

# Begleitende Modellversuche zum Landesversuch 115

## Schadwirkungen von Herbizid-Vorsaatbehandlungen

**Sebastian Bott, Ulrike Lebender, Duck-Joong Yoon, Tsehay Tesfamariam,  
Volker Römhild, Günter Neumann**

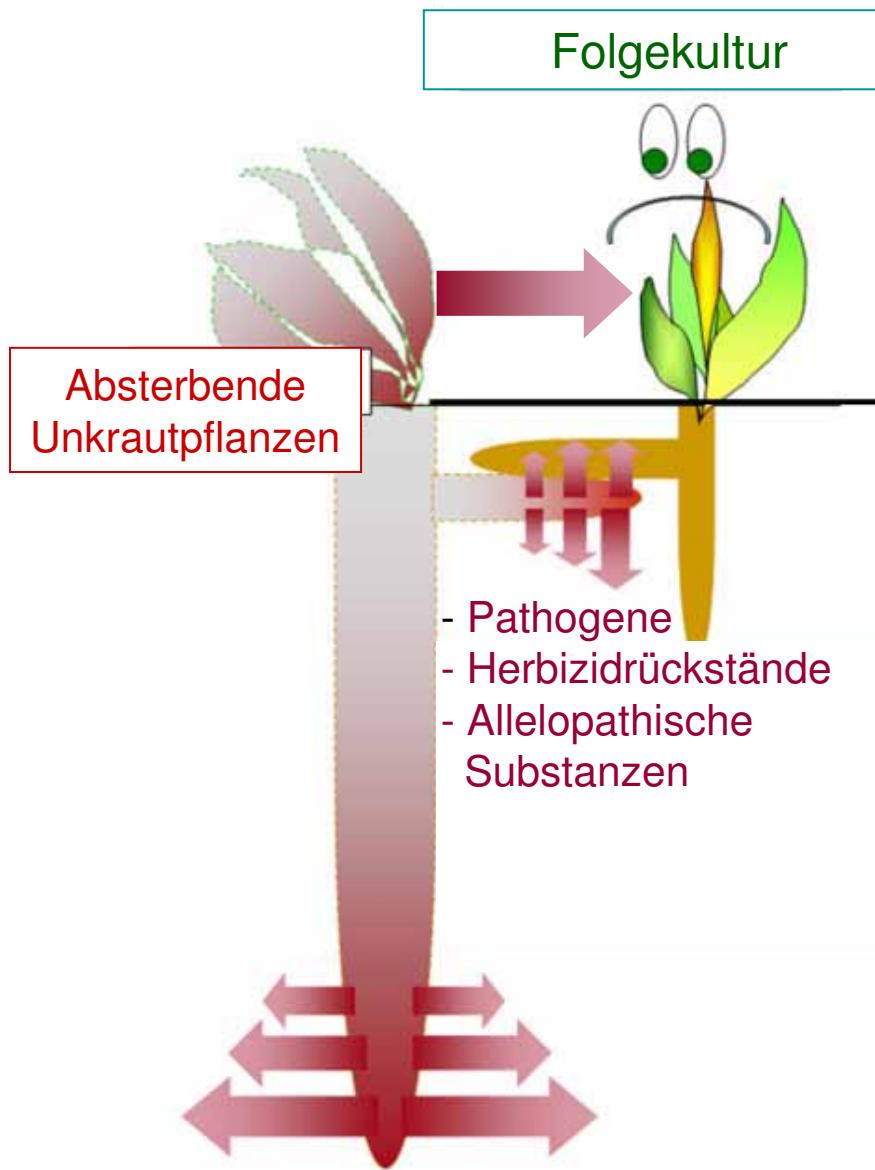
*Institut für Pflanzenernährung (330), Universität Hohenheim, 70593 Stuttgart, Germany*



--



# Mögliche Ursachen für die beobachteten Pflanzenschäden



1. **Grüne Brücke:** Verstärkter Pathogenbefall der absterbenden, Herbizidbehandelten Unkrautpflanzen.  
Infektion der Folgekultur bei zu kurzen Wartezeiten bis zur Aussaat  
(*Descalzo et al. 1997, Smiley, 1992*)

2. **Abgabe von Herbizidrückständen**  
oder allelopathischer Substanzen aus dem absterbenden Pflanzengewebe herbizidbehandelter Unkrautpflanzen.  
Kontaktkontamination der Folgekultur bei zu kurzen Wartezeiten bis zur Aussaat (*Doublet et al. 2009*)

# Qualitativer Nachweis der DNA pilzlicher Pathogene im Sprossgewebe von Winterweizen (BBCH 30 - Frühjahr 2009)

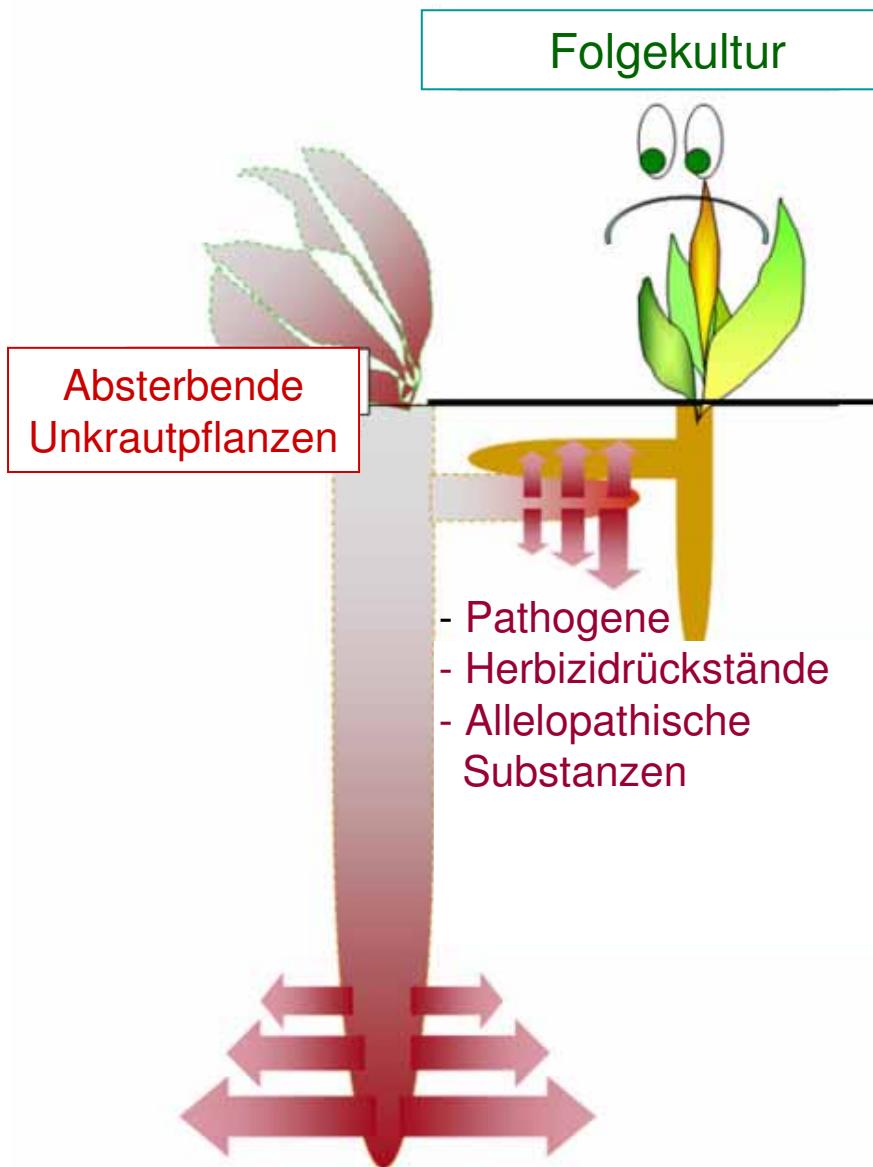
		<i>Fusarium</i> ssp.	<i>P. ultimum</i>	<i>R. solani</i>
<b>Tauberbischoff</b>	RUM 20 d	not found	found	not found
	BASTA 20 d	not found	not found	not found
<b>Dusslingen</b>	RUM 20 d	found	not found	not found
	BASTA 20 d	found	not found	found
<b>Tauberbischoff</b>	RUM 2 d	found	found	found
	BASTA 2 d	found	found	found
<b>Dusslingen</b>	RUM 2 d	found	found	found
	BASTA 2 d	found	found	found

Qualitative detectability of *Fusarium* ssp., *P. ultimum* and *R. solani* by PCR in wheat samples (1 plant plot<sup>-1</sup>)

**Frage: Ist der Nachweis der Pathogene Ursache oder Folge der Pflanzenschäden**

Quelle, IdentXX<sup>3</sup>

# Mögliche Ursachen für die beobachteten Pflanzenschäden



1. **Grüne Brücke:** Verstärkter Pathogenbefall der absterbenden, Herbizidbehandelten Unkrautpflanzen.  
Infektion der Folgekultur bei zu kurzen Wartezeiten bis zur Aussaat  
(Descalzo et al. 1997, Smiley, 1992)

2. **Abgabe von Herbizindrückständen**  
oder allelopathischer Substanzen aus dem absterbenden Pflanzengewebe herbizidbehandelter Unkrautpflanzen-  
Kontaktkontamination der Folgekultur bei zu kurzen Wartezeiten bis zur Aussaat (Doublet et al. 2009)



## Methodischer Ansatz der Modellversuche

Glyphosat-Vorsaatapplikationen auf eine Winterweizenvorkultur mit einer Winterweizenfolgekultur (*Triticum aestivum* cv. Isengrain B).

Topfversuche mit dem Boden des Feldversuchsstandortes Wendelsheim (2007) unter kontrollierten Klimakammerbedingungen.

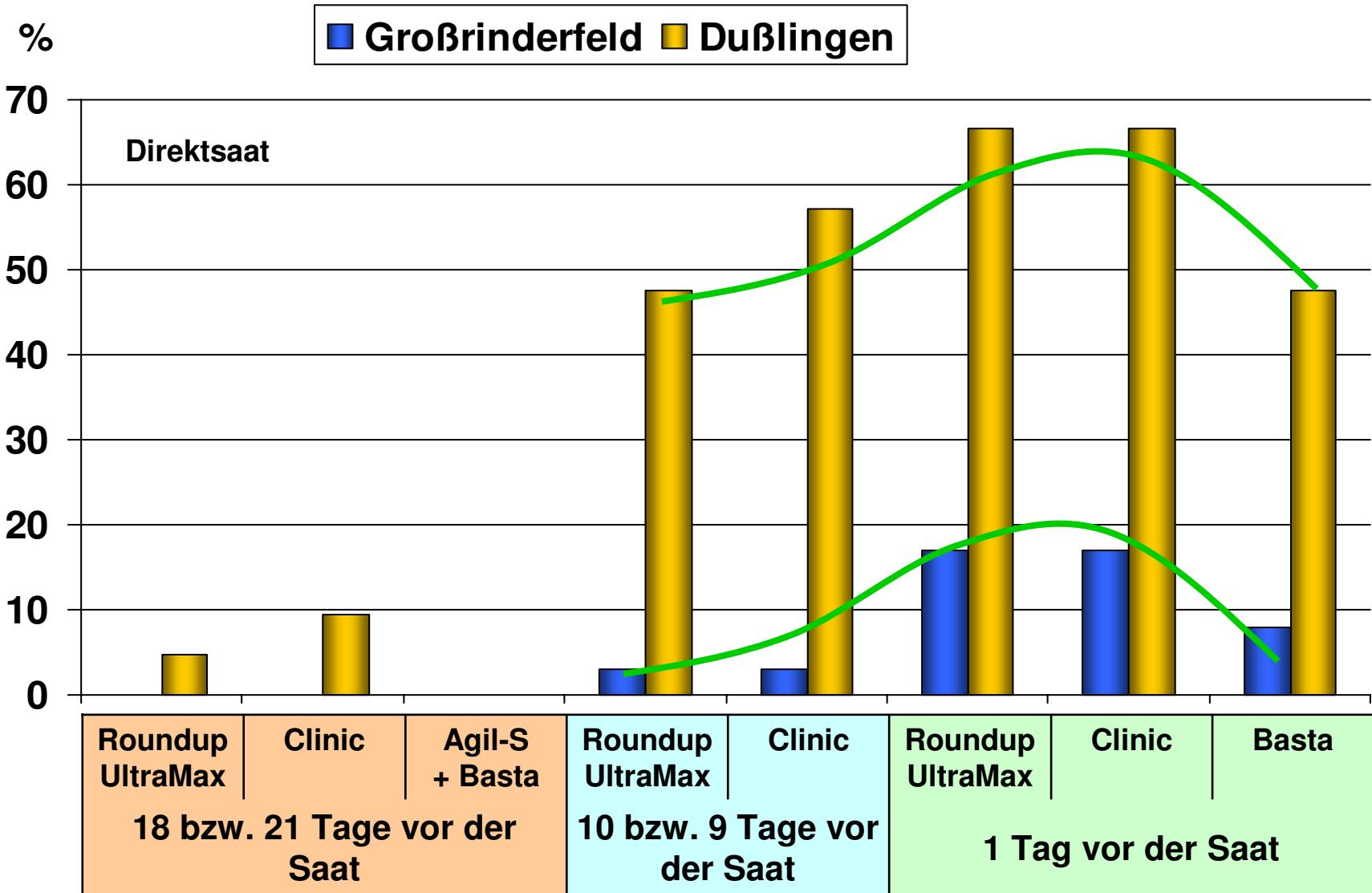
Die Glyphosatapplikation erfolgte mit einem Spritzstand am Institut für Phytomedizin der Universität Hohenheim

Dosis: 4 L Roundup Ultramax  $ha^{-1}$ , Geschwindigkeit:  $800 \text{ mm sec}^{-1}$ ; Düsenhöhe 500 mm  
Spritzdruck 6 bar, Gravimetrische Kontrolle des Applikationsvolumens

# **Einfluß der Dichte des Unkrautbestandes und der Wartezeit nach Herbizid- Vorsaatbehandlung auf die Folgekultur**

# Feldversuche: Großrinderfeld - Dußlingen:

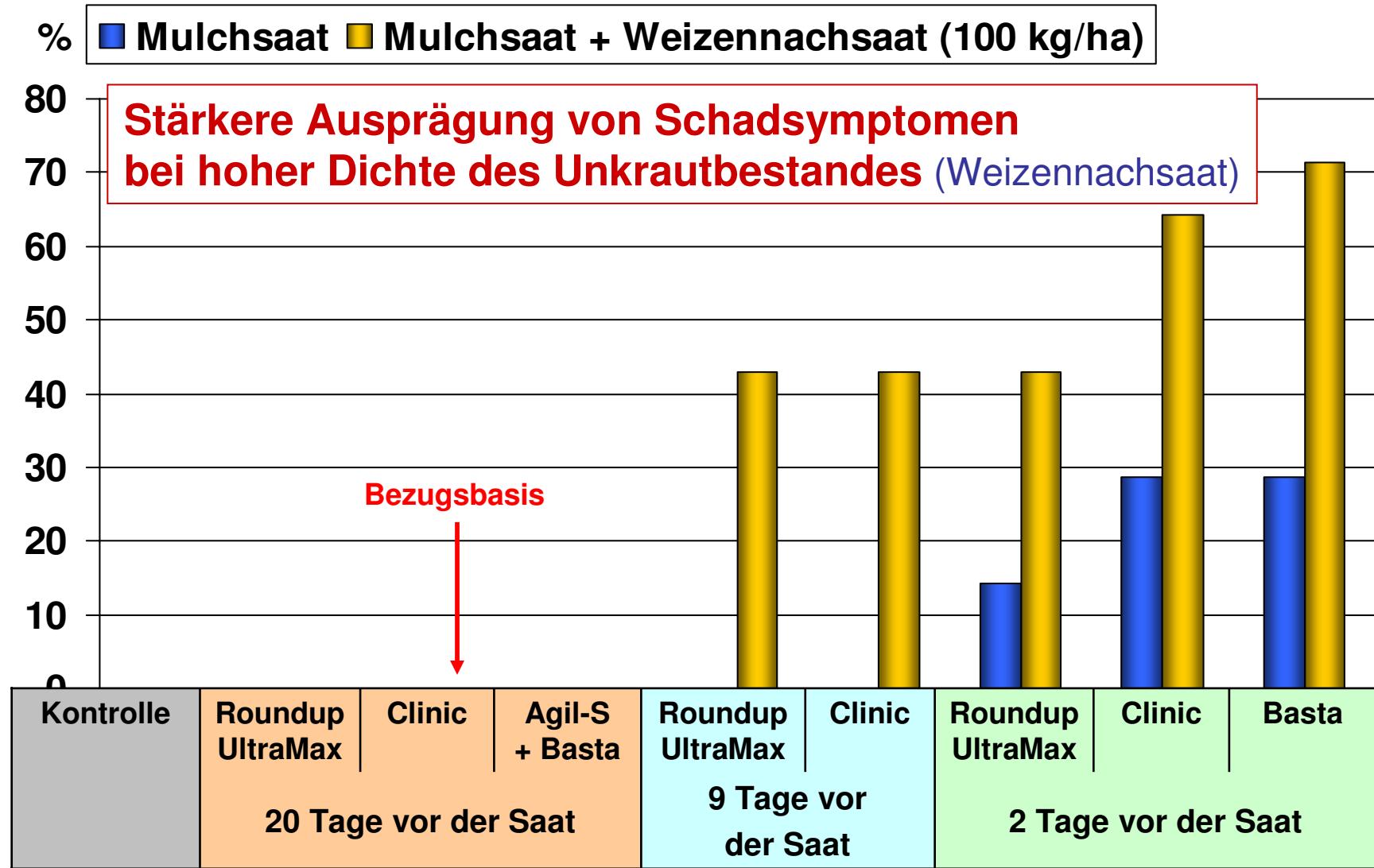
Schadbonitur: Nov. 08 (Ausdünnung der Bestandesdichte).



Pflanzenschäden werden durch kurze Wartezeiten begünstigt !<sup>7</sup>

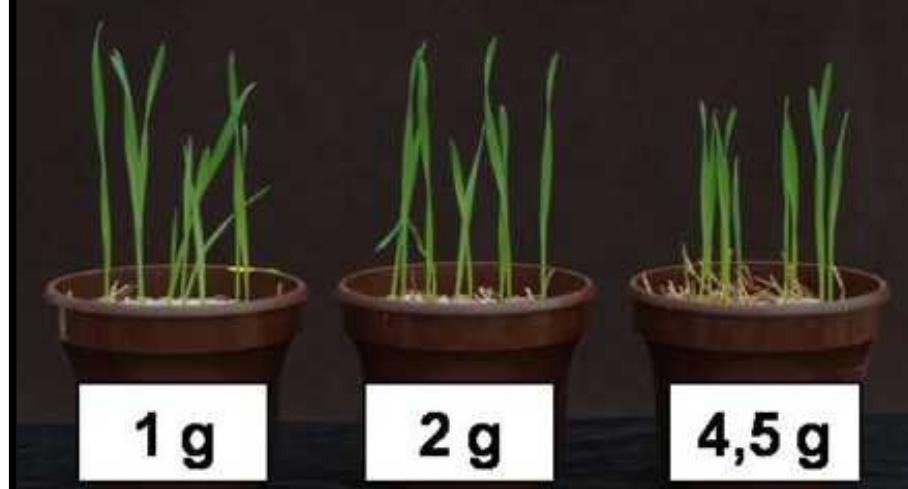
# Feldversuch Starzach: Ausdünnung der Bestandesdichte

Bonitur 17.11.2008

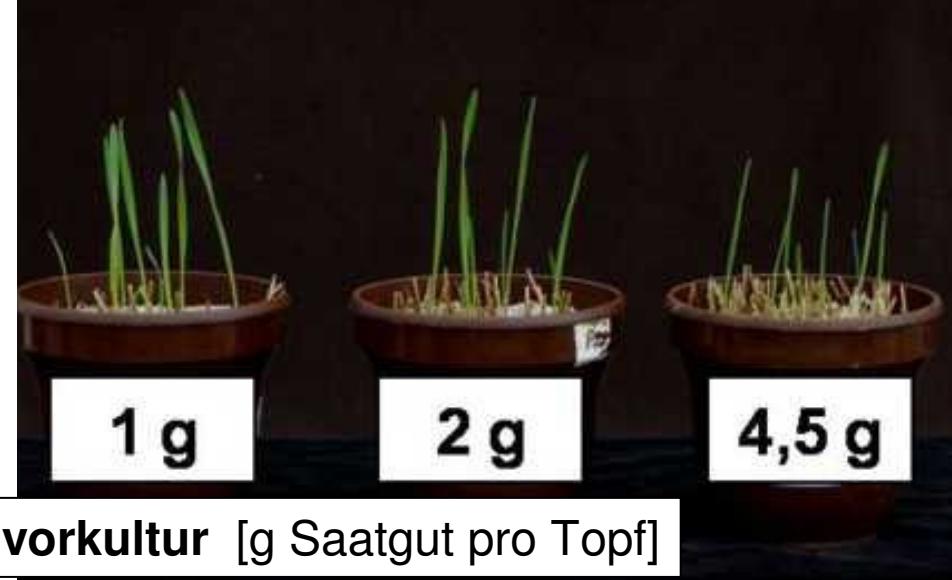


## Pflanzenschäden im Feld lassen sich im Modellversuch reproduzieren!

+Gly 4L ha<sup>-1</sup> 21 Tage vor Saat



+Gly 4 L ha<sup>-1</sup> 0 Tage vor Saat



Ausaatdichte der Winterweizenvorkultur [g Saatgut pro Topf]

Winterweizen (2 Wochen nach Aussaat) nach einer Glyphosat-behandelten Winterweizenvorkultur (Roundup Ultramax 4L ha<sup>-1</sup>, 21 T.v.S und 0 T.v.S.)

Kurze Wartezeiten nach Glyphosatvorsaatbehandlung begünstigen Wachstumsdepressionen in der Folgekultur

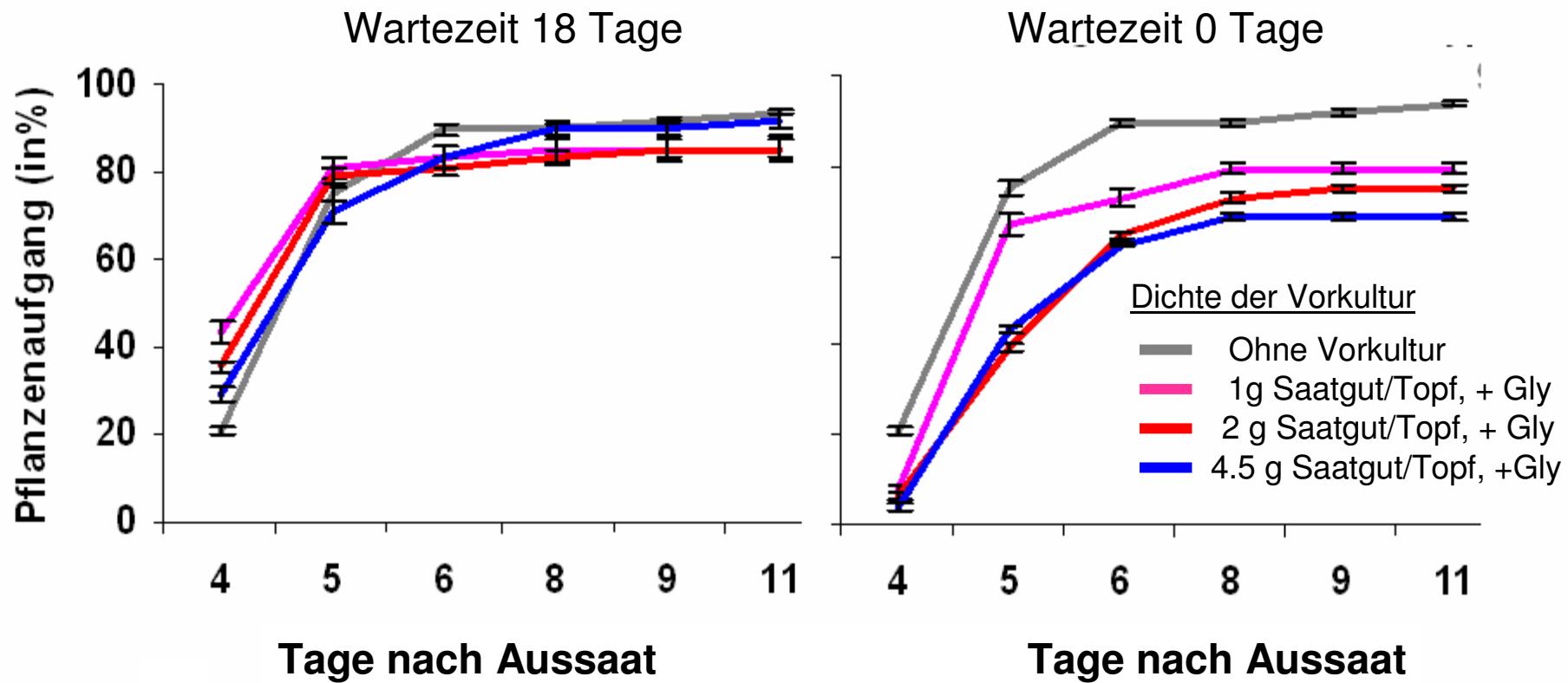
# Hohe Dichte des Unkrautbestandes begünstigt auch im Modellversuch Pflanzenschäden in der Folgekultur

+ Gly: 4L ha<sup>-1</sup>, 0 Tage vor Saat



Aussaatdichte der Winterweizenvorkultur [g Saatgut pro Topf]

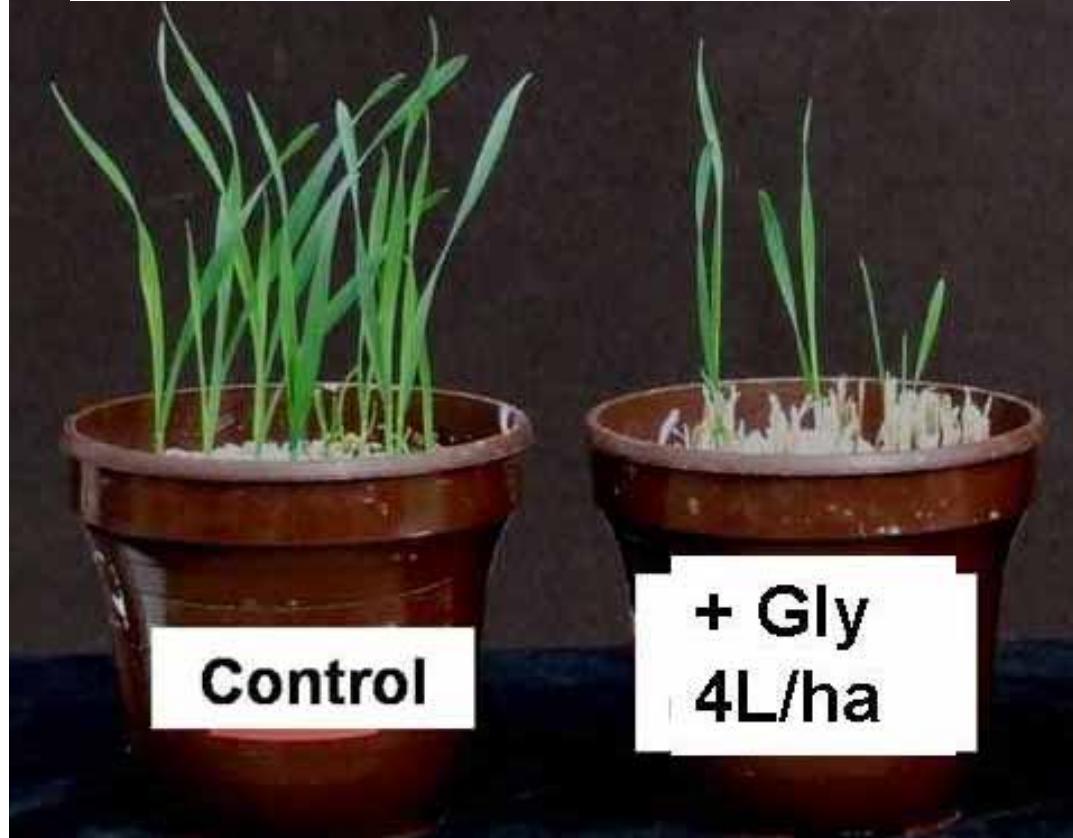
# Einfluß der Wartezeit nach Glyphosat-Vorsaatbehandlung (4 L/ ha) und der Bestandesdichte der Vorkultur auf den Aufgang von Winterweizen im Modellversuch



Bei kurzen Wartezeiten nach Glyphosat-Vorsaatbehandlung nimmt der Aufgang von Winterweizen mit steigender Bestandesdichte der Vorkultur kontinuierlich ab. (Kontrollen ohne Vorkultur unterschieden sich dabei nicht signifikant von Kontrollbehandlungen mit Vorkultur und manueller Unkrautentfernung; 11 nicht dargestellt)

**Wurzelrückstände des Unkrautbestandes  
sind ein wesentlicher Risikofaktor für  
Pflanzenschäden in der Folgekultur  
nach Glyphosat-Vorsaatbehandlung**

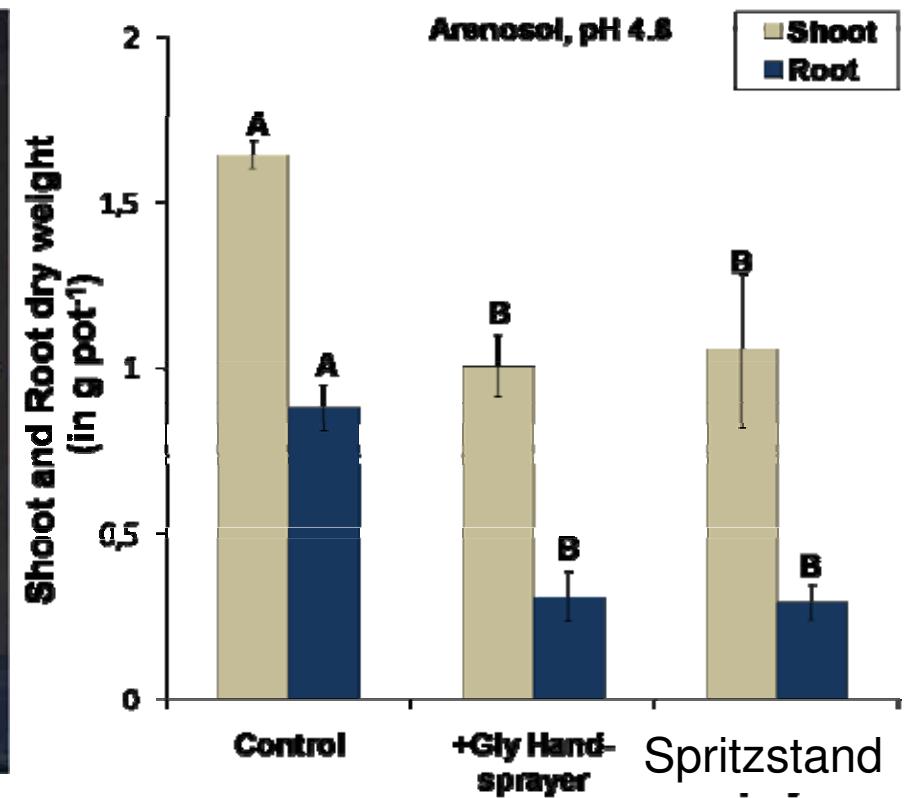
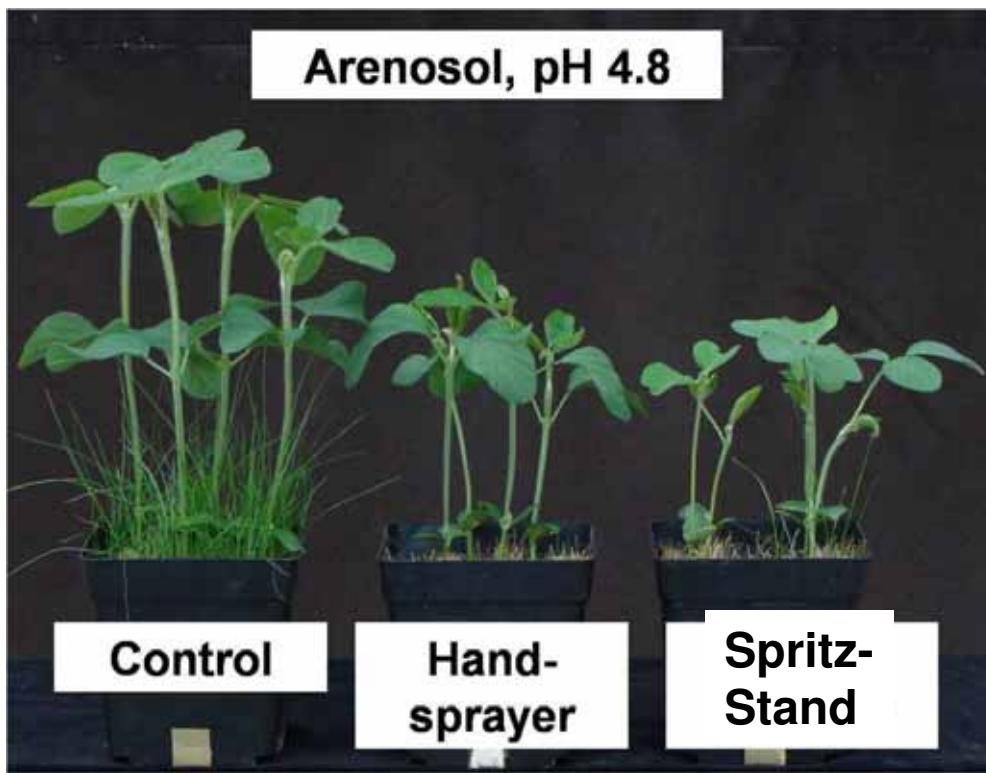
## Modellversuch 2 Wochen nach Aussaat



Eine Glyphosatvorsaatapplikation (2 T.v.S) auf eine Winterweizenvorkultur führt auch nach Entfernung der oberirdischen Pflanzenteile (2 Tage nach der Spritzung) zu Schäden in der Folgekultur. Keine Schäden ohne Herbizidapplikation (Control).

- **Wurzelrückstände der Vorkultur als Ursache für die Pflanzenschäden**
- **Die Schäden stehen im Zusammenhang mit der Herbizidanwendung**

**Spross und Wurzelbiomasse von Soja nach einer Glyphosat-Vorsaatapplikation (4 L ha<sup>-1</sup>, Spritzstand und Handsprayer) auf eine Weidelgras Vorkultur mit einer Wartezeit von 5 Tagen bis zur Soja-Ausaat auf einem sauren Sandboden**



**Vergleichbare Pflanzenschäden durch Glyphosatvorsaatapplikation bei kurzen Wartezeiten auch auf anderen Böden und anderen Modellpflanzenarten**

# Übersicht: Folgekulturschäden bei kurzen Wartezeiten nach Glyphosat-Vorsaatbehandlungen

## Feldversuche

Weizen nach Weizen  
Weizen nach Luzerne  
Weizen nach Gerste  
Weizen nach Hafer

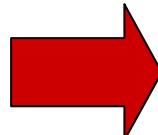
Hirrlingen, Starzach  
Wendelsheim  
Tauberbischofsheim  
Dusslingen

## Modellversuche

Weizen nach Weizen  
Soja nach Weidelgras  
Sonnenblume nach Weidelgras  
Sonnenblume nach Weidelgras

Boden vom Standort Wendelsheim  
Saurer Sandboden Westafrika  
Saurer Sandboden Westafrika  
Kalkhaltiger Loess Unterboden

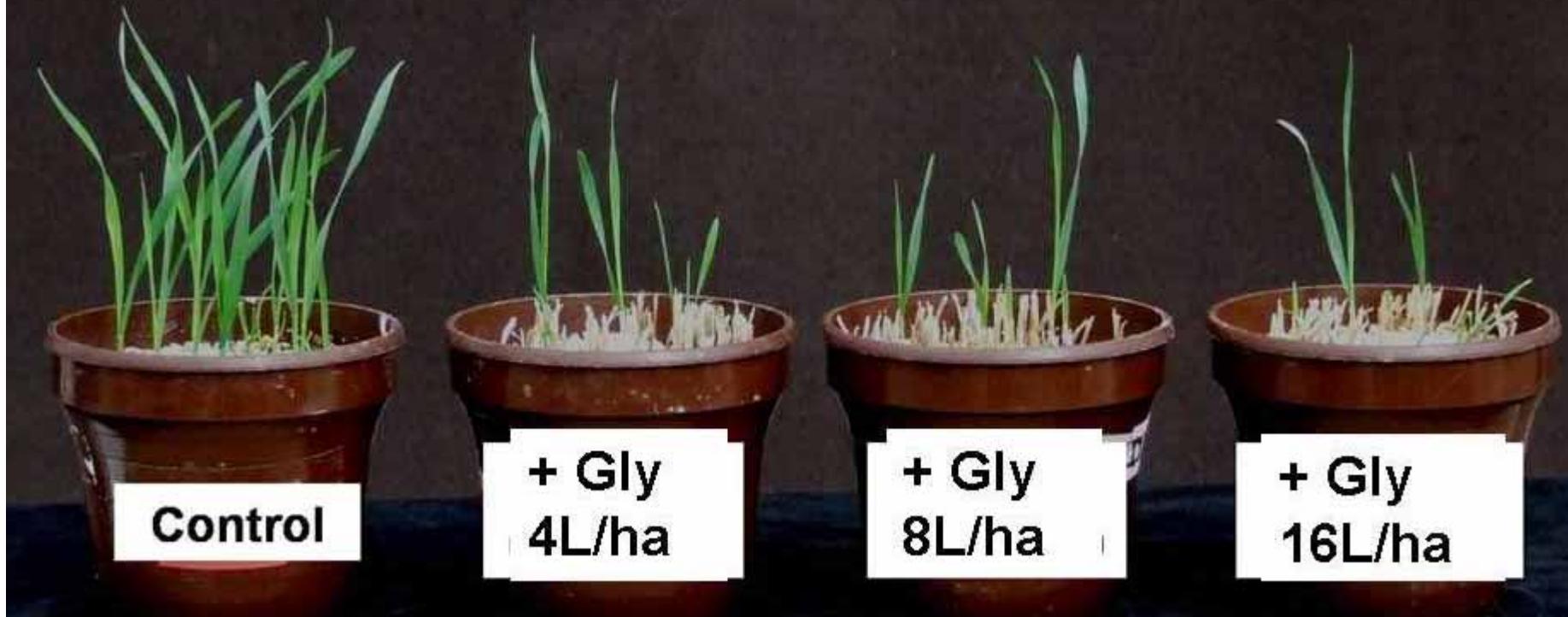
**Vergleichbare Schadsymptome bei unterschiedlichen Kultursystemen auf unterschiedlichen Böden / Standorten**



**Pathogen- / Allelopathieeffekte als primäre Schadursache eher unwahrscheinlich**

# **Abhängigkeit der Pflanzenschäden nach Glyphosat-Vorsaatbehandlung von der applizierten Glyphosatdosis**

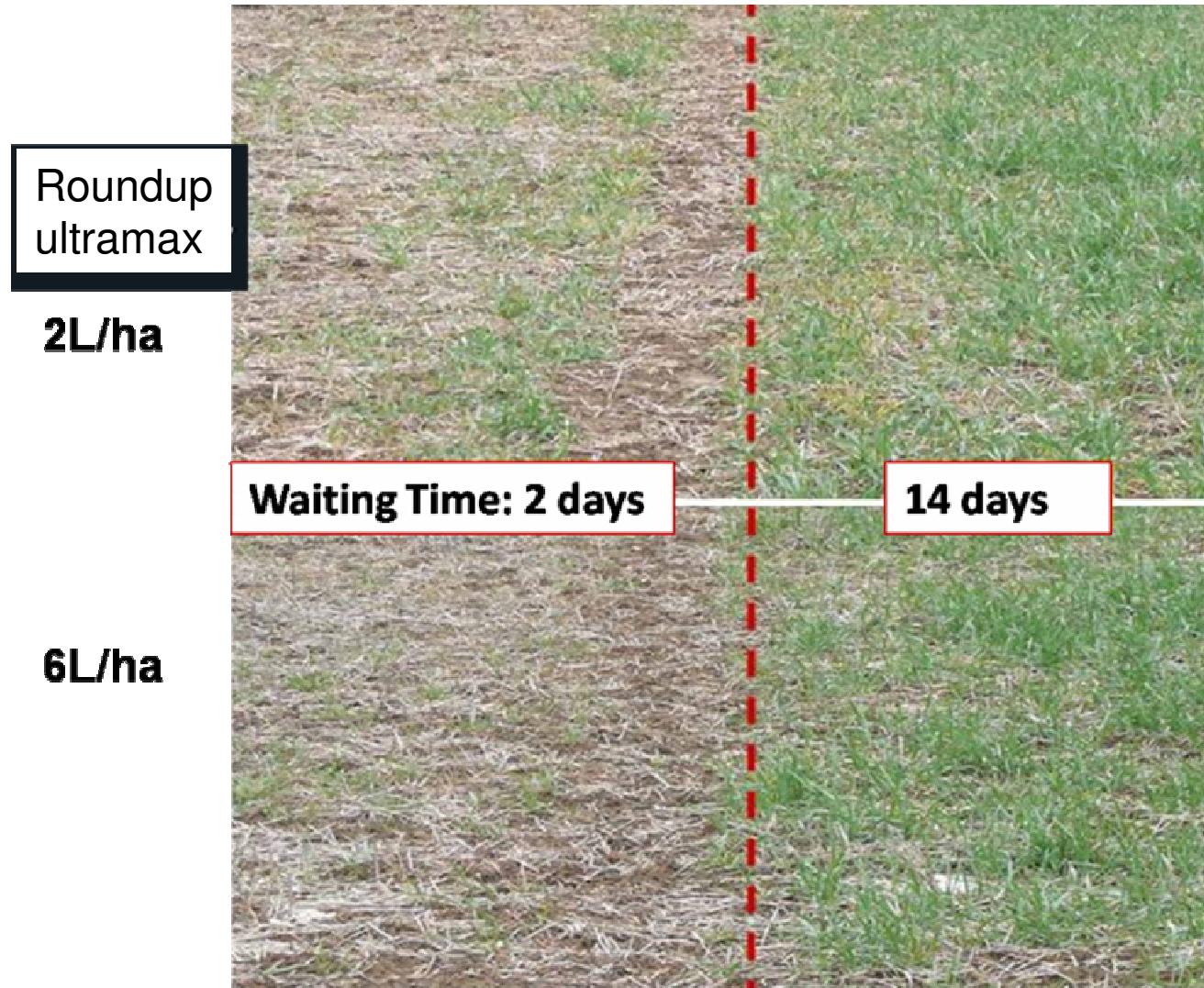
## Modellversuch 2 Wochen nach Aussaat



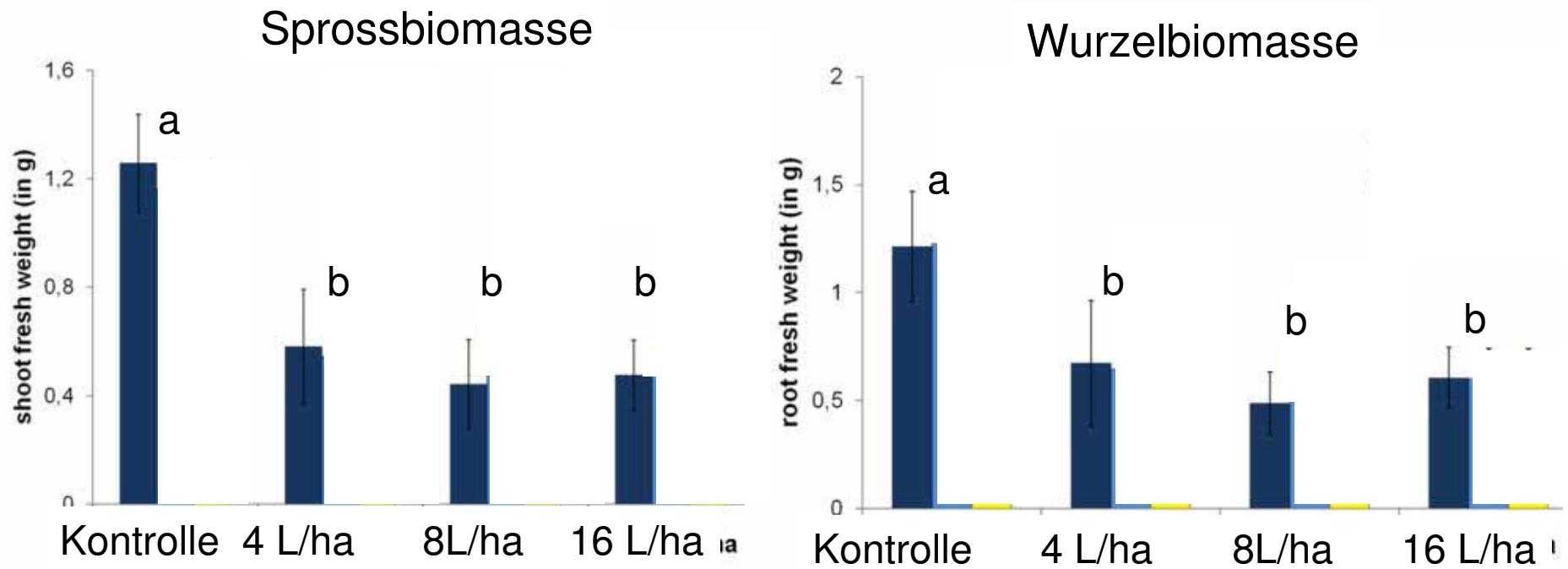
Wenn die oberirdischen Pflanzenteile der Vorkultur nach Glyphosatapplikation (2T v.S) entfernt werden sind die Pflanzenschäden der Folgekultur unabhängig von der applizierten Glyphosatdosis.

### Erklärung:

Die Glyphosattranslokation in die Wurzel ist bei Applikationsraten von  $4 \text{ L ha}^{-1}$  bereits gesättigt. (Selbstinhibierung der Glyphosattranslokation, siehe Geiger et al. 1999)  
Höhere Applikationsraten bringen daher nicht mehr Glyphosat ins System. 17

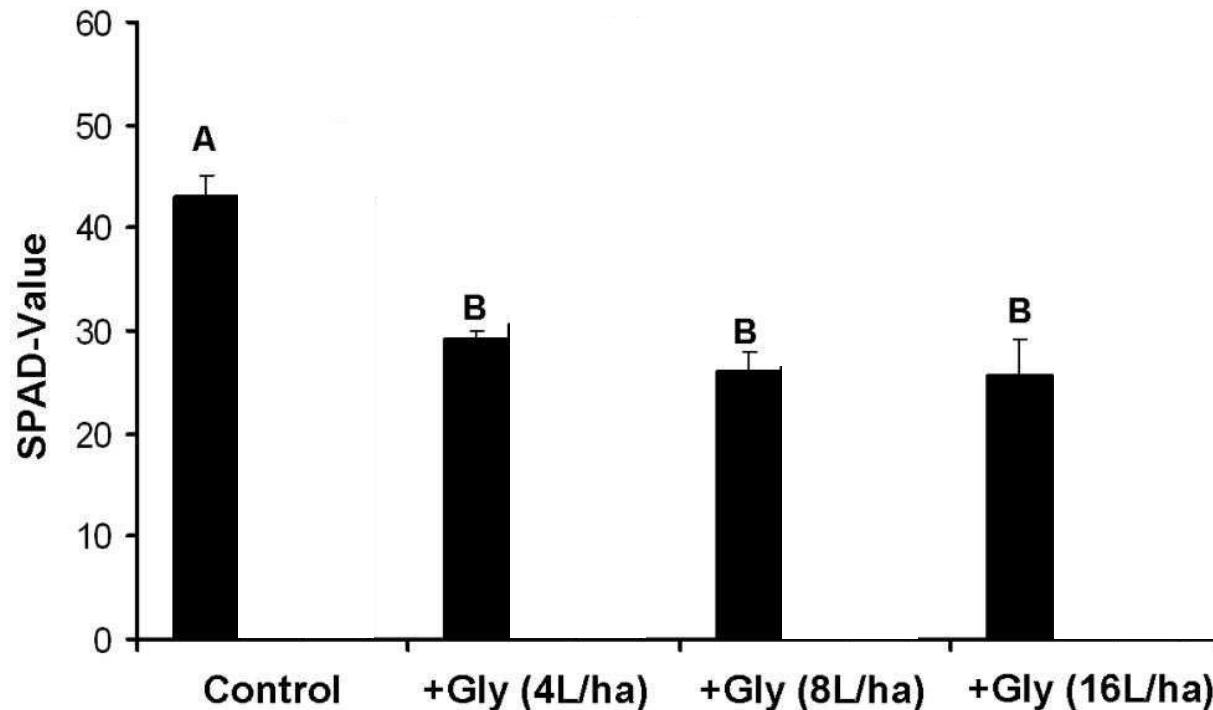


Entsprechend waren auch die Kulturschäden in den Feldversuchen Hirrlingen und Wendelsheim 2007 in erster Linie abhängig von der Wartezeit nach Glyohosatvorsaatapplikation aber kaum von der Glyphosatdosis



**Wurzel und Sprossbiomasse der Folgekultur werden durch Glyphosat-Vorsaatapplikation (2 T.v.S.) unabhängig von der Aufwandmenge signifikant vermindert.**

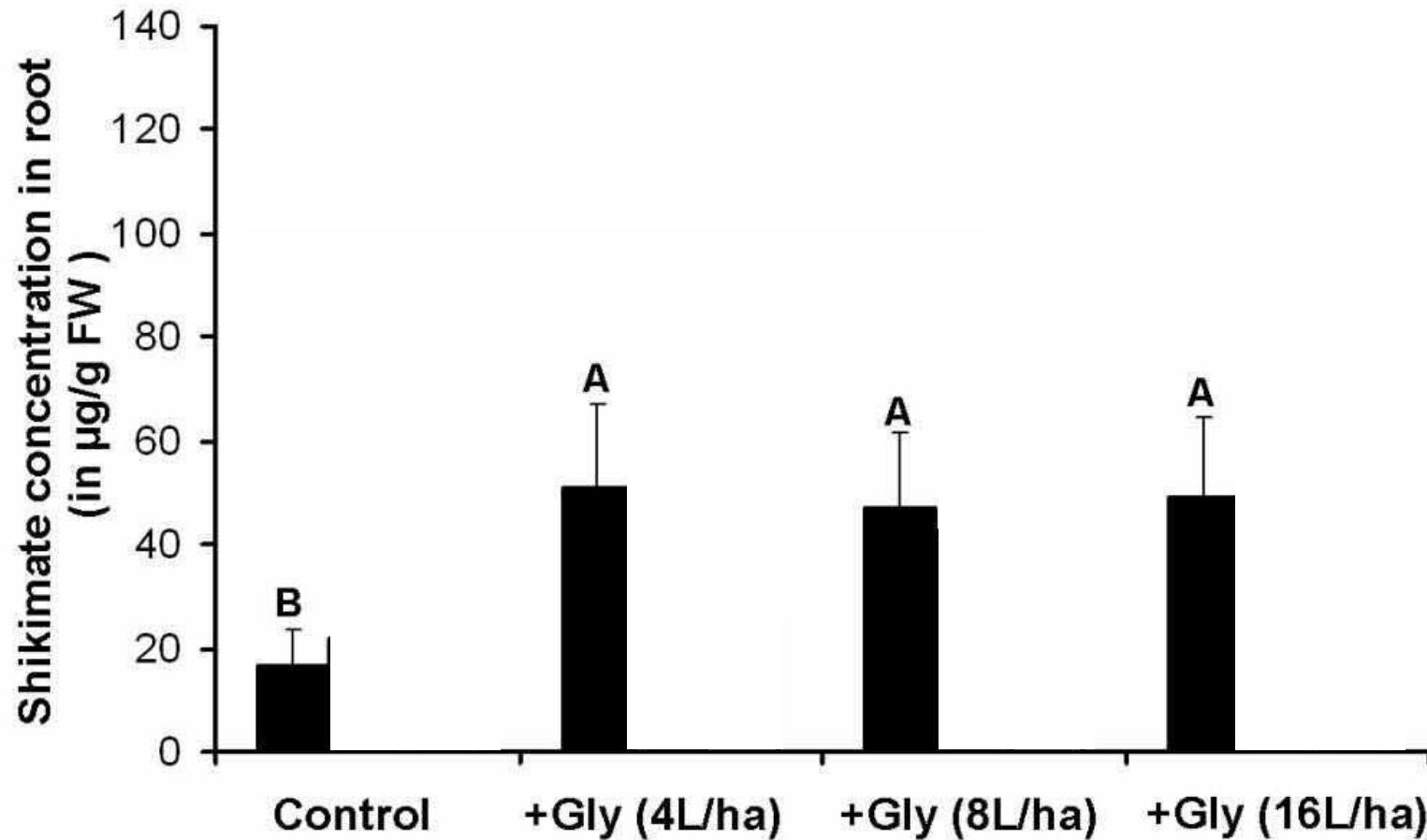
## Grünwerte SPAD Messung



Die Grünwerte der Folgekultur werden durch Glyphosat-Vorsaatapplikation (2 T.v.S.) unabhängig von der Aufwandmenge signifikant vermindert

Die Ausbildung der Chlorosen war jedoch nicht mit verminderten Gehalten an Mikronährstoffen wie Zn, Mn, Fe verbunden.

## Shikimatakkumulation im Wurzelgewebe

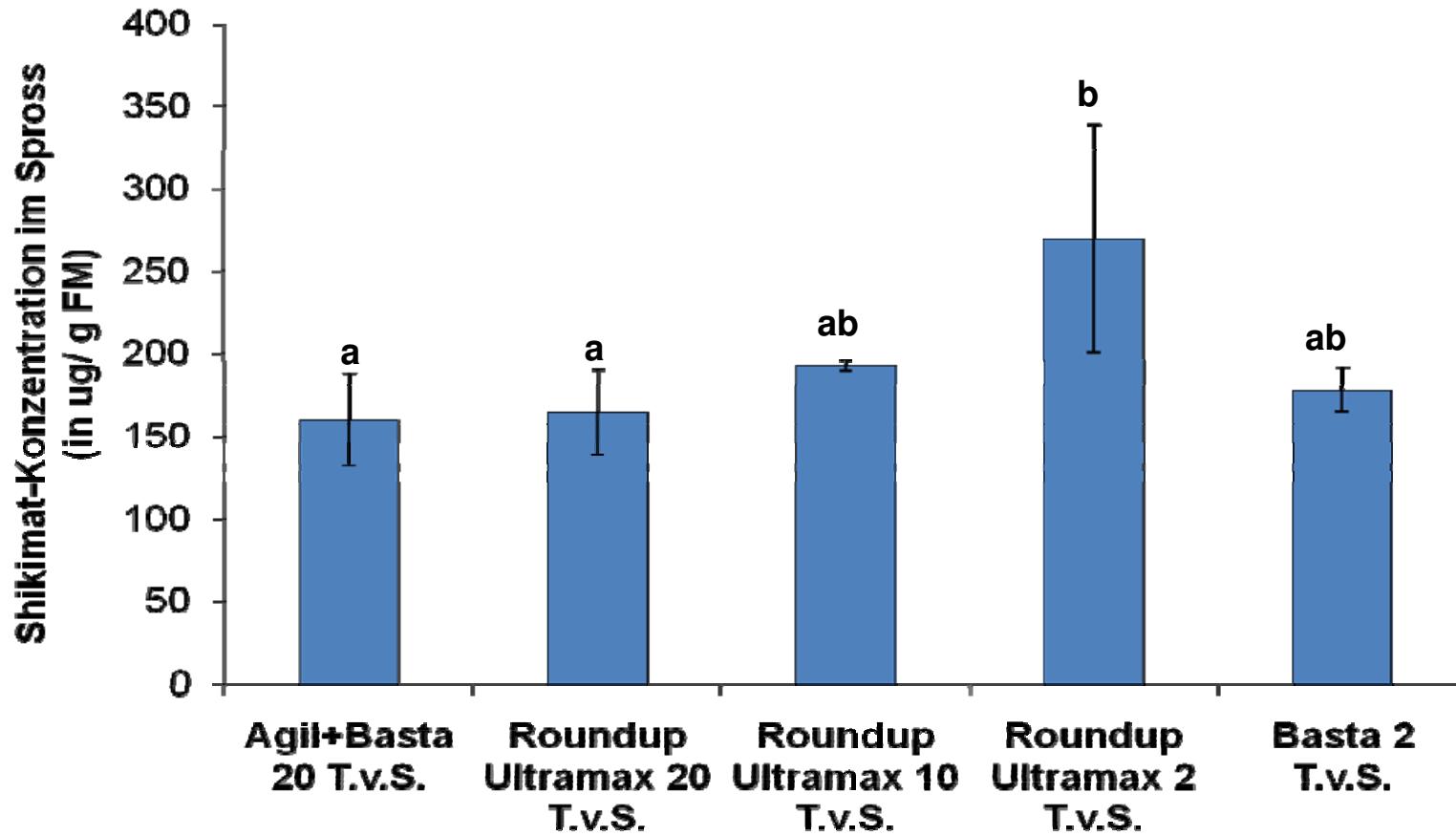


**Shikimatkonzentrationen in den Wurzeln Winterweizen-Folgekultur werden durch Glyphosat-Vorsaatapplikation (2 T.v.S.) signifikant erhöht .**

Im Vergleich zu Sonnenblume als Indikatorpflanze früherer Versuche ist die Shikimatakkumulation beim Winterweizen jedoch deutlich schwächer ausgeprägt (Faktor  $10^{21-100}$ ).

# Shikimat-Konzentration Feldversuch Grossrinderfeld

1. Ernte (Nov. 2008) Direktsaat ohne Bodenbearbeitung



Auch im Feldversuch Grossrinderfeld war die Shikimatkonzentration im Pflanzengewebe der Winterweizenfolgekultur bei Glyphosatvorsaat-Behandlung mit 2d Wartezeit im Vergleich zur Wartezeit von 20 d zwar nur leicht aber signifikant erhöht.

# **Visuelle Schadsymptomatik**

# Visuelle Schadsymptomatik im Feldversuch



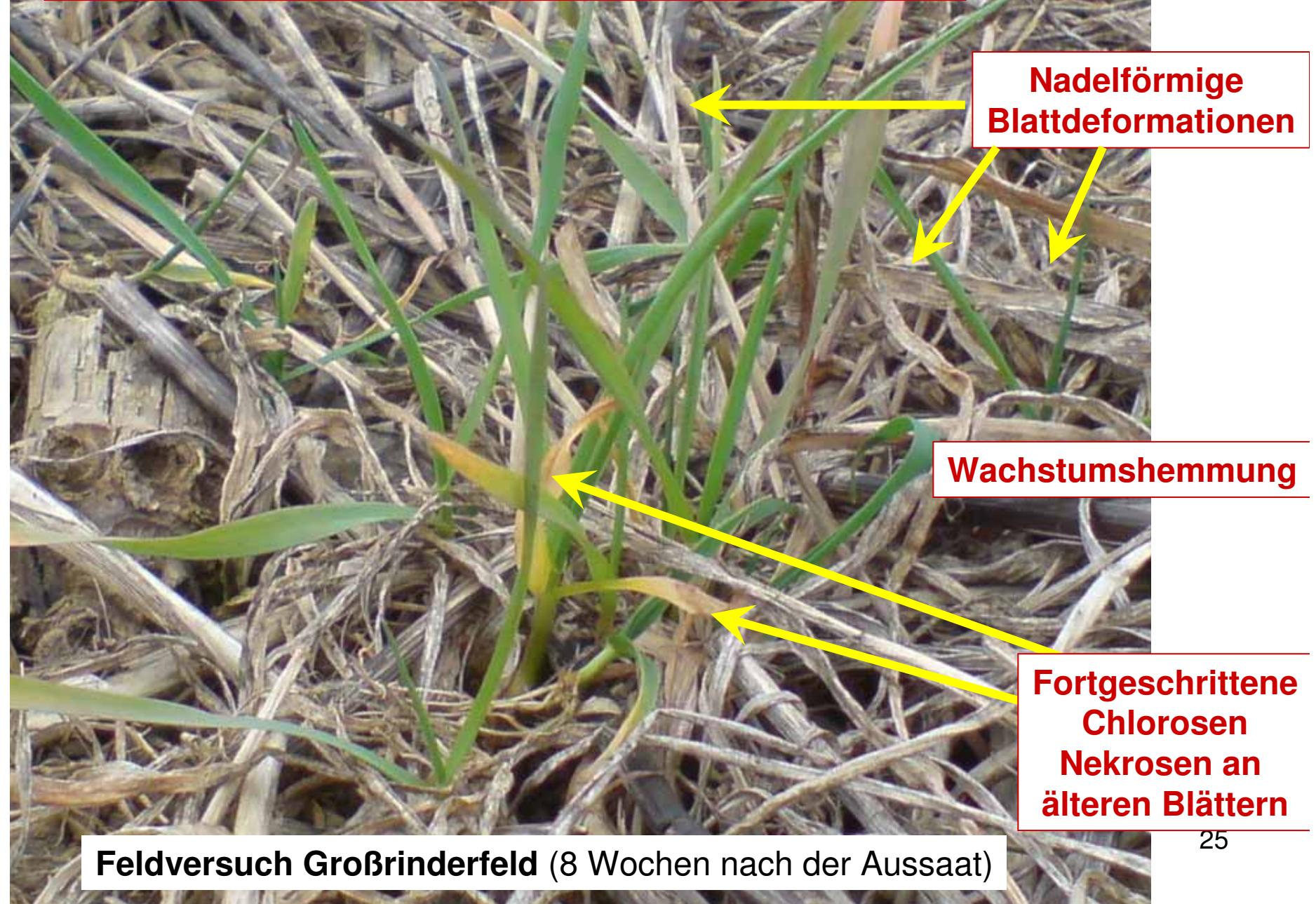
+Gly: 2 L ha<sup>-1</sup>, 18 Tage vor Saat



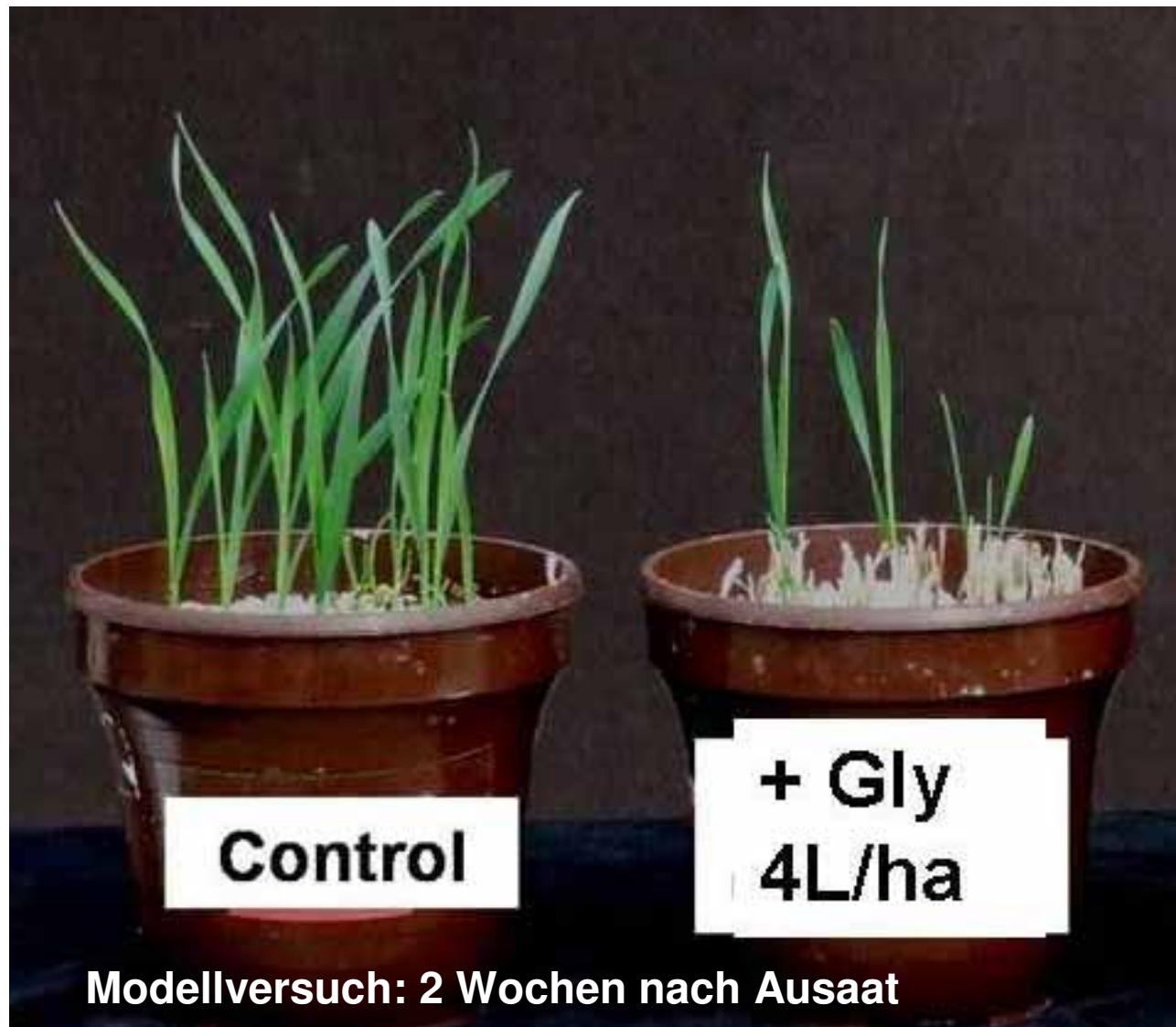
'+Gly 2 L ha<sup>-1</sup>, 1 Tag vor Saat

**Feldversuch Großrinderfeld** (8 Wochen nach der Aussaat)

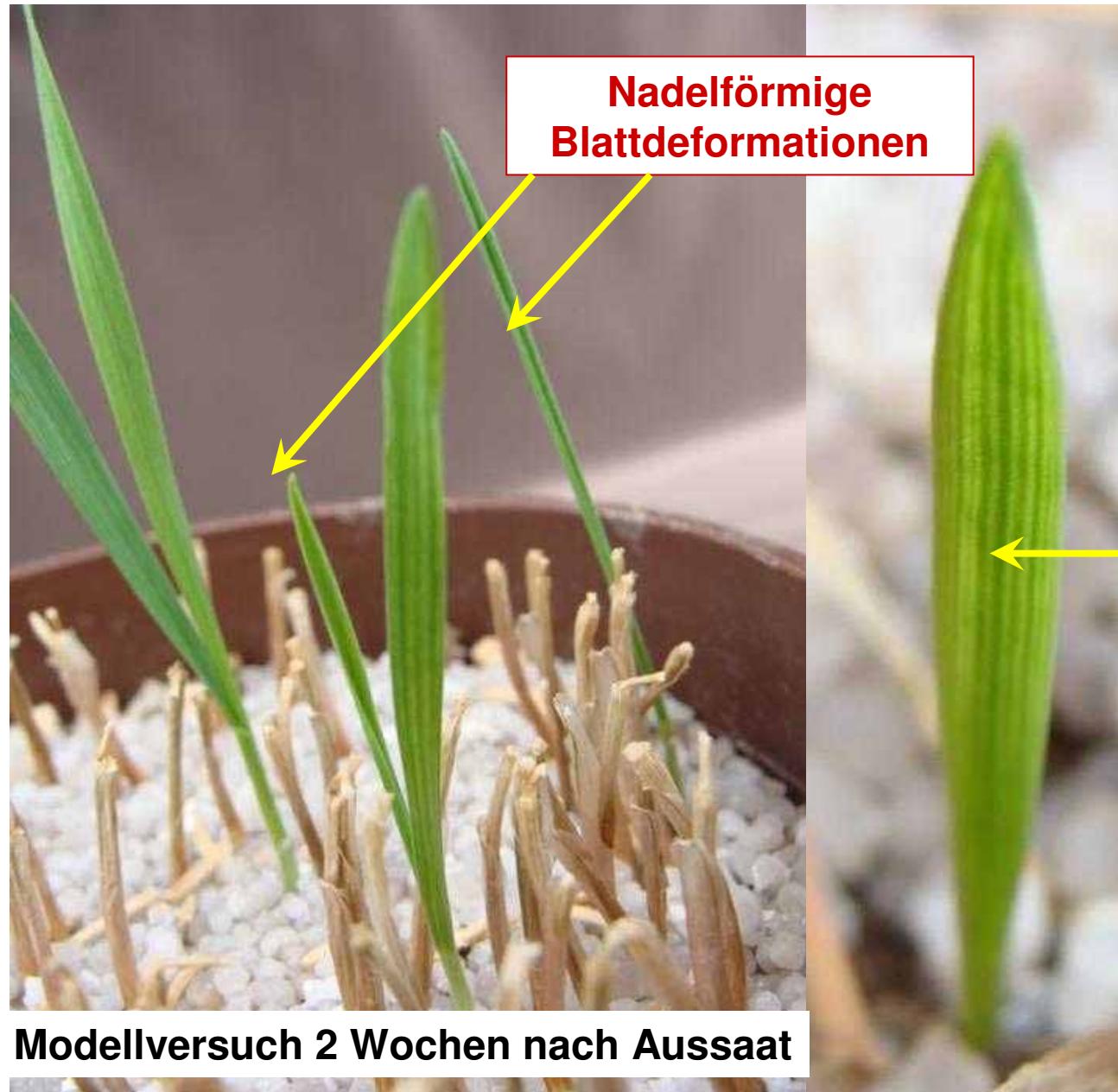
## Schadsymptome in Feld bei kurzer Wartezeit (1 d) nach Glyphosatvorsaatbehandlung



# Visuelle Schadsymptomatik im Modelversuch (Bodenkultur)



## Vergleichbare Schadsymptome im Modellversuch bei kurzer Wartezeit (2 d) nach Glyphosatvorsaatbehandlung [4 L ha<sup>-1</sup>]



## Typische Schäden bei Glyphosatspritzung mit niedriger Aufwandmenge



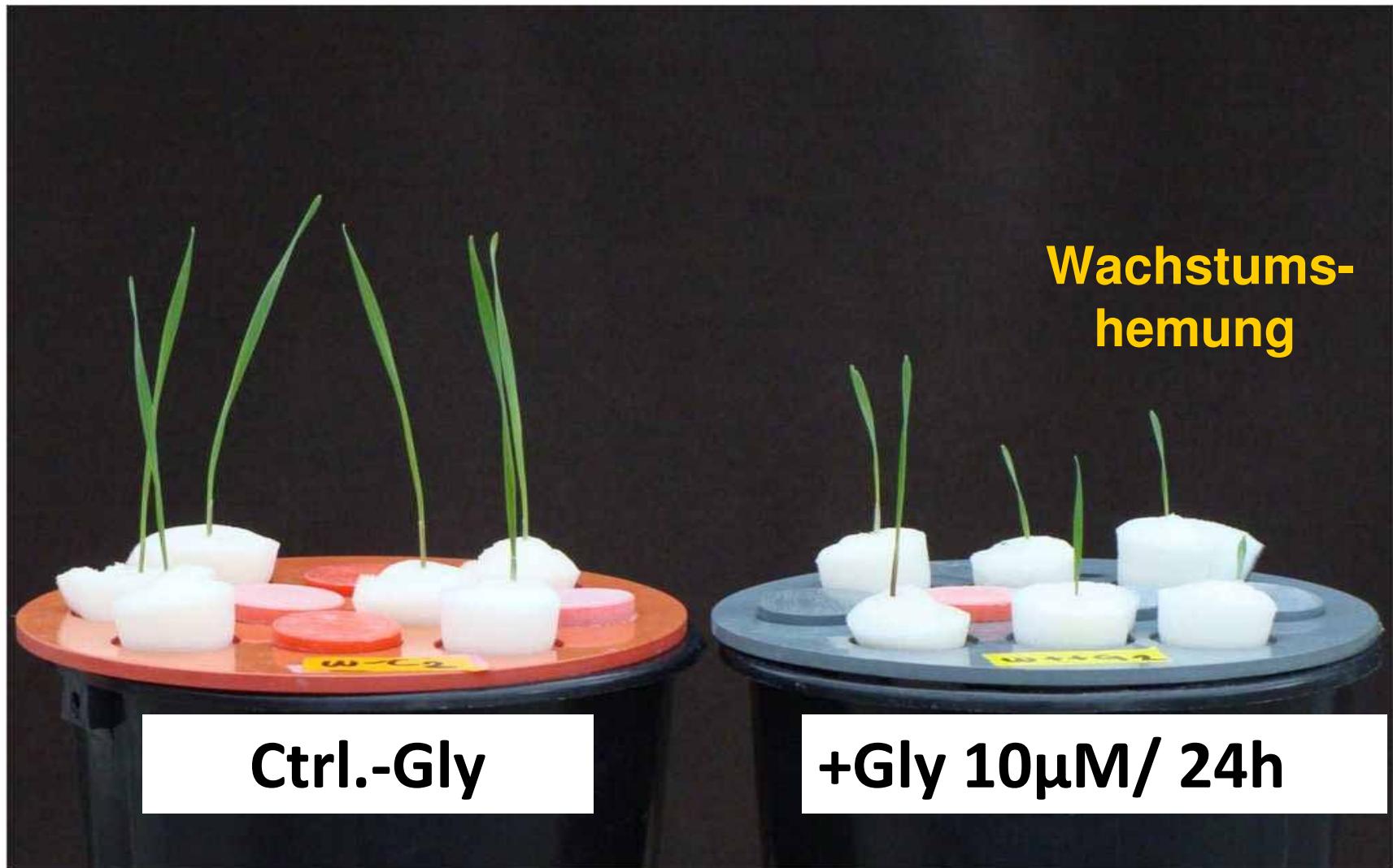
30g ae/ha

28

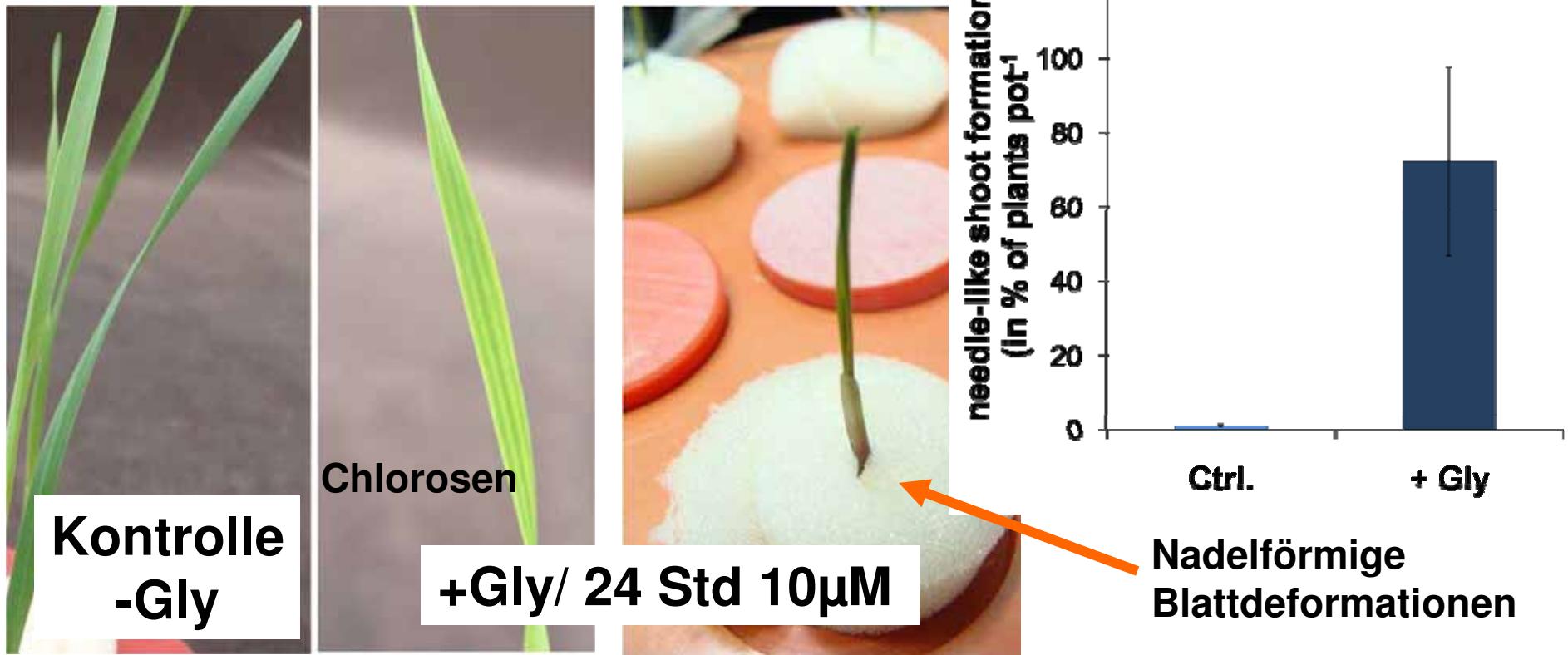
Photo: Monsanto

# Visuelle Schadsymptomatik im Modellversuch

Nährlösungskultur mit kurzzeitiger (24 h) Wurzelapplikation  
geringer Glyphosatkonzentrationen (5-30  $\mu$ M)



## Modellversuch in Nährösungskultur



Vergleichbare Pflanzenschäden auch in Nährösungskultur nach nur kurzzeitiger Wurzelexposition (24 h) von Weizen bei extrem niedrigen Glyphosatkonzentrationen

(5-10 µM = 3000-12000 fach niedriger als die Spritzkonzentration  
500-1000 fach geringer als die Konzentration in den Zielorganen)

Nachweisbarkeit für die Rückstandsanalytik im Pflanzenmaterial? <sup>30</sup>

## **Modellversuch: Phytotoxische Effekte der Wurzelaufnahme von Glyphosat bei Mais** (*Wagner et al. 2003 Weed Biol Managem 3:228*)

---

**Maiskeimlinge ( 8 Tage nach Aussaat):**  
**26 h Wurzelinkubation in Glyphosat 4 mg/L (ca 25 µM)**

**Glyphosataufnahme:**  
**0.8-1.0 µg/Keimling induziert Wachstumshemmung**

**Glyphosat Wurzel-Sproß Verlagerung:**  
**0.1-0.2 µg /Keimling in 5 Tagen**

**Ab einer Sprossbiomasse von 2-4 g liegt die Glyphosatkonzentration im Spross im Bereich der Nachweisgrenze der Rückstandsanalytik (0.05 µg/g FW)**

**D.h. Trotz Glyphosatschädigung keine Rückstände nachweisbar**

# Glyphosate and AMPA residues in winter wheat: results from Fresenius

TECHNOLOGY  
Europe + Africa  
DEVELOPMENT

Glyphosat/Ampa in Sprossgewebe Winterweizen

Projekt: 1430410

Auftraggeber: Monsanto

Probenmatrix: Spross von Wi-Weizen

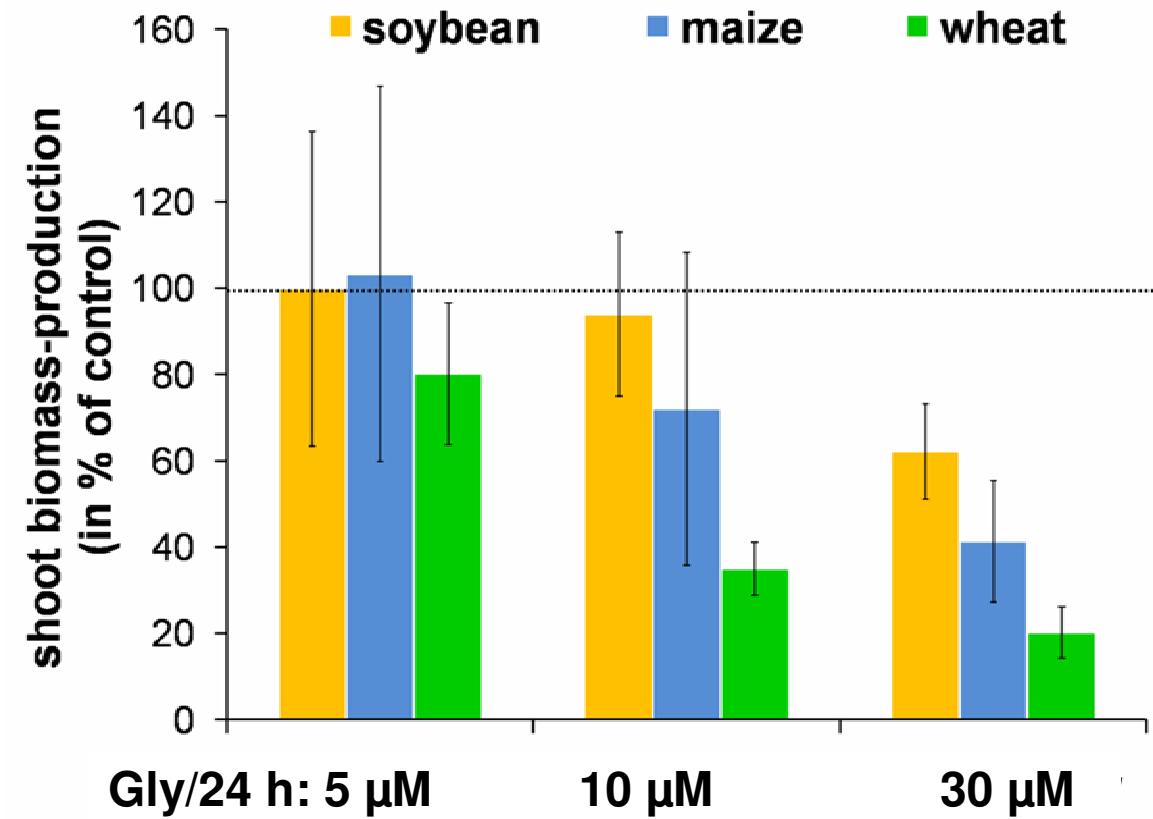
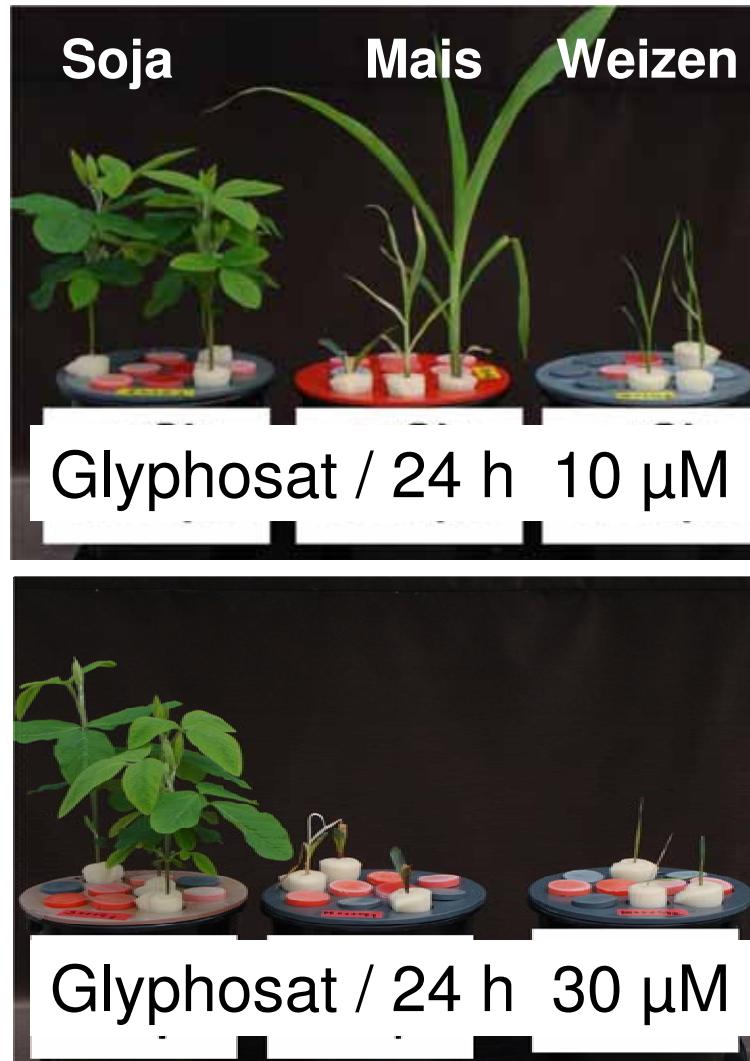
Datum : 07. Sep 09

Proben-Nummer		Glyphosat	Ampa
		Befund (mg/kg)	Befund (mg/kg)
9335258 - 260 (A2)	Roundup, 20 Tage von Saat	< 0.05	< 0.05
9335261 - 263 (A3)	Clinic, 20 Tage von Saat	< 0.05	< 0.05
9335264 - 266 (A4)	Basta/Agil-S, 20 Tage von Saat	0.056	< 0.05
9335267 - 269 (A7)	Roundup, 2 Tage von Saat	< 0.05	< 0.05
9335270 - 272 (A8)	Clinic, 2 Tage von Saat	< 0.05	< 0.05
9335273 - 275 (A9)	Basta, 2 Tage von Saat	< 0.05	< 0.05
9335071 - 073 (B1)	Roundup, 20 Tage von Saat	< 0.05	< 0.05
9335074 - 076 (B2)	Clinic, 20 Tage von Saat	< 0.05	< 0.05
9335077 - 079 (B3)	Basta/Agil-S, 20 Tage von Saat	< 0.05	< 0.05
9335080 - 082 (B6)	Roundup, 2 Tage von Saat	< 0.05	< 0.05
9335083 - 085 (B7)	Clinic, 2 Tage von Saat	< 0.05	< 0.05
9335086 - 088 (B8)	Basta, 2 Tage von Saat	< 0.05	< 0.05
	Bestimmungsgrenze	0,05	0,05



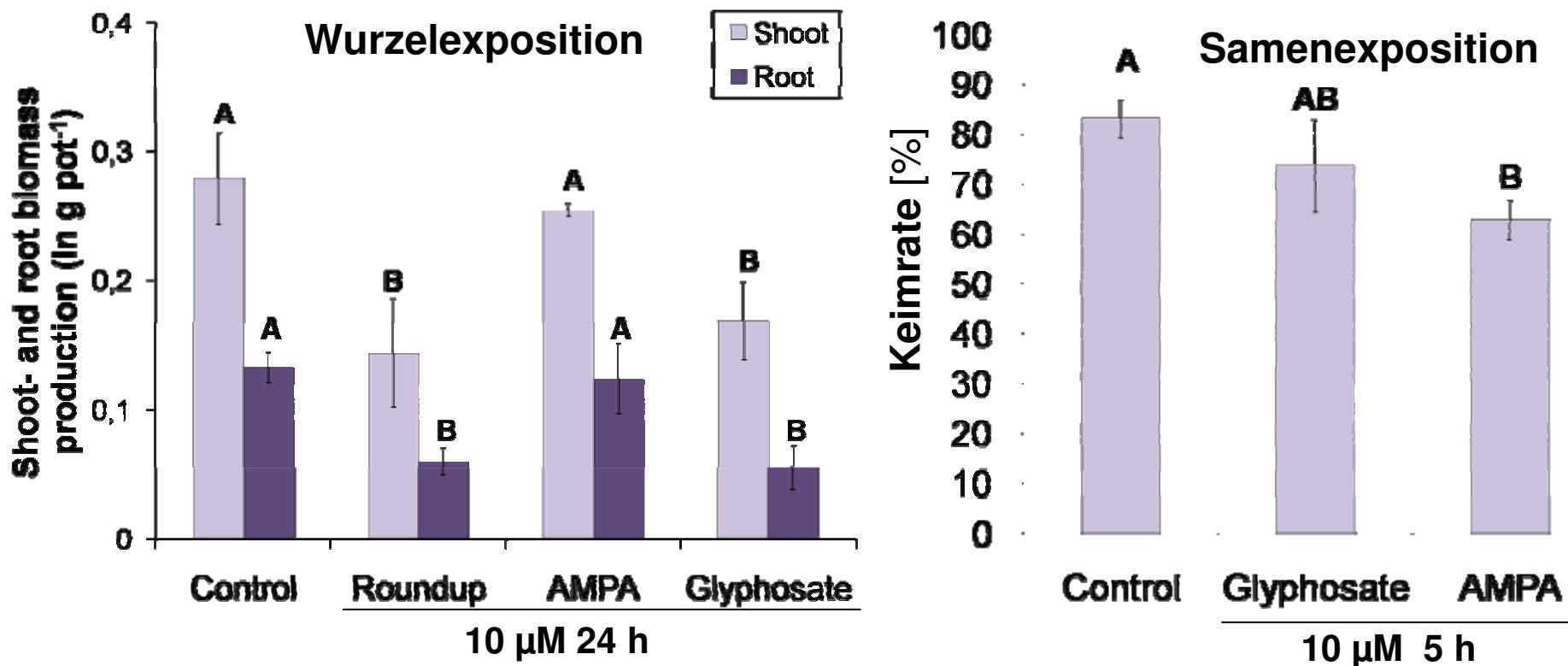
Auch im Feldversuch lag die Glyphosatbelastung oberirdischer Pflanzenteile im Bereich oder unterhalb der Nachweisgrenze

# Empfindlichkeit unterschiedlicher Pflanzenarten gegenüber Glyphosat-Wurzelexposition

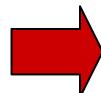


**Empfindlichkeit:**  
**Weizen > Mais > Soja**

# Empfindlichkeit unterschiedlicher Entwicklungsstadien bei Winterweizen gegenüber Glyphosat / AMPA-Exposition



Unterschiedliche Entwicklungsstadien bei Winterweizen zeigen unterschiedliche Empfindlichkeit gegenüber einer Kurzzeitexposition bei Glyphosat bzw. dem Hauptmetaboliten AMPA



Möglicher Einfluß auf die Heterogenität von Schadbeobachtungen im Feld

# **FAZIT**

**Die Modellersuche sind bei praxisnaher Applikationstechnik (Spritzstand) in der Lage die Schadbeobachtungen im Feld zu reproduzieren.**

**Der Rolle von Wurzelrückständen behandelter Unkräuter bei der Induktion von Pflanzenschäden nach Glyphosatvorsaat-Applikation mit kurzen Wartezeiten muß in weiteren Feldversuchsprogrammen verstärkte Aufmerksamkeit gewidmet werden.**

**Pflanzenschäden treten bereits bei kurzzeitigem Wurzelkontakt (24 h) mit sehr geringen Glyphosatkonzentrationen ( 5-10 µM) auf – (Aufnahme < 1 µg/Pflanze)**

**Frage der Nachweisbarkeit für die Rückstandsanalytik im Pflanzenmaterial ?**

**AMPA und Glyphosat zeigen Entwicklungsstadien-spezifische Schadwirkungen**

**Unterschiedliche Empfindlichkeit verschiedener Kulturpflanzenarten**

**Den beobachteten Schadwirkungen anderer Herbizide (AGIL, BASTA) sollte ebenfalls im Modellversuch nachgegangen werden**