



---

**Dokumentation**

---

**Ausgewählte Studien zu Auswirkungen von Glyphosat**

**Ausgewählte Studien zu Auswirkungen von Glyphosat**

Aktenzeichen: WD 8 - 3000 – 046/16  
Abschluss der Arbeit: 28. Juni 2016  
Fachbereich: WD 8: Umwelt, Naturschutz, Reaktorsicherheit, Bildung und  
Forschung

---

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigten Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

---

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Bewertungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO), der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO), des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) und der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA)</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>Bewertung der International Agency for Research on Cancer (IARC)</b>	<b>9</b>
<b>4.</b>	<b>Ausgewählte Studien</b>	<b>13</b>
<b>5.</b>	<b>Zur unterschiedlichen Bewertung von Glyphosat durch die International Agency for Research on Cancer (IARC) und die European Food Safety Authority (EFSA)</b>	<b>20</b>

## 1. Einleitung

Glyphosat und seine Auswirkungen auf Lebewesen und die Umwelt sind derzeit Gegenstand kontroverser Debatten. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) und die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) haben auf ihrem gemeinsamen Treffen im Mai 2016 in Genf festgestellt, dass Hinweise auf die karzinogene Wirkung von Glyphosat in Ratten nicht ausreichend, aber in Mäusen in sehr hohen Dosen nicht auszuschließen seien. In für den Menschen relevanten Dosen gehe man davon aus, dass **ernährungsbedingt Glyphosat wahrscheinlich kein karzinogenes Risiko darstelle**.<sup>1</sup> Hiermit wird das Ergebnis des **Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR)** und der **Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA)** bestätigt.<sup>2</sup> Die EFSA hatte im Oktober 2015 berichtet, dass - basierend auf den Evaluationen ihres „Renewal Assessment Report“ (RAR) für Glyphosat (erstellt durch das BfR) - davon ausgegangen werden könne: „glyphosate is unlikely to pose a carcinogenic hazard to humans and the evidence does not support classification with regard to its carcinogenic potential“.<sup>3</sup>

Gegner von Glyphosat hingegen berufen sich insbesondere auf eine Untersuchung der **International Agency for Research on Cancer (IARC)**, die einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Non-Hodkin-Lymphomen und Glyphosat festgestellt hat. Zudem stellen sie karzinogene Effekte bei Labor-Mäusen für seltene Nierentumore und Hämangiosarkome dar sowie gutartige Tumore in Rattenstudien. Hieraus leiten sie die Evidenz ab, dass **Glyphosat eine genotoxische Wirkung habe und oxidativen Stress auslöse**. Sie empfehlen eine neue Gefahrenklassifikation für Glyphosat. Die Ergebnisse sind neben der auf den eigenen Webseiten erschienenen Publikation in The Lancet, einer renommierten medizinischen Fachzeitschrift, im März 2015 zusammenfassend veröffentlicht.<sup>4</sup>

- 
- 1 Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), World Health Organization (WHO): JOINT FAO/WHO MEETING ON PESTICIDE RESIDUES, Genf 9.–13. Mai 2016, Zusammenfassung, im Internet abrufbar unter: <http://www.who.int/foodsafety/jmprsummary2016.pdf> [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].
  - 2 Im Internet abrufbar unter: <http://www.bfr.bund.de/cm/343/who-fao-gremium-jmpr-bewertet-glyphosat-neu-und-bestaetigt-das-ergebnis-des-bfr-und-der-efsa-dass-kein-krebserzeugendes-risiko-zu-erwarten-ist.pdf> [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].
  - 3 Im Internet abrufbar unter: <http://jech.bmj.com/content/early/2016/03/03/jech-2015-207005.full.pdf+html> [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].
  - 4 Im Internet abrufbar unter: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470204515701348> [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].

Eine Gegenüberstellung der oben genannten Positionen, EFSA versus IARC, sind Gegenstand einer wissenschaftlichen Arbeit, die am 3. März 2016 im Journal of Epidemiology and Community Health erschienen ist.<sup>5</sup>

Gegenwärtig und bis zum 18. Juli 2016 läuft eine öffentliche Konsultation („public consultation“), im Rahmen dessen Kommentare zum CLH (harmonised classification and labelling) Report<sup>6</sup> (Proposal for Harmonised Classification and Labelling based on Regulation (EC) No 1272/2008 (CLP Regulation), Annex VI, Part 2, Substance Name: N-(phosphonomethyl)glycine; Glyphosate (ISO)) durch Mitgliedsländer der EU, Institutionen oder Einzelpersonen<sup>7</sup> abgegeben werden können.<sup>8</sup> Seit dem 31. März 2016 liegt der durch Deutschland verfasste CLH Report<sup>9</sup> vor, bereits seit Oktober 2015 die endgültige Fassung des 4322 Seiten Addendums des RAR (Renewal Assessment Report).<sup>10</sup>

In der vorliegenden Dokumentation werden beispielhaft Studien, die sich mit der Wirkung von Glyphosat auf Nichtzielorganismen beschäftigen, aufgelistet und zusammengefasst. Weitere Auswirkungen, wie beispielsweise die Anreicherung in Boden und Wasser, sind nicht Gegenstand der vorliegenden Dokumentation.

## **2. Bewertungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO), der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO), des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) und der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA)**

„Wirkstoffe für Pflanzenschutzmittel unterliegen einer Genehmigung durch die Europäische Kommission. Diese Genehmigung auf einen Erstantrag ist auf maximal 10 Jahre befristet. Vor dem Ablauf dieser Frist müssen die Hersteller einen Antrag auf erneute Genehmigung stellen, wenn sie den Wirkstoff weiter in Pflanzenschutzmitteln verwenden wollen. Ist der Antrag gestellt,

- 
- 5 Christopher J. Portier et al.: Differences in the carcinogenic evaluation of glyphosate between the International Agency for Research on Cancer (IARC) and the European Food Safety Authority (EFSA), Online-Publikation am 3. März 2016, doi: 10.1136/jech-2015-207005; im Internet abrufbar unter: <http://jech.bmj.com/content/early/2016/03/03/jech-2015-207005.full.pdf+html> [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].
- 6 Im Internet abrufbar unter: <http://echa.europa.eu/documents/10162/9fb5d873-2034-42d9-9e53-e09e479e2612> [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].
- 7 Im Internet abrufbar unter: [https://comments.echa.europa.eu/comments\\_cms/AnnexXVCLH.aspx?SubstanceName=glyphosate%20\(ISO\);%20N-\(phosphonomethyl\)glycine&EcNumber=213-997-4%20&CasNumber=1071-83-6](https://comments.echa.europa.eu/comments_cms/AnnexXVCLH.aspx?SubstanceName=glyphosate%20(ISO);%20N-(phosphonomethyl)glycine&EcNumber=213-997-4%20&CasNumber=1071-83-6) [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].
- 8 Nähere Informationen im Internet verfügbar unter: <http://echa.europa.eu/de/harmonised-classification-and-labelling-consultation/-/substance-rev/13838/term> [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].
- 9 Im Internet abrufbar unter: [http://echa.europa.eu/documents/10162/13626/clh\\_report\\_glyphosate\\_en.pdf](http://echa.europa.eu/documents/10162/13626/clh_report_glyphosate_en.pdf) [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].
- 10 Im Internet abrufbar unter: [http://echa.europa.eu/documents/10162/13626/renewal\\_assessment\\_report\\_addenda\\_en.pdf](http://echa.europa.eu/documents/10162/13626/renewal_assessment_report_addenda_en.pdf) [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].

erfolgt eine Neubewertung des Wirkstoffs. Die Kommission beauftragt im Genehmigungsverfahren einen Mitgliedsstaat als Berichterstatter (Rapporteur Member State (RMS)). Für Glyphosat wurde Deutschland als RMS benannt. Als federführende Behörde für den zu erstellenden Bewertungsbericht (Renewal Assessment Rapport (RAR)) hat die Bundesregierung das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) benannt. Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) wurde im Verfahren der Neubewertung mit der Bewertung des gesundheitlichen Risikos des Wirkstoffes und einer Beispielformulierung beauftragt.<sup>11</sup>

Im Rahmen des Prüfungsverfahrens sind einzelne Studien beauftragt worden und zahlreiche bereits publizierte Arbeiten ausgewertet und bewertet worden. Alle Studien, die in die RAR-Bewertung Eingang gefunden haben, sind in einem Anhang gesondert aufgeführt und im Internet abrufbar.<sup>12</sup>

Zusammenfassend kommt das BfR zur Bewertung: „Auf der Basis von fünf Kanzerogenitätsstudien an Mäusen und sieben Studien zur chronischen Toxizität sowie von Kanzerogenitätsstudien an Ratten kommt das BfR nach dem „Weight of evidence“-Ansatz zum Schluss, dass **kein Krebsrisiko hinsichtlich der beabsichtigten Nutzung als Herbizid** besteht. Folglich erscheint auch keine Einstufung als krebserzeugend gemäß der CLP-Kriterien<sup>13</sup> angezeigt.“<sup>14</sup>

Das sich vom IARC deutlich unterscheidende Resultat begründet das BfR insbesondere damit, dass in einigen Studien, die vom IARC als Hinweis auf kanzerogene Wirkung gewertet wurden, nach Ansicht des BfR **notwendige Datennachweise, Dosisangaben oder nachvollziehbare Angaben zu den tatsächlich geprüften Substanzen** fehlten.<sup>15</sup>

---

11 Im Internet abrufbar unter:  
[http://www.bfr.bund.de/de/fragen\\_und\\_antworten\\_zum\\_verfahren\\_der\\_neubewertung\\_von\\_glyphosat\\_im\\_rahmen\\_der\\_eu\\_wirkstoffpruefung-195573.html](http://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zum_verfahren_der_neubewertung_von_glyphosat_im_rahmen_der_eu_wirkstoffpruefung-195573.html) [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].

12 Im Internet abrufbar unter: [http://dar.efsa.europa.eu/dar-web/download?h=EA8FBECF08C1E9E107BD921CD7213A60&d=4672&da=20/06/2016 14:19:07](http://dar.efsa.europa.eu/dar-web/download?h=EA8FBECF08C1E9E107BD921CD7213A60&d=4672&da=20/06/2016%2014:19:07) [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].

13 Europäische GHS Verordnung (EG) Nr. 1272/2008, genannt CLP-Verordnung (Classification, Labelling and Packaging), am 20. Januar 2009 in Kraft getreten.

14 Quelle: Behörden der EU-Mitgliedstaaten bescheinigen der BfR-Bewertung der IARC Monographie zu Glyphosat hohe wissenschaftliche Qualität und Aussagekraft, Mitteilung Nr. 040/2015 des BfR vom 23. Oktober 2015; im Internet abrufbar unter: <http://www.bfr.bund.de/cm/343/behoerden-der-eu-mitgliedstaaten-bescheinigen-der-bfr-bewertung-der-iarc-monographie-zu-glyphosat-hohe-wissenschaftliche-qualitaet-und-aussagekraft.pdf> [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].

15 Im Internet abrufbar unter:  
[http://www.bfr.bund.de/de/fragen\\_und\\_antworten\\_zum\\_verfahren\\_der\\_neubewertung\\_von\\_glyphosat\\_im\\_rahmen\\_der\\_eu\\_wirkstoffpruefung-195573.html](http://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zum_verfahren_der_neubewertung_von_glyphosat_im_rahmen_der_eu_wirkstoffpruefung-195573.html) [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].

---

Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) erklärt weitere Unterschiede in einem Factsheet<sup>16</sup>. So habe die IARC-Studie **sowohl Glyphosat als aktive Substanz als auch Glyphosat-basierte Produkte** betrachtet, während die EU sich auf die Betrachtung von Glyphosat allein beschränkt, um den Effekt von Glyphosat als aktive Substanz einschätzen zu können. Die IARC beurteile allgemein Mittel, einschließlich Gruppen von verwandten Chemikalien, wie auch berufliche Umweltexposition und Verhaltenspraktiken. Einige Studien legten nahe, dass bestimmte Glyphosat basierende Formulierungen genotoxisch sein könnten, während andere Studien, die ausschließlich auf den Wirkstoff schauten, dies nicht zeigten. Es sei daher wahrscheinlich, dass sich die genotoxische Wirkung einiger Glyphosat-basierter Produkte auf andere Bestandteile oder „Beistoffe“ bezögen.

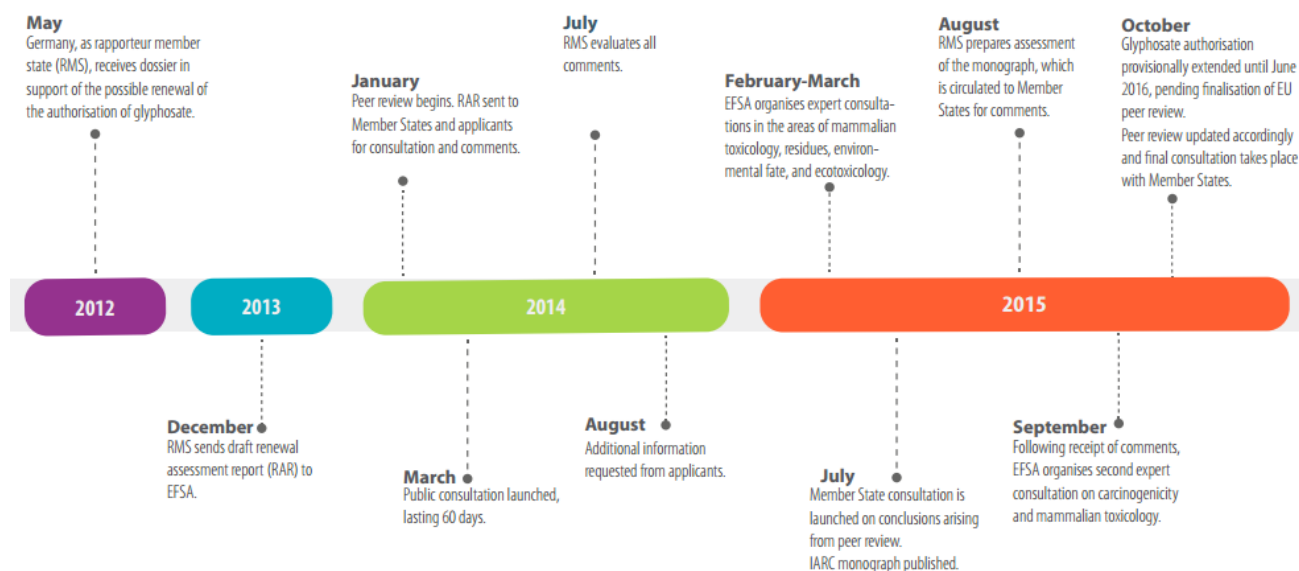
Die EFSA-Überprüfung berücksichtige zahlreiche Quellen, einschließlich des IARC -Berichts. IARC verweise auf eine Reihe von epidemiologischen Studien, die beim Entwurf der EU-Beurteilung nicht zugänglich waren; diese Studien seien zu einem späteren Zeitpunkt aber hinzugefügt worden. Insgesamt seien im Rahmen der **EFSA-Überprüfung mehr Beweis-papiere inklusive zusätzlicher Studien als in der IARC-Studie** betrachtet worden.

Die nachfolgende Grafik verdeutlicht den zeitlichen Ablauf, wann welche Beurteilungen und Stellungnahmen innerhalb der vergangenen Jahre veröffentlicht wurden:

---

16 EFSA: EFSA explains risk assessment“, Factsheet 2015, ISBN 978-92-9199-758-9, im Internet abrufbar unter: [https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate\\_publications/files/efsaexplainsglyphosate151112en.pdf](https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate_publications/files/efsaexplainsglyphosate151112en.pdf) [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].

## Risk assessment of glyphosate: timeline



Quelle der Grafik<sup>17</sup>: European Food safety Authority, Parma, Italien: EFSA explains risk assessment, ISBN 978-92-9199-758-9

Vom 9. bis 13. Mai 2016 fand eine gemeinsame Sitzung der FAO-Sachverständigengruppe für Pestizidrückstände in Lebensmitteln und Umwelt und der „WHO-Core Assessment Group“ für Pestizidrückstände (JMPR) in Genf statt. Drei Pestizide wurden ausgewertet, unter ihnen Glyphosat. Aufgrund der vorangegangenen Bewertungen der IARC und weiterer Studien war eine Neubewertung notwendig. Es wurde auf Basis epidemiologischer und toxikologischer Daten untersucht, welche tägliche Aufnahme (ADI) und welche akuten Referenzdosen (ARfDs) vertretbar sind. In einem Bericht werden Informationen über ADIs, ARfDs und Bewertungen der Pestizide zusammengefasst. Die Empfehlungen werden den Mitgliedsregierungen zur weiteren Verwendung vorgeschlagen.<sup>18</sup>

**Das kanzerogene Potential in Nagetieren in relevanten Dosen sowie die orale genotoxische Wirkung in Säugetieren sahen die Experten als nicht ausreichend gegeben. Daher sei es eher unwahrscheinlich, dass nahrungsbedingt Glyphosat kanzerogen wirke.** Die Datenlage sei ausreichend für diese Beurteilung. Das durch die Experten abgeschätzte Risiko lasse den Schluss zu, dass es nicht nötig sei, eine ARfD für Glyphosat zu etablieren. Zusammenfassend wurde

17 Auch im Internet abrufbar unter:  
[https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate\\_publications/files/efsaexplainsglyphosate151112en.pdf](https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate_publications/files/efsaexplainsglyphosate151112en.pdf)

18 WHO/FAO: Pesticide residues in food 2016 Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues Report of the special session of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues Geneva, Switzerland, 9–13 May 2016; Paper No. 227, im Internet abrufbar unter: <http://www.fao.org/3/a-i5693e.pdf> [zuletzt abgerufen am 27. Juni 2016].



festgehalten, dass man nach der Auswertung der vorliegenden Studien (die sich zu einem Teil mit denen des IARC überschneiden) davon ausginge, dass eine kurzfristige Nahrungs-Exposition gegenüber Glyphosat-Rückständen wahrscheinlich kein Risiko für die Verbraucher darstelle.<sup>19</sup>

### 3. Bewertung der International Agency for Research on Cancer (IARC)

Die International Agency for Research on Cancer (IARC) ist eine Einrichtung der Weltgesundheitsorganisation (WHO), die auf Krebserkrankungen spezialisiert ist, mit Sitz in Frankreich. Unter ihren öffentlich verfügbaren Publikationen auf der eigenen Webseite ist 2013 eine Schrift zum Thema Glyphosat und eine Einschätzung zur Karzinogenität erschienen (IARC-Studie). In dieser Studie<sup>20</sup> wird gefolgert, man solle Glyphosat als „probable human carcinogen“ einstufen (Kategorie 2A), aufgrund von ausreichender Evidenz auf Karzinogenität in Tieren sowie eingeschränkter Evidenz für karzinogene Wirkung in Menschen. Dies wird mit folgenden Beobachtungen begründet:

- Assoziation zwischen Non-Hodgkin Lymphom und Glyphosat im Menschen (vorwiegend amerikanische Studien)
  - De Roos et al. (2005)<sup>21</sup>: In dieser Studie werden Daten aus Vorläuferstudien verwandt: Cantor et al. (1992)<sup>22</sup>, Zahm et al. (1990)<sup>23</sup> und Hoar et al. (1986)<sup>24</sup>.
  - McDuffie et al. (2001)<sup>25</sup>
  - Nordström et al. (1998)<sup>26</sup> (Case-Control-Studie für Unterform von NHL)

---

19 Ebd. 19-28.

20 Im Internet abrufbar unter: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol112/mono112-09.pdf> [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].

21 De Roos AJ et al. (2005): Cancer incidence among glyphosate-exposed pesticide applicators in the Agricultural Health Study; *Environ Health Perspect*, 113(1): 49-54.

22 Cantor KP et al.(1992): Pesticides and other agricultural risk factors for non Hodgkin's lymphoma among men in Iowa and Minnesota. *Cancer Res.* 52(9): 2447-55 PMID: 1568215.

23 Zahm et al. (1990): A case control study of non Hodgkin's lymphoma and the herbicide 2,4 dichlorophenoxyacetic acid (2,4 D) in eastern Nebraska. *Epidemiology*, 1(5):349-56.

24 Hoar SK et al (1986): Agricultural herbicide use and risk of lymphoma and soft tissue sarcoma. *JAMA*, 256 (9):1141-7.

25 McDuffie HH et al. (2001): Non Hodgkin's lymphoma and specific pesticide exposures in men: cross Canada study of pesticides and health. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev*, 10(11): 1155-63.

26 Nordström M et al. (1998): Occupational exposures, animal exposure and smoking as risk factors for hairy cell leukaemia evaluated in a case control study. *Br. J Cancer*, 77(11): 2048-22.

- 
- Hardell & Eriksson et al. (1999)<sup>27</sup> (siehe auch Hardell et al. (2002)<sup>28</sup> und Eriksson et al. (2008)<sup>29</sup>)
  - Effekte karzinogener Wirkung von Glyphosat-basierten Produkten (Formulation) in Labortieren für seltene Nierentumore und Hämangiosarkome in zwei Mausstudien sowie gutartige Tumore in zwei Rattenstudien<sup>30</sup>
    - Dokumente der amerikanischen Behörde EPA<sup>31</sup>: EPA (1985)<sup>32</sup> und EPA (1991)<sup>33</sup>
    - Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues Pesticide residues in food (2006)<sup>34</sup>. Einzelne Effekte werden beschrieben, es wird aber geschlossen, dass Glyphosat wahrscheinlich kein karzinogenes Risiko für den Menschen darstelle.<sup>35</sup>

---

27 Hardell L et al. (1999): A case control study of non Hodgkin lymphoma and exposure to pesticides. *Cancer*, 85(6): 1353-60.

28 Hardell L et al. (2002): Exposure to pesticides as risk factor for non Hodgkin's lymphoma and hairy hairy cell leukaemia: pooled analysis of two Swedish case control studies. *Leuk Lymphoma*, 43 (5): 10463-9.

29 Eriksson M et al. (2008): Pesticide exposure as risk factor for non Hodgkin lymphoma including histopathological subgroup analysis. *Int J Cancer*, 123(7): 1657-63.

30 Es wird darauf hingewiesen, dass die nachfolgend genannten Quellen nicht in wissenschaftlichen Peer-Review-Fachzeitschriften publiziert wurden.

31 Die United States Environmental Protection Agency (EPA) ist eine Behörde der Regierung der USA zum Umweltschutz und zum Schutz der menschlichen Gesundheit und besteht seit 1970.

32 EPA (1985): Roundup; glyphosate; pathology report on additional kidney sections. Document No. 004855. Im Internet abrufbar unter: <https://archive.epa.gov/pesticides/chemicalsearch/chemical/foia/web/pdf/103601/103601-206.pdf> [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].

33 EPA (1991): verschiedene Dokumente:

Second peer review of glyphosate. Im Internet abrufbar unter: <https://archive.epa.gov/pesticides/chemicalsearch/chemical/foia/web/pdf/103601/103601-265.pdf> [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].

Glyphosate; 2 year combined chronic toxicity study in Spargue Dawley rats List ! pesticide for reregistration. Document 008390. Im Internet abrufbar unter: <https://archive.epa.gov/pesticides/chemicalsearch/chemical/foia/web/pdf/103601/103601-263.pdf> [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].

Glyphosate (Roundup) - EPA Registration No. 524-308 - PP#8F3673 Glyphosate in/on Corn - Tolerance Request and "Toxicology Profile". Im Internet abrufbar unter: <https://archive.epa.gov/pesticides/chemicalsearch/chemical/foia/web/pdf/103601/103601-266.pdf> [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].

34 S. 95 ff in: Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues Pesticide residues in food – 2004, GLYPHOSATE First draft prepared by Rudolf Pfeil and Lars Niemann Federal Institute for Risk Assessment, Berlin, Germany. Im Internet abrufbar unter: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43624/1/9241665203\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43624/1/9241665203_eng.pdf) [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].

35 Ebd. S. 158

- 
- Hinweis auf oxidativen Stress, DNA Schäden in kultiviertem peripherem Blut von Menschen
    - Zellkultur humaner Zellen: oxidativer Stress: Gehin et al. (2005)<sup>36</sup>, Elie-Caille et al. (2010)<sup>37</sup>, George & Shukla (2013)<sup>38</sup>, Chaufan et al (2014)<sup>39</sup>, Coalova et al. (2014)<sup>40</sup>
    - Blutproben von Menschen, die kultiviert werden und sodann Glyphosat-exponiert werden: Mladinic et al. (2009)<sup>41</sup>, Kwiatkowska et al. (2014)<sup>42</sup>,
    - Anstieg von Biomarkern für oxidativen Stress in Tierexperimenten (Ratte, Maus): Astiz et al (2009)<sup>43</sup>, Bolognesi et al (1997)<sup>44</sup>, George et al. (2010)<sup>45</sup>,
    - Zusammenhang von Glyphosatexposition und oxidativem Stress in Meeresorganismen (Slaninova et al (2009)<sup>46</sup>, Übersichtsartikel)

- 
- 36 Gehin et al. (2005): Vitamins C and E reverse effect of herbicide induced toxicity on human epidermal cells HaCaT: a biochemometric approach. *Int J Pharm*, 288(2):219-26.
- 37 Elie-Vaille C et al. (2010): Morphological damages of a glyphosate treated human keratinocyte cell line revealed by a micro to nanoscale microscopic investigation. *Cell Biol Toxicol*, 26(4):331-9.
- 38 George and Shukla (2013): Emptying of intracellular calcium pool and oxidative stress imbalance are associated with the glyphosate induced proliferation in human skin keratinocytes HaCaT Cells. *ISRN Dermatol*, 2013:825180.
- 39 Chaufan G. et al. (2013): Glyphosate commercial formulation causes cytotoxicity, oxidative effects, and apoptosis on human cells: differences with its active ingredient. *Int J Toxicol*, 33(1):29-38.
- 40 Coalova I et al (2014): Influence of the spray adjuvant on the toxicity effects of a glyphosate formulation. *Toxicol In Vitro*, 28 (7): 1306-11.
- 41 Mladinic M et al (2009): Evaluation of genome damage and its relation to oxidative stress induced by glyphosate in human lymphocytes in vitro. *Environ Mol Mutagen*, 50(9):800-7.
- 42 Kwiatkowska M et al. (2014): The effect of metabolites and impurities of glyphosate on human erythrocytes (in vitro). *Pestic Biochem Physiol*, 109:34-43.
- 43 Astiz M et al (2009): Antioxidant defense system in rats simultaneously intoxicated with agrochemicals. *Environ Toxicol Pharmacol*, 28(3): 465-73.
- 44 Bolognesi C et al. (1997): Genotoxic activity of glyphosate and its technical formulation Roundup. *J Agric Food Chem*, 45(5):1957-62.
- 45 George J et al (2010): Studies on glyphosate induced carcinogenicity in mouse skin: a proteomic approach. *J Proteomics*, 73(5):951-64.
- 46 Slaninova a et al (2009): A review: oxidative stress in fish induced by pesticides. *Neuro Endocrinol Lett*, 30: Suppl 1: 2-12.

Die Ergebnisse der IARC-Studie<sup>47</sup> werden auch in der medizinischen Fachzeitschrift The Lancet von den Autoren der IARC-Studie wie folgt zusammengefasst<sup>48</sup>:

Fall-Kontroll-Studien berufsbedingter Exposition von Glyphosat in den USA, Kanada und Schweden ergaben Hinweise auf ein erhöhtes Risiko, Non-Hodgkin-Lymphome zu entwickeln. Diese Beobachtung blieb auch bestehen, nachdem die Daten gegenüber anderen Pestiziden adjustiert worden waren. In männlichen CD-1 Mäusen<sup>49</sup> war eine erhöhte Rate für die Bildung seltener Tumore zu beobachten. In einer weiteren Studie wurde ein positiver Zusammenhang mit der Bildung von Hämangiosarkomen in männlichen Mäusen belegt. Glyphosat zeigte in zwei Studien einen Effekt auf die Bildung von Adenomen der Inselzellen der Bauchspeicheldrüse. Eine Glyphosatform bewirkte eine erhöhte Hautkrebsrate in Mäusen.

Zudem wurde Glyphosat in Blut und Urin von landwirtschaftlich arbeitenden Menschen festgestellt. Dies deutet auf die Absorption von Glyphosat hin. Glyphosat und Derivate induzierten DNA- und chromosomale Schäden in menschlichen und in tierischen Zellen in In-vitro-Experimenten. In einer Studie wurde ein Anstieg von Blutmarkern für chromosomale Brüche nach der Besprühung mit Glyphosat-Derivaten festgestellt. Bakterielle mutagene Tests waren negativ. Glyphosat, Glyphosat-Formen und AMPA<sup>50</sup> induzierten oxidativen Stress in Nagetieren und in In-vitro Experimenten. Aus diesen Ergebnissen leitete die IARC-Studien-Gruppe ab, dass Glyphosat als „probably carcinogenic to humans“ einzustufen sei.

In der Publikation des IARC werden folgende Evaluationen zusammengefasst:

Krebs im Menschen: Es existiert eine **begrenzte Evidenz** („limited evidence“) für die karzinogene Wirkung von Glyphosat im Menschen. Eine positive Assoziation wurde für das Non-Hodgkin Lymphom gezeigt.

Krebs in Tierexperimenten: Es existiert eine **ausreichende Evidenz** („sufficient evidence“) für die karzinogene Wirkung von Glyphosat in Tierexperimenten.

Gesamtevaluation: Glyphosat ist **wahrscheinlich karzinogen** für den Menschen (Gruppe 2A) („probably carcinogenic to humans“).

---

47 International Agency for Research on Cancer, Volume 112: Some Organophosphate insecticides and herbicides: tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon and glyphosate. IARC Working Group. Lyon. 3-10. März 2015. IARC Monographs on the Evaluation of carcinogenic risks to humans. Im Internet abrufbar unter: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol112/> [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].

48 Kathryn Z Guyton, Dana Loomis, Yann Grosse, Fatiha El Ghissassi, Lamia Benbrahim-Tallaa, Neela Guha, Chiara Scocciati, Heidi Mattock, Kurt Straif, on behalf of the International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group, IARC, Lyon, France: Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate; Volume 16, No. 5, p490–491, May 2015; DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1470-2045\(15\)70134-8](http://dx.doi.org/10.1016/S1470-2045(15)70134-8)

49 Genetisch veränderte Mäuse im Laborexperiment.

50 Aminomethylphosphonsäure, Hauptabbauprodukt von Glyphosat

#### 4. Ausgewählte Studien

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit war es aus folgenden Gründen nicht möglich einen umfassenden und repräsentativen Überblick über den wissenschaftlichen Erkenntnisstand zur Auswirkung von Glyphosat auf Nicht-Ziel-Organismen zu erstellen:

- (1) In der Literaturdatenbank PubMed<sup>51</sup> finden sich zum Stichwort „glyphosate“ insgesamt 2.201 eingetragene Publikationen (Abruf vom 23. Juni 2016), in 1.271 hiervon kommt der Begriff im Titel vor. In den vergangenen fünf Jahren wurden PubMed zufolge 877 Artikel publiziert, in denen „Glyphosate“ im Abstract vorkam, 37 hiervon waren Übersichtsartikel (Reviews). Dies verdeutlicht, dass eine umfassende und vergleichende Darstellung der Glyphosat-Studien im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich ist.
- (2) Um eine repräsentative Auswahl wissenschaftlicher Studien vorzustellen, muss zunächst ein Gesamtüberblick erstellt werden, der aus zeitlichen Vorgaben nicht erbracht werden kann.
- (3) Um einen validen Vergleich verschiedener Studien durchzuführen, müssen die Datengrundlagen jeder einzelnen zu vergleichenden Studie, der Versuchsaufbau und ggf. Vorarbeiten ausgewertet werden. Zum einen liegen viele Publikationen nur in Zusammenfassungen frei verfügbar vor, zum anderen war auch dies im vorgegebenen zeitlichen Rahmen nicht möglich.

Aus diesen Gründen wird im Folgenden auf einige größtenteils frei verfügbare Publikationen exemplarisch eingegangen. Diese Zusammenstellung ist weder umfassend, noch konnte ermittelt werden, inwiefern sie repräsentativ ist. Sie soll aber bereits in dieser Form verdeutlichen, dass auch wissenschaftlich basiert, positive und negative Auswirkungen von Glyphosat diskutiert werden und ein wissenschaftlicher Diskurs besteht, inwiefern dieses sich gesundheitsschädigend auswirken könnte.

**Antonio L. Cerdeira, Stephen O. Duke (2006): The Current Status and Environmental Impacts of Glyphosate-Resistant Crops: A Review. *Journal of Environmental Quality* 35, 1633–1658, doi:10.2134/jeq2005.0378.**<sup>52</sup>

In einem Übersichtsartikel stellen die Autoren fest, dass Glyphosat-bedingte Kontamination von Boden, Wasser und Luft im Vergleich zu anderen Herbiziden minimal sei. Es seien gegenwärtig keine Risiken in Hinblick auf Lebensmittelsicherheit feststellbar bzw. keine Auswirkungen auf den Nährwert von Produkten nachzuweisen. Glyphosat-resistente Nutzpflanzen hätten einen positiven Umwelteffekt. Beispiele einer Ausbreitung von Glyphosat-resistenten Pflanzen existierten. Unter gewissen Umständen sei das größte Risiko, dass ein transgener Übertrag auf eine verwandte Spezies stattfinde und zu Problemen im natürlichen Ökosystem führen könnte. Es sei relativ unwahrscheinlich, dass die Glyphosat-Resistenz an sich ein Risiko für Wildpflanzenpopulationen darstelle. Wenn sie allerdings verbunden sei mit Transgenen, die

---

51 PubMed ist eine textbasierte Meta-Datenbank, in der medizinische Artikel aus Fachzeitschriften verzeichnet sind und enthält Links auf Volltextzeitschriften. Jedem Eintrag in der PubMed ist eine PubMed-ID (PMID) zugeordnet. PubMed bietet einen kostenfreien Zugang zu den Datenbanken MEDLINE, OLDMEDLINE und PubMed Central.

52 Peer-Review Fachzeitschrift.

Fitnessvorteile betreffen (z.B. Insektenresistenz), könne das Auswirkungen auf das Ökosystem haben. Daher sei die Entwicklung von Sicherheitsmaßnahmen wichtig.

**Rudolf Heitefuss (2000): Pflanzenschutz: Grundlagen der praktischen Phytomedizin. 3. Auflage. Thieme, 2000, ISBN 3-13-513303-6. 279.**

In einem Lehrbuch zu Pflanzenschutz werden die Eigenschaften von Glyphosat gelobt: „Glyphosat weist in Bezug auf systemische Wirkung, Abbauverhalten und Toxizität besonders günstige Eigenschaften auf [...] Die [durch genetische Modifikation] bedingte Herbizidtoleranz war in Sojabohnen gut wirksam, in anderen Pflanzen nicht ausreichend und mit Ertragsverlusten verbunden. Daher wurde aus Bakterien ein zweites Gen für eine Glyphosat-Oxidoreductase, d.h. den Abbau des Glyphosats, isoliert. Beide Gene wurden u.a. in Baumwolle, Mais und Rüben übertragen und ihre Ausprägung hier optimiert.“

**G. M. Williams, R. Kroes, I. C. Munro (2000): Safety Evaluation and Risk Assessment of the Herbicide Roundup and Its Active Ingredient, Glyphosate, for Humans. In: Regulatory Toxicology and Pharmacology. 31, 117–165.<sup>53</sup>**

Die orale Resorption von Glyphosat sei gering und würde im Wesentlichen unmetabolisiert ausgeschieden. Studien zur Hautdurchlässigkeit mit Roundup<sup>54</sup> hätten eine geringe Adsorption gezeigt. Experimentelle Evidenz habe gezeigt, dass Glyphosat nicht in tierischem Gewebe akkumuliert werde. Es habe sich keine signifikante Toxizität in akuten, subchronischen und chronischen Studien nachweisen lassen. Eine direkte Exposition mit konzentriertem Roundup gegenüber den Augen könne zu vorübergehenden Reizungen führen, normale verdünnte Spray-Exposition hingegen führe nur zu minimalen Effekten. Es gäbe keinen überzeugenden Hinweis auf direkte DNA-Schäden. Daraus schließe man, dass Roundup kein Risiko in Hinblick auf erbliche oder somatische Mutationen beim Menschen darstelle. Verschiedene Fütterungsstudien konnten keinen tumorigenen Effekt nachweisen. Zudem gäbe es keine Auswirkungen auf die Fertilität und reproduktive Parameter (zwei Multigenerationsstudien). Insgesamt wird geschlossen, dass Roundup keine nachteiligen Effekte auf die Entwicklung, Reproduktion und das endokrine System im Menschen oder in Säugetieren habe.

**J.P. Giesy, S. Dobson, K. R. Solomon (2000): Ecotoxicological risk assessment for Roundup herbicide. in: Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. 2000, 167, 35–120.<sup>55</sup>**

Laut des Übersichtsartikels ist nur eine geringe Toxizität von Glyphosat auf Fische festzustellen. Dahingegen wirke sich Glyphosat nicht auf das Überleben, Wachstum und die Reproduktion erwachsener *Pimephales promelas* (Fische) oder deren Nachkommen bis zu einer bestimmten

---

53 Peer-Review Fachzeitschrift.

54 Unter dem Markennamen Roundup vertreibt der Konzern Monsanto ein Herbizid dessen Wirkstoff Glyphosat ist.

55 Wissenschaftliche Zeitschrift für Übersichtsartikel (Reviews).

Konzentration (< 26 mg a.e./L) und für bis zu 8 Monaten Exposition aus. Honigbienen seien von Glyphosatprodukten (formulations) nicht betroffen.

**Antoniou M, Habib MEM, Howard CV, Jennings RC, Leifert C, Nodari RO, Robinson CJ, Fagan J (2012): Teratogenic effects of glyphosate-based herbicides: divergence of regulatory decision from scientific evidence. J Environ Anal Toxicol S 4:006. doi:10.4172/2161-0525.S4-006<sup>56</sup>**

In der Schlussfolgerung des Artikel heißt es: Studien in Peer-Review Fachzeitschriften hätten Bedenken geäußert, dass Glyphosat und seine Produkte für Geburtsdefekte und Defekte im reproduktiven System verantwortlich seien. Außerdem werde debattiert, dass es gesundheitliche Auswirkungen auf die Menschen haben könnte, die in Gebieten lebten, die gentechnisch veränderte Glyphosat-resistente Pflanzen anbauten. Ebenso könne eventuell die Lebensmittelsicherheit nicht gewährleistet sein. **Auch zeigten Studien, dass die Produkte (formulations) von Glyphosat eventuell toxischer seien als Glyphosat allein.**

**Samsel A, Seneff S (2013): Glyphosate's suppression of cytochrome P450 enzymes and amino acid biosynthesis by the gut microbiome: pathways to modern diseases. Entropy 15(4):1416–1463<sup>57</sup>**

Während verschiedentlich behauptet werde, dass Glyphosat für Menschen nur minimal toxisch sei, argumentieren die Autoren dieses Artikels, dass Glyphosat die schädlichen Auswirkungen von anderen durch Lebensmittel übertragenen chemischen Rückstände und Umweltgifte erhöhe. Negative Auswirkungen würden sich erst im Laufe der Zeit im Körper manifestieren. In dem Artikel zeigen die Autoren, wie die Interferenz mit sog. CYP-Enzymen sich synergistisch auf die Störung der Biosynthese von aromatischen Aminosäuren durch Darmbakterien als auch auf die Beeinträchtigung des Serum- Sulfat Transports auswirke. Dies könne Folgen im Bereich Magen-Darm- Erkrankungen, Adipositas, Diabetes, Herzerkrankungen, Depression, Autismus, Unfruchtbarkeit, Krebs und Alzheimer haben.

**Paganelli A, Gnazzo V, Acosta H, López SL, Carrasco AE (2010): Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signaling. Chem Res Toxicol 23: 1586-1595.<sup>58</sup>**

In einem Übersichtsartikel<sup>59</sup> wird detailliert auf die Publikation von Paganelli et al. (2010) eingegangen und diese wie folgt zusammengefasst: Die Untersuchung der Toxizität einer kommerziellen Herbizid Roundup Formulierung und seines Wirkstoffes Glyphosat habe ergeben,

---

56 Peer-Review Fachzeitschrift.

57 Peer-Review Fachzeitschrift.

58 Peer-Review Fachzeitschrift.

59 Antoniou M, Habib MEM, Howard CV, Jennings RC, Leifert C, et al. (2012) Teratogenic Effects of Glyphosate-Based Herbicides: Divergence of Regulatory Decisions from Scientific Evidence. J Environ Anal Toxicol S4:006. doi: 10.4172/2161-0525.S4-006: <http://www.omicsonline.org/teratogenic-effects-of-glyphosate-based-herbicides-divergence-of-regulatory-decisions-from-scientific-evidence-2161-0525.S4-006.php?aid=7453> [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].

dass diese Substanzen zu schweren Missbildungen bei Embryonen des südafrikanischen Krallenfrosches *Xenopus laevis* und Hühnern führten. In Frösche seien Verdünnungen von 1/5000 der Formulierung (äquivalent zu 430 Mikromolar Glyphosat) ausreichend, um Fehlbildungen zu induzieren (Verkürzung der anterior- posterioren Achse, Microcephalie, Microphthalmia, Zyklopie und kraniofaziale Mißbildungen bei Kaulquappenentwicklungsstufen). Embryos, denen reines Glyphosat injiziert wurde, zeigten ähnliche Phänotypen, was darauf hindeute, dass Glyphosat selbst für diese Entwicklungsstörungen verantwortlich sei. Roundup erzeuge ähnliche Wirkungen in Hühnerembryonen.

### **IPCS INCHEM<sup>60</sup>: Environmental Health Criteria 159 on Glyphosate (1994)<sup>61</sup>**

Die IPCS INCHEM veröffentlichte bereits 1994 einen Bericht, in dem sie die bis zu dem Zeitpunkt vergleichsweise wenigen Studien zu den gesundheitlichen Auswirkungen des Glyphosatgebrauchs auswertet. Dabei kommt sie zum Schluss, dass die gesundheitlichen Risiken gering seien, empfiehlt allerdings neben weitergehenden Studien, dass Anwender des Herbizids Schutzkleidung tragen sollten.

### **Pete Riley, Janet Cotter, Marco Contiero, Meriel Watts (2010): Herbicide tolerance and GM crops Greenpeace, 30. Juni 2010.**

Im Bericht von Greenpeace werden Studien zusammengetragen, in denen Auswirkungen auf Lebewesen und Pflanzen thematisiert werden. Es handelt sich um eine Literaturübersicht, keine eigenständige Studie, die Vergleichbarkeit der Methoden und Ergebnisse wird nicht diskutiert.

Nachfolgend wird vom Verfasser der vorliegenden Dokumentation für die einzelnen beschriebenen Auswirkungen jeweils ein Beispiel der jüngsten, von Greenpeace als Beleg zitierten Publikationen dargestellt.

In Hinblick auf mögliche „Schäden im Reproduktiven System beim Menschen“ wird beispielsweise die bereits oben erwähnte Studie Paganelli et al. (2010) angeführt (siehe oben).

Hinweise auf „kanzerogene Wirkung (Mensch und Tier)“ werden z.B. mit der Studie Gasnier et al. (2010)<sup>62</sup> belegt. In dieser Studie werden menschliche Leber-Zelllinien untersucht und festgestellt, dass das Glyphosat-Produkt Roundup intrazelluläre Störungen hervorrufen kann.

---

60 The International Programme on Chemical Safety (IPCS) was formed in 1980 and is a collaboration between three United Nations bodies, the World Health Organization, the International Labour Organization and the United Nations Environment Programme, to establish a scientific basis for safe use of chemicals and to strengthen national capabilities and capacities for chemical safety. A related joint project with the same aim, IPCS INCHEM, is a collaboration between IPCS and the Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CCOHS)

61 Im Internet abrufbar unter: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc159.htm#PartNumber:11> [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].

62 Gasnier C, Benachour N, Clair E, Travert C, Langlois F, Laurant C, Decroix-Laporte C & Séralini GE. 2010. Dig1 protects against cell death provoked by glyphosate-based herbicides in human liver cell lines. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology* 5: 29.



Eine Mischung von medizinischen Pflanzenextrakten, Dig 1, sei aber in der Lage, detoxifizierend zu wirken. Die Studie wurde von der Firma Sevene Pharma unterstützt, die Dig 1 zur Verfügung stellte. Es wird darauf hingewiesen, dass die Entwicklung von Dig 1 der Firma Sevene Pharma unabhängig von dieser Untersuchung erfolgte.

„Neurologische Auswirkungen“ werden beispielhaft mit Astiz et al. (2009)<sup>63</sup> belegt. Ziel der Studie war es, zu untersuchen, ob Pestizid-induzierter oxidativer Stress in der Lage war, das Überleben von Gehirn- und Leberzellen zu beeinflussen. Hierzu wurden Wistar-Ratten benutzt. Dabei zeigte sich ein Verlust des mitochondrialen Transmembranpotentials und Cardiolipin-Gehalts. Die Aktivierung der Calpain-apoptotischen Kaskade (anstelle des Caspase-abhängigen Weges) könne für die beobachtete DNA-Fragmentierung verantwortlich sein.

Beispiele für „akute Effekte (Irritationen, Brennen, Brustschmerzen, Übelkeit etc)“: In Chang et al. (2009)<sup>64</sup> wird von einem Fall berichtet, bei dem ein Patient im Selbstmordversuch Glyphosat eingenommen hatte und mit metabolischer Azidose, refraktärem Lungenversagen und Schock reagierte und verstarb. In der Studie von Slager et al. (2009)<sup>65</sup> wurden 2.245 Patienten untersucht, die kommerzielle Pestizide anwenden. Eines der signifikant positiv mit Rhinitis korrelierten Pestizide war Glyphosat. Die gefundene Assoziation für zwei Pestizide 2,4-D und Glyphosat beschränkte sich auf Personen, die beides im vorausgegangenen Jahr benutzt hatten.

„Auswirkungen auf Biodiversität“ wurden beispielsweise in Reylea et al. (2005)<sup>66</sup> untersucht. Es wurden Auswirkungen von Pestiziden, u.a. Glyphosat in Form von Roundup, auf die Biodiversität von aquatischen Systemen (Algen und 25 Tierarten) untersucht. Der Autor stellt fest, dass durch Roundup ein Rückgang des Spezienreichtums um 22% zu verzeichnen war. Auf diesen Artikel gibt es eine Antwort von fünf Wissenschaftlern<sup>67</sup> in derselben Zeitschrift, die widersprechen und von nichtangebrachten Generalisierungen und Extrapolationen eines einzelnen Tests sprechen. Die Auswirkungen auf Nicht-Ziel-Pflanzen sind Thema in einer

- 
- 63 Astiz M, De Alaniz MJT & Marra CA. 2009. Effect of pesticides on cell survival in liver and brain rat tissues. *Ecotoxicology Environmental Safety* 72: 2025-32.
- 64 Chang C-B & Chang C-C. 2009. Refractory cardiopulmonary failure after glyphosate surfactant intoxication: a case report. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology* 4: 2.
- 65 Slager RE, Poole JA, Levan TD, Sandler DP, Alavanja MC & Hoppin JA. 2009. Rhinitis associated with pesticide exposure among commercial pesticide applicators in the Agricultural Health Study. *Occupational and Environmental Medicine* 66: 718-24.
- 66 Relyea RA. (2005):The impact of insecticides and herbicides on the biodiversity and productivity of aquatic communities. *Ecological Applications*, 15: 618–627.
- 67 Im Internet abrufbar unter: [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/1051-0761\(2006\)016\[2027:TIOIAH\]2.0.CO;2/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/1051-0761(2006)016[2027:TIOIAH]2.0.CO;2/abstract) [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].

angeführten Publikation aus dem Jahr 2002, (Matarczyk et al. (2002)<sup>68</sup>. Glyphosat wirkte sich in Experimenten tödlich auf die gefährdete Art *Pimelea spicata* aus.

**NABU: Glyphosat und Agrotechnik, Risiken des Anbaus herbizidresistenter Pflanzen für Mensch und Umwelt, Ausgabe 04/2011<sup>69</sup>:**

In diesem Artikel des Naturschutzbundes Deutschlands (NABU) werden einige Artikel als Belege für Effekte durch Glyphosat oder seine kommerziellen Produkte angebracht, auch hier ohne Diskussion von Erhebungsmethoden und Vergleichbarkeit der Ergebnisse:

- keine Belege für negative Effekte auf Entwicklung, Reproduktion oder Hormonsystem von Säugetieren und Menschen. Untersuchungen zur Toxizität von Glyphosat und Roundup: Williams et al. (2000)<sup>70</sup>
- negative Wirkungen auf trächtige Ratten, die Spermienbildung bei Kaninchen und auf die Nieren von Mäusen (zitiert in Benachour et al. 2007<sup>71</sup>).
- Dosis-abhängig vermehrt DNA-Strangbrüche und Zellkernveränderungen bei Erythrocyten in Goldfischen (Cavas & Könen 2007<sup>72</sup>).
- negative Effekte auf die DNA-Synthese und Zellteilung bei Seeigel-Embryonen durch Roundup3plus (Marc et al. 2004<sup>73</sup>)
- In Zelllinien (rat hepatoma tissue culture): Veränderungen der Lysosomen und der Mitochondrienmembranen und morphologischen und funktionellen Veränderungen der Zellkerne (Malatesta et al. 2008<sup>74</sup>).

---

68 Matarczyk JA, Willis JA, Vranjic JA & Ash JE. 2002. Herbicides, weeds and endangered species: management of bitou bush (*Chrysanthemoides monilifera* ssp. *rotundata*) with glyphosate and impacts on the endangered shrub, *Pimelea spicata*. *Biological Conservation* 108: 133-141.

69 Im Internet abrufbar unter: [https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/gentechnik/studien/nabu-glyphosat-agrotechnik\\_fin.pdf](https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/gentechnik/studien/nabu-glyphosat-agrotechnik_fin.pdf) [zuletzt abgerufen am 25. Juni 2016].

70 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. *Regul Toxicol and Pharmacol* 31: 117-165.

71 Benachour, N., Sipahutar, H., Moslemi, S., Gasnier, C., Travert, C., Séralini, G.E. 2007. Time- and dose-dependent effects of Roundup on human embryonic and placental cells. *Arch Environ Contam Toxicol* 53: 126-133

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

73 Marc, J., Belle, R., Morales, J., Cormier, P., Mulner-Lorillon, O. 2004. Formulated glyphosate activates the DNA-response checkpoint of the cell cycle leading to the prevention of G2/M transition. *Toxicological Sciences* 82: 436-442.

74 Malatesta, M., Perdoni, F., Santin, G., Battistelli, S., Muller, S., Biggiogera, M. 2008. Hepatoma tissue culture (HTC) cells as a model for investigating the effects of low concentrations of herbicide on cell structure and function. *Toxicology in vitro* 22: 1853-1860.

- 
- Zell- und genotoxische Effekte in menschlichen Zellen nachgewiesen (Monroy et al. 2005<sup>75</sup>, Lioi et al. 1998<sup>76</sup>).
  - endokrine Störungen (Benachour et al. 2007<sup>77</sup>, Gasnier et al. 2009<sup>78</sup>).
  - Förderung der Bildung von Non-Hodgkin-Lymphomen (Krebserkrankung des lymphatischen Systems) (Eriksson et al. 2008<sup>79</sup>) und Begünstigung der Entstehung von Hauttumoren (George et al. 2010<sup>80</sup>).
  - Auswirkung auf die Embryonalentwicklung von Fröschen und Küken (Paganelli et al. 2010<sup>81</sup>).

- 
- 75 Monroy, C.M., Cortes, A.C., Sicard, D.M., de Restrepo, H.G. 2005. Cytotoxicity and genotoxicity of human cells exposed in vitro to glyphosate. *Biomedica* 25: 335-345.
- 76 Lioi, M.B., Scarfi, M.R., Santoro, A., Barieri, R., Zeni, O., DiBerardino, D., Ursini, M.V. 1998. Genotoxicity and oxidative stress induced by pesticide exposure in bovine lymphocyte cultures in vitro. *Mutation Research* 403: 13-20.
- 77 Benachour, N., Sipahutar, H., Moslemi, S., Gasnier, C., Travert, C., Séralini, G.E. 2007. Time- and dose-dependent effects of Roundup on human embryonic and placental cells. *Arch Environ Contam Toxicol* 53: 126-133.
- 78 Gasnier, C., Dumont, C., Benachour, N., Clair, E., Chagnon, M.C., Séralini, G.E. 2009. Glyphosate-based herbicides are toxic and endocrine disruptors in human cell lines. *Toxicology*. 262: 184–191.
- 79 Eriksson, M., Hardell, L., Carlberg, M. and Åkerman, M. et al. 2008. Pesticide exposure as risk factor for non-Hodgkin lymphoma including histopathological subgroup analysis. *International J. of Cancer* 123: 1657-1663.
- 80 George, J., Prasad, S., Mahmood, Z., Shukla, Y. 2010. Studies on glyphosate-induced carcinogenicity in mouse skin, A proteomic approach. *J. of Proteomics* 73: 951-964.
- 81 Paganelli, A., Gnazzo, V., Acosta, H., Lopez, S.L., Carrasco, A.E. 2010. Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signalling. *Chem. Res. Toxicol.* Doi 10.1021/tx1001749.

## 5. Zur unterschiedlichen Bewertung von Glyphosat durch die International Agency for Research on Cancer (IARC) und die European Food Safety Authority (EFSA)

In einer Vergleichsstudie wurden die beiden oben genannten Papiere (IARC und EFSA) miteinander verglichen.<sup>82</sup> Folgende Zusammenfassung wird darin abgeleitet:

	<b>IARC</b>	<b>EFSA</b>
<b>Bewertung</b>	Assoziation zwischen Non-Hodgkin Lymphom und Glyphosat (Evidenz im Menschen)	Humane Evidenz wird als sehr begrenzt eingeschätzt („very limited“)
<b>Tierexperimente</b>	Karzinogene Effekte seltene Nierentumore und Hämangiosarkom in Mäusen, gutartige Tumore in Ratten.	Unzulänglichkeiten in den zitierten Fall-Kontroll-Studien lassen nicht die Schlussfolgerung der karzinogenen Wirkung im Tierexperiment zu.
<b>Oxidativer Stress</b>	Evidenz für genotoxische Wirkung und oxidativen Stress	Die Evidenz für oxidativen Stress wird bestätigt, reicht aber nicht als karzinogene Wirkung aus.

- Ende der Bearbeitung -

---

82 Christopher J. Portier et al.: Differences in the carcinogenic evaluation of glyphosate between the International Agency for Research on Cancer (IARC) and the European Food Safety Authority (EFSA), J Epidemiol Community Health doi:10.1136/jech-2015-207005.