

Effekte von Glyphosat auf die Umgebung und die Menschen

Prof. Dr. Maria R. Finckh
Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz

Was die Industrie über Glyphosat sagt

1. Ein hoch effektives **Herbizid**
2. **Wenig giftig** für **Nicht-Ziel Organismen**
3. Hat **antibiotische Wirkung**
4. **Kaum Risiko der Auswaschung** aus dem Boden, da an Bodenpartikel gebunden
5. **Wird rasch abgebaut** im Boden

Roundup® UltraMax ist da!

Sicherheit und Wirksamkeit. Immer und überall.

25% höhere Konzentration **Neu!**

Roundup® UltraMax, der neue Standard in der Flüssigformulierung.

- Maximale Zuverlässigkeit und Wirksamkeit
- Regenfest bereits nach 1 Stunde
- Umbruch nach nur 7 Tagen auch bei Quecke
- Anwendung möglich auf taufeuchte Bestände
- Unabhängig von Temperaturwechseln

Unbehandelte Pflanze in jedem Wechsellager - geringe Fluoreszenz

Nach Anwendung von Roundup® UltraMax - starke Fluoreszenz - deutliche Absterbeeffekte

Das neue hoch wirksame Nitrophenol bewirkt in kürzester Zeit eine sehr schnelle Wirkstoffaufnahme über die grünen Pflanzenteile. Der Wirkstoff wird wurzelförmig verteilt und blockiert den Stoffwechsel der Pflanze. Die mit gefährlichen Schadstoffen gekennzeichneten ersten Absterbeeffekte wenige Stunden nach der Anwendung von Roundup® UltraMax.

- 25% höhere Konzentration und dadurch niedrigere Aufwandmengen pro Hektar
- Breitestes Zulassungsspektrum
- Keine Abstandsaufgaben zu Nichtzielpflanzen und Gewässern, Ländervorgaben beachten

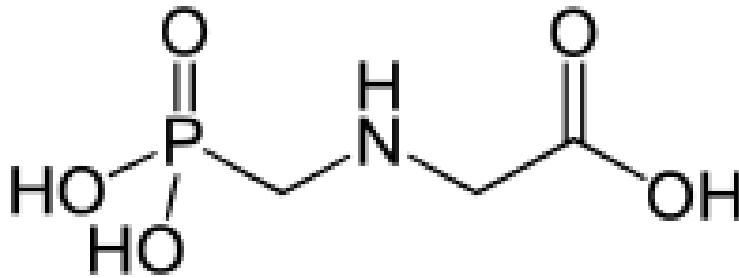
Hotline: 0180/100 03 31
Anfragen und Kompatibilitätsberatung zum Ortstarif
Info@roundup-ultramax.de
www.roundup-ultramax.de

MONSANTO

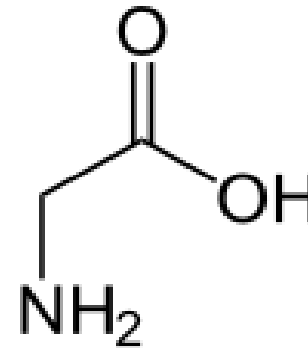
Roundup® UltraMax
Wirkt maximal – Immer!

Was ist Glyphosat

- Wirkstoff des Totalherbizids Roundup und anderer (>70 Gly basierte Herbizide)



N-(Phosphonomethyl)-glycin



Glycin

- Ursprünglich als Rohrreiniger entwickelt
- Zufällig wurde entdeckt, dass es Pflanzen tötet

Wie wird Glyphosat eingesetzt?

- Um Chemikalien anwendbar zu machen werden sie mit Hilfsstoffen „formuliert“:
 - Die Löslichkeit muss stimmen: Es werden Glyphosatsalze eingesetzt
 - Es darf nicht abperlen von den Pflanzen: Es werden Tenside eingesetzt gegen die Oberflächenspannung
 - **Talgfettaminooxethylat** (Tallowamin) = **POEA** ist/war das in Roundup enthaltene Tensid



**Roundup®
UltraMax**

- Keine Netzmittelsysteme
- Hohe Anwendersicherheit, nicht bas- und saureisend
- Keine Nebenwirkung
- Nicht schädlich für viele nützliche Insekten
- Nicht blattengefährlich

Roundup® UltraMax, der neue Standard in der Flüssigformulierung.

- Maximale Zuverlässigkeit und Wirksamkeit
- Regenfest bereits nach 1 Stunde
- Umbruch nach nur 7 Tagen auch bei Quecke
- Anwendung möglich auf taufeuchte Bestände
- Unabhängig von Temperaturwechseln



Unbehandelte Pflanze in vollem Wachstum - geringe Fluoreszenz



Nach Anwendung von Roundup® UltraMax - starke Fluoreszenz = deutliche Absterbesymptome

Methodik, Ergebnisse und Abbildungen wurden entwickelt und geliefert von SurfyPlus - Wageningen - Niederlande.

Das neue hoch wirksame Netzmittel bewirkt in kürzester Zeit eine



Unbehandelte Pflanze in vollem Wachstum – geringe Fluoreszenz



Nach Anwendung von Roundup® UltraMax – starke Fluoreszenz = deutliche Absterbesymptome

Methode, Erg
und geliefert

Das neue hoch wirksame Netzmittel bewirkt in kürzester Zeit eine sehr schnelle Wirkstoffaufnahme über die grünen Pflanzenteile. Der Wirkstoff wird wurzeltief verteilt und blockiert den Stoffwechsel der Pflanze. Die rot gefärbten Blattbereiche kennzeichnen erste Absterbesymptome wenige Stunden nach der Anwendung von Roundup® UltraMax.

- 25% höhere Konzentration und dadurch niedrigere Aufwandmengen pro Hektar
- Breitestes Zulassungsspektrum
- Keine Abstandsaufgaben zu Nichtzielpflanzen und Gewässern, Ländervorgaben beachten

Glyphosatbasierte Herbizide

Tomaten 5 Tage (120h) nach Anwendung von:



120h

Wasser

Gly

Glyphosat Herbizide

Formu-

lierungshilfe

- Die Formulierungshilfen sind selbst Herbizide!
- POEA wurde 2016 in der EU verboten

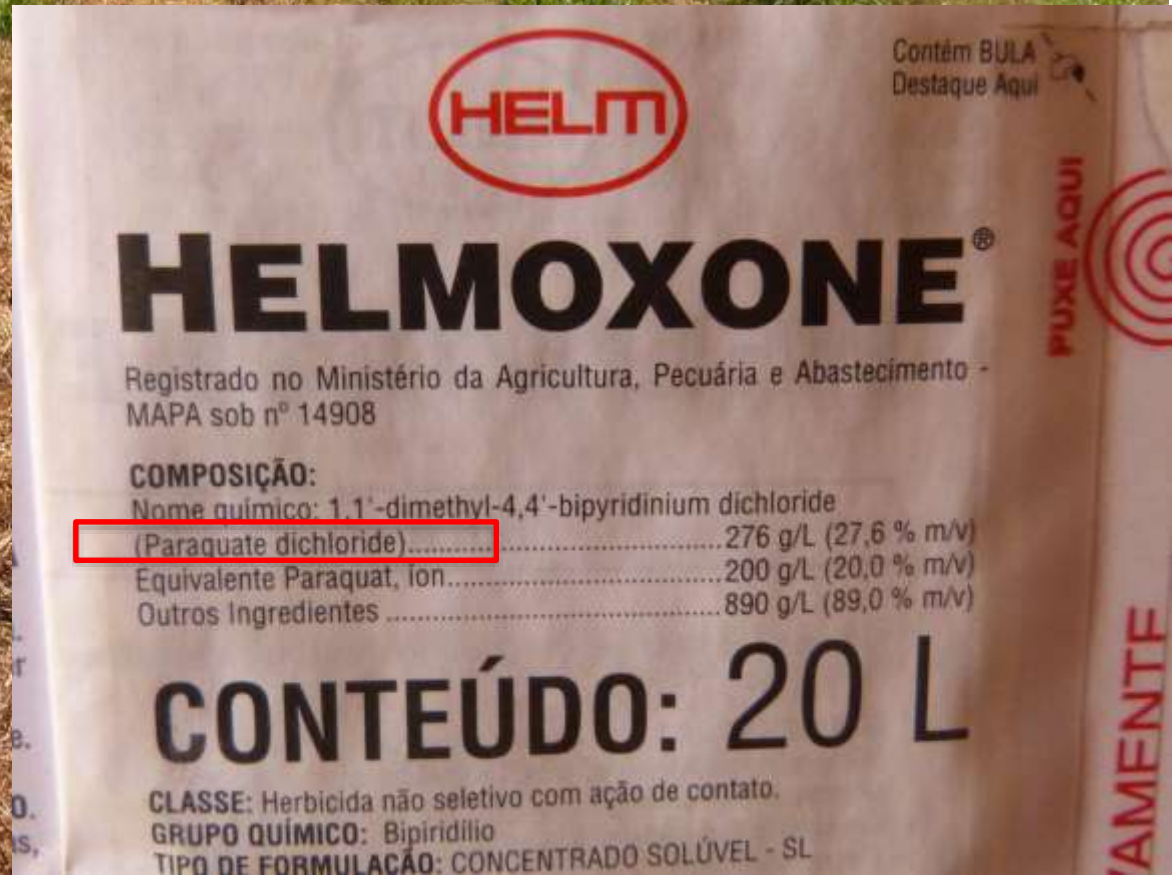
Defarge et al., 2018, Toxicology Reports 5, 156-163.

Herbizide Wirkung

- Ursprünglich 0.7 kg/ha, heute ca 1.1 kg/ha (=0,07 g pro m²) genügen, um alle Pflanzen abzutöten:
Kein Lebensraum mehr für Tiere
- Abbauprodukt AMPA (aminomethylphosphorsäure) nachweislich giftig



Wo viel Gly angewendet wird gibt es auch viel Resistenzen. Dann greift man auf anderes zurück.



Glyphosat Einsatzmengen

- Seit 1974: 8,56 Mio t, davon 72% zwischen 2005 und 2014
- Im Jahr 2014: geschätzt 826.000 t weltweit
- 2014: durchschnittlich 1kg Wirkstoff/ha US Ackerland
(weltweit: 0,53kg Wirkstoff/ha)

Benbrook, 2016, Environmental
Sciences Europe 28:3

- In D wird ca 1/3 des Ackerlandes pro Jahr behandelt
Der meist verkaufte Wirkstoff nach CO₂
2.500-10.000 t Gly wurden verbraucht (davon privat: 25-100t)

das heißt zwischen 0,4 und 1,8 kg Wirkstoff / ha

Bundesamt für Verbraucherschutz und
Lebensmittelsicherheit (2018). Absatz and PS
Mitteln in der BRD... Jahr 2017.
www.bvl.bund.de/psmstatistiken

Prof. Dr. Maria R. Finckh
FG Ökologischer Pflanzenschutz

2. Wenig giftig für Nicht-Ziel Organismen?

Wer sind die Nicht-Ziel Organismen?

- Menschen
- Warmblütige Tiere
- Reptilien
- Insekten
- Pilze?
- Bakterien?

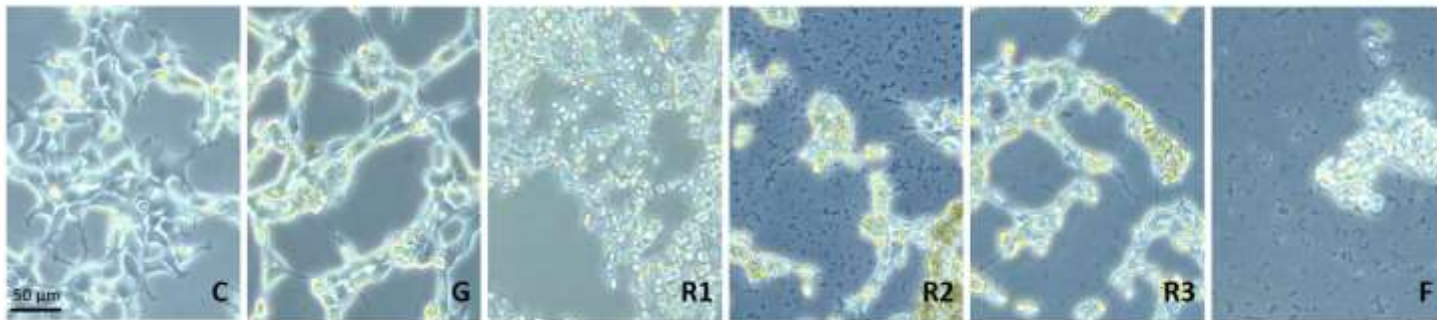


Bakterien



Pilze

Glyphosat bei Tier und Mensch



Auswirkung von Glyphosatbasierten Herbiziden in der Konzentration, wie sie in der Landwirtschaft angewendet werden auf menschliche Embryozellen

Direkte Giftwirkung von Roundup



Journal of
Environmental & Analytical Toxicology

Seneff et al.,
D

Research Article

Is Glyphosate a Key Factor in Mesoamerican Nephropathy?

Stephanie Seneff¹ and Laura F Orlando²

¹Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory, MIT, Cambridge MA 02139, USA

²Environmental Health, Boston University School of Public Health, Boston, MA 02118, USA

- **Mesoamerican Nephropathy (MeN) oder „Chronische Nierenkrankheit unbekannter Genese“** (d.h. Ursache ist (offiziell) unklar)
- “MeN ist unter jungen männlichen Landarbeitern in **in Nicaragua and El Salvador** in den letzten 10 Jahren explosionsartig angestiegen. Zuckerrohrarbeiter sind am meisten betroffen”
(*eigene Übersetzungen*)

Seneff, S. and L. F. Orlando, 2018. J Environ Anal Toxicol **8**(542).

2. Wenig giftig für Nicht-Ziel Organismen

rate (x 100,000 pop)

Female

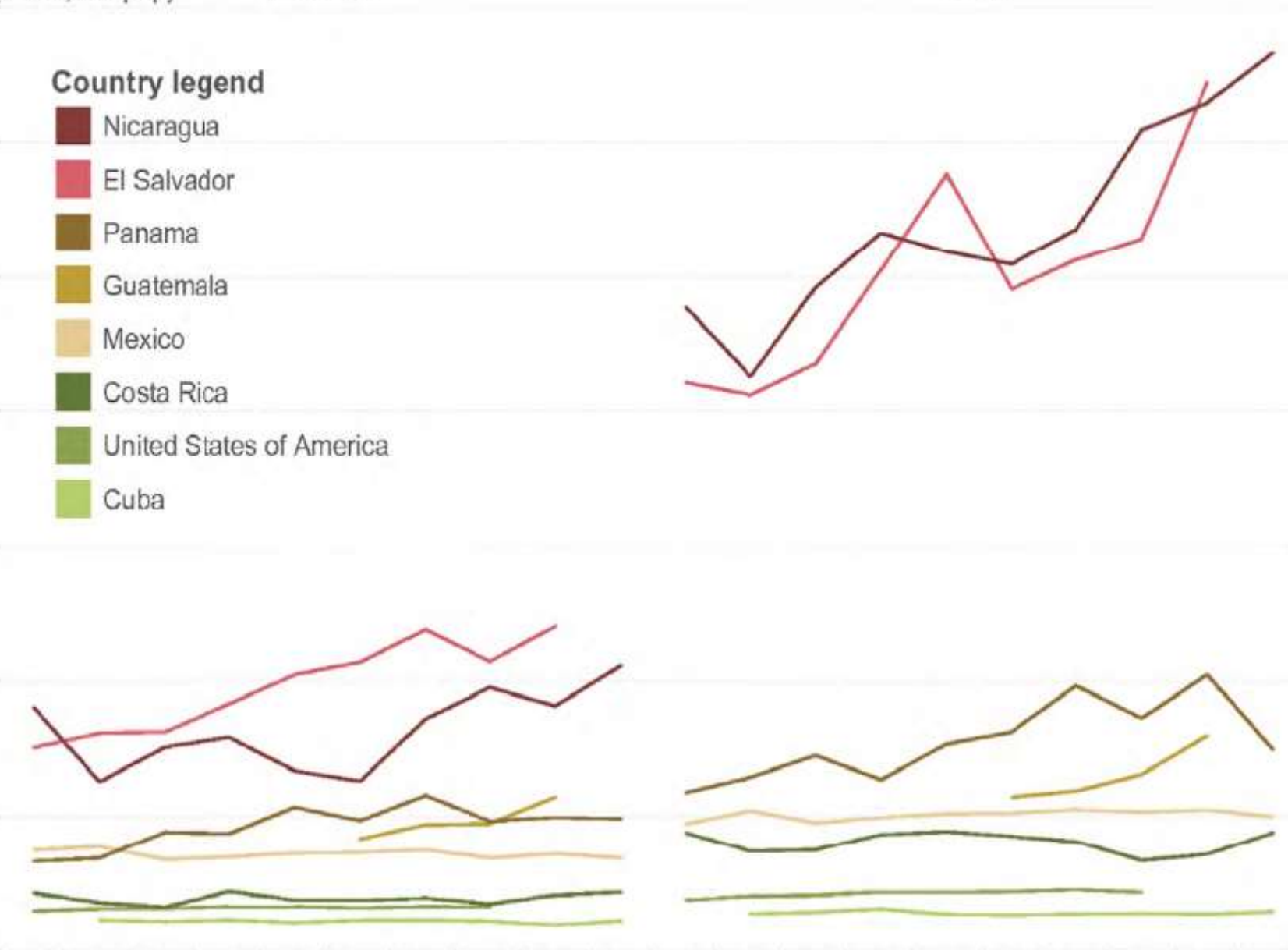
Male

Country legend

- Nicaragua
- El Salvador
- Panama
- Guatemala
- Mexico
- Costa Rica
- United States of America
- Cuba

70
60
50
40
30
20
10
0

2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009



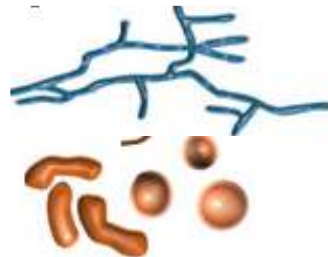
Direkte Giftwirkung von Roundup:

- Glyphosat wird kurz vor der Ernte eingesetzt um den Zuckergehalt von Zuckerrohr zu erhöhen
- Nierenversagen vor allem in der Erntesaison, wenn das Zuckerrohr abgebrannt wird und die Arbeiter bei extremer Hitze hart arbeiten müssen während sie den Rauch einatmen

Seneff, S. and L. F. Orlando, 2018. J Environ Anal Toxicol **8**(542).

Glyphosat – Wirkungsmechanismus I

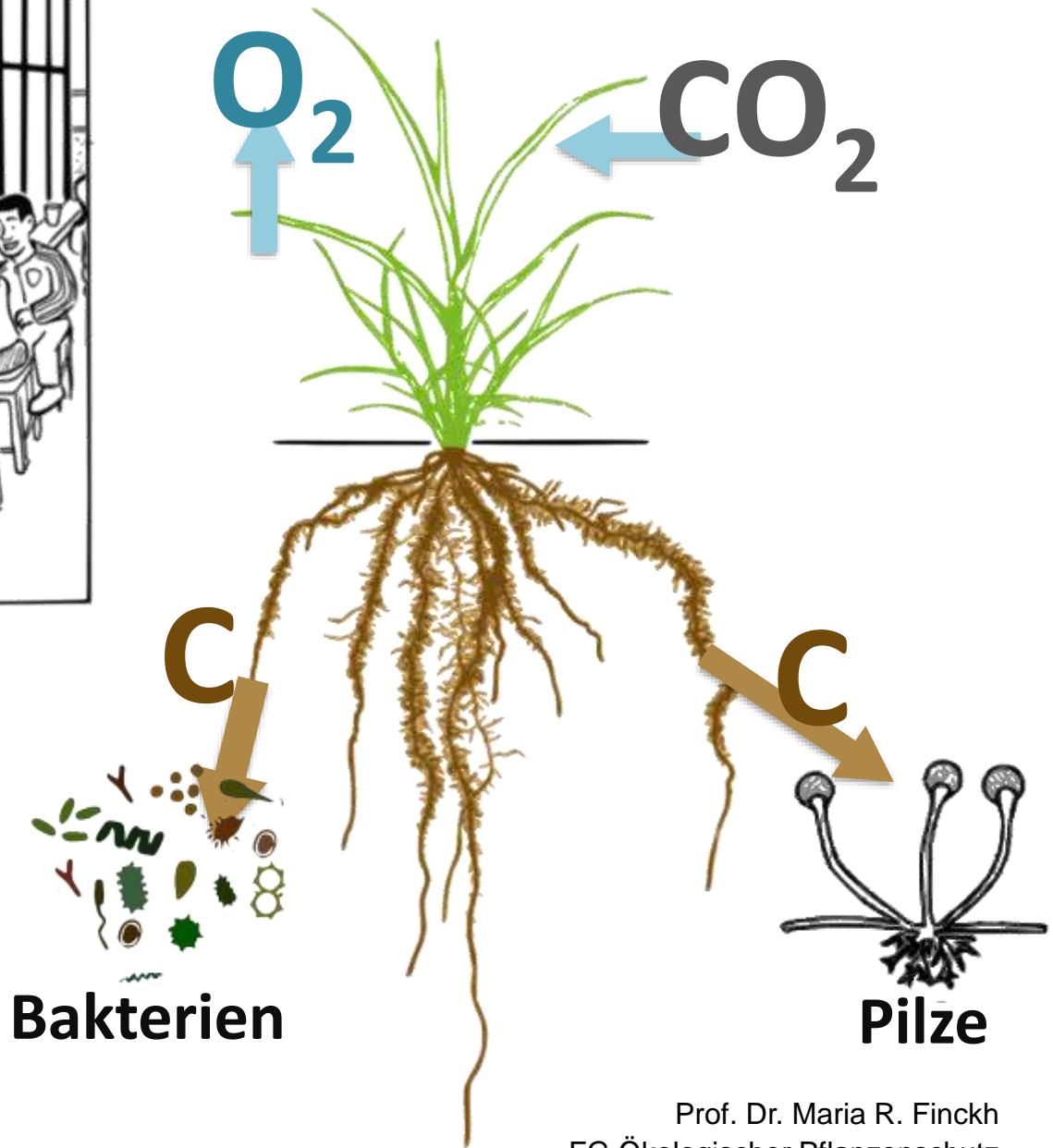
- Blockade des Enzyms
5-Enolpyruvylshikimat-3-phosphat-Synthase (EPSPS)
- Damit Blockade der Synthese aller Proteine und Metaboliten, die aromatische Aminosäuren enthalten.
Z.B.: Tannin, Lignin, Flavonoide, Hormone
- Der Shikimatweg ist zentral wichtig für:
 - ➔ Pflanzen
 - ➔ Pilze
 - ➔ Bakterien
 - ➔ Protozoen





Die Wurzel funktioniert wie eine Bar: Durch den Ausschank bestimmter C und H₂O-haltiger Getränke wird ein spezielles Publikum stimuliert und gefördert.

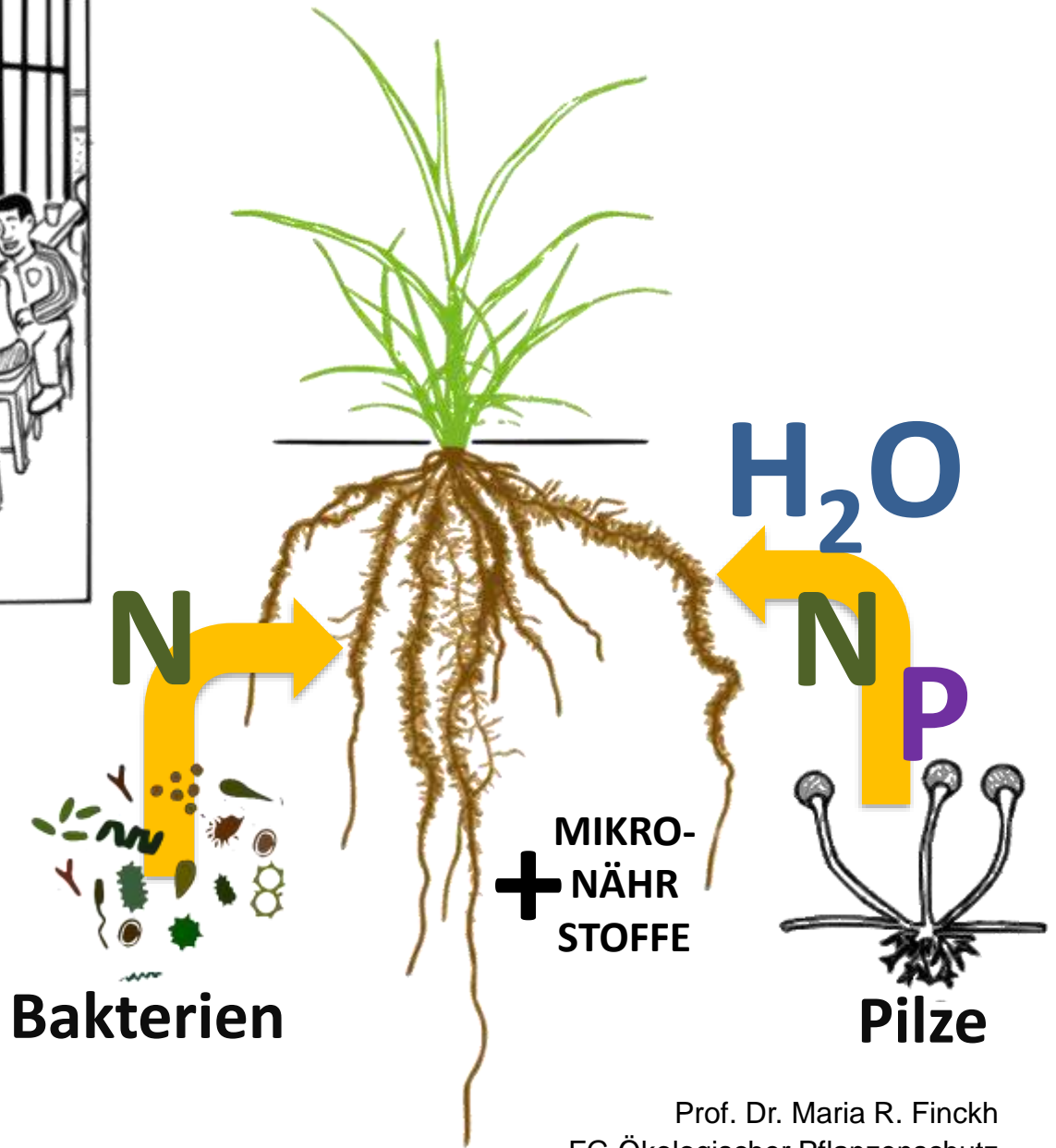
Pflanzen und Mikroorganismen





Das Publikum zahlt wiederum mit N (Bakterien) oder P (Pilze)

Pflanzen und Mikroorganismen



Pflanzen und Mikroorganismen



Knöllchenbakterien
fixieren Stickstoff



An aktiven Wurzeln
„klebt“ der Boden
voller Mikroorganismen



+





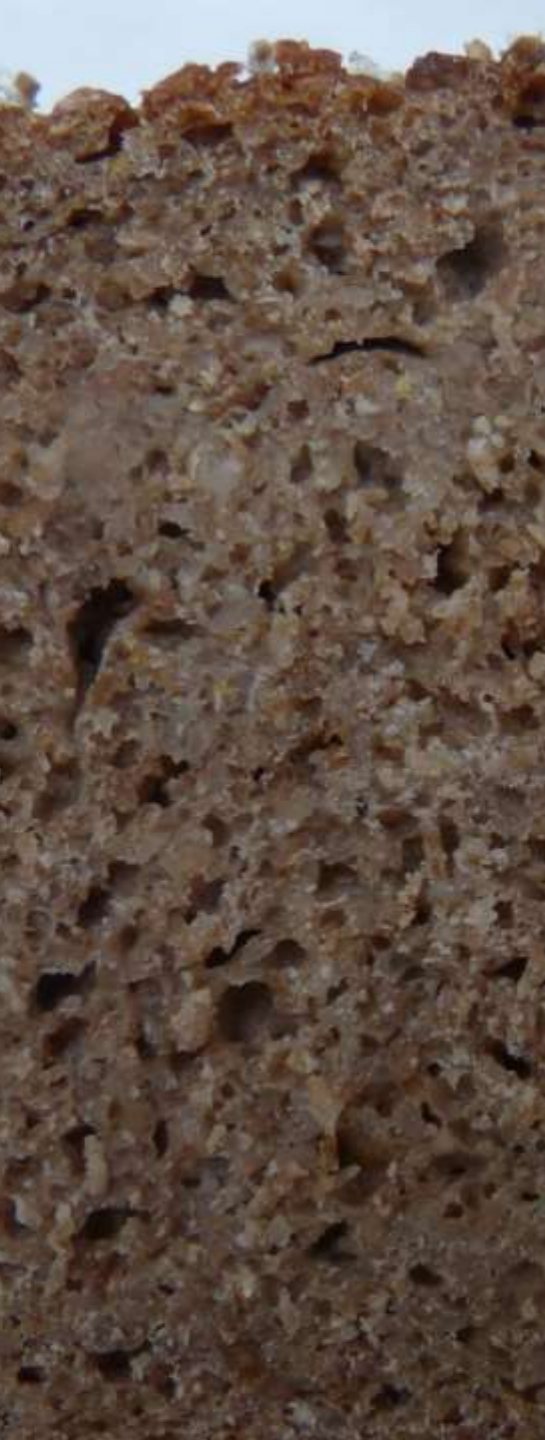
+









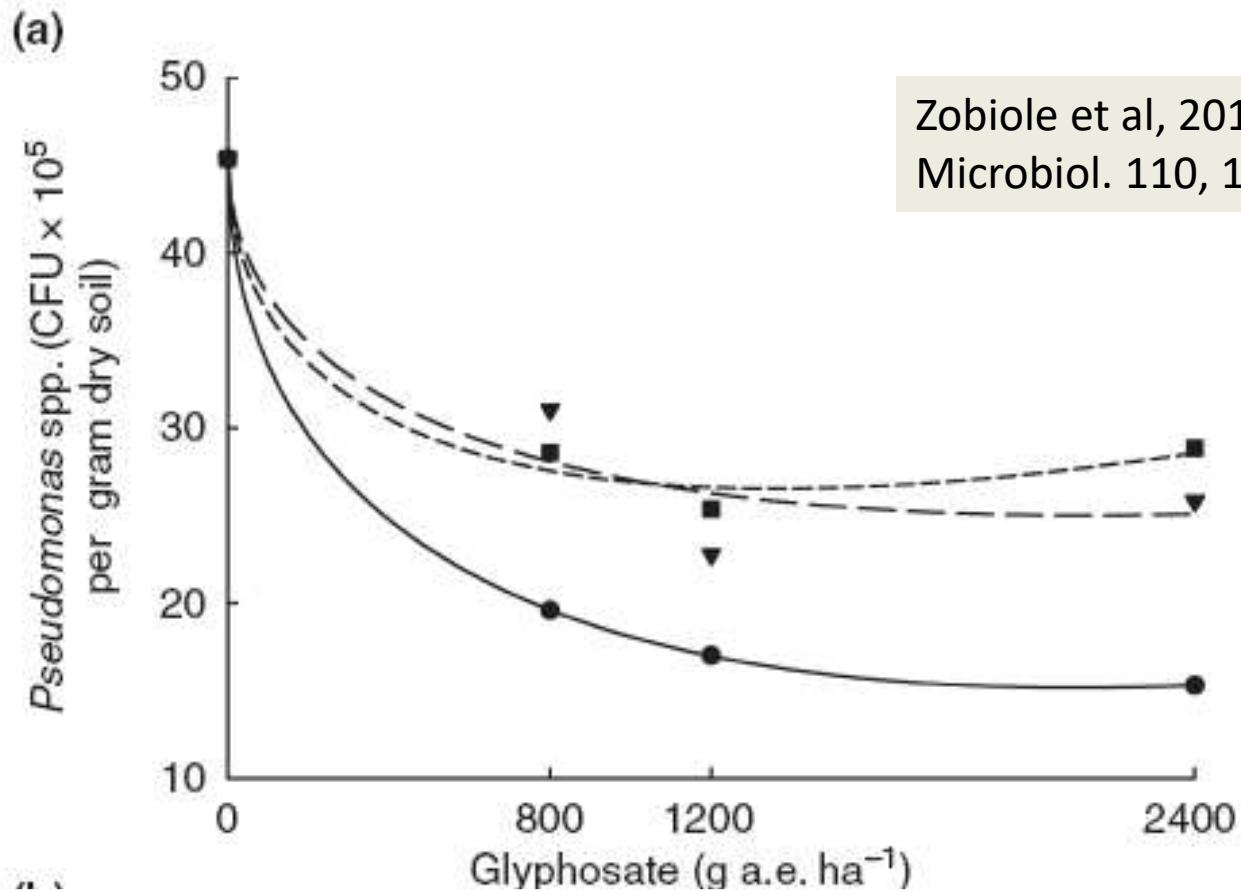


Nebenwirkung I: Pflanzenernährung gestört

- A) Unterdrückung nützlicher Bakterien
- B) Nährstoffe werden weniger verfügbar für Pflanzen: es braucht deutlich mehr Dünger zum Ausgleich.



Nebenwirkung II: Biokontrollbakterien im Boden unterdrückt



3. Das Antibiotikum Glyphosat

Glyphosat Wirkungsmechanismus II

- **Ein Antibiotikum**

US patent 7,771, 736 B2 (2010)

As antimicrobials, these compounds may be expected to induce stasis rather than cell lysis or death, allowing the infection to be cleared by the host's immune system. Such an outcome is desirable as it will ame-

Nebenwirkung III: Antibiotikakreuzresistenzen

- **Kreuzresistenzen** Glyphosat und **Antibiotika** nachgewiesen für:
 - Penizillin (**β Lactam Antibiotikum**)
 - Ciprofloxacin (**Fluoroquinolon**)
 - Kanamycin (**Aminoglycosid**)

Shin et al 2016. Crop Prot. 90, 106-116

Kurenbach et al., 2015. mBio 6(2):e00009-15
doi:10.1128/mBio.00009-15

- Salmonellen waren nach Gly-Exposition gegenüber Cip und Kan resistenter

Kurenbach et al., 2015. mBio 6(2):e00009-15
doi:10.1128/mBio.00009-15

NDR 6.2.2018 zu multiresistenten Keimen in Gewässern (www.ndr.de):

....**Gewässer in Niedersachsen** ... unter anderem in Bächen, Flüssen und Badeseen. **Dort fanden sich überall gefährliche, multiresistente Erreger**.... ...Überall **wiesen sie auch Erreger nach, bei denen wichtige Reserve-Antibiotika (die sogenannten Carbapeneme (= β Lactam Antibiotikum, Anm. M.F.) nicht mehr wirken**. Einige Bakterien waren gegen fast alle zur Verfügung stehenden Mittel resistent.

Antibiotikaresistenzen in Bodenmikroflora

- US Studie: Vergleich NPK versus **Mist von Tieren, die nachweislich KEINE Antibiotika** bekommen hatten

Manure Treatment Enriches Taxa That Commonly Carry Resistance to β -Lactam Antibiotics.

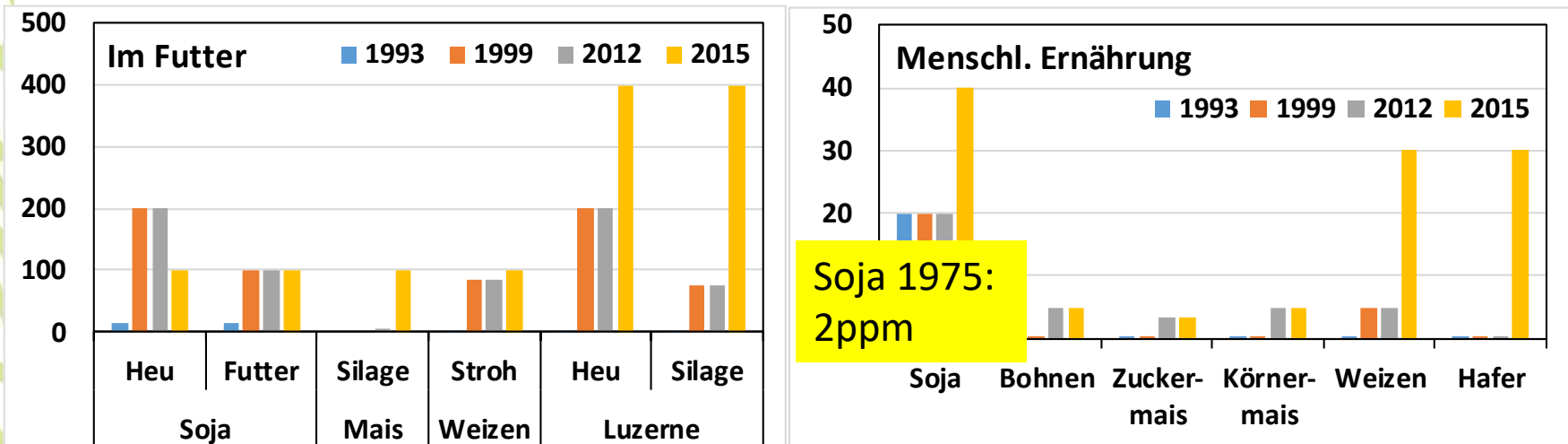
Udikovic-Kolic, N., et al. 2014. Proc. Nat. Acad. Sci. 111, 15202-15207.

Offene Fragen

- ➔ Woher kommen diese Resistenzen im Mist?
- ➔ Kann es sein, dass Glyphosatresiduen im Futter und Stroh die Quellen sind?

Glyphosat: zugelassene Rückstände

- Zugelassene Höchstmengen (ppm) in den USA:



- Grenzwerte pro kg Körpergewicht und Tag:
 USA: 1,75mg, EU: 0,5mg (vor 2014: 0,3mg)
 (Forderung EU: 0,1mg)

Benbrook, 2016, Environmental Sciences Europe 28:3

Nebenwirkung IV: Glyphosat und Bienensterben

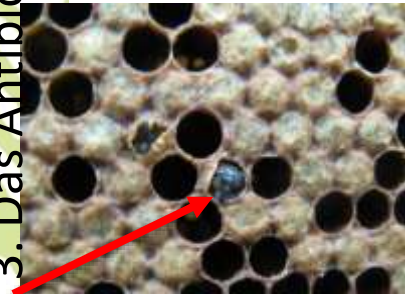
- Frisch geschlüpfte Bienen sind steril und werden durch ihre Kolleginnen gefüttert und mit lebenswichtigen Darmbakterien inokuliert, die das Immunsystem weitgehend steuern.
- Wie wirkt sich Glyphosat auf die Darmflora von Bienen aus?

Motta, E. V. S., et al. 2018. Proc. Nat. Acad. Sci. **115**: 10305-10310

1: Glyphosat in sterilen Bienen

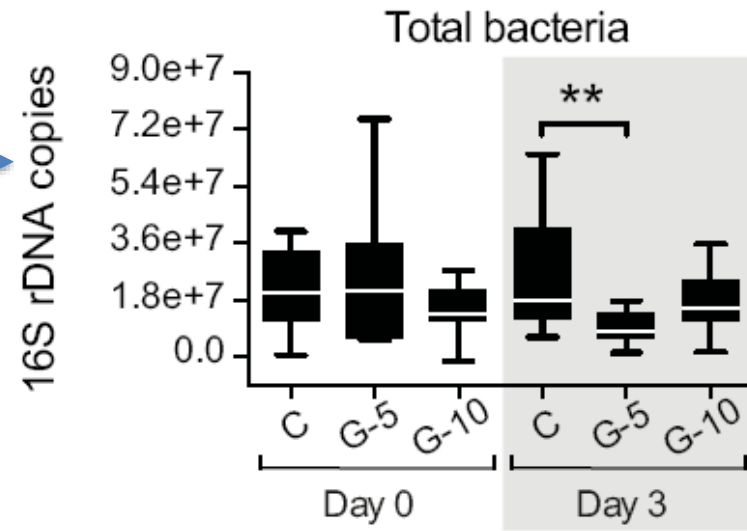


Zurück in Bienenstock, wo sie von Kolleginnen gefüttert werden.



Neugeborene Bienen 5 Tage lang füttern:

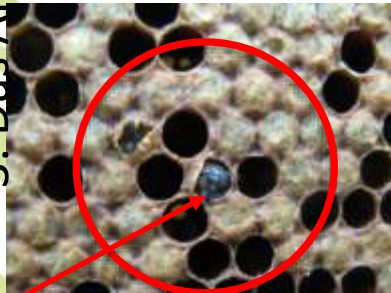
- Glucose steril
- Glucose steril plus 5 und 10mg/l Gly



Untersuchung der Darmflora

→ **Bakterienwachstum durch antibiotische Wirkung von Gly deutlich eingeschränkt**

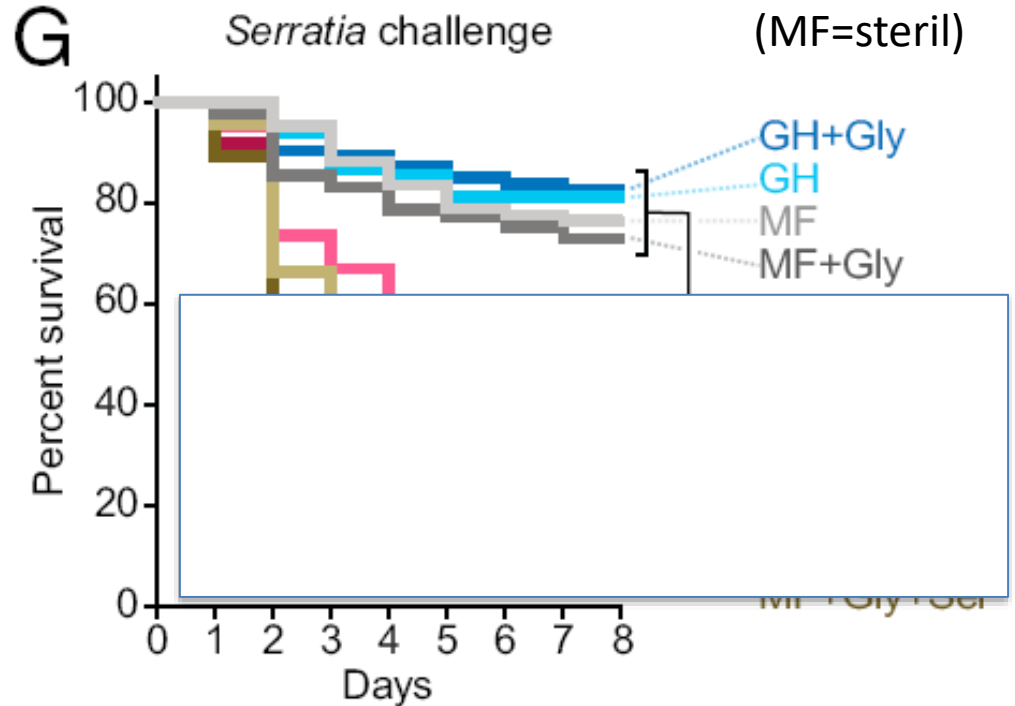
2: Anfälligkeit der Bienen gegenüber *Serratia marcescens*



Neugeborene Bienen 5 Tage lang füttern:

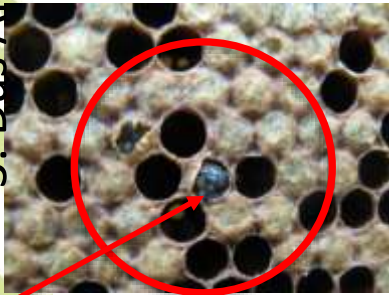
- +/- Darminhalt von Arbeiterinnen
- +/- Gly in 10% der vorherigen Konzentration

Anfälligkeit gegenüber *Serratia*



→ Überlebensraten aller Behandlungen OHNE *Serratia* gleich

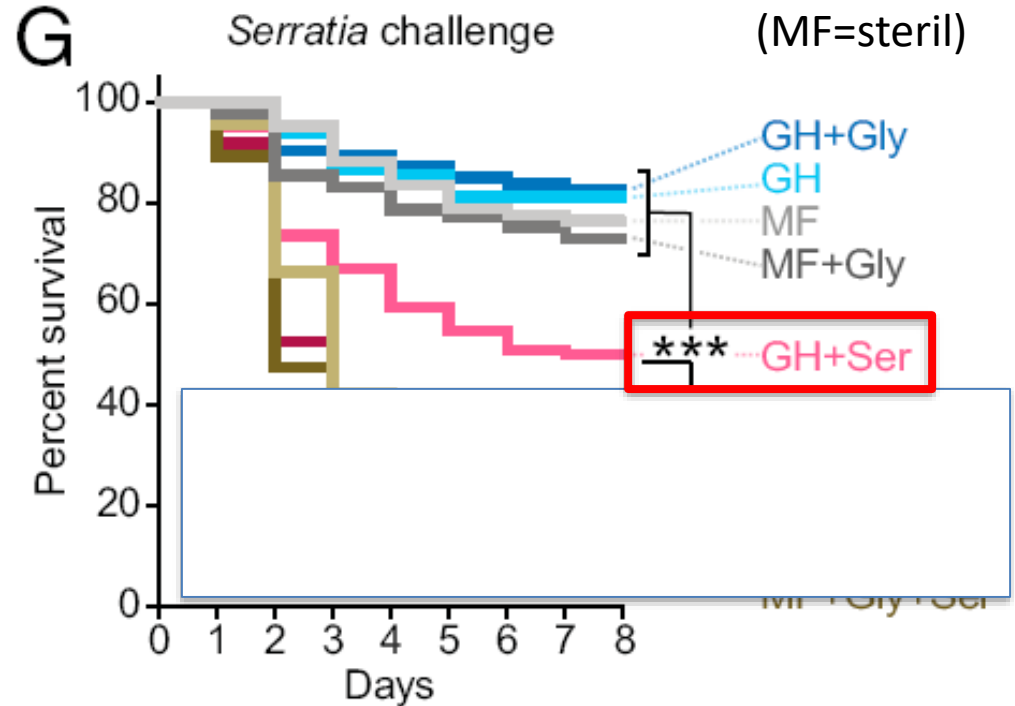
2: Anfälligkeit der Bienen gegenüber *Serratia marcescens*



Neugeborene Bienen 5 Tage lang füttern:

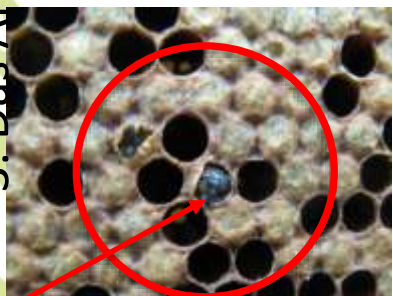
- +/- Darminhalt von Arbeiterinnen
- +/- Gly in 10% der vorherigen Konzentration

Anfälligkeit gegenüber *Serratia*



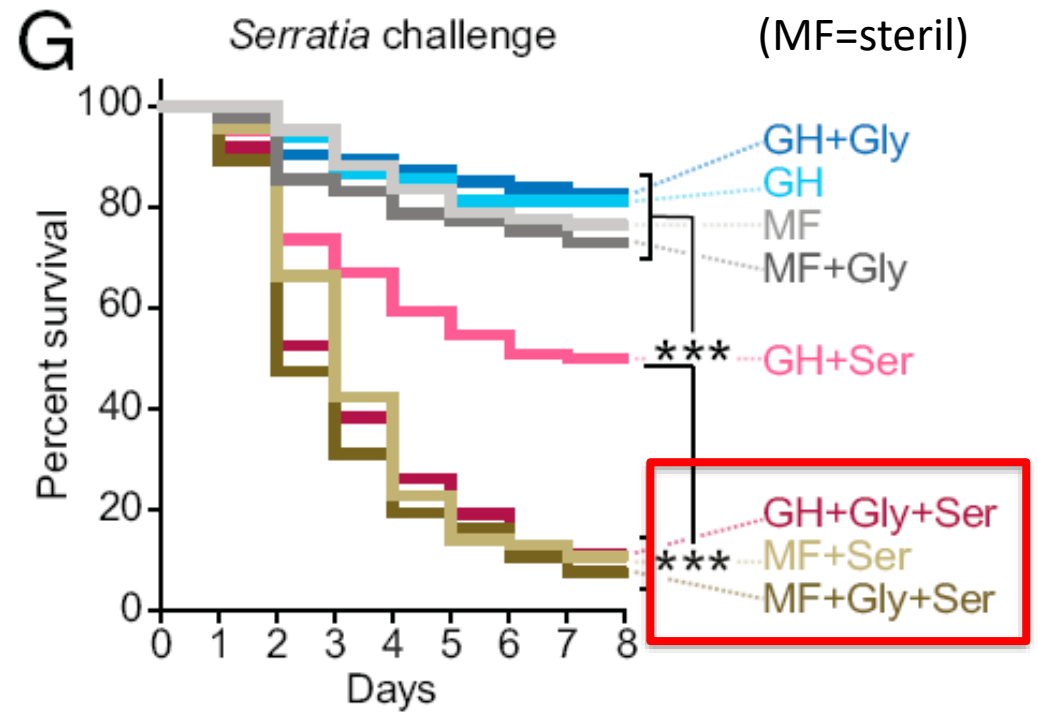
➔ **Mit Darminhalt gefütterte Bienen starben zu ca 45% durch *Serratia***

2: Anfälligkeit der Bienen gegenüber *Serratia marcescens*



Neugeborene Bienen 5 Tage lang füttern:

- +/- Darminhalt von Arbeiterinnen
- +/- Gly in 10% der vorherigen Konzentration



- ➔ **Sobald Gly mit im Futter ist: fast alle sterben**
- ➔ **Darminhalt schützt, aber Gly hebt diesen Schutz auf**

4. **Kaum Risiko der Auswaschung** aus dem Boden, da es an Bodenpartikel gebunden wird

Nachgewiesene Wirkstoffe in Tiefenprofilen (n=5)

20 Wirkstoffe

hohe Persistenz

	Nachweis in Tiefen von...(cm)																Anwendung vorher	
	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480		
AMPA	X																	k.A. - 2 Mon.
Azoxystrobin	X																	k.A. - 2 Jahre
Boscalid	X																	2 Jahre
Diflufenican	X	X																1 Mon. -12 Jahre
Dimoxystrobin	X																	2 Jahre
Epoxiconazol	X	X																5 Mon.
Glyphosat	X						X				X			X	X			k.A. - 2 Mon.
Imidacloprid	X																	k.A.
λ-Cyhalothrin	X																	8 Jahre
Metamitron	X																	4 Jahre
Metazachlor	X																	8 Jahre
S-Metolachlor	X	X	X	X														9 - 1 Jahr
MCPA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		k.A. - 1 Jahr
Pendimethalin	X	X	X									X						k.A.
Prochloraz	X																	k.A. - 1 Jahr
Propiconazol	X																	6 Mon.
Pyraclostrobin	X																	6 Mon.
Quinmerac	X																	k.A.
Tebuconazole	X	X																3 Jahre - 5 Mon.
Terbuthylazin	X																	9 - 1 Jahr

Mit freundlicher Genehmigung
N. Tauchnitz, Bernburg

k.A.: keine Anwendung im Zeitraum von >12 Jahren

5. Schneller Abbau im Boden?

- Gly wird in Pflanzen transportiert aber nicht abgebaut
- Bodenbakterien bauen es ab zu
 1. AMPA (aminomethylphosphorsäure, giftig und krebs erregend)
 2. Sarcosine (N-methylglycine, harmlos)
- Wird über Wurzeln bis in tiefe Bodenzonen ausgeschieden; dort sind Bakterien kaum mehr aktiv
- Je niedriger der pH desto stärker die Bindung an Bodenpartikel
- P-Düngung reduziert Bindung an Bodenpartikel

Glyphosat und AMPA finden sich überall

- Pflanzen
- Tiere
- Aerosol Grund- und Oberflächenwasser

Van Bruggen, A. H. C., et al. (2018).
Science of The Total Environment
616-617: 255-268.

- Böden

Silva, V., et al. (2018). Science of The
Total Environment **621**: 1352-1359.

Was die Industrie über Glyphosat sagt

1. Ein hoch effektives **Herbizid**
2. **Wenig giftig** für **Nicht-Ziel Organismen**
3. Hat **antibiotische Wirkung**
4. **Kaum Risiko der Auswaschung** aus dem Boden, da es an Bodenpartikel gebunden wird
5. **Wird rasch abgebaut** im Boden

Was die Wissenschaft zeigt

1. Ein hoch effektives **Herbizid mit Hilfsstoffen, die zum Teil selbst hoch problematisch sind**
2. **Vor allem in Verbindung mit Hilfsstoffen zum Teil hoch giftig** für **Nicht-Ziel Organismen**
3. Die **antibiotische Wirkung hat massive Nebenwirkungen u.a. auch auf das Bienensterben**
4. **Das Risiko der Auswaschung aus dem Boden wurde deutlich unterschätzt**
5. **Wird oft nicht rasch abgebaut** im Boden

Einige Konsequenzen für die Landwirtschaft

- **Erhöhte Anfälligkeit der Pflanzen gegenüber Krankheiten (vor allem bodenbürtig)**
- **Reduzierte Nährstoffverfügbarkeit**
- **Erhöhter Fungizid und Düngerverbrauch**
- **Gestörte Darmmikroflora und Krankheiten bei Tieren**
- **Z.T. Spurenelementmangel bei Tieren**

Was die Wissenschaft noch gefunden hat

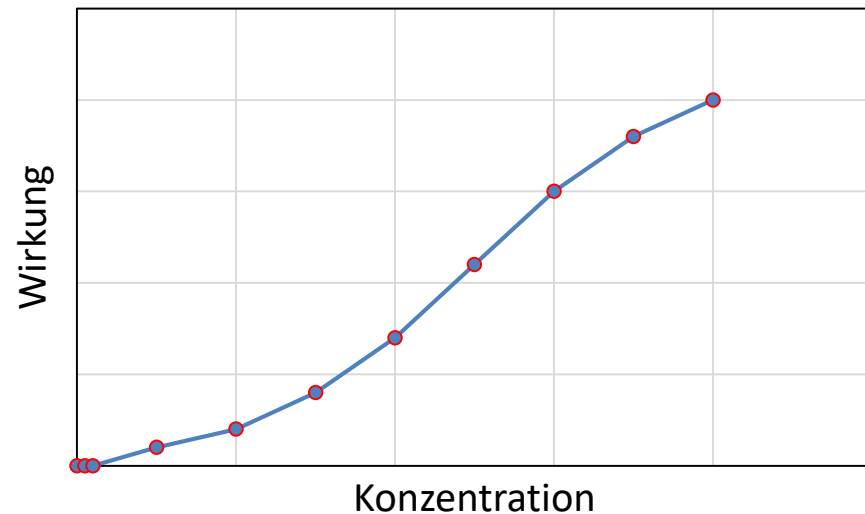
7. Glyphosat wirkt wie ein Pseudohormon im Körper (Endokrindisruptor)
8. Glyphosat und Abbauprodukt AMPA wirken auf Neurotransmitter
9. Viele andere Gesundheitseffekte inkl. Krebs

Pseudohormonwirkung

- Eine Substanz, die chemisch nicht mit einem Hormon verwandt ist wirkt im Körper aber wie ein Hormon

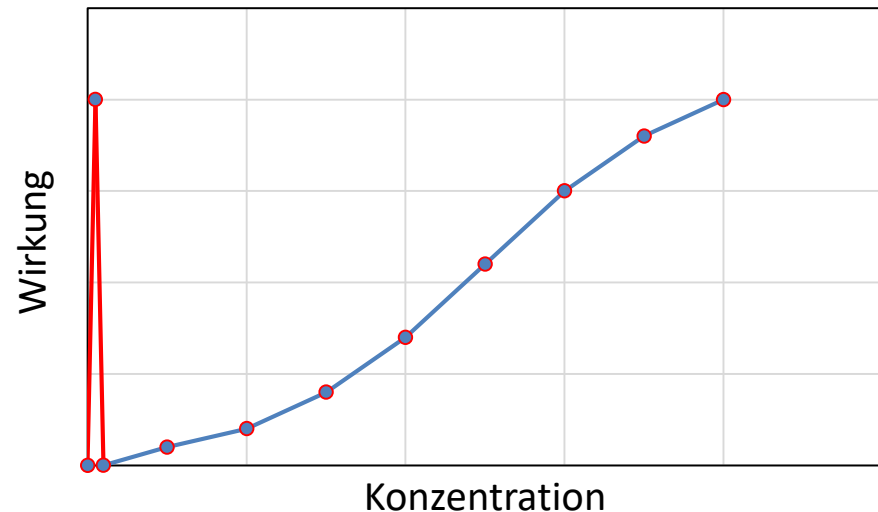
Pseudohormonwirkung

- Eine Substanz, die chemisch nicht mit einem Hormon verwandt ist wirkt im Körper aber wie ein Hormon
- Das gewohnte Bild:
Mit zunehmender Konzentration nimmt die Wirkung auch zu.



Pseudohormonwirkung

- Eine Substanz, die chemisch nicht mit einem Hormon verwandt ist wirkt im Körper aber wie ein Hormon
- Hormone wirken aber in kleinsten Konzentrationen!



„...A further complication arises specifically for endocrine disrupting chemicals: there are theoretical and empirical findings concluding that **one cannot assume any no-impact exposure threshold for endocrine processes that are already underway because of endogenous hormones**“

Myers, J. P., et al. (2016).
Environmental Health 15:19

Das heißt: Einmal angestoßen kann man die Prozesse kaum mehr stoppen.

Glyphosat bei Tieren

- AMPA und Gly **reduzieren Acetylcholinesteraseaktivität, damit Reduktion der Neurotransmitter: Erklärt Nervenkrankheiten**
- Hohe Dosen stören Entwicklung der Neuralzellen bei Ratten
- Chronische Exposition bei Ratten im Wasser führte zu:
 - **Leber- und Nierenschäden, Änderungen im Leberproteom und Metabolom, Krebs**
 - **Fruchtbarkeitsreduktion**
 - **Endokrindisruption (Pseudohormoneffekte!)**

Änderungen der Aussagen der Industrie

„Nach den [taz-Recherchen](#) zu falschen Aussagen über das Krebsrisiko des Pflanzengifts Glyphosat hat Bayer seine Kommunikation zum Thema verändert. Im letzten Quartalsbericht vom Juli ([pdf](#)) hatte das Chemieunternehmen noch behauptet, **„mehr als 800 wissenschaftliche Studien“ hätten „bestätigt, dass Glyphosat bzw. Glyphosat-basierte Herbizide nicht krebserregend sind und dass die bestimmungsgemäße Anwendung sicher ist“**. Tatsächlich befassten sich aber überhaupt nur rund 50 Studien mit dem Krebsrisiko – und kamen zudem zu unterschiedlichen Ergebnissen....“

14.11.2018: <http://www.taz.de/Nach-taz-Bericht-ueber-Pflanzengift/!5550643/>

Änderungen der Aussagen der Industrie

„Im jüngsten Quartalsbericht ([pdf](#)), der am Dienstag veröffentlicht wurde, ist die Aussage deutlich verändert worden. **„Mehr als 800 wissenschaftliche Studien und Aufsichtsbehörden weltweit haben bestätigt, dass Glyphosat sicher ist, wenn es entsprechend den Anwendungshinweisen verwendet wird“**, heißt es nun. Ähnlich äußerte sich der Vorstandsvorsitzende Werner Baumann bei einer Pressekonferenz. Die Falschaussage, dass alle diese Studien das Mittel für nicht krebserregend halten, wiederholte das Unternehmen nicht....“

14.11.2018: <http://www.taz.de/Nach-taz-Bericht-ueber-Pflanzengift/!5550643/>

Änderungen der Aussagen der Industrie

„Im Pressegespräch zu den Quartalszahlen berichtete Bayer-Chef Baumann zudem, dass **die Zahl der Klagen von Glyphosatgeschädigten in den USA auf 9.300 gestiegen** ist. Im August hatte das Unternehmen noch von 5.000 gesprochen. „Mit weiteren Klagen ist zu rechnen“, sagte Baumann. **Das Unternehmen sei aber „unverändert davon überzeugt, gute Argumente zu haben“, und werde sich „in all diesen Verfahren entschieden zur Wehr setzen“...“**

14.11.2018: <http://www.taz.de/Nach-taz-Bericht-ueber-Pflanzengift/!5550643/>

23.10.2018: <https://www.taz.de/Archiv-Suche/!5541180&s=Aktienkurs%2Bvon%2BBayer/>

„Der Aktienkurs des Unternehmens fiel gestern um 12 Prozent, **seit dem ersten Urteil im August ist der Unternehmenswert an der Börse um fast 25 Prozent eingebrochen, und das, obwohl Bayer nur 5 bis 8 Prozent seines Umsatzes mit Glyphosat bestreitet.**

Die Zahlen belegen eindeutig, welch faules Ei sich der Chemieriese mit Monsanto in den Konzern geholt hat. Das schlechte Image des Glyphosatherstellers war das größte Gegenargument für die Übernahme. Als die Pläne vor zwei Jahren bekannt wurden, sagte Bayer noch, dafür hätte man eine Strategie. Inzwischen muss man fürchten: Es gab nie eine....“

Lösungsansätze ohne Glyphosat

Schlüsselfaktoren, Kaskadeneffekte Artensterben, Industrielle Landwirtschaft

Schlüsselfaktor 1 Agrarstruktur

↑ Schlaggrößen, maschinengerecht

↓ Saumbiotope, Ränder, Schlaggrenzen, Flurbereinigung

Schlüsselfaktor 2 N-Input extern, „triggert“ weitere Zukaufsmittel
Dünger (N): Unabhängigkeit von N-Regeneration, Einengung Fruchtfolge



30 Tage nach der Anwendung eines Glyphosat-haltigen Herbizides ist das Feld unkrautfrei und bereit für die Aussaat neuer Feldfrüchte (© Monsanto).
©<http://www.glyphosat.de/nacherntebehandlung-vor-der-anschliessenden-aussaat>

↑ Ährentragende Halme/m²

- Herbizide (N-Profiteure)

↑ Mikroklima, Feuchte

- Fungizide

↑ wüchsiger Bestand,

- Insektizide Blattläuse

↓ Standfestigkeit

- Halmverkürzer

↑ Ertragsbildungsphase verlängert

- Sikkative (gleichmässige „Abreife einleiten“)

“nach der Ernte-vor der Aussaat“ Herbizide

Was tun ohne Glyphosat?

- Fruchtfolgen
- Zwischenfrüchte
- Saatedichte und Muster
- Mechanische Beikrautkontrolle
- Züchtung für Unkrautunterdrückung
- **Mulch**

Energie und mechanische Bekämpfung

- Energiebedarf um Roundup für 1 ha zu produzieren: 225 MJ
- Energiebedarf für eine Ausbringung 1 ha (85 PS): 42 MJ
- Energiebedarf für einmal striegeln 1ha (17m breit 180PS): 124 MJ

Hoepfner et al, 2006, Renew Agric Food Syst, 21, 60-67











Aussaatemuster

- Konkurrenz durch Dichtsaat



Weizen in Reihen
(courtesy Jacob Weiner, Univ. Copenhagen)



Dieselbe Anzahl Pflanzen gleichmäßig verteilt

Mischungen



Erbsen alleine



Hafer alleine



Senfsamenbank war im Feld

Hafer-Erbsenmischung

Züchtung für
Beikrautunterdrückung?
Weizenpopulationen



Kontrolle: Betriebsorte (Elixer)

**2017 Weizen Composite Crosses im Ökoanbau im
langjährigem Minimalbodenbearbeitungssystem
(Praxisbetrieb)**





Was tun ohne Glyphosat?

- Fruchtfolgen
- Zwischenfrüchte
- Saatedichte und Muster
- Mechanische Beikrautkontrolle
- Züchtung für Unkrautunterdrückung
- Mulch

Dies braucht öffentliche Unterstützung und Lenkung, z.B.

- **Bezahlung für Ökosystemdienstleistungen**
- **N-Kontrolle**



Es gibt viel zu tun

Wir müssen es anpacken!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dank an (unvollständig!):

Jelena Bačanović-Šišić

Vijaya Bhaskar

Sarah Brumlop

Andreas Butz

Stephan Junge

Farhan Saeed

Helmut Saucke

Jan Henrik Schmidt

Adnan Šišić

Odette Weedon

Rainer Wedemeyer

Jom Deckers

Sven Heinrich

Matthias von Ahn

Unzählige Studierende

