



**TEST
BIOTECH**

Testbiotech e. V.
Institut für unabhängige
Folgenabschätzung in
der Biotechnologie



Wie gefährlich ist Glyphosat?

Testbiotech, Juli 2013

Einleitung

Dieser Text soll eine kurze und verständliche Übersicht über die kontroverse Diskussion um das Spritzmittel Glyphosat (u. a. bekannt als „Roundup“) bieten. Glyphosat ist das weltweit am häufigsten eingesetzte Unkrautvernichtungsmittel (Herbizid). Es gibt viele Stoffe, die als Herbizid eingesetzt werden und wesentlich giftiger sind. Das Besondere an Glyphosat ist jedoch die Dauerbelastung von Verbrauchern, Landwirten und Nutztieren, die in ständigem Kontakt mit diesem Wirkstoff stehen. Glyphosat findet sich bei vielen Menschen in Blut und Urin und ist in ländlichen Gegenden häufig im Boden und auch im Oberflächenwasser zu finden. Seine Risiken für die menschliche Gesundheit scheinen größer zu sein, als noch vor einigen Jahren angenommen wurde.

Testbiotech ist an den Folgen des Einsatzes von Glyphosat besonders interessiert, weil Jahr für Jahr Millionen Tonnen von gentechnisch veränderter Soja als Tierfutter in die EU importiert werden, die mit Glyphosat gespritzt wurden. Zudem könnten auch Anträge für den Anbau dieser gentechnisch veränderten Pflanzen in der EU genehmigt werden. Wie diese Übersicht zeigt, wird Glyphosat aber auch jetzt schon in der konventionellen Landwirtschaft massiv eingesetzt. Dabei geht es nicht nur um die Unkrautbekämpfung, sondern auch um Maßnahmen zur Erleichterung der Ernte und zur Bodenbearbeitung. Der häufige Einsatz von Glyphosat ist – unbemerkt von der Öffentlichkeit – zu einer Selbstverständlichkeit in der Landwirtschaft geworden. Testbiotech fordert eine kritische Überprüfung und Beschränkung des Einsatzes von Glyphosat.

Was ist Glyphosat?

Glyphosat ist ein sogenanntes Totalherbizid, das gegen Unkräuter und Nutzpflanzen gleichermaßen wirksam ist. Das Herbizid wurde 1970 vom US-Konzern Monsanto entwickelt. Es unterbricht einen lebenswichtigen Stoffwechselprozess in den Pflanzen: Der Aufbau von bestimmten Aminosäuren wird gehemmt, die Pflanzen können lebenswichtige Eiweißstoffe (Proteine) nicht mehr bilden und sterben ab.

Das Gift wird vor allem über die Blätter in die Pflanzen aufgenommen und verteilt sich über das gesamte Gewebe bis in die Wurzeln. Beim Abbau des Toxins entstehen Stoffwechselprodukte (AMPA), die ähnlich giftig sind wie Glyphosat selbst. Die Rückstände in den Pflanzen werden oft nur langsam abgebaut.



Foto: Die Grünen, Ebersberg, Grafik: Testbiotech

Dass Glyphosat das weltweit am häufigsten eingesetzte Herbizid (Unkrautvernichtungsmittel) ist, hat seinen Grund unter anderem im Anbau gentechnisch veränderter, herbizidtoleranter Pflanzen in den USA, Argentinien und Brasilien. Aber auch in Deutschland sind Dutzende Präparate unter Handelsnamen wie Roundup, Touchdown und Durango zugelassen. Sie werden u. a. in Heimgärten, auf Freiflächen, in der Landwirtschaft vor und nach der Ernte, im Weihnachtsbaum-Anbau, im Obst und in vielen anderen Bereichen genutzt. Weltweit werden jährlich fast eine Million Tonnen versprüht. Man könnte von einer „globalen Giftdusche“ sprechen.

Verwendung in Deutschland

In Deutschland wird das Gift sehr häufig in der Landwirtschaft eingesetzt. Ein gängiges Verfahren ist beispielsweise die sogenannte Sikkation, die kurz vor der Ernte u. a. bei Raps, Bohnen und Getreide eingesetzt wird: Weil das Herbizid das Gewebe der Ackerpflanzen zum Absterben bringt, werden gleichzeitig die Reifungsprozesse der Samen beschleunigt. Zudem wird auch ein gleichmäßiges Abreifen erreicht. Zum Umbruch von Grünland und zur Bodenbearbeitung wird Glyphosat ebenfalls eingesetzt: Wird die Vegetation auf diese Weise abgetötet, kann der Landwirt weniger oder leichter pflügen.

Laut einer Untersuchung, bei der 2011 Landwirte befragt wurden (Steinmann et al., 2012), werden in Deutschland große Anteile der Flächen bei Raps (87,2 %), Körnerleguminosen (72,1 %) und Wintergerste (65,9 %) mit Glyphosat behandelt. Wesentliche Anwendungsgebiete sind die Behandlung des Ackers nach der Ernte und vor der Aussaat sowie die Sikkation. Jährlich werden in Deutschland etwa 5000 Tonnen Glyphosat versprüht – mit steigender Tendenz¹. Dieser Umstand ist laut Aussage des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) auch verantwortlich für die Zunahme der in Deutschland insgesamt ausgebrachten Pestizidmenge.

¹www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/05_Fachmeldungen/2013/2013_07_16_Fa_PS_MInlandsabsatzExport_2012.html

Glyphosat wird aber auch auf Flächen eingesetzt, die nicht landwirtschaftlich genutzt werden, wie z. B. Gleise, Parkplätze und Heimgärten.

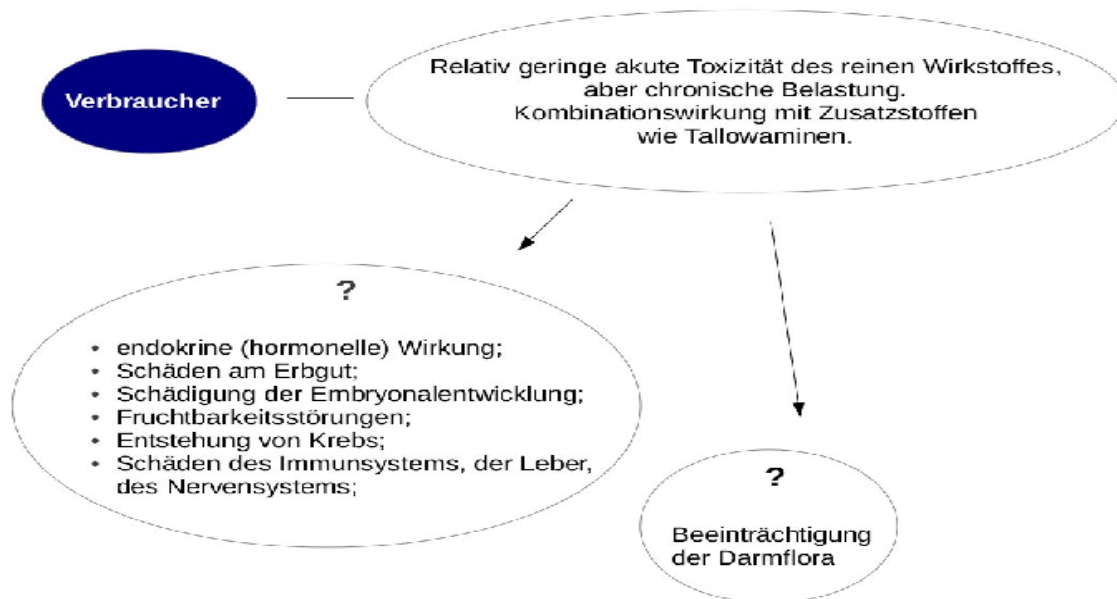
Diskussion um gesundheitliche Risiken

Wie schon erwähnt, gibt es wesentlich giftigere Spritzmittel als Glyphosat, aber dieses ist wohl das Unkrautvernichtungsmittel, mit dem Mensch und Umwelt am häufigsten in Kontakt kommen. Deswegen müssen Hinweise auf Risiken besonders ernst genommen werden. Es gibt inzwischen mehrere Hinweise darauf, dass das gesundheitliche Risiko von Glyphosat unterschätzt wird. Dieses Risiko ist vor allem dann wesentlich höher, wenn diesem bestimmte Zusatzstoffe (z. B. Benetzungsmittel) zugesetzt werden, die es ermöglichen, dass das Gift leichter in die Pflanzen eindringt. Insbesondere geht es um sogenannte POE-Tallowamine, die den Glyphosat-Mischungen zum Teil in hohen Anteilen zugesetzt werden. Die Giftigkeit der POE-Tallowamine wird als wesentlich höher eingeschätzt als die von Glyphosat selbst. Zudem verstärken die Tallowamine auch die Giftigkeit von Glyphosat.

Die möglichen gesundheitlichen Auswirkungen (die nicht alle eindeutig belegt sind) betreffen Schäden am Erbgut, Zelltoxizität, Schädigung der Embryonenentwicklung, Fruchtbarkeitsstörungen, Schäden des Immunsystems, der Leber, des Nervensystems und die Entstehung von Krebs. In vielen Fällen wurden dabei Wechselwirkungen von Glyphosat mit POE-Tallowaminen und anderen Zusatzstoffen beobachtet. Offensichtlich sind die Mischungen, wie sie in der Praxis eingesetzt werden, stets giftiger als der reine Wirkstoff (Mesnage et al., 2012; Kim et al., 2013). Die genauen Angaben über die Zusammensetzung der handelsüblichen Spritzmittel gelten als Betriebsgeheimnis und sind für die Öffentlichkeit nicht zugänglich. Anlass zur Besorgnis geben insbesondere Publikationen, die darauf hindeuten, dass Glyphosat-Mischungen auch hormonell wirksame Substanzen sein können (siehe z. B. Gasnier et al., 2009; Thongprakaisang et al., 2013). Sollte dies zutreffen, reichen schon geringe Mengen des Mittels aus, um (schwere) Gesundheitsschäden zu verursachen. Diese Risiken sind auch für die VerbraucherInnen relevant und nicht nur für Menschen, die bei der Anwendung der Spritzmittel hohen Dosen von Glyphosat-Mischungen ausgesetzt werden. Diskutiert wird auch über eine Veränderung der Darmbakterien hin zu Keimen, die gesundheitsschädlich sein können (siehe unten).

Folgen für die Verbraucher

Die häufigen Anwendungen von Glyphosat bedeuten eine beständige Belastung für Verbraucher, Landwirte und Nutztiere: Die Rückstände und Abbaustoffe dieser Spritzmittel sind zu einem permanenten Bestandteil der Nahrungsmittel geworden. Dazu tragen auch gentechnisch veränderte Pflanzen bei, die gegen Glyphosat resistent gemacht wurden. Insbesondere gentechnisch veränderte Sojabohnen werden massenhaft aus den USA, Argentinien und Brasilien als Tierfutter importiert.



Grafik: Mögliche negative Auswirkungen glyphosathaltiger Pestizide auf die Gesundheit (Testbiotech)

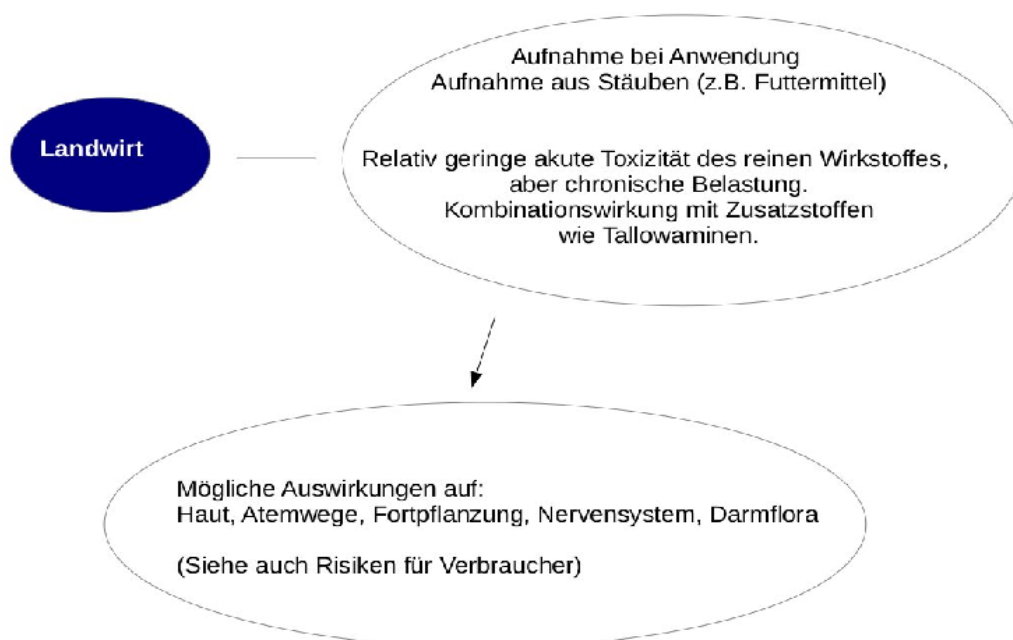
Für Glyphosat sind extrem hohe Rückstandsmengen erlaubt. Während die Rückstandsmengen für Herbizide in der Regel bei 0,1 mg/kg liegen, darf Soja bis zu 20 mg/kg Glyphosat-Rückstände enthalten. Auch für andere Lebensmittel gelten im Fall von Glyphosat sehr hohe Grenzwerte: Bei Pilzen sind es 50 mg/kg, bei Getreide wie Roggen, Gerste, Hafer, Weizen, Hülsenfrüchten wie Linsen und Raps, Senf-saat, Tee und vom Boden geernteten Oliven gelten Grenzwerte von 5 bis 20 mg Gift pro kg pflanzliches Material. Weil die Rückstände nach der Anwendung von Glyphosat sehr hoch sein können und der Stoff bisher als gesundheitlich unbedenklich betrachtet wird, erlaubt der Gesetzgeber die hohen Rückstandshöchstgehalte (RHG).

Dass Glyphosat tatsächlich sehr häufig in der Nahrungskette vorhanden ist, zeigte 2012 eine Untersuchung der Zeitschrift *Ökotest* in Deutschland, bei der man Rückstände in Brötchen und Linsen feststellte. 2013 fand der Bund für Umwelt und Naturschutz (BUND) Glyphosat bei Bürgern in 18 Mitgliedsländern der EU Glyphosat im Urin. Bei Untersuchungen in Kanada wurde Glyphosat u. a. im Blut von schwangeren Frauen gefunden (Aris & Leblanc, 2011). Bei der Bewertung dieser Publikation stellte die Europäische Lebensmittelbehörde EFSA (2011) fest, dass entsprechende Rückstände regelmäßig im Blut der Bevölkerung zu erwarten sind:

„Aus Sicht der Verbrauchergesundheit sind die Befunde, wie sie von den Wissenschaftlern berichtet werden, im Hinblick auf das Vorkommen von Glyphosat (...) bei nicht-schwangeren und schwangeren Frauen sowie im Nabelschnurblut nicht unerwartet. Es ist bekannt, dass Pestizide grundsätzlich gut aus dem Magen-Darm Trakt resorbiert werden und dass eine Exposition durch die beiden Herbizide über die Nahrungsaufnahme plausibel ist.“ (EFSA, 2011)

Folgen für Landwirte und Landwirtschaft

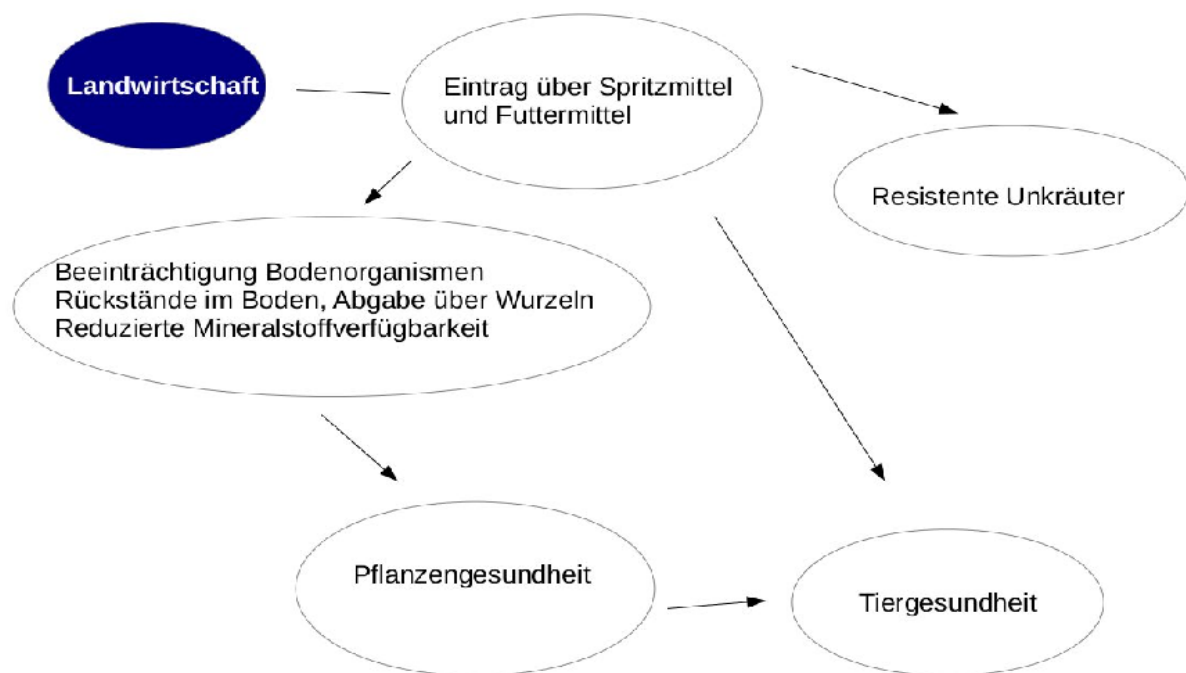
Die negativen Auswirkungen des Anbaus von Glyphosat-Pflanzen betreffen die ländlichen Räume insgesamt und nicht nur die Ackerflächen: Bei einer Untersuchung in den US-Bundesstaaten Mississippi und Iowa in den Jahren 2007 und 2008 war in den meisten Proben in der Atmosphäre und im Regenwasser Glyphosat nachweisbar (Chang et al., 2011). Bei einer weiteren Untersuchung fanden Wissenschaftler in den USA Glyphosat in 93 % aller untersuchten Bodenproben, in 70 % des Niederschlagswasser, in 50 % der Bäche und in 20 % der Seen (Battaglin et al., 2011). Auch in europäischen Ländern wie der Schweiz und den Niederlanden konnten in jüngeren Studien Belastungen mit Glyphosat und dem Metaboliten AMPA vor allem in Fließgewässern festgestellt werden (z. B. Daouk et al., 2013).



Grafik: Mögliche negative Auswirkungen glyphosathaltiger Pestizide auf Landwirte (Testbiotech)

Die beständige Aufnahme von Glyphosat kann zu Veränderungen in der Darmflora von Mensch und Tier führen und so die Entstehung von Krankheiten begünstigen. Glyphosat ist gegen bestimmte Bakterien wie *E. coli* (Forlani et al., 1997; Carlisle & Trevors, 1988) wirksam und kann in höheren Dosierungen die Darmflora von Rindern schädigen (Reuter et al., 2007). Schon in niedriger Dosierung kann es zu Verschiebungen in der Darmflora von Hühnern kommen, die nützlichen Keime können deutlich vermindert werden (Shehata et al., 2012). Nach einer Untersuchung an Rindern besteht der Verdacht, dass durch diese Veränderungen in der Darmflora schwere Krankheiten ausgelöst werden können (Rodloff & Krüger, 2012). Untersuchungen auf deutschen Bauernhöfen zeigten tatsächlich eine Übereinstimmung von Glyphosat-Belastung und Auftreten chronischer Krankheiten bei Rindern (Krüger et al., 2013).

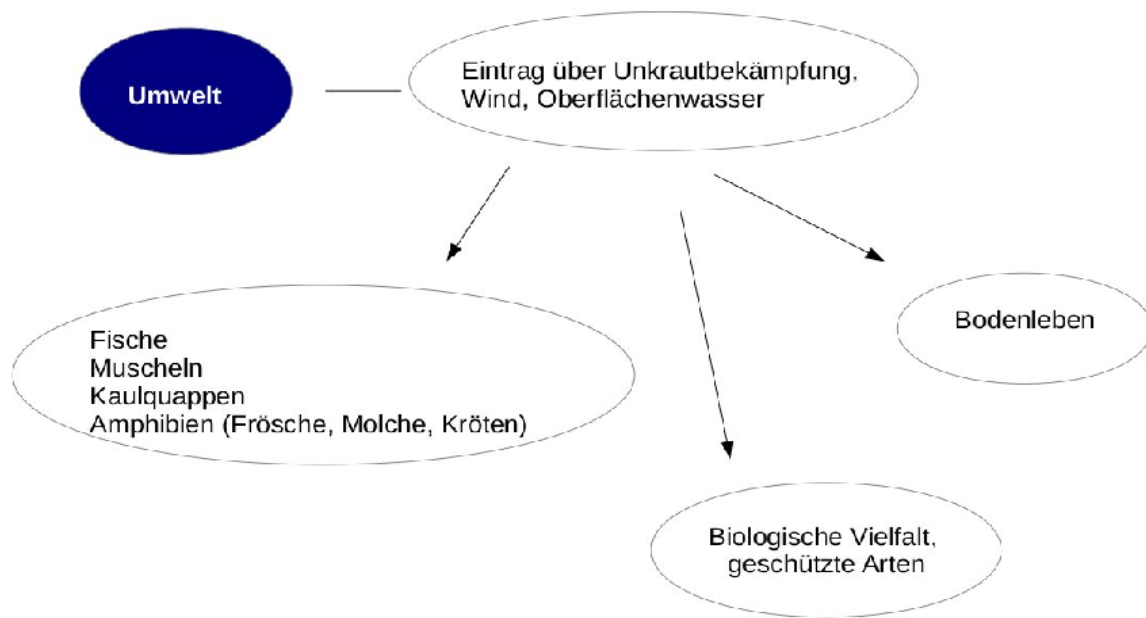
Auch die Gesundheit der Ackerpflanzen ist betroffen: Da das Herbizid zu einem ganz erheblichen Anteil von den Blättern in die Wurzeln wandert, kann das Bodenleben und insbesondere die Symbiose zwischen Bakterien und dem Wurzelwerk der Pflanzen gestört und die Aufnahme von Mineralien aus dem Boden behindert werden. Experten gehen davon aus, dass durch den vermehrten Einsatz von Glyphosat die Bodenfruchtbarkeit verringert und die Anfälligkeit der Pflanzen gegenüber Krankheiten erhöht wird (Johal & Huber, 2009; Bott et al., 2008). So kann es u. a. zu einer erhöhten Belastung mit Pilzkrankheiten kommen.



Grafik: Mögliche negative Auswirkungen glyphosathaltiger Pestizide auf die Landwirtschaft (Testbiotech)

Folgen für die Umwelt

Die massenhafte und dauerhafte Ausbringung von Glyphosat greift auf verschiedenen Ebenen in die Ökosysteme ein. Betroffen sind vor allem die Böden, die Gewässer und die Artenvielfalt. Die Anwendung von Glyphosatzmischungen hat insbesondere Auswirkungen auf aquatische Ökosysteme (Gewässer) und Feuchtbiootope. Durch den Eintrag des Spritzmittels kann es auch in geringeren Dosen zu Beeinträchtigungen der Arten kommen. Betroffen sind u. a. Süßwasserschnecken, Süßwassermuscheln, Fische und Amphibien (siehe u. a. Relyea & Jones, 2009; Wagner et al., 2013).



Grafik: Mögliche negative Auswirkungen von glyphosathaltigen Pestiziden auf die Umwelt (Testbiotech)

Besonders deutlich werden die Folgen für die Artenvielfalt dort, wo großflächig gentechnisch veränderte Pflanzen angebaut werden, die gegen Glyphosat resistent gemacht wurden. So kommt es u. a. zu einem Rückgang der Biodiversität auf dem Acker. Ein Beispiel: Die Raupen des Monarchfalters finden in den USA zu wenige Futterpflanzen (Wolfsmilchgewächse), u. a. weil diese durch den Anbau von herbizidresistenten Pflanzen und dem damit verbundenen sehr effizienten Herbizideinsatz weitgehend verdrängt wurden (Pleasants & Oberhauser, 2012)

„Die Größe der Monarch-Populationen, die in Mexiko überwintern, hat während des letzten Jahrzehnts abgenommen. Ungefähr die Hälfte dieser Schmetterlinge kommen aus dem Mittleren Westen der USA, wo sich die Raupen von Wolfsmilchgewächsen ernähren. Es hat im letzten Jahrzehnt einen starken Rückgang der Wolfsmilchgewächse auf landwirtschaftlichen Flächen im Mittleren Westen gegeben. Dieser Rückgang stimmt zeitlich überein mit erhöhten Aufwendungen von Glyphosat wegen des Anbaus von herbizidtoleranten, gentechnisch veränderten Mais- und Sojapflanzen. (...) Wir schätzen, dass es von 1999 bis 2010 einen Rückgang von 58 % im Vorkommen der Wolfsmilchgewächse im Mittleren Westen gegeben hat und einen Rückgang von 81 % beim Monarchfalter im Mittleren Westen.“ (Pleasants & Oberhauser, 2012)

Das Wettrüsten auf dem Acker: gentechnisch veränderte Pflanzen

Vor etwa 20 Jahren gelang es Monsanto, per Gentechnik ein bakterielles Gen in Pflanzen einzubauen, sodass diese ein Enzym produzieren, das es den Pflanzen ermöglicht, die Giftdusche zu überleben. Zum Einsatz kommt dieses gentechnisch veränderte Saatgut inzwischen bei Soja, Mais, Raps, Zuckerrüben, Luzerne und Baumwolle. Der Landwirt kann hier das Spritzmittel zu fast jedem beliebigen Zeitpunkt auf dem Acker ausbringen und bei großen Flächen per Flugzeug sprühen – die gentechnisch veränderten Pflanzen überleben den Glyphosat-Einsatz ohne Schaden, während die anderen Pflanzen zugrunde gehen. Diese Pflanzen sollen den Landwirten unter den Bedingungen einer industrialisierten Landwirtschaft helfen, Arbeitszeit zu sparen. Zudem wird Glyphosat wie in der konventionellen Landwirtschaft auch nach der Ernte gespritzt, um das Unkraut ohne zu pflügen vom Acker zu bekommen.

Seit Beginn des Anbaus gentechnisch veränderter Sojabohnen im Jahr 1996 haben sich wegen des ständigen Einsatzes des Spritzmittels viele Unkrautarten an den Gebrauch von Glyphosat angepasst, d.h. einige Exemplare überstehen die Behandlung und können sich weitervermehren. Überstehen die Nachkommen wieder die Herbizidbehandlung spricht man von Resistenz. In der Datenbank „Weedscience“² wird seit mehreren Jahren das Auftreten immer neuer resistenter Unkräuter in den verschiedenen US-Bundesstaaten registriert. In den USA waren bis Oktober 2012 insgesamt 13 resistente Unkrautarten in 31 Bundesstaaten registriert. Über 50 % der Landwirte, die Sojabohnen anbauen, berichteten 2012 von Problemen mit den glyphosatresistenten Pflanzen, das entspricht in etwa einer Fläche von 25 Millionen Hektar.

Das führt zu erhöhtem Aufwand beim Einsatz von Glyphosat, zum Einsatz zusätzlicher (und manchmal giftigerer Pestizide), vermehrtem Pflügen und sogar der Unkrautbekämpfung per Hand. Nach Berechnungen aus den USA (Benbrook, 2012) haben sich die Kosten für die Unkrautbekämpfung um bis zu 100 % erhöht. Für den Zeitraum von 1996 bis 2011 wird in den USA mit einer Zunahme der Aufwendungen an Herbiziden durch den Einsatz von herbizidresistenten Pflanzen in einer Größenordnung von 239 Millionen kg gerechnet.

Bisher sind herbizidresistente Pflanzen zwar noch nicht für den Anbau in der EU zugelassen, doch hat die europäische Lebensmittelbehörde EFSA bereits positive Stellungnahmen für Mais und Soja mit Glyphosat-Resistenz abgegeben. Damit besteht die Möglichkeit, dass diese Pflanzen auch in der EU angebaut werden dürfen.

Die EFSA konstatiert deutliche Auswirkungen auf die Umwelt, wenn Nutzpflanzen, die gegen Glyphosat resistent sind, großflächig angebaut werden. Die Behörde behauptet zwar, dass negative Folgen bei einem Anbau in der EU durch geeignete Maßnahmen verhindert werden könnten. Aber auch die EFSA kann aber die Probleme in Ländern, in denen diese Pflanzen wie die Roundup Ready Soja (Soybean 40-3-2) bereits angebaut werden, nicht leugnen:

² www.weedscience.org

„Das Gentechnikpanel der EFSA ist der Auffassung, dass der Anbau der herbizidtoleranten Sojabohne 40-3-2 im Zusammenhang mit der Anwendung des Komplementär-Herbizids Glyphosat mit negativen Umweltauswirkungen verbunden ist. Diese möglichen negativen Auswirkungen können unter bestimmten Umständen umfassen: (1) eine Verringerung der Biodiversität auf der landwirtschaftlichen Fläche; (2) Veränderungen in der Zusammensetzung der Unkräuter; (3) die Selektion von herbizidtoleranten Unkräutern; und (4) Veränderungen im System der Bodenorganismen.“ (EFSA 2012)

Neuzulassung von Glyphosat

Seit mehreren Jahren läuft ein Verfahren für die Neuzulassung von Glyphosat in der EU. Die deutschen Behörden unter der Federführung des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) sind hier federführend. Das Verfahren hätte 2012 abgeschlossen werden sollen, wurde aber bis 2015 verlängert. Grundsätzliche Probleme in diesem Zusammenhang sind die fehlende Unabhängigkeit der beteiligten Behörden und Institute (so ist zum Beispiel die Expertenkommission für Pestizide des BfR mit vielen VertreterInnen der Industrie besetzt). Außerdem werden für bestimmte Langzeiteffekte nur die reinen Wirkstoffe bewertet. Die Giftigkeit der handelsüblichen Pestizidpräparate wird von nationalen Behörden beschränkt geprüft, dabei handelt es sich vor allem um die kurzfristige (akute) Giftigkeit für Mensch und Umwelt. Die handelsüblichen Spritzmittelmischungen enthalten in der Regel Zusatzstoffe wie Tallowamine. In den Zulassungsuntersuchungen der EU wird aber vor allem der reine Wirkstoff (Glyphosat) untersucht, wie er in der Praxis nicht zum Einsatz kommt. Es ist besorgniserregend, dass es laut dem deutschen Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR, 2012) erst eine Langzeituntersuchung gibt, die mit einem handelsüblichen Roundup-Spritzmittel durchgeführt wurde. Diese Untersuchung aus Frankreich (Seralini et al., 2012) brachte Hinweise auf ein deutlich erhöhtes Gesundheitsrisiko für Ratten, die über ihre Lebenszeit niedrigen Dosierungen von Roundup ausgesetzt waren.

Forderungen

- Die erlaubten Rückstandshöchstgehalte für Glyphosat in Lebens- und Futtermitteln müssen deutlich abgesenkt werden.
- Der Einsatz von Zusatzstoffen wie Tallowaminen und anderen giftigen Stoffen in Pestiziden muss EU-weit verboten werden, die jeweilige genaue Zusammensetzung der Herbizide ist öffentlich zu machen.
- Der Einsatz von Glyphosat zum Zwecke der Sikkation sollte verboten werden. Dies ist in einigen Ländern bereits der Fall.
- Die Verwendung von Glyphosat in sensiblen ökologischen Gebieten wie Wald, nahen Gewässern und Feuchtgebieten sollte verboten werden. Pufferzonen zu solchen Gebieten müssen vergrößert werden.

- Der kommerzielle Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen, die glyphosatresistent sind, sollte in der EU nicht genehmigt werden.
- Der Import von Produkten, die regelmäßig mit Rückständen von Glyphosat belastet sind (wie gentechnisch veränderte Soja), muss wesentlich strenger kontrolliert und unter Umständen ausgesetzt werden.
- Für die Überwachung der Belastung mit Glyphosat von Menschen, Tieren, Böden, Gewässern und Lebensmitteln muss ein regelmäßiges Monitoring durchgeführt werden.
- Die Unabhängigkeit der Behörden muss gewahrt und vollständige Transparenz bezüglich der Zulassungsunterlagen hergestellt werden. Die Hersteller sollen an den Kosten für eine unabhängige Risikoforschung beteiligt werden.

Literatur

Aris, A. & LeBlanc, S. (2011): „Maternal and fetal exposure to pesticides associated to genetically modified foods in Eastern Townships of Quebec, Canada“. *Reproductive Toxicology* 31(4):528-33

Battaglin, W. A., Meyer, M. T., Dietze, J. E. (2011): „Widespread Occurrence of Glyphosate and its Degradation Product (AMPA) in U.S. Soils, Surface Water, Groundwater, and Precipitation, 2001-2009“. American Geophysical Union, Fall Meeting 2011. <http://adsabs.harvard.edu/abs/2011AGUFM.H44A..08B>

Benbrook, C. M. (2012): „Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the U.S. – the first sixteen years“. *Environmental Sciences Europe* 2012, 24:24 doi:10.1186/2190-4715-24-24

BfR, Bundesinstitut für Risikobewertung (2012): Veröffentlichung von Seralini et al. zu einer Fütterungsstudie an Ratten mit gentechnisch verändertem Mais NK603 sowie einer glyphosathaltigen Formulierung, Stellungnahme Nr. 037/2012 des BfR vom 28. September 2012, <http://www.bfr.bund.de/cm/343/veroeffentlichung-von-seralini-et-al-zu-einer-fuetterungsstudie-an-ratten-mit-gentechnisch-veraendertem-mais-nk603-sowie-einer-glyphosathaltigen-formulierung.pdf>

Bott, S., Tesfamariam, T., Candan, H., Ismail Cakmak, I., Römheld, V., Neumann, G. (2008): „Glyphosate-induced impairment of plant growth and micronutrient status in glyphosate-resistant soybean (*Glycine max* L.)“. *Plant Soil* 312:185–194

Carlisle, S. M. & Trevors, J. T. (1988): „Glyphosate in the environment“. *Water, Air and Soil Pollution* 39, 409-420

Chang, F.-C., Simcik, M. F., Capel, P. D. (2011): „Occurrence and fate of the herbicide glyphosate and its degrade aminomethylphosphonic acid in the atmosphere“. *Environ Tox and Chem* , 30:548–555. doi:10.1002/35c.431

Daouk, S., Grandjean, D., Chevre, N., De Alencastro, L. F., Pfeifer, H. R. (2013): „The herbicide glyphosate and its metabolite AMPA in the Lavaux vineyard area, western Switzerland: Proof of widespread export to surface waters. Part I: Method validation in different water matrices“. *Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes* 48(9): 717-724. <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03601234.2013.780535#.UZyWwZzm6xo>

EFSA (2009): „Scientific Opinion of the Panel on Genetically Modified Organisms on applications (EFSA-GMO-NL-2005-22 and EFSA-GMO-RX-NK603) for the placing on the market of the genetically modified glyphosate tolerant maize NK603 for cultivation, food and feed uses and import and processing, and for renewal of the authorisation of maize NK603 as existing product“. *The EFSA Journal* (2009) 1137, 1-50

EFSA (2011): „Letter to DG Sanco, 19. August 2011, Ref PB/HF/AFD/mt (2011) 5863329 Request for advice from DG Sanco to analyse the articles on residues associated with GMO/ maternal and fetal exposure in relation to a previous statement from 2007 ...“

EFSA (2012): „Scientific Opinion on an application (EFSA-GMO-NL-2005-24) for the placing on the market of the herbicide tolerant genetically modified soybean 40-3-2 for cultivation under Regulation (EC) No 1829/2003 from Monsanto“. www.efsa.europa.eu/efsajournal

Forlani, G., Kafarski, P., Lejczak, B., Wieczorek, P. (1997): „Mode of Action of Herbicidal Derivatives of Aminomethylenebisphosphonic Acid. Part II. Reversal of Herbicidal Action by Aromatic Amino Acids“. *J Plant Growth Regul* (1997) 16:147–152

Gasnier, C., Dumont, C., Benachour, N., Clair, E., Chagnon, M. C., Seralini, G. E. (2009): „Glyphosate-based herbicides are toxic and endocrine disruptors in human cell lines“. *Toxicology* 262(3):184-91

Johal, G. S., Huber, D. M. (2009): „Glyphosate effects on diseases of plants“. *Eur J Agron* 31(3):144-52

Kim, Y. H., Hong, J. R., Gil, H. W., Song, H. Y., Hong, S. Y. (2013): „Mixtures of glyphosate and surfactant TN20 accelerate cell death via mitochondrial damage-induced apoptosis and necrosis“. *Toxicology in Vitro* 27(1): 191–197

Krüger, M., Shehata, A. A., Schrödl, W., Rodloff, A. (2013): „Glyphosate suppresses the antagonistic effect of *Enterococcus* spp. on *Clostridium botulinum* Anaerobe“. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anaerobe.2013.01.005>

Mesnage, R., Bernay, B., Seralini, G.-E. (2012): „Ethoxylated adjuvants of glyphosate-based herbicides are active principles of human cell toxicity“. *Toxicology*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.tox.2012.09.006>

Relyea, R. A. & Jones, D. K. (2009): „The toxicity of Roundup Original Max to 13 species of larval amphibians“. *Environ Toxicol Chem* 28(9):2004-8

Reuter, T., Alexander, T. W., Martinez, T. F., McAllister, T. A. (2007): „The effect of glyphosate on digestion and horizontal gene transfer during *in vitro* ruminal fermentation of genetically modified canola“. *J Sci Food Agri* 87:2837-2843

Rodloff, A. C., Krüger, M. (2012): „Chronic *Clostridium botulinum* infections in farmers Anaerobe“. DOI 10.1016/j.anaerobe.2011.12.011

Shehata, A. A., Schrödl, W., Aldin, A. A., Hafez, H. M., Krüger, M. (2012): „The Effect of Glyphosate on Potential Pathogens and Beneficial Members of Poultry Microbiota In Vitro“. *Curr Microbiol* DOI 10.1007/s00284-012-0277-2

Seralini, G-E., Clair, E., Mesnage, R., Gress, S., Defarge, N., Malatesta, M., Hennequin, D., Spiroux de Vendomois, J. (2012): „Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize“. *Food Chem. Toxicol.*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2012.08.005>

Steinmann, H. H., Dickeduisberg, M., Theuvsen, L. (2012): „Uses and benefits of glyphosate in German arable farming“. *Crop Protection* 42 (2012) 164e169

Thongprakaisang, S., Thiantanawat, A., Rangkadilok, N., Suriyo, T. & Satayavivad, J. (2013): „Glyphosate induces human breast cancer cells growth via estrogen receptors“. *Food and Chemical Toxicology*. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278691513003633

Wagner, N., Reichenbecher, W., Teichmann, H., Tappeser, B. & Lötters, S. (2013): „Questions concerning the potential impact of glyphosate-based herbicides on amphibians“. *Environmental Toxicology and Chemistry*. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/etc.2268/abstract>

Testbiotech stärkt durch von der Industrie unabhängige Expertise die Entscheidungskompetenz der Gesellschaft. Testbiotech macht in seinen Projekten die Risiken der Biotechnologie anschaulich, setzt politische Akzente und zeigt Handlungsmöglichkeiten auf. Mensch und Umwelt sollen vor negativen Auswirkungen der Biotechnologien geschützt und das Erbgut von Mensch, Tier und Pflanzen vor technischem Missbrauch und einer Aneignung durch Patente bewahrt werden. Testbiotech wird über Spenden finanziert. Siehe: www.gls-spendenportal.de/umwelt-naturschutz/articles/testbiotech-folgenabschaetzung-in-der-biotechnologie.html

Mehr Informationen unter www.testbiotech.org