

Auswirkungen von Glyphosat auf die Umweltqualität und lebende Organismen

Informationen von: Pietro Massimiliano Bianco, Valter Bellucci, Carlo Jacomini (Dip. Difesa della Natura, ISPRA), weitere Mitarbeiter

Einführung

Glyphosat ist eine Phosponatverbindung, die ursprünglich 1964 von der Stauffer Chemical Society patentiert wurde als Metall-Ionen-Chelat, dann 1974 als Herbizid von der Monsanto Company und schließlich 2000 als Antibiotikum, auch von der Monsanto Company.

All diese Verwendungen basieren auf der Fähigkeit, einen Chelatkomplex zu bilden und Mineralnährstoffe wie Ca, Fe, Co, Cu, Mn, Mg, Ni, Zn etc. bewegungsunfähig zu machen. (Glass, 1984)

Diese Metallnährstoffe fungieren als Mitfaktoren für viele Enzymsysteme in Pflanzen, Mikroorganismen und Tieren. Sobald sich diese Nährstoffe im Boden oder in Pflanzen mit Glyphosat verbinden, sind sie physiologisch für viele physische und enzymatische Funktionen nicht mehr verfügbar.

Glyphosat (N-(Phosphonomethyl)glycin) ist ein nicht-selektives Herbizid, welches bei Baum- und Graspflanzungen auf Flächen, die nicht für landwirtschaftliche Nutzung bestimmt sind wie zum Beispiel Industriezonen, öffentliche Plätze, Dämme, Schleusen, verwendet wird. Es ist als nicht giftig für den Menschen eingestuft (Williams et al., 2000). Allerdings, wie sich im Kapitel über den Menschen zeigen wird, scheint diese Äußerung im Licht von verschiedenen Studien nicht der Wahrheit zu entsprechen.

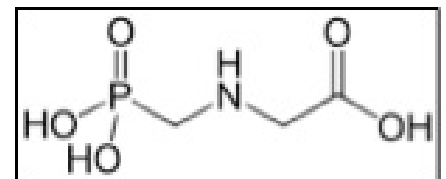


Abb. 1: Strukturformel von Glyphosat

Mit einem Durchschnitt von über 1500 Tonnen pro Jahr (2004-2008) ist Glyphosat eine der am meisten verkauften Substanzen in Italien.

In Deutschland hat die Behörde für Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz (BVL) festgestellt, dass seit sich Ende der Neunziger Jahre der Verbrauch auf 15.000 Tonnen pro Jahr im Vergleich zu vorher fast verdoppelt hat. In den USA ist es derzeit das am häufigsten verwendete Pestizid.

Glyphosat ist im Anhang der Richtlinie 91/414/CEE angeführt, welche aktive autorisierte Substanzen europaweit auflistet.

Glyphosat und der Abbaustoff AMPA werden momentan auf europäischer Ebene geprüft, um dann eventuell als wichtige oder gefährlich wichtige Stoffe für den Lebensraum Wasser, im Rahmen der Richtlinie 2000/60/CE eingestuft zu werden. Laut dieser Richtlinie sind die EU-Mitgliedsstaaten dazu aufgefordert, die notwendigen Maßnahmen zu treffen, um nach und nach die von prioritären Substanzen verursachte Verunreinigung zu reduzieren und um schrittweise den Ausstoß bzw. Ausfluss dieser Stoffe zu vermindern bzw. zu stoppen.

Die Substanz ist als reizend und umweltgefährdend (Xi, N) eingestuft (Richtlinie 67/548/CEE), mit den Risikosätzen R41 (Gefahr ernster Augenschäden) und R51/53 (für Wasserorganismen giftig, kann auf lange Sicht negative Auswirkungen auf den Lebensraum Wasser haben). Die Zusammensetzungen gelten außerdem als gefährlich für den Menschen.

Menschen, Pflanzen und Tiere können leicht während der Anwendung dieses Produkts damit in Berührung kommen. Alle natürlichen Land- und Wasserlebensräume, in denen es Gefäßpflanzen gibt, welche sich in der Nähe der besprühten Felder befinden, können durch dieses Herbizid beschädigt und verunreinigt werden.

Rückstände werden oft in Lebensmitteln und im Boden gefunden. Glyphosat ist eine der am häufigsten vorkommenden Substanzen in Oberflächenwässern.

2009 hat ein französisches Gericht entschieden, dass das Unternehmen Monsanto gelogen hat, indem es in seiner Werbung behauptete, sein Herbizid Roundup sei biologisch abbaubar, ökologisch und es hinterlasse den Boden ordentlich, sauber. Es gibt deutliche Widersprüche zwischen den Aussagen der Hersteller und denen von unabhängigen Studien.

Tabelle 1: *Unterschiede zwischen den Äußerungen der Hersteller über Glyphosat und Ergebnissen unabhängiger Studien (Daten von: Buffin&Jewell, 2001)*

Hersteller	Unabhängige Studien
Glyphosat hat ein für Augen und Haut niedriges Reizpotential und ist kein Risiko für die menschliche Gesundheit	Glyphosat ist eines der Pestizide, die am öftesten mit Vergiftungen in Verbindung gebracht werden. Es ruft eine Reihe von akuten Symptomen hervor, darunter wiederkehrende Ekzeme, Atmungsprobleme, Bluthochdruck und allergische Reaktionen.
G. verursacht keine Fortpflanzungsprobleme	Langzeitstudien mit Hasen haben eine schädliche Wirkung auf die Qualität und Anzahl der Spermien gezeigt
G. ist bei Säugetieren nicht erbgutverändernd	In Laborstudien an Organen und Gewebe von Ratten wurden Schäden am Erbgut festgestellt. Bei Ratten verursacht sowohl Glyphosat als auch das Herbizid Roundup Schäden in der DNA Leber- und Nierenzellen sowie in Knochen und Knochenmark.
G. ist sicher für die Umwelt	G. ist in Agroökosystemen giftig für Organismen, die sich vom Boden ernähren, für Gliederfüßler und Jagdtiere. Es erhöht die Krankheitsanfälligkeit der Bepflanzung. In Forst- und Landwirtschaft hat Glyphosat indirekt eine schädliche Wirkung auf Vögel und Kleinsäugetiere, indem es ihre Futtermittelvorräte und ihre Lebensräume zerstört. In Australien wurde festgestellt, dass das POEA enthaltende Roundup für Kaulquappen von Baumfröschen und andere Amphibien tödlich ist. Die australische Regierung hat den Gebrauch dieser Produkte in der Nähe von Feuchtbiotopen verboten. Glyphosat kann Lebensräumen und relevanten Spezies im Umkreis von bis zu 20 Metern vom Sprühgerät schaden. In landwirtschaftlichen Anbaubereichen verursacht es das Verkümmern von Hecken und Bäumen. Es fördert das Wachstum einer Wasserschneckenart, welche Zwischenwirt ist für Saugwürmer (Parasiten) in der Leber von Säugetieren. Der Abbau von Glyphosat durch Wasser-Mikroorganismen kann zur Eutrophierung (Anreicherung des Wassers) beitragen.

Hersteller	Unabhängige Studien
G. wird in Boden und Wasser schnell inaktiv	Glyphosat bleibt sehr lange in den verschiedenen Bodenschichten. Es hemmt die Bildung von stickstoffbindenden Bakterienknoten auf Klee für 120 Tage nach der Behandlung. Glyphosatrückstände wurden ein Jahr nach der Anwendung in Salat, Karotten und Gerste gefunden. Phosphatdünger können die Zerteilung des Bodens hemmen.
G. ist unbeweglich und dringt nicht weiter in den Boden ein	G. kann leicht von Bodenteilchen in einer Vielzahl von verschiedenen Bodentypen aufgenommen werden. Es kann sehr leicht durch die verschiedenen Bodenschichten dringen. Glyphosat kann von im Wasser schwebenden Erdteilchen transportiert werden.
G. kontaminiert nicht das Trinkwasser	Im Großbritannien wurden seit 1993 von der Welsh Water Company Glyphosatstände über der EU-Höchstgrenze festgestellt. Das Drinking Water Inspectorate empfiehlt, das Wasser ständig auf Glyphosat zu überprüfen, speziell in Gegenden, in denen es von örtlichen Behörden angewendet wird.
Es ist fast unmöglich, dass Unkraut gegen Glyphosat resistent wird.	1996 wurde in Australien Glyphosat-resistenter Lolch gefunden.
Roundup Ready wird die Menge an verwendeten Herbiziden senken	Die Resistenz gegen Herbizide wird im landwirtschaftlichen Anbau von Nutzpflanzen zunehmen und somit auch die Abhängigkeit von diesen, anstatt signifikant Herbizide zu reduzieren. Es werden neue Herbizide entwickelt werden müssen, um gegen Glyphosat resistentes Unkraut kontrollieren zu können.
Genhybride und das Einsetzen von neuen Genen auf Wild Crops Relativs finden nur kurze Zeit nach dem Sprühen statt und kann leicht verwaltet werden.	In den untersuchten landwirtschaftlichen Kulturen ist die Dichte an Pollen sehr viel höher und ihre Reichweite viel größer. Es wurde festgestellt, dass die Verteilung von Pollen durch den Wind auf größere Entfernung und in höherer Konzentration passiert als in experimentellen Parzellen vorgesehen. Die Genübertragung von genmanipuliertem Anbau ist also unvermeidlich.

Verwendung

Glyphosat wird weltweit in der Landwirtschaft eingesetzt und ist das beliebteste Herbizid, weil es, zumindest kurzzeitig, die gesamte Vegetation schnell vernichtet. Es wird in großem Stil als Unkrautvertilgungsmittel in der Baumzucht angewendet (Weinbau, Olivenhaine, Obstplantagen, div. Nussbäume), aber auch beim Anbau von Gemüse, Getreide, Erdbeeren, Raps, Rüben, Leinen, Sonnenblumen, Pappeln, Reis, Soja, in Baumschulen, Industriegebieten, Bahnhöfen, an Kanaldeichen und trockenen Kanalisationen.

Es wird außerdem seit 1973 für die Trocknung von Gerste und Weizen zur Bierherstellung verwendet. Das Herbizid wird kurz vor der Ernte direkt auf die Pflanze aufgesprüht, um die Reifung zu unterstützen. Dies wird auch bei Hülsenfrüchten, Kartoffeln, ölhaltigen Samen, in der Baumzucht, bei Zuckerrüben, Sonnenblumen im Gemüseanbau angewendet.

In Sri Lanka wurde Glyphosat verboten, weil es für den Tod vieler Bauern verantwortlich gemacht wurde.

Gentechnik und Glyphosat

Außerhalb der Europäischen Union birgt die Verwendung von Glyphosat in Verbindung mit gentechnisch veränderten Organismen zahlreiche Risiken für Umwelt und Gesundheit.

Es gibt gentechnisch verändertes Saatgut, das speziell modifiziert wurde, um gegen Glyphosat resistent zu sein. Sie sind als „Roundup Ready“ (RR) bekannt. Diese Sorten ermöglichen es den Landwirten, die Felder mit dem Herbizid zu bewässern und alles Unkraut zu vernichten, ohne die Nutzpflanzen zu schädigen. Die Verwendung von Glyphosat bei „Roundup-Ready“-Kulturen (Soja, Mais, Baumwolle) ist in Nord- und Südamerika drastisch angestiegen. Hier konzentriert sich der Anbau von RR-Sorten.

Roundup-Ready-Saatgut wird von Monsanto vertrieben, in Verbindung mit eigenen Herbiziden auf Glyphosatbasis. Die Vertreter von Monsanto versprechen finanzielle und arbeitstechnische Erleichterungen dank der Reduzierung der nötigen Kontrolle über das Unkraut.

Momentan warten 26 gentechnisch veränderte Saatgutsorten auf eine Autorisation von Seiten der Europäischen Union. 19 davon sind gegen Herbizide resistent. Davon sind 13 gegen Glyphosat resistent, 10 gegen Glufosinat und einige davon gegen beide. Von den 7 gentechnisch veränderten Saatgutsorten, die am weitesten im Genehmigungsprozess fortgeschritten sind, sind 6 gegen Herbizide resistent.

Mit der transgenen Landwirtschaft müssen Bauern jedes Jahr patentiertes Saatgut kaufen. Dies ist vertraglich mit den Produzenten der Herbizide festgelegt. In den USA hat Monsanto viele Landwirte aufgrund einer Verletzung dieser Verträge verklagt. Das Problem für Landwirte besteht nicht nur darin, dass Saatgut nicht aufbewahrt und wiedergepflanzt werden kann, sondern auch in den steigenden Kosten für transgenes Saatgut und an der fehlenden Verfügbarkeit von konventionellem Saatgut, wie es in vielen Gegenden in den USA bereits der Fall ist. (*Greenpeace, 2012*)

All diese Produkte wurden für industrielle, nicht nachhaltige Landwirtschaft entwickelt, welche die natürlichen Lebensgrundlagen, die an der Basis der Lebensmittelproduktion stehen, zerstören. Der Anbau von transgenem Saatgut müsste also weltweit verboten werden.

Auswirkungen auf Pflanzen

Glyphosat kann aufgrund seiner hohen Vernichtungsfähigkeit auch Setzlinge und ausgewachsene Bäume und Sträucher und alle Formen von Landvegetation stören. Es führt auch nach der Aufgabe dieser Anbautechnik zu einer verfrühten Reifung und zur Störung der Pflanzengesellschaften, zum Verschwinden einer Vielzahl von Sorten und zur Schwierigkeit, ursprüngliche Bedingungen wiederherzustellen. (*Mars et al., 1989; Mars et al., 1997*) In wenigen Jahren ist auch die Artenvielfalt der Samenbank beachtlich zurückgegangen. Sogar eine eventuelle Unterbrechung der Behandlungen begünstigt die Invasion von wenigen jährlichen, besonders kraftvollen und aggressiven Arten.

Glyphosat ist bei den meisten Wurzel- und Schwimmwasserpflanzen wirksam (*Parochetti et al., 2008*). Obwohl es nicht effizient ist bei Pflanzen, die unter der Wasseroberfläche sind, kann seine große Reichweite für alle schwimmenden Wasserpflanzen und für Gefäßpflanzen eine Bedrohung sein, indem es schwerwiegende strukturelle Veränderungen und das Verschwinden von charakteristischen Spezies verursacht.

Glyphosat kann auch direkte Auswirkungen auf Nichtzielpflanzen (die sich von Unkraut, gegen das sich Glyphosat richtet, unterscheiden) haben in Gegenden, wo direkt bewässert wird oder in Gebieten, die indirekt über den Wind damit in Kontakt kommen. Dies kann zum Verlust von seltenen bzw. vom Aussterben bedrohten Arten oder zu einer generellen Verminderung der Biodiversität führen.

Glyphosat ist ein starker Chelatbildner von Metallen mit systematischer Wirkung, welcher anfangs für diesen Zweck patentiert wurde (*Bromilow et al. 1993*). Seine Herbizidwirkung basiert auf der Chelation von Mn, welche ein Nebenfaktor für das 5-enolpiruvilshikimato-3-Phosphat-Enzym (EPSP) ist. Der Stoff verringert also die Synthese dieser Aminosäuren in Bakterien, Pilzen und Pflanzen (*de María et al., 2009*).

Tier und Mensch haben diesen Weg (Synthese) nicht, und diese essentiellen Aminosäuren müssen über die Ernährung aufgenommen werden. Glyphosat verändert stark das Zusammenspiel zwischen diesen Aminosäuren in den Pflanzen und reduziert ihre Biodisponibilität in derivaten Nahrungsmitteln.

Studien über die Verwendung von Glyphosat bei transgenen Zuckerrüben in Großbritannien haben eine Reduzierung von wilden Pflanzen in der Umgebung der Felder bzw eine Reduzierung der Samenproduktion gezeigt, mit schädlichen Folgen für sich in der Nahrungskette höher befindenden Arten, vor allem auf lange Sicht. Darunter fallen auch vom Aussterben bedrohte Vögel.

Glyphosat bindet lebenswichtige Nährstoffe wie Eisen, Zink, Mangan und Bor im Boden und verhindert so deren Aufnahme durch Pflanzen (*Neumann, et al., 2006*). Transgene Sojapflanzen, die mit Glyphosat behandelt wurden, haben ein niedriges Niveau an notwendigen Nährstoffen und ein reduziertes Wachstum im Vergleich zu transgenen bzw. nicht transgenen Sojapflanzen, die nicht mit Glyphosat behandelt wurden (*Zobiolo et al., 2010*).

Die geringe Aufnahme von Nährstoffen erklärt, warum transgene Sojapflanzen anfälliger auf Krankheiten sind und weniger Ertrag bringen. Dies könnte auch Auswirkungen auf Menschen und Tiere haben, die diese Pflanzen essen, weil sie weniger nahrhaft sind.

Auswirkungen auf Bodenorganismen

Glyphosat beeinflusst Schlüsselaspekte der Rhizosphäre, jener Schicht des Bodens, welche die Wurzeln umgibt und essentiell für die Gesundheit der Pflanze und die Aufnahme von Nährstoffen.

Die Auswirkungen sind eine verringerte Aufnahme von Mikronährstoffen, höhere Anfälligkeit für Krankheiten und eine geringe Stickstoffbindung, mit einem paradox niedrigeren Ertrag und Veränderungen in der Bakterienzusammensetzung (*Zobiolo et al., 2010, Sheng et al., 2012*).

Fluoreszierte *Pseudomonas* und Mangan-reduzierende Rhizobakterien werden von Glyphosat unterdrückt, was zu einer Senkung der Abwehrmechanismen führt, die normalerweise in der Anfangsphase des Pflanzenwachstums verfügbar sind, um Krankheitserreger abzuwehren. (*Zobiolo et al., 2010*).

Diese Veränderungen können direkte Auswirkungen auf die Gesundheit und den Ertrag des Anbaus haben. Einige Krankheitserreger, wie „Schwarzbeinigkeit“ (*Gaeumannomyces graminis*), Parasitenpilze

oder Wurzelfäulnis (Huber et al., 2005, 2007) und das „Syndrom des plötzlichen Absterbens“ bei Soja, sind durch die von Glyphosat verursachten Veränderungen in Biologie und Chemie des Bodens begünstigt (Bithell et al., 2009).

Auch die Biodiversität des Bodens (Bakterien, Pilze) wird stark beschädigt, mit negativen Auswirkungen auf die Funktionalität des Ökosystems, auf die Qualität des Graswachstums und auf die Möglichkeit, lineare Infrastrukturen als potentielle Verbindungsbereiche zwischen den verschiedenen durchdrungenen Naturräumen zu verwenden.

Im mit Glyphosat behandelten Sojaanbau wurde ein erhöhtes Vorkommen von FUSARIUM festgestellt. Die Ausbreitung dieses Pilzes gibt Anlass zur Sorge, weil er nicht nur Pflanzen betrifft. Er produziert Toxine, die in die Nahrungskette eintreten und Mensch und Tier Schaden zufügen können (Huber & Haneklaus, 2007). Bei Schweinen führt mit Fusarium kontaminiertes Futter zu Fortbildungsproblemen (Alm et al., 2006) und einer erhöhten Anzahl von Totgeburten (Diaz-Llamo & Smith, 2006).

Beim Versuch, Krankheiten wie Fusarium zu bekämpfen, vertreibt Monsanto Roundup Ready 2 Yield. Hierbei handelt es sich um Sojasamen mit einer Fungizid-/ Insektizid-Beschichtung (Monsanto, 2011).

Überraschenderweise erfordert weltweit und in der Europäischen Union der Autorisationsprozess von Glyphosat und seinen handelsüblichen Formen keine detaillierte Analyse über die Belastung des Bodens.

Auswirkungen auf wirbellose Süßwasserlebewesen

Die beobachteten Auswirkungen sind u.a. reduzierte Lebenszyklen der Rädertierchen und Veränderungen in der Struktur des Phytoplankton-Bestands. Die embryonale Entwicklungszeit und die Jugend sind bei Exemplaren von *Brachionus calyciflorus*, die mehr als 3mg*l⁻¹ Glyphosat ausgesetzt sind, signifikant verlängert, während die Nettoerproduktionsrate und die Rate der Bestandszunahme deutlich zurückgegangen sind bei Rädertierchen, die Glyphosat jeweils 8,00 und 10,50 mg*l⁻¹ ausgesetzt waren (Chu et al., 2005).

Auswirkungen auf Würmer

Wiederholte Anwendungen von Glyphosat beeinflussen signifikant das Wachstum und das Überleben von Würmern. Sie meiden mit Glyphosat behandelte Gebiete (Springett & Gray, 1992). Würmer sind für die Gesundheit des Bodens lebenswichtig und jede für sie schädliche Veränderung hat schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit aller Lebensräume auf der Erde.

Auswirkungen auf Insekten

Bei Fruchtfliegen wurde ein signifikanter Anstieg von Mutationen festgestellt, wenn die Larve während der Entwicklung Glyphosat ausgesetzt war (Kaya et al., 2000).

Was Bienen und andere Nutzinsekten betrifft, ist die unkontrollierte Verwendung von Glyphosat tödlich, vor allem in Sammelgebieten wie bei Oberflächenwässern und wilden bzw. angebauten Blumenkulturen., welche Quellen der intensiven trophischen Versorgung darstellen. Die physiologischen Schäden und die biologischen Auswirkungen von Glyphosat sind übereinstimmend mit allen bekannten Voraussetzungen des „Colony Collapse Disorder“ (CCD, siehe Tabelle 2). Glyphosat kann während der gesamten

Periode der Nahrungssuche in der Umwelt sein. Dadurch sind ihm Bienen in hohem Maße ausgesetzt. Weil es beständig und kumulativ ist, kann es sich im Nektar und in anderen, von Bienen verwendeten pflanzlichen Produkten anreichern.

Tabelle 2: Wirkung von Glyphosat und Symptome von CCD

Glyphosat	CCD
Chelatisierende Mineralie, verringert Nährstoffe in den Pflanzen	Mangelernährung (einzige Voraussetzung für alle CCD-Fälle)
Antibiotische Wirkung auf gutartige Darmbakterien (Lactobacillus und Bifidobakterien)	Verlust von Lactobacillus und Bifidobakterien, kritisch für die Verdauungsfähigkeit der Bienen
Neurotoxin (Nervengift)	Verhaltensveränderungen
Hormonaktive Substanzen	Desorientierung
Immun-unterdrückend	Unerdrückung des Immunsystems
Stimuliert Pilzerreger	Zunahme von Nosema-Fällen (Frühjahrsschwindsucht, Darmseuche)

Laborstudien haben eine Abnahme der Überlebensrate und des Körpergewichts von *Hemilepistus reaumuri* (Meerschweinchen) gezeigt (Mohamed et al, 1992).

Im landwirtschaftlichen Bereich beeinträchtigt Glyphosat eine Reihe von Arten, welche natürliche Feinde von Parasiten in den Kulturen sind. Bei einer experimentellen Studie wurden 80% des Käferbestands und 50% der parasitenfressenden Vespene, Marienkäfer und Blattlausfresser getötet, die Glyphosat ausgesetzt waren (Hassan et al., 1988).

Andere Studien in den USA und in Großbritannien haben eine Abnahme von Käferbeständen (Brust, 1990; Asteraki et al., 1992) und Spinnen (Asteraki et al., 1992) gezeigt. Außerdem produzierten weibliche Laubkäfer in nicht glyphosatbelasteten Gebieten mehr Eier als in glyphosatbelasteten Gebieten (Chiverton & Sotherton, 1991).

Auswirkungen auf Fische

Die akute Toxizität ist bei den meisten getesteten Arten gemäßigt (PAN Database), aber die langfristigen Schäden aufgrund von wiederholter Einwirkung sind auch in kleinen Mengen erheblich.

Glyphosat verursacht Veränderungen der Leberzellen von Karpfen. Die giftigen Auswirkungen auf diese Fische sind u.a. Veränderungen der Enzymtätigkeit in Serum, Leber und Nieren und morphologische Veränderungen in Kiemen, Leber und Nieren (Neskovic et al., 1996).

Es wurden gentoxische Auswirkungen bei Europäischen Aalen festgestellt, welche Umweltkonzentrationen (58-116 µg·l⁻¹) des Herbizids Roundup für kurze Zeit ausgesetzt waren (Guilherme et al., 2012). Einige Indizien lassen auf Auswirkungen des Nervensystems von Wassertieren schließen, welche jenen ähneln, die von Phosphorsäureestern produziert werden.

Neueste Studien über die Wirkung von Glyphosat bei fleischfressenden Fischen haben signifikante negative Auswirkungen im gesamten Verdauungssystem gezeigt. Die Tätigkeiten von Protease, Lipa-

se und Amylase waren in der Speiseröhre, im Magen und im Darm der Fische signifikant vermindert, nachdem sie Glyphosat ausgesetzt wurden. Auch konnte eine Diskontinuität der Schleimhautfalten und Unordnung in der Struktur der Mikrozotten der Darmwand festgestellt werden sowie eine stark erhöhte Schleimabsonderung im gesamten Verdauungstrakt (*Senapati, 2009*).

Auswirkungen auf Amphibien

Verschiedene Studien zeigen, dass in unmittelbarer Nähe von Feldern Produkte auf Glyphosatbasis (auch Roundup) direkte giftige Auswirkungen auf ausgewachsene Tiere und Kaulquappen einer großen Anzahl von Amphibienarten haben. Studien haben ergeben, dass schon sehr viel kleinere Dosen als jene, die in der Landwirtschaft angewendet werden, Missbildungen bei Kaulquappen von Fröschen hervorrufen können (*Paganelli et al., 2010*).

Auswirkungen auf Vögel

Es gibt Beweise von schwerer Beeinträchtigung der Flora der Darmbakterien. Bei Geflügel steigt die Menge der krankheitserregenden Bakterien: Salmonella und Clostridium sind extrem resistent gegen Glyphosat, während Enterococcus, Bifidobakterien und Lactobacillus extrem anfällig sind (*Shehata et al., 2013*).

Mehrjährige Studien in der Wiederaufforstung von Fichten in Maine (USA) mit Einsatz von Glyphosat (1,7kg*ha⁻¹) haben einen Rückgang des Vogelbestands von 36% gezeigt. Die empfindlichsten Arten sind Gelbkehlchen, Lincoln-Ammer, Erle (*Santillo et al., 1989a*). Weitere Studien in mit Glyphosat behandelten Wälder haben eine Verringerung des Nestbaus von Singvögeln gezeigt (*Easton & Martin, 2002*).

Die Verwendung von Rodeo, einem Herbizid auf Glyphosatbasis, in Feuchtgebieten hat den Bestand von Zaunkönigen und von Sumpfhühnern verringert (*Zimmermann et al., 202a; Zimmermann, et al., 2002b*).

Andere Studien haben gezeigt, dass schon sehr viel kleinere Mengen als jene, die in der Landwirtschaft angewendet werden, Missbildungen bei Geflügelembryos hervorrufen können (*Paganelli et al., 2010*).

Auswirkungen auf Säugetiere

Schädliche Auswirkungen aufgrund von Veränderungen des Lebensraums und der Vegetationsdecke sowie der verringerten Nahrungsmittelverfügbarkeit (Pflanzen und Gliederfüßer) wurden in den Beständen von kleinen Säugetieren in mit Glyphosat bespritzten Wäldern festgestellt (*Santillo et al., 1989b; D-Anieri, 1987; Richie et al., 1987; Hjeljord, O. et al., 1988*).

Glyphosat verstärkt die schädlichen Auswirkungen von anderen chemischen Nahrungsmittelrückständen und Umweltgiften. Die negative Wirkung ist schleichend. Nach und nach tritt sie als Entzündung auf, die alle Zellsysteme des Körpers schädigt.

Das als antimikrobielle Substanz patentierte Glyphosat (*Monsanto Technology LLC, 2010*) hat gezeigt, dass es die Reproduktion von Darmbakterien bei Tieren unterbricht. Es tötet die gesundheitsfördernden und verursacht ein extremes Wachstum der krankheitsfördernden Bakterienarten. Dies führt zu einem Ungleichgewicht in der Darmflora und in weiterer Folge zu Entzündungen, Lebensmittelallergien, Glutenintoleranz. So wird auch die schädliche Wirkung von anderen chemischen Rückständen in der Nahrung und Umweltgiften verstärkt.

Hinweise auf Störungen der Zusammensetzung der Darmflora durch Glyphosat gibt es bei Rindern (*Krüger et al., 2013a*) und Schweinen (*Carman et al., 2013*). Schweine, die mit glyphosatresistentem (und dadurch mit Glyphosatrückständen behaftetem) Genmais und -soja gefüttert wurden, haben Darmentzündungen entwickelt (*Carman et al., 2013*). Bei Rindern wurde Glyphosat als möglicher Faktor für eine Erhöhung des Risikos einer Infektion durch *Clostridium botulinum* in Deutschland in den letzten 10-15 Jahren genannt (*Krüger et al., 2013b*).

Ein bei der Analyse der Giftigkeit für Säugetiere vernachlässigter Faktor ist die Hemmung der Enzyme Zytochrom P450 (CYP). Die Enzyme CYP spielen eine entscheidende Rolle in der Biologie. Unter anderem sind sie verantwortlich für die Entgiftung der Xenobiotika in der Leber (*Lindros, 1997*).

Eine Studie mit Ratten hat ergeben, dass Glyphosat eine Verringerung der Mengen von CYP-Enzymen verursacht sowie die Tätigkeit der Mono-Oxygenasen der Leber und die Darmtätigkeit der Aril-Idroxylyase (*Hietanen et al., 1983*). Das Zusammenspiel mit den CYP-Enzymen agiert synergisch mit dem Abbruch der Biosynthese der aromatischen Aminosäuren von Seiten der Darmbakterien mit Schäden im Lymphtransport.

Die intraperitoneale Einwirkung von Roundup bei Ratten in hohen Dosen in kurzen Zeitintervallen hat irreversible Schäden der Hepatozyten hervorgerufen sowie erhöhte Urinmarker von Nierenerkrankungen, die mit Lipidperoxidation assoziiert werden und erhöhte Werte an krebserregenden Faktoren wie entzündungsfördernde Zytokine (=Proteine, die das Wachstum und die Differenzierung von Zellen regulieren) (TNF- α) (*El-Shenawy, 2009*).

Bei trächtigen Ratten, die mit Roundup-kontaminiertem Futter gefüttert wurden, konnte bei den Jungen ein Anstieg an missgebildeten Skeletten beobachtet werden. Dieser Anstieg war bei allen getesteten Dosierungen signifikant (*Dallegrave et al., 2003*).

In weiteren Laborstudien wurde ein Anstieg von Leber- und Bauchspeicheldrüsenkrebs bei männlichen Ratten und ein Anstieg von Schilddrüsenkrebs bei weiblichen Ratten festgestellt (*EPA OPPTS, 1991*).

Bei Ratten beschädigt sowohl Glyphosat als auch das Herbizid Roundup die DNA in Leber- und Nierenzellen und verursachen Gendefekte auch im Zellkern der Knochenmarkzellen (*Bolognesi et al., 1997*; *Peluso et al., 1998*).

Das Verabreichen von Glyphosat-kontaminiertem Wasser an trächtige Ratten verursacht maßgebliche Veränderungen in der Tätigkeit von zahlreichen Enzymen im Gehirn ihrer Föten und verhindert Wachstum und Entwicklung der Nervenzellen (*Daruich et al., 2000*, *Axelrad et al., 2000*).

Glyphosat stört den Hormonhaushalt und kann die Produktion von lebenswichtigen Fortbildungshormonen wie Progesteron und Östrogen negativ beeinflussen. Bereits veröffentlichte Studien zeigen verschiedene hormonelle Auswirkungen in tierischen und menschlichen Zellen, die auf Glyphosat zurückzuführen sind.

Glyphosat beeinflusst, zusammen mit anderen chemischen Substanzen, die Geschmacksrezeptoren und den Geruchssinn der Wüstenspringmaus. Geschmacks- und Geruchssinn spielen eine entscheidende Rolle bei der Nahrungswahl sowie beim Ernährungszustand und dem Überleben (*Schiffman et al., 1995*).

Auswirkungen auf den Menschen

Die Industrie behauptet, Glyphosat sei minimal toxisch für den Menschen ist, aber viele Studien zeigen das Gegenteil. Glyphosat ist schon in kleinsten Mengen toxisch, und der Mensch ist regelmäßig kleinen Mengen von Glyphosatrückständen in Grundnahrungsmitteln wie Brot, Getreide und Linsen ausgesetzt. Die Symptome nach Einwirkung von Glyphosat sind: geschwollene Augen, Taubheit im Gesicht, Brennen/Jucken der Haut, Blasen, erhöhter Puls, erhöhter Blutdruck, Brustschmerzen, Verstopfung; Husten, Kopfschmerzen und Übelkeit (*Cox, 2004*).

Das Darmbakterium *Lactobacillus* wird von Glyphosat negativ beeinflusst (*Shehata et al., 2013*) und sein Bestand ist bei Zöliakie-Erkrankten verringert (*Di Cagno et al., 2011*).

Dieser Organismus ist in der Lage, anorganisches Selen in organische, biodisponiblere Formen umzuwandeln wie Selenocystein oder Selenometionin (*Pessione, 2012*). Der schädliche Effekt von Glyphosat auf gesundheitsfördernde Bakterien führt zu einer Verringerung der Versorgung mit Selenometionin und Selenocystein. Selenocystein ist im katalytischen System jener Enzyme enthalten, die die Schilddrüse vor Schäden der freien Radikale schützen (*Triggiani et al., 2009*). Schäden durch freie Radikale führen zu Apoptose und Autoimmunreaktionen (*Tsatsoulis, 2002*). Die Senkung von Metionin durch Glyphosat (*Nafziger et al., 1984*) verkompliziert zusätzlich dieses besorgniserregende Bild.

Die Arten des *Lactobacillus* und des *Bifidobacterium* haben die Fähigkeit, Folsäure zu biosynthetisieren, wodurch die Zerstörung dieser Bakterien durch Glyphosat zu einem chronischen Folsäuremangel führen könnte (*Rossi et al., 2011*).

Glyphosat ist dafür bekannt, dass es die Enzyme Zytochrom P450 (CYP) hemmt, welche für die Entgiftung von Umweltgiften, die Aktivierung von Vitamin D3, den Katabolismus von Vitamin A und die Erhaltung der Produktion von Gallensäure und Sulfat im Darm verantwortlich sind. Indem Glyphosat die natürlichen Entgiftungsprozesse unterbindet, erhöht es die schädlichen Effekte anderer Umweltgifte.

Durch das Unterbrechen der Homöostase werden Entzündungen gefördert und Zellsysteme langsam zerstört. Aufgrund der Blockade der Funktion der Entgiftungsenzyme wird Ammoniak, ein Produkt, das entsteht, wenn einige Mikroben Glyphosat abbauen, kumuliert. Dies kann zu Entzündungen des Gehirns führen, welche mit Autismus und Alzheimer in Verbindung gebracht werden (*Samsel & Seneff, 2013a*).

All diese Veränderungen können zur Entstehung der meisten Krankheiten und Störungen, die mit der westlichen Ernährung assoziiert werden, wie zum Beispiel Zöliakie (*Samsel & Seneff, 2013b*), Fettleibigkeit (*Samsel & Seneff, 2013a*), Diabetes beitragen, aber auch zu anderen Krankheiten wie Herzkrankheiten, Depression, Autismus (*Shelton et al., 2012; Samsel & Seneff, 2013a*), Unfruchtbarkeit, Krebs und Alzheimer (*Samsel & Seneff, 2013a*).

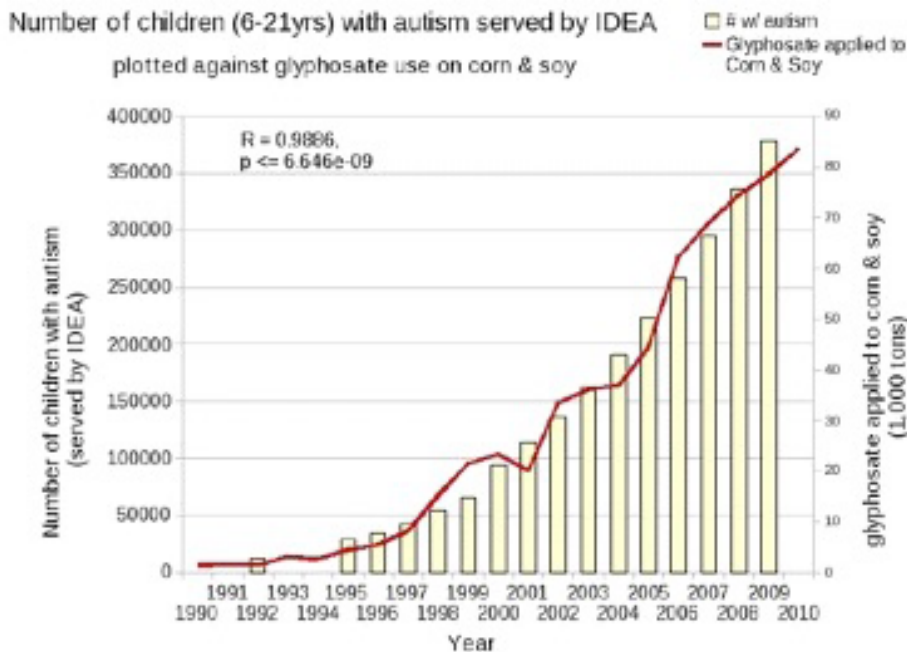


Abb. 2: Verhältnis zwischen der Glyphosatproduktion und dem Anstieg von Autismus in den USA

Glyphosat kann die Fragmentierung von komplexen Proteinen im menschlichen Magen beeinträchtigen. Somit bleiben große Fragmente von Getreide im menschlichen Darm, welche eine Autoimmunreaktion hervorrufen. Diese führt zu Schädigungen der Beschichtung des Dünndarms, die wiederum typisch sind für Zöliakie-Patienten (*Samsel & Seneff, 2013a*).

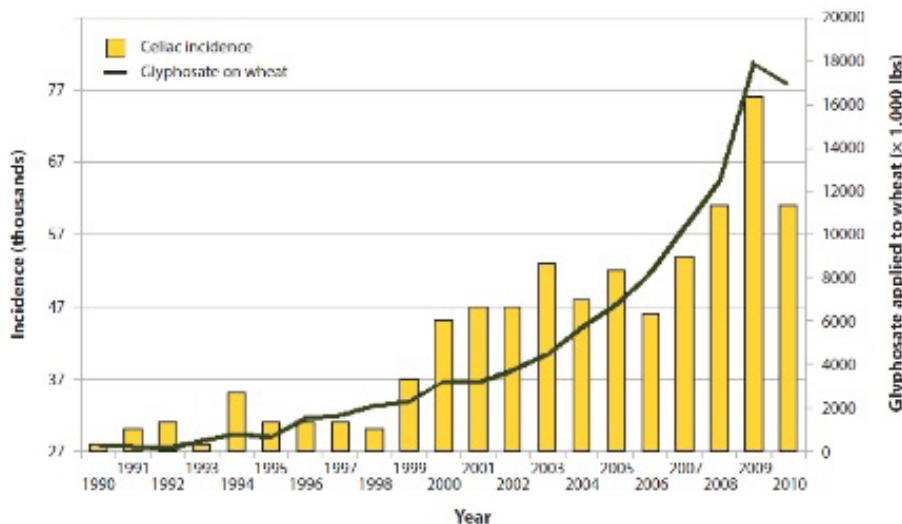


Abb. 3: Zusammenhang zwischen Zöliakie-Diagnosen und Glyphosatanwendungen bei Getreide in den USA

Eisen-, Kobalt-, Molybdän-, Kupfermangel und andere metallische Mängel, die mit Zöliakie assoziiert werden, können der starken Fähigkeit von Glyphosat, diese Elemente zu binden, zugeschrieben werden.

Mängel an Tryptophan, Tyrosin, Methionin und Selenomethionin, welche mit Zöliakie zusammenhängen, können mit der Depletion dieser Aminosäuren durch Glyphosat assoziiert werden. Zöliakiepatienten haben ein höheres Risiko auf Non-Hodgkin-Lymphom (bösartiger Tumor des Lymphsystems) welches mit Glyphosat in Verbindung steht. (*McDuffie et al., 2001; Hardell et al., 2002; De Roos et al., 2003*; siehe Abb. 4). Auch Fortpflanzungsprobleme, die Zöliakie verursacht, wie Unfruchtbarkeit, Fehlgeburten,

genetische Fehlbildungen, können mit Glyphosat erklärt werden (*Samsel & Seneff, 2013b; siehe Abb. 3*). Epidemische Studien haben gezeigt, dass es Zusammenhänge gibt zwischen Einwirkung von Glyphosat und dem Non-Hodgkin-Lymphom (*McDuffie et al., 2001; Hardell et al., 2002; De Roos et al., 2003, siehe Abb. 4*) während Laborstudien bestätigt haben, dass Glyphosat und Produkte, die diesen Stoff enthalten, Genotoxizität und Genmutationen zeigen (siehe Abb. 4). Dies sind typische Merkmale von Wirkstoffen, die bei Tieren Krebs hervorrufen.

Zusammen weisen diese Studien darauf hin, dass Glyphosat dazu beitragen kann, das Krebsrisiko zu erhöhen. Außerdem kann Glyphosat das Nervensystem beeinträchtigen und Parkinson begünstigen. Auch ist man auf signifikante Zusammenhänge zwischen Glyphosatanwendungen bei Getreide und Todesfälle aufgrund von Darminfektionen gestoßen.

Geburtsfehler wurden in Regionen in Südamerika beobachtet, wo Getreide und -soja großzuechtend mit Glyphosat behandelt werden. Der Verbrauch des Stoffes hat sich zwischen 2000 und 2009 fast vervierfacht. Gleiche Defekte konnte man z.B. in Paraguay feststellen, wo schwangere Frauen glyphosathaltigen Herbiziden ausgesetzt waren. Diese Mängel sind mit denen identisch, die man bei Labortests festgestellt hatte, bei denen die Glyphosatkonzentration sehr viel niedriger war als bei handelsüblichen Produkten.

Studien an landwirtschaftlich tätigen Familien haben ein höheres Fehlgeburten-Risiko gezeigt bei jenen Familien, die immer wieder dieser Substanz ausgesetzt waren (*National Library of Medicine, 2003; Arbuckle et al., 2001*).

Ein Einwirken des Herbizids Roundup verringert die Produktion von Sexualhormonen in Leydig-Zellen um bis zu 94% (*Walsh, 2000*).

Die Methode der „Reifung“ des Zuckerrohrs mit Glyphosat kann die jüngste Steigerung an Nierenversagen der Feldarbeiter in Mittelamerika erklären (*Samsel & Seneff, 2013b*). Auch bei Feldarbeitern in Costa Rica und Indien mit hohen Raten an Nierenversagen wurde die Glyphosatanwendung kurz vor der Zuckerrohrernte für dieses Problem verantwortlich gemacht (*Cerdas, 2005*).

Neuere Studien an der Universität von Columbo haben hervorgehoben, dass es eine Verbindung zwischen dem übermäßigen Gebrauch von Roundup und der schweren Nierenkrankheit, an der viele singhalesische Bauern erkranken, gibt.

Schäden an der DNA wurden in menschlichen Zellen festgestellt, die Glyphosat und Wasserstoffperoxid ausgesetzt waren (*National Library of Medicine, 2003; Lueken et al., 2004*). Glyphosat ist ein bekannter endokriner Störer, der den Retinsäurehaushalt stört und Mikrozephalie und Anenzephalie hervorruft. Zu dieser Schlussfolgerung kam man 2009 im Notfall-Krankenhaus County Hospital der medizinischen Fakultät der Universität von Ovidius, Constanza, Rumänien.

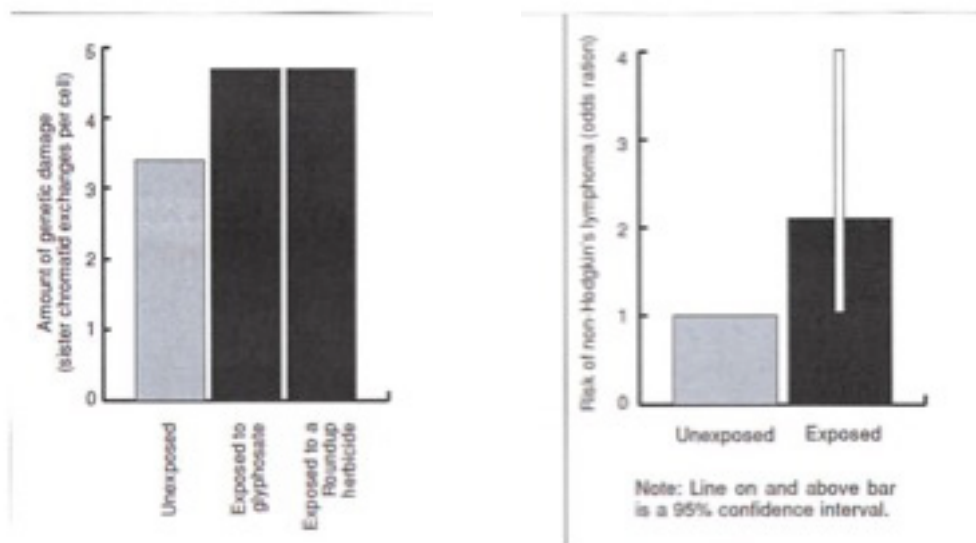


Abb. 4: Unterschiede der genetischen Veränderungen in menschlichen Blutzellen in behandelten und unbehandelten Proben (Cox, 2004, Daten von Bolognesi et.al 1997)

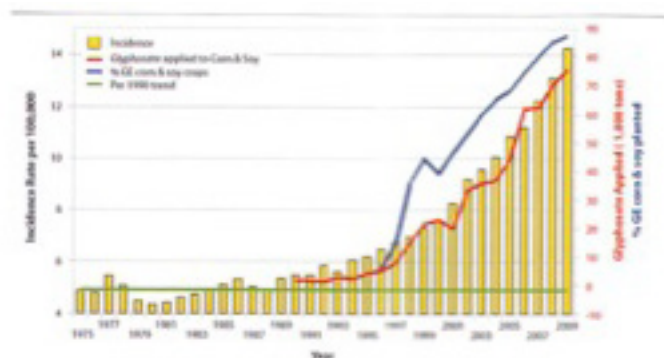


Abb. 6: Zusammenhang zwischen Schilddrüsenkrebs-Vorkommen und Glyphosat, welches in den USA auf Soja und Mais angewendet wurde (Nancy Swanson, Daten von Samsel & Seneff, 2013b, USDA, NASS, SEER)

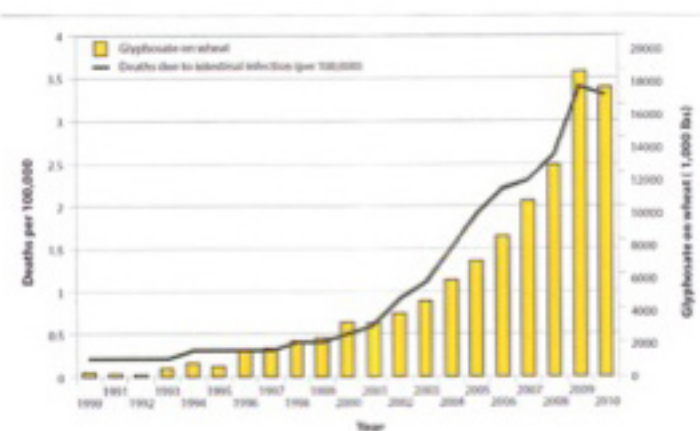


Abb. 7: Zusammenhang zwischen Todesfällen aufgrund von Darminfektionen ICD A04, A09, 004, 009 und Glyphosatanwendungen auf Getreide. (Nancy Swanson, Daten von Samsel & Seneff, 2013b, USDA, NASS, CDC)

Rückstände in Lebensmitteln

Rückstände finden sich in den Grundnahrungsmitteln der westlichen Ernährung. Glyphosatrückstände auf Getriebe sind in der letzten Zeit angestiegen aufgrund der Methode der Trocknung kurz vor der Ernte.

Die USDA (US Department of Agriculture) hat in ihrem Jahresbericht 2011 die Glyphosatrückstände der Lebensmittel in den USA veröffentlicht: bei den Sojaprobe, welche für den menschlichen Verzehr bestimmt waren, wurden in 90,3% Rückstände von Glyphosat gefunden, von seinem Abbauprodukt AMPA 95,7%.

Rückstandsgrenzwerte (LMR) wurden für Glyphosat und seine Abbaustoffe 2006 von der Kommission der Codex Alimentarius festgelegt. Diese Grenzwerte werden von den Anbaumethoden abhängig gemacht, nicht von den Sicherheitsgrenzwerten für die menschliche Gesundheit und von den natürlichen Lebensräumen rund um die bebauten Gebiete. Angesichts der wissenschaftlichen Tatsachen, was die Auswirkungen dieses Stoffes betrifft, ist es notwendig, die LMR neu zu definieren, um eine effektive Lebensmittelsicherheit zu garantieren.

Lebensdauer in der Umwelt

Glyphosat kann in der Umwelt bestehen, weil es sich an Teilchen des Bodens bindet. Es kann außerdem, je nach Beschaffenheit des Bodens, Grundwässer und Oberflächengewässer kontaminieren. Entgegen der Behauptung, Glyphosat könne schnell und ohne Probleme biologisch abgebaut werden, wurde dieses Molekül und einige seiner gefährlichen Abbauprodukte bei diversen Studien in Oberflächengewässern in Kanada, USA und Dänemark gefunden.

Die verfügbaren Daten zeigen, dass Glyphosat im Boden mäßig beständig ist, mit einer Halbwertszeit zwischen 4 und 180 Tagen (*European Commission, 2002; PPDB Pesticide Properties Database*). Es wird also als möglicher Verschmutzer der Grundwässer eingestuft (*PAN pesticide Database*).

Sein Abbauprodukt AMPA (Aminomethylphosphonsäure) ist mit einer biologischen Leistung ausgestattet, die mit der des ursprünglichen Pflanzenschutzmittels vergleichbar ist. Daher sind die giftigen Wirkungen trotz des Verschwindens der „Verwandtschaft“ langanhaltend. (Kategorie der bioaktiven Metaboliten). Wie Feldstudien gezeigt haben, die von einer Halbwertszeit von 76-240 Tagen ausgehen, ist AMPA beständiger als Glyphosat.

Im Wasser hängt der photolytische Abbau von der Säure ab: Die Halbwertszeit ist 33 Tage bei pH 5, 77 Tage bei pH 9. Die Hydrolyse ist bei 25°C stabil in Wässern mit einem pH-Wert von 5-9 (*PPDB Pesticide Properties Database, PAN pesticide Database*).

In Italien, wo die Substanz nur in der Lombardei gemessen wurde, wurde sie in 68,2% der Oberflächengewässer und das Abbauprodukt AMPA in 92% der Messstellen gefunden, fast immer in Konzentrationen, die die Grenzwerte überstiegen (*ISPRA, 2013*). Glyphosat und AMPA sind die Substanzen, die am häufigsten die Grenzwerte der Standard di Qualità Ambientale (SQA) in Oberflächengewässern übersteigen: AMPA an 70 Messstellen (79,5%), Glyphosat an 37 Messstellen (42%).

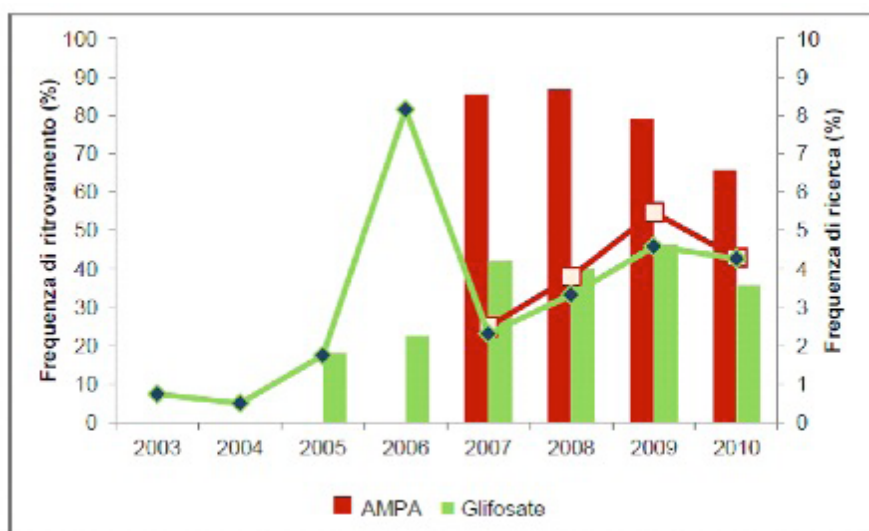


Abb. 8 – Häufigkeit von Glyphosat- und AMPA-Vorkommnissen in Oberflächenwässern. Das Histogramm stellt die Häufigkeit von Vorkommnissen dar, die Kurve die Häufigkeit von Recherchen. (ISPRA, 2013)

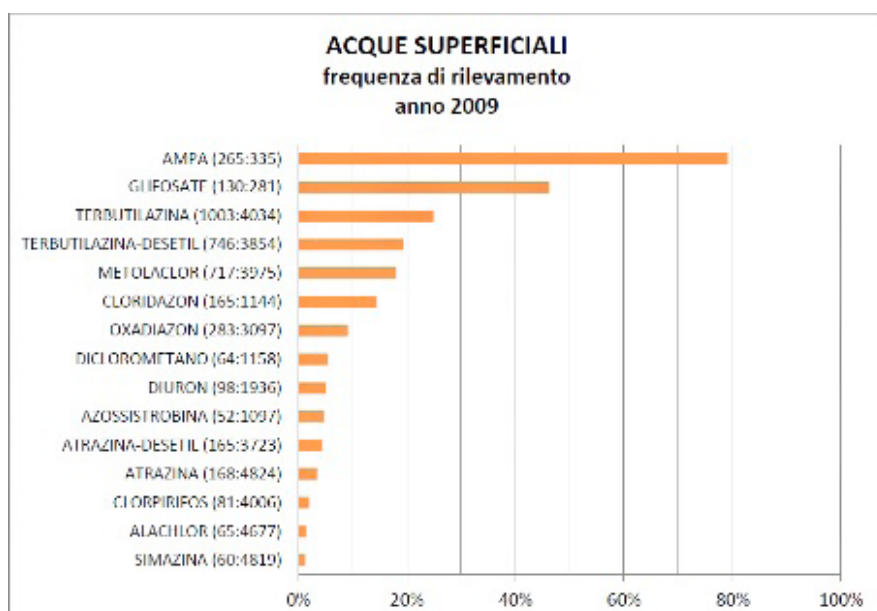


Abb. 9 – Überschreitungen der Grenzwerte des „Standard di Qualità Ambientale“ (SQA) von Pestiziden in fließenden Gewässern (ISPRA, 2013)

Auch in Frankreich, wo die Messungen auf dem gesamten Staatsgebiet erfolgen, waren Glyphosat und AMPA unter den am häufigsten vorkommenden Stoffen in Oberflächengewässern. Sie wurden auch in Grundwässern gefunden, wenn auch in kleineren Mengen (Commissariat général au développement durable, 2010). Die beiden Stoffe sind aufgrund der hohen gemessenen Konzentrationen Hauptverantwortliche für die Einstufung der Gewässer in schlechte Qualitätsstufen.

Auswirkungen auf Ökosysteme

Glyphosat kann auf verschiedene Art und Weise negative Auswirkungen auf die Biodiversität haben, sowohl auf kurze als auch auf lange Sicht und auf direkte und indirekte Weise. Es ist offensichtlich, dass Glyphosat in seinen handelsüblichen Formen für Arten in allen Bereichen der Lebensmittelkette, auch für Wasserlebewesen, schädlich sein kann.

Viele Wassertiere, von mikroskopisch kleinen Algen bis zu Fischen und Weichtieren, sind Glyphosat und Roundup ausgesetzt.

Die weit verbreitete Verwendung von Glyphosat als Unkrautvernichtungsmittel an Straßenrändern und Wegen hat einige Nebenwirkungen für die menschliche Gesundheit:

1. Risiko für die Gesundheit der Fußgänger und der Bevölkerung aufgrund des Kontakts mit der Substanz
2. Erhöhte Erosionsgefahr bei Böschungen, Straßenränder und -gräben und Schwächung der Struktur (kleine Erdbeben)
3. Kontaminationsrisiko der Oberflächengewässer aufgrund von Vermischung der Substanz mit Regenwasser
4. Verminderte Absorptionsfähigkeit der Pflanzen von Abgasen und umweltverschmutzenden Stoffen
5. Verringerung der Biodiversität und der ökologischen Funktionalität in den Böschungen und an Straßenrändern

Produkte

Die zahlreichen Produkte unterscheiden sich durch Zusatzstoffe, welche selbst giftig für Mensch und Tier sind. Im Handel gibt es über 60 Produkte, die Glyphosat enthalten.

Von Roundup, das am meisten verwendete Mittel für die Unkrautbeseitigung an Straßenrändern, gibt es verschiedene Formeln, basierend auf verschiedenen Glyphosat- und Nebenproduktsalzen. In den meisten Fällen ist der Anteil an aktiven Mitteln über 25%.

Tabelle 3: Auswirkungen auf die Gesundheit der Inhaltsstoffe der verschiedenen Produkte auf Glyphosatformel (daten von: Cox, 1998, rev. 2000; Cox 2004; PAN pesticide Database; PPDB Database; www.beyondpesticides.org; www.fluoridealert.org)

Inhaltsstoff	Auswirkung auf die Gesundheit	Anzahl der Produkte
2, 4-D	Krebserregend. Reizt Haut, Augen und Schleimhäute	1
3-iodo-2-propynyl butylcarbamate (IPBC)	Verursacht Schilddrüsenschäden. Stark augenreizend. Kann Hautallergien hervorrufen. Verursacht Fehlgeburten und verringertes Wachstum in Labortests	4
5-Chloro-2-methyl 3 (2H)-isothiazolone	Verursacht genetische Schäden und allergische Reaktionen	2
Ascorbinsäure	Kann starke Hautreizungen hervorrufen, sowie Übelkeit, Erbrechen, chemische Lungenentzündung und Halsschmerzen. Verursacht genetische Defekte in Labortests	3
Pelargonsäure	Verursacht schwere Haut- und Augenreizungen. Kann Reizungen der Atemwege hervorrufen	3
Ammoniumsulfat	Augenreizungen, Übelkeit, Durchfall, allergische Reaktionen der Atemwege. Längere Einwirkung kann bleibende Augenschäden hervorrufen	3

Inhaltsstoff	Auswirkung auf die Gesundheit	Anzahl der Produkte
Benzisoxazol	Verursacht Exzeme und Hautreizungen	1
Diquat	Verursacht Schäden im Fortpflanzungssystem und in der Leber von Kindern. Verursacht Irritationen	1
FD&C Blue Nr. 1	Verursacht Gendefekte und Hauttumore	1
Flufenacet	Verursacht eine Reihe von negativen Auswirkungen in Labortests mit Tieren in relativ kleinen Mengen: Gehirntoxizität, Toxizität für die Entwicklung, Auswirkungen für die Schilddrüse und den Hormonhaushalt, Schäden in vielen anderen Geweben und Organen	1
Hydroxid und Kalium	Verursacht irreparable Augenverbrennungen, tiefe Hautgeschwüre, schwere Verbrennungen im Verdauungsapparat, schwere Irritationen der Atemwege	3
Isobutan	Verursacht Übelkeit, Depression des Nervensystems, Atmungsprobleme. Hochentzündlich	1
Isopropylamin	Extrem schädlich für das Gewebe der Schleimhäute und der oberen Atemwege. Symptome bei Einwirkung sind Atemnot, Kehlkopfentzündung, Kopfschmerzen und Übelkeit	2
Light aromatic petroleum distillate	Verringert die Fruchtbarkeit und das Wachstum von Neugeborenen in Labortests	1
MCPA	Verursacht Haut- und Schleimhautirritationen, Verbrennungen der Schleimhäute. Kann Übelkeit, Erbrechen, Kopfschmerzen, Hyperthermie, Bauchschmerzen und Durchfall hervorrufen. Verursacht Schäden am Nervensystem: Schwindel, Ataxie, Neuritis und periphere Nervenerkrankungen, Lähmung, Zittern, Krämpfe. Verursacht niedrigen Blutdruck, Herzrasen, Gefäßerweiterung, Muskelstarre. Kann den Tod durch peripheren Herzkollaps hervorrufen. Begünstigt non-Hodgkin-Lymphom	2
Methyl p-hydroxybenzoate	Verursacht genetische Defekte in Labortests	1
Methyl pyrrolidinon	Verursacht schwere Augenirritationen. Verursacht Fehlgeburten oder verringert das Gewicht von Tierföten in Labortests	1
Oxadiazon	Schädigt den Porphyrin-Metabolismus. Reizungen der Augen und Atemwege. Schädigt den Entwicklungs- und Fortpflanzungskreislauf	1
Polyoxyethylen alkylamin	Augenreizungen, giftig für Fische	1
Propylen glycol	Verursacht Gendefekte, verringert Fruchtbarkeit, Anämie in Labortests	1
Natriumbenzoat	Verursacht Gendefekte sowohl bei Labortieren als auch bei menschlichen Zellkulturen. Außerdem Entwicklungsschwierigkeiten und verringerte Lebenserwartung der Neugeborenen in Labortests	1
Ophenylphenol-Natrium-Salze	Verursacht Hautreizungen, Gendefekte und Krebs in Labortests	1
Natriumsulfit	Kann Augen- und Hautirritationen hervorrufen sowie Erbrechen und Durchfall und Hautallergien. Verursacht bei Labortieren und menschlichen Zellkulturen Gendefekte	1
Tallowamine Polyethoxylata (POEA)	Verursacht Augenverbrennungen, Rötungen, Schwellungen und Blasen auf der Haut sowie Übelkeit und Durchfall. Verursacht das Absterben von Embryozellen und Zellen der Plazenta und des Bauchnabels.	9

Tabelle 4: Merkmale der vom ital. Gesundheitsministerium autorisierten Produkte

Firma	Produkt	Umwelt- ge- fährdend	Reizend	Augenver- brennungs- risiko	Giftig für den Lebensraum Wasser	Verursacht auf lange Sicht Schäden für den Lebensraum Wasser
AAKO B.V.	OVNI XL ^{2,3}	*			*	*
AGAN CHEMICAL MANUFACTURERS LTD	SILGLIF MK ¹	*	*	*	*	*
	GLIFOGAN PRONTO ^{1,4}				*	*
	SUCCESSO ¹	*	*	*	*	*
	TAIFUN ¹	*	*	*	*	*
	PREMIUM TOP ^{1,4}					
	ZOOMER ^{2,3}	*			*	*
	SHAMAL MK PLUS ^{1,4}					
	SHAMAL MK PLUS ^{1,4}					
	FRECCIA ^{2,3}	*			*	*
	HERBITOTAL S ³	*			*	*
	GLIFAST ^{2,3}	*			*	*
	GLOXY ³	*			*	*
	TAIFUN PRONTO ^{1,4}				*	*
	TAIFUN PPO ^{1,4}				*	*
	RAPIDO PPO ^{1,4}				*	*
	COMPO DISERBO FACILE RTU ^{1,4}				*	*
AGRICHEM BV	ETNA ¹	*	*	*	*	*
AGRIMIX S.R.L.	SECCHERBA RESPECT				*	
AGRIPHAR S.A.	PANTOX 360 ¹	*	*	*	*	*
AGROWIN BIOSCIENCES S.R.L.	GLISTER ¹	*	*		*	*
	VOLDER ^{1,11}	*	*	*	*	*
ALBAUGH UK LTD.	ROSATE 36 ¹	*			*	*
	LANDMASTER	*			*	*
ALTHALLER ITALIA	GLIFOSIM ¹	*			*	*
	DISERBOFACILE ^{1,4}					
ARYSTA LIFESCENCE S.A.S.	GLICOBER ^{1,4}					
BARCLAY CHEMICALS MANUFACTURING LTD	BARCLAY GALLUP 360 ¹	*	*	*	*	*
	BARBARIN BIOGRADE 360 ^{1,4}					*
	GLIFOSAR FLASH ^{1,4}					*
	BARCLAY GALLUP BIOGRADE 360 ^{1,4}					*
	BARCLAY GALLUP BIOGRADE 450 ^{1,4}	*				*
	BARCLAY GALLUP SUPER 450 ^{1,4}					*
	TRUSTEE 450 ^{1,4}					*
	BARCLAY TRUSTEE 490 ^{1,4}				*	*
	BARCLAY BARBARIAN 490 ^{1,4}				*	*
	BARCLAY GALLUP HIAKTIV ^{1,4}				*	*
BAYER CROPSCIENCE S.R.L.	WOXA WG ²	*	*	*	*	*
	RASIKAL ULTRA ^{1,4}					
	USTINEX AL ³	*			*	*
CHEMINOVA A/S	GLYFOS SL ¹	*			*	*
	KLARO ¹	*			*	*
	GLYFOS PRO ^{1,4}					*
	KERNEL	*			*	*

Tabella 3: Caratteristiche dei prodotti autorizzati dal Ministero della Sanità						Verursacht auf lange Sicht Schäden für den Lebensraum Wasser
Firma	Prodotto	Umwelt- ge- fährdend	Reizend	Augenver- brennungs- risiko	Giftig für den Lebensraum Wasser	
	CLEAN-UP ^{1,4}					
	KEIRON ¹	*			*	*
	SEVEN ^{1,4}					
	GLYPHEXTRA ^{1,4}					
	LAMPO ^{1,4}					
	ROUNDUP READY SMB ^{1,4}					
	ROUNDUP K QUATTROCENTO 50 ¹				*	*
	ROUNDUP 360 POWER ¹	*			*	*
	ROUNDUP ¹	*	*	*	*	*
	ROUNDUP POWER2.0 ¹				*	*
	ROUNDUP PLATINUM ¹				*	*
NATAN S.R.L.	FANDANGO XL ^{1,4}				*	*
	SVELLER ¹	*			*	*
NOVAFITO S.P.A.	GLYFIN ¹	*	*	*	*	*
	GUIDOX ¹	*			*	*
NUFARM GMBH & CO KG	CLINIC 360 SL ¹	*	*	*	*	*
	RASIKAL QUICK ¹	*			*	*
	SILGLIF NF ¹	*			*	*
	CLINIC PRO ¹	*			*	*
NUFARM ITALIA S.R.L.	GLIFO DISERBANTE TOTALE ¹	*			*	*
	GLIFOSAN ¹	*			*	*
	GLIPHYT ¹	*			*	*
	ARID ^{1,4}					
	NEGHEV ¹	*			*	*
	KYLEO ¹	*	*		*	*
NUFARM S.A.S.	CLINIC PRONTO PPO ^{1,4}					
	EFE ¹	*			*	*
	AMEGA PLUS ¹	*	*	*	*	*
	AMEGA PLUS ¹	*	*	*	*	*
	GLIFOSISTEM 360 ¹	*	*	*	*	*
	MYRTOS SL ¹	*	*	*	*	*
PINUS TKI DD	BOOM EFEKT ^{1,4}					*
PROBELTE S.A.	TOMCATO ^{1,4,11}				*	*
ROTAM AGROCHEMICAL EUROPE LIMITED	GLIFONE ¹	*	*	*	*	*
	GLIFOGOLD S ¹	*	*	*	*	*
	FREMONT ¹	*	*	*	*	*
	BIGBANG ¹	*	*	*	*	*
SAPEC AGRO S.A.	MONTANA ¹	*	*	*	*	*
	GLIFOPEC ¹	*	*	*	*	*
	GLIFOSATE SAPEC ¹	*	*	*	*	*
SCOTTS FRANCE S.A.S.	MARTO ¹	*			*	*
SINON EU CORPORATION	SINPHOSATE ^{1,11}	*	*	*	*	*
SIPCAM ITALIA S.P.A.	BUGGY ¹	*	*	*	*	*
	BUGGY 360 SG N.E.T. ¹		*	*		
SIPCAM S.P.A.	BUGGY COMBI ¹					
SIVAM S.P.A.	NETGROUND 410 ¹	*			*	*
SYNGENTA ITALIA	TOUCHDOWN ¹	*	*			
S.P.A.	OURAGAN ^{1,4}					
TECOMAG S.R.L.	TECOGLIF ¹	*			*	*
VEBI ISTITUTO BIOCHIMICO S.R.L.	VEBIGLYF ¹	*			*	*
ZAPI INDUSTRIE CHIMICHE S.P.A.	RAPIDO ¹	*			*	*
	DESERT ¹	*			*	*

1) Scadenza 31/12/2015; 2) con Oxadiazone 3) con MCPA 4) Esente da classificazione di pericolo; 5) con Oxyfluorfen; 6) scadenza 30/06/2014; 7) con Diquat; 8) con Flufenacet e Metosulam; 9) Scadenza 31/12/2021; 10) 2,4-D; 11) Glyphosate Isocrotilammine; 12) Scadenza 31/10/2017. Dati da: Ministero della Salute: Banca dati dei prodotti fitosanitari

Resümee

Die von Glyphosat verursachten Probleme sind mittlerweile evident: Es handelt sich um eine „beispielhafte exogene Semiotik-Entropie“ (*Samsel & Seseff, 2013a*), also um die Zerstörung der Homöostase aufgrund von Umweltgiften. Außerdem steigt die Sorge um Gesundheit, Biodiversität, Umwelt und um die steigende Resistenz von Unkraut Roundup gegenüber.

Da es sich um eine für den Lebensraum Wasser gefährliche Substanz handelt, ist es notwendig, sie in Bereichen wie Böschungen, Straßenrändern, Staudämmen, in der Nähe von nicht-konventioneller Landwirtschaft (biologische, biodynamische Landwirtschaft, Kulturlandschaften mit hohem natürlichem Wert) nicht anzuwenden. Der Gebrauch dieses Stoffes muss in Naturparks absolut verboten werden, wo der Gebrauch von Herbiziden zu Zwecken der Vegetationskontrolle untersagt werden sollte, da sie direkte Auswirkungen auf die Biodiversität und die Umweltqualität haben.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass das Verbreiten von toxischen Stoffen in der Umwelt gegen die Artikel 37 der Charta der Grundrechte der Europäischen Union verstößt:

Artikel 37: Ein hohes Umweltschutzniveau und die Verbesserung der Umweltqualität müssen in die Politiken der Union einbezogen und nach dem Grundsatz der nachhaltigen Entwicklung sichergestellt werden.

Quellenverzeichnis

- Alm H., Brüssow K.P., Torner H., Vanselow J., Tomek W., Dänicke S., Tiemann U., 2006:** Influence of Fusarium-toxin contaminated feed on initial quality and meiotic competence of gilt oocytes. *Reproductive Toxicology*, 22(1): 44-50.
- Antoniou M., Robinson C., Fagan J., 2012:** GMO Myths and Truths. Earth Open Source, London.
- Arbuckle T.E., Lin L., Mery L.S., 2001:** An exploratory analysis of the effect of pesticide exposure on the risk of spontaneous abortion in an Ontario farm population. *Environmental Health Perspectives*, 109:851-857.
- Asteraki E.J., Hanks C.B., Clements R.O., 1992:** The impact of chemical removal of the hedge-base flora on the community structure of carabid beetles (COL., Carabidae) and spiders (Araneae) of the field and hedge bottom. *Journal of Applied Entomology*, 113, 398-406.
- Axelrad J.C., Howard C.V., McLean W.G., 2003:** The effects of acute pesticide exposure on neuroblastoma cells chronically exposed to diazinon. *Toxicology*, 185:67-78.
- Bithell S.L., Butler R.C., McKay A., Cromey M.G., 2009:** Effect of Glyphosate Application to Grass Weeds on Levels of *Gaeumannomyces graminis* Var. *tritici* Inoculum. *Plant Protection Quarterly*, 24(4): 161-167.
- Bolognesi C., Bonatti S., Degan P., Gallerani E., Peluso M., Rabboni R., Roggieri P., Abbondandolo A., 1997:** Genotoxic activity of glyphosate and its technical formulation Roundup. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45:1957-1962.
- Bromilow R.H., Chamberlain K., Tench A.J., Williams R.H., 1993:** Phloem translocation of strong acids—glyphosate, substituted phosphonic, and sulfonic acids in *Ricinus communis* L. *Pesticide Science*, 37: 39-47.
- Brust B.E., 1990:** Direct and indirect effects of four herbicides on the activity of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae). *Pesticide Science*, 30: 309-320.
- Buffin D., Jewell T., 2001:** Health and environmental impacts of glyphosate. Pesticide Action Network UK. http://www.foe.co.uk/sites/default/files/downloads/impacts_glyphosate.pdf
- Carman J.A., Vlieger H.R., Ver Steeg L.J., Sneller V.E., Robinson G.W., Clinch-Jones C.A., Haynes J.I., Edwards J.W., 2013:** A long-term toxicology study on pigs fed a combined genetically modified (GM) soy and GM maize diet. *Journal of Organic Systems*, 8(1):38-54.
- Cerdas M., 2005:** Chronic kidney disease in Costa Rica. *Kidney International Supplements*, 97: 31-33.
- Cerdeira A.L., Duke, S.O., 2006:** The current status and environmental impacts of glyphosate-resistant crops: a review. *Journal of Environmental Quality*, 35: 1633-1658.
- Chiverton P.A., Sotherton N.W., 1991:** The effects on beneficial arthropods of the exclusion of herbicides from cereal crop edges. *Journal of Applied Ecology*, 28, 1027-1039.
- Chu Z., Yi Y., Xu X., Ge Y., Dong L., Chen F., 2005:** Effects of glyphosate on life history characteristics of freshwater rotifer *Brachionus calyciflorus*. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*, 16(6):1142-5.
- Commissariat général au développement durable, 2010:** Les pesticides dans les milieux aquatiques-Données 2007. Commissariat général au développement durable, Service de l'observation et des statistiques, Études & documents n. 26.
- Cox C., 1998 rev. 2000:** Glyphosate Factsheet. *Journal of Pesticide Reform*, 108(3).
- Cox C., 2004:** Glyphosate. *Journal of Pesticide Reform*, 24(2).

- Dallegrave E., Mantese F.D., Coelho R.S., Pereira J.D., Dalsenter P.R., Langeloh A., 2003:** The teratogenic potential of the herbicide glyphosate-Roundup® in Wistar rats. *Toxicology Letters*, 142: 45-52.
- D'Anieri P., Leslie, D.M., McCormack M.L., 1987:** Small mammals in glyphosate treated clearcuts in Northern Maine. *Canadian Field Naturalist*, 101(4): 547-550.
- Daruich J., Zirulnik F., Gimenez M.S., 2000:** Effect of the herbicide glyphosate on enzymatic activity in pregnant rats and their fetuses. *Environmental Research*, 85:226-231.
- De María N., Becerril J.M., Garca-Plazaola J.I., Hernandez A.H., de Felipe M.R., Fernández-Pascual M., 1996:** New insights on glyphosate mode of action in nodular metabolism: Role of shikimate accumulation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 2621-2628.
- De Roos A.J., Zahm S.H., Cantor K.P., Weisemburger D.D., Holmes F.F., Burmeister L.F., Blair A., 2003:** Integrative assessment of multiple pesticides as risk factors for non-Hodgkins lymphoma among men. *Occupational and Environmental Medicine*, 60(9): e11.
- Diaz-Llano G., Smith T.K., 2006:** Effects of feeding grains naturally contaminated with *Fusarium* mycotoxins with and without a polymeric glucomannan mycotoxin adsorbent on reproductive performance and serum chemistry of pregnant gilts. *Journal of Animal Science*, 84(9): 2361-2366.
- Di Cagno R., De Angelis M., De Pasquale I., Ndagijimana M., Vernocchi P., Ricciuti P., Gagliardi F., Laghi L., Crecchio C., Guerzoni M.E., Gobbetti M., Francavilla R., 2011:** Duodenal and faecal microbiota of celiac children: Molecular, phenotype and metabolome characterization. *BMC Microbiology*, 11: 219.
- Easton, W.E., Martin K., 2002:** Effects of thinning and herbicide treatments on nest-site selection by songbirds in young managed forests. *The Auk*, 119: 685-694.
- El-Shenawy N., 2009:** Oxidative stress responses of rats exposed to Roundup and its active ingredient glyphosate. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 28(3): 379-385.
- EPA OPPTS (Office of Pesticides and Toxic Substances), 1991:** Second Peer Review of Glyphosate. Memo from W. Dykstra and G.Z. Ghali, HED to R. Taylor, Registration Division and L. Rossi, Special Review and Reregistration Division.
- European Commission, 2002:** Review report for the active substance Glyphosate. 6511/VI/99-final, 21 January 2002. Finalised in the Standing Committee on Plant Health at its meeting on 29 June 2001 in view of the inclusion of glyphosate in Annex I of Directive 91/414/EEC.
- Glass R.L., 1984:** Metal complex formation by glyphosate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 32:1249-1253.
- Greenpeace, 2011:** Resistenza agli erbicidi e colture OGM I problemi legati al glifosato. http://static.aboca.com/www.aboca.com/files/attach/news/report_glifosato.pdf
- Grossbard, E., Atkinson, D., 1985:** The Herbicide Glyphosate. Butterworths, London.
- Greenpeace, 2012:** Colture resistenti al glifosato nell'Unione Europea. http://www.greenpeace.org/italy/Global/italy/report/2012/ogm/briefingIT_glifosato_UE.pdf
- Guilherme S., Gaivão I., Santos M.A., Pacheco M., 2012:** DNA damage in fish (*Anguilla anguilla*) exposed to a glyphosate-based herbicide -- elucidation of organ-specificity and the role of oxidative stress. *Mutation Research*, 743(1-2): 1-9.
- Hardell L., Eriksson M., Nordström M., 2002:** Exposure to pesticides as risk factor for non-Hodgkin's lymphoma and hairy cell leukemia: Pooled analysis of two Swedish case-control studies. *Leuk. Lymph.*, 43:1043-1049.

Hassan S.A., Bigler F., Bogenschütz H., Boller E., Brun J., Chiverton P., Edwards P., Mansour F., Naton E., Oomen P.A., Overmeer W.P.J., Polgar L., Rieckmann W., Samsøe-Petersen L., Stäubli A., Sterk G., Tavares K., Tuset J.J., Viggiani G., Vivas A.G., 1988: Results of the Fourth Joint Pesticide Testing Programme carried out by the International Organisation for Biological Control/WPRS-Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". *Journal of Applied Entomology*, 105: 321-329.

Hietanen E., Linnainmaa K., Vainio H., 1983: Effects of phenoxyherbicides and glyphosate on the hepatic and intestinal biotransformation activities in the rat. *Acta Pharmacologica et Toxicologica*, 53(2): 103-12.

Hjeljord O., Sahlgarda V., Engea E., Eggestada M., Grønvold S., 1988: Glyphosate applications in forest-ecological aspects. VII. The effect on mountain hare (*Lepus timidus*) use of a forest plantation. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 3: 123-127.

Huber D.M., Cheng, M.W., Winsor B.A., 2005: Association of severe *Corynespora* root rot of soybean with glyphosate-killed giant ragweed. *Phytopathology*, 95(S45).

Huber D.M., Haneklaus S., 2007: Managing nutrition to control plant disease. *Landbauforschung Volkenrode*, 57: 313-322.

ISPRA, 2011: Sostanze prioritarie per il monitoraggio dei prodotti fitosanitari nelle acque - aggiornamento 2011, Manuali e linee guida, 74/2011

ISPRA, 2013: Rapporto Nazionale pesticidi nelle acque – Dati 2009-2010. Edizione 2013. ISPRA, Rapporti 175/2013.

Jaworski E.G., 1972: Mode of action of N-phosphonomethyl-glycine: inhibition of aromatic amino acid biosynthesis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 20, 1195-1198.

Kaya B., Creus A., Yanikoğlu A., Cabré O., Marcos R., 2000: Use of the *Drosophila* wing spot test in the genotoxicity testing of different herbicides. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 36:40-46.

Krüger M., Schrödl W., Neuhaus J., Shehata A.A., 2013a: Field investigations of glyphosate in urine of Danish dairy cows. *Journal of Analytical Toxicology*, 3(5): 100-186.

Krüger M., Shehata A.A., Schrödl W., Rodloff A., 2013b: Glyphosate suppresses the antagonistic effect of *Enterococcus* spp. on *Clostridium botulinum*. *Anaerobe*, 20: 74-78.

Lindros K.O., 1997: Zonation of cytochrome P450 expression, drug metabolism and toxicity in liver. *General Pharmacology*, 28(2): 191-196.

Lueken A. Juhl-Strauss U., Krieger G., Witte I., 2004: Synergistic DNA damage by oxidative stress (induced by H₂O₂) and nongenotoxic environmental chemicals in human fibroblasts. *Toxicology Letters*, 147:35-43.

McDuffie H.H., Pahwa P., McLaughlin J.R., Spinelli J.J., Fincham S., Dosman J.A., Robson D., Skinnider L.F., Choi N.W., 2001: Non-Hodgkins lymphoma and specific pesticide exposures in men: Cross-Canada study of pesticides and health. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*, 10(11): 1155-1163.

Marrs R.H., Williams, C.T., Frost, A.J. and Plant, R.A. 1989. Assessment of the effects of herbicide spray drift on a range of plant species of conservation interest. *Environmental Pollution*, 59(1): 71-86.

Mohamed A.I., Naira G.A., Abbasa H.L., Kassama H.H., 1992: Effects of pesticides on the survival, growth and oxygen consumption of *Hemilepistus reaumuri*. *Tropical Zoology*, 5: 145-153.

Monsanto Technology LLC, 2010: Glyphosate formulations and their use for the inhibition of 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase. US Patent number 7771736 B2. <https://www.google.com/patents/US7771736>. Missouri.

Monsanto, 2011: Get soybean and corn crops off to a good start in 2011 with Acceleron® seed treatment products.

<http://monsanto.mediaroom.com/give-crops-a-good-start-with-acceleron> - See more at: <http://earthopensource.org/index.php/5-gm-crops-impacts-on-the-farm-and-environment/references-to-section-5#sthash.B1DpAWh5.dpuf>

National Library of Medicine, 2003: MEDLINEplus health information. Merriam-Webster medical dictionary. www.nlm.nih.gov/medlineplus/mplusdictionary.html.

Nafziger E.D., Widholm J.M., Steinrücken H.C., Killmer J.L., 1984: Selection and characterization of a carrot cell line tolerant to glyphosate. *Plant Physiol.*, 76(3): 571–4.

Neškovic N.K., Poleksic V., Elezovic I., Karan V., Budimir M., 1996: Biochemical and Histopathological Effects of Glyphosate on Carp, *Cyprinus carpio* L.. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 56: 295–302.

Neumann G., Kohls S., Landsberg E., Stock-Oliveira Souza K., Yamada T., Romheld V., 2006: Relevance of glyphosate transfer to non-target plants via the rhizosphere. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 20: 963–969.

Paganelli A., Gnazzo V., Acosta H., López S.L., Carrasco A.E., 2010: Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signaling. *Chemical Research in Toxicology*, 23(10): 1586–1595.

Parochetti J., Arsenovic M., Getsinger K., Stubbs D., Haller W., 2008. Addressing the need for herbicides for aquatic weeds in irrigation water in the US. *Outlooks on Pest Management*, June 2008.

<http://wssa.net/wp-content/uploads/IrrigateAquatic-articlePO-Parochetti-et-al.-2008.pdf>

Peluso M., Munnia A., Bolognesi C., Parodi S., 1998: 32P-postlabeling detection of DNA adducts in mice treated with the herbicide Roundup. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 31: 55–59.

Pessione E., 2012: Lactic acid bacteria contribution to gut microbiota complexity: Lights and shadows. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 2: 86.

Richie, D.C., Harestad, A.S. and Archibald, R., 1987. Glyphosate treatment and deer mice in clearcut and forest. *Northwest Science*, 61(3), 199–202.

Rossi M., Amaretti A., Raimondi S., 2011: Folate production by probiotic bacteria. *Nutrients*, 3(1): 118–34.

Samsel A., Seneff S., 2013a: Glyphosate's Suppression of Cytochrome P450 Enzymes and Amino Acid Biosynthesis by the Gut Microbiome: Pathways to Modern Diseases. *Entropy*, 15(4): 1416–1463

Samsel A., Seneff S., 2013b: Glyphosate, pathways to modern diseases II: Celiac sprue and gluten intolerance. *Interdisciplinary Toxicology*, 6(4): 159–184.

Santillo D.J., Brown P.W., Leslie, D.M. 1989a. Response of songbirds to glyphosate-induced habitat changes on clearcuts. *Journal of Wildlife Management*, 53 (1): 64–71.

Santillo D.J., Leslie D.M., Brown, P.W., 1989: Response of small mammals to glyphosate applications on clearcuts. *Journal of Wildlife Management*, 53(1): 164–172.

Senapati T., Mukerjee A.K., Ghosh A.R., 2009: Observations on the effect of glyphosate based herbicide on ultra structure (SEM) and enzymatic activity in different regions of alimentary canal and gill of *Channa punctatus* (Bloch). *Journal of Crop and Weed*, 5(1): 236–245.

Shehata A.A., Schrödl W., Aldin A.A., Hafez H.M., Krüger M., 2013: The effect of glyphosate on potential pathogens and beneficial members of poultry microbiota in vitro. *Current Microbiology*, 66: 350–358.

Shelton J.F., Hertz-Picciotto I., Pessah I.N., 2012: Tipping the Balance of Autism Risk: Potential Mechanisms Linking Pesticides and Autism. *Environmental Health Perspectives*, 120(7): 944–951.

Sheng M., Hamel C., Fernandez M.R., 2012: Cropping practices modulate the impact of glyphosate on arbuscular mycorrhizal fungi and rhizosphere bacteria in agroecosystems of the semiarid prairie. *Can J Microbiol.*, 58(8): 990-1001. doi: 10.1139/w2012-080.

Springett J.A., Gray R.A.J., 1992: Effect of repeated low doses of biocides on the earthworm *Aporrectodea caliginosa* in laboratory culture. *Soil Biology & Biochemistry*, 24(12): 1739-1744.

Triggiani V., Tafaro E., Giagulli V.A., Sabbà C., Resta F., Licchelli B., Guastamacchia E., 2009: Role of iodine, selenium and other micronutrients in thyroid function and disorders. *Endocrine, Metabolic & Immune Disorders - Drug Targets*, 9(3): 277–94.

Tsatsoulis A., 2002: The role of apoptosis in thyroid disease. *Minerva medica.*, 93(3):169-80.

USPTO (United States Patent Office), 1964. Aminomethylenephosphinic acids, salts thereof, and process for their production. Patent US 3160632, Dec. 8, 1964.

USPTO (United States Patent Office), 1974: Monsanto Co, Regulating plants with n-phosphonomethylglycine and derivatives Patent US 3799758, Dec 10, 1974

USPTO (United States Patent Office), 2000

Walsh L.P., 2000: Roundup inhibits steroidogenesis by disrupting steroidogenic acute regulatory (StAR) protein expression. *Environmental Health Perspectives*, 108: 769-776.

Williams G.M., Kroes R., Munro I.C., 2000: Safety evaluation and risk assessment of the herbicide Roundup and its active ingredient, glyphosate, for humans. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 31(2 pt. 1): 117–165

Zimmerman A. L., Dechant J. A., Johnson D. H., Goldade C.M., Church J.O., Euliss B.R., 2002a: Effects of management practices on wetland birds: Marsh Wren. Northern Prairie Wildlife Research Center, Jamestown, ND. 19 pages. www.npwr.usgs.gov/resource/literatr/wetbird/mawr/mawr.htm. p. 7.

Zimmerman A.L., Jamison B.E., Dechant J.A., Johnson D.H., Goldade C.M., Church J.O., Euliss B.R., 2002: Effects of management practices on wetland birds: Sora. Northern Prairie Wildlife Research Center, Jamestown, ND. 31 pages.

www.npwr.usgs.gov/resource/literatr/wetbird/sora/sora.htm.

Zobiolo L.H.S., Kremer R.J., Oliveira Jr R.S., Constantin J., 2010: Glyphosate affects micro-organisms in rhizospheres of glyphosate-resistant soybeans. *Journal of Applied Microbiology*, ISSN 1364-5072