

GLYPHOSAT: das Totalherbizid zur Bekämpfung von Unkräutern

**Monika Krüger, Jürgen Neuhaus, Arwad Shehata,
Wieland Schrödl**

**Institut für Bakteriologie und Mykologie
Universität Leipzig**



Arthur Schopenhauer

Jede Wahrheit durchläuft drei Phasen:

In der ersten wird sie verlacht

In der zweiten wird sie wild bekämpft

In der dritten wird sie als Selbstverständlichkeit akzeptiert



Inhalt

- **Was ist Glyphosat, wie wirkt es?**
- **Wozu wird Glyphosat genutzt?**
- **Glyphosat-resistente Pflanzen und Bakterien, Pilze**
- **Nachweis von Glyphosat Proben von Menschen und Tieren**
- **Erkrankungen durch Glyphosat ?**
- **Was nun?**



Fluch und Segen von Agrochemikalien in der industrialisierten Landwirtschaft und ihre Rückwirkungen auf Menschen, Tiere und Natur



Umweltinstitut München, 2012



BUND 2012

Glyphosat zur Bekämpfung von Unkräutern

BUND



BUND 2012

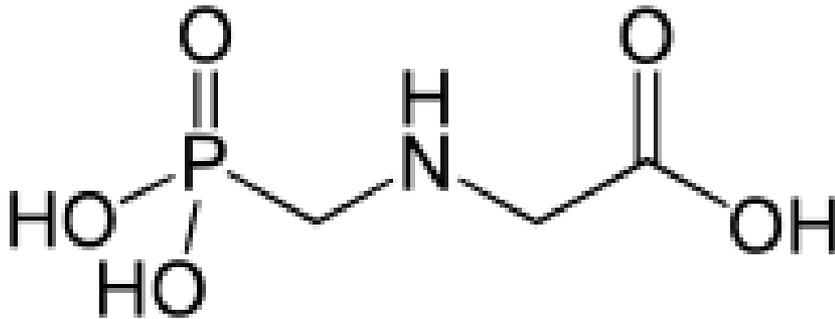


Wikipedia

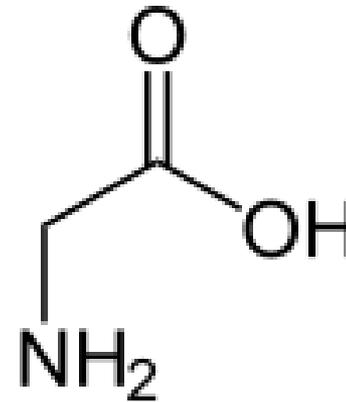
Was ist Glyphosat und wie wirkt es?



Glyphosat



N-(Phosphonomethyl)-glycin



Glycin

Glyphosat

Wirkstoff des Totalherbizids Roundup

Anwendung seit 1974 (USA)

**derzeit in > 100 Ländern weltweit
verwendet**

**Deutschland Zulassung 2002 (aber seit
1975 für Grünlandumbruch eingesetzt)**

Glyphosat

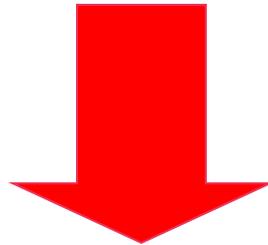
- **Def.** Glyphosat ist ein systemisches und nicht-selectives Herbizid, dass sowohl in der Landwirtschaft als auch in nichtlandwirtschaftlichen Gebieten weltweit verwendet wird. (WHO, 1994)

INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 159



Glyphosatwirkung

**Starker Chelator, jedes Kation wird chelatiert
Mg, Ca, K, Zn, Co, Mn usw. (bildet Komplexe
mit Kationen)**



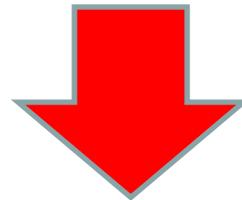
**Kationen (Spurenelemente) sind dann für
Pflanzen und Tiere nicht mehr verfügbar**

Wirkungsmechanismus

**Glyphosat führt zur Störung des Sekundärstoffwechsels
in Pflanzen, Bakterien, Protozoen und Pilzen**

durch

**Festhalten von Metallionen, die Kofaktoren von vielen
Enzymen sind**



Fehlen von aromatischen Aminosäuren (Tryptophan, Tyrosin, Phenylalanin)

Gründe für häufige Anwendung

- **Hersteller attestierte folgende Eigenschaften:**
- **hohe Unkrautvernichtungseffektivität**
- **geringe Toxizität für Nichttargetorganismen**
- **geringes Risiko des Durchsickerns in das Grundwasser, da feste Adsorption an Bodenteile**
- **relativ schnelle Degradierung**

(Borggaard und Gimsing, 2008)



Eigenschaften von Glyphosat

- geringes Molekulargewicht
- **gute Wasserlöslichkeit**, darum benötigt es ein **Penetrationsmittel (fettlöslich)**, um von den Zellen aufgenommen zu werden, pH-stabil
- schnelle Aufnahme, Absorption und Translokation in Pflanzengewebe

Konsequenzen der Glyphosat-Anwendung

- **80% des Glyphosats werden in Pflanzen gespeichert**
- **Akkumulation in Wurzeln und Sprossen**
- **Freisetzung in den Boden über Wurzeln**
- **Schädigung der nützlichen Bodenflora**
- **Veränderung der Bodenmikroflora**

Konsequenzen für die Pflanzen

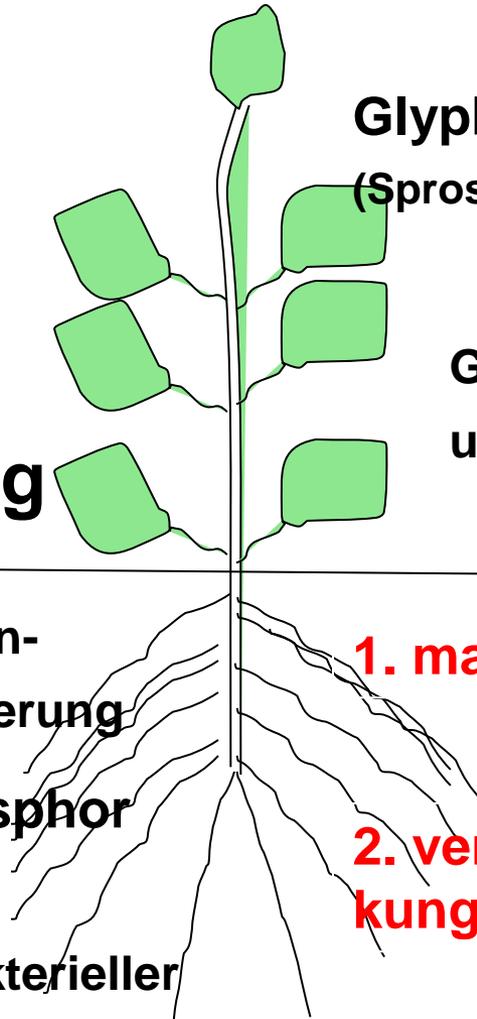
- **Werden empfindlicher für Krankheiten**
- **Reduzierung der Nährstoffverfügbarkeit**
- **Anwachsen der bodenbürtigen Erkrankungen, besonders der Pilzkrankungen**
- **Steigerung des Fungizideinsatzes**

Glyphosat + Penetrationsmittel

Applikation auf die grünen
Pflanzenteile

Verteilung in der gesamten
Pflanze

Stressverstärkung



Glyphosatakkumulation im Gewebe
(Sprosse, Reproduktionsgewebe, Wurzeln)

**Glyphosاتبewegung in die Wurzeln
und Abgabe an Boden**

**G adsorbiert fest an Boden-
matrix, langsame Degradierung**

Desorption durch Phosphor

G ist toxisch für:

**Bakterien (N-Fixierer, bakterieller
Shikimat-Stoffwechsel, Mykorrhiza,
biolog. Kontrollorganismen)**

1. macht Pflanzen krankheitsanfällig

**2. verstärkt bodenbürtige Erkran-
kungen**

**3. reduziert
Nährstoffverfügbarkeit**



Regenwürmer

(nach Huber 2011)

Unerwartete Effekte

- **Sorption und Degradierung des Wirkstoffes hängt von Bodenstruktur ab**
- **Unter Umständen kann Glyphosat in Nahrungskette gelangen**

Glyphosatreste in Rinder-, Schweine- und Geflügelfleisch, Eiern, Milch bisher als vernachlässigbar eingeschätzt, wenn Tiere Diät erhalten, die nicht mehr als 100 mg/kg Glyphosat und AMPA enthält

(WHO, 1994)



Glyphosat – Aufnahme bei Säugetieren

- **20-30 % nach oraler Aufnahme im oberen Teil des Magen-Darm-Trakts absorbiert**
- **Nach 5-6h Maximalwert im Blut**
- **Verteilung im extravasalen Gewebe**
- **Eliminationshalbwertszeit 14,4 h**

(Brewster et al. 1991)

- **Akkumulation in Geweben**

(Paganelli et al. 2010)



Glyphosatabbau in Umwelt

ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 159, 1994

- **Hauptmetabolit = AMPA (toxisch)**
- **Hydrolyse: 6,3% nach 32d bei pH 5, 7, 9 und 5°C sowie 35°C (Monsanto, 1987)**
- **Photodegradation: <1%**
- **Bakterieller Abbau, Biodegradation: aerob > anaerob**

Pseudomonas spp., Laktosespalter nutzen Glyphosat als Phosphor-Quelle



Glyphosat-Anwendung

- Zurzeit ca. 70 Präparate
- 45 Anwendungsbereiche

LW

Unkrautbekämpfung auf Äcker,
Weiden, Wiesen

Vorerntesikkation

Totspritzen von Kartoffeln

Glyphosat-Anwendungen

- **Gartenbau**
- **Feldgemüsebau**
- **Obstbau**
- **Weinbau**
- **Baumschulen**
- **Forst**
- **Zierpflanzenbau**
- **Nichtkulturland, z.B. Bahngleise**

Glyphosatanwendungen

- **1 Millionen t werden pro Jahr produziert**
- **in Deutschland wurden 2010 7.000 Tonnen Glyphosat eingesetzt**

Wie kommt Glyphosat in den Tierbestand?

- **Futterimporte - GVO-Soja, GVO- Raps, GVO-Mais**
- **Getreide und Stroh nach Vorernte-Sikkation**
- **Kontaminiertes Brunnenwasser**

VERORDNUNG Nr. 441/2012 DER EU- KOMMISSION

Rückstandshöchstgehalte Glyphosat in Futtermitteln

24.05.2012

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

Beispiele



Beispiele: Glyphosatgehalte in Futtermitteln

Futtermittel Nutztiere	Glyphosatgehalt mg/kg
Rindermischpellets Mö	0,971
Rindermischpellets Da	0,765
Rindermischpellets Po	0,507
Rübbenschnitzel	0,002
Wildpellets	0,506
Weizen geschält	0,131
Garlix Leckmasse	2,6
Eicheln	0,309
Mais	0,035
Rindermischpellets Fakultät	0,131

Beispiele: Nachweis von Glyphosat in Hundefutter

Probe	Glyphosat mg/kg
Josera Sensi Plus	0,035
„Liddl“ Orlando	0,129
Hill`s Sensitive Stomach	0,074
Josera High Energy	0,231
Platinum Adult Lamb+ Rice	0,352
Plantinum Adult Chicken	0,152
Royal Canin Adult >25 kg	0,094
Mera Dog Pure Lamb and Rice	1,735
Vet Concept Salmon Pack	0,928
Vet Concept Basis Pack	1,456
Josera Lamb and Rice	0,912
Josera Optiness	1,194
Urin „Hund“	1,41 ng/ml

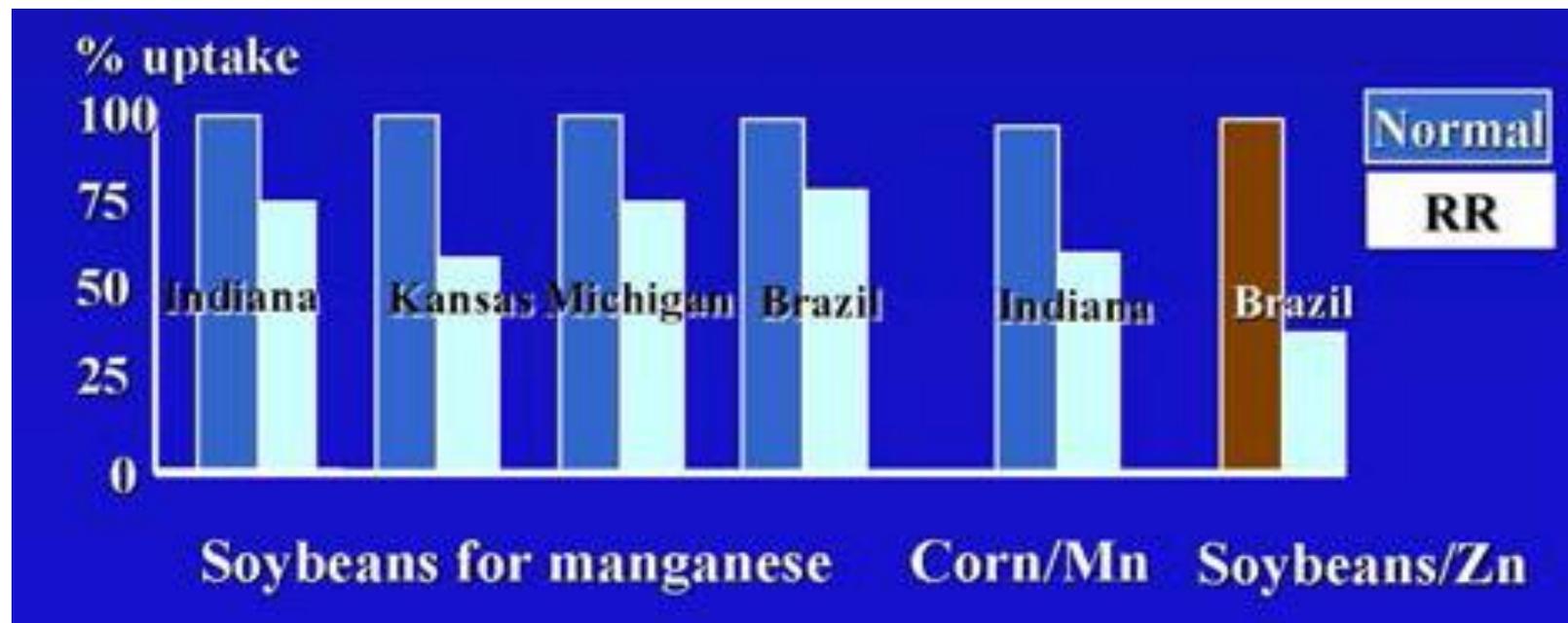
Glyphosat-resistente Pflanzen

GVO

- Resistenz beruht auf einem zusätzlichen Resistenzgen aus *Agrobacterium tumefaciens*
- G-sensible Unkräuter können so auf dem Acker bekämpft werden
- **G-resistente** Pflanzen (Soja, Mais, Raps, Baumwolle, Luzerne) nehmen G trotzdem auf !!!!!



Mangan –und Zinkaufnahme von RR-Soja und RR-Mais in USA



EU-Marktzulassung von RR-Soja

- **1996 Zulassung der RR-Sojabohne (Monsanto) für Import und Verarbeitung zu Lebens- und Futtermitteln in der EU (ohne Kennzeichnungspflicht)**
- **2004 erst Kennzeichnung der Importe als gvo**

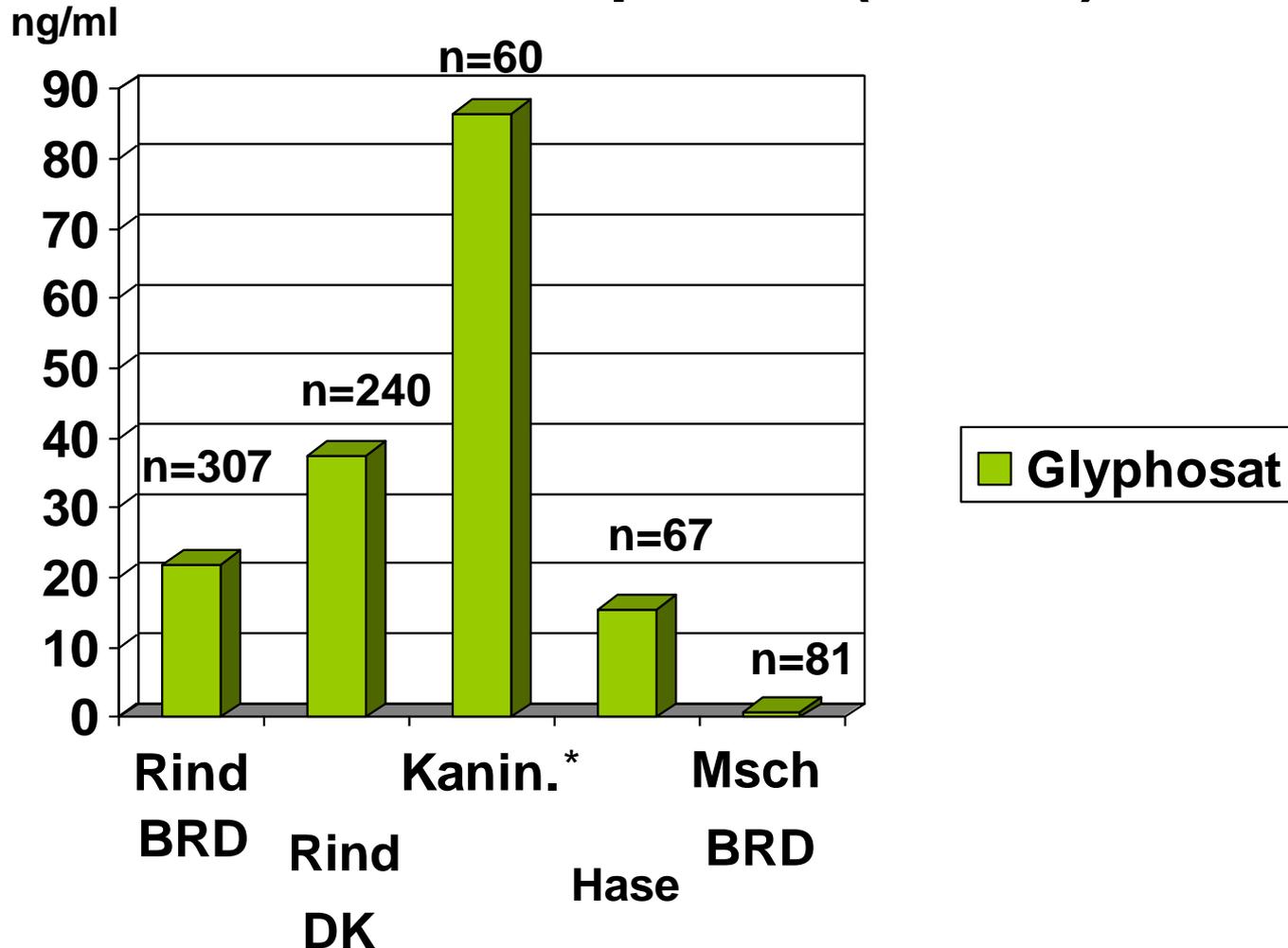
RR= Roundup Ready (Monsanto)



Nachweis von Glyphosat in Proben von Menschen und Tieren



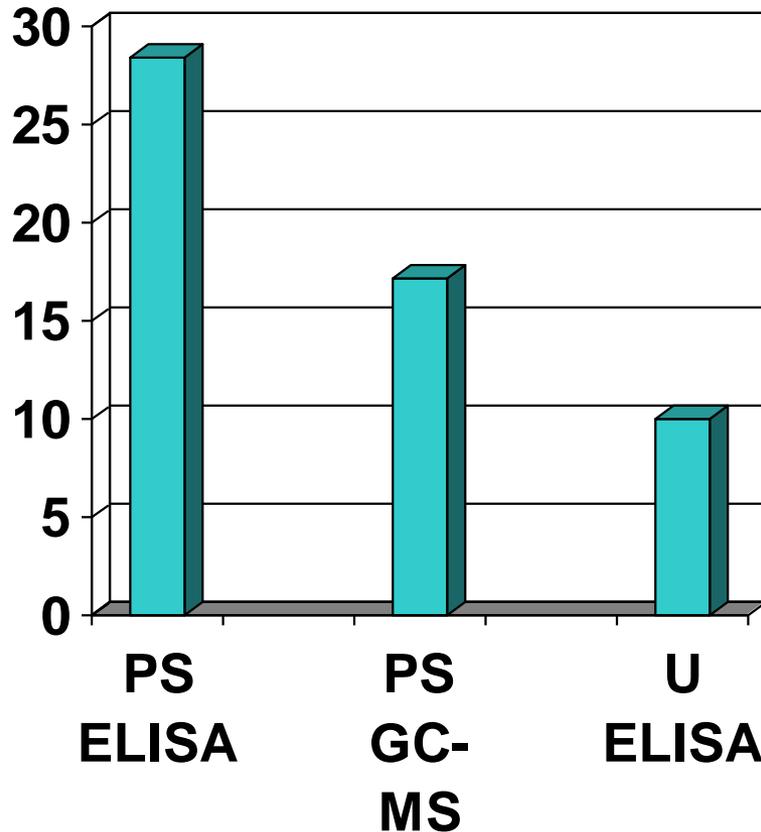
Vergleich Glyphosatgehalte in Urinproben verschiedener Spezies (ELISA)



* Mastkaninchen

Nachweis von Glyphosat in Pansensaft und Urin von Kühen (n=20) Methodenvergleich

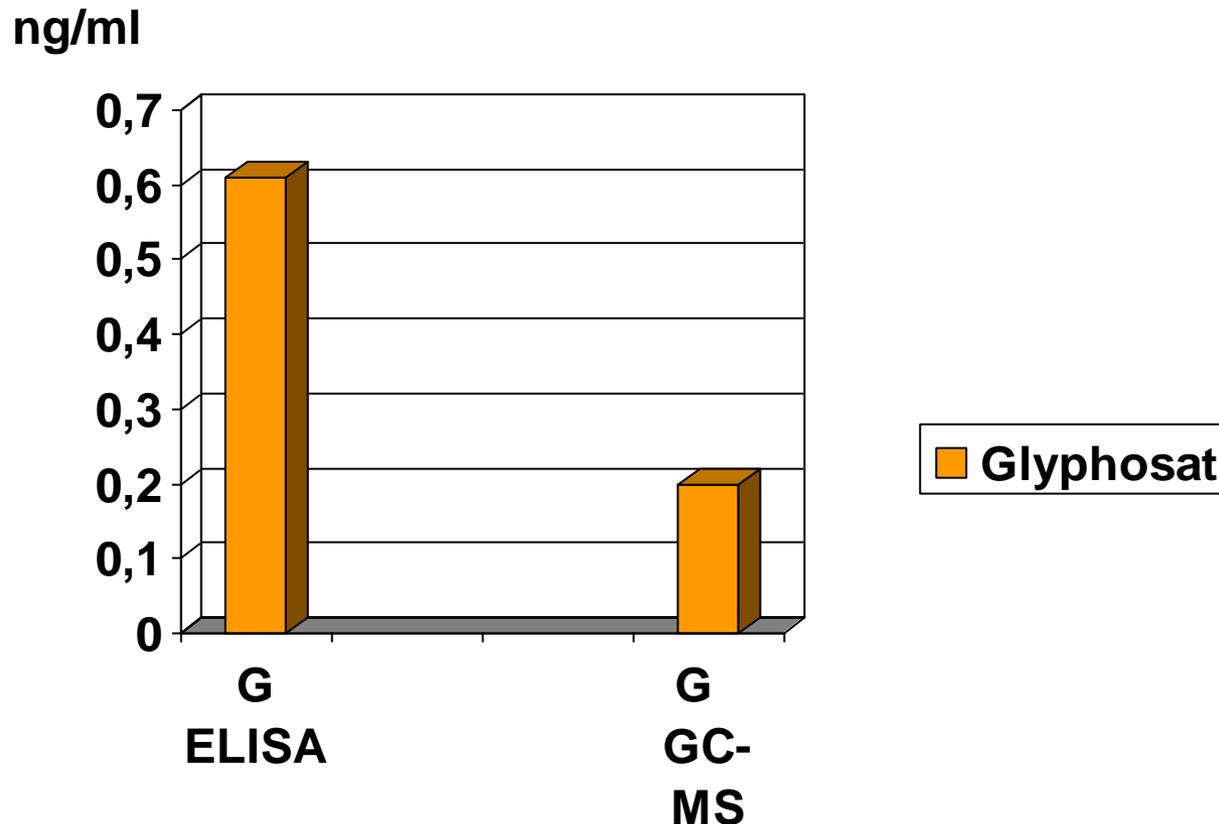
ng/ml



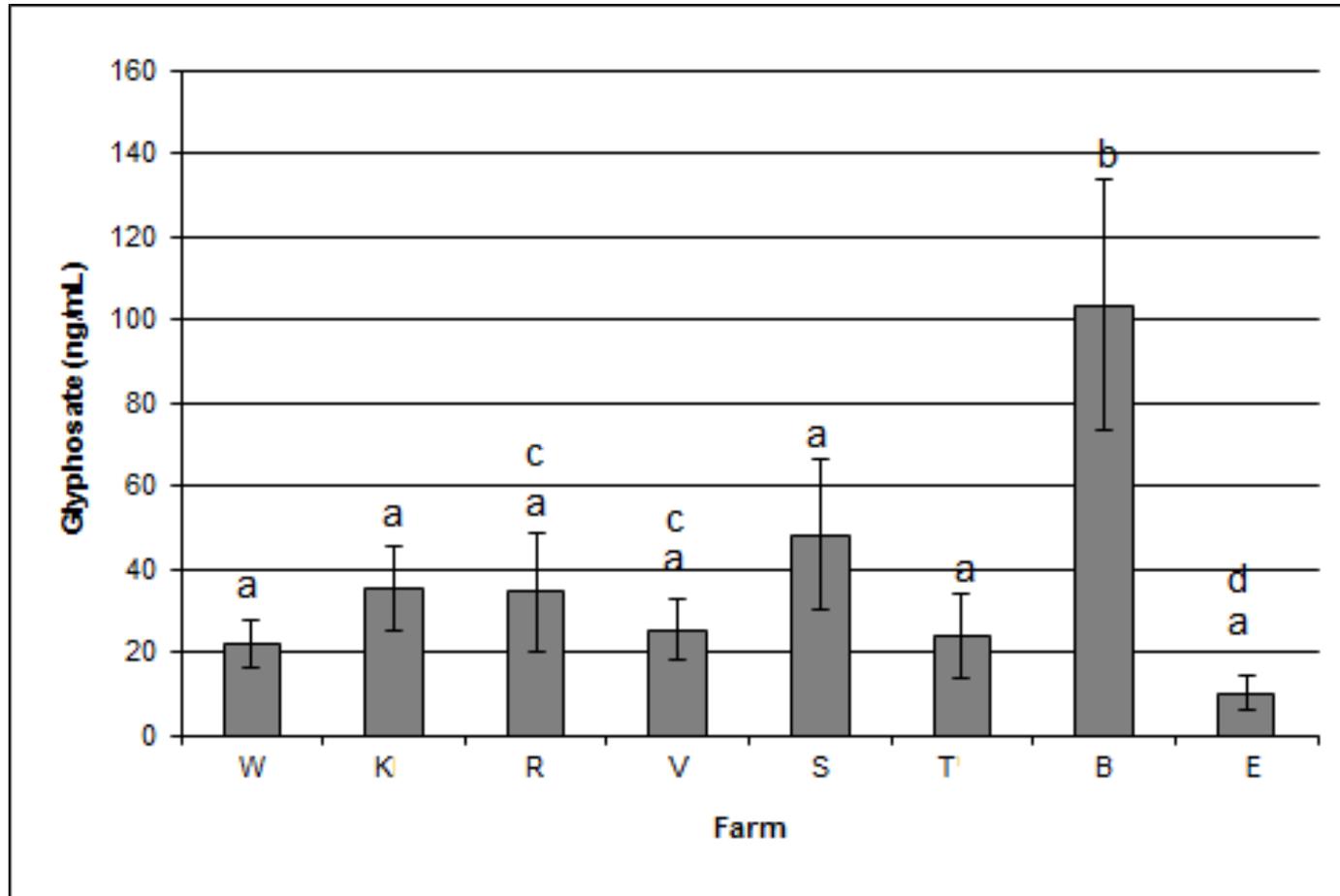
■ Glyphosat
ng/ml

n=20

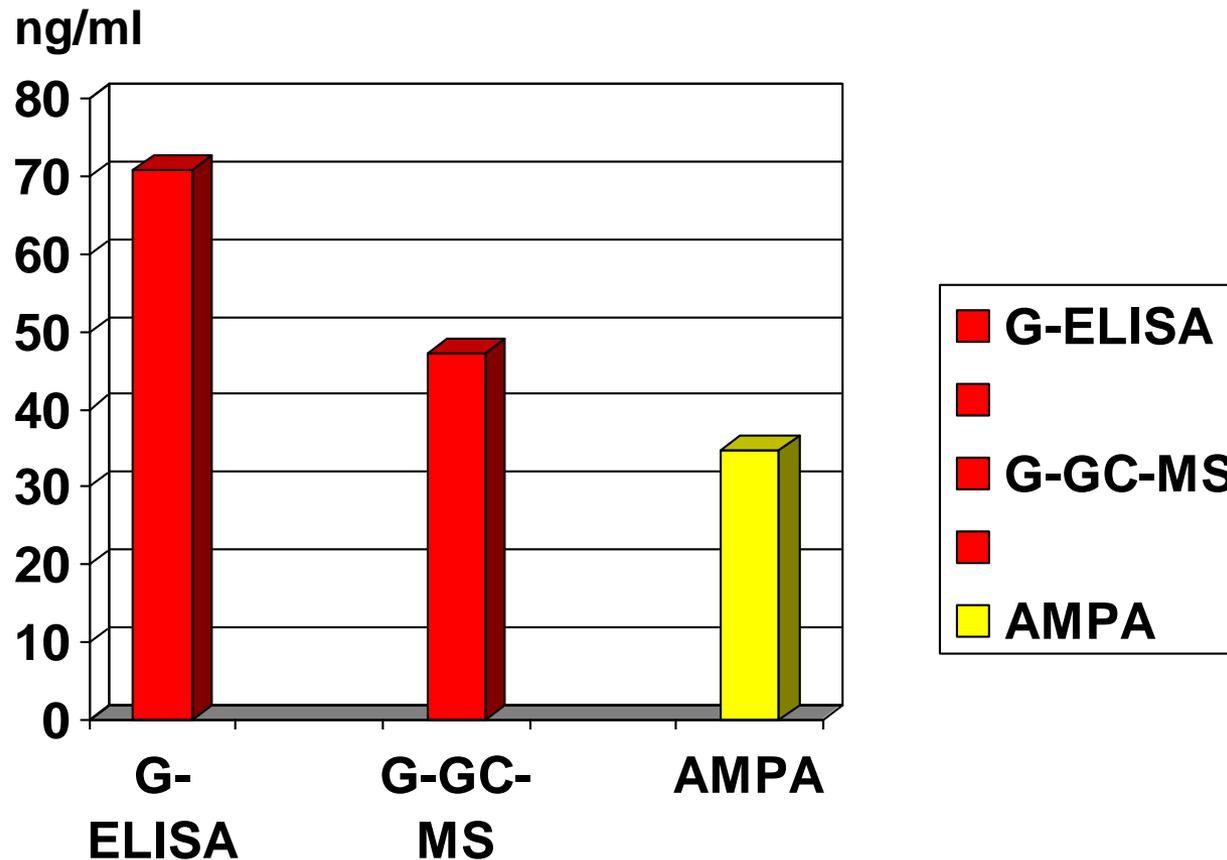
Nachweis von Glyphosat in Humanurinen (n=51) (Bioprodukte-Esser)



Nachweis von Glyphosat im Urin von Kühen (DK 2012)



Nachweis von Glyphosat in Gärresten (n=6) (Vergleich ELISA vs. GC-MS)



Effekte durch Glyphosat

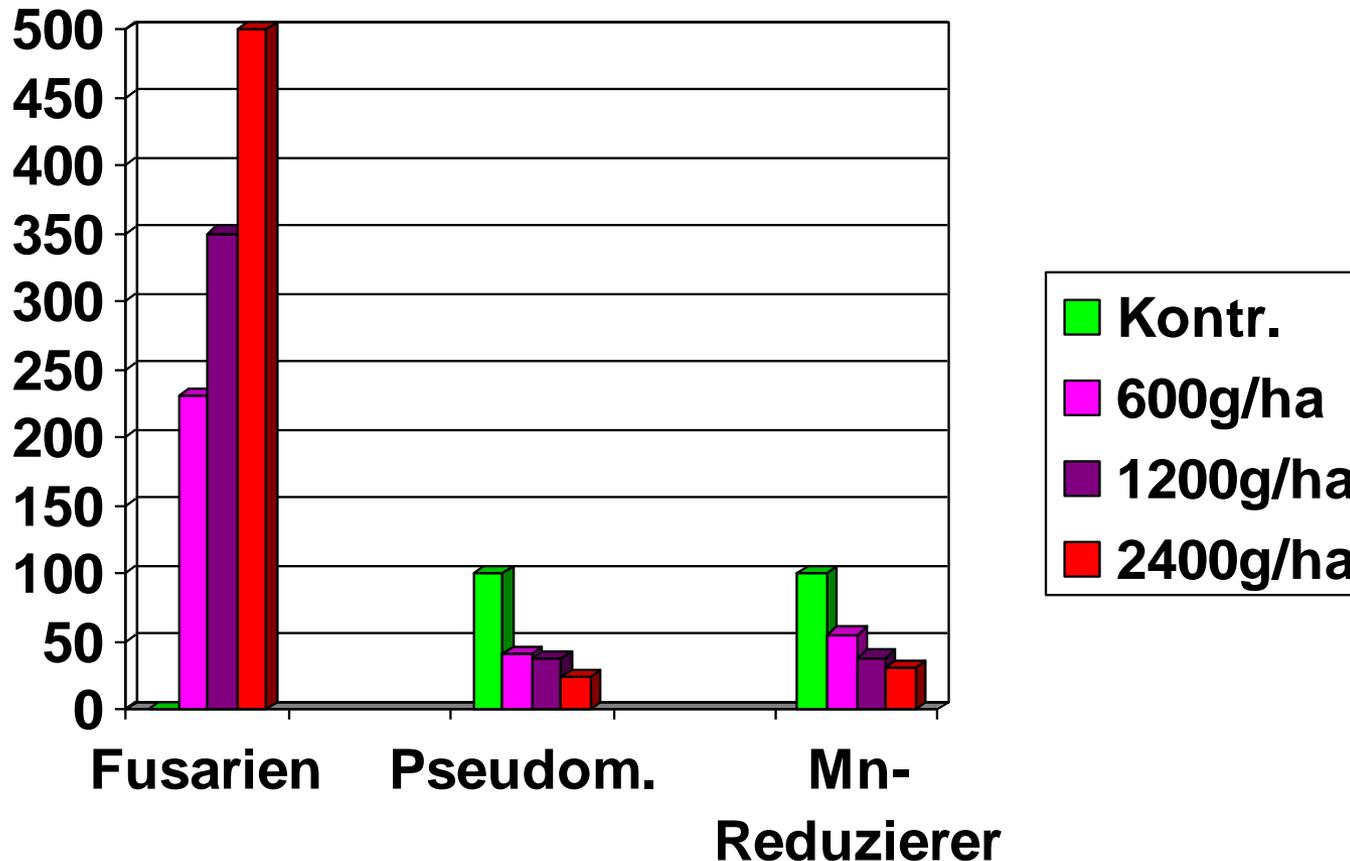
- **1. Bodenmikroorganismen**



Einfluss von Glyphosat auf Bodenmikroorganismen

%

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



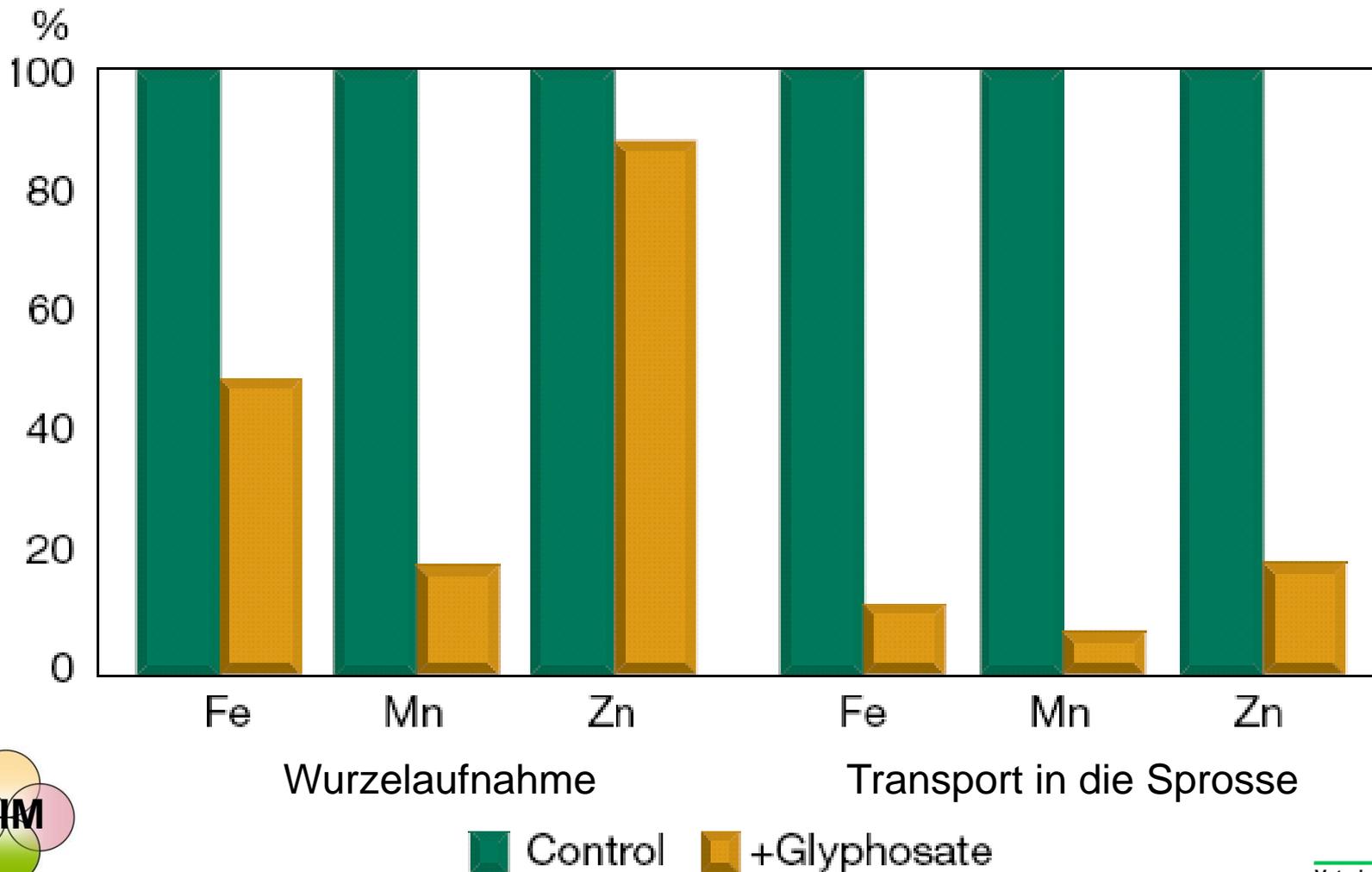
Effekte durch Glyphosat

- **2. Pflanzen**



Einfluss von Glyphosat auf Mikronährstoffaufnahme und Nährstofftranslokation in Pflanzen

Eker et al. 2006



Herbizidwirkung auf Pflanzen



A: G+ erhitzter Boden

B: G k unerhitzter Boden

C: G-freie Kontrolle

G verschlechtert Nährstoffversorgung

G verstärkt Pflanzenpathogene

(nach Rahe und Johal, 1988)

Effekte von Glyphosat

- **3. Tiere**
- **3.1. Spurenelementgehalte im Blutserum**

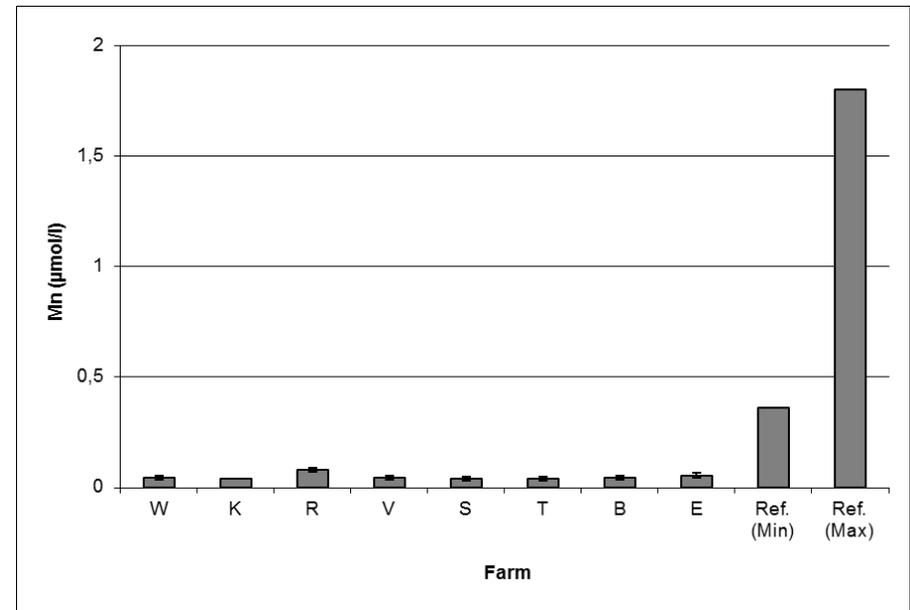
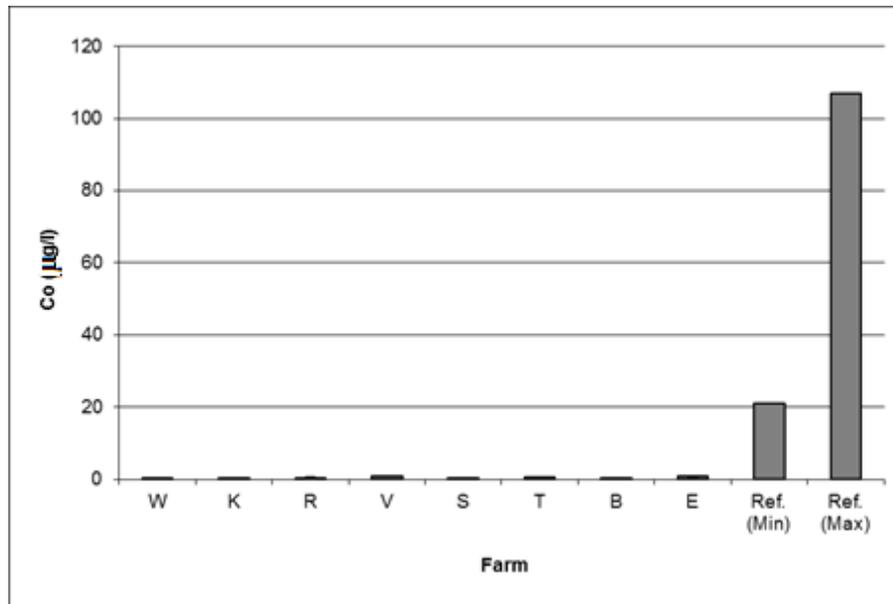
Spurenelemente im Blutserum von Kühen mit Glyphosat im Urin

Parameter	Trockenst.	Kühe	Millionäre	Färsen	Kalbinnen	Referenz	Einheit
Cu	94,9	67,5	83,1	64,7	76,8	102 - 203	µg/dl
Mn	0,04	0,03	0,05	0,04	0,04	0,36-1,8	µmol/l
Se	36,6	27,6	34,9	23,3	27,1	70 - 100	µg/l
Zn	76,1	88,4	77,2	91,7	129,5	70-130	µg/dl
Co	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	21,2 - 107,2	µg/l



* Pool 3 Tiere

Nachweis von Co und Mn im Blutserum von Kühen (DK 2012)





Kuh des Betriebes Ku mit Hautdefekten

Fürll et al. 2004, Sekundärer Manganmangel als Bestandsproblem bei Milchkühen

12/127

Sekundärer Manganmangel als Bestandsproblem bei Rindern
M. Fürll, T. Sattler, M. Anke

WIEDERKÄUER

Fallbericht

Anamnese

In einem bayerischen Fleckviehbestand (Betrieb A) mit sehr guter Milchleistung (ca. 9000 kg FCM/Jahr, 60 Rinder, 35 melkende Kühe, 40 Abkalbungen/Jahr, ganzjährige Stall-Anbindehaltung, Embryotransfer) häuften sich in den letzten zwei Jahren direkte Kuhverluste, ohne dass das klinische Bild sowie wiederholte Sektionen konkrete Ursachen ergaben. Die Kühe zeigten laut Angaben des Besitzers eine verminderte Futtermenge, Abmagerung, aufgezoogene Bauchdecken und Lahmheiten, kamen zum Festliegen und mussten schließlich geschlachtet oder

euthanasiert werden. Die Erkrankungen traten besonders nach den Abkalbungen auf. Die Futterration bestand aus Mais- und Grassilage, Stroh, Heu ad libitum, Kraftfutter, Zuckerrüben, Futterkalk, Biotreber und Schrot und war nach den Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährung (2001) ausbalanciert. In den letzten zwei Jahren waren 60 der 80 geborenen Kälbern männlich, d. h., das Geschlechterverhältnis war mit 75% zugunsten der Bullenkälber verschoben. Weiterhin wurde besonders bei den Bullenkälbern über vermehrt lebensschwach mit »Sehnenverkürzungen und verkrümmten Beinen« geborene Tiere berichtet, die zum Teil erst nach ca. vier Wochen voll steh- und bewegungsfähig wurden.

Neben diesem Betrieb A bewirtschaftete der Tierhalter einen zweiten, ca. 25 km entfernten kleineren Betrieb B mit acht bis zehn Kühen, in dem keine klinischen Störungen wie in Betrieb A auftraten.

Untersuchung und Behandlung einer erkrankten, hospitalisierten Kuh

In die Medizinische Tierklinik der Universität Leipzig wurde eine achtjährige Fleckviehkuh, die vier Wochen vorher abgekalbt hatte und den oben genannten anamnestischen Angaben entsprach, zur Diagnostik eingewiesen. Die Kuh konnte nach dem Transport beim Abladen nur sehr schlecht laufen (Stützbeinlahmheit) und ließ sich nach dem Hinlegen in der Box zunächst einen Tag nicht zum Aufstehen bewegen.

Klinische und labordiagnostische Untersuchung

Der Ernährungszustand war mit ca. 650 kg mäßig, der Pflegezustand gut. Körpertemperatur, Puls- und Atemfrequenz bewegten sich im oberen physiologischen Bereich. Das Haarkleid war struppig. Die stark dehydrierte, peripher kühle Haut wies zahlreiche großflächige und tief greifende Dekubitusstellen auf, besonders an den Hüften sowie den Sprung- und Karpalgelenken (Abb. 1). Die apathische bis somnolente Kuh nahm nur wenig Futter auf. Pansenbewegungen und Kotabsatz waren physiologisch.

An den Gliedmaßen fielen die Umfangsvermehrungen der Karpal- und Tarsalgelenke sowie besonders der Fesseln (Abb. 1, 2) auf. Sie waren palpatorisch derb (ließen Knochenzubildungen vermuten), kaum schmerzhaft, nicht vermehrt warm und nicht gerötet. Die passive Bewegung der Gliedmaßen sowie die Prüfung der Schmerzempfindung zeigten sich ohne besonderen Befund. Die gut gepflegten Klauen ließen keine Entzündungserscheinungen erkennen. Eine weitere klinische Untersuchung konnte erst am nächsten Tag nach intensivmedizinischer Behandlung und Aufheben der Kuh per Flaschenzug durchgeführt werden. Im Stand entlastete das Tier die Gliedmaßen wechselweise. Die Vorderbeine waren leicht vorbiegig und durchtrittig (Abb. 2). Es zeigte sich eine Asymmetrie der Nachhand. Die rektale Untersuchung verlief ohne besonderen Befund.

Die labordiagnostischen Untersuchungen ergaben im Blutbild eine Neutrophilie und im Blutsrum eine gesteigerte AST-



Abb. 1 Fleckviehkuh mit umfangreichen Dekubitusstellen und Gelenkaufreibungen



Abb. 2 Fleckviehkuh mit Fehlstellung der Vordergliedmaßen

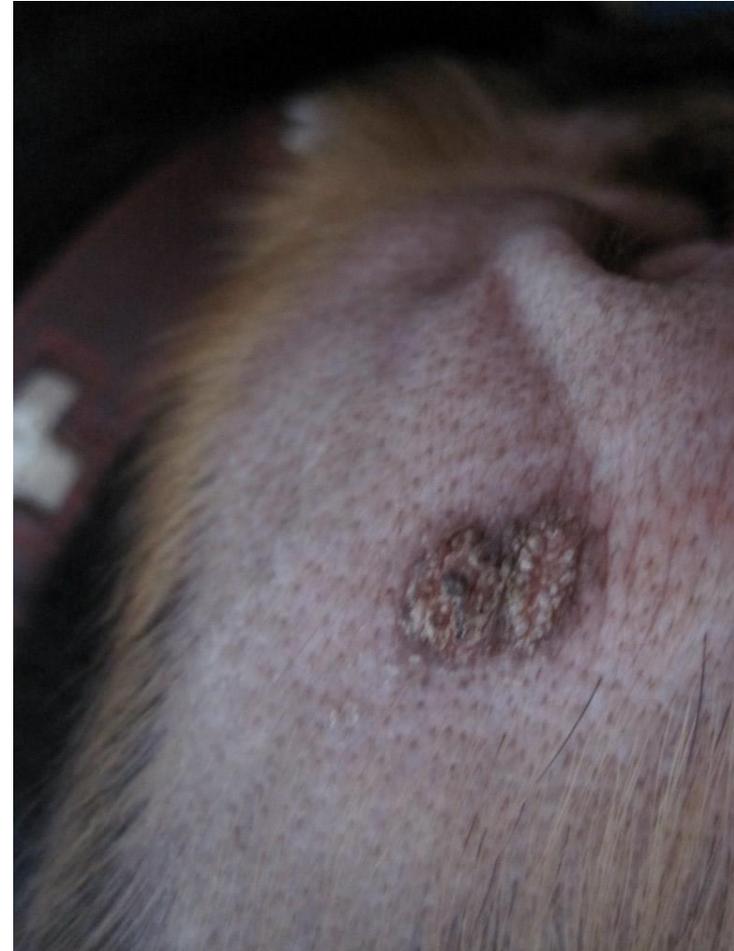


Fehlstellung der Vorderbeine, Betrieb Ku



Effekte am Tier durch Glyphosat

Ohr-Erosionen Hund



Ohr-Erosionen Rind



Glyphosat-resistente Bakterien und Pilze



Effekte von Glyphosat

- **4. Mikroorganismen im Magen-Darm-Trakt von Tieren und Menschen**

Wirkung auf Mikroorganismen

US patent 7,771, 736 B2 (2010)

Glyphosat kann einige Bakterienarten im Wachstum hemmen



EP-Patent 2 327 785 A2: England

- **Glyphosat hemmt die aromatische Aminosäure - Biosynthese**
- **Es tötet nicht nur Pflanzen, sondern ist auch toxisch für einige Bakterienarten**
- **Einige Bakterien besitzen eine hohe Toleranz bis Resistenz für Glyphosat**

Bakterien mit hoher Glyphosatoleranz (EP 2 327 785 A2)

- *Enterobacterium* spp.
- ***C. perfringens***
- *C. acetobutylicum*
- *Fusobacterium nucleatum*
- *Pseudomonas vesicularis*
- *Escherichia coli*
- ***Salmonella Typhimurium***
- *Bacillus subtilis*
- ***C. tetani***
- ***Ochrobacter/Brucella***



Glyphosat hat keinen hemmenden Effekt auf Fusarien

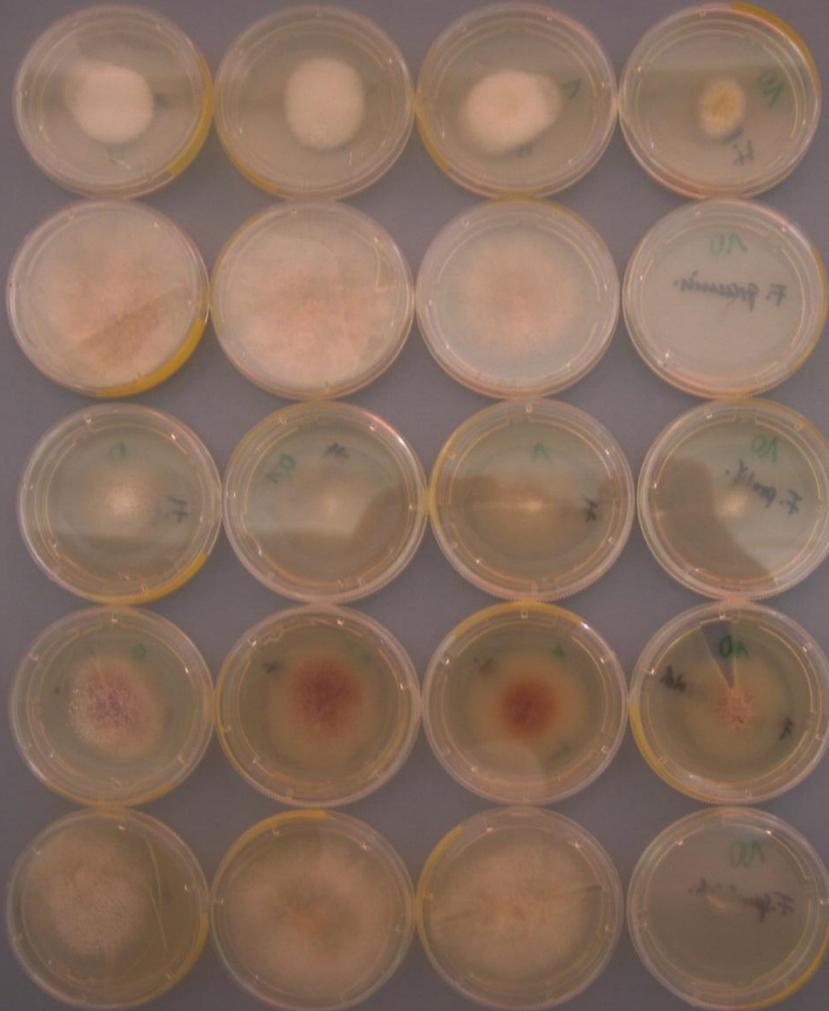
ohne GP

0,1mg/ml

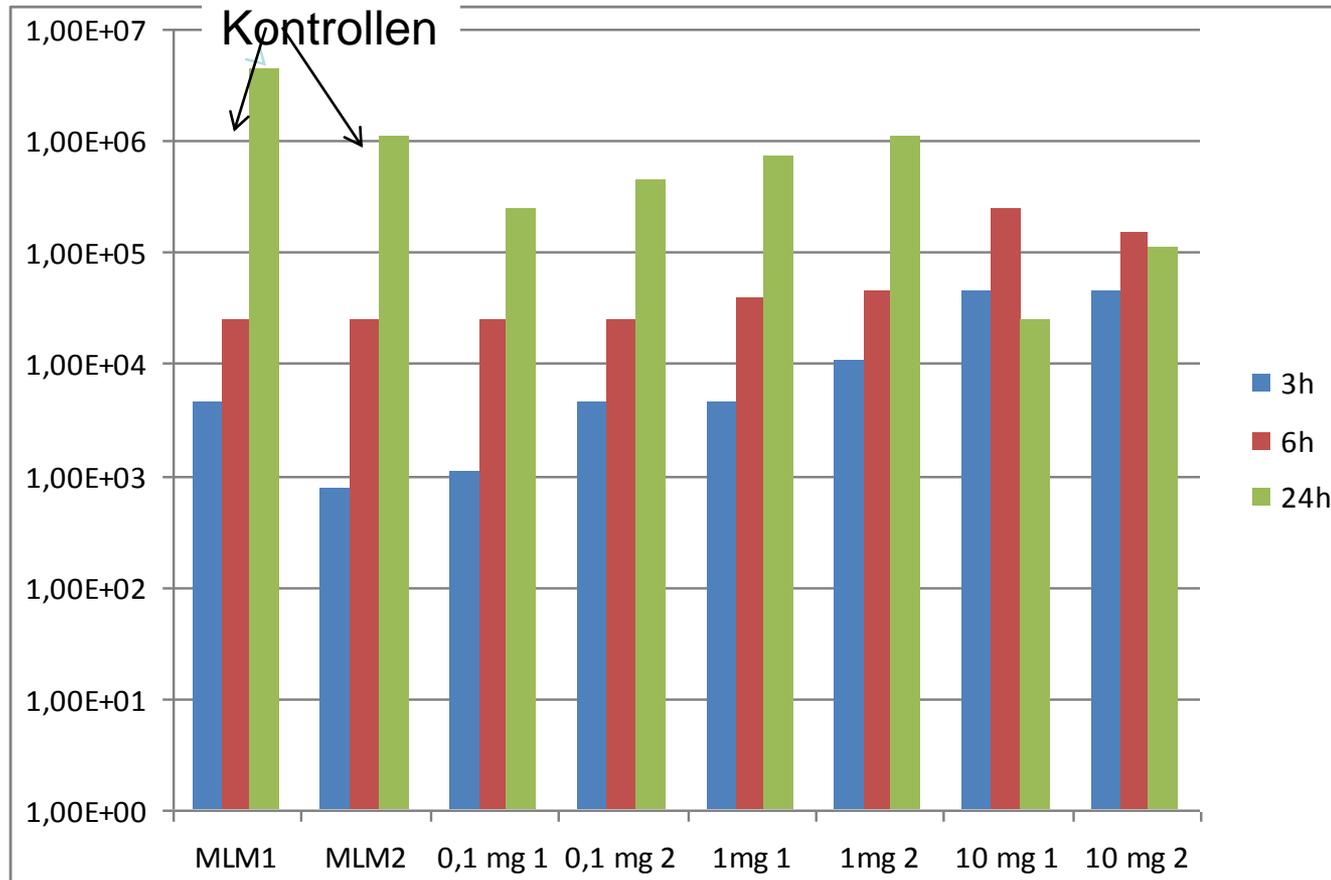
1mg/ml

10mg/ml

3d Wachstum auf Pilzagar

*F. poae**F. graminearum**F. proliferatum**F. verticillioides**F. sporotrichioides*

Beispiele: Glyphosatwirkung auf *C. perfringens*

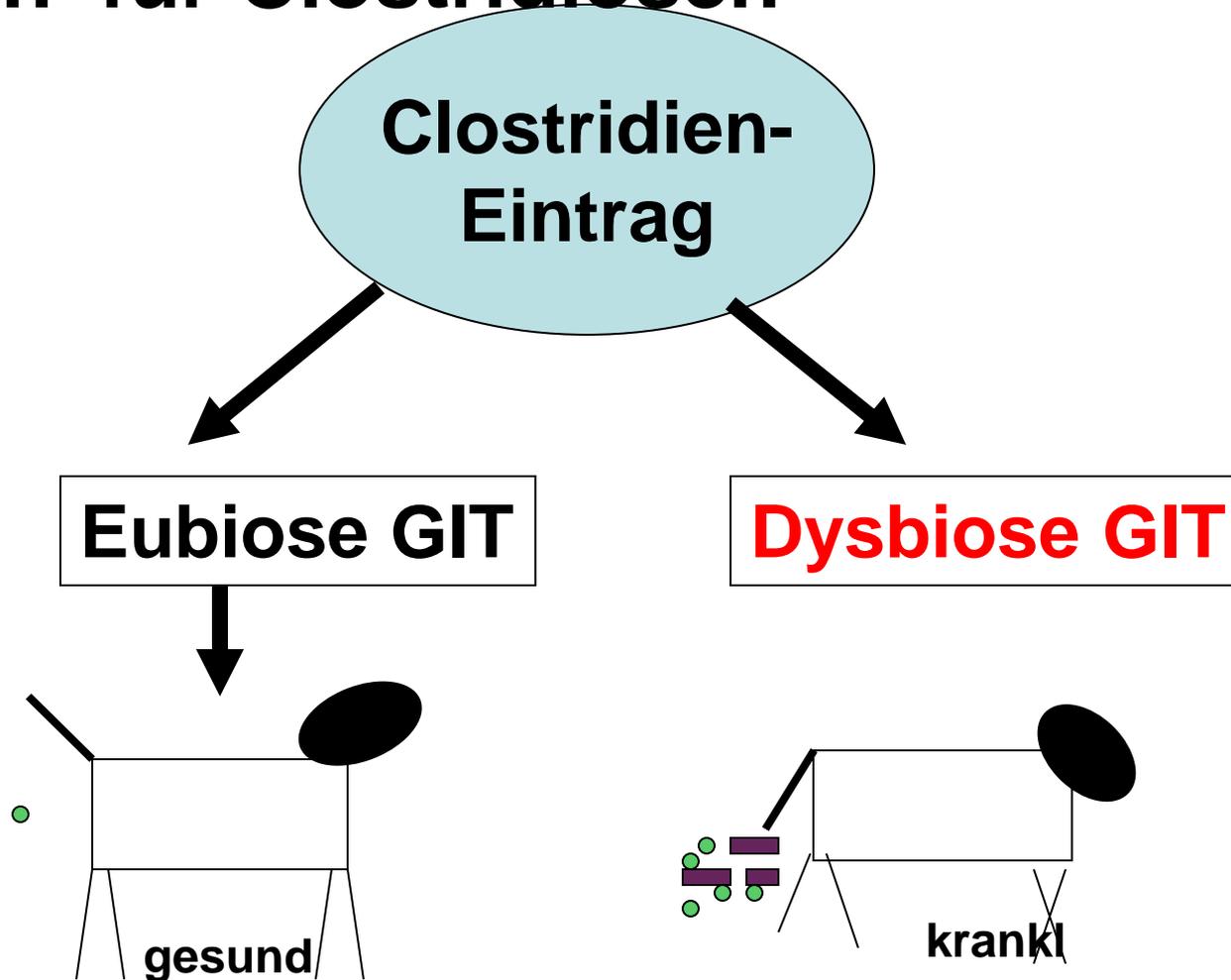


Wachstum wird nicht gehemmt bis 10mg/ml

Wirkung von Glyphosat im MDT von Rindern?



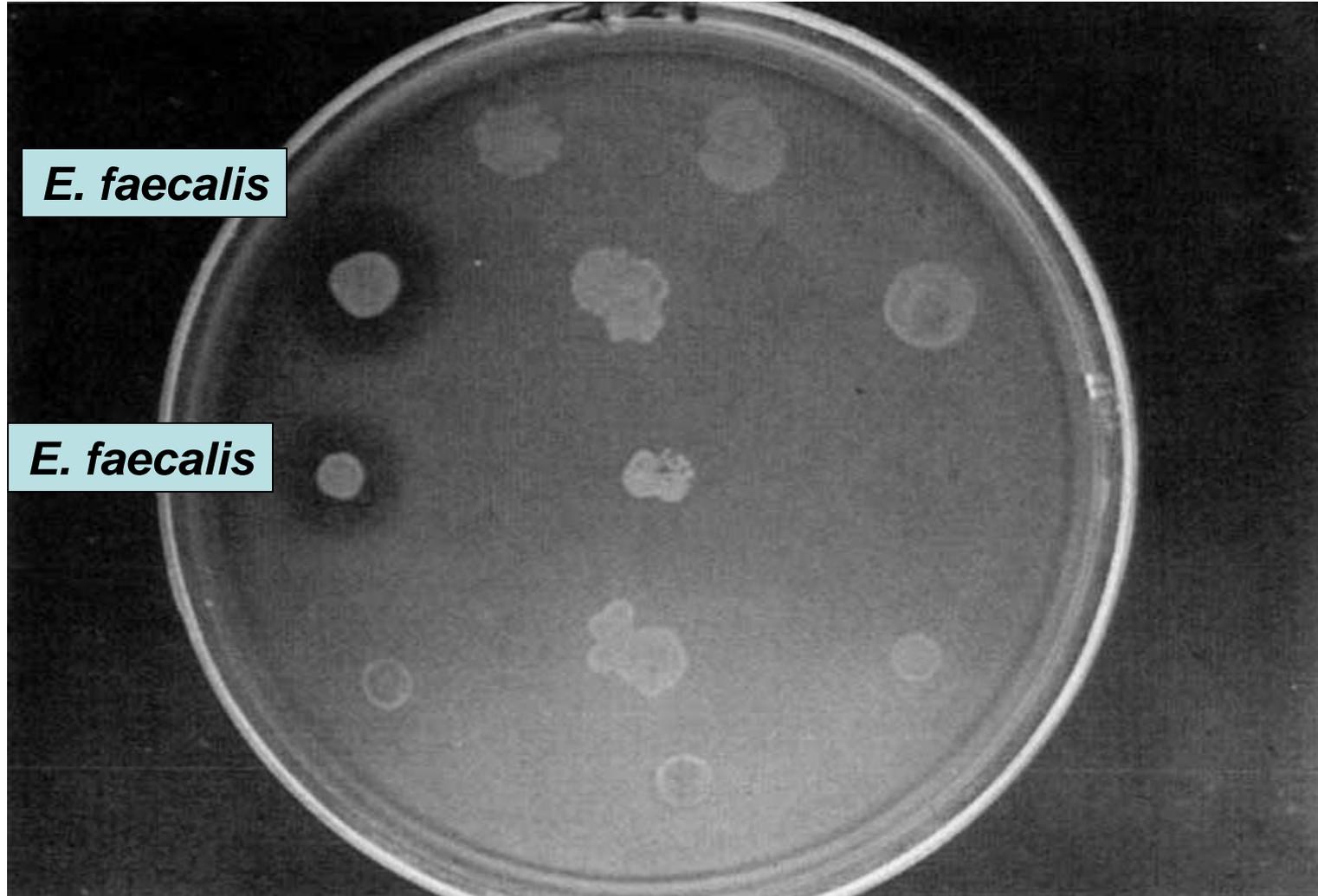
Dysbiosen sind prädisponierende Faktoren für Clostridiosen



Glyphosat hemmt das Wachstum von *Enterococcus*- Arten

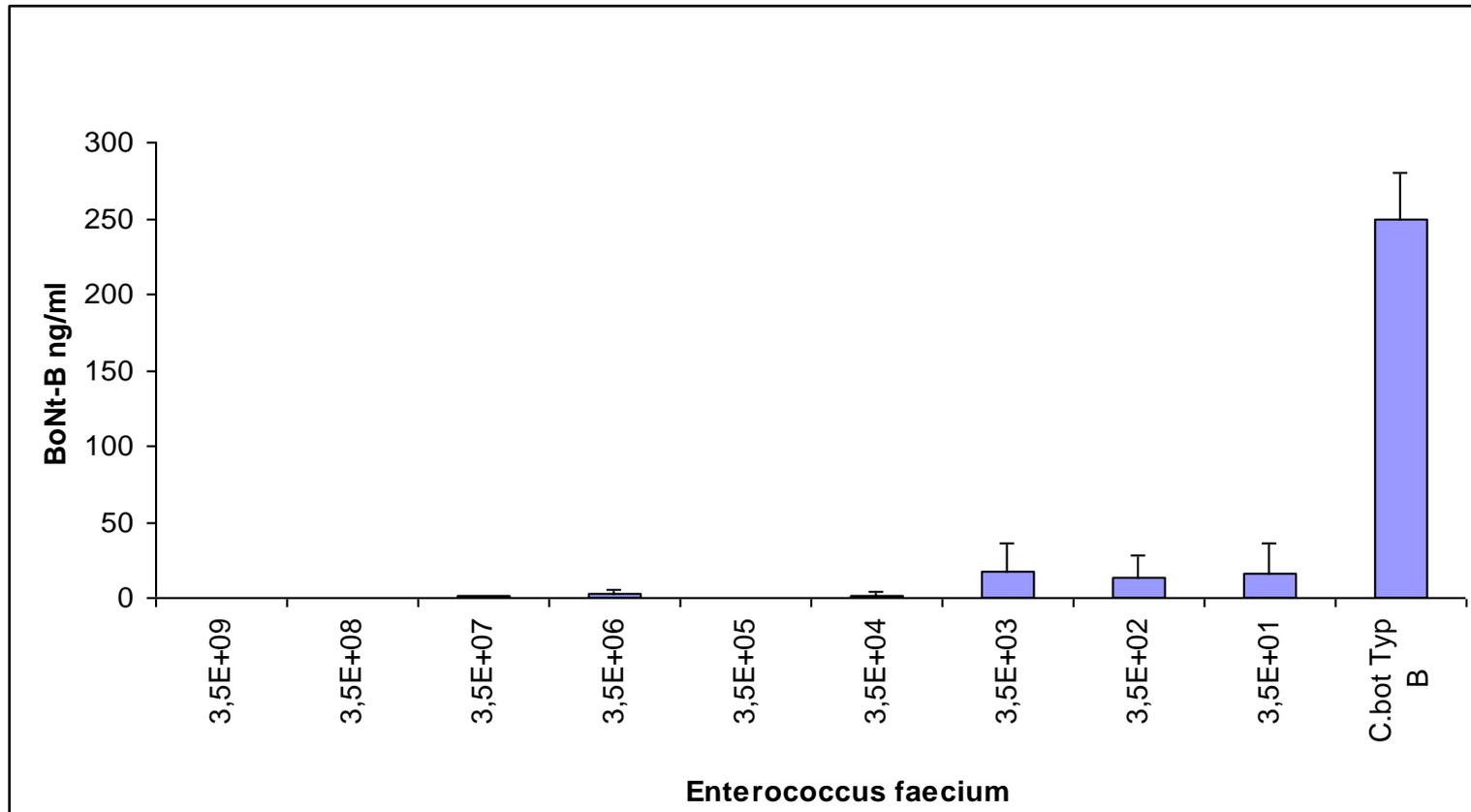


Hemmung von *C. botulinum* durch *Enterococcus* -Arten

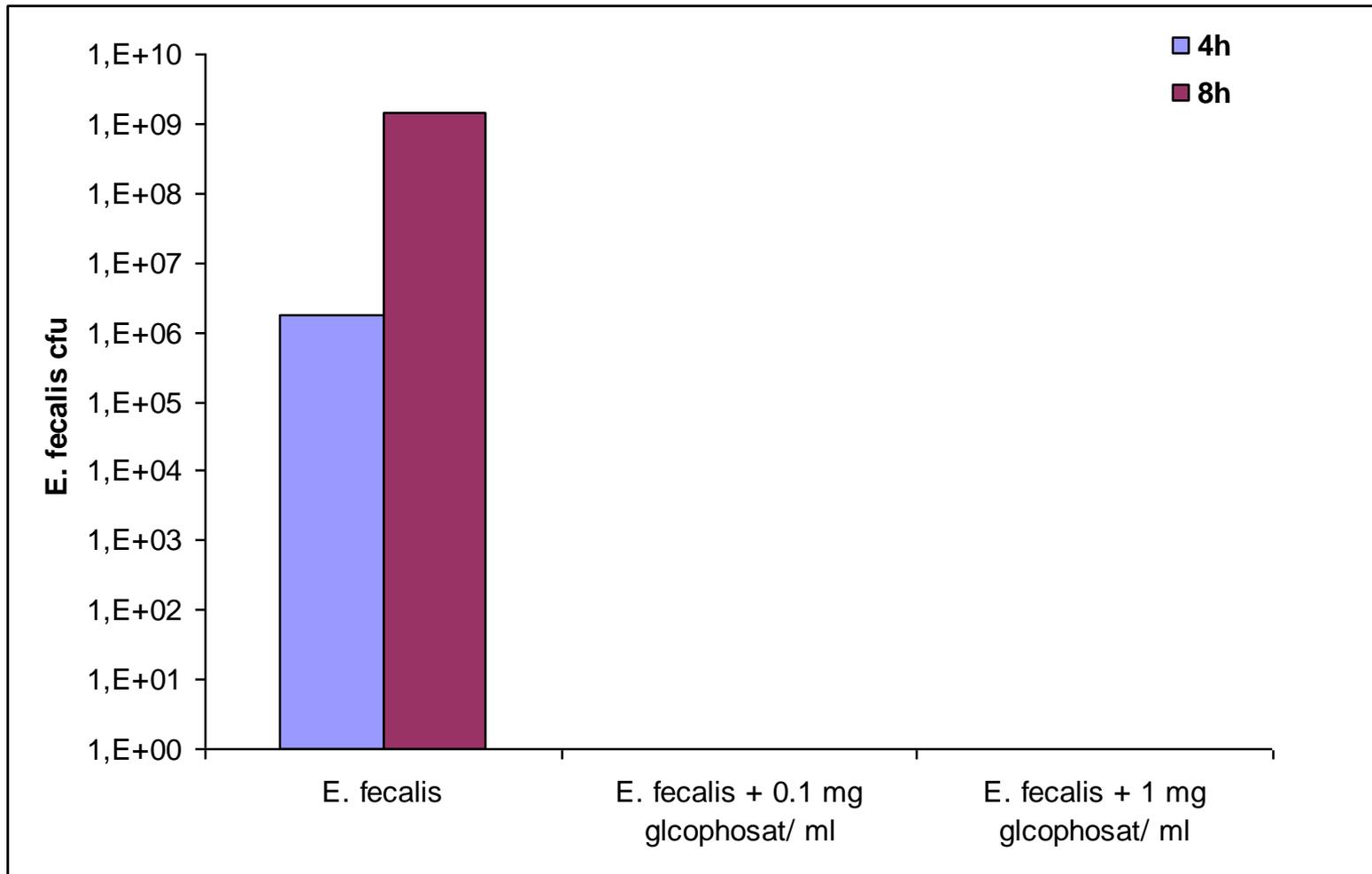


(Sullivan et al. 1988)

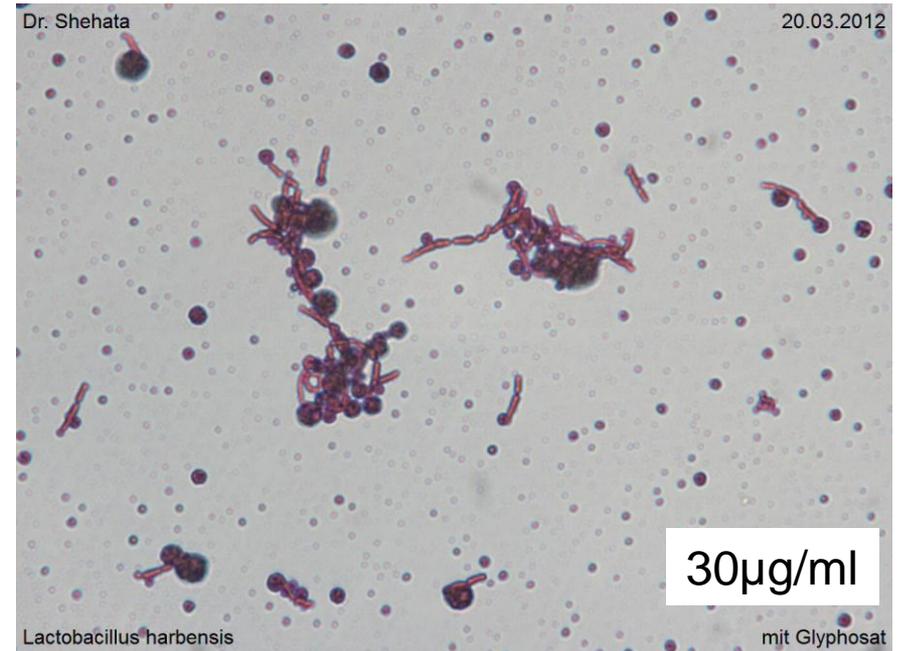
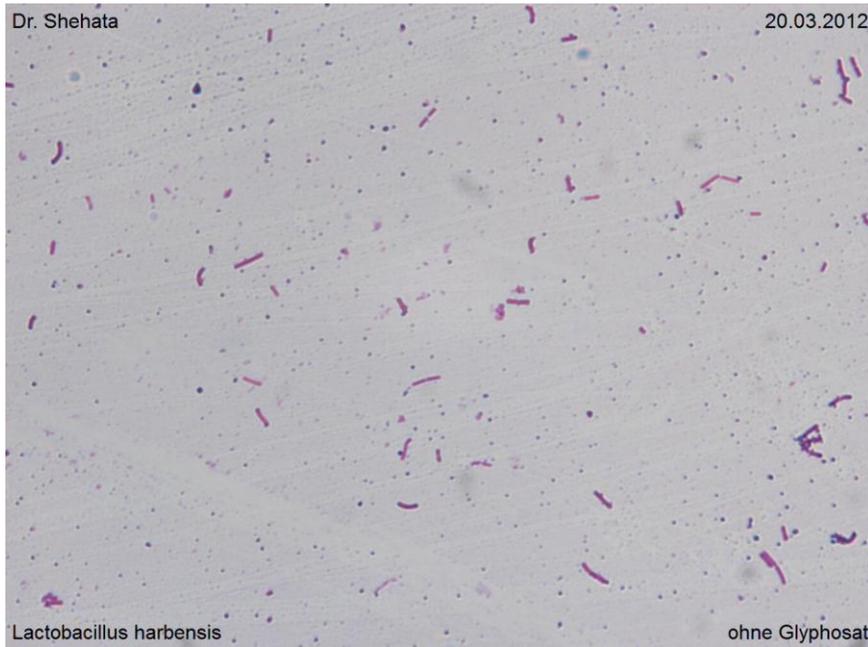
Einfluss verschiedener *E. faecium*-Konzentrationen auf BoNT B Expression



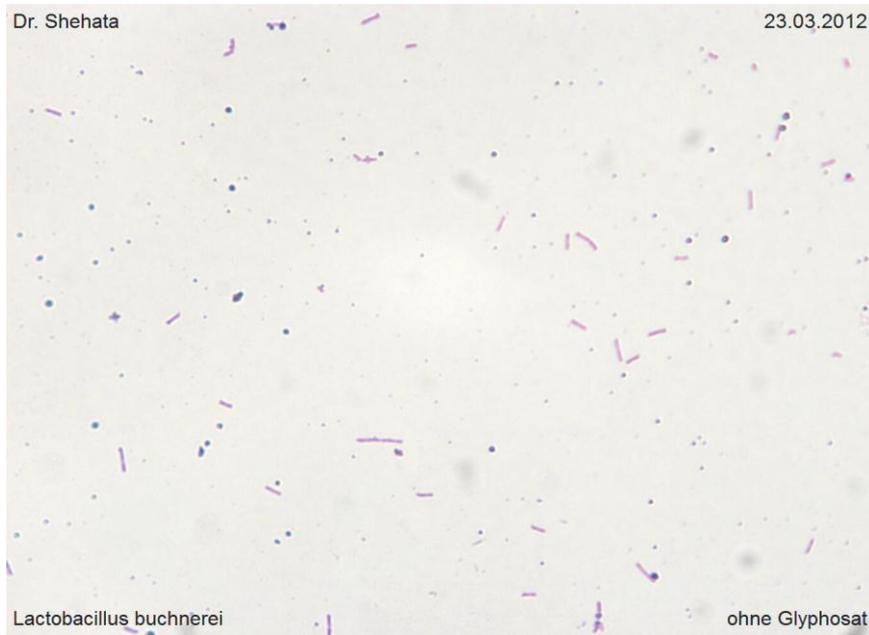
Einfluss von Glyphosat auf das Wachstum von *E. faecalis*



Beispiel: Wirkung von Glyphosat auf *Lactobacillus harbinensis*

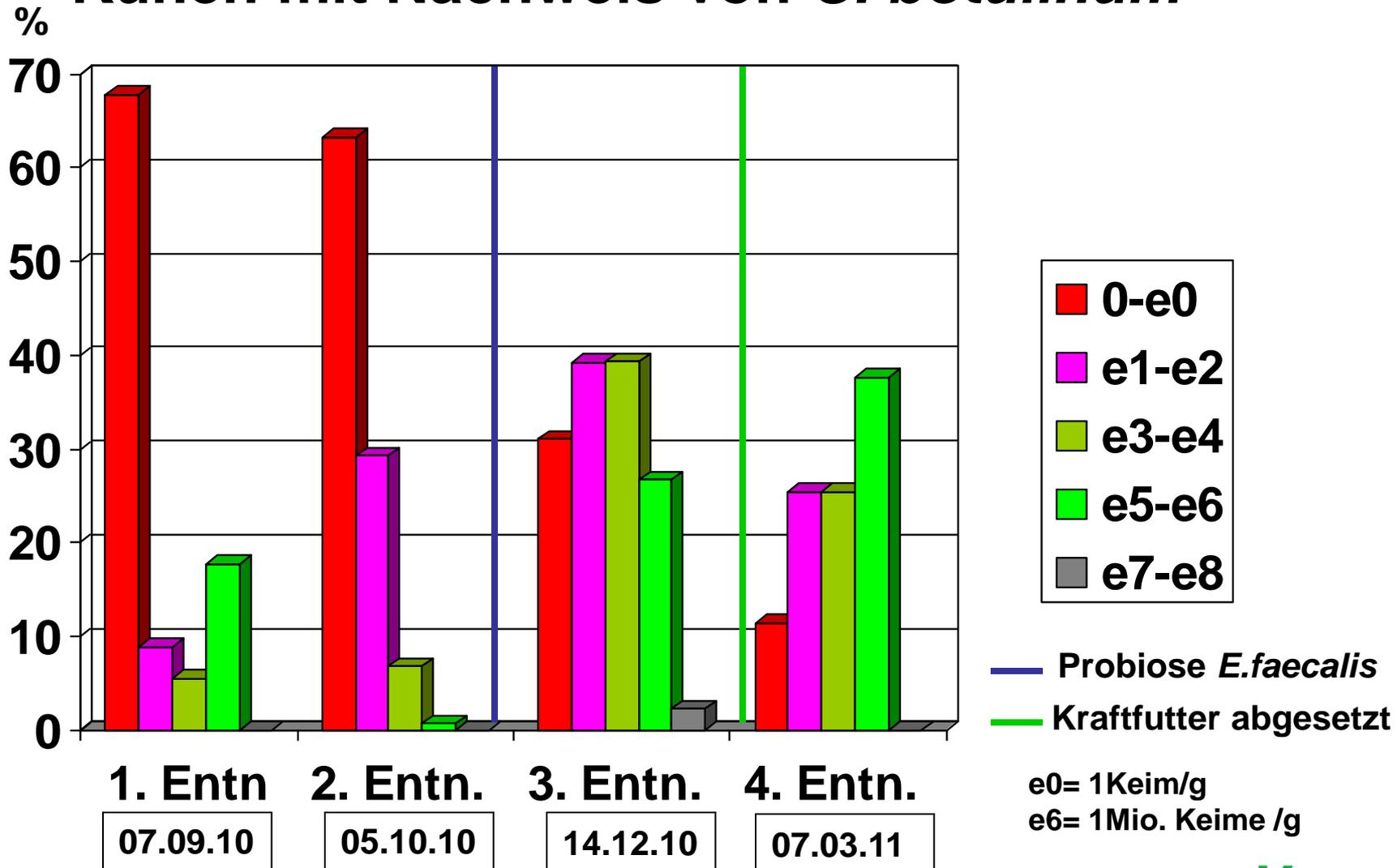


Beispiel: Einfluss von Glyphosat auf *L. buchneri*



- **An chronischem Botulismus erkrankte Kühe haben keine oder reduzierte Konzentrationen von Enterokokken im Kot**

Beispiel: Enterokokken-Gehalte im Kot von Kühen mit Nachweis von *C. botulinum*



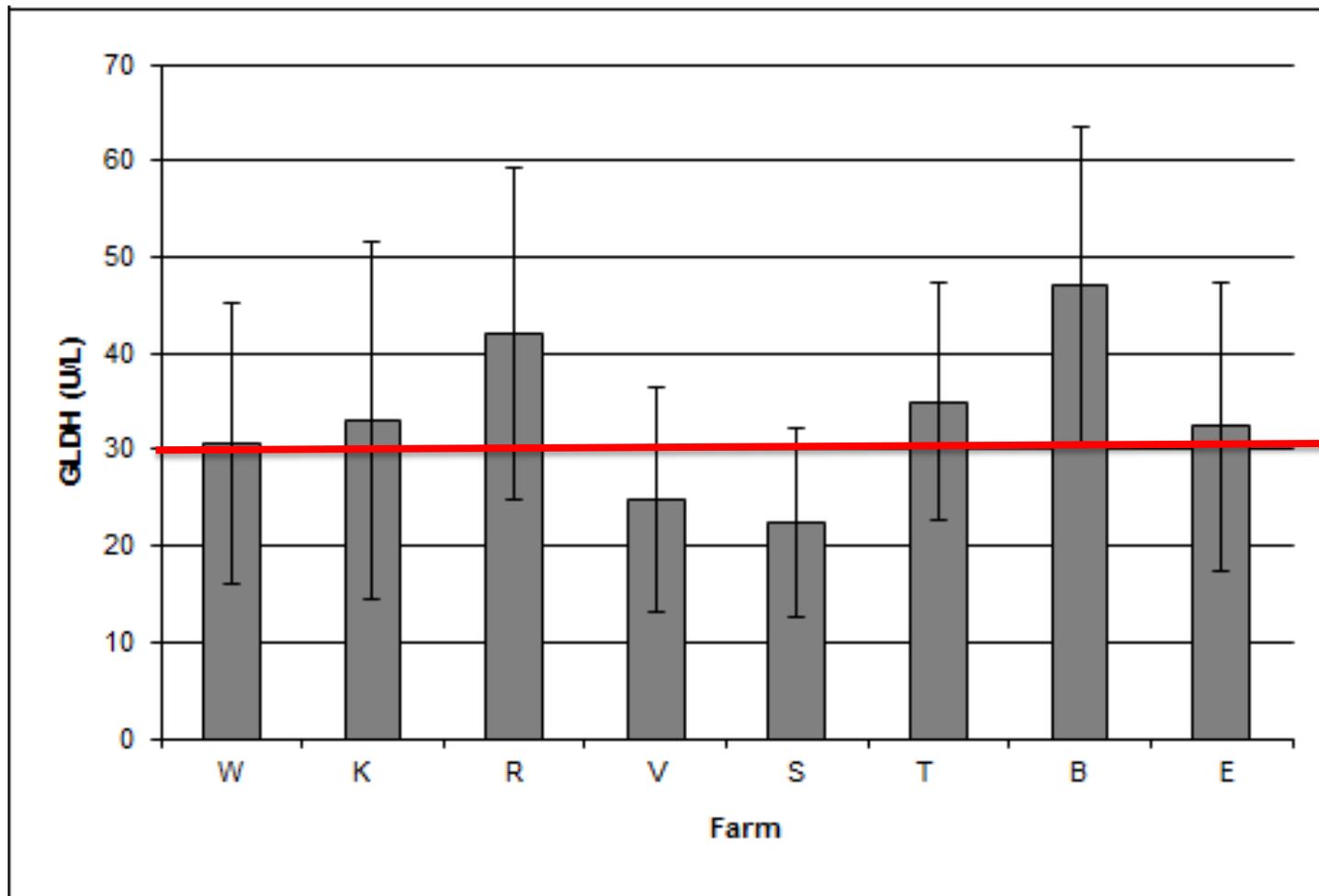
Effekte durch Glyphosat

- **5. Stoffwechseleffekte**

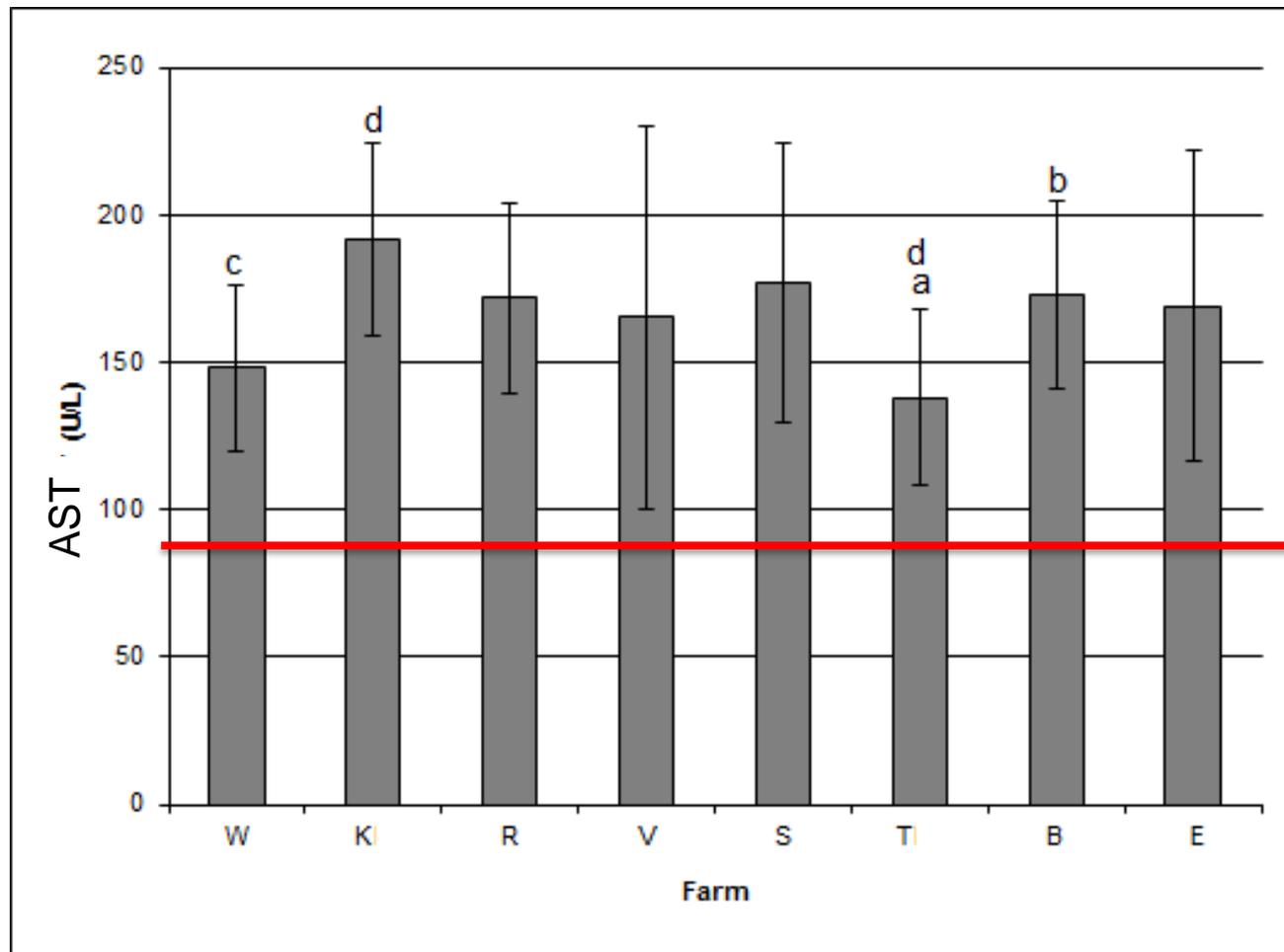
Zytotoxische Aktivität Leber- und Nierenschäden



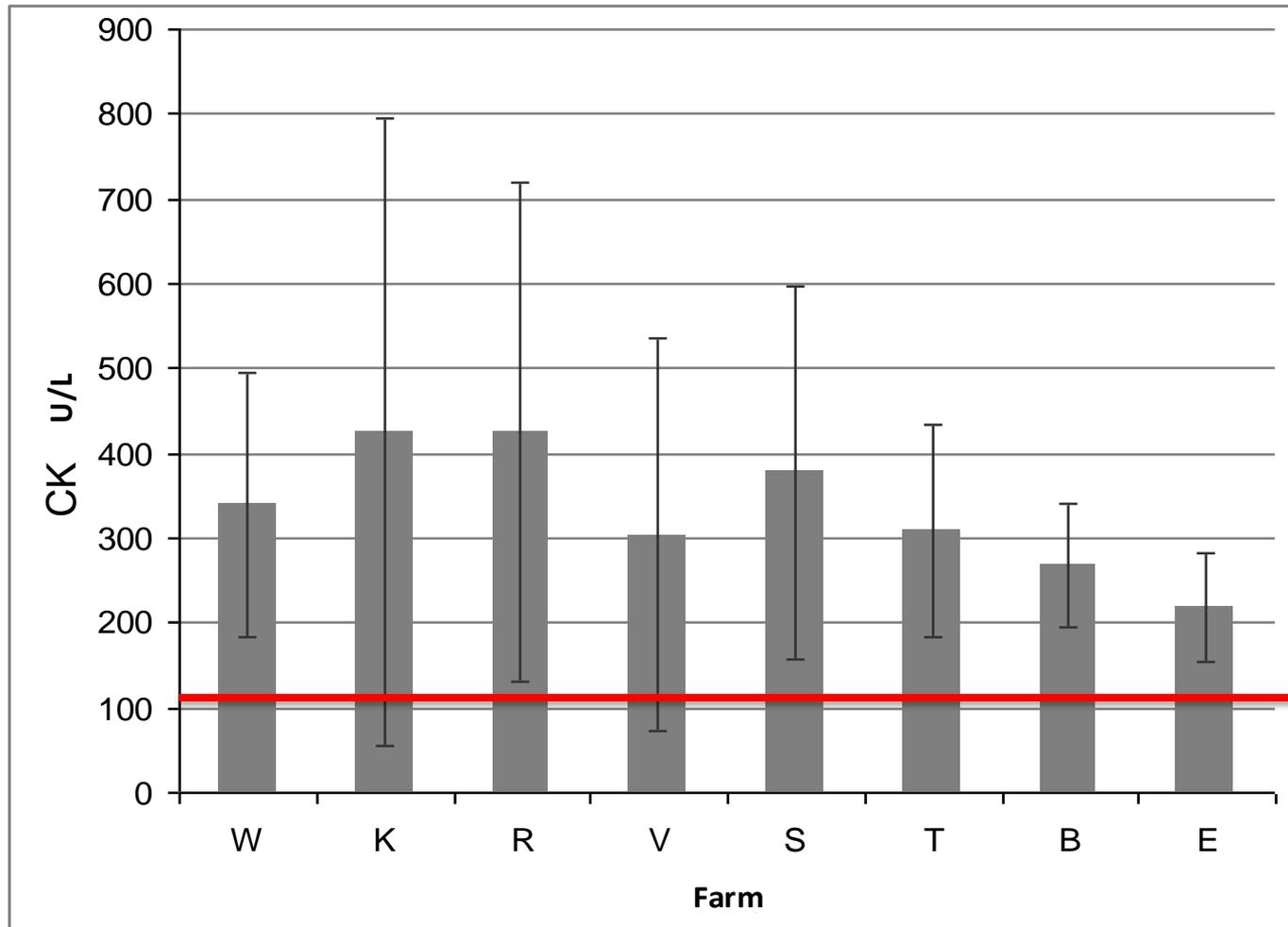
Nachweis von GLDH im Blutserum von Kühen (DK 2012)



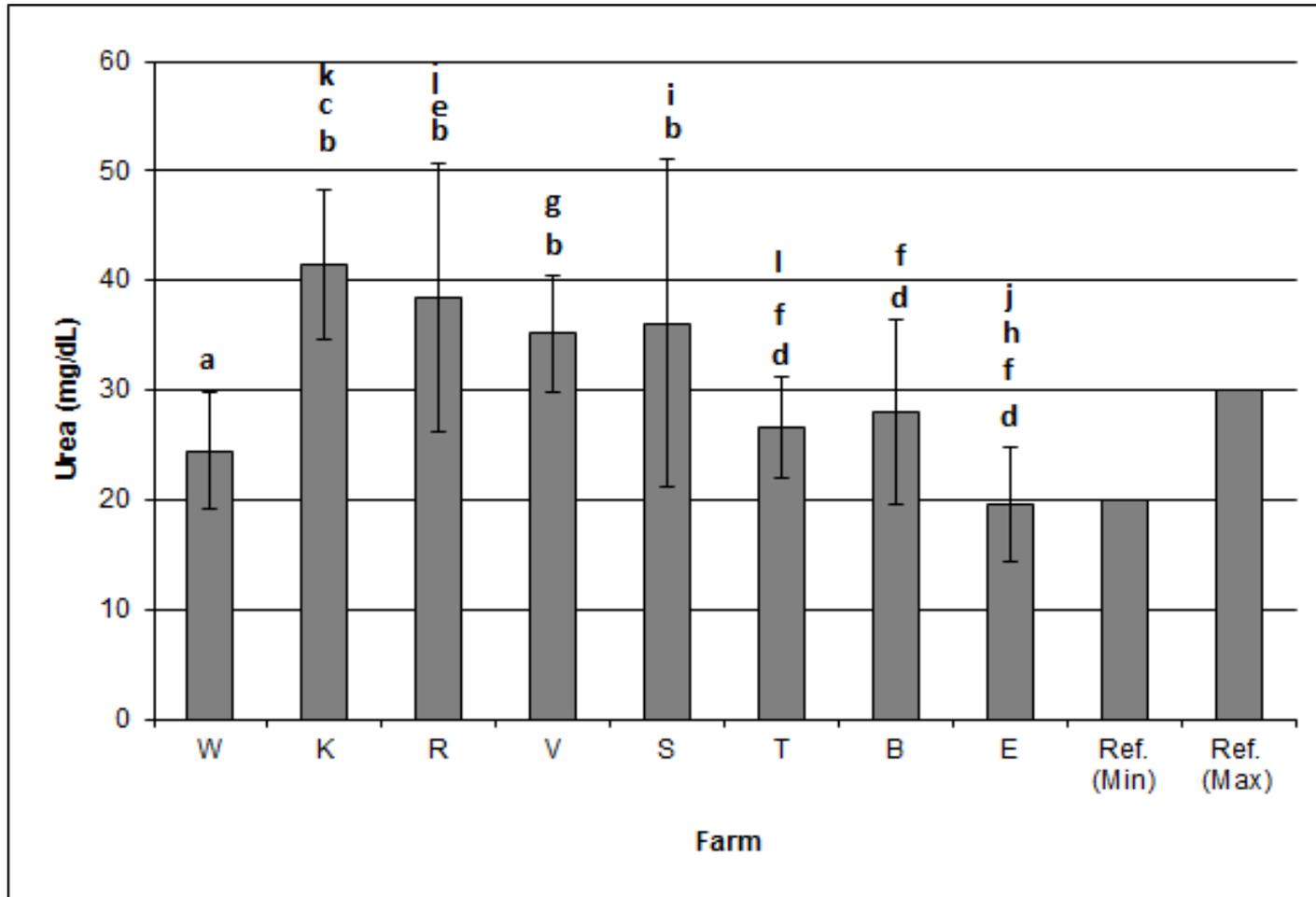
Nachweis von AST im Blutserum von Kühen (DK 2012)



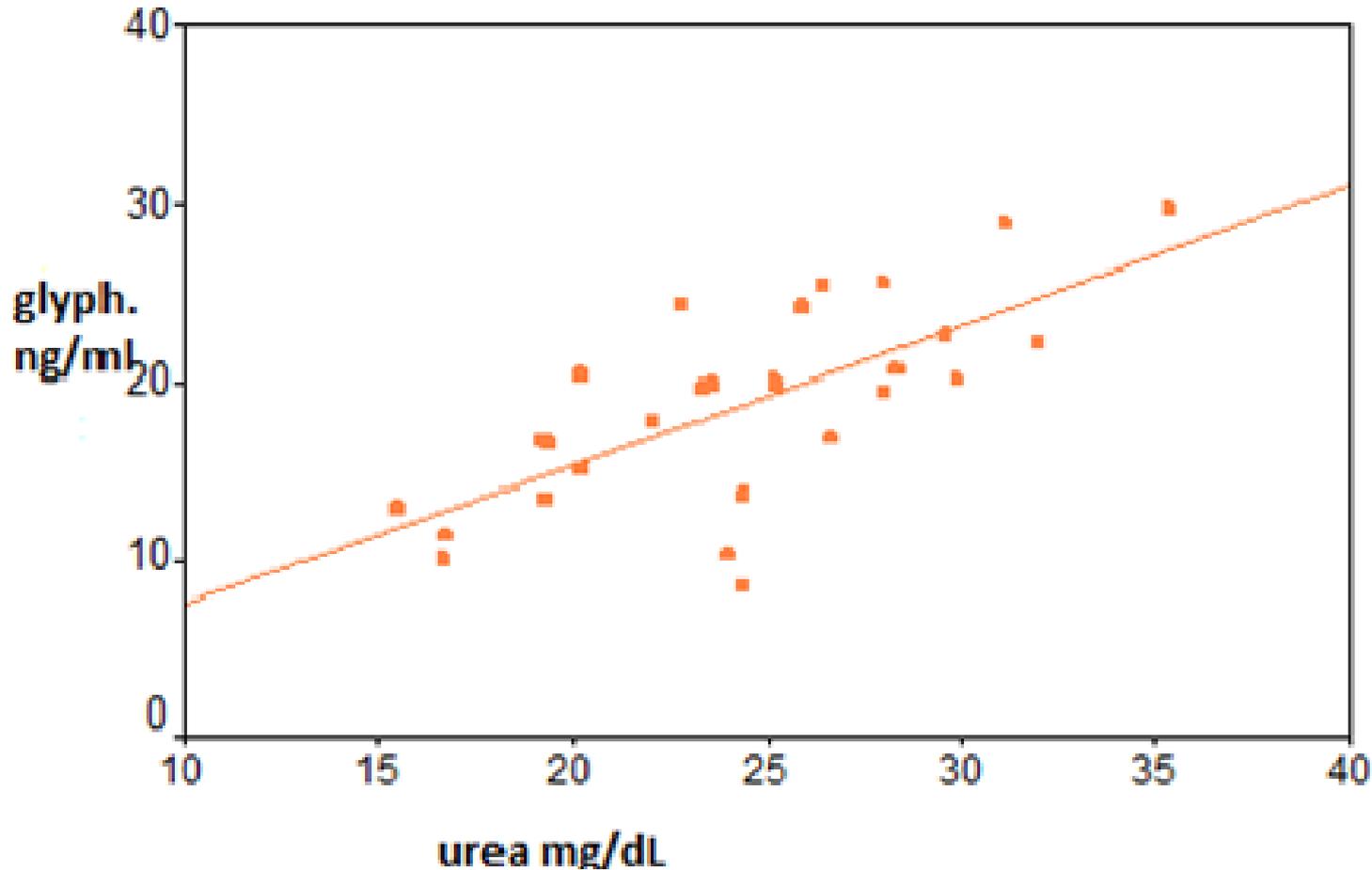
Nachweis von CK im Blutserum von Kühen (DK 2012)



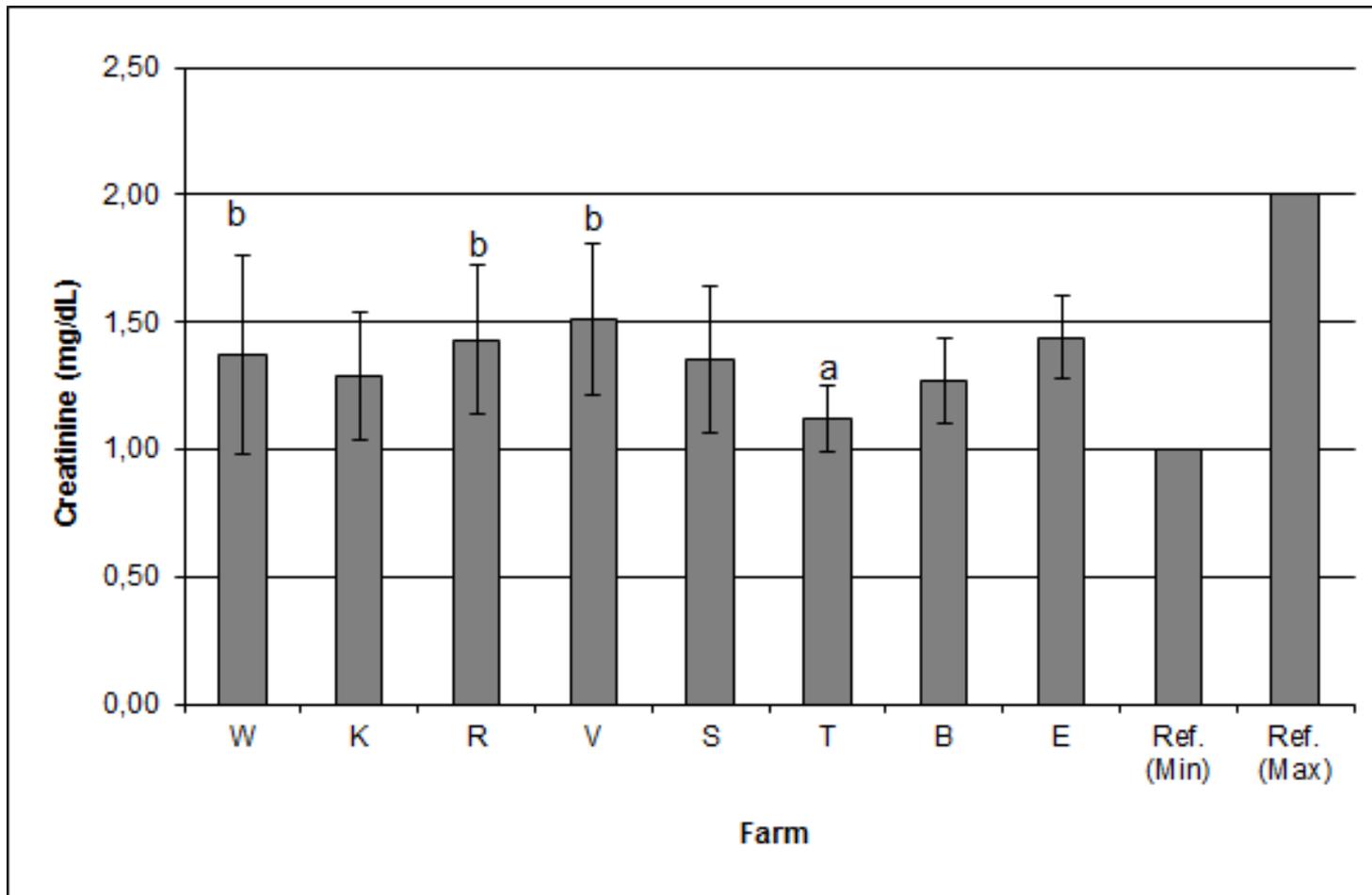
Nachweis von Harnstoff im Blutserum von Kühen (DK 2012)



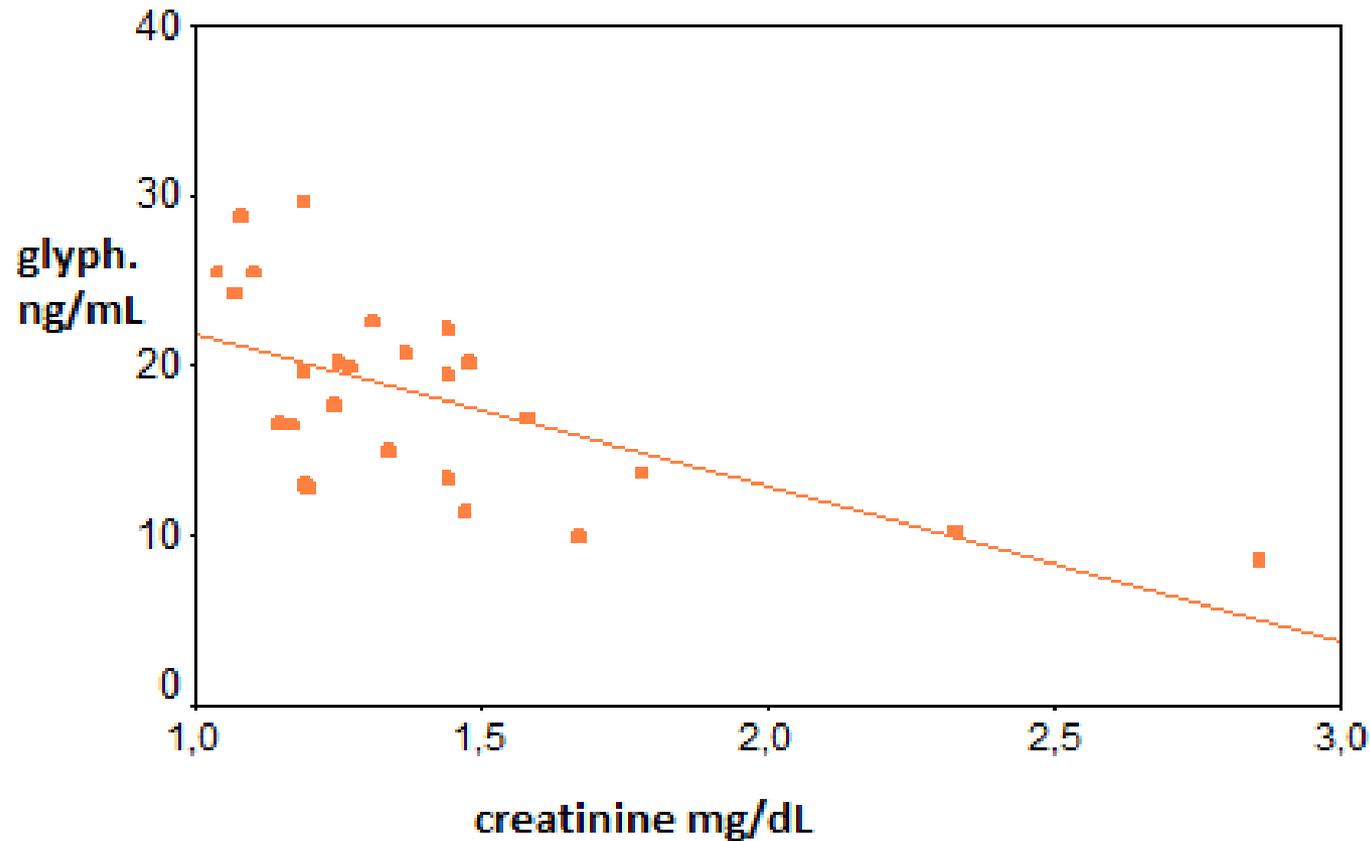
Beziehung zw. Glyphosat im Urin und Harnstoff im Blutserum



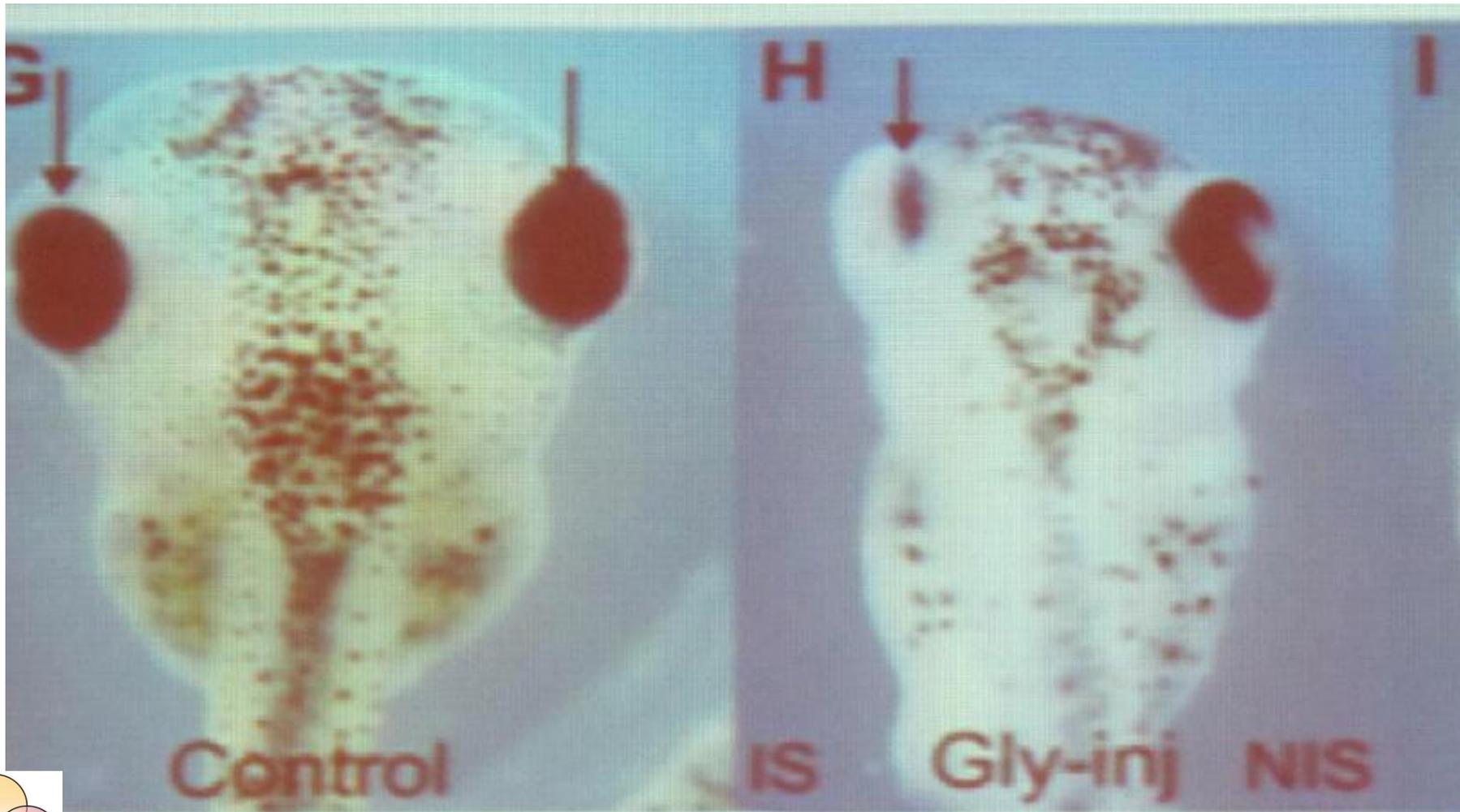
Nachweis von Creatinin im Blutserum von Kühen (DK 2012)



Beziehung zw. Glyphosat im Urin und Creatinin im Blutserum



Missbildungen bei Fröschen



Carrasco, 2010, Missbildungen bei menschlichen Föten



Carrasco, 2010, Missbildungen bei menschlichen Föten



Deformierte Ferkel (Dänischer Bericht, 2012)





03.18.2011

Zitzenhautnekrosen



Chronischer Botulismus und Glyphosat

Besteht ein Zusammenhang?



Bestand K in T



Frischabkalber



01.07.2011



Nicht abgeschluckte Futterwickel, 17.08.10



Überkreuzte Hinterbeine



Speichelfluss

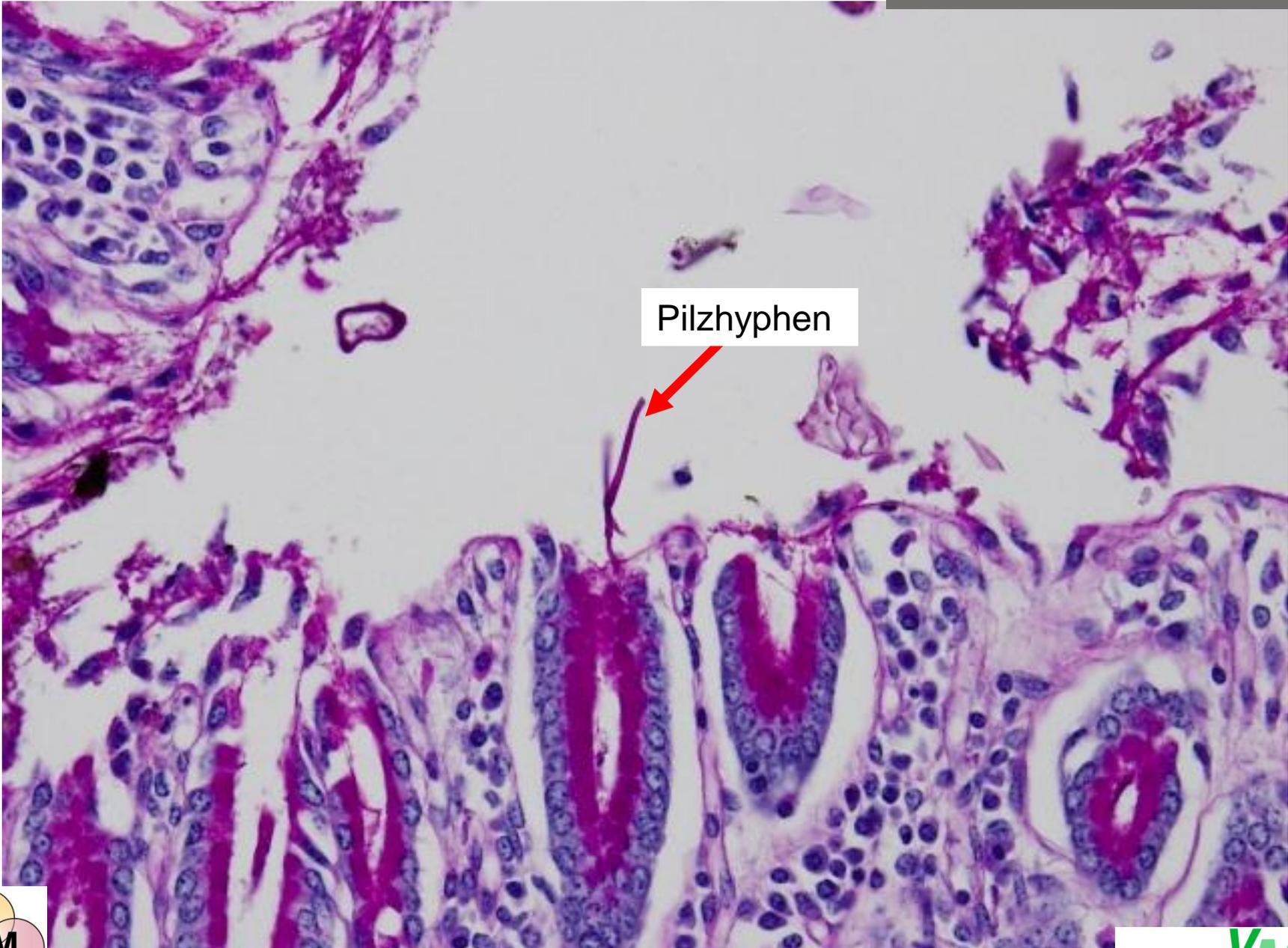


Konventioneller Bestand Labmägen und Inhalte euthanasierter Kühe





Schlachttier: Labmagen, diffuse plasmazellulär-dominante, teils erosive Abomasitis mit multifokalem Nachweis septierter Pilzhyphen sowie Bakterien (Stäbchen und Kokken)



Pilzhyphen

Labmagen, Schlachttier



Pilzhyphen

Labmagen, Schlachttier

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)

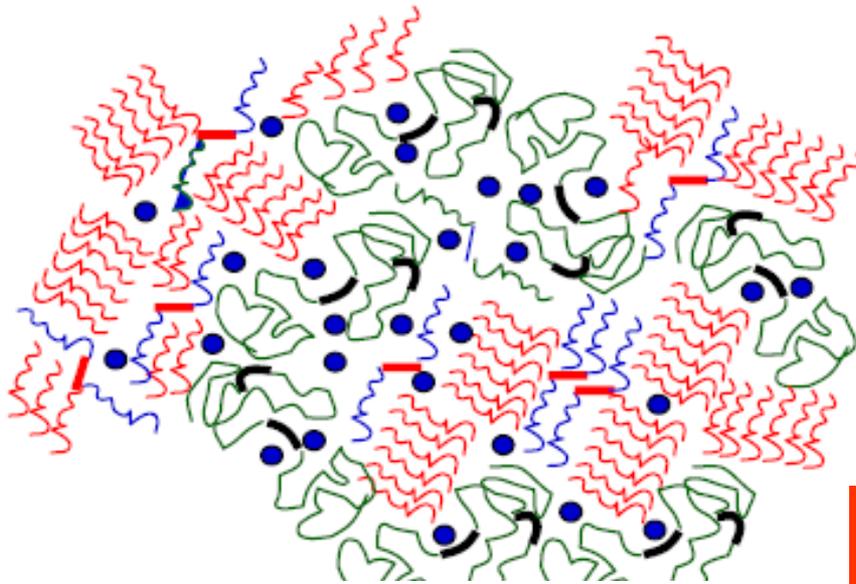
Boden: Stoppen des G-Einsatzes, Ausbringen von Huminsäuren und PF-Kohle



Bindung von Glyphosat durch Huminsäuren

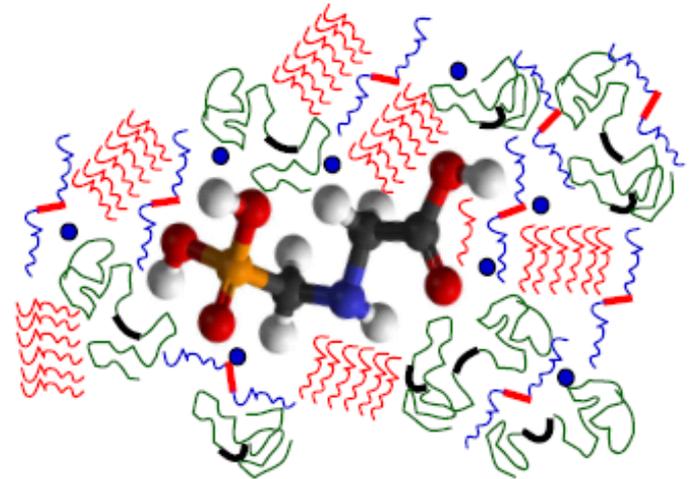
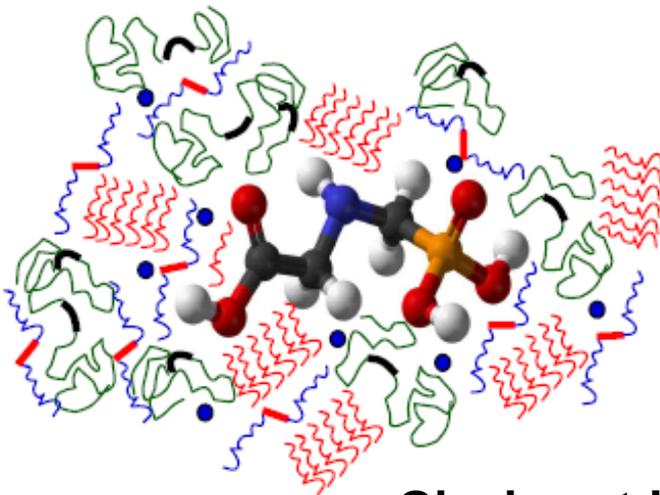
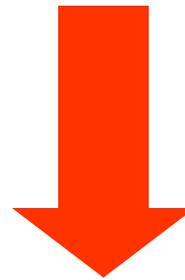
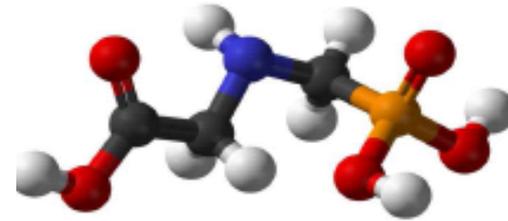


Huminsäure



Glyphosat

+



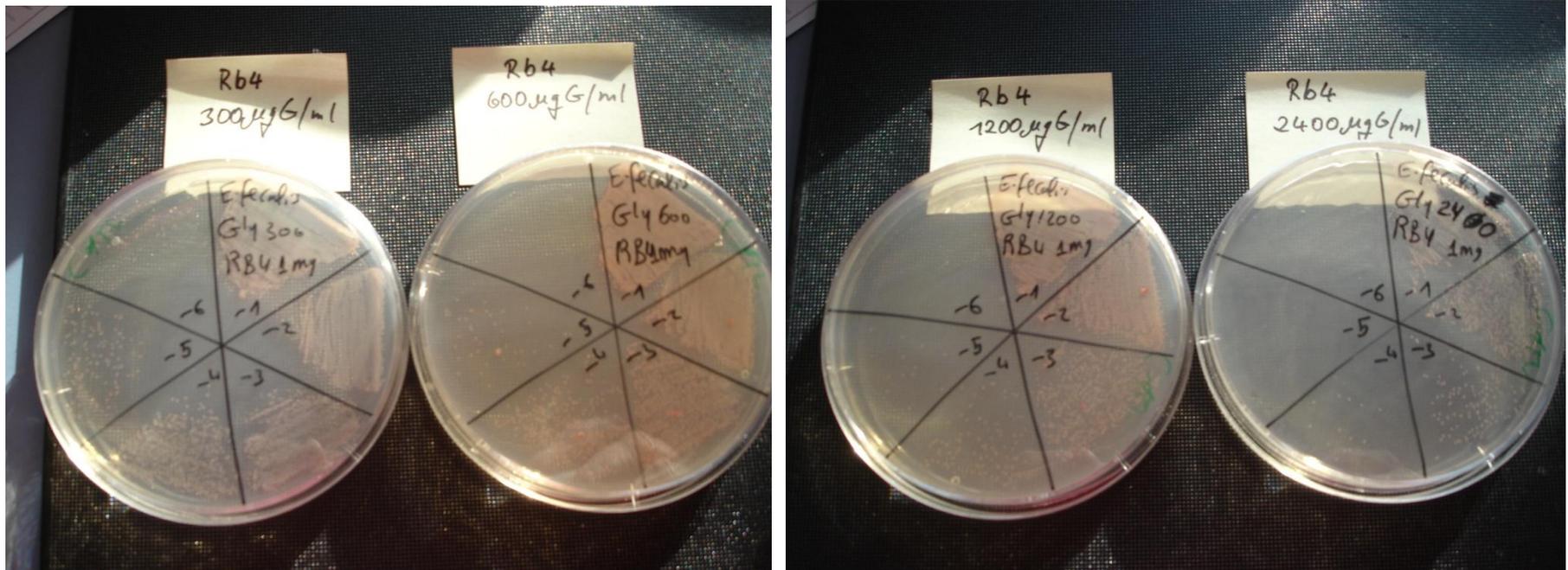
Glyphosat-Huminsäure-Komplexe

Huminsäuren

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

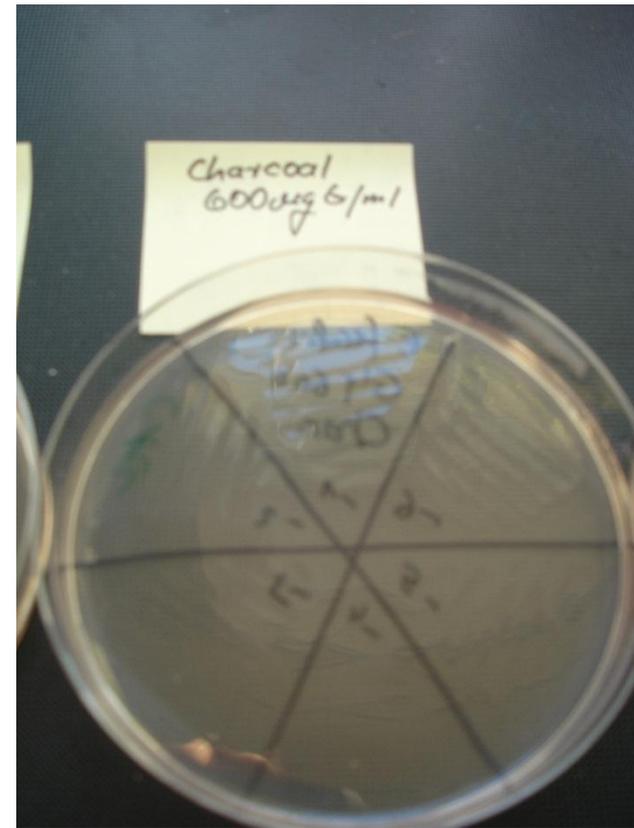
Bindung von Glyphosat durch Huminsäuren

RB 4/ 1mg/ml

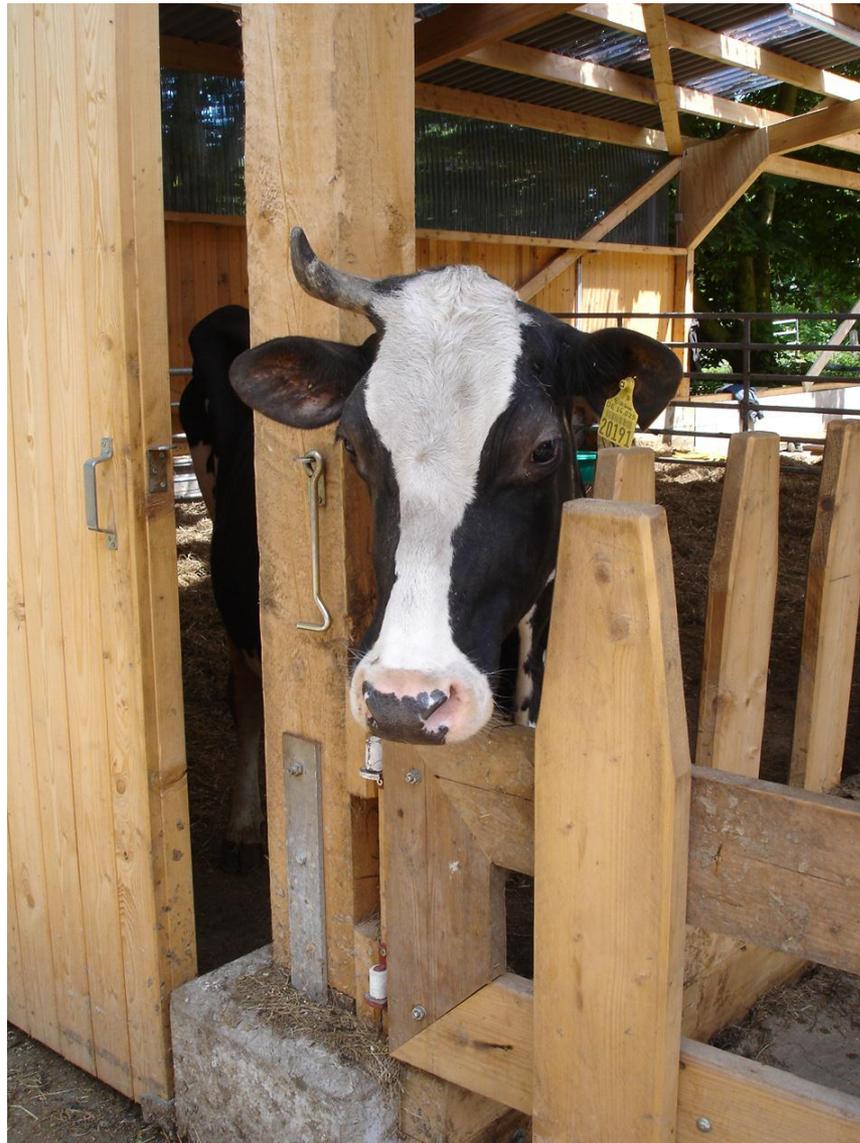


Glyphosat-Hemmung bis 2400 µg/ml

Bindung von Glyphosat an Holzkohle



Fragen?



Wir danken für die Aufmerksamkeit

