

# Glyphosat - ein Herbizid in der Diskussion

Michelle Müller, SS 18; Lea Lang, SS 23

## Gliederung

1	Glyphosat [1] .....	1
2	Synthese von Glyphosat [9].....	2
3	Wirkungsmechanismus von Glyphosat [2] [3] [5] [6].....	3
4	Wirkung auf Nicht-Zielorganismen [3] [6].....	4
5	Alternative zu Glyphosat [9].....	5

**Einstieg 1:** Unkraut hat den Landwirten das Leben schon immer erschwert. Jahrhunderte lang haben sie sich abgemüht, das Unkraut per Hand zu bekämpfen. Wirkungsvolle Hilfe kam ab den 1974er Jahren vom Großkonzern Monsanto. Monsanto ließ Glyphosat als Herbizid patentieren und brachte es mit dem Namen „RoundUp®“ auf dem Markt. Damit bekämpfen die Landwirte seit Jahrzehnten Unkraut, mit wenig Aufwand, praktisch und kostengünstig. Doch die Stimmen gegen den Einsatz von Glyphosat aufgrund der Gefahren werden immer lauter. Nach monatelangen Diskussionen und zahlreichen Protesten entschieden die EU- Staaten November 2017, Glyphosat um weitere 5 Jahre zu verlängern. Doch die Kontroverse um das umstrittene Herbizid endet damit nicht. Die Union und SPD möchte nun den Einsatz von Glyphosat zunächst mit einer Minderungsstrategie deutlich einschränken. Zudem haben sie sich das Ziel gesetzt, die Anwendung so schnell wie möglich grundsätzlich zu beenden. Dabei gilt es herauszufinden, ob Glyphosat in Deutschland verboten werden soll, wenn es doch nützlich ist.

**Einstieg 2:** „Das umstrittenste Pflanzengift der Welt“, so nennt der WDR das Herbizid Glyphosat. Weshalb es umstritten ist, wird schnell klar, wenn man sich die Schlagzeilen anschaut. Demnach soll Glyphosat höchst giftig für Tiere und Pflanzen sein. Trotzdem ist Glyphosat das am häufigsten genutzte Herbizid in Deutschland. Handelt es sich hierbei um Fake News oder ist die Landwirtschaft dabei uns zu vergiften?

## 1 Glyphosat [1]

Glyphosat oder N-(Phosphonomethyl)glycin ist eine Verbindung der Gruppe der Phosphonate und ein Derivat der Aminosäure Glycin.

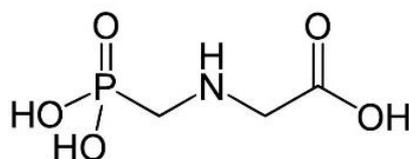
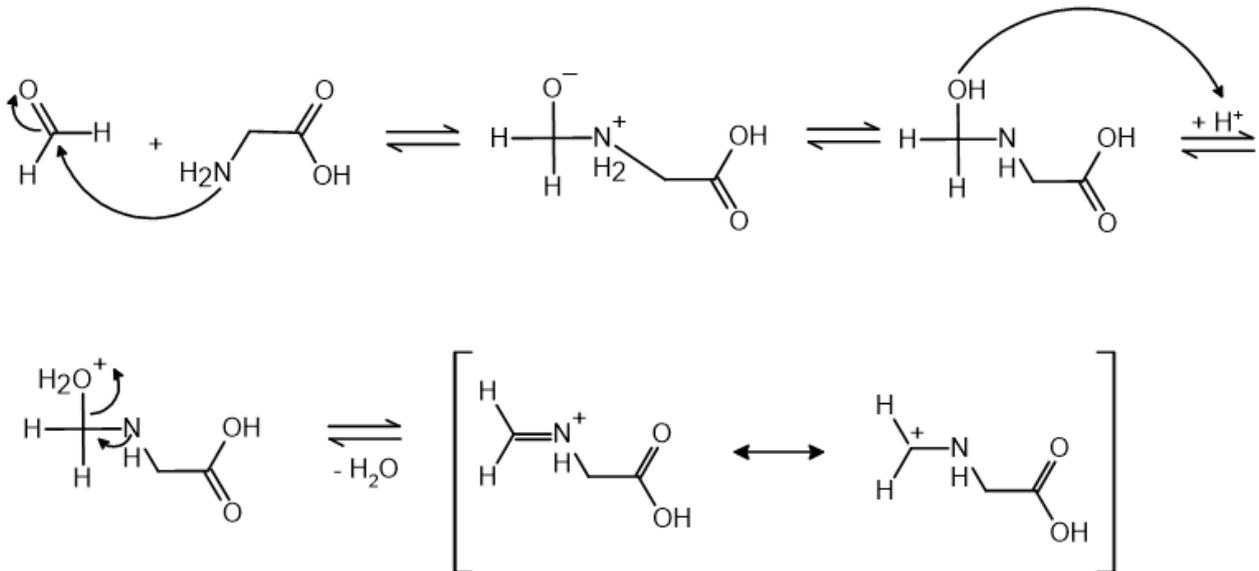


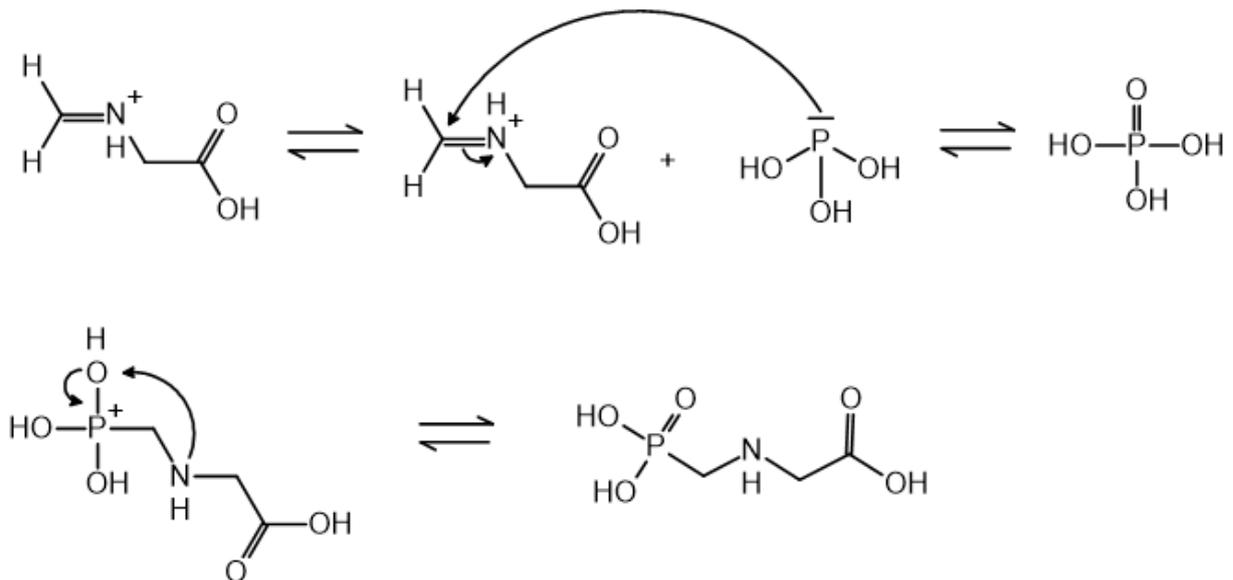
Abb. 1: Struktur Glyphosat [11]

## 2 Synthese von Glyphosat [9]

Die Darstellung von Glyphosat erfolgt anhand einer Säure-katalysierten- Mannich Reaktion, indem Formaldehyd zunächst mit Glycin reagiert. Unter Abspaltung von Wasser entsteht ein Iminium-Ion mit entsprechender mesomeren Grenz-Struktur.



Die Phosphonsäure liegt zu einem geringen Teil in der tautomeren Form vor. Diese kann an dem Carb-Kation angreifen. Somit erhält man das Endprodukt Glyphosat. Dabei reagiert Glycin mit Formaldehyd und Phosphonsäure.



### 3 Wirkungsmechanismus von Glyphosat [2] [3] [5] [6]

Derzeit ist Glyphosat weltweit der meistgenutzte Herbizid-Wirkstoff. Dabei wird es in Landwirtschaft, Gartenbau, Industrie und Privat-Haushalten eingesetzt. In Deutschland werden ca. 40% der Ackerfläche mit Glyphosat behandelt. Für Landwirte scheint es unabdinglich [3] [6].

Der Wirkungsmechanismus von Glyphosat, auf Pflanzen, kann mit dem folgenden Versuch nachgewiesen werden.

**Experiment:** Wirkung von Glyphosat auf Pflanzen

**Material:**

- 2 Glas-Schalen
- Wiesen-Pflanzen mit Boden

**Chemikalien:**

- N-(Phosphonomethyl)glycin (Glyphosat)

**Durchführung:** Die Glasschalen werden jeweils mit Boden und Wiesen-Pflanzen bestückt. Beide Ansätze werden ausreichend bewässert. Einer der beiden Ansätze wird zusätzlich mit Glyphosat behandelt.

**Beobachtung:** Der mit Glyphosat behandelte Ansatz ist fast vollständig eingegangen.



Abb. 2: Ergebnis der Ansätze. Die verendeten Pflanzen beruhen auf dem Nachweis von Glyphosat.

**Schlussfolgerung [2, 5]:** Glyphosat wird von den Blättern aufgenommen und in die Wurzel transportiert. Dort hemmt es den Shikimatweg, welcher für die Bildung von essentiellen aromatischen Aminosäuren verantwortlich ist. Dabei blockiert es den Syntheseschritt von 5'- Enolpyruvylshikimat-5-phosphat (EPSP). Grund dafür ist die strukturelle Ähnlichkeit von Glyphosat und Phosphoenolpyruvat (PEP), welches normalerweise am aktiven Zentrum der EPSP-Synthase bindet, um EPSP zu synthetisieren. Dieses Prinzip wird als kompetitive Hemmung bezeichnet, indem das Enzym EPSP-Synthase gehemmt wird. Folge ist das Stoppen des Shikimat-Wegs. Die Aminosäuren können nicht mehr gebildet werden können und die Pflanze stirbt innerhalb von wenigen Tagen ab. Glyphosat, welches in der Landwirtschaft genutzt wird, ist noch mit Beistoffen versetzt, welche die Aufnahme des Wirkstoffs verbessern. Das fertig angemischte Herbizid kann deshalb auch als Formulierung bezeichnet werden [7].

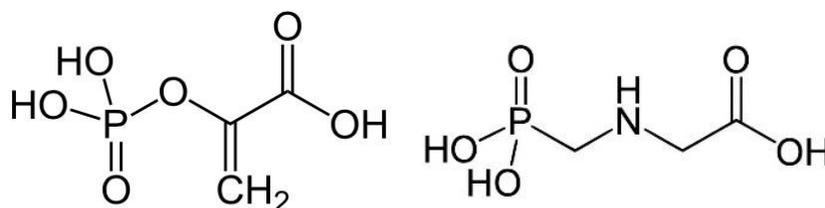


Abb. 3: Glyphosat (links) und PEP (rechts) [11]

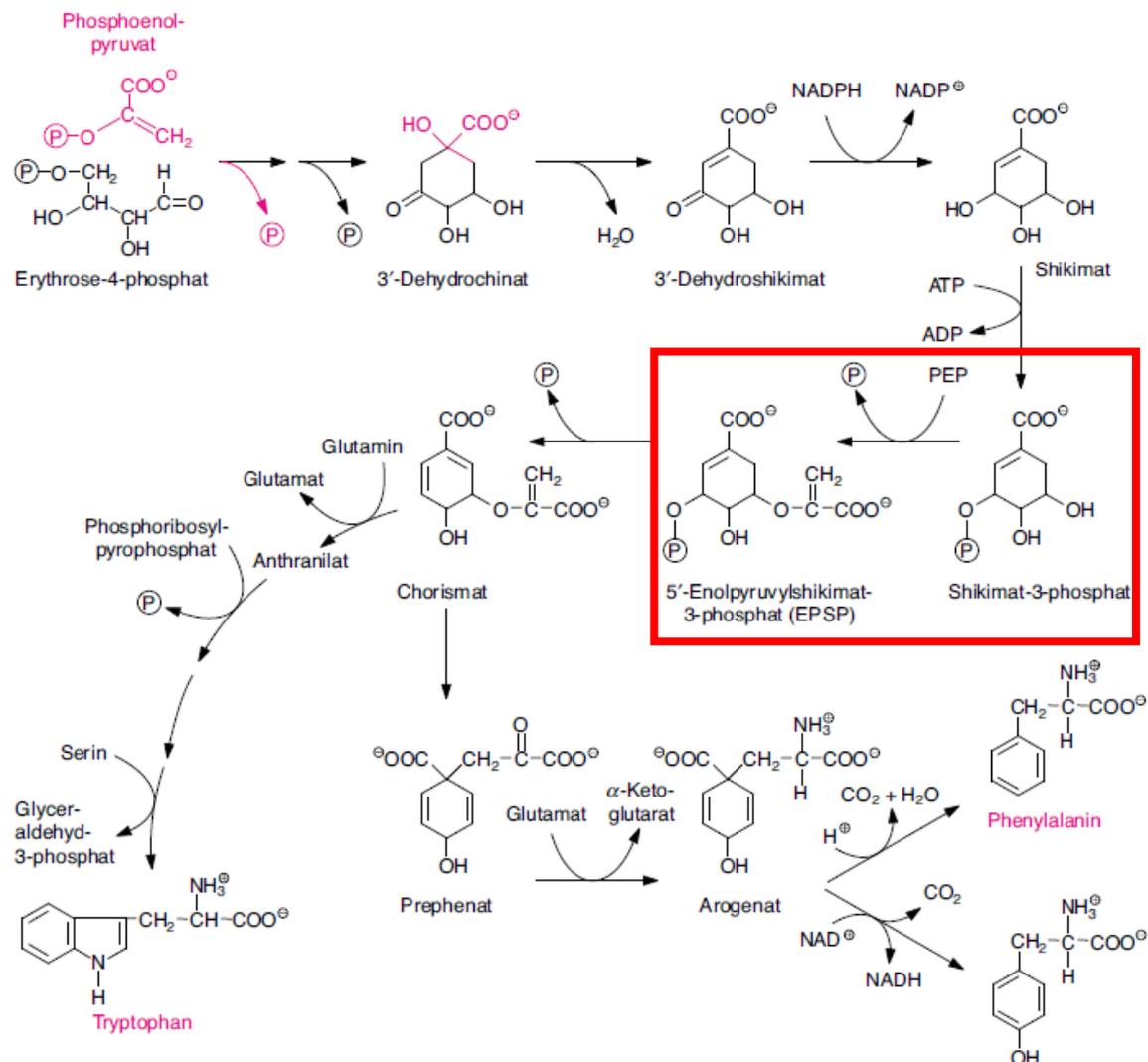


Abb. 4: Shikimatweg von Pflanzen. Rot markiert, der Syntheseschritt von Shikimat-3-Phosphat zu EPSP, an dem Glyphosat anstatt PEP im aktiven Zentrum der EPSP-Synthase bindet.[2]

## 4 Wirkung auf Nicht-Zielorganismen [3] [6]

Glyphosat galt lange als ungefährlich auf Nicht-Zielorganismen, da sowohl Tiere als auch Menschen kein Shikimat-Weg enthalten. Dennoch verendet jede nicht resistente Pflanze, die mit Glyphosat behandelt wird. Dieser Sachverhalt wirkt sich auf die Acker-Flora und somit auch auf die Ackerfauna aus. Die Wildpflanzen auf und neben den Ackerflächen werden weniger. Dadurch verringert sich der Lebensraum vieler Insekten, welche dadurch auch weniger werden. Insekten wiederum sind die Hauptnahrung für Tiere wie Vögel. Der vermehrte Einsatz von Glyphosat, führt zu einer Abnahme der biologischen Vielfalt. Auch für uns Menschen wirkt sich Glyphosat negativ aus. Seit langen steht Glyphosat im Verdacht, Krebs auszulösen. Im März 2015 hat die Krebsforschungsagentur der Weltgesundheitsorganisation (WHO) Glyphosat als „wahrscheinlich krebserregend“ (2A) für den Menschen eingestuft. Dabei ist „2A“ die zweithöchste Gefahrengruppe. Die genannten und viele weitere negativen Wirkungen von Glyphosat werden von Wissenschaftlern, Politikern und Behörden nach wie vor ganz unterschiedlich eingeschätzt. Aufgrund dessen, dass unterschiedliche Studien über Glyphosat immense Gegensätze aufweisen, sollten zunächst genauere Untersuchungen gefordert werden, bevor es zu Verboten kommt.

## 5 Alternative zu Glyphosat [9]

In Deutschland läuft die Wirkstoffgenehmigung des Herbizids Glyphosat am 15.12.2023 aus. In deutschen Haushalten ist der Einsatz von Glyphosat schon verboten. Deshalb wird gerade an der Universität Tübingen an einem Wirkstoff geforscht, der ebenso wie Glyphosat den Shikimatweg von Pflanzen unterbrechen soll. Anders als bei Glyphosat handelt es sich hierbei um einen Zucker, nämlich um 7-Desoxysedoheptulose.

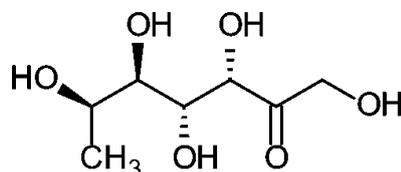


Abb. 5: Struktur 7-Desoxysedoheptulose [9] [11]

**Zusammenfassung:** Glyphosat ist eine Verbindung der Gruppe der Phosphonate und ein Derivat der Aminosäure Glycin. Es ist nicht nur weltweit, sondern auch in Deutschland der meistverwendete Herbizid-Wirkstoff, vor allem in der Landwirtschaft. Vorwürfe und Kritiken aus der Öffentlichkeit begleiten den zunehmenden Herbizid-Einsatz. Es werden stärkere Reglementierungen gefordert, aufgrund der negativen Auswirkungen auf Nichtzielorganismen. Die Auswirkung auf Natur und Artenvielfalt ist durch den Einsatz von Glyphosat verheerend. Viele Studien zeigen unterschiedliche Ergebnisse über den Einsatz von Glyphosat. Um klar ein Verbot gegen Glyphosat aussprechen zu können Bedarf es genauere unabhängige Untersuchungen.

**Abschluss 1:** Das Problem ist, dass die genannten, sowie viele weitere negativen Wirkungen von Glyphosat von Wissenschaftlern, Politikern und Behörden nach wie vor ganz unterschiedlich eingeschätzt werden. Aufgrund dessen, dass unterschiedliche Studien über Glyphosat immense Gegensätze aufweisen, sollten zunächst genauere Untersuchungen gefordert werden.

**Abschluss 2:** Die Auswirkungen von Glyphosat auf den Menschen sind umstritten. Auch die Wirkstoffgenehmigung läuft Ende 2023 in Deutschland aus. Neben neuen Forschungen, wie beispielsweise in Tübingen (siehe 5.), gibt es in Großbritannien bereits eine viel haushaltsgeeignere Möglichkeit, um lästiges Unkraut loszuwerden: heißes Wasser. Auch die deutsche Bahn verzichtet ab diesem Jahr auf Glyphosat und will ihre Gleise nur noch mit heißem Wasser unkrautfrei halten [10]

## Quellen:

1. Franz, John E.; Mao, Michael K.; Sikorski, James A.: Glyphosate a unique global herbicide, ACS Monograph 189, Washington DC, 1997
2. Heldt, Hans-Walter; Piechulla, Birgit: Pflanzenbiochemie, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2008
3. Hock, Bertold; Fedtke, Carl; Schmidt, Robert R.: Herbizide, Thieme, Stuttgart, 1995.
4. Steinmann, Horst-Henning: Glyphosat- die Suche nach dem "Notwendigen Maß", Springer Professional, Ausgabe2, Wiesbaden 2013
5. Berg. (2018). *Stryer Biochemie*. Springer Berlin Heidelberg.
6. Chemnitz, C. (2022). Pestizidatlas Daten und Fakten zu Giften in der Landwirtschaft (1. Auflage). Heinrich-Böll-Stiftung.
7. *Das Glyphosat-Debake!—Makro vom 25.10.2022*. (2022, Oktober 25). <https://www.3sat.de/uri/3d3bab0e-7d78-4845-9838-f594e592b47a> , zuletzt abgerufen am 30.04.23
8. Latscha, H. P., Kazmaier, U., & Klein, H. A. (2016). *Organische Chemie* (7. Aufl). Springer Spektrum.
9. Rapp, J. (2021). Biosynthesis of the allelopathic inhibitor 7-deoxysedoheptulose in *Synechococcus elongatus* PCC 7942 and its mode of inhibition in the shikimate pathway. <https://doi.org/10.15496/PUBLIKATION-60940>
10. <https://www.wiwo.de/unternehmen/dienstleister/unkraut-im-gleisbett-deutsche-bahn-will-ab-2023-auf-glyphosat-verzichten/27965268.html> (zuletzt abgerufen am 23.07.2023)
11. Alle zitierten Strukturformeln wurden auf dieser Website erstellt: <https://chemie-lernprogramme.de/daten/programme/js/strukturformeleditor/index.html> (zuletzt abgerufen am 30.07.2023)