

Glyphosat – Herbizid mit verlängerter Laufzeit

Monika Krüger

Institut für Bakteriologie und Mykologie,
Albrecht-Daniel-Thaer-Institut (ATI)

Vet. Fak. Universität Leipzig

Papst Franciscus zu Pestiziden

16.06.2015

- **“Wir werden krank, z. B. durch Inhalation von großen Mengen von Rauch, der von Brennstoffen für Kochen und Heizen entsteht. Das wird ergänzt durch...Dünger, Insektizide, Fungizide, Herbizide und toxische Pestizide insgesamt. Diese Technologie ist mit der Finanzwirtschaft verbunden, behauptet nur Probleme lösen zu wollen...kreiert dabei aber andere”.**

Papst Franziskus an
Prof. da Silva, General-
Direktor der FAO

14.10.2016



FAO-widmet dem Welternährungstag den Slogan: “Climate is changing. Food and agriculture must too”,

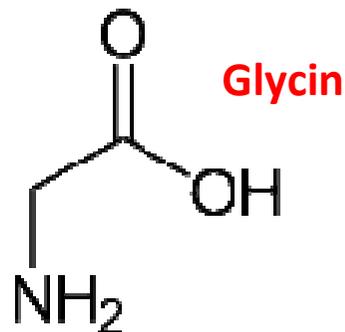
- **“Das Erfahrungswissen, das Bauern und Fischer über Generationen konserviert haben, heute aber vernachlässigt oder vergessen wurde, wurde durch ein Produktionsmodell einer kleinen und damit winzigen Gruppe der Weltbevölkerung ersetzt. Erinnern wir uns, dass diese Modell mit all seiner Wissenschaftlichkeit es gestattet, dass immer noch acht Millionen Menschen hungern.”**

Bundeskanzlerin 18.08.2016

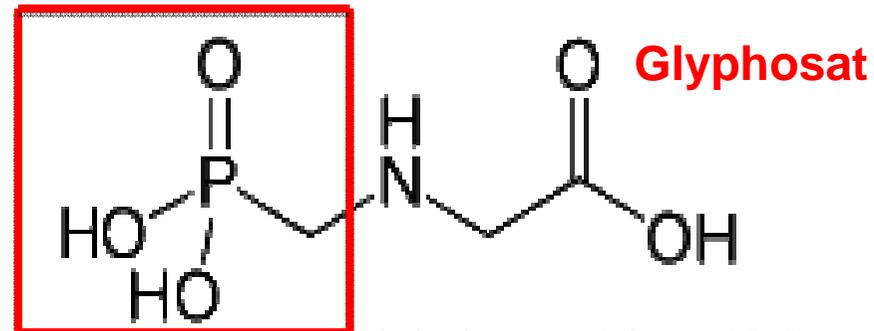
„Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel (CDU) macht sich für eine weitere Verwendung des umstrittenen Pestizids Glyphosat in der Landwirtschaft stark. Sie werde sich dafür einsetzen, dass das Mittel auf wissenschaftlicher Grundlage weiterhin eingesetzt werden kann, sagte Merkel am 18.08.16 auf einem CDU-Agrarforum in Boldekow (M-V, Wahlkampf). Studien belegten, dass die Risiken nicht sehr groß seien.“ **Welche Studien das sind, sagte Frau Dr. Merkel nicht.**

Glyphosat [*N*-(Phosphonomethyl)-Glycin]

Glyphosat ist ein systemisches und nicht selektives Herbizid



Molekulargewicht: 75,0666



Molekulargewicht: 169,3

1950

1970

1996

2010

Synthetisiert
Henri Martin
Cilag AG (CH)

Produziert
durch
Monsanto

Zulassung **1974**

Zulassung
von
GVO in
USA

weltweit
verwendete
Glyphosatmenge
(0.5 Mio. T)

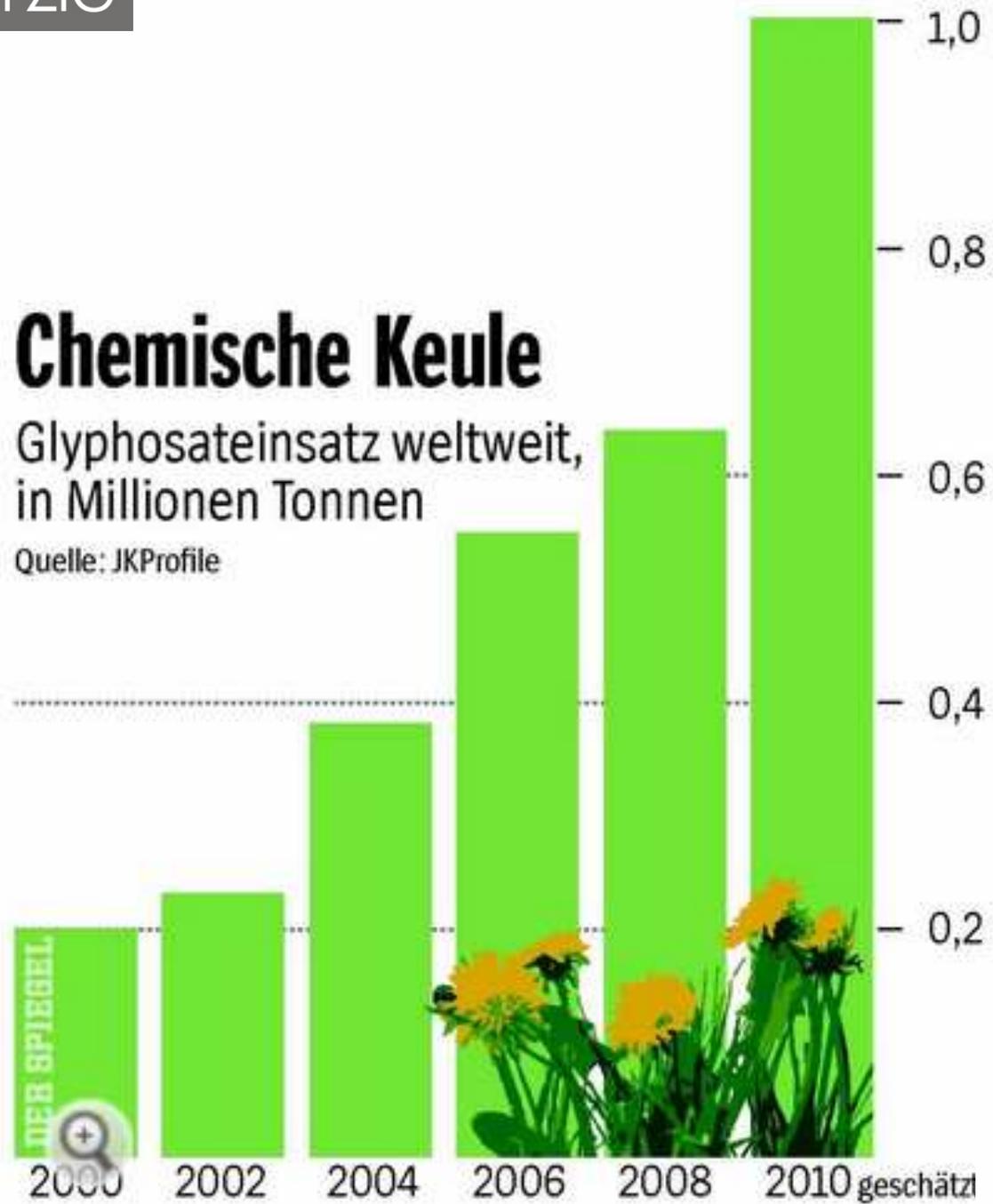
(Székács und Darvas, 2012).

Glyphosat ist ein **Glycin**molekül mit einer am N-Atom gebundenen **Methyl-Phosphonyl**-Gruppe

Chemische Keule

Glyphosateinsatz weltweit,
in Millionen Tonnen

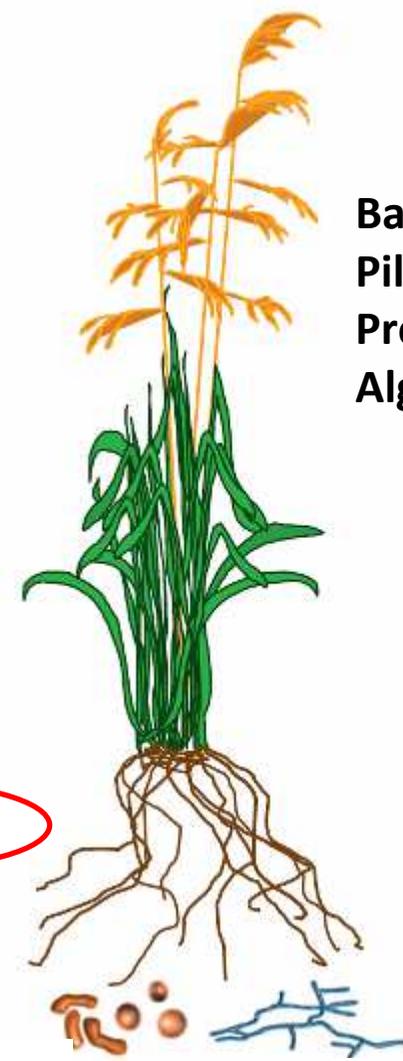
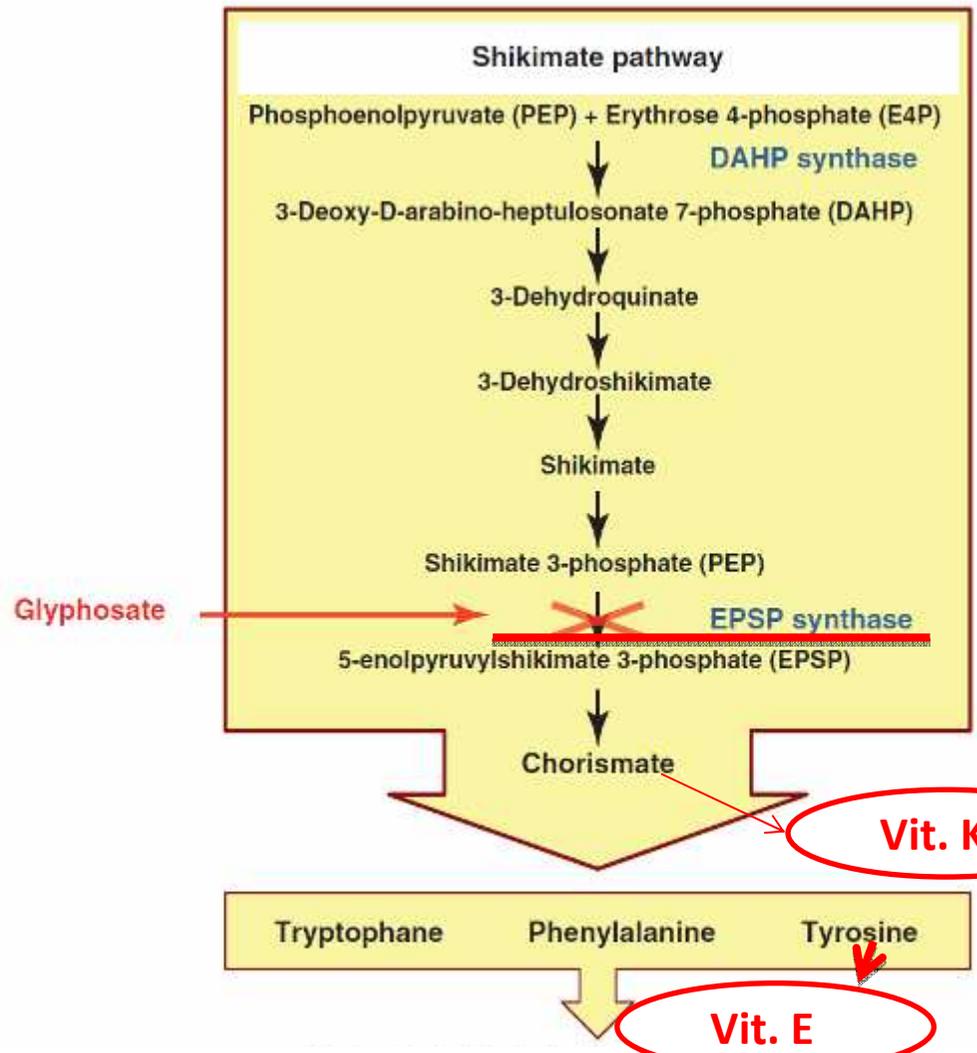
Quelle: JKProfile



Glyphosat - Wirkungen

- **1 Herbizid (Zulassung in USA 1974)**
- **2 Chelator (Erfinder Henri Martin, 1950)**
- **3 antibakteriell (Abraham et al. 2010)**
- **4 Zytostatikum (Camden et al. 1996)**

1. Glyphosat – herbizider Wirkungsmechanismus



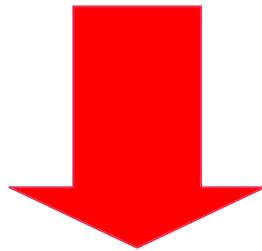
Bakterien
Pilze
Protozoen
Algen

ATI

Behindert alle Proteine und Wirkstoffe, die die drei aromatischen Aminosäuren benötigen, Tannin, Lignin, Flavonoide etc, Wuchsstoffe.

2. Chelator

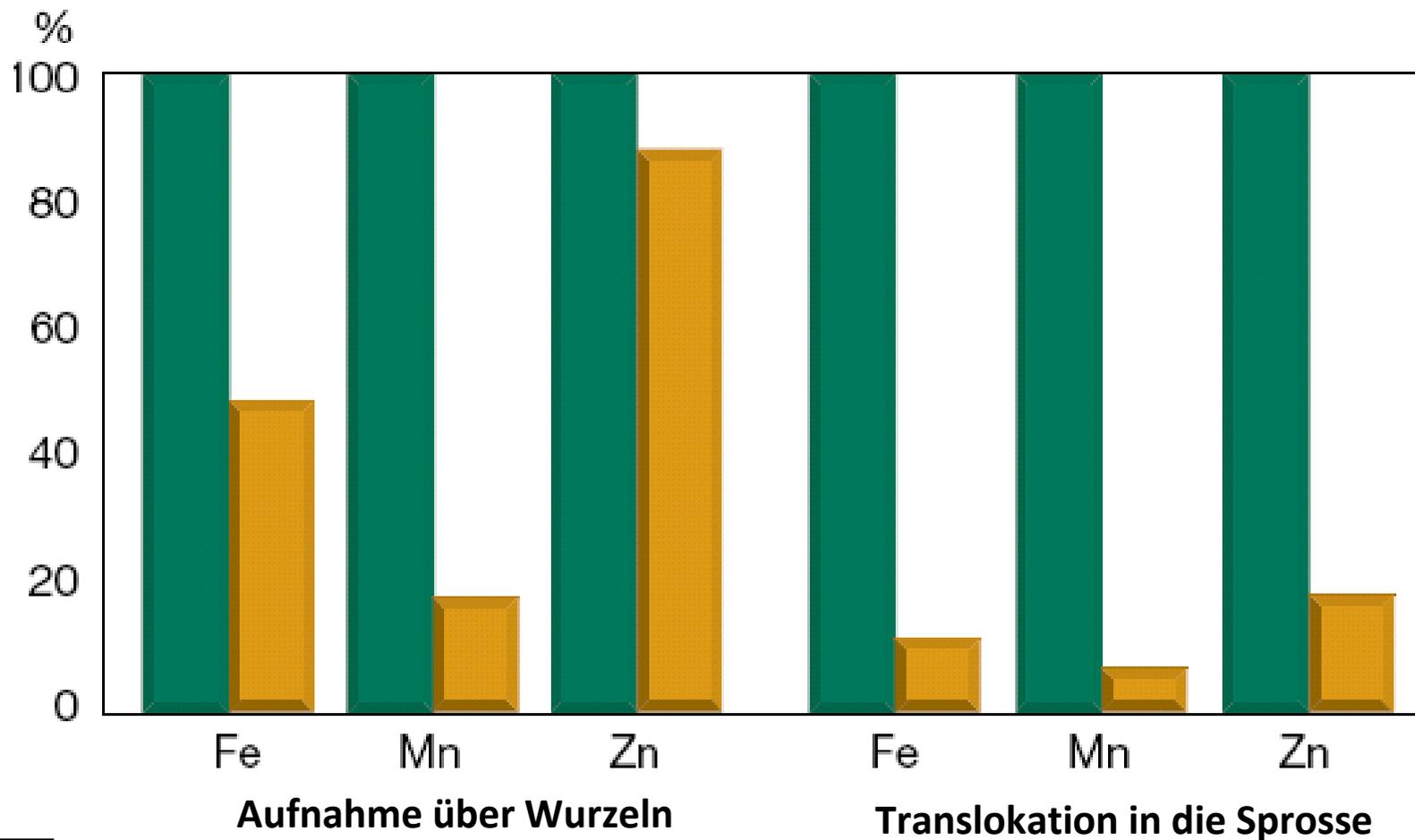
Starker Chelator, bindet zweiwertige Kationen wie Mg^{++} , Ca^{++} , Zn^{++} , Co^{++} , Mn^{++} , Fe^{++} usw. (bildet Komplexe mit Kationen)



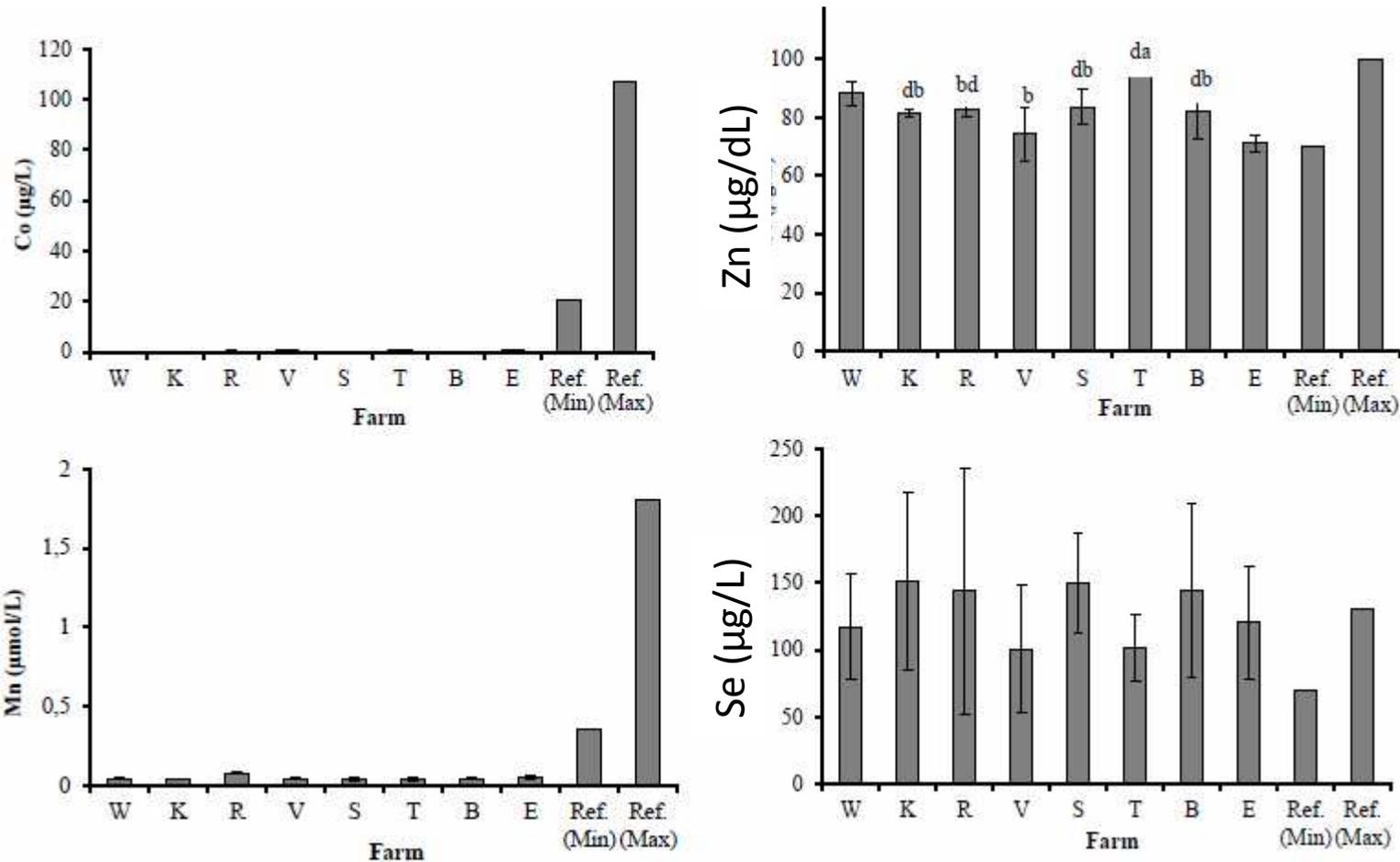
Kationen (bes. Spurenelemente) sind dann für Pflanzen und Tiere nicht mehr verfügbar

Einfluss von Glyphosat auf Mikronährstoffaufnahme und Nährstofftranslokation in Pflanzen (Sonnenblumen)

(Eker et al. 2006)



Einfluss von Glyphosat auf Spurenelementgehalt im Blutserum von Kühen (DK)



Krüger et al. 2013 Field Investigations of Glyphosate in Urine of Danish Dairy Cows

3. Wirkung auf Mikroorganismen

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-

3. Bakterien besitzen 2 Formen von EPSPS

(Carr et al. 2011)

- **Klasse I: sensibel für Glyphosate in mikromolaren Konzentrationen**
- **Klasse II: noch aktiv in Gegenwart von Glyphosat**

Sensibel

Lactobacillus spp.
Enterococcus spp.
Bifidobacterium spp.
Bacillus spp.

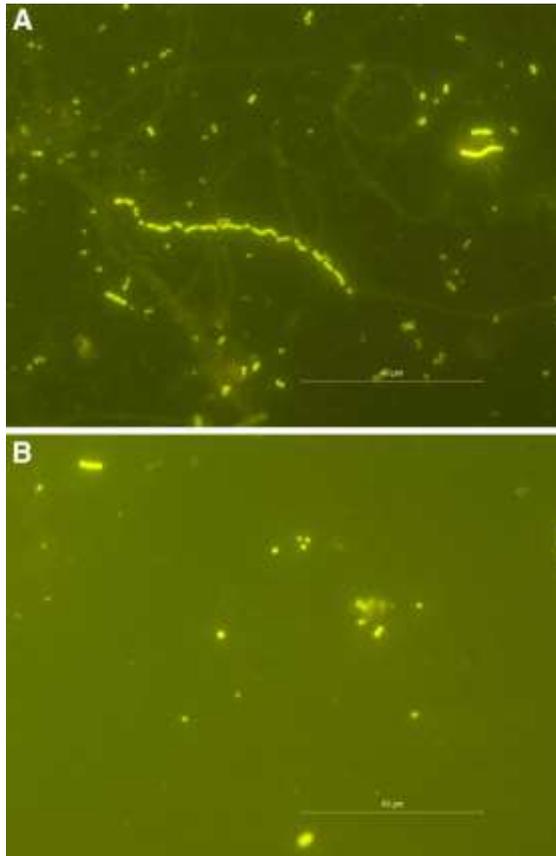
Resistent

Salmonella Typhimurium
Salmonella Enteritidis
Salmonella Gallinarum
Clostridium tetani
Clostridium perfringens
Clostridium botulinum
Fusobacterium necrophorum

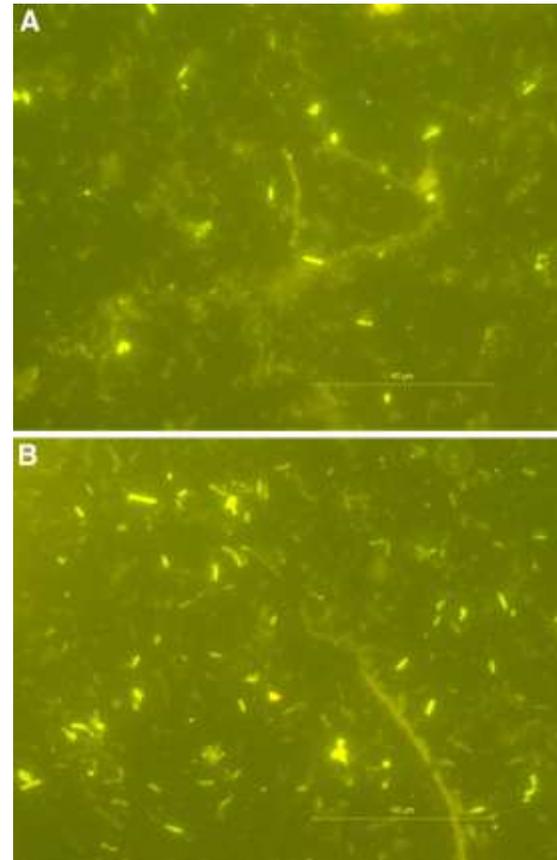
Shehata et al. 2012 The Effect of Glyphosate on Potential Pathogens and Beneficial Members of Poultry Microbiota In Vitro

Krüger et al. 2013 Glyphosate suppresses the antagonistic effect of *Enterococcus spp.* on *Clostridium botulinum*

Einfluss von Glyphosat auf Pansenmikrobiota



Rfla729 in Diät 1, A: 0 µg/ml Glyphosat
B: 10 µg/ml Glyphosat

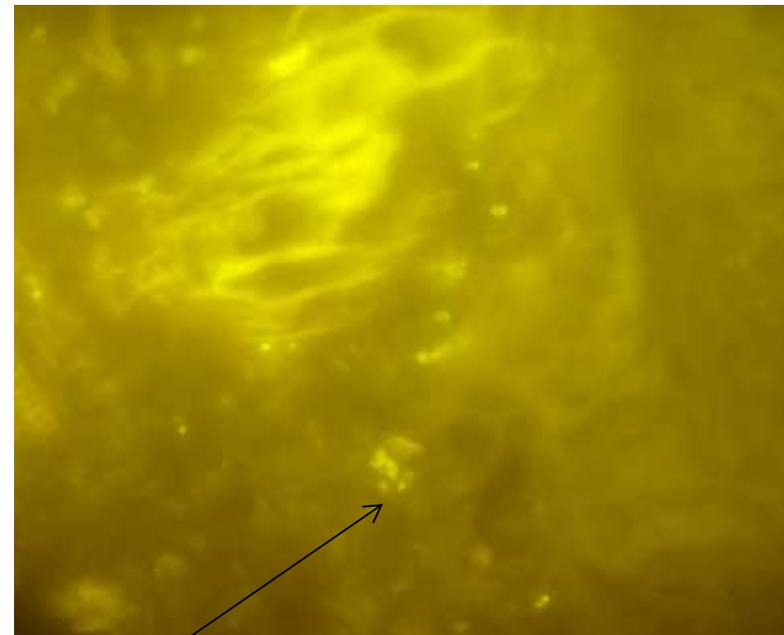
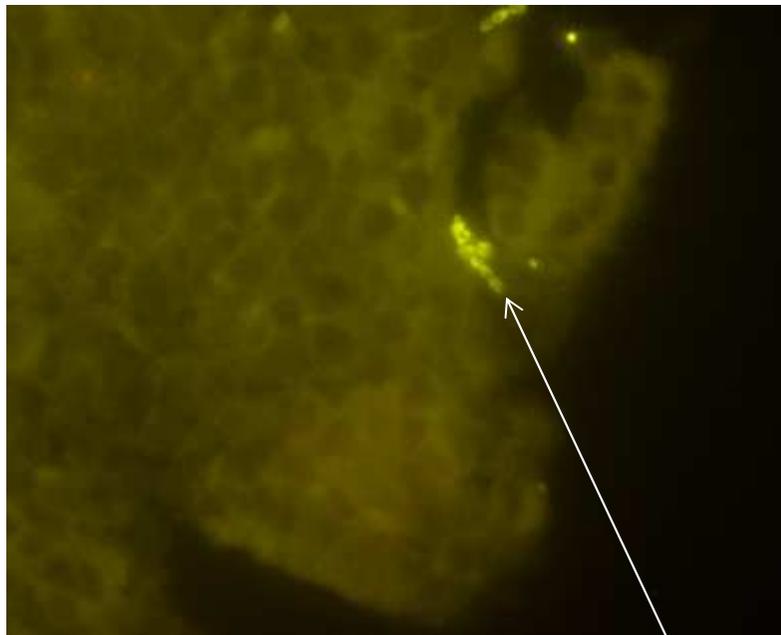


Chis 150 in Diät 1, A: 0 µg/ml Glyphosat
B: 10 µg/ml Glyphosat

Blinddarm, chronischer Botulismus

Bakteriennachweis mit Clostridiensonde

Swidsinski, 2010



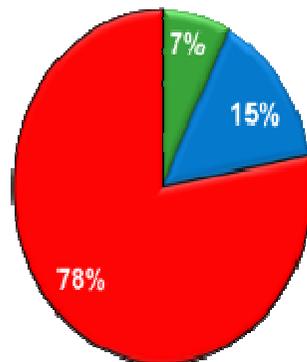
ATI

Versporete Bakterien, Tennisschlägerform

Glyphosat-Empfindlichkeit von *ESBL-E. coli* und nicht-*ESBL-E. coli*

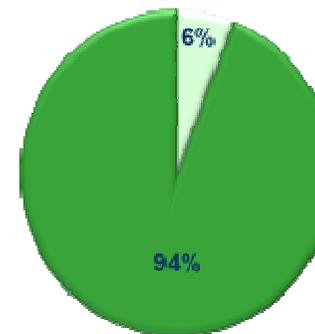
ESBL E. coli (N=37)

■ MHC = 600 µg/ml ■ MHC = 1200 µg/ml ■ MHC = 2400 µg/ml



Sensitive *E. coli* (N=16)

■ MHC = 300 µg/ml ■ MHC = 600 µg/ml

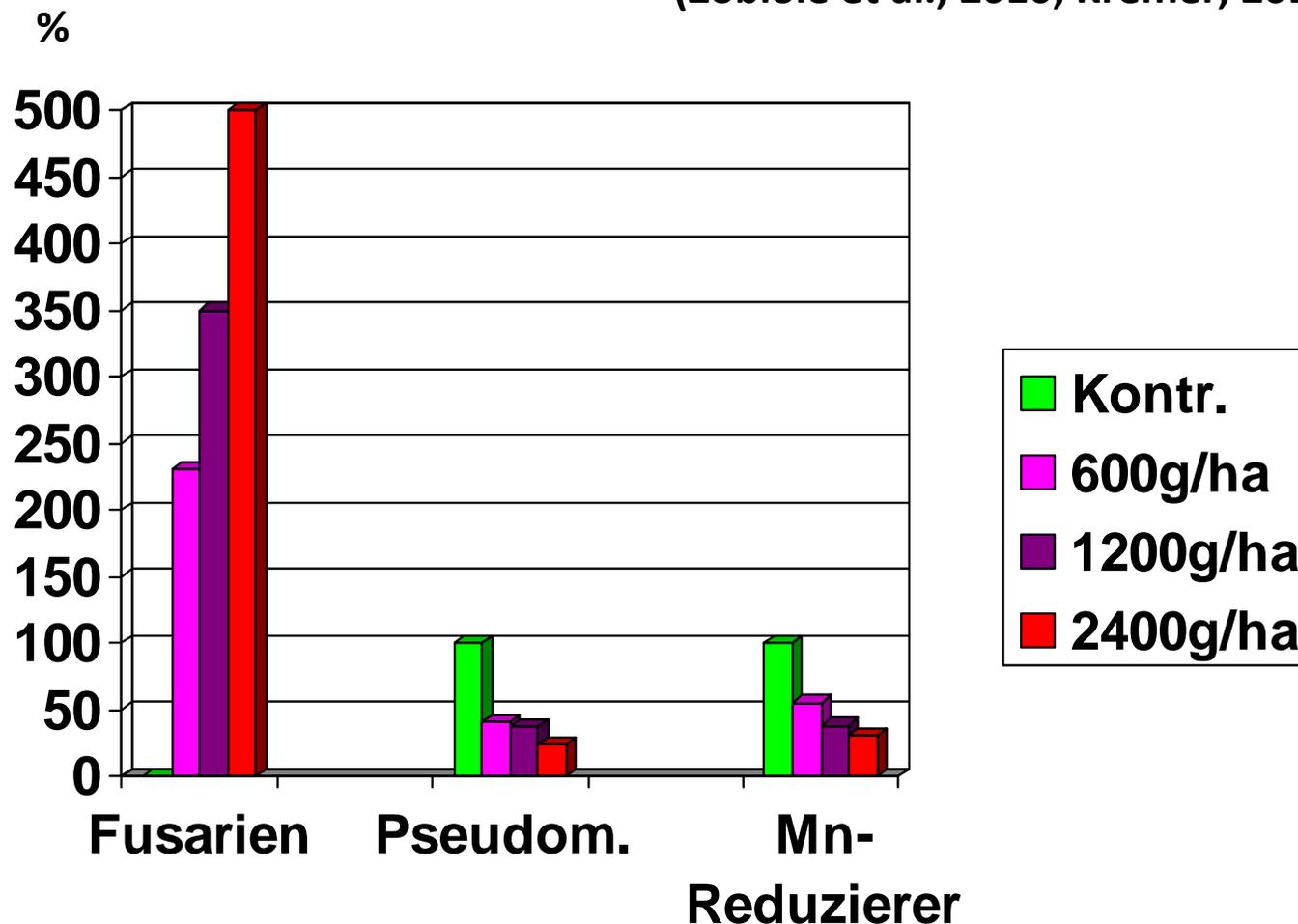


Bakterielle Resistenz für Glyphosat

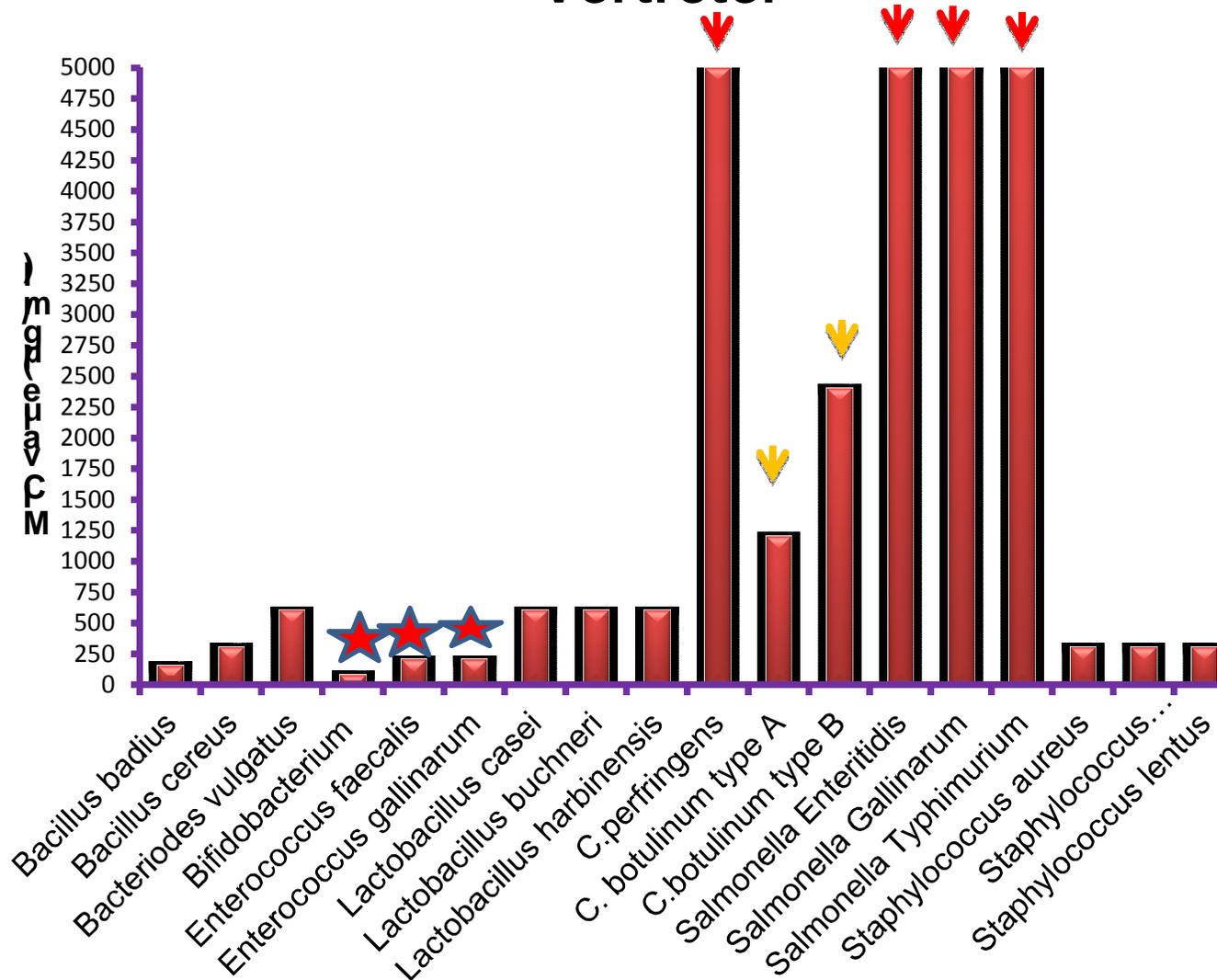
- Überproduktion von EPSPS
- Aminisäureveränderungen in der EPSPS
- Natürliche Resistenz durch Klasse II EPSPS
- EPSPS von *S. aureus* kann als echte Klasse II EPSPS klassifiziert werden

3. Einfluss von Glyphosat auf Bodenmikroorganismen

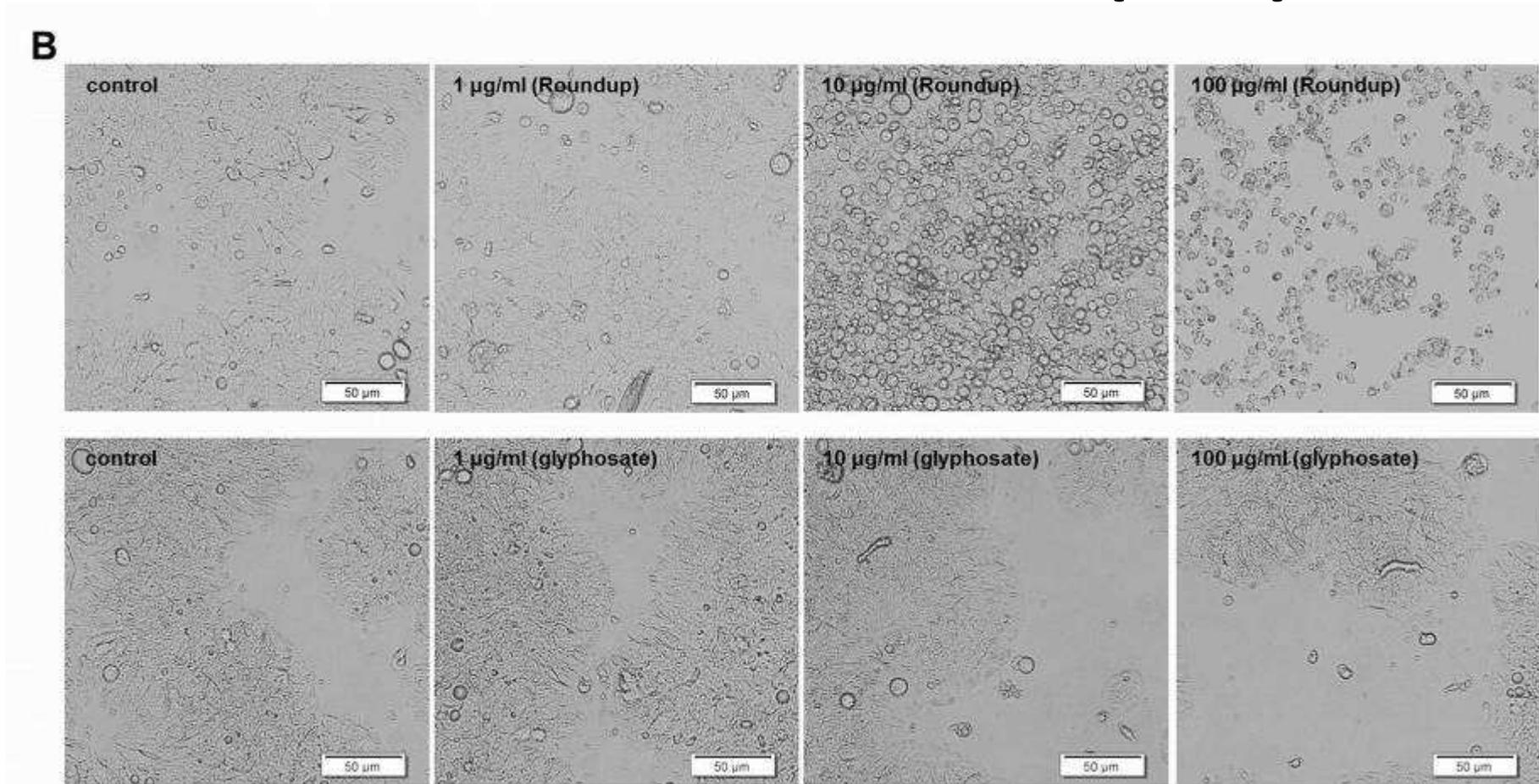
(Zobiolo et al., 2010; Kremer, 2010)



Auswirkungen von Glyphosat auf potenzielle Krankheitserreger und symbiotische Mikrobiota - Vertreter



Toxizität von Glyphosat und Roundup auf HT29-MTX Zellen (48h)



(Gac et al. 2014 submitted)

Zusammenfassung

- Glyphosat beeinflusst durch Hemmung des Shikimisäure-Stoffwechselfades die Synthese aromatischer Aminosäuren – **Tryptophan, Phenylalanin, Tyrosin** in grünen Pflanzen aber auch von zahlreichen Bakterien, Pilzen, Protozoen und Algen
- Glyphosat ist ein Chelator
- Glyphosat besitzt antimikrobielle Eigenschaften.



Glyphosat-Quellen für Mensch und Tier

- Futter-/Nahrungsimporte - **GVO-Soja, GVO-Raps, GVO-Mais !!!!**
- Getreide und Stroh nach Vorernte-Sikkation (Deutschland seit Mai 2014 verboten, **aber Ausnahmen**)
- (Kontaminiertes Oberflächenwasser)

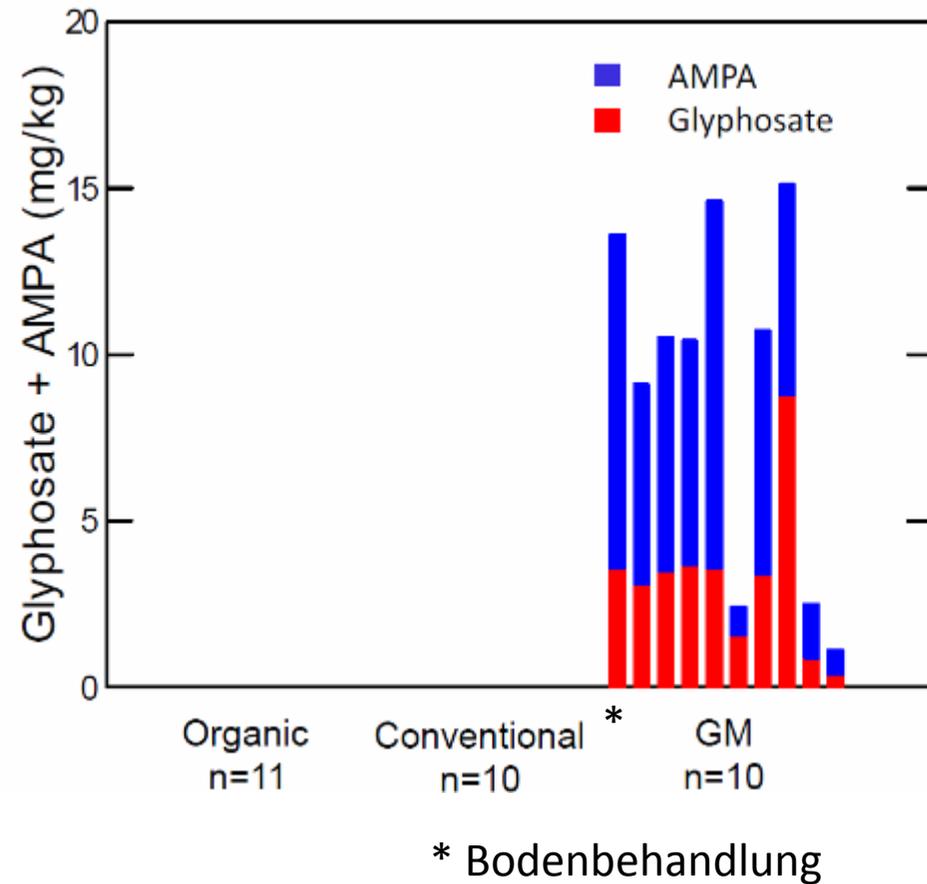
Quellen für Glyphosatrückstände in Futter-und Nahrungsmitteln

- **30-40% der deutschen Ackerflächen werden mit Glyphosat behandelt**
- **Weiterer Einsatz in Forstwirtschaft, Gemüseanbau, Weinbau, Obstanbau etc., Bundesbahn**
- **Jährlich ca. 38 Mio. t GVO-Soja von Europa importiert, Hauptproduzenten USA, Brasilien, Argentinien**

Nachweis von Glyphosat und AMPA in Soja (Bohn et al. 2013)

VERORDNUNG Nr. 441/2012 DER EU-KOMMISSION
Rückstandshöchstgehalte Glyphosat in Futtermitteln

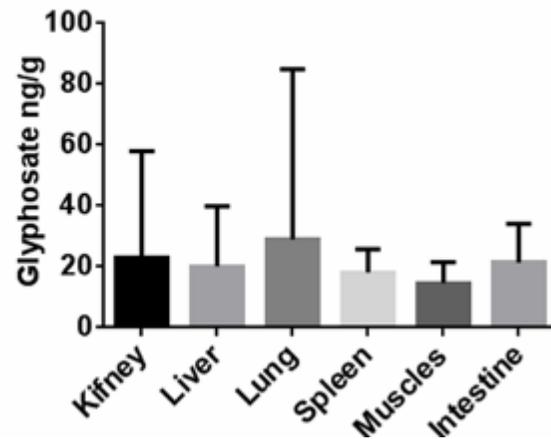
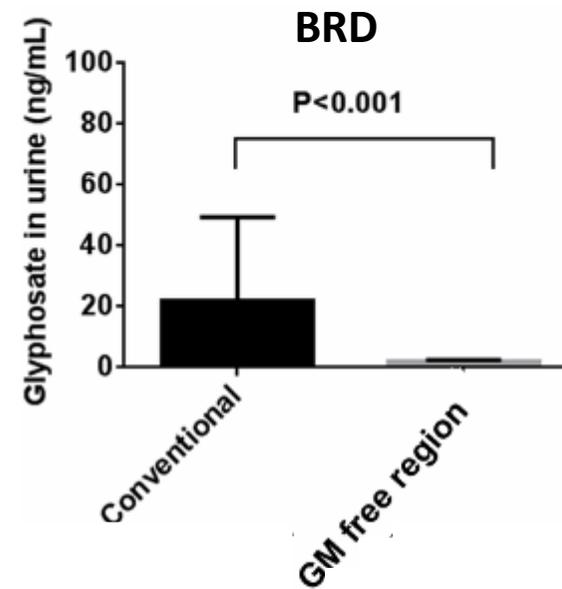
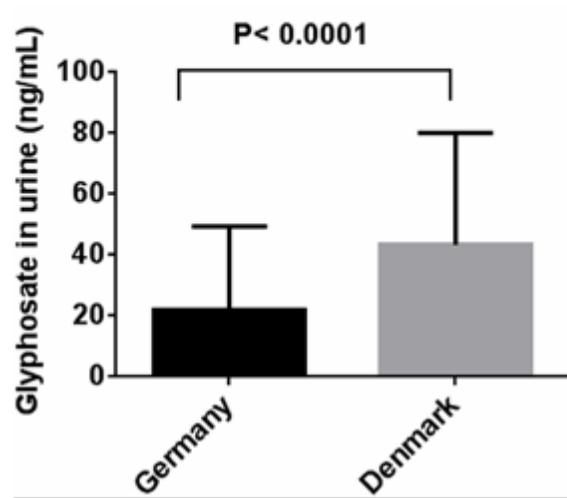
| Futtermittel | Grenzwert mg/kg |
|----------------------------|--------------------|
| Leinsamen | 10 |
| Sonnenblumenkerne | 20 |
| Rapssamen | 10 |
| Sojabohne | 20 |
| Gerste | 20 |
| Mais | 1 |
| Hafer | 20 |
| Roggen | 10 |
| Weizen , Dinkel, Triticale | 10 |
| Süßlupine | 10 |



Rückstandshöchstgehaltfestlegungen

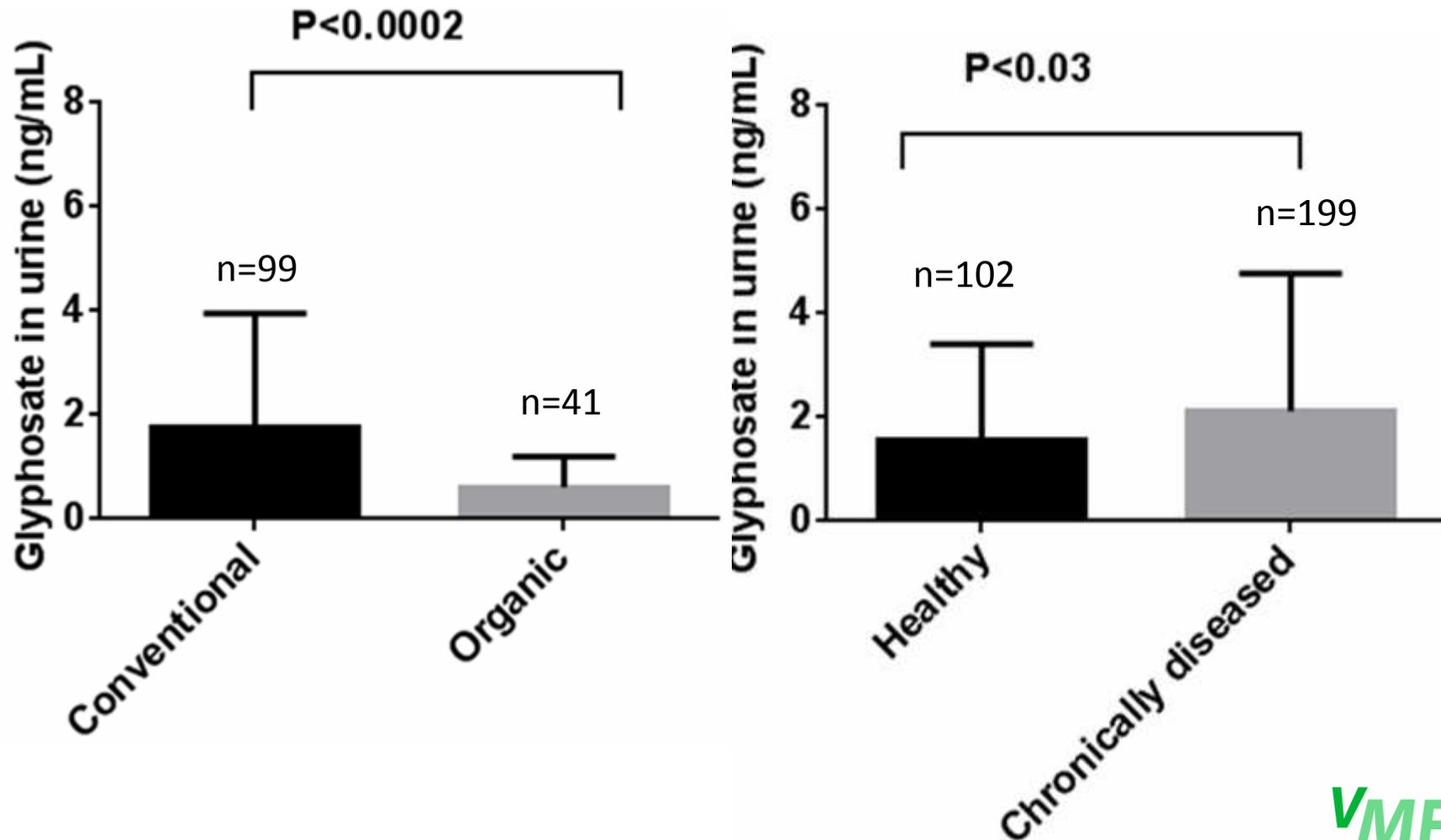
- Werden mit Daten der Hersteller festgelegt
- Finden Lebensmittelüberwacher öfter Werte, die höher sind als angenommen, dürfen die Werte durch die Firmen nach oben angepasst werden, dadurch reduziert sich die Menge des aufzunehmenden Lebensmittels
- Für Linsen z. B. wurde Wert von 0,1mg/kg auf 10mg/kg korrigiert

Nachweis von Glyphosat in Urinen von Milchkühen und Organen und Fleisch



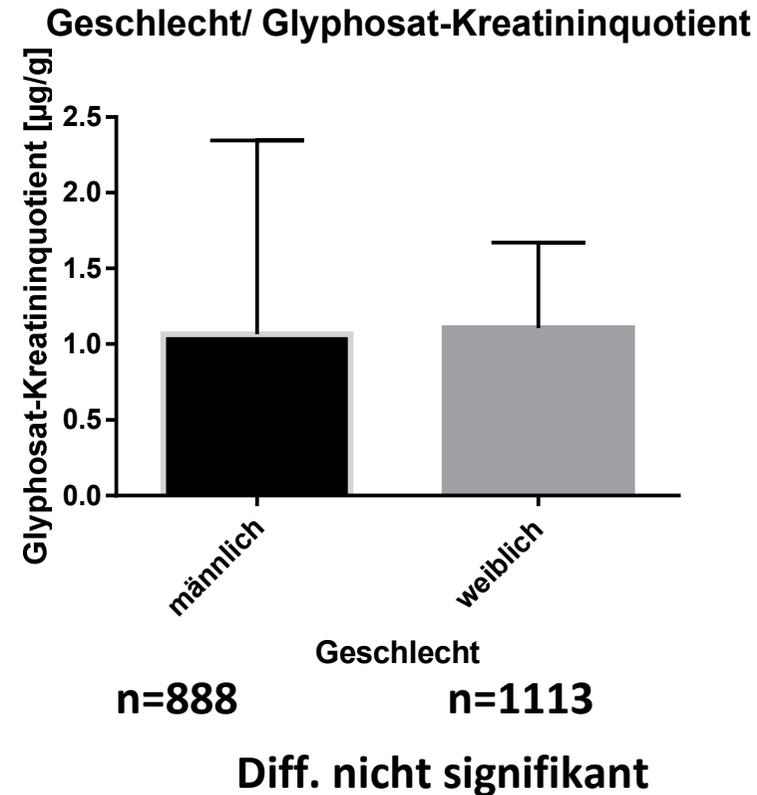
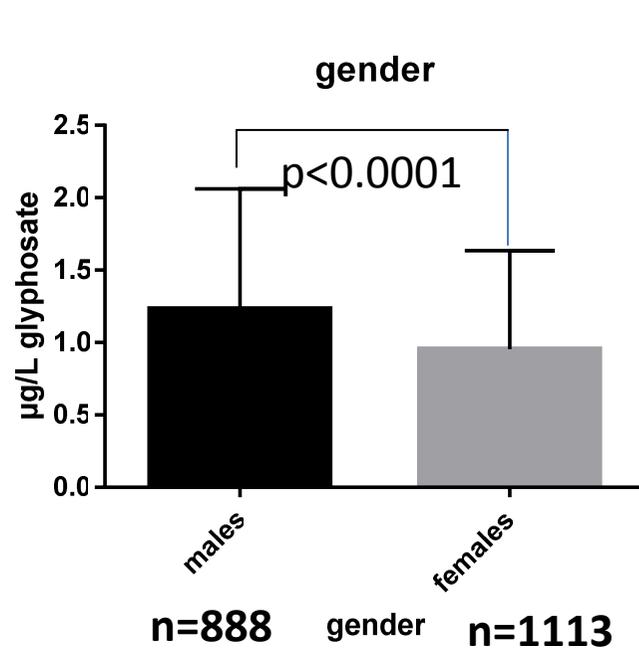
Krüger et al. 2014: Detection of Glyphosate Residues in Animals and Humans.
 J Environ Anal Toxicol 2014

Nachweis von Glyphosat im Urin von Menschen



Nachweis von Glyphosat im Urin von 2009 deutschen Probanden (Urinal 2015)

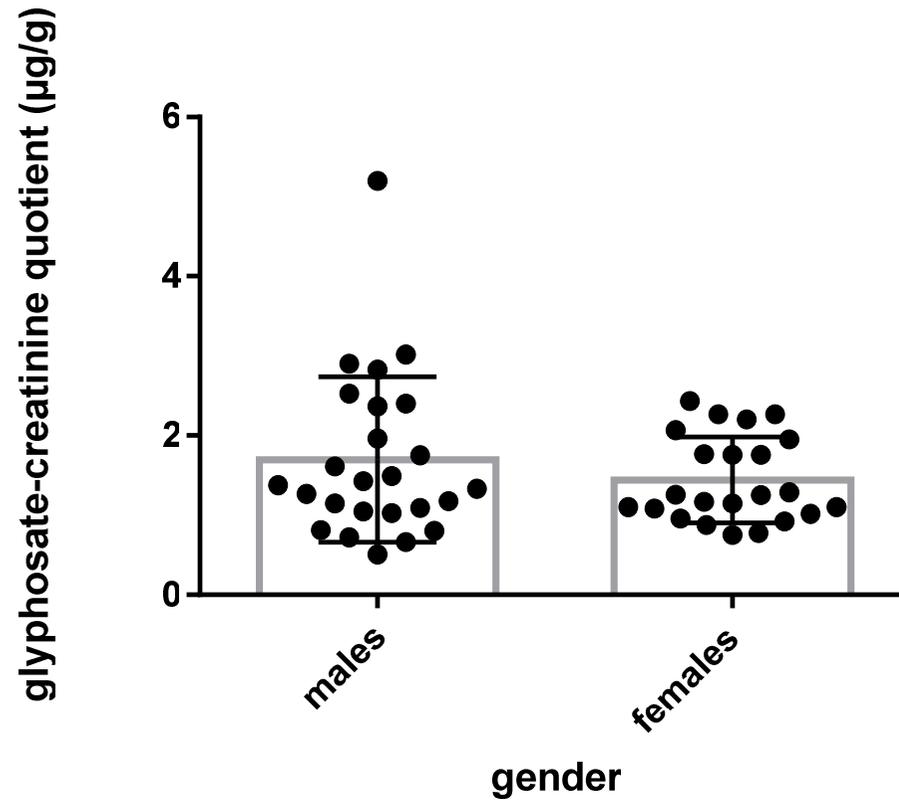
8/2009 Probanden < unterer Grenzwert der Methode



Glyphosatnachweis im Urin von 48 Mitgliedern des EU-Parlaments

(korrigiert auf Glyphosat/g Creatinin)

Gender/ glyphosate-creatinine concentration



Glyphosat: Einige biologische Effekte

- **Dysbiose der Magen-Darm-Mikrobiota**
- **Zerstörung von Cytochrom P450 (CYP) Enzymen,**
die
- **Verarmung an wichtigen Mineralien**
Calcium, Mangan, Zink, Kobalt, Eisen, Selen, Kupfer
- **Reduzierung der Sulfatsynthese and des Sulfat-transportes**

* A. Samsel and S. Seneff, Entropy 2013, 15, 1416-1463

Glyphosat: Mangel an aromatischen Aminosäuren

- **Tryptophan** → Serotonin → Melatonin

Tyrosin → Dopamin, Adrenalin, Melanin, Schilddrüsenhormon

Zerstörung der Cytochrome P450 (CYP)- Enzymen:

–Aktivierung von Vitamin D, Abbau von Retinsäure (Abbauprodukt von Vit. A)

–Galleproduktion

(Samsel und Seneff, 2013)

–Detoxifizierung von Umweltgiften

ATI

–Stabilisierung von Blut (Hämorrhagien vs. Koagula)

Beeinflussung der Fruchtbarkeit

- Aromatase ist ein **CYP 450 Enzym**, das **Testosteron zu Östrogen** umwandelt (Fruchtbarkeit)
- Spermien hängen von Cholesterolsulfat für Dekapitation und Fertilisation ab
- Cholesterolsulfat-Synthese hängt von Cytochrom P450 (CYP)- Enzymen ab
- Glyphosat zerstört die CYP-Enzymfunktion

T. Sarachana et al., PLoSONE, Feb. 2011, 6(2):e17116

A. Samsel and S. Seneff, Entropy 2013, 15, 1416-1463.

Carrasco, 2010, Missbildungen bei menschlichen Föten



Carrasco, 2010, Missbildungen bei menschlichen Föten



Deformierte Ferkel (Dänischer Bericht, 2012)



ATI

Zusammenfassung

- **Glyphosat ist in Futter und Nahrungsmitteln nachweisbar.**
- **Rückstandshöchstgehalte werden mit Daten der Hersteller festgelegt.**
- **Durch Mangel an aromatischen Aminosäuren, Spuren-und Mengenelementen sowie Beeinflussung der MDT-Mikrobiota entstehen zahlreiche Erkrankungen.**
- **Die Fruchtbarkeit wird sowohl bei männlichen als auch weiblichen Individuen negativ beeinflusst.**



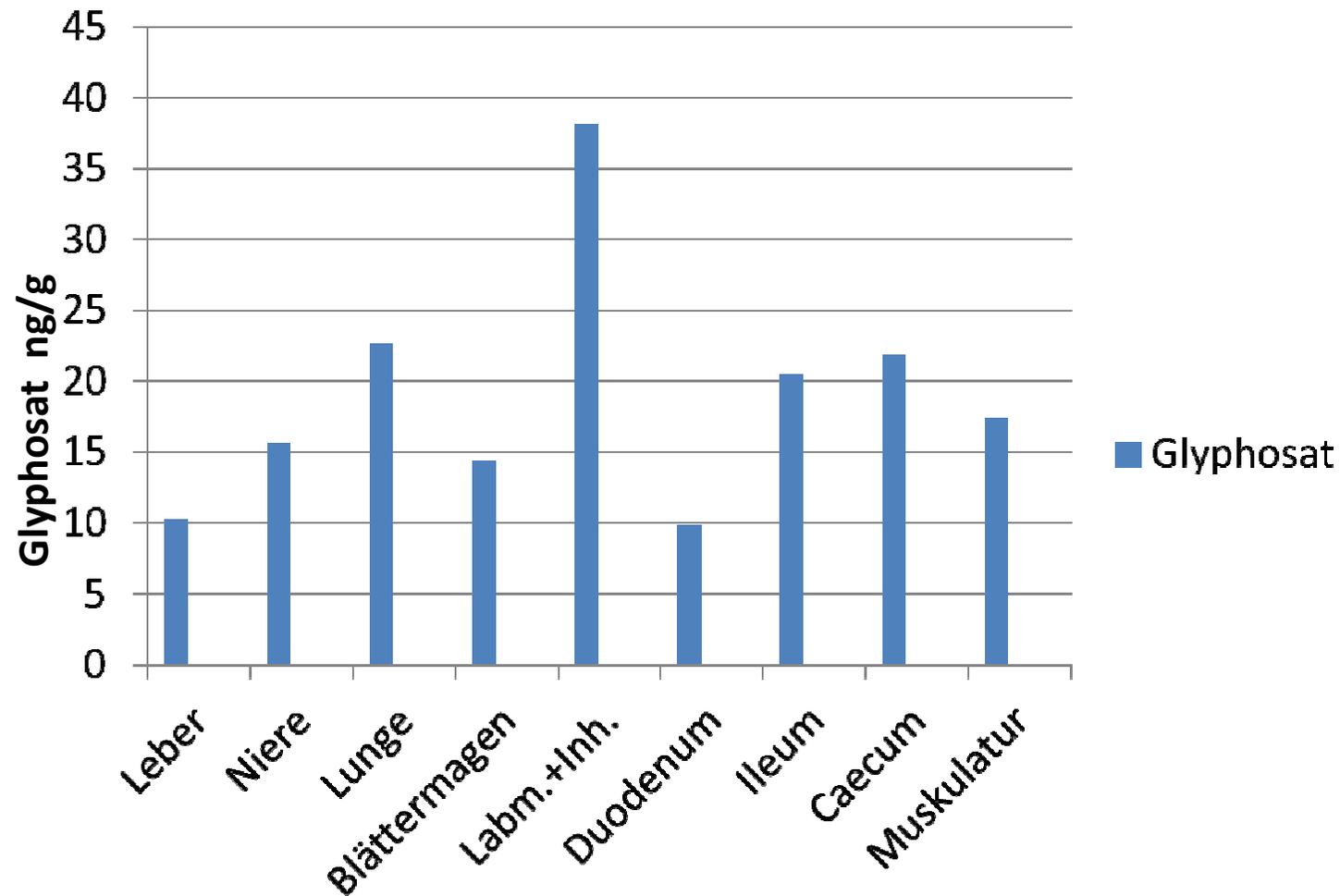
Nachweis von Glyphosat bei Wild-und Gattertieren

Untersuchungen von Futtermitteln eines Damwildbestandes (Sachsen) auf Glyphosat

| Substrat | Direkter BoNT-Nachweis | Sporennachweis | Glyphosat g/kg |
|---------------|------------------------|----------------|----------------|
| Futter | | | |
| Leckmasse | neg. | neg. | 2,6 |
| Maiskörner | neg. | neg. | 0.035 |
| Heu | neg. | neg. | 0,073 |
| Eicheln | neg. | neg. | 0,309 |

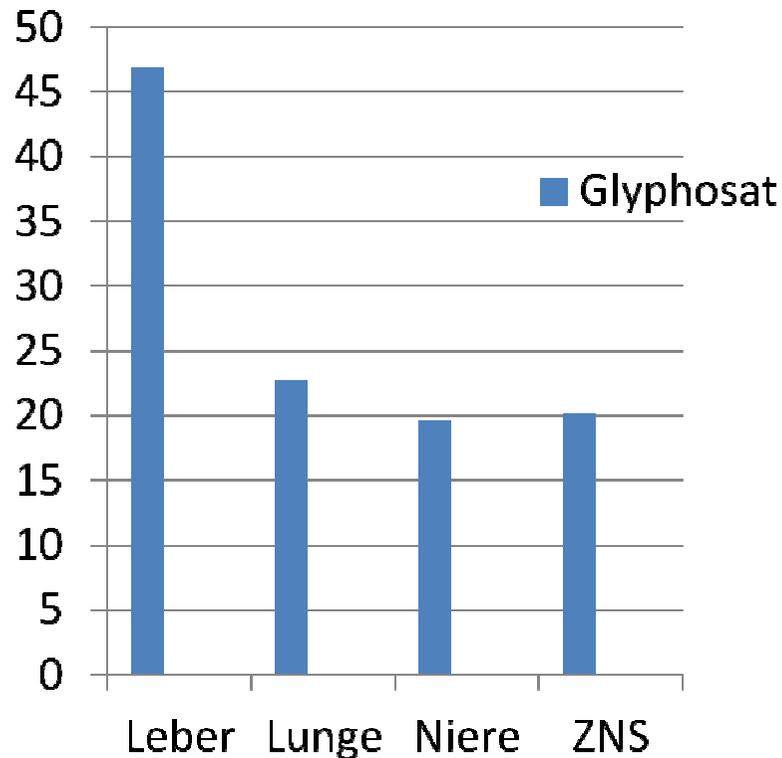
Damwild mit neurologischen Ausfällen, Bewegungsstörungen der Hinterhand
1 hochtragendes Tier mit Bewegungsstörungen geschossen, Organe, Fötus und Blut entnommen, *C. botulinum* Typ E (+) im Blättermagen nachgewiesen

Glyphosatgehalt in Organen eines Damwild-Muttertieres (Sachsen)



Nachweis von Glyphosat in Organen eines Damwildfötus, histologische Befunde

Glyphosat ng/g



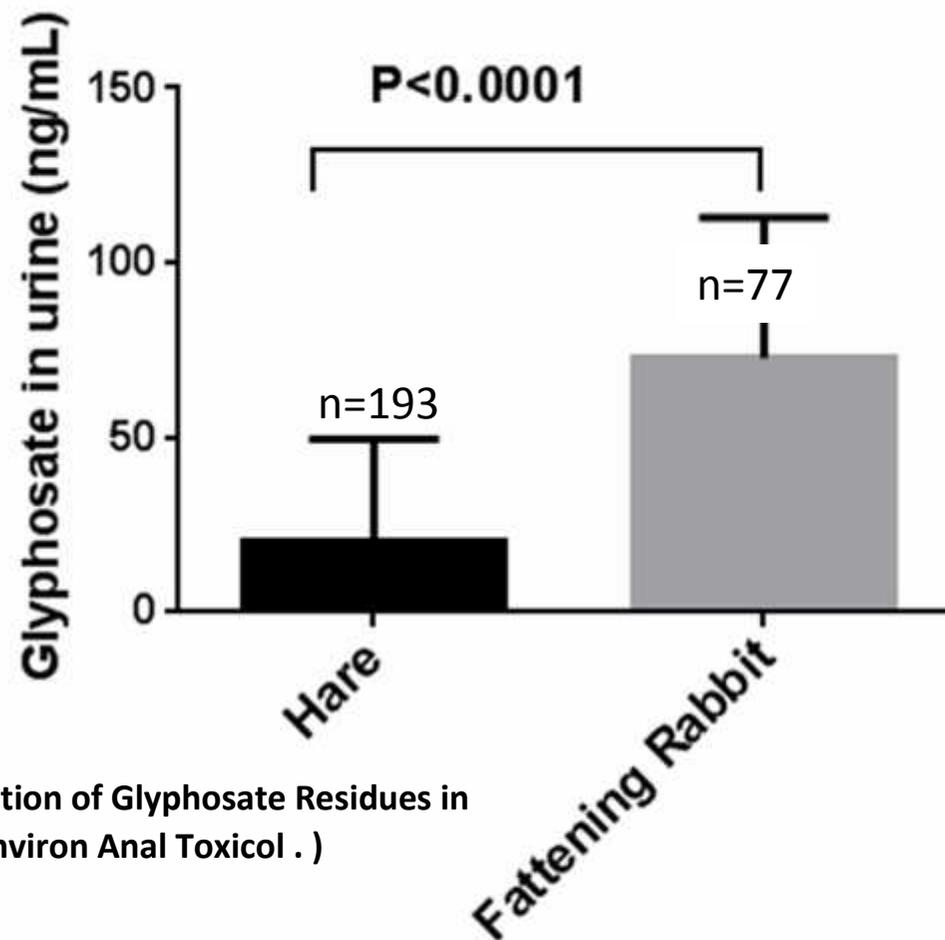
Pathohistologischer Befund

Niere: multifokal Einzelzellnekrosen der Tubulusepithelzellen

Gehirn: Gehirn: vereinzelt ausgeprägte Satellitose (Gliaansammlung) und Neurophagie

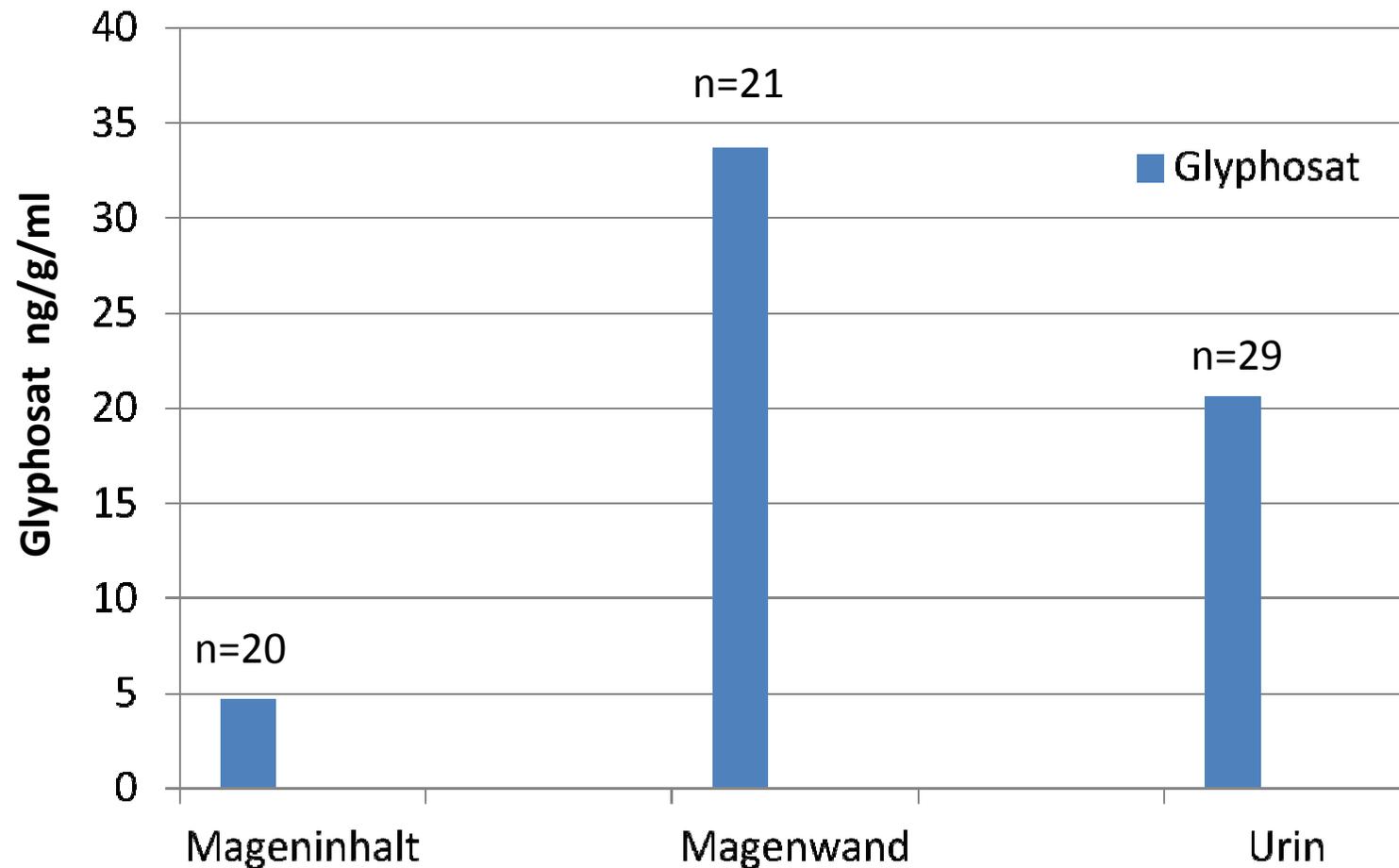
Leber: hochgradig schaumiges Zytoplasma (Glykogenspeicherung/ hydropische Degeneration), zahlreiche Hepatozytenkerne mit Kernwandhyperchromasie (Apoptose) und Chromatinverklumpung (Nekrose)

Nachweis von Glyphosat im Urin von Hasen und Mastkaninchen



(Krüger et al. 2014: Detection of Glyphosate Residues in Animals and Humans. J Environ Anal Toxicol .)

Nachweis von Glyphosat im Mageninhalt, in Magenwänden und Urin von Feldhasen



Zusammenfassung

- In Urinen sowie im Magendarmtrakt von Feldhasen und Fasanen war Glyphosat nachweisbar.
- Im Gatter gehaltenes Damwild (Sachsen) mit klinischem Bild von Bewegungsstörungen (Zusammenbrechenen der Hinterhand) wies im Falle eines geschossenen weiblichen Tieres in der Hochträchtigkeit in den Organen des Mutter-tieres als auch im Fötus Glyphosat auf.



Was ist zu tun?

Maßnahmen

1. Langfristige Ziele

Wiederherstellung der Funktionalität der **Kreislaufsysteme Boden-Pflanze-Tier-Mensch** durch Reduktion, besser Beseitigung der Glyphosat-Einträge in die Systeme.

Maßnahmen

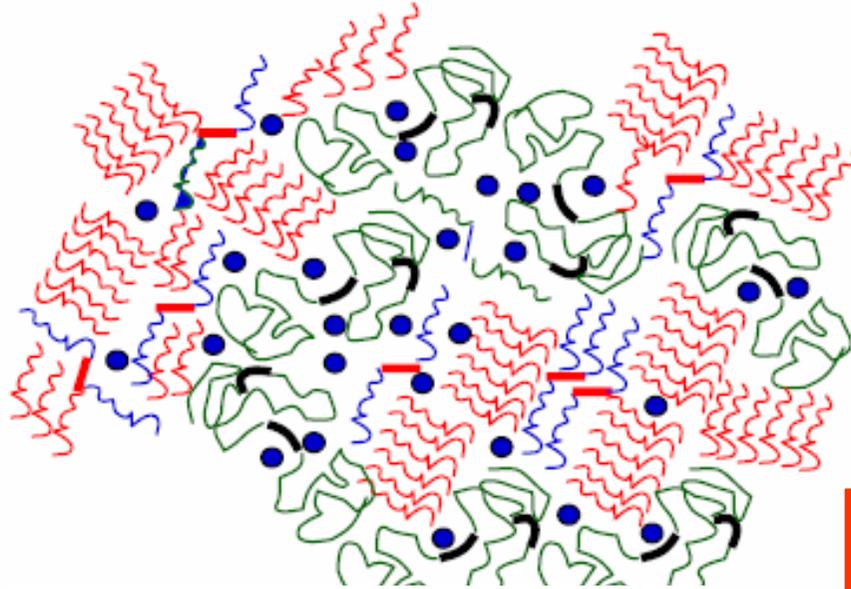
2. Kurz-mittelfristige Ziele

Neutralisierung der G-Wirkung in den einzelnen Systemen durch geeignete Maßnahmen bei Tieren und Menschen (Einsatz von Huminsäuren / Pflanzenkohle)

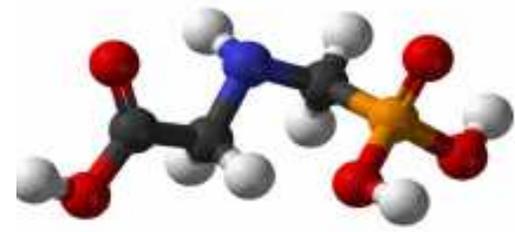
Boden: Stoppen des G-Einsatzes, Ausbringen von Huminsäuren und PF-Kohle

Bindung von Glyphosat durch Huminsäuren

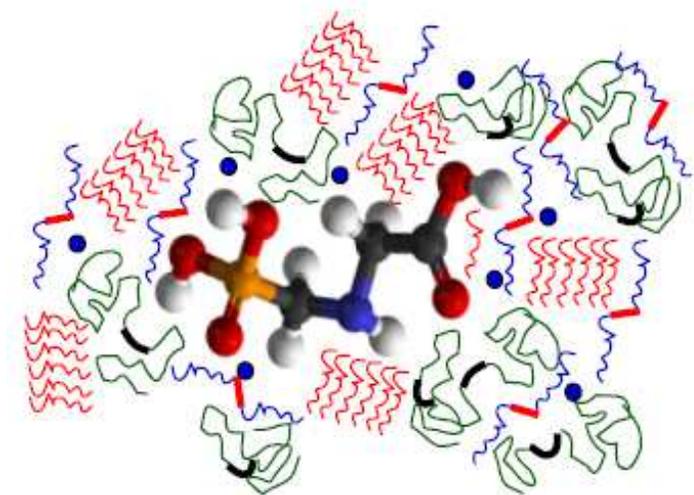
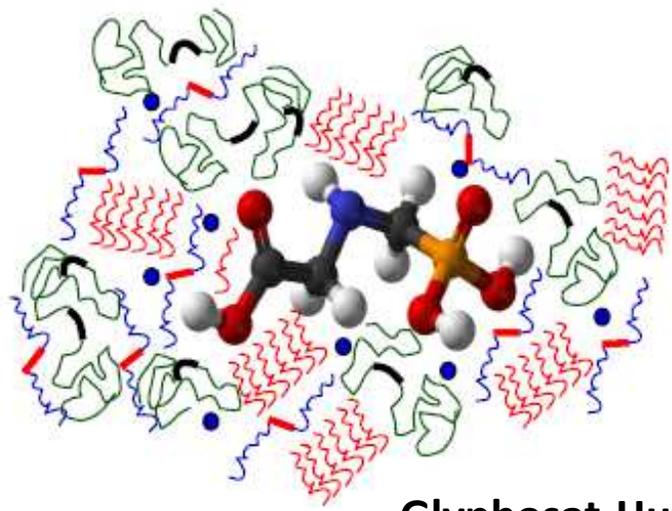
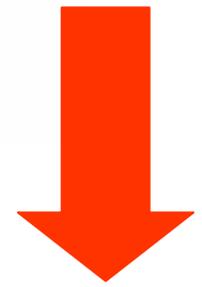
Huminsäure



Glyphosat



+

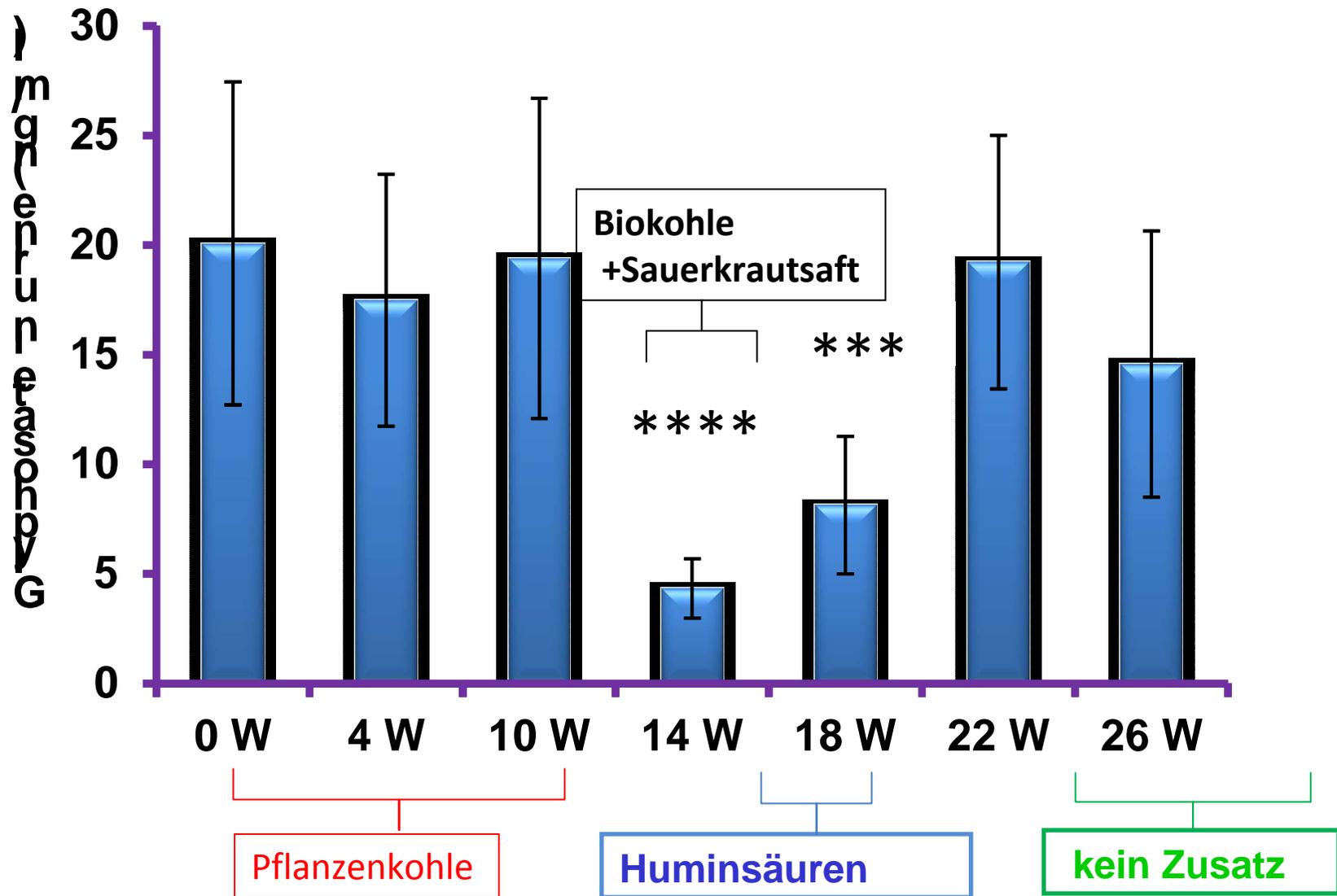


Glyphosat-Huminsäure-Komplexe

Huminsäuren

- **Natürliche Stoffe im Boden, die durch Abbau von Pflanzenmaterial sowie Metabolismus von Mikroorganismen entstehen**

Reduktion der Glyphosatausscheidung über Urin durch Huminsäureapplikation



Neutralisierender Einfluss des Huminsäurepräparates WH67 auf Glyphosat

| Bakterien | Minimale Hemmstoffkonzentration von Glyphosate in mg/ml | | | |
|------------------------------------|---|----------------------------------|-----------------------|----------------------|
| | Glyphosate | Gly-HS ² (1 mg/ml) | Gly-HS (0.5 mg/ml) | Gly-HS (0.2mg/ml) |
| <i>Bacillus badius</i> | 0.150 | 2.4 | 2.4 | 0.6 |
| <i>Bifidobacter adolescentis</i> | 0.075 | 2.4 | 2.4 | 0.6 |
| <i>E.fecalis</i> | 0.150 | 2.4 | 2.4 | 0.6 |
| <i>E.faecium</i> | 0.150 | 2.4 | 2.4 | 0.6 |
| <i>E. coli</i> | 1.200 | 2.4 | 2.4 | 1.2 |
| <i>Salmonella Enteritidis</i> | 5.0 | >5.0 | >5.0 | >5.0 |
| <i>Salmonella Typhimurium</i> | 5.0 | >5.0 | >5.0 | >5.0 |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 0.300 | 2.4 | 2.4 | 1.2 |
| <i>Staphylococcus haemolyticus</i> | 0.300 | 2.4 | 2.4 | 1.2 |

Fragen?



Wir danken für die Aufmerksamkeit