei der (noch) keine schädlichen Effekte im Tierversuch gesehen werden“. Hinzugerechnet wird ein Unsicherheitsfaktor (von 100 bis teilweise 1000), um die Ungewissheiten der Übertragung vom Tierversuch auf den Menschen zu berücksichtigen.

Umstrittener ADI für Glyphosat

Julia Sievers-Langer

Zurzeit liegt der von der EU festgelegte ADI für Glyphosat bei 0,3 mg/kg Körpergewicht. In dem aktuellen Bewertungsbericht (RAR) für das Neuzulassungsverfahren von Glyphosat empfehlen die zuständigen deutschen Behörden eine Heraufsetzung des ADI auf 0,5 mg/kg Körpergewicht. Begründet wird dies folgendermaßen: „Bei gemeinsamer Betrachtung aller vorliegenden validen Studien am Kaninchen wurde für Glyphosat sowohl für die maternale Toxizität (Wirkung auf die Muttertiere) als auch für die Entwicklungstoxizität (Wirkung auf die Feten) ein NOAEL von 50 mg/kg Körpergewicht ermittelt“ (BfR 15.1.2014). Demgegenüber weisen andere Wissenschaftler darauf hin, dass toxische Effekte schon bei wesentlich niedrigeren Dosierungen gefunden wurden und kritisieren, dass diese von den Behörden nicht berücksichtigt werden (Swanson 2014, Antoniou et al. 2012). Bei einer von Feinchemie beauftragten Studie, die im Rahmen des Zulassungsverfahrens 1998 geprüft wurde, seien laut einer Prüfung von Antoniou et al. bei 20 mg/kg Körpergewicht statistisch signifikante toxische

Effekte bei den Versuchstieren (Kaninchen) aufgetreten (Suresh, 1993, Antoniou et al. 2011, Antoniou et al. 2012). Der NOAEL liege demzufolge darunter – bei 10 mg/kg Körpergewicht. Bei einem Unsicherheitsfaktor von 100 dürfe der ADI dementsprechend nicht höher als 0,1 mg/kg Körpergewicht sein (Salzmann 2014). Feinchemie empfahl im Rahmen des früheren Glyphosat-Zulassungsverfahrens (1998) sogar einen noch niedrigeren ADI in Höhe von 0,05 mg/kg Körpergewicht, basierend auf einer zweijährigen Studie an Ratten, bei der ein NOAEL von 5,5 mg/kg Körpergewicht ermittelt wurde (Analyse dazu bei Antoniou et al. 2011, S.18). Die Studien, die auf niedrigere NOAEL-Schwellenwerte hinweisen als von den Behörden angenommen, werden von den zuständigen Behörden jedoch nicht anerkannt und aus wissenschaftlich fragwürdigen Gründen diskreditiert – unter anderem mit Hinweis auf historische Kontrolldaten und nicht eindeutige Dosis-Wirkungsbeziehungen (Antoniou et al. 2011).

Rückstandshöchstgehalte für Lebensmittel

Julia Sievers-Langer

Rückstandshöchstgehalte legen fest, wieviel Rückstand eines Stoffes maximal in einem Lebensmittel enthalten sein darf, damit das Lebensmittel als „verkehrsfähig“ gilt und überhaupt gehandelt werden darf. Rückstandshöchstgehalte sind selbst keine toxikologischen Grenzwerte. Die Festlegung von Rückstandshöchstgehalten für Pestizidwirkstoffe orientiert sich in Europa in erster Linie an der bestehenden landwirtschaftlichen Praxis. So wird für verschiedene Pflanzen getestet, wie hoch die Rückstände sind, die bei der gängigen Anbau- bzw. Pflanzenschutzpraxis im Erntegut verbleiben. Dementsprechend werden die Rückstandshöchstgehalte festgelegt. Um sicherzustellen, dass die Gesundheit von Verbrauchern nicht durch Rückstände gefährdet wird, werden die Rückstandshöchstgehalte mit toxikologischen Grenzwerten wie z.B. dem ADI abgeglichen. Die Rückstandshöchstgehalte für Glyphosat variieren von Produkt zu Produkt erheblich (siehe dazu Tabelle 5 mit Beispielen für Glyphosat-Rückstandshöchstgehalte). Dies ist auch auf unterschiedliche landwirtschaftliche Praktiken zurückzuführen. Bei Kulturen, für die Glyphosat zur Sikkation zugelassen ist, sind die Rückstandshöchstgehalte besonders hoch.

Tabelle 5: Aktuell gültige Glyphosat-Rückstandshöchstgehalte in Europa für ausgewählte Lebensmittel

Weizen, Roggen	10 mg/kg
Gerste, Hafer	20 mg/kg
Sorghum	20 mg/kg
Linsen	10 mg/kg
Erbsen	10 mg/kg
Soja	20 mg/kg
Sonnenblumenkerne	20 mg/kg
Macadamia-Nüsse	0,1 mg/kg
Aprikosen	0,1 mg/kg
Mandarinen, Orangen	0,5 mg/kg

Quelle: EU-Pestizid-Datenbank, Daten abgerufen am 15. November 2014

Abgleich von Rückstandshöchstgehalten mit toxikologischen Grenzwerten berücksichtigt nicht die Kombinationswirkungen zwischen Glyphosat und Beistoffen

Julia Sievers-Langer

Der Abgleich von Rückstandshöchstgehalten mit toxikologischen Grenzwerten berücksichtigt offenbar nicht die toxischen Wirkungen von Beistoffen wie zum Beispiel POE-Tallowaminen und die Kombinationswirkungen der Beistoffe mit dem Wirkstoff Glyphosat, obwohl in der Realität Rückstände von Glyphosat zusammen mit diesen Beistoffen auftreten. So geht das BfR davon aus, „dass in Lebens- und Futtermitteln die Rückstände von POE-Tallowaminen im selben Verhältnis zu Glyphosat stehen wie im Pflanzenschutzmittel“ (BVL, 1.6.2010).

Das BfR hat im Jahr 2010 einen eigenen ADI für POE-Tallowamine abgeleitet (ebd.). Dieser liegt aber weit über dem von Wissenschaftlern empfohlenen ADI für Glyphosat-Formulierungen und berücksichtigt nicht mögliche Kombinationswirkungen von POE-Tallowaminen mit Glyphosat. Während das BfR einen ADI für POE-Tallowamine in Höhe von 0,1 mg/kg Körpergewicht abgeleitet hat, gibt es Wissenschaftler, die davon ausgehen, dass der ADI für bestimmte getestete Glyphosatprodukte noch niedriger sein müsste (Antoniou et al. 2011, Antoniou et al. 2012). Sie verweisen auf zwei (nicht von der Pestizidindustrie finanzierte) wissenschaftliche Studien mit zwei verschiedenen Glyphosat-Formulierungen, die toxische Effekte bei 5 mg/kg bzw. 4,87 mg/kg ergaben (Romano et al. 2010, Benedetti et al.

2004). Auf dieser Grundlage könne ein (noch zu überprüfender) NOAEL von 2,5 mg/kg Körpergewicht angenommen werden. Daraus lasse sich ein ADI von 0,025 mg/kg Körpergewicht ableiten.

Der vom BfR gesetzte ADI für POE-Tallowamine berücksichtigt nicht die neueren wissenschaftlichen Erkenntnisse, dass tallowaminhaltige Glyphosatprodukte um ein Vielfaches toxischer sind als Glyphosat alleine (Mesnage et al. 2014, Mesnage et al. 2013). Der vom BfR gesetzte ADI für POE-Tallowamine hat offenbar keine Auswirkungen auf die Festlegung von Rückstandshöchstgehalten gehabt. Wenn man die von unabhängigen Wissenschaftlern vorgeschlagenen ADI-Werte für Glyphosat bzw. Glyphosatprodukte zugrunde legt, zeigt sich jedoch, dass die geltenden Rückstandshöchstgehalte Rückstände erlauben, die langfristige gesundheitliche Schäden nicht sicher ausschließen können. Dies bestätigt eine Überprüfung der Rückstandshöchstgehalte mit dem EFSA Verzehrmodell PRIMO (siehe unten).

Die in Rückstandsuntersuchungen gefundenen Rückstände bleiben zwar offenbar in der Regel deutlich unterhalb der erlaubten Rückstandshöchstgehalte. Unabhängig von den tatsächlich auftretenden Rückständen sollten die Rückstandshöchstgehalte aus Vorsorgegründen dennoch nach unten angepasst werden, um einen zuverlässigen Schutz nicht nur vor Glyphosatrückständen, sondern auch vor den Rückständen von Glyphosatprodukten mit allen enthaltenen Beistoffen zu bieten.

Auch wenn in Deutschland kaum noch tallowaminhaltige Pflanzenschutzmittel auf dem Markt sind, ist die Problematik der Tallowaminrückstände nicht gelöst. Denn Tallowaminrückstände können in importierten Lebensmitteln enthalten sein, jedoch auf Grund mangelnder Analyseverfahren nicht angemessen festgestellt werden (siehe dazu Abschnitt „Unzureichende Rückstandskontrollen – Lücken im Verbraucherschutz“).

Die Problematik der Beistoff-Toxizität weist auf grundlegende Probleme des bestehenden Systems für die Risikobewertung und Zulassung von Pestiziden sowie den Schutz vor Pestizidrückständen hin. Es bietet keine ausreichende Sicherheit, nur den reinen Pestizidwirkstoff in Langzeitstudien zu prüfen und daraus gesundheitliche Grenzwerte und Rückstandshöchstgehalte abzuleiten. Auch die Beistoffe und die fertigen Pestizidprodukte – als Substanzgemische – müssten in Langzeitstudien geprüft werden. Dementsprechend müsste auch der ADI für Pestizidformulierungen und nicht nur für den reinen Pestizidwirkstoff bei der Festlegung von Rückstandshöchstgehalten berücksichtigt werden. Doch eine derartige Reform des Risikobewertungssystems wäre mit hohen Kosten und einem hohen Aufwand verbunden.

Überprüfung der Rückstandshöchstgehalte mit dem EFSA Verzehrmodell (PRIMO)

Lars Neumeister

Für die Bewertung der Rückstandshöchstgehalte für Glyphosat wurde das EFSA Verzehrmodell PRIMO (EFSA 2008) für die chronische Giftigkeit verwendet. Dieses Modell enthält Daten zum Konsum durch 27 Verbrauchergruppen in ganz Europa und der Welt und berechnet die prozentuale Ausschöpfung unter anderem des ADI für 379 Lebensmittel(gruppen).

Die aktuell gültigen (Stand Oktober 2014) Rückstandshöchstgehalte wurden in das Modell übertragen. Das Modell stellt ein Worst-Case-Szenario dar:

1. alle Lebensmittel enthalten Rückstände tagtäglich in Höhe des Rückstandshöchstgehalts,
2. es gibt keinen Abbau durch Verarbeitung,
3. das Bezugskörpergewicht (KG) bleibt gleich.

Bei dem derzeitigen ADI Wert von 0,3 mg/kg Körpergewicht wird im Worst-Case-Szenario der Grenzwert der chronischen Giftigkeit für eine Verbrauchergruppe (UK, Kinder KG 14,5 kg) überschritten. Bei einem ADI von 0,1 mg/kg liegen fünf weitere Verbrauchergruppen über oder dicht an der Schwelle von 100%. Geht man von einem weiteren Unsicherheitsfaktor von 10 aus ($ADI = 0,03 \text{ mg/kg KG}$), liegt die Summe der Rückstände bei fast allen ($n=24$) der 27 Verzehrmodelle über der ADI-Schwelle (wieder Worst-Case-Szenario).

Dazu muss gesagt werden, dass bei dieser Betrachtung die Verarbeitungsfaktoren fehlen. Die hohen Rückstandshöchstgehalte betreffen fast alle Lebensmittel, die weiterverarbeitet werden, daher müsste man eigentlich den Abbau durch die Weiterverarbeitung berücksichtigen. Umfassende Daten dazu liegen aber weder in der BfR-Datensammlung noch in der RIVM Sammlung von Verarbeitungsfaktoren vor (BfR 2011, RIVM 2014). In der BfR-Sammlung gibt es einige Verarbeitungsfaktoren, die einen starken Abbau zeigen (z.B. Faktor von Weizenkorn auf Vollkornbrot von 0,36).

Fazit: Das Worst-Case Szenario stellt zwar eine starke Überschätzung der Exposition dar, da Glyphosat-Rückstände nicht so häufig und nicht so hoch sind wie im Worst-Case-Szenario angenommen (siehe Abschnitt „Glyphosatrückstände scheinen verbreiteter zu sein als von staatlicher Seite dargestellt“). Aus Vorsorgegründen sollten jedoch die Rückstandshöchstgehalte vor allem für Getreide abgesenkt werden. Angesichts der Rückstandslage sind sie unangemessen hoch und führen bei voller Ausschöpfung und angenommener höherer Giftigkeit (insbesondere in Kombination mit bestimmten Beistoffen wie POE-Tallowaminen) zu einem potenziellen Risiko für den Verbraucher.



Foto: Ludwig Tent

Problemfeld Pestizidanwendung und Pestizidkontrolle

Die Glyphosat-Anwendung durch Laien ist oft rechtswidrig und wird weiterhin geduldet

Carina Weber

Die in Haus- und Kleingärten eingesetzte Glyphosat-Menge ist trotz der hohen Anzahl zugelassener Präparate mengenmäßig gering. Der Einsatz ist dennoch sehr problematisch, weil Laien die Pestizide handhaben und weil unsachgemäße Anwendungen trotz Problemfeststellung seit über einer Dekade nicht abgestellt wurden – etwa die verbotene Ausbringung von Glyphosat auf Wegen und Auffahrten.

Nach wie vor kennen viele Privatanwender das Verbot der Unkrautbekämpfung auf befestigten Freilandflächen wie Gehwegen oder Garageneinfahrten nicht. Wer auf versiegelten Flächen spritzen will, muss bei der zuständigen Länderbehörde eine Ausnahmegenehmigung beantragen. Laut dem BVL-Jahresbericht wurden 2010 auf 38,9 Prozent der kontrollierten Flächen Pestizide ohne diese vorgeschriebene Genehmigung eingesetzt

(Agrarheute 2012). Die Brisanz ist den Fachbehörden seit Jahren bewusst. „Von Vertretern des Pflanzenschutzdienstes wird festgestellt, dass das Problem des Eintrages über versiegelte Flächen nur in den Griff zu bekommen ist, wenn Glyphosat komplett aus dem Haus- und Kleingarten (HUK), das bedeutet aus der der Anwendung durch nicht-berufliche Verwender, herausgenommen wird oder alternativ zumindest keine Anwendungen auf Wegen/Plätzen mehr ausgewiesen werden“ (BVL Fachbeirat Naturhaushalt 2011). Doch das BVL sah „Probleme hinsichtlich der juristisch abgesicherten Begründung für eine solche Maßnahme“ (BVL Fachbeirat Naturhaushalt 2011).

Mit Beschluss vom November 2013 bat der Bundesrat die Bundesregierung, „zeitnah die rechtlichen Grundlagen für ein Verbot der Anwendung glyphosathaltiger Herbizide im Haus- und Kleingartenbereich zu schaffen“ (Bundesrat 2013). Als Begründung führte der Bundesrat auf, dass der „mit der Einführung spezieller Abgabebedingungen glyphosathaltiger Pflanzenschutzmittel seit 2003 erwartete Rückgang der Rückstandsbefunde dieses Wirkstoffes in Oberflächengewässern nicht im erwarteten Maße eingetreten ist. Die Abgabevorschrift, den Erwerb glyphosathaltiger Mittel für die Anwendung auf Nichtkulturland im Haus- und Kleingarten nur durch Vorlage einer behördlichen Genehmigung zu ermöglichen, hat sich somit als nicht zielführend erwiesen.“ Eine Überwachbarkeit sei kaum gegeben. Auch in diesem Zusammenhang ist wichtig, neben Glyphosat auch die anderen Herbizide in die Betrachtung einzubeziehen, da auch andere Herbizide in Haus- und Kleingärten eingesetzt werden. Herbizide machen bezüglich der Umsätze von Pflanzenschutz- und Biozidprodukten im Haus und Garten mit 24,2% den größten Anteil aus. Im Jahresbericht 2012/2013 des Industrieverband Agrar heißt es: „Gleichbleibend hoch war der Bedarf an Herbiziden, die im Berichtsjahr 26,5 Millionen Euro einbrachten“ (Industrieverband Agrar 2013). Die Aufrufe zur Pestizid-Reduktion verhallten also auch in diesem Anwendungsbereich. Umwelt- und Verbraucherschutzverbände machen sich seit Jahren für ein Verbot der Anwendung von Herbiziden durch Laien stark. Denn neben dem Problem der unsicheren Lagerung, der ungeschützten Zugänglichkeit für besonders empfindliche Personen wie Schwangere, Alte und Kinder und der besonderen Abdriftproblematik, sind ganz offensichtlich gerade im besiedelten Raum die Fehl- und Falschanwendungen wie das verbotene Spritzen von Wegen und Terrassen anders nicht in den Griff zu bekommen.

Totspritzen von Ackerkulturen kurz vor der Ernte ist belastend und verzichtbar

Susan Haffmans

Neben dem Einsatz von Glyphosat zum Abtöten von ungewolltem Pflanzenbewuchs, ist Glyphosat auch zur Sikkation, der Abreifeschleunigung, zugelassen. 73 der derzeit 81 in Deutschland zur Sikkation zugelassenen Pestizidprodukte enthalten als Wirkstoff Glyphosat. Dies zeigt die herausragende Rolle des Wirkstoffs bei der Spätanwendung (BVL 2014b). Bei der Sikkation mit Herbiziden macht man sich die Pflanzen abtötende

Wirkung der Wirkstoffe zunutze und spritzt ca. ein bis zwei Wochen vor der Ernte den Kulturpflanzenbestand, um ihn abzutöten. Das so erzwungene gleichzeitige „Abreifen“ dient der Ernteerleichterung und soll Ernteverluste verhindern. Rund 11% des in Deutschland eingesetzten Glyphosat wird zur Sikkation verwendet. In manchen EU-Ländern, etwa Großbritannien, liegen die Zahlen noch deutlich höher. Glyphosat darf in Deutschland zur Sikkation von Raps, Lein und Lupinen sowie von Gerste, Hafer, Roggen, Triticale und Weizen benutzt werden. Ausgenommen sind lediglich Saat- und Braugetreide (BVL 2014). Als Begründung für diese Ausnahme findet man Hinweise auf eine Reduzierung der Keimfähigkeit des sikkiierten Getreides (Haalck 2012).

Die Sikkationsanwendung steht zu Recht in besonderem Maße in der Kritik, denn hierbei richtet sich die Pestizid-Anwendung nicht gegen einen unerwünschten Organismus, sondern die Kulturpflanze, also das Lebensmittel selbst, wird aus Gründen der Praktikabilität und Kostenersparnis abgetötet. Außerdem bedeutet die Sikkation, dass zu den Hauptspritzzeiten von Glyphosat vor der Saat und zur Stoppelbehandlung kurz vor der Ernte noch eine weitere Ausbringung hinzukommt. Dies bedeutet eine zusätzliche Belastung von Mensch und Natur, u.a. durch Rückstände in Lebensmitteln, Abdrift, Belastung von Gewässern und die Zerstörung von Ackerwildpflanzen, die Vögel und Insekten als Nahrung und Nistmaterial benötigen. Dass das Besprühen von Kulturpflanzen mit Herbiziden nicht mit den – zumindest auf dem Papier bestehenden – Grundsätzen der „guten fachliche Praxis im Pflanzenschutz“ (BMELV 2010) zu vereinbaren ist, lässt sich kaum leugnen.

Während Österreich 2013 ein Sikkationsverbot für Glyphosat verhängte, konnte sich Deutschland trotz der Rückstandssituation, der Umweltwirkung, des öffentlichen Drucks und der Forderung des Bundesrates, die Sikkation möglichst ganz zu beenden (Bundesrat 2013, Bundesrat 2014), lediglich zu verschärften Anwendungsbestimmungen für glyphosathaltige Pestizidprodukte durchringen. Diese seit dem 25. Mai 2014 geltenden Bestimmungen begrenzen Glyphosat-Anwendungen auf maximal zwei Anwendungen pro Jahr und auf eine Gesamtmenge von 3600 Gramm pro Hektar. Sikkation ist nun nur noch auf Teilflächen erlaubt, „wo das Getreide ungleichmäßig abreift und eine Beerntung ohne Behandlung nicht möglich ist“. Spritzungen zur „Steuerung des Erntetermins oder Optimierung der Drusch“ sind nicht mehr erlaubt (BVL 21.5.2014). Ob diese nun geltenden Einschränkungen der „Spätanwendung“ zu einer Entlastung der Umwelt führen werden, muss sich zeigen. Es sind allerdings Zweifel angebracht, wie eine jetzt schon überforderte Anwendungskontrolle die verschärften Auflagen in der Praxis überprüfen und überhaupt durchsetzen will (Weber 2014).

Die späte Sikkationsanwendung von Glyphosat in der Kultur gilt als Haupteintragsquelle für Rückstände von Glyphosat im Erntegut, darunter Getreidestroh, Hülsenfrüchte, Rapsamen und Getreidekörner (Pflanzenschutzdienst Gießen 2014; Sieke 2014). Zweifelsfrei ist, dass die Spätanwendung von Glyphosat die Höhe der erlaubten Rückstandshöchstgehalte beeinflusst. In Kulturen, in denen die Sikkation mit Glyphosat ein verbreitetes Verfahren der landwirtschaftlichen Praxis ist (z.B. bei Roggen und Weizen),

werden Rückstandshöchstgehalte im Korn von 10 mg/kg akzeptiert und damit eine 10fach höhere Belastung als bei Kulturen wie Buchweizen und Mais, in denen Glyphosat ausschließlich zur Unkrautvernichtung eingesetzt wird (BfR 2014).

Rückstände im Stroh können Auswirkungen auf die Tiergesundheit haben, wenn belastetes Getreidestroh zur Tierfütterung genutzt wird. Verschärft wird dies durch die Tatsache, dass mit dem Handelsprodukt Plantaclean 360 nach wie vor ein Glyphosat-Produkt mit POE-Tallowamin als Netzmittel auf dem Markt ist, das auch zur Sikkation zugelassen ist.

Dass die Spätanwendung von Herbiziden zusätzliche Risiken für Oberflächengewässer, das Grundwasser und Nichtzielorganismen mit sich bringt, bestätigt der Entwurf des Bewertungsberichts zur Neubewertung von Glyphosat (Renewal Assessment Report 2013, Volume 1, S. 125). Vorschläge für in der gesamten EU geltende regulatorische Konsequenzen werden daraus jedoch nicht abgeleitet. Vielmehr wird mit dem Hinweis auf die Nationalen Pestizid-Aktionspläne (NAP) die Lösung des Problems dem nationalen Willen bzw. Unwillen der 25 Mitgliedstaaten überantwortet und auf die Möglichkeit der Festlegung von Risikominderungsmaßnahmen auf nationaler Ebene verwiesen.

Die behördliche Überwachung und Kontrolle des Verkaufs und der Anwendung von Glyphosat ist intransparent und ineffektiv

Carina Weber

Seit 2004 gibt es in Deutschland ein bundesweites Pflanzenschutz-Kontrollprogramm, über dessen Ergebnisse jährlich auf Bundesebene berichtet wird (BVL o.J.b). Ziel ist, die Einhaltung pflanzenschutzrechtlicher Vorschriften beim Inverkehrbringen und bei der Anwendung von Pestiziden und Pflanzenschutzgeräten zu kontrollieren. Eine Sichtung der seit 2004 veröffentlichten Pflanzenschutz-Kontrollberichte zeigt, dass festgestellte Missstände bezüglich Glyphosat keineswegs zeitnah abgestellt wurden und in der Berichterstattung Probleme nicht konsequent bis zur Problemlösung nachverfolgt wurden. Zudem ist der Informationsgehalt der Kontrollberichte dürftig, weil weder Ross und Reiter noch die geografische Verteilung der Probleme benannt werden.

Glyphosat wird in sämtlichen Berichten der Jahre 2006 bis 2011, dem letzten aktuell vorliegenden Bericht, erwähnt. Die auf Glyphosat bezogenen Probleme betreffen:

- a) „signifikante Abweichungen in den Gehalten eines Beistoffes“ (Bericht 2006), wobei der Beistoff und die geografische Verteilung der Probleme nicht genannt werden
- b) bei eBay bzw. im Internet beanstandete Angebote von „Roundup-Glyphosat-Präparaten“ (Berichte 2007, 2008, 2009, 2010)
- c) Verstöße gegen „Vorgaben zum Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln mit dem Wirkstoff Glyphosat“ (Berichte 2008, 2009, 2010)
- d) nicht erlaubter Einsatz von Glyphosat in Besenheide (Bericht 2011)
- e) Mängel in Verdachtsproben von Handelsprodukten (Bericht 2012), wobei nicht deutlich wird, um welche Mängel es sich genau handelt.

Wer also anhand der Berichte des Pflanzenschutz-Kontrollprogramms erkennen möchte, wie es um die Art und Verteilung der Glyphosat-Probleme nach Bundesländern steht und sicher sein will, dass die staatlichen Stellen Probleme bei der Verwendung von Glyphosat-Produkten (und anderen Pestiziden) auch tatsächlich so nachverfolgen, dass sie zeitnah gelöst werden, wird enttäuscht. Erkennbar ist nur, dass das Kontrollprogramm eine Reihe von Problemen mit Glyphosat identifiziert hat. Ob sie abgestellt wurden, ist aus den Berichten des Kontrollprogramms nicht erkennbar. Die Berichte vermitteln zudem den Eindruck, dass eine Differenz zwischen Problemfeststellungen von Bürgern und der Wahrnehmung der Überwachungsbehörden existiert. In sämtlichen seit 2004 veröffentlichten Berichten ist nicht ein einziges Mal von Fällen die Rede, in denen Anrainer von Agrarflächen Abdriftschäden erlitten, obwohl sich bei PAN Germany eine ganze Reihe von Personen meldeten, die unter solchen Problemen leiden. Auf Bundesebene existiert keine behördliche Struktur zur Erfassung von Schäden durch Pestizid-Abdrift. Deshalb hat PAN Germany den „Meldebogen Pestizid-Abdrift“ ins Netz gestellt (PAN Germany o.J.).

Glyphosatrückstände scheinen verbreiteter zu sein als von staatlicher Seite dargestellt

Julia Sievers-Langer

Über das Ausmaß von Glyphosatrückständen in Lebens- und Futtermitteln gibt es widersprüchliche Angaben. Laut Auskunft der Bundesregierung wurden zwischen Januar 2009 und Juni 2013 3071 Kontrollen bei Lebensmitteln auf Glyphosatrückstände durchgeführt. Nur in 2,5% der Proben seien Rückstände gefunden worden und nur bei 1,2% der Proben sei der zulässige Höchstgehalt überschritten worden (Bundestagsdrucksache 17/14291).

Es gibt jedoch Hinweise darauf, dass Rückstände verbreiteter sind als die behördlichen Stichproben nahelegen. So haben zum Beispiel Untersuchungen von Testbiotech bei argentinischen gentechnisch veränderten Sojabohnen ergeben, dass in 7 von 11 Proben der international zulässige Rückstandshöchstgehalt für Glyphosat (20 mg/kg) überschritten wurde. In einer Probe war der Gehalt fast 100 mg/kg. Es wurden ebenfalls hohe Rückstände von AMPA, dem wichtigsten Abbauprodukt von Glyphosat, gefunden (Testbiotech 2013). Auch Untersuchungen von einem internationalen Wissenschaftlerteam ergaben, dass Glyphosat-Rückstände in gentechnisch verändertem Soja verbreitet sind. Demnach wurden in 7 von 10 Proben Rückstände von über 5,6 mg/kg gefunden (Bohn et al. 2014). Dieser Fund ist aus Sicht des Verbraucherschutzes beunruhigend, speziell auch im Hinblick auf die Gesundheit von Nutztieren, die über gentechnisch veränderte Sojafuttermittel den Rückständen regelmäßig ausgesetzt sind. Schließlich importiert die EU jährlich etwa 35 Millionen Tonnen Sojaschrot und -bohnen, unter anderem aus Argentinien.

Auch in Getreideprodukten sind Rückstände offenbar verbreitet – das legen Untersuchungen von ÖKO-TEST nahe. ÖKO-TEST fand in 14 von 20 Getreideprodukten (Brötchen, Haferflocken, Müsli und Mehl) Glyphosatrückstände (ÖKO-TEST 2013). Glyphosat-Rückstände in Getreide sind

auch in anderen europäischen Ländern verbreitet. So ergab eine Untersuchung der Daten über Pestizid-Rückstände in Brot in Großbritannien, dass Glyphosat neben Chlormequat das in Brot am häufigsten analysierte Pestizid ist (PAN UK 2014). Die von ÖKO-TEST gefundenen Rückstände waren zwar gering – sie lagen zwischen 0,017 mg/kg und 0,12 mg/kg – und damit unter den gültigen Rückstandshöchstgehalten für verschiedene Getreidearten. Doch entgegen der Beteuerungen der Behörden bleiben bei Verbrauchern und Experten doch Zweifel, ob diese verbreiteten, wenn auch geringen Rückstände, ganz ohne negative gesundheitliche Wirkungen sind. Viele Hinweise auf gesundheitliche Auswirkungen von Glyphosat werden bei der behördlichen Risikobewertung gar nicht berücksichtigt (siehe dazu der Abschnitt „Hinweise auf ernährungsbedingte Krankheiten von Tieren und Menschen durch Glyphosat fallen bisher durch das Raster der Zulassungsprüfung“). Und es mangelt an Forschung zu den Auswirkungen einer kontinuierlichen lebenslangen Aufnahme von (geringen) Glyphosatrückständen, was vor allem auch in Kombination mit den Rückständen anderer Pestizide und Beistoffe untersucht werden müsste.

Unzureichende Rückstandskontrollen – Lücken im Verbraucherschutz

Julia Sievers-Langer

Nicht nur die Kontrolle des Verkaufs und der Anwendung von glyphosathaltigen Pestiziden ist defizitär, auch die Kontrolle von Rückständen glyphosathaltiger Pestizide in Lebens- und Futtermitteln ist unzureichend aus Verbraucherschutzperspektive. Denn zum einen finden Kontrollen von den zuständigen Fachbehörden der Bundesländer offenbar nur selten statt – 3071 Kontrollen in 4 ½ Jahren ist nicht viel in Anbetracht des verbreiteten Einsatzes von Glyphosat in der Landwirtschaft. Zum anderen sind die Kontrollen offenbar wenig fokussiert. Da bekannt ist, dass bei bestimmten Anwendungen und Produkten die Rückstände üblicherweise besonders hoch sind – zum Beispiel bei gentechnisch veränderten Pflanzen oder bei Pflanzen, bei denen Glyphosat zur Sikkation eingesetzt wird – würde es Sinn machen, bei entsprechenden Produkten besonders häufig Kontrollen durchzuführen. Dies scheint aber nicht der Fall zu sein. Laut Auskunft der Bundesregierung wurden zum Beispiel zwischen Januar 2009 und Juni 2013 lediglich 25 Sojaprodukte auf Rückstände untersucht. In diesen Proben seien „keine quantifizierbaren“ Rückstände gefunden worden. Die Bundesregierung macht keine Angaben dazu, ob es sich um gentechnisch veränderte Sojaprodukte gehandelt hat oder nicht. Es wird auch nicht transparent gemacht, wie viele Proben jeweils bei anderen Produkten durchgeführt wurden (Bundestagsdrucksache 17/14291). Auch das zuständige BVL gab dazu auf Anfrage keine näheren Auskünfte.

Ein weiterer Mangel bei den Rückstandskontrollen besteht darin, dass zwar Rückstände von Glyphosat und dem Hauptabbauprodukt AMPA erfasst werden, jedoch nicht Rückstände von Tallowamin-Beistoffen. Laut Auskunft der Bundesregierung vom 1.7.2013 liegen dem BVL keine Informationen zu Rückständen von POE-Tallowaminen in Lebensmitteln vor. Aufgrund „der hohen Variabilität von Kettenlänge und Ethoxylierungsgrad

der POE-Tallowamine“ sei es schwierig, Rückstände von POE-Tallowaminen zu quantifizieren (Bundestagsdrucksache 17/14291). Das BVL bestätigte im Mai 2014 auf Anfrage, dass diese Problematik nach wie vor besteht (BVL 13.5.2014).

Da Glyphosatprodukte mit POE-Tallowaminen besonders toxisch sind, ist es hoch problematisch, dass derartige Rückstände bei Kontrollen gar nicht erfasst werden können. Dies zeigt: Tallowaminhaltige Glyphosatprodukte nur in Deutschland vom Markt zu nehmen, bietet keinen ausreichenden Schutz von Verbrauchern vor schädlichen Rückständen. Denn solange in anderen Ländern tallowaminhaltige Glyphosatprodukte eingesetzt werden, sind auch deutsche Verbraucher den unkontrollierten Risiken von Rückständen in importierten Nahrungsmitteln ausgesetzt. Auch Nutztiere werden derzeit nicht ausreichend vor Glyphosatrückständen in importierten (Soja-)Futtermitteln geschützt. Ein weltweites Verbot von tallowaminhaltigen Glyphosatprodukten sollte daher das Ziel sein. Andernfalls könnten deutsche Verbraucher und Nutztiere nur durch bessere Rückstandskontrollen oder durch Importbeschränkungen für Produkte, die mit tallowaminhaltigen Glyphosatprodukten behandelt wurden, geschützt werden.

Glyphosat-Abdrift verursacht Schäden

Susan Haffmans

Abdrift bedeutet, dass bei der Ausbringung von Pestiziden feiner Spritznebel vom Ausbringungsort verweht wird und sich auf Nachbarflächen niederschlägt, zum Beispiel auf Nachbarkulturen, auf Gewässer, Gärten oder Spielplätze. Folgen von Abdrift können nicht nur wirtschaftliche Schäden an angrenzenden Kulturen oder ökologische Schäden, sondern auch gesundheitliche Probleme sein, die Anwohner oder Anrainer erleiden (Haffmans 2012). Glyphosat führt am Feldrand durch Abdrift zu größeren Biodiversitätsverlusten als andere zugelassene Herbizide und deren Mischungen (Mertens 2013). Für gesundheitlich Betroffene gestaltet sich der Nachweis, dass ihr erlittenes gesundheitliches Problem durch die Abdrift eines bestimmten Pestizids verursacht wurde, sehr schwierig. Die Situation der von Abdrift Betroffenen oder jener Personen, die Abdrift beobachten, wird dadurch erschwert, dass Betroffene von Seiten der zuständigen Länderbehörden oft keine oder unzureichende Unterstützung erfahren. Eigentlich sollten Abdrift-Probleme gar nicht auftreten. Denn bevor ein Pestizid-Produkt zugelassen wird, wird geprüft und berechnet, wie groß die zu erwartende Exposition beispielsweise für Anwender oder für Anwohner landwirtschaftlicher Flächen sein kann. Sind „schädliche Auswirkungen“ durch Abdrift auszuschließen, wird das Mittel zugelassen. Ist ein Pestizid-Produkt erst einmal zugelassen, kehrt sich die Beweislast allerdings um. Nicht mehr der Zulassungsnehmer, sondern die Behörde muss nun beweisen, dass das Produkt „unzumutbare negative Auswirkungen“ verursacht. Dies kann sie allerdings nur tun, wenn ihr gut dokumentierte Schadensfälle vorliegen. Da es zur Erfassung von Abdrift-Schäden weder ein behördliches Verfahren noch eine offizielle Anlaufstelle gibt, kann bezweifelt werden, dass die Problematik ernst genommen wird und ein ernsthaftes Interesse besteht, Abhilfe zu schaffen.

Für Mensch und Umwelt gilt im geltenden System, dass Expositionen (z.B. durch Abdrift) ähnlich wie Pestizid-Rückstände in Lebensmitteln, prinzipiell zu akzeptieren sind, sofern sie keine schädlichen Auswirkungen haben, die im konkreten Fall nachweisbar sind. Genau hier steckt ein großes Problem, denn Betroffene erkennen oft zu spät, wie wichtig die möglichst detaillierte schriftliche, analytische und/oder fotografische Dokumentation des Schadensfalles ist. Der „Meldebogen Pestizid-Abdrift“ von PAN Germany unterstützt die Dokumentation von Abdrift-Fällen (PAN Germany o.J.). Ein behördliches Erfassen von Abdrift-Fällen kann und will er jedoch nicht ersetzen.



Fälle von Glyphosat-Abdrift

Susan Haffmans

Abdrift-Fall Baden-Württemberg, Mai 2013

Anrainerin einer Agrarfläche, in deren Garten Pestizide abdrifteten, erleidet erhebliche gesundheitliche Beschwerden, darunter Atemprobleme, Herzprobleme, Schlafstörungen, Unruhe, Brennen der Haut und Schleimhäute, Magenkrämpfe und anhaltende Magenprobleme. Der Schaden wird an die zuständige Behörde gemeldet. Zumindest ein benachbarter Landwirt hat Roundup (Wirkstoff Glyphosat) gespritzt. Die Symptome sind möglicherweise Folge einer Nahrungsmittelallergie. (Quelle: An PAN Germany übersandter „Meldebogen Pestizid-Abdrift“)

Abdrift-Fall Schwarzwald, Herbst 2013

Eine Frau berichtet, dass drei von vier Landwirten in der Nachbarschaft den Ackerrandstreifen und den Weg beim Herbizid-Ausbringen, ob bewusst oder durch Abdrift, mitspritzten. Solche Anwendungen auf Nichtkulturland sind generell verboten bzw. bedürfen einer Ausnahmegenehmigung, die i.d.R. nicht an Privatpersonen vergeben wird. (Quelle: An PAN Germany übersandter „Meldebogen Pestizid-Abdrift“)

Abdrift-Fall Brandenburg, Sommer 2012

Auf dem Nachbaracker wird bei windigem Wetter und mit starker Sprühnebelwirkung das Pestizid-Produkt Figaro (Wirkstoff Glyphosat) gespritzt. Eine Anrainerin erleidet Atemwegsbeschwerden (betroffen sind Nase, Rachen, Lunge) und Übelkeit. Gehaltene Tiere (v.a. Ziegen) reagieren mit Müdigkeit, Fress- und Trinkunlust, ein Tier stirbt. Zudem entsteht ein wirtschaftlicher Schaden durch die Kontamination angebaute Bio-Kräuter. (Quelle: An PAN Germany übersandter „Meldebogen Pestizid-Abdrift“.)

Abdrift-Fall Oberbayern, April 2010

Ein Landwirt erleidet einen Spritzschaden mit glyphosathaltigem Totalherbizid durch seinen Feldnachbarn. Auf einer Feldlänge von rund 500 Metern und einer Breite von 1-3 Metern wurde die angebaute Winterweizenkultur mitgespritzt, die Pflanzen starben ab. (Quelle: Landtreff Blog 2010)

„Im Sommer 2012 spritzte unser Nachbar bei windigem Wetter Glyphosat (Taifun forte). Die Spritzwolke wehte auf unser Grundstück herüber. Tage später konnte man die Schäden an Hecken und Gartenpflanzen sehen – alles braun. Ich erlitt gesundheitliche Probleme (Übelkeit, Schweißausbrüche, Magenbeschwerden), von denen ich mich erholte. Anders erging es unserem Hund (Irish Setter). Er erlitt erhebliche Vergiftungen und wir mussten zusehen, wie er qualvoll starb. Wir wollen das nicht hinnehmen und haben geklagt – das Verfahren läuft noch.“

Steffen Riedel, Brandenburg, 57 Jahre, Polizist im Ruhestand, August 2012



Foto: Pan Germany_sh

Nicht-chemische Alternativen zu Glyphosat & Co

Im Kampf gegen Resistenzen muss chemisch abstatt aufgerüstet werden

Marta Mertens, Carina Weber

Die Erfahrung lehrt: Werden Unkräuter mit Herbiziden bekämpft, führt der Selektionsdruck früher oder später zu resistenten Unkräutern, die mit dem jeweiligen Herbizid nicht mehr bekämpft werden können. Seit der breiten Einführung der chemischen Unkrautkontrolle in den 1950er Jahren haben weltweit über 430 Kräuter und Gräser eine Herbizid-Resistenz entwickelt, viele davon sind gegen mehr als ein Herbizid resistent (International Survey of Herbicide Resistant Weeds o.J.). Sowohl von Seiten der Pestizidhersteller wie auch von Seiten der Zulassungsbehörden wurde das Resistenz-Risiko bezüglich Glyphosat stark unterschätzt und erst sehr spät ernst genommen. Man ging davon aus, dass Glyphosat aufgrund der speziellen Wirkungsweise nicht zu herbizidresistenten Unkräutern führen

würde. Resistente Pflanzen, so die Annahme, seien nicht überlebensfähig. Doch seit der ersten Meldung 1996 über eine Glyphosat-resistente Grasart hat sich die Lage enorm verändert: Vor allem im Zuge des breiten Anbaus von Glyphosat-resistenten Gentech-Pflanzen wie Soja, Mais und Baumwolle entwickelt sich die Resistenz bei Unkräutern nahezu ungebremst. Mindestens 29 resistente Arten sorgen auf Millionen von Hektar dafür, dass übliche Aufwandmengen von Glyphosat zur Unkrautkontrolle nicht mehr ausreichen. Dr. Stübler, verantwortlich für die Forschung im Bereich Unkrautkontrolle und Kulturpflanzentoleranz der Bayer CropScience AG äußerte sich hierzu in einem Interview: „Der Erfolg von Roundup Ready in Amerika hat zeitweise glauben gemacht, dass Glyphosat eine perfekte Lösung auf Dauer sei. [...] Die dramatische Resistenzentwicklung bei Unkräutern in den letzten Jahren hat uns aber eines Besseren belehrt. Zumal dieser Markt weltweit rund 45% des gesamten Pflanzenschutzmarktes ausmacht.“ (DLG-Mitteilungen 4/2014)

Seit Jahren warnen Wissenschaftler, dass Landwirte sich zur Unkrautkontrolle nicht auf sehr wenige oder gar einen einzelnen Wirkstoff verlassen, sondern vielfältige Kontrollverfahren anwenden sollten, z. B. Fruchtfolge und Wechsel von Wirkmechanismen. Chemische Alternativen mit verschiedenen Wirkmechanismen sind jedoch nur begrenzt verfügbar. Dr. Stübler von Bayer 2014 erläutert dies folgendermaßen: „Wir haben eine Reihe neuer Wirkmechanismen. Nun gilt es, neue entwicklungswürdige Wirkstoffe herauszuarbeiten. Das dauert bis zur Markteinführung mindestens 8 bis 10 Jahre. Wir erwarten also bis etwa 2025 nur sehr wenige neue Herbizidwirkstoffe. Noch dramatischer sieht es mit der Verfügbarkeit resistenzbrechender Wirkmechanismen aus. Seit über 20 Jahren wurden keine alternativen Wirkmechanismen mehr in unsere getreidebetonten Fruchtfolgen eingeführt.“ (DLG-Mitteilungen 4/2014)

Die Pestizidindustrie betont, neue Wirkstoffe seien nötig, den Resistenzproblemen zu begegnen. Da diese neuen Wirkstoffe nicht verfügbar sind, propagieren Biotechnologie-Unternehmen die Einführung von Gentech-Pflanzen, die nicht nur gegen Glyphosat, sondern gegen weitere Herbizide resistent sind. Dazu zählen auch Alt-Herbizide wie die synthetischen Auxine, die wegen ihrer Giftigkeit und leichten Verbreitung eigentlich zurückgefahren werden sollten. Ein Beispiel ist das Enlist-System von Dow AgroSciences mit gentechnisch in Ackerbau-Kulturen eingebauter Toleranz gegenüber mehr als einem Herbizid. Hierzu zählt Enlist Mais (mit gentechnisch eingebauter Toleranz gegenüber Glyphosat, 2,4-D und FOPS), Enlist Soja (Toleranz gegenüber Glyphosat, 2,4-D und Glufosinat) und Enlist E3 Soja (mit Toleranz gegenüber Glyphosat, 2,4-D und Glufosinat) (Dow AgroScience 2014a, Dow AgroScience 2014b, Dow AgroScience 2014c). Aktuell befinden sich derartige Gentech-Mais und -Sojapflanzen im US-Regelungsverfahren. Es ist also absehbar, dass dem Glyphosat-Resistenzproblem in vielen Teilen der Welt mit noch mehr Gentechnik und dem verstärkten Einsatz gefährlicher Pestizide begegnet werden soll. Dass gleichzeitig die Umwelt- und Gesundheitsprobleme beseitigt werden, kann nicht erwartet werden.

Um der Weiterentwicklung solcher Risikotechnologien entgegenzusteuern, muss die Politik endlich kulturtechnische Ansätze stärken, indem Vorgaben

zur Umstellung des Pflanzenbaus und insbesondere auch zur Fruchtfolge gemacht werden. Diesbezügliche konkrete und verbindliche agrar- und pflanzenschutzpolitische Vorgaben gibt es bisher nicht. Hier liegt ein Kernversagen der Pflanzenschutzpolitik.

Die Substitution von Glyphosat durch andere synthetische Herbizide ist keine Lösung

Carina Weber

Der Einsatz von Glyphosat muss beendet werden - dies darf und kann jedoch nicht über die Substitution durch andere synthetische Pestizid-Wirkstoffe geschehen. Vielmehr muss eine weitergehende Umstellung des Landbaus auf Ökosystemfunktionen-basierte Produktionsmethoden erfolgen (siehe unten den Abschnitt „Wege aus der Sackgasse der chemischen Unkrautkontrolle“). Wie Tabelle 6 beispielhaft anhand einzelner Hinweise aus der deutschen Pestizid-Zulassung zeigt, ist nicht nur Glyphosat gefährlich. Auch andere Herbizide gefährden die menschliche Gesundheit und/oder die Umwelt. Dies betrifft Totalherbizide, also Herbizide, die sowohl gegen einkeimblättrige Pflanzen (Gräser) wie auch gegen zweikeimblättrige Pflanzen (Kräuter) wirken, ebenso wie selektiv wirkende Herbizide, die ein geringeres Wirkspektrum aufweisen und deshalb nur bestimmte Pflanzen abtöten.

Ein nach offizieller Bewertung besonders problematischer Wirkstoff, der dem Wirkprofil von Glyphosat ähnelt und der eine in Deutschland noch zugelassene „chemische Alternative zu Glyphosat“ darstellt, ist Glufosinat. Glufosinat ist wie Glyphosat ein nicht-selektives Kontakt-Herbizid, das auch eine begrenzte systemische Wirkung zeigt und gegen eine Vielzahl von einjährigen einkeimblättrigen und zweikeimblättrigen Pflanzen eingesetzt wird. Es zählt anders als Glyphosat zur chemischen Gruppe der Organophosphate, wurde Anfang der 1980er Jahre eingeführt, ist EU-weit zugelassen und wird meist als Ammonium-Salz verwendet. Der Wirkstoff ist z.B. enthalten in den Produkten Basta, Harvest und Kaspar. Zu den Produzenten zählt u.a. Bayer CropScience. Die Mittel wirken, indem sie die Photosynthese unterbinden. Das fortpflanzungsschädigende Glufosinat zählt zu jenen gefährlichen Pestiziden, die laut EU-Pestizidgesetzgebung sukzessive aus dem Verkehr gezogen werden müssen. Die EU-Genehmigung für Glufosinat läuft 2017 aus. Die EU-Kommission verpflichtete 2013 die EU-Mitgliedstaaten dazu, die Zulassungen von Pflanzenschutzmitteln mit dem umstrittenen Herbizid Glufosinat bis zum November 2013 zu widerrufen oder einzuschränken, da „ein hohes Risiko für Säugetiere und Nichtzielarthropoden nur durch Festlegung weiterer Einschränkungen ausgeschlossen werden kann“ (Durchführungsverordnung (EU) Nr. 365/2013). Das BVL entschied, dem nur in begrenztem Umfang Folge zu leisten, indem Zulassungen des Mittels „Basta“ mit dem Wirkstoff Glufosinat nur für bestimmte Anwendungsgebiete zum 13.11.2013 widerrufen wurden und für andere Anwendungsgebiete die Zulassung bezüglich der Anwendungsbedingungen geändert wurde (BVL 2013b). Insgesamt ist Glufosinat weiterhin in 21 EU-Ländern zugelassen (Stand 5.8.14). In Deutschland

Tabelle 6: Hinweise auf besondere Gefahren von Herbiziden aus der Pestizid-Zulassung im Vergleich (Beispiele)

	Herbizid-Wirkstoffe								
	Gegen ein- und zwei-keimblättrige Pflanzen			Gegen zweikeimblättrige Pflanzen			Gegen einkeimblättrige Pflanzen		
Hinweise der deutschen Zulassungsbehörden*	1: Glyphosat	2: Glufosinat	3: Metazachlor	4: Amidosulfuron (4)	5: Metosulam (5)	6: MCPA	7: Fluzifop-P	8: Foramsulfuron	9: Haloxyfop-P
Giftig (nach GefStoffV)		X							
Umweltgefährlich (nach GefStoffV)	X			X	X	X	X		
Gesundheitsschädlich (nach GefStoffV)					X	X	X		
R 20/21/22: Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut		X							
R 22: Gesundheitsschädlich beim Verschlucken			X			X			
R 36: Reizt die Augen		X							
R 36/37/38: Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut							X		
R 38: Reizt die Haut			X					X	X
R 40: Verdacht auf krebserzeugende Wirkung			X		X				
R 41: Gefahr ernster Augenschäden						X			X
R 43: Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich									X
R 48/22: Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Verschlucken		X							
R 50/53: Sehr giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristige Wirkungen haben			X	X	X	X	X	X	
R 51/53: Giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben.	X								X
R 60: Kann die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen		X							
R 63: Kann das Kind im Mutterleib möglicherweise schädigen		X					X		
R 67: Dämpfe können Schläfrigkeit und Benommenheit hervorrufen									X
NW 261: Das Mittel ist fischgiftig.		X	X						
NW 262: Das Mittel ist giftig für Algen	X		X		X	X	X		
NW 263: Das Mittel ist giftig für Fischnährtiere				X					
NW 264: Das Mittel ist giftig für Fische und Fischnährtiere							X	X	X
NW 265: Das Mittel ist giftig für höhere Wasserpflanzen		X	X	X	X	X		X	X
NN 330: Das Mittel wird als schädigend für Populationen der Arten <i>Pardosa amentata</i> und <i>palustris</i> (Wolfspinnen) eingestuft		X							
NN 335: Das Mittel wird als schädigend für Populationen der Art <i>Erigone atra</i> (Zwergnetzspinne) eingestuft.		X							
NN 391: Das Mittel wird als schädigend für Populationen der Art <i>Episysphus balteatus</i> (Schwebfliege) eingestuft				X					

Quelle: Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis, Teil 1 Ackerbau, Wiesen und Weiden, Hopfenbau, Nichtkulturland, 62. Auflage 2014

Erläuterungen zu den Wirkstoffen: Die Angaben beziehen sich auf folgende Produkte, in denen der jeweilige Wirkstoff enthalten ist: 1: Roundup Express, Monsanto, 480 g/l - Kalium-Salz; 2: Basta, Bayer, 183g/l - Ammonium-Salz; 3: Butisan, BASF, 500 g/l; 4: Hoestar, Bayer, 750g/kg; 5: Tacco, Bayer, 100g/l; 6: Agroxone, Nufarm, 500g/l; 7: Fusilade MAX, Syngenta, 107 g/l; 8: Monsoon, Bayer, 22,5 g/l; 9: Galant Super, DOW AgroSciences, 104 g/l

* R-Sätze: besonderer Gefahren; NW-Sätze: Gewässerschutz; NN-Sätze: Wirkung auf Nutzorganismen

ist Glufosinat immer noch in drei Handelsprodukten zur Verwendung als Herbizid in zahlreichen Anbaukulturen im Gemüsebau, Obstbau, Weinbau, Zierpflanzenbau, in Baumschulen und auf Nichtkulturland zugelassen (BVL Online-Datenbank Pflanzenschutzmittel 2014). Ob diese Anwendungen nach 2017 angesichts der Bedenken gegen den Wirkstoff vollständig beendet werden, ist derzeit noch ungewiss.

Zeitgleich mit der EU-Entscheidung kündigte der Konzern Bayer eine neue Glufosinat-Produktionsanlage im US-Bundesstaat Alabama an, um die Weltproduktion zu verdoppeln (Bayer Crop Science 2014). Bayer begründete den Schritt mit zunehmenden Unkrautresistenzen gegen das Herbizid Glyphosat von Monsanto.

Ein weiteres Problem, das mit der Substitution von Glyphosat durch andere chemisch-synthetische Herbizide verbunden wäre, ist das Risiko der weiteren Verschärfung der Resistenzsituation, weil weniger herbizide Wirkmechanismen zur Verfügung stünden - es sei denn, der Pestizid-Industrie gelänge es, tatsächlich mit neuen Wirkmechanismen auf den Markt zu kommen. Ob die neuen Pestizide dann weniger problematisch wären, muss bezweifelt werden.

Zudem muss davon ausgegangen werden, dass sich bei einer Substitution von Glyphosat durch andere Herbizide die Situation bei den Rückstandsmehrfachbelastungen verschärfen könnte. Schon jetzt wird in der landwirtschaftlichen Praxis oft mit Wirkstoffkombinationen in den einzelnen Pestizid-Präparaten oder mit dem Einsatz verschiedener Präparate gearbeitet, weil die einzelnen Herbizid-Wirkstoffe und die einzelnen Pestizid-Produkte Wirkungslücken aufweisen, aber u.a. auch, um Rückstandsgrenzwerte einzuhalten. Daraus resultieren Mehrfachbelastungen im Erntegut und in der Umwelt, die zwar meist unter festgesetzten Grenzwerten liegen, die behördlicherseits toxikologisch jedoch überhaupt nicht bewertet werden können, aber in der Realität gleichwohl toleriert werden. Dieses Problem wird sich mit den neuen herbizidresistenten Nutzpflanzen verfestigen, in die gentechnisch Resistenzen gegenüber mehreren Herbiziden eingebaut wurden.

Eine bloße chemische Substitution von Glyphosat könnte zusätzlich auch das Problem der sogenannten „Zulassungen für Notfallsituationen“ erhöhen, die (wie in anderen EU-Ländern) in Deutschland seit Jahren missbraucht werden. Rechtsgrundlage für diese Notfallzulassungen ist seit Juni 2011 Artikel 53 der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 (vorher das Pflanzenschutzgesetz). Auf dieser Grundlage kann das BVL kurzfristig das Inverkehrbringen eines Pflanzenschutzmittels für eine begrenzte und kontrollierte Verwendung und für maximal 120 Tage zulassen, „wenn eine Gefahr nicht anders abzuwehren ist“.

Die EU-Generaldirektion Gesundheit und Verbraucher (DG SANCO) äußerte 2013, dass eine Notfallzulassung im Einzelfall berechtigt sein mag, jedoch klar sein sollte, dass solche Notfallzulassungen nicht wiederholt werden sollten (Europäische Kommission/DG SANCO 2013). Genau dies ist jedoch sowohl in der gesamten EU als auch in Deutschland der Fall (PAN Europe, generations futures o.J.) In Deutschland wurden 2008 bis 2014 allein nur für Herbizide insgesamt 17 Notfall-Zulassungen ausgesprochen. Sie betrafen acht verschiedene Handelsprodukte und insgesamt

sechs Wirkstoffe (Bentazon, Linuron, Metazachlor, Metobromuron, Tepraloxymid und Tribenuron). Der Notfall-Einsatz erfolgte in den Anbaukulturen Blumenkohl, Kopfkohl, Bohnenkraut, Bohnen, Buschbohnen, Stangenbohnen, Dill, Frühjahrsfeldsalat, Feldsalat, Hopfen, Möhren, Pastinake, Porree, Petersilie, Schnittpetersilie, Sonnenblumen, Wurzelpetersilie, Sellerie, Bleichsellerie und Thymian (BVL Zulassungen für Notfallsituationen 2012-2014, BVL 9.10.13).

Die Notfall-Zulassungen sind ein Indikator dafür, dass der chemischen Unkrautbekämpfung geeignete und gleichzeitig für die Zulassungsbehörden toxikologisch akzeptable Wirkstoffe fehlen. Die chemische Unkrautkontrolle arbeitet dadurch oft auf der Grundlage einer Überdehnung des Rechtsrahmens. Hierdurch wird die Gefährlichkeit des chemischen Pflanzenschutzkonzeptes zusätzlich erhöht, denn schließlich werden durch "Zulassungen in Notfällen" Wirkstoffe erneut zugelassen, die eigentlich verboten sind, weil sie die Zulassungskriterien zum Schutz von Mensch und/oder Umwelt nicht erfüllen.

Wege aus der Sackgasse der chemischen Unkrautkontrolle

Susan Haffmans, Carina Weber

Dass es sich bei Glyphosat keineswegs um einen ungefährlichen Wirkstoff handelt, wurde beschrieben. Ebenso die Probleme, die der Glyphosateinsatz und die chemische Unkrautbekämpfung insgesamt mit sich bringen. Dennoch wird an Glyphosat festgehalten. Ist Glyphosat in der Landwirtschaft also unverzichtbar?

Würde Glyphosat von heute auf morgen als Herbizid wegfallen, hätte dies erhebliche Probleme bei der chemischen Unkrautkontrolle zur Folge. Mit den verbleibenden, derzeit verfügbaren Wirkstoffen, wäre ein effektives Resistenzmanagement und damit eine erfolgreiche Unkrautbekämpfung bei gleich bleibenden Anbauverfahren in vielen Anbausituationen der konventionellen Landwirtschaft kaum möglich. Doch durch die Justierung von Anbaufaktoren ist es auf längere Sicht möglich, auch ohne den Einsatz von Herbiziden ungewollten Bewuchs und Problemunkräuter zu unterdrücken und die Konkurrenzkraft von Kulturpflanzen gegenüber „Unkräutern“ zu stärken.

Unterschiedliche Kulturpflanzen haben einen unterschiedlichen Bedarf an Nährstoffen, sie durchwurzeln den Boden verschieden, hinterlassen nach der Ernte viel oder wenig Pflanzenreste auf dem Acker, haben unterschiedliche Saat- und Erntezeiten. Durch den Anbau verschiedener Kulturpflanzen im Jahreswechsel sollen u.a. Nährstoffverluste verhindert werden, die Ertragsfähigkeit des Standortes erhalten bleiben und einer Vermehrung von Krankheitserregern und Unkräutern vorgebeugt werden. Fruchtfolgeprinzipien wie das unbedingte Einhalten von Anbaupausen bei Raps, Kartoffeln und Bohnen, ein Vermeiden von Selbstfolgen bestimmter Kulturen und die Beachtung von Anbau-Unverträglichkeiten geben den Rahmen für Fruchtfolgen vor (Raiffeisen 2014). Weil allerdings der Einsatz von Düngern es ermöglicht, Nährstoffverluste auszugleichen und gegen Schädlinge und

Unkräuter gespritzt wird, können die Anbauanteile der wirtschaftlichsten Kulturen erheblich ausgedehnt werden. Die heutigen Fruchtfolgen sind daher mit wenigen Kulturarten im Jahreswechsel in der Regel eng, es dominieren getreidelastige Fruchtfolgen, oft fehlt der Wechsel zwischen Sommer- und Winterfrüchten.

Wildgräser und Wildkräuter, die in Wuchs, Vegetationsverlauf, Nährstoff-, Licht- und Bodenanspruch den angebauten Kulturpflanzen ähneln, werden durch deren Anbau gefördert. Dominieren Getreidearten die Fruchtfolge, werden Gräser auf den Standorten schnell zu Problemunkräutern. Werden keine Sommerfrüchte, wie beispielsweise Hafer, Sommergerste oder Kartoffeln, angebaut, entfällt die Bodenbearbeitung im Frühjahr – auch das fördert bestimmte Pflanzen, die sich zu „Problemunkräutern“ entwickeln können. Durch enge Fruchtfolgen und reduzierte Bodenbearbeitung wuchs in den letzten Jahren u.a. die Bedeutung des Kleinen und des Schlitzblättrigen Storchschnabel und der Tauben Trespe als „Ackerunkräuter“ (LfL 2011). Andere „Schadgräser im modernen Ackerbau“ sind Ackerfuchsschwanz und Windhalm. Zurückdrängen lassen sie sich durch Fruchtfolgen mit Sommergetreide und Blattfrüchten, durch wendende Bodenbearbeitung bzw. mechanische Bekämpfung im frühen Entwicklungsstadium und, beim Ackerfuchsschwanz, durch späte Aussaat des Wintergetreides (LfL 2011). Ähnliches gilt für andere Wildgräser und Wildkräuter: Durch die Optimierung der Nährstoffversorgung, optimale Saatzeitpunkte, sauberes Saatgut, mechanische Bodenbearbeitung, Stoppelbearbeitung und Unkrautregulierung und vor allem durch abwechslungsreiche Fruchtfolgen und Zwischenfruchtanbau lassen sich Wildkräuter und Wildgräser auf ein tolerierbares Maß zurückdrängen. Das bestätigt die Praxis des ökologischen Landbaus.

Um die nicht-chemische Unkrautbekämpfung etwa im für den Glyphosat-einsatz mengenmäßig besonders relevanten Ackerbau zu stärken, sind Anstrengungen auf verschiedenen Ebenen notwendig. Das Finanzvolumen für Forschung und Investitionen im Bereich Alternativen-Forschung und -Förderung muss erhöht werden. Politikbereiche, die einer Diversifizierung von Fruchtfolgen entgegenstehen, müssen überarbeitet werden. Dies betrifft u.a. auch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), das eine einseitige Förderung des Maisanbaus nach sich zog. Da die Kosten für Herbizidprodukte nicht die von der Allgemeinheit getragenen externen Gesundheits- und Umweltkosten beinhalten, sind sie aus betriebswirtschaftlicher Sicht günstig und daher erste Wahl. Eine entsprechende Besteuerung der Pestizidprodukte sollte hier gegensteuern (Haffmans 2013). Neue Absatzmärkte für die Produkte einer vielfältigeren Fruchtfolge müssen geschaffen werden. Der ökologische Mehrwert herbizidfreier Flächen, durch die beispielsweise Bestäuber gefördert werden, die wiederum Ernteerträge sichern helfen, muss sich auf Betriebsebene als „Gewinn“ verbuchen lassen. Pflanzenschutzberater müssen in einem viel größeren Maße zu „Anbauberatern“ werden, um Landwirte bei der nicht-chemischen Unkrautkontrolle zu unterstützen. Lohnunternehmer sollten die mechanische Unkrautregulierung mit Grubber, Egge und Striegel in ihr Leistungsangebot aufnehmen.

Diese politischen Anpassungen können nicht allein über eine Novellierung

der Pestizidgesetzgebung und der Agrarpolitik in die Wege geleitet werden. Um langfristig die negativen Folgen des Einsatzes von Glyphosat, anderer Herbizide und des Systems des chemischen Pflanzenschutzes zu beseitigen, dabei aber auch die großen anderen Zukunftsfragen wie z.B. die Überwindung der Hunger verursachenden Armut ins Blickfeld zu nehmen, müssen stärker all jene Initiativen Beachtung finden, die Lebensstile grundsätzlich hinterfragen und neu entwickeln. Dies wurde auch vom Weltagrarbericht bestätigt (IAASTD 2009).

„Wir werden uns ökologisch ernähren oder gar nicht mehr“. Diesen Satz begründet Felix zu Löwenstein in seinem Buch „Food Crash“ notwendigerweise mit vielerlei Bezügen auf unterschiedlichste Politikbereiche. Entsprechend müssen auch die Strategien zur Beseitigung der negativen Folgen des Glyphosat-Einsatzes ausgerichtet werden.

Abkürzungen

ADI	Acceptable Daily Intake
AMPA	Aminomethylphosphonic Acid
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
EFSA	European Food Safety Authority
HuK	Haus- und Kleingarten
JKI	Julius Kühn-Institut
KG	Körpergewicht
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
NAP	Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pestiziden
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NOAEL	No Observed Adverse Effect Level
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
OGewV	Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung)
PAN	Pesticide Action Network
POEA	Polyoxyethylen-Alkylamine
POE-Tallowamine	Polyethoxilierte Tallowamine
RAR	Renewal Assessment Report
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (NL)
RMS	Rapporteur Member State
UBA	Umweltbundesamt
UK	United Kingdom
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie

Literaturverzeichnis

- Aebischer NJ (1991): Twenty years of monitoring invertebrates and weeds in cereal fields in Sussex. In: L.G. Firbank LG et al. (Eds.) (1991): The ecology of temperate cereal fields. Blackwell Sci. Publ., Oxford, UK: 305-331
- Agrarheute (2012): Landwirte im Pflanzenschutz vorbildlich. Meldung vom 10.01.2012, <http://dlz.agrarheute.com/bvl>. Zugriff 23.7.14
- Akdur O et al. (2010): Poisoning severity score, Glasgow coma scale, corrected QT interval in acute organophosphate poisoning. *Human & Experimental Toxicology* 29: 419-425.
- Alvarez-Moya, C et al. (2011): Evaluation of genetic damage induced by glyphosate isopropylamine salt using *Tradescantia* bioassays; *Genetics and Molecular Biology*, 34 (1): 127-130
- Anadón A et al. (2008): Neurotoxicological effects of the herbicide glyphosate. *Toxicol Lett* 180S:S164.
- Antoniou M et al. (2011): Roundup and birth defects – is the public being kept in the dark?
- Antoniou M et al. (2012): Teratogenic Effects of Glyphosate-Based Herbicides: Divergence of Regulatory Decisions from Scientific Evidence. *J Environ Anal Toxicol* S4:006. doi:10.4172/2161-0525.S4-006
- Arbuckle TE et al. (2001): An exploratory analysis of the effect of pesticide exposure on the risk of spontaneous abortion in an Ontario farm population. *Environ Health Perspect* 109:851-57
- Aris A et al. (2011): Maternal and fetal exposure to pesticides associated to genetically modified foods in Eastern Townships of Quebec, Canada; *Reproductive toxicology*, 31: 528-533
- Astiz M et al. (2009): Effect of pesticides on cell survival in liver and brain rat tissues. *Ecotoxicol Environ Saf* 72(7):2025-32
- Barbosa ER et al. (2001): Parkinsonism After Glycine-Derivate Exposure, *Movement Disorders*, 16(3): 565-568
- Bartholomaeus A et al. (2013): The use of whole food animal studies in the safety assessment of genetically modified crops: limitations and recommendations. *Critical Reviews in Toxicology* 43(S2):1-24
- Bayer Crop Science (2014): Bayer Crop Science plant den Bau einer hochmodernen Produktionsanlage für das Herbizid Glufosinat-Ammonium. Pressemeldung vom 15. Mai 2013. <http://www.monheim.bayer.de/de-DE/Pressemeldungen/2013/Bayer-CropScience-plant-Bau-einer-hochmodernen-Produktionsanlage-Herbizid-Glufosinat-Ammonium.aspx?overviewId=-9DE549D4-40A7-4B45-8120-C8649B-C9D91B>
- Bell EM et al. (2001): A Case-Control Study of Pesticides and Fetal Death Due to Congenital Anomalies; *Epidemiology*, 12(2): 148-156
- Benachour N et al. (2007): Time- and dose-dependent effects of Roundup on human embryonic and placental cells.
- Benachour N et al. (2009): Glyphosate formulations induce apoptosis and necrosis in human umbilical, embryonic, and placental cells. *Chem Res Toxicol* 22:97-105.
- Benbrook CM (2003): Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the United States: The first eight years. *Ag BioTechInfoNet Technical Paper No. 6*. <http://stopogm.net/sites/stopogm.net/files/first8.pdf>
- Benbrook CM (2009): Impacts of genetically engineered crops on pesticide use: The First Thirteen Years. <http://www.organic-center.org/reportfiles/GE13YearsReport.pdf>
- Benbrook CM (2012): Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the U.S. – the first sixteen years. *Env. Sciences Europe* 24. doi:10.1186/2190-4715-24-24. <http://www.enveurope.com/content/24/1/24/abstract>
- Benedetti AL et al. (2004): The effects of sub-chronic exposure of Wistar rats to the herbicide Glyphosate-Biocarb
- Benitez-Leite S et al. (2009): Congenital Malformations Associated with Toxic Agricultural Chemicals
- Beuret CJ et al. (2005): Effect of the herbicide glyphosate on liver peroxidation in pregnant rats and their fetuses. *Reproductive Toxicology* 19: 501-504
- BfR (o.J.): OECD-Richtlinien zur toxikologischen Prüfungen von Chemikalien http://www.bfr.bund.de/de/oecd_richtlinien_zur_toxikologischen_pruefungen_von_chemikalien-61575.html

- BfR (2011): BfR-Datensammlung zu Verarbeitungsfaktoren für Pflanzenschutzmittel-Rückstände. Stellungnahme des BfR vom 20. Oktober 2011
- BfR (2014): Fragen und Antworten zur gesundheitlichen Bewertung von Glyphosat. Aktualisierte FAQ des BfR vom 15. Januar 2014). Siehe: <http://www.bfr.bund.de/cm/343/fragen-und-antworten-zur-gesundheitlichen-bewertung-von-glyphosat.pdf> (Abfrage vom 17.7.14)
- BMELV (2010): Gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz.
- BMELV (2013): Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. S. 12
- BMU (2007): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. S. 55. Siehe: http://www.biologischiervielfalt.de/fileadmin/NBS/documents/broschuere_biolog_vielfalt_strategie_bf.pdf
- Bohn et al (2014): Compositional differences in soybeans on the market: Glyphosate accumulates in Roundup Ready GM soybeans
- Bolognesi C et al. (1997): Genotoxic activity of glyphosate and its technical formulation Roundup. *J Agric Food Chem* 45(5):1957-62.
- Bolognesi C et al. (2002): Micronucleus monitoring of floriculturist population from western Liguria, Italy; *Mutagenesis*, 17 (5): 391-397
- Bolognesi C et al. (2009): Biomonitoring of genotoxic risk in agricultural workers from five Colombian regions: association to occupational exposure to glyphosate. *J Toxicol Environ Health A* 72(15&16):986-97.
- Bradberry SM et al. (2004): Glyphosate poisoning. *Toxicol.Rev* 23(3), 159-167. 2004.
- Büchs W et al. (2003): Biodiversity, the ultimate agri-environmental Indicator? Potential and Limits for the Application of faunistic Elements as gradual Indicators. In: *Agroecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment* 98: 99-123
- BUND et al. (2014): Gemeinsame Presseinformation von BUND, PAN Germany, DBIB, Greenpeace, NABU und BDEW vom 21.01.2014: Bündnis aus Imkern, Umweltverbänden und Wasserwirtschaft: Bundesregierung muss Defizite beim Pestizid-Aktionsplan zügig ausräumen
- Bundesrat (2013): Vierte Verordnung zur Änderung der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung. Drucksache 704/13 vom 8.11.13
- Bundesrat (2014): zu Drucksache 704/13 (Beschluss) vom 13.2.14. Stellungnahme der Bundesregierung zu der Entschließung des Bundesrates zur Vierten Verordnung zur Änderung der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung http://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2013/0701-0800/zu704-13%28B%29.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (16.7.4)
- Bundestagsdrucksache 17/6858: Deutscher Bundestag (25.8.2011): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Grünen: „Risikobewertung und Zulassung des Herbizid-Wirkstoffs Glyphosat
- Bundestagsdrucksache 17/14291 (Deutscher Bundestag (1.7.2013): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Harald Ebner, Uwe Kekeritz, Cornelia Behm, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 17/13988 – Neue Hinweise auf mögliche gesundheitliche Risiken durch den Herbizid-Wirkstoff Glyphosat und durch glyphosathaltige Herbizide <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/17/142/1714291.pdf> (Zugriff am 26.11.14)
- BVL (o.J.a): Pflanzenschutzmittel-Rückstände auf Lebensmitteln. BVL Online-Information. http://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/02_Verbraucher/02_PSM_Rueckstaende_LM/psm_PSMRueckstaendeLM_node.html
- BVL (o.J.b): Homepage-Informationen zum Pflanzenschutzkontrollprogramm http://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/01_Aufgaben/06_Pflanzenschutzkontrollprogramm/psm_Pflanzenschutzkontrollprogramm_node.html (Zugriff am 26.11.14)
- BVL (2006): Liste unerwünschter Beistoffsubstanzen in Pflanzenschutzmitteln http://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/01_Aufgaben/08_Produktchemie/01_BeistoffeFormulierungsschemie/03_ListeUnerwuenschterBeistoffe/psm_BeistoffeFormulierungsschemie_ListeUnerwuenschterBeistoffe_basepage.html (Zugriff am 23.7.14)
- BVL (1.6.2010): Auflagen zum Schutz der Verbraucher bei Glyphosat-haltigen Pflanzenschutzmitteln und Zusatzstoffen. Meldung vom 01.06.2010. http://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/05_Fachmeldungen/2010/2010_06_01_Fa_anwendungsbestimmungen_tallowamin-Mittel.html

BVL (2012): Unzulässige Beistoffe gemäß Artikel 27 der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009. Fachbeitrag von Dr. Dirk Wolfram vom 16.10.12 http://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04_Pflanzenschutzmittel/00_fachmeldungen/2012_dritter_workshop_produktochemie/unzulaessige_beistoffe.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (Zugriff 23.7.14)

BVL (2013a): Beistoffe in zugelassenen Pflanzenschutzmitteln http://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04_Pflanzenschutzmittel/zul_info_liste_beistoffe.pdf?__blob=publicationFile&v=6 (Zugriff am 22.8.14)

BVL (2013b): Änderung der Zulassung des Pflanzenschutzmittels Basta. Fachmeldung vom 08.11.2013. http://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/05_Fachmeldungen/2013/2013_11_08_Fa_%C3%84n%20%C3%84nderung_Zulassung_Pflanzenschutzmittels_Basta.html (Zugriff am 5.8.14)

BVL (9.10.13): Schreiben des BVL an PAN Germany vom 9.10.13

BVL (6.1.2014): EU-Bewertungsbericht geht in die nächste Phase. Deutschland übergibt Bewertungsbericht an die EFSA. BVL Presseinformation vom 6. Januar 2014

BVL (13.5.2014): Schriftliche Antwort des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit vom 13.5.2014 auf eine Anfrage der Agrar Koordination. http://www.agrarkoordination.de/fileadmin/dateiupload/Roundup__Co/Stellungnahme_des_BVL_zu_Tallowaminen_auf_Anfrage_der_Agrar_Koordination__13.5.2014.pdf

BVL (21.5.2014): Neue Anwendungsbestimmungen für Pflanzenschutzmittel mit dem Wirkstoff Glyphosat. Fachmeldung vom 21.5.14 http://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/05_Fachmeldungen/2014/2014_05_21_Fa_Neue_Anwendung_Glyphosat.html (Zugriff: 15.7.14)

BVL (2014): Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis 2014 - Teil 1 und 2 http://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/01_Aufgaben/02_ZulassungPSM/01_ZugelPSM/05_Verzeichnis/psm_ZugelPSM_Verzeichnis_node.html (Zugriff am 15.7.14)

BVL (2014a): Verzeichnis zugelassener Pflanzenschutzmittel. Online-Datenbank <https://portal.bvl.bund.de/psm/jsp/ListeMain.jsp?page=1> (Abfrage vom 7.7.14)

BVL (2014b): Verzeichnis zugelassener Pflanzenschutzmittel. Online-Datenbank. <https://portal.bvl.bund.de/psm/jsp/> (Abfrage vom 16.8.14)

BVL Fachbeirat Naturhaushalt (2011): Sitzungsprotokoll Fachbeirat Naturhaushalt des BVL. S. 3 http://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04_Pflanzenschutzmittel/fachbeirat_naturhaushalt_prot_28.pdf?__blob=publicationFile&v=2

BVL Online-Datenbank Pflanzenschutzmittel (2014), Stand: 23.02.14, Abfrage vom 5.8.2014

BVL Zulassungen für Notfallsituationen (2012-2014) http://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/01_Aufgaben/02_ZulassungPSM/01_ZugelPSM/02_Genehmigungen/psm_ZugelPSM_genehmigungen_node.html

Carroll R, Metcalfe C, Gunnell D, Mohamed F, Eddleston M (2012): Diurnal variation in probability of death following self-poisoning in Sri Lanka-evidence for chronotoxicity in humans. *International Journal of Epidemiology* 41: 1821-1828

Cavas T et al. (2007): Detection of cytogenetic and DNA damage in peripheral erythrocytes of goldfish (*Carassius auratus*) exposed to a glyphosate formulation using the micronucleus test and the comet assay; *Mutagenesis*, 22: 263-268

CCM International Ltd. (2011): Global glyphosate demand expected to keep increasing (online gestellt 28.10.11 auf <http://ccminternational.wordpress.com/2011/10/28/global-glyphosate-demand-expected-to-keep-increasing>

CEO/Earth Open Source (2012): Conflicts on the menu – a decade of industry influence at the European Food Safety Authority (EFSA); S.10

Chen YJ, Wu ML, Deng JF, Yang CC (2009): The epidemiology of glyphosate-surfactant herbicide poisoning in Taiwan, 1986-2007: a poison center study. *Clinical Toxicology* 47: 670-677

Chen HH, Lin J-L, Huang W-H, Weng C-H, Lee S-Y, Hsu C-W, Chen K-H, Wang I-K, Liang C-C, Chang C-T, T.-H.Yen (2013): Spectrum of corrosive esophageal injury after intentional paraquat or glyphosate-surfactant herbicide ingestion. *International Journal of General Medicine* 6: 677-683

Chlopecka M et al. (2014): Glyphosate affects the spontaneous motoric activity of intestine at very low doses – In vitro study

Churi S et al. (2012): Organophosphate Poisoning: Prediction of Severity and Outcome by Glasgow Coma Scale, Poisoning Severity Score, Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II Score, and Simplified Acute Physiology Score II. *Journal of Emergency Nursing* 38: 493-495.

- Clair E et al. (2012): A glyphosate-based herbicide induces necrosis and apoptosis in mature rat testicular cells in vitro, and testosterone decrease at lower levels. *Toxicol. In Vitro* 26, 269-279
- Clements C et al. (1997): Glyphosate: Genotoxicity of select herbicides in *Rana catesbeiana* tadpoles using the alkaline single-cell gel DNA electrophoresis (comet) assay; *Environ. Molec. Mutagen.*, 29: 277-288
- Cremonese C et al. (2012a): The authors reply: Pesticide exposure and poor pregnancy: weakness of the evidence? *Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro*, 28(10):2010-2012
- Cremonese et al. (2012b): Exposição a agrotóxicos e eventos adversos na gravidez no Sul do Brasil, 1996-2000. *Cad Saúde Pública* 2012; 28:1263-72
- Dallegrave E et al. (2003): The teratogenic potential of the herbicide glyphosate-Roundup in Wistar rats. *Toxicol Lett* 142(1-2):45-52
- Dallegrave E et al. (2007): Pre- and post-natal toxicity of the commercial glyphosate formulation in Wistar rats. *Arch Toxicol* 81:665-73.
- Daruich, J. et al. (2001): Effect of the herbicide glyphosate on enzymatic activity in pregnant rats and their fetuses. *Environmental Research Section A* 85: 226-231
- Dawson AH et al. (2010): Acute Human Lethal Toxicity of Agricultural Pesticides: A Prospective Cohort Study. *Plos Medicine* 7
- De Roos AJ et al. (2003): Integrative assessment of multiple pesticides as risk factors for non-Hodgkin's lymphoma among men; *Occupational and Environmental Medicine*, 60 (9): E11.
- De Roos AJ et al. (2005): Cancer incidence among glyphosate-exposed pesticide applicators in the Agricultural Health Study. *Environ Health Perspect* 113(1):49-54
- Deutscher Bundestag (2011): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Grünen vom 27.09.2011, Drucksache 17/6858
- Dickeduisberg M et al. (2012): Erhebungen zum Einsatz von Glyphosat im deutschen Ackerbau *Julius-Kühn-Archiv*, 434, 2012. DOI: 10.5073/jka.2012.434.056
- DLG-Mitteilungen (4/2014): Interview „Wir forschen weiterhin für Europa“ mit H. Stübler von der Bayer CropScience AG (S. 20)
- Dow AgroScience (2014a): EPA Registers Enlist Duo™ Herbicide --- Enlist™ Weed Control System Now Approved. Pressemitteilung vom 15.10.2014. <http://newsroom.dowagro.com/press-release/epa-registers-enlist-duo-herbicide-enlist-weed-control-system-now-approved>
- Dow AgroScience (2014b): USDA ALLOWS COMMERCIALIZATION OF DOW AGROSCIENCES' ENLIST™ CORN, SOYBEAN TRAITS. Pressemitteilung vom 17.09.2014.
- Dow AgroScience (2014c): Enlist™ Weed Control System Overview. http://www.isafarmnet.com/2014OFNConf/Lafey_Dow_The_Enlist_Weed_Control_System_.pdf
- Durchführungsverordnung (EU) Nr. 365/2013 zur Änderung der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 hinsichtlich der Bedingungen für die Genehmigung des Wirkstoffs Glufosinat, vom 22.4.13: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:111:0027:0029:-DE:PDF>
- EFSA (2008): EFSA model for chronic and acute risk assessment – PRIMO or Revision 2. Excel Datei: calculationacutechronic_2.xls verfügbar auf der Webseite der EFSA
- Eicken KM et al. (2010): Gesundheitsprobleme beim Einsatz von Grassilagen in Milchviehbeständen - Clostridium botulinum. Vortrag in Husum
- Eriksson M et al. (2008): Pesticide exposure as risk factor for non-Hodgkin lymphoma including histopathological subgroup analysis, *International Journal of Cancer*, 123: 1657-1663
- Europäische Kommission/DG SANCO (2013): Working Document on emergency situations according to article 53 of regulation (EC) No 1107/2009) - SANCO/10087/2013 rev. 0, 1.2.13
- Europäische Union (2013): Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik vom 24.08.2013 (L 226/1)
- Fritschi L et al. (2005): Occupational exposure to pesticides as risk factor for non-Hodgkin's lymphoma and hairy cell leukemia: Pooled analysis of two Swedish case-control studies, *Leukemia & Lymphoma*, 43(5): 1043-1049

- Garry VF et al. (2002): Birth defects, season of conception, and sex of children born to pesticide applicators living in the Red River Valley of Minnesota, USA. *Environmental Health Perspectives* 110: 441-449
- Garry V F et al. (2003): Male Reproductive Hormones and Thyroid Function in Pesticide Applicators in the Red River Valley of Minnesota; *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 66(11): 965-986
- Gasnier C et al. (2009): Glyphosate-based herbicides are toxic and endocrine disruptors in human cell lines. *Toxicology* 262(3):184-91
- George J et al. (2010): Studies on glyphosate-induced carcinogenicity in mouse skin: a proteomic approach.
- Gerowitz B et al. (2003): Towards multifunctional agriculture – weeds as ecological goods? *Weed Research* 43, 227-235
- Gui YX et al. (2012): Glyphosate induced cell death through apoptotic and autophagic mechanism; *Neurotoxicology and Teratology*, 34 (3): 344-349.
- Guilherme S et al. (2010): European eel (*Anguilla Anguilla*) genotoxic and pro-oxidant responses following short term exposure to Roundup – a glyphosate-based herbicide; *Mutagenesis*, 25 (5): 523-530
- Haalck, KF (2012): Künstlicher Herbst. Kritischer Agrarbericht 2012. <http://www.kritischer-agrarbericht.de/fileadmin/Daten-KAB/KAB-2012/Haalck.pdf> (16.7.14)
- Haffmans S (2012): Pestizid-Abdrift nicht einfach hinnehmen. PAN Germany Pestizid-Brief vom 30.04.2012. <http://www.pan-germany.org/deu/~news-1175.html>
- Haffmans S (2013): Neue Pestizid-Steuer in Dänemark. PAN Germany Pestizid-Brief 11. vom 22.08.2013, <http://www.pan-germany.org/deu/~news-1272.html>
- Hahn A et al. (2007): Ärztliche Mitteilungen bei Vergiftungen 2007, Vierzehnter Bericht der „Dokumentations- und Bewertungsstelle für Vergiftungen“ im Bundesinstitut für Risikobewertung für das Jahr 2007. S. 44
- Hardell L et al. (1999): A Case-Control Study of Non-Hodgkin-Lymphoma and Exposure to Pesticides; *Cancer*, Volume: 85, Number: 6, Pages: 1353-1360
- Hardell L et al. (2002): Exposure to pesticides as risk factor for non-Hodgkin´s lymphoma and hairy cell leukemia: Pooled analysis of two Swedish case-control studies; *Leukemia & Lymphoma*
- Heydemann B (1983): Aufbau von Ökosystemen im Agrarbereich und ihre langfristigen Veränderungen, Daten und Dokumente zum Umweltschutz. Sonderreihe Umwelttagung 35: 53-84.
- Hokanson R et al. (2007): Alteration of estrogen-regulated gene expression in human cells induced by the agricultural and horticultural herbicide glyphosate. *Hum Exper Toxicol* 26:747-52
- IAASTD (2009): International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development. Global Report. http://www.unep.org/dewa/agassessment/reports/IAASTD/EN/Agriculture%20at%20a%20Crossroads_Global%20Report%20%28English%29.pdf
- IKSR (2011): Rheinstoffliste 2011. Internationale Kommission zum Schutz des Rheins. http://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/Dokumente_de/Berichte/189_d_01.pdf
- Industrieverband Agrar (2013): Jahresbericht 2012/2013. Frankfurt
- International Office for Water & INERIS (2009): Implementation of requirements on Priority substances within the Context of the Water Framework Directive. https://circabc.europa.eu/sd/a/5269a7d3-87fc-4d54-9b79-7d84b791485e/Final-Monitoring-based_Prioritisation_September%202009.pdf; S. 57
- International Survey of Herbicide Resistant Weeds (o.J.). Online-Information unter: www.weedscience.org
- Kachuri L et al. (2013): Multiple pesticide exposures and the risk of multiple myeloma in Canadian men.
- Kale PG et al. (1995): Mutagenicity testing of 9 herbicides and pesticides currently used in agriculture, *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 25: 148-153
- Kelly DW et al. (2010): Synergistic effects of glyphosate formulation and parasite infection on fish malformations and survival. *J. Appl. Ecology* 47: 498-504.
- Kim JD (1995): Influence of age, exercise, and dietary restriction on oxidative stress in rats. *Aging* 8:123-129
- Klimisch HJ et al. (1997): A Systematic approach for evaluating the quality of experimental toxicological and ecotoxicological data. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 25:1-5
- Koller VJ et al. (2012): Cytotoxic and DNA-damaging properties of glyphosate and Roundup in human-derived buccal epithelial cells. *Arch Toxicol* 86: 805-813

- Krauth D et al. (2013): Instruments for assessing risk and bias and other methodological criteria of published animal studies: A systematic review. *Environmental Health Perspectives* 121: 985-992;
- Krüger M et al. (2012): Visceral botulism at dairy farms in Schleswig-Holstein, Germany – Prevalence of glyphosate in feces of cows, in animal feeds, in feces of farms and in house dust. *Anaerobe* 18 221-223
- Krüger M et al. (2013): Field investigations of glyphosate in urine of danish dairy cows. *J Environ Anal Toxicol*. 3:5.
- Landtag Brandenburg (2011): Antwort der Landesregierung auf die Kleine Anfrage 2689 der Abgeordneten Sabine Niels und Michael Jungclaus Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN Drucksache 5/6817. Online unter http://michaeljungclaus.de/userspace/BB/michael_jungclaus/Dokumente/2013/Anfragen/7011.pdf
- Landtag Brandenburg (2013): Antwort der Landesregierung auf die Kleine Anfrage 2689 der Abgeordneten Sabine Niels und Michael Jungclaus Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN. Drucksache 5/7011. http://michaeljungclaus.de/userspace/BB/michael_jungclaus/Dokumente/2013/Anfragen/7011.pdf
- Landtreff Blog (2010): Spritzschaden an konventioneller Nachbarfläche. Online unter: file:///S:/F%C3%9CR%20ALLE/PROJEKTE/Glyphosat_14/Studie%20-%20Text/Literatur/Spritzschaden%20mit%20Totalherbizid%20durch%20Feldnachbarn%20-%20Landtreff.de.htm
- LANUV (2013): Belastungsentwicklung von Oberflächengewässern und Grundwasser in NRW mit Glyphosat und AMPA LANUV-Fachbericht 46, Seite 39 f. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. <http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/fachberichte/fabe46/Fabe46.pdf>
- Lee CH, Shih CP, Hsu KH, Hung DZ, Lin CC (2008): The early prognostic factors of glyphosate-surfactant intoxication. *Am J Emerg Med* 2008; 26:275–281
- Lee HL, Chen KW, Chi CH, Huang JJ, Tsai LM (2000): Clinical presentations and prognostic factors of a glyphosate-surfactant herbicide intoxication: A review of 131 cases. *Academic Emergency Medicine* 7: 906-910
- LfL (2011): Leitunkräuter in Getreide. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising-Weißenstephan
- Lin N et al. (2000): In vitro studies of cellular and molecular development toxicity of adjuvants, herbicides, and fungicides commonly used in Red River Valley, Minnesota. *J Toxicol Environ Health A* 60:423-39.
- Lioi MB (1998): Cytogenetic damage and induction of pro-oxidant state in human lymphocytes exposed in vitro to glyphosate, vinclozolin, atrazine, and DPX-E9636. *Environ Mol Mutagen* 32:39-46.
- Lorenzen S (2013): Nervengift für Rinder. *Der kritische Agrarbericht* 2013: 226-230
- Luo Z et al. (2010): Can no-tillage stimulate carbon sequestration in agricultural soils? A meta-analysis of paired experiments Agriculture. *Ecosystems & Environment* 2010, 139, 224-231
- Manas F et al. (2009a): Genotoxicity of glyphosate assessed by the comet assay and cytogenetic tests. *Environ Toxicol Pharmacol* 28:37-41
- Manas F et al. (2009b): Genotoxicity of AMPA, the environmental metabolite of glyphosate, assessed by the Comet assay and cytogenetic tests; *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72: 834-837
- Manley JG et al. (2005): Creating Carbon Offsets in Agriculture through No-Till Cultivation: A Meta-Analysis of Costs and Carbon Benefits. *Climatic Change* 68(1), 41-65
- Max Rubner Institut/BMELV (2013): Nationale Verzehrsstudie II
- Mertens M (2011): Glyphosat & Agrogen-technik. *Naturschutzbund Deutschland (NABU) e.V.* (Hrsg.)
- Mertens M (2013): Glyphosat-Abdrift – auch eine Gefahr für die ökologische Landwirtschaft? Vortrag in Bad Döben am 07. November 2013.
- Mesnage R et al. (2013): Ethoxylated adjuvants of glyphosate-based herbicides are active principles of human cell toxicity.
- Mesnage R et al. (2014): Major Pesticides Are More Toxic to Human Cells Than Their Declared Active Principles
- Mink PJ et al. (2011): Epidemiologic studies of glyphosate and non-cancer health outcomes: A review. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 61: 172–184;

- MKULNV NRW (2014): Steckbriefe der Planungseinheiten in den nordrhein-westfälischen Anteilen von Rhein, Weser, Ems und Maaß. Oberflächengewässer und Grundwasser Teileinzugsgebiet Maas/Maas Nord NRW Seite 33. http://www.flussgebiete.nrw.de/img_auth.php/6/63/2014-06-30_PE-Steckbriefe_MaasNord-Juli2014-final.pdf
- Mladinic et al. (2009a): Evaluation of Genome Damage and Its Relation to Oxidative Stress Induced by Glyphosate in Human Lymphocytes in Vitro; *Environmental and Molecular Mutagenesis* 50: 800-807
- Mladinic et al. (2009b): Characterization of chromatin instabilities induced by glyphosate, terbuthylazine and carbofuran using cytome FISH assay.
- Monroy CM et al. (2005): Cytotoxicity and genotoxicity of human cells exposed in vitro to glyphosate. *Biomedica* 25(3):335-45.
- Monsanto (2005): Backgrounder – History of Monsanto's Glyphosate Herbicide
- Morandin LA, Winston ML (2005): Wild bee abundance and seed production in conventional, organic and genetically modified canola. *Ecological Applications* 15(3), 871-881
- Mowry JB, Spyker DA, Cantilena LR, Bailey JE, Ford M (2013): ABSTRACTS 2012 Annual Report of the American Association of Poison Control Centers' National Poison Data System (NPDS): 30th Annual Report Abstracts 94. *Clinical Toxicology* 51: 949-1229
- Myers PJ et al. (2009): Why Public Health Agencies Cannot Depend on Good Laboratory Practices as a Criterion for Selecting Data: The Case of Bisphenol A. *Environ Health Perspect.* Mar 2009, 117(3): 309–315. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2661896/pdf/ehp-117-309.pdf>
- Nagami H, Nishigaki Y, Matsushima S, Matsushita T, Asanuma S, Yajima N, Usuda M, Hirose M (2005): Hospital-based survey of pesticide poisoning in Japan, 1998-2002. *International Journal of Occupational and Environmental Health* 11: 180-184
- NLWKN (2012): Glyphosat in niedersächsischen Oberflächengewässern - Beeinflussung durch vermehrten Betrieb von Biogasanlagen? Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz. August 2012
- NPIC (o.J.): Glyphosate - Technical Fact Sheet. National Pesticide Information Center (NPIC). Oregon State University
- OECD (o.J.): OECD Series on Principles of Good Laboratory Practice (GLP) and Compliance Monitoring. <http://www.oecd.org/chemicalsafety/testing/oecdseriesonprinciplesofgoodlaboratorypracticeglpandcompliancemonitoring.htm>
- ÖKO-TEST (2013): Ratgeber Essen und Trinken: „Pestizide in Getreideprodukten – Auf die Spitze getrieben“ (Bericht zum Glyphosat bei Getreideprodukten)
- Oesau A (1998): Möglichkeiten zur Erhaltung der Artenvielfalt im Ackerbau – Erfahrungen aus der Praxis. *Schr.R.f. Vegetationskunde* 29: 69-79. Bonn-Bad Godesberg
- Omran NE et al. (2013): The endocrine disrupter effect of atrazine and glyphosate on *Biomphalaria alexandrina* snails
- OSPAR (2002): OSPAR List of Substances of Possible Concern. Die Liste ist abrufbar unter: http://www.ospar.org/content/content.asp?menu=00940304440000_000000_000000
- Paganelli A et al. (2010): Glyphosate-Based Herbicides Produce Teratogenic Effects on Vertebrates by Impairing Retinoic Acid Signaling
- PAN AP (2009): Glyphosate Monograph
- PAN AP (2012): Glyphosate Monograph Addendum 2012
- PAN Europe, générations futures (o.J.): Meet (chemical) agriculture: The world of backdoors, derogations, sneaky pathways, and loopholes. Brüssel
- PAN Europe & générations futures (2014): Missed and dismissed – pesticide regulators ignore the legal obligation to use independent science to deriving safe exposure levels
- PAN Germany (o.J.): Meldebogen Pestizid-Abdrift; verfügbar unter: http://www.pan-germany.org/deu/projekte/biodiversitaet/pestizid_abdrift.html
- PAN UK (2014): Pesticides in your daily Bread: A consumer guide to pesticides in Bread 2014. Pesticide Action Network UK
- Paumgarten FJR (2012): Pesticide exposure and poor pregnancy outcomes: weaknesses of the evidence. *Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro*, 28(10):2009-2010;
- Paz-Y-Mino et al. (2007): Evaluation of DNA damage in an Ecuadorian population exposed to glyphosate; *Genetics and Molecular Biology*, 30 (2): 456-460
- Peer G et al. (2014): EU agricultural reform fails on biodiversity. *Science* 344(6):1090-1092

- Peluso M et al. (1998): 32P-postlabeling detection of DNA adducts in mice treated with the herbicide Roundup; *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 31: 55-59
- Pérez, GL et al. (2007): Effects of the herbicide Roundup on freshwater microbial communities: a mesocosm study. *Ecological Applications* 17: 2310-2322.
- Pflanzenschutzdienst Gießen (2014): Sikkation (Abreifebeschleunigung). Online Information unter:[http://pflanzenschutzdienst.rp-giessen.de/ackerbau/ratgeber-pflanzenschutz/wintergetreide-allgemein/sikkationspaetanwendung/?no_cache=1&sword_list\[0\]=sikkation](http://pflanzenschutzdienst.rp-giessen.de/ackerbau/ratgeber-pflanzenschutz/wintergetreide-allgemein/sikkationspaetanwendung/?no_cache=1&sword_list[0]=sikkation) (16.7.14)
- Poletta GL et al. (2009): Genotoxicity of the herbicide formulation Roundup (glyphosate) in broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*) evidenced by the Comet assay and Micronucleus test; *Mutation Research*, 672 (2): 95-102
- Ptok M 2009: Dysphonie nach Glyphosateposition. *HNO* 57. 1197-1202
- Raiffeisen (2014): Fruchtfolgen: Grundsätze und Empfehlungen. Onlineinformation. Abgerufen am 28.8.2014 unter http://www.raiffeisen.com/pflanzen/ackermanager/saatgut_fruchtfolge_html
- Rank J et al. (1993): Genotoxicity testing of the herbicide roundup and its active ingredient glyphosate isopropylamine using the mouse bone marrow micronucleus test, Salmonella mutagenicity test, and Allium anaphase-telephase test
- Rao G et al. (1990): Effect of dietary restriction on the age-dependent changes in the expression of antioxidant enzymes in rat liver. *Journal of Nutrition* 120:602-609;
- Relyea RA (2005): The impact of insecticides and herbicides on the biodiversity and productivity of aquatic communities. *Ecological Applications* Vol. 15, No. 2, pp. 618-627
- Recena MCP, Pires DX, Caldas ED (2006): Acute poisoning with pesticides in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Science of the Total Environment* 357: 88-95
- Relyea R (2012): New effects of Roundup on amphibians: Predators reduce herbicide mortality; herbicides induce antipredator morphology. *Ecological Applications*, 22(2), 2012, pp. 634–647
- Renewal Assessment Report (2013): Renewal Assessment Report Glyphosate (18.12.13); Reporting Member State (RMS): Germany; Der Bewertungsbericht ist unter folgendem Link bei der EFSA anzufordern: <http://dar.efsa.europa.eu/dar-web/provision>
- Richard S et al. (2005): Differential effects of glyphosate and Roundup on human placental cells and aromatase. *Environ Health Perspect* 113(6):716-20
- Richtlinie 2006/118/EG, Anhang I
- Richtlinie 2008/56/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 2008 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie). *Angang III, Tabelle 2.*
- Richtlinie 2009/128/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 über einen Aktionsrahmen der Gemeinschaft für die nachhaltige Verwendung von Pestiziden 2009/128/EG
- Richtlinie des Rates über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln“ (91/414/EWG), Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft 19.8.1991. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991L0414&from=EN>
- RIVM (2014): List of processing factors to evaluate pesticide residues measured in the Netherlands. Last update: 02.09.2014. Excel Datei in ZIP Datei: o5116.zip. National Institute for Public Health and the Environment (RIVM).
- Roberts DM, Buckley NA, Mohamed F, Eddleston M, Goldstein DA, Mehrsheikh A, Bleeke MS, Dawson AH (2010): A prospective observational study of the clinical toxicology of glyphosate-containing herbicides in adults with acute self-poisoning. *Clinical Toxicology* 48: 129-136
- Rockström J et al. (2009): A safe operating space for humanity. *Nature* Vol. 461 | 24: 472-475
- Romano RM et al. (2010): Prepubertal exposure to commercial formulation of the herbicide glyphosate alters testosterone levels and testicular morphology.<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20012598>
- Romano, MA et al. (2012): Glyphosate impairs male offspring reproductive development by disrupting gonadotropin expression; *Archives of Toxicology*, 86 (4): 663-673

- Roy DB et al. (2003): Invertebrates and vegetation of field margins adjacent to crops subject to contrasting herbicide regimes in the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 358, pp 1879-1898.
- Rull RP et al. (2006): Neural Tube Defects and Maternal Residential Proximity to Agricultural Pesticide Applications. *American Journal of Epidemiology* 163: 743-753
- Salzmann M (2014): Stellungnahme von Margit Salzmann, Fachbiologin für Toxikologie (Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim) im Auftrag von Stefan Wenzel, Niedersächsischer Minister für Umwelt, Energie und Klimaschutz im Rahmen der öffentlichen Konsultation zum RAR, 6. Mai 2014, S.26-29
- Samsel A, Seneff S (2013): Glyphosate's Suppression of Cytochrome P450 Enzymes and Amino Acid Biosynthesis by the Gut Microbiome: Pathways to Modern Diseases. *Entropy* 15, 1416-1463; doi:10.3390/e15041416
- Savitz DA et al. (1997): Male pesticide exposure and pregnancy outcome. *Am J Epidemiol* 146(12):1025-36.
Schreiben des BVL an PAN Germany vom 9.10.13
- Schneider K et al. (2009): „ToxRTool“, a new tool to assess the reliability of toxicological data. *Toxicology Letters* 189: 138-144
- Schütte G (2002): Herbicide Resistance (HR): Promises and Prospects of Biodiversity for European Agriculture. *AHUM* 20:217-130
- Schütte G et al. (2004): Agronomic and Environmental Aspects of the Cultivation of Transgenic Herbicide Resistant Plants. *UBA Texte* 11/04. Umweltbundesamt Berlin. S. 111f
- Schütte G, Mertens M (2009): Potential effects of the introduction of a variety resistant to glyphosate on agricultural practice and on the environment. *BfN-Skripte* 277.58 S.
- Seneff S et al. (2013): Is Encephalopathy a Mechanism to Renew Sulfate in Autism? *Entropy* 15, 372-406; doi:10.3390/e15010372
- Seok SJ et al. (2011): Surfactant volume is an essential element in human toxicity in acute glyphosate herbicide intoxication. *Clinical Toxicology* 49: 892-899
- Séralini G-E et al. (2012): Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize, in: *Food and Chemical Toxicology*. 50, Nr. 11, 2012, S. 4221–31
- Service RF (2013): What happens when weed killers stop killing? *Science* 341:1329
- Shehalta AA et al. (2012a): The effect of Glyphosate on potential pathogens and beneficial members of poultry microbiota *In Vitro*. *CurrMicrobiol* DOI 10.1007/s00284-012-0277-2 published online
- Shehalta AA et al. (2012b): Antagonistic effect of different bacteria on *Clostridium botulinum* types A, B, D and E *In Vitro*. veterinaryrecord.bmj.com 2012 download
- Sieke C (2014): Rückstandsbelastung von Mensch und Tier durch glyphosathaltige Pflanzenschutzmittel. Mündlicher Information von Herrn Christian Sieke im Rahmen seines Vortrags auf dem BfR Symposium Berlin am 20. Januar 2014
- Sirinathsinghji et al. (2012): Why Glyphosate Should Be Banned
- Six J et al. (2004): The potential to mitigate global warming with no-tillage management is only realized when practised in the long term. *Global Change Biology*10(2), 155-160
- Smith J (2013): Can genetically-engineered foods explain the exploding gluten sensitivity? GlutenandGMOs.com
- Sörensen FW, Gregersen M (1999): Rapid lethal intoxication caused by the herbicide glyphosate-trimesium (Touchdown). *Human & Experimental Toxicology* 18. 735-737
- Statistisches Bundesamt (2014): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Bodennutzung der Betriebe (Landwirtschaftliche genutzte Flächen) Agrarstrukturerhebung, Fachserie 3, Reihe 3.1.2
- Steffens W, Ptok M 2010. Glyphosatexposition. *HNO* 58. 733-736
- Storkey J, Westbury DB (2007): Managing arable weeds for biodiversity. *Pest ManagSci* 63:517-523
- Suh JH, Oh BJ, Roh HK (2007): Clinical outcomes after suicidal ingestion of glyphosate surfactant herbicide: severity of intoxication according to amount ingested. *Clinical Toxicology* 45: 641
- Suresh (1993), unveröffentlichte, von Feinchemie beim Zulassungsverfahren für Glyphosat 1998 eingereichte Studie; Analyse dazu bei Antoniou et al. (2011) und Antoniou et al. (2012)

- Swanson N (2014): Glyphosate re-assessment in Europe is corrupt: toxicology.
- Talbot, A. R., Shiaw, M. H., Huang, J. S., Yang, S. F., Goo, T. S., Wang, S. H., Chen, C. L., and Sanford, T. R (1991): Acute-Poisoning with A Glyphosate-Surfactant Herbicide (Round-Up) - A Review of 93 Cases. *Human & Experimental Toxicology* 10(1), 1-8. 1991
- Testbiotech (2013): Hohe Rückstandsmengen von Glyphosat bei Sojabohnen in Argentinien
- Testbiotech (2014): Testbiotech comment on the German Renewal Assessment Report (RAR) on the active ingredient glyphosate
- Thongprakaisang S et al. (2013): Glyphosate induces human breast cancer cells growth via estrogen receptors
- Tominack RL, Yang GY, Tsai WJ, Chung HM, Deng JF (1991): Taiwan-National-Poison-Center Survey of Glyphosate Surfactant Herbicide Ingestions. *Journal of Toxicology-Clinical Toxicology* 29: 91-109
- Tweedale (2011): Uses of 'Good Laboratory Practices' by regulated industry and agencies, and the safety of bisphenol A, S.475-476; zitiert nach Antoniou et al, 2011: Roundup and birth defects – is the public being kept in the dark?
- Umweltbundesamt (2014): Glyphosathaltige Pflanzenschutzmittel werden in großen Mengen verwendet. Die biologische Vielfalt ist dadurch beeinträchtigt. Quelle: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/uba-kritisiert-uebermaessigen-einsatz-von-glyphosat>. (Zugriff am 29.07.14)
- University of Hertfordshire (o.J.): Pesticide Properties Database, <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/atoz.htm> (Stand: 17.7.14)
- Vandenberg et al. (2012): Hormones and Endocrine-Disrupting Chemicals: Low-Dose Effects and Nonmonotonic Dose Responses. *Endocr Rev.* Jun 2012; 33(3): 378–455.
- 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. *Amtsblatt der Europäischen Union* 24.11.2009. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1107&from=DE>
- Verordnung (EU) Nr. 283/2013 DER KOMMISSION vom 1. März 2013 zur Festlegung der Datenanforderungen für Wirkstoffe gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln. Abschnitt 5.6
- Vigfusson, NV et al. (1980): The effect of the pesticides Dexon, Captan and Roundup on sister chromatid exchanges in human lymphocytes in vitro. *Mutation Research*, 79: 53-57
- Wang G et al. (2011): Parkinsonism after chronic occupational exposure to glyphosate; Parkinson and related disorders, 17 (6): 486-487
- Wardle DA et al. (1999): Effects of agricultural intensification on soil-associated arthropod population dynamics, community structure, diversity and temporal variability over a seven-year period. *Soil Biology and Biochemistry* 31: 1691-1706
- Watts M (2011): Glyphosate. PAN Asia & Pacific. Penang/Malaysia.
- Weber C (2014): Schein-Regulierung von Glyphosat. *Pestizid-Brief* vom 27.05.2014. <http://www.pan-germany.org/deu/---news-1300.html> (16.7.2014)
- Welshons WV et al. (2003): Large effects from small exposures. I. Mechanisms for endocrine-disrupting chemicals with estrogenic activity. *Environ Health Perspect.* Jun 2003; 111(8): 994–1006.
- WHO (2014): Preventing suicide - A global imperative. WHO, 2014. Geneva
- Williams AL et al. (2012): Developmental and reproductive outcomes in humans and animals after glyphosate exposure: a critical analysis. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, 15:39–96
- Xia E (1995): Activities of antioxidant enzymes in various tissues of male Fischer 344 rats are altered by food restriction. *Journal of Nutrition* 125: 195-201
- Yang CC et al. (1996): Taiwan National Poison Center: Epidemiologic data 1985-1993. *Journal of Toxicology-Clinical Toxicology* 34: 651-663
- Yousef MI (1995): Toxic effects of carbofuran and glyphosate on semen characteristics in rabbits. *J Environ Sci Health B* 30(4): 513-34
- Zaheer MS et al. (2009): Profile of poisoning cases at A North Indian tertiary care hospital. *Health and Population: Perspectives and Issues* 32: 176-183.

