
Glyphosat – ein Jahrhundertherbizid?

Wien, 30. Mai 2012

Martha Mertens

Glyphosat und Roundup

- Glyphosat: N-(Phosphonomethyl)Glycin)
- Roundup: bekanntester Handelsname, zahlreiche weitere Produkte
- AMPA: wichtigstes Abbauprodukt (Aminomethyl-Phosphonsäure)

- Weltweit meist genutzter herbizider Wirkstoff → mit bedingt durch gentechnisch veränderte RR-Pflanzen
- Auch ohne RR-Pflanzen zunehmender Einsatz - z.B. Sikkation

- D: 1998–2010 → 56.289 t Wirkstoff, 162.081 t glyphosathaltige Mittel*
- D: 75 Produkte zugelassen für Land-/Forstwirtschaft sowie Obst-/Weinbau, auch für Haus-/Kleingärten (44 Produkte)

- *„Glyphosat ist nicht nur ein Herbizid, sondern auch ein Ackerbauinstrument. Ein großer Teil der Stoppeln im Ackerbau Deutschlands wird mit Hilfe von glyphosathaltigen Herbiziden gepflegt.“ (Dickeduisberg et al. 2012):*

- D (2009): Einsatz im Ackerbau (39%), insbes. in Winterraps (87%), Körner-Leguminosen (72%), Wintergerste (66%)

■ *Antwort der Dt. Bundesregierung auf Kleine Anfrage von Bündnis90/Die Grünen, 27.09.2011

Foto aus *Agrar Info* 181, 04/05 2012
Bigi Moehrle, www.bigimoehrle.de



Zulassung von Glyphosat

- 1974 Markteinführung von Glyphosat in USA
- 07.01.2002 Wiederzulassung in der EU, 2012 Überprüfung der Zulassung
- Derzeitige Zulassung basiert auf Pestizid-Richtlinie 91/414/EU
- Neue Basis: Verordnung 1107/2009 (gültig ab 2012)
- Basis der Zulassung: Dossiers der Hersteller, subletale Effekte geprüft?
- Deutschland ist zuständig für Bewertung (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit BVL)
- EU verlängerte 2010 Zulassung von Glyphosat (+38 anderer Pestizide) bis 31.12.2015
- Begründung: Mehr Zeit für Dossiererstellung erforderlich, Personalmangel

Forderung: umfassende Neubewertung unter Berücksichtigung neuer Studien

Netz-/Formulierungsmittel

Zusammensetzung der Netzmittel ist Geschäftsgeheimnis!

Netzmittel sind häufig eigenständig toxisch (Cox & Surgan 2006) –
insbesondere mit Glyphosat eingesetzte Netzmittel (Song et al. 2012)

D: 1998-2010 → 6.165 t POE-Tallowamine abgesetzt (Dt. Bundesreg. 27.09.2011)

Tallowamine (POEA – polyethoxylierte Amine)

- erleichtern Benetzung und Wirkstoffaufnahme durch Pflanzenoberflächen
 - sind toxischer als Glyphosat - erhöhen Wirkung/Toxizität von Glyphosat
 - sind stabiler als Glyphosat
 - sind besonders problematisch für aquatische Organismen

 - BVL forderte 2010 Monsanto auf, Tallowamine auszutauschen
 - BVL sprach 2010 ein Verbot für Futtermittel aus, die mit Tallowamin-haltigen Mitteln behandelt wurden
-

Zulässige Rückstandswerte für Glyphosat – Maximum Residue Levels (MRL)

Zulässige EU-Rückstandswerte*) für Glyphosat variieren stark:

- 20 mg/kg: Sojabohne, Sonnenblume, Gerste, Hafer, Sorghum
 - 10 mg/kg: Roggen, Weizen, Leinsamen, Lupine, Raps, Erbsen
 - 2 mg/kg: Bohnen, 1 mg/kg: Mais
 - 0.10 mg/kg: Großteil der pflanzlichen Produkte (Linsen bald 10/15mg/kg?**)
 - 0,05 mg/kg: Fleisch (Ausnahme Niere), Milch, Eier
-
- „Anpassung“ der Glyphosat-MRL an erhöhte Rückstände?
 - Codex Alimentarius-MRL für Glyphosat teilweise unterschiedlich/höher
-
- MRL wissenschaftlich begründet? – Erwartete Glyphosat-Rückstände?
-
- Akzeptable tägliche Aufnahme (adi) 03,mg/kg Körpergewicht/Tag
 - Nachweis von Glyphosat im Urin (Landwirte und allg. Bevölkerung)?

*) http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm?event=substance.resultat&s=1

***) <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/2550.pdf>

Gesundheitliche Effekte durch Roundup/Glyphosat

Roundup/Glyphosat/AMPA

- führt zu akuten Effekten: z.B. Haut-/Augenreizung, Schwindel, Kopfschmerzen, Husten, Kreislaufprobleme
 - schädigt/tötet menschliche Zellen in Kultur (Benachour & Seralini 2009)
 - übt negative Effekte auf DNA, Zellorganellen (Mitochondrien) und die Zellteilung aus (Malatesta et al. 2008)
 - beeinträchtigt Bildung/Funktion der Sexualhormone (Gasnier et al. 2009)
 - führt (indirekt) zu geringerer Aufnahme von Mikronährstoffen
 - stört die Embryonalentwicklung (Paganelli et al. 2010)
 - wird verdächtigt, zu Aborten und zu Missbildungen zu führen (Antoniou et al. 2011)
 - steht im Verdacht, krebserregend zu sein (George et al 2010)
 - zeigt negative Effekte auf das Nervensystem (Gui et al. 2012)
-

Glyphosat/Roundup in Böden

Glyphosat

- gelangt über Spritzung, Spray-Drift und Ab-/Ausschwemmung in Böden und Gewässer sowie auf Nachbarpflanzen
 - wird über Glyphosat-haltiges Pflanzenmaterial verbreitet
 - wurde in Wurzeln (>12% der appl. Menge) nachgewiesen (Laitinen 2009)
 - wird über Tage/Wochen von den Wurzeln behandelter Pflanzen ausgeschieden (kaum Abbau in behandelten Pflanzen)
 - gelangt über Wurzelkanäle und Makroporen auch in Tiefen von 60-90 cm (Stadlbauer et al. 2005)
 - bindet an Bodenpartikel (z.B. Phosphat-Bindungsstellen)
 - wird bei Phosphat-Düngung wieder frei gesetzt (Bott et al. 2011)
 - wird von Pflanzen aus dem Boden aufgenommen
-

Roundup/Glyphosat in Böden und Gewässern

Glyphosat

- wird unterschiedlich rasch abgebaut, je nach Temperatur, pH-Wert, Bodenverhältnissen (Halbwertszeit $t_{1/2}$ - 240 Tage)
- -Abbau wird durch Festlegung in Pflanzenwurzeln verzögert
- wird ausgewaschen: in DK gemessene Höchstwerte im Boden-wasser überschreiten Trinkwasser-Grenzwert ($0,1\mu\text{g/l}$) massiv
- findet sich in der Luft und im Regen – bis $2,5\mu\text{g/l}$ (Chang et al. 2011)
- gelangt in Flüsse: USA ($<73\mu\text{g/l}$), Frankreich ($<86\mu\text{g/l}$), v. a. nach Starkregen im Sommer (Coupe et al. 2011)
- Oberflächenabfluss (USA) im Extrem bis zu $430\mu\text{g/l}$
- findet sich mit Spitzenwerten in Teichen/Tümpeln (USA) → Amphibien?
- AMPA ist stabiler als Glyphosat ($t_{1/2}$ 76-240 Tage - bis zu 875 Tagen), findet sich häufig in Böden und Gewässern

Wirkungen von Glyphosat auf Pflanzen und Bodenflora

Glyphosat

- hemmt wichtiges Enzym (EPSPS) von Pflanzen und Mikroorganismen
 - beeinträchtigt Stickstoff-bindende Knöllchenbakterien (Rhizobien) → → geringere Stickstoffbindung, weniger Protein, reduzierter Ertrag
 - hemmt Bakterien, die für Aufnahme von Mikronährstoffen (z.B. Mangan) wichtig sind (Kremer & Means 2009)
 - beeinträchtigt nützliche Pilze, z.B. Mykorrhiza-Pilze (Motavalli et al. 2004)
 - fördert Krankheitserreger, z. B. Toxin-bildende Fusarienpilze noch Monate/Jahre nach Applikation (Johal & Huber 2009)
 - EPSPS = 5-Enolpyruvyl-Shikimat-3-Phosphat-Synthase (Enzym im Shikimat-Stoffwechselweg, der zu aromatischen Aminosäuren, Vitaminen, Abwehrstoffen, Ligninen etc. führt)
-

Wirkungen von Glyphosat auf Pflanzen

Glyphosat

- wirkt systemisch – gelangt in Spross-/Wurzelmeristeme
 - bildet schwer-lösliche Komplexe mit Metall-Ionen
 - behindert die Aufnahme von Mikronährstoffen (z.B. Mangan), die für Ertrag und Krankheitsabwehr der Pflanzen eine große Rolle spielen
 - greift in Stoffwechsel ein, der zu Abwehr-/Signalstoffen und Ligninen führt
 - schwächt Krankheitsabwehr der Pflanzen (Johal & Huber 2009)
 - verändert Mineralgehalte/Fettsäuremuster in Sojabohnen (Zobiolo et al. 2010a) und beeinträchtigt die Photosynthese (Zobiolo et al. 2010b)
 - -behandelte Pflanzen scheiden mehr Kohlenhydrate und Aminosäuren aus → begünstigt Wachstum von pathogenen Pilzen (z.B. Fusarien)
 - -Rückstände (z.B. aus absterbenden Unkrautwurzeln) hemmen Keimung von Folgekulturen (Tesfamariam et al. 2009, Neumann 2012)
-

Roundup/Glyphosat

- beeinträchtigt u. U. Bodenbewohner (Regenwürmer und Insekten)
- schädigt aquatische Organismen (z.B. Mikroorganismen, Plankton)
- fördert Gewässer-Eutrophierung (+ Cyanobakterien) (Vera et al. 2010)
- gefährdet Amphibien (Plötner & Matschke 2012) – 2/3 der Amphibien in D stehen auf roter Liste
- verstärkt negative Effekte anderer Stressoren, z.B. Pestizide, Räuber, Parasiten - gezeigt für Amphibien und Fische (Relyea 2005a,b, Jones et al. 2011, Kelly et al. 2010)
- greift in wichtige Prozesse der Embryonalentwicklung ein (Retinolsäure-Signalkette) → fördert Missbildungen von Kopf und Nervensystem bei Wirbeltieren (Paganelli et al. 2010)
- wirkt in 1000fach geringeren Konzentrationen als in der Praxis empfohlen

Resistenzentwicklung bei Beikräutern

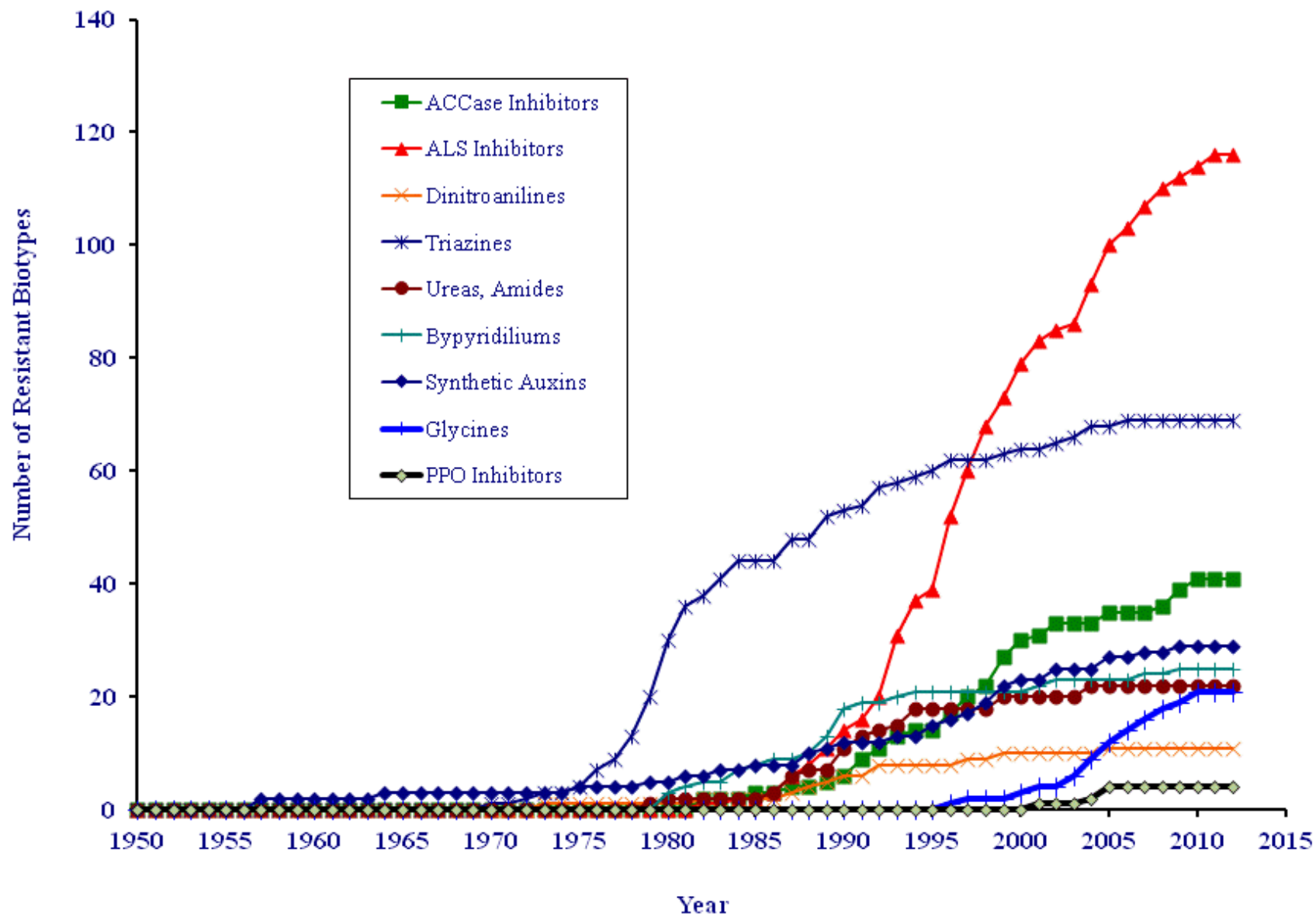
Enorme Zunahme der Glyphosat-Resistenz (GR):

- >23 Glyphosat-resistente Beikrautarten weltweit (www.weedscience.org)
- >100 Subpopulationen, auf Millionen von Hektar in 14 Ländern
- (HR global: 383 Biotypen, 208 Arten, >570 000 Felder)

Glyphosat-resistente Beikrautarten:

- USA 11
- Brasilien, Spanien je 5
- Argentinien, Südafrika, Australien je 3
- Kanada, Chile, China, Malaysia, Israel, Frankreich, Italien, Tschechien je 1
- viele Problemarten, ein Teil der GR-Beikrautbiotypen trägt Mehrfachresistenzen, Veränderung der Begleitflora zu toleranten Arten

Folge: massiver Anstieg des Herbizidverbrauchs, Einsatz von Tankmischungen, Entwicklung weiterer herbizidresistenter Pflanzen



Source: Ian Heap
<http://www.weedscience.com>

Antwort der deutschen BR auf Anfrage von Bündnis90/Die Grünen (09/2011)

Antwort auf Frage 24 (Forschungsbedarf):

- *Insgesamt unterstreichen die neueren Forschungsergebnisse, dass unter bestimmten Randbedingungen negative Auswirkungen durch Glyphosatanwendung auftreten können.*
 - *Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund der Zunahme der Glyphosatanwendungen zu berücksichtigen.*
 - *Weitere Forschungsaktivitäten werden für notwendig erachtet, um langfristig eine sichere Anwendung von Glyphosat-haltigen Herbiziden zu gewährleisten.*
 - *Insbesondere ist zu klären, unter welchen Anwendungsbedingungen mit Auswirkungen auf Kulturpflanzen und den Boden zu rechnen ist.*
-

Fazit

Glyphosat

- gefährdet die menschliche und tierische Gesundheit
 - beeinträchtigt die Bodenfruchtbarkeit
 - erhöht die Krankheitsanfälligkeit der (Kultur)-Pflanzen
 - schädigt zahlreiche „Nichtzielorganismen“ (z.B. Amphibien)
 - -Einsatz führt zur Entwicklung resistenter Beikrautarten
 - -Einsatz kann nicht Teil einer nachhaltigen Landwirtschaft sein
-

- Antoniou et al. 2011, <http://www.scribd.com/doc/57277946/RoundupandBirthDefectsv5>.
- Benachour & Seralini 2009, Chem Res Toxicol 22: 97-105.
- Bott et al. 2011, Plant Soil 342: 249-263.
- Chang et al. 2011, Env Toxicol Chem 30: 548-555.
- Coupe et al. 2011, Pest Manag Sci, doi 10.1002/ps.2212.
- Cox & Sorgan 2006, Env. Health Perspectives 114: 1803-1806.
- Dickeduisberg et al. 2012, <http://pub.jki.bund.de/index.php/JKA/article/viewFile/1766/2109>
- Gasnier et al. 2009, Toxicology 262: 184-191.
- George et al. 2010, J. of Proteomics 73: 951-964.
- Gui et al. 2012, Neurotoxicology & Teratology 34: 344-349.
- Johal & Huber 2009, Europ J. Agron 31: 144-152.
- Jones et al. 2011, Env Toxicol Chem 30: 446-454.
- Kelly et al. 2010. J. of Appl. Ecology 47: 498-504.
- Kremer & Means 2009, Europ J. Agron 31: 153-161.
- Laitinen 2009, <http://orgprints.org/16105/>.
- Malatesta et al. 2008, Toxicology in vitro 22: 1853-1860.
- Neumann 2012, DLG-Mitteilungen 2/2012: 26-29.
- Paganelli et al. 2010, Chem. Res. Toxicol. doi 10.1021/tx1001749.
- Plötner & Matschke 2012, Zeitschr. F. Feldherpetologie 19: 1-20.
- Relyea 2005a,b, Ecological Appl 15: 618-627 und 1118-1124.
- Song et al. 2012, J. Korean Med Sci 27: 3-9.
- Stadlbauer et al. 2005, <http://www.umwelt.steiermark.at>.
- Tesfamariam et al. 2009. Europ. J. Agron 31: 126-132.
- Vera et al. 2010, Ecotoxicology 19: 710-721.
- ~~Zobiolo et al. 2010a, J. Agric. Food Chem 58: 4517-4522.~~
- Zobiolo et al. 2010b, Plant Soil 336: 251-265.