

Glyphosatverlagerung und –abbau in Modellfeldversuchen im sächsischen Lösshügelland

Risikoanalyse und -vorsorge

Galina Machulla, Olaf Nitzsche, Walter-Alexander Schmidt

Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft,
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie,
Leipzig

Projektlaufzeit

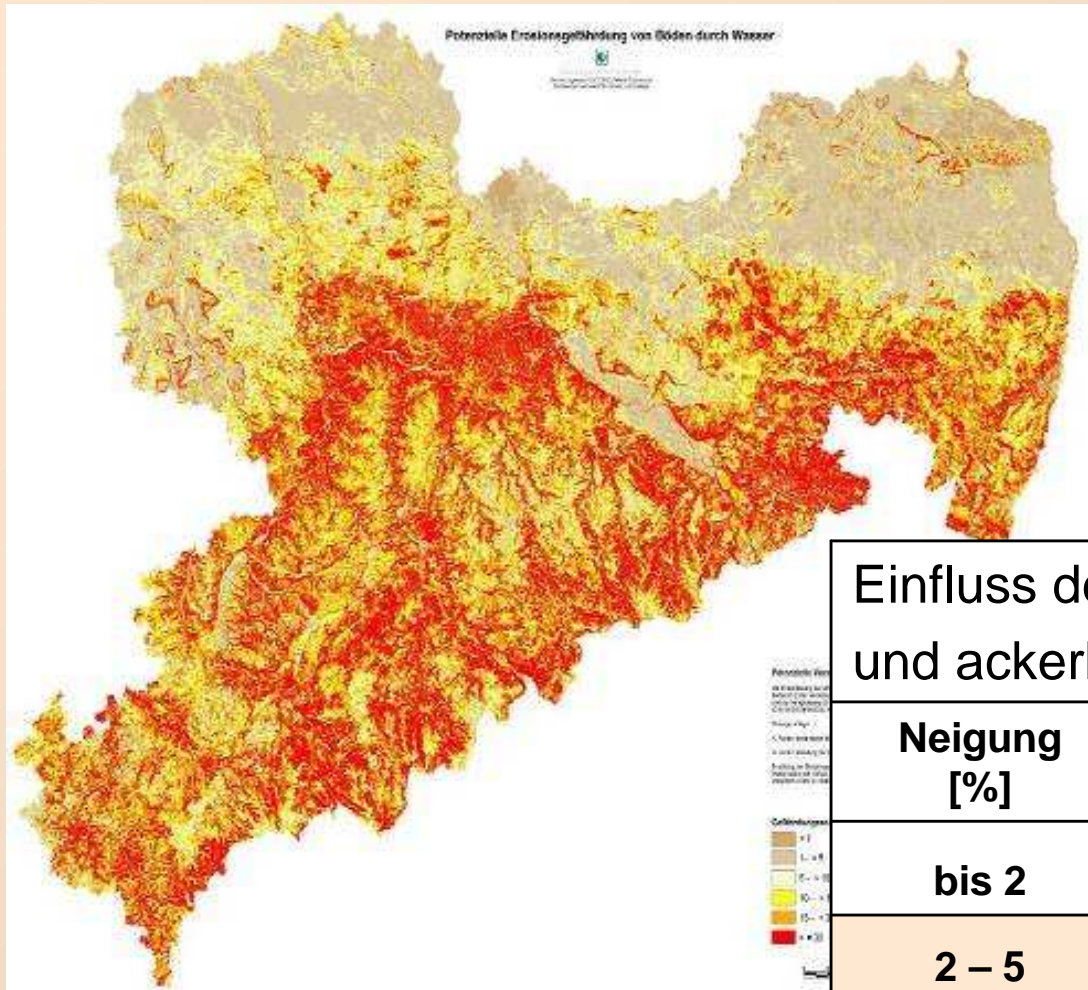
01.06.2006 - 31.05.2008

Gliederung

- Einleitung
- Projektziel
- Versuchsdesign
- Stoffaustrag im Oberflächenabfluss
- Stoffeintrag mit Sickerwasser
- Bodenmikrobielle metabolische Leistungen
- Schlussfolgerungen

Bodenerosion durch Wasser in Sachsen

Potentielle Erosionsgefährdung



(Bodenatlas des Freistaates Sachsen, 1996, 2007)

Einfluss der Hangneigung auf Erosionsdisposition und ackerbauliche Nutzung

Neigung [%]	Erosions- gefahr	Schutz- maßnahmen
bis 2	keine	keine
2 – 5	sehr schwache	empfehlenswert
5 - 12	mittlere bis starke	empfehlenswert/ erforderlich
12 – 18	sehr starke	dringend erforderlich

Bodenbearbeitungsverfahren und Minderung der Erosion

Bodenbearbeitungsverfahren

mit Pflug

konventionell

Lockerung und Wendung
30 cm Krumentiefe

Konventionelle Aussaat

ohne Pflug

konservierend

Lockerung
obere 7-10 cm

keine Bodenbearbeitung

Mulchsaat

Direktsaat

Reststofffrei

gering

erhöht

erhöht

Ackeroberfläche

Aggregatstabilität

Oberflächenverschlammung

Bodenerosionsgefährdung

bedeckt

hoch

gering

gering



Fragestellung

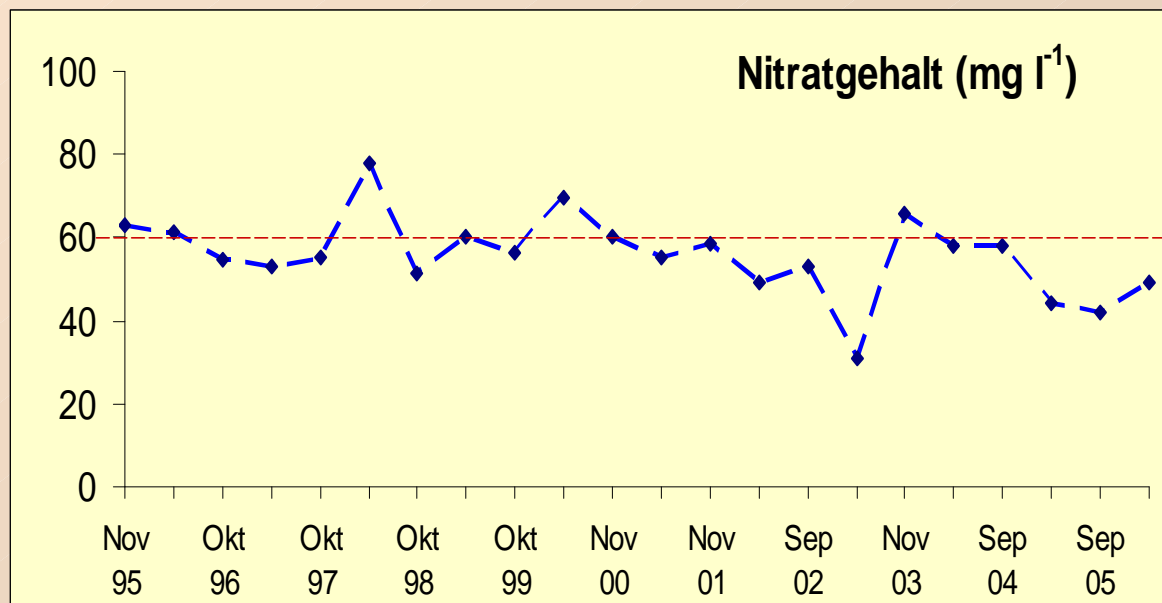
Kann durch den Übergang zur Bodenbearbeitung ohne Pflug eine Erhöhung der vertikalen, Grundwasser gefährdenden Verlagerung von Agrochemikalien verursacht werden?

Ziele des Vorhabens

- 1. Charakterisierung der**
 - Verlagerung von PSM und Nährstoffen im Oberflächenabfluss,**
 - vertikalen Verlagerung von PSM und Nährstoffen unter Praxisbedingungen,**
- 2. Erarbeitung von praxisorientierten Handlungsstrategien im Sinne einer Minimierung der Stoffausträge.**

Grundwasserqualität - Pegel Maila

Grundwasserbeschaffenheit (~ 270 Parameter)					
DATUM	PARAMETER (Auszug)	PROBENBEZUG	ERGEBNIS	NACHWEGRENZE	EINHEIT
16.03.2006	Fenuron	Gesamtprobe	0,000	0,002	µg/l
	Isoproturon		0,025	0,001	µg/l
	Linuron		0,000	0,006	µg/l
	Desisopropylatrazin		0,008	0,001	µg/l
	Desethylterbutylazin		0,005	0,002	µg/l
	Metribuzin		0,000	0,004	µg/l
	Nitrat		49,0	0,130	mg/l



NO₃-Grenzwert

- Risikoschwellenwert (D) **25 mg/l**
- Wasserrahmenrichtlinie (EU) **50 mg/l**

UBA, 2006

Ohne negative Gesundheitsfolgen kann einwandfreies Trinkwasser mit **bis zu 50 mg/l Nitrat auch uneingeschränkt** bei der Zubereitung von Säuglingsnahrung verwendet werden.

Präferentieller Stofftransport

- ist ein Ungleichgewichtstransport, durch den reaktive Stoffe im Boden schneller via Fließbahnen als via Bodenmatrix transportiert werden

Ursachen und Einflussfaktoren für präferentiellen Stofftransport

- Wassersättigung des Bodens
- Aktivität von Bodentieren - Makroporenbildung
- Quellbarkeit
- Hydrophobie
- Horizontale Substratschichtung
- Ungleichförmigkeitsgrad
- Steine, Texturlinsen
- Geneigte Schichtung

Messung des Wasser- und Stofftransportes in Böden

- **Direkte Beprobung des Sickerwassers:**

Saugkerzen,
Lysimeter

technisch aufwändig und im Betrieb teuer

- **Beprobung von Dränagen**

gut geeignet bei einer hohen zeitlichen Auflösung

- **Farbtracerversuche**

visualisiert werden bevorzugt Fließwege

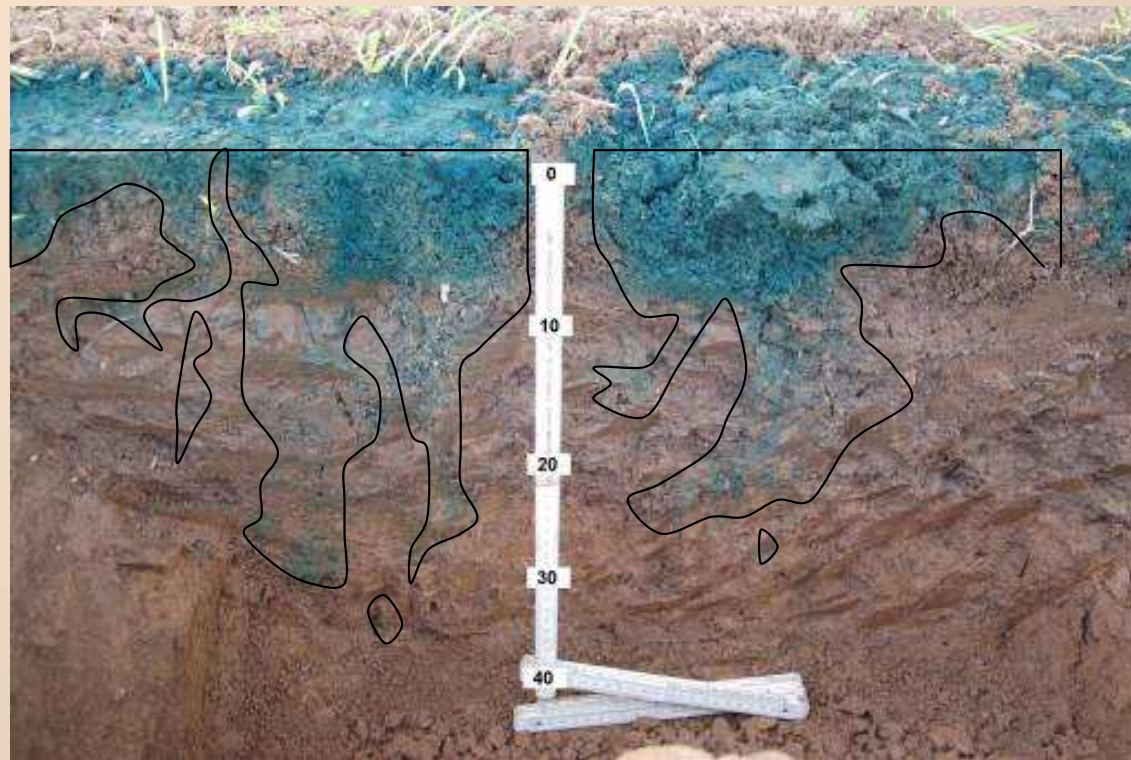
- **Bodenbeprobung**

Transportverhaltens von gelösten und partikulären Tracern

Visualisierung der Wasserbewegung im Boden

Aufnahme 24h nach Beregnung

Leitbahnfunktion der Wurzelgänge und Bodenrisse



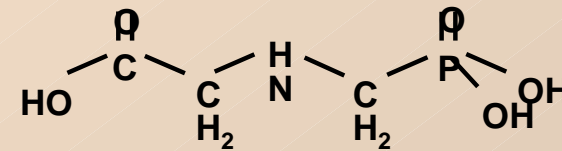
Erfassung des Wasser- und Stofftransportes

- **Ausbringung von Modellstoffen**

1. **AHL** (Ammonnitrat-Harnstoff-Lösung): 7% $\text{NO}_3\text{-N}$, 7% $\text{NH}_4\text{-N}$

2. **Durano** (WS: Glyphosat)

3. H_2O



- **Ausbringung von Tracersubstanzen**

1. **Brillant Blau**

2. **KBr**

Visualisierung der Fließwege

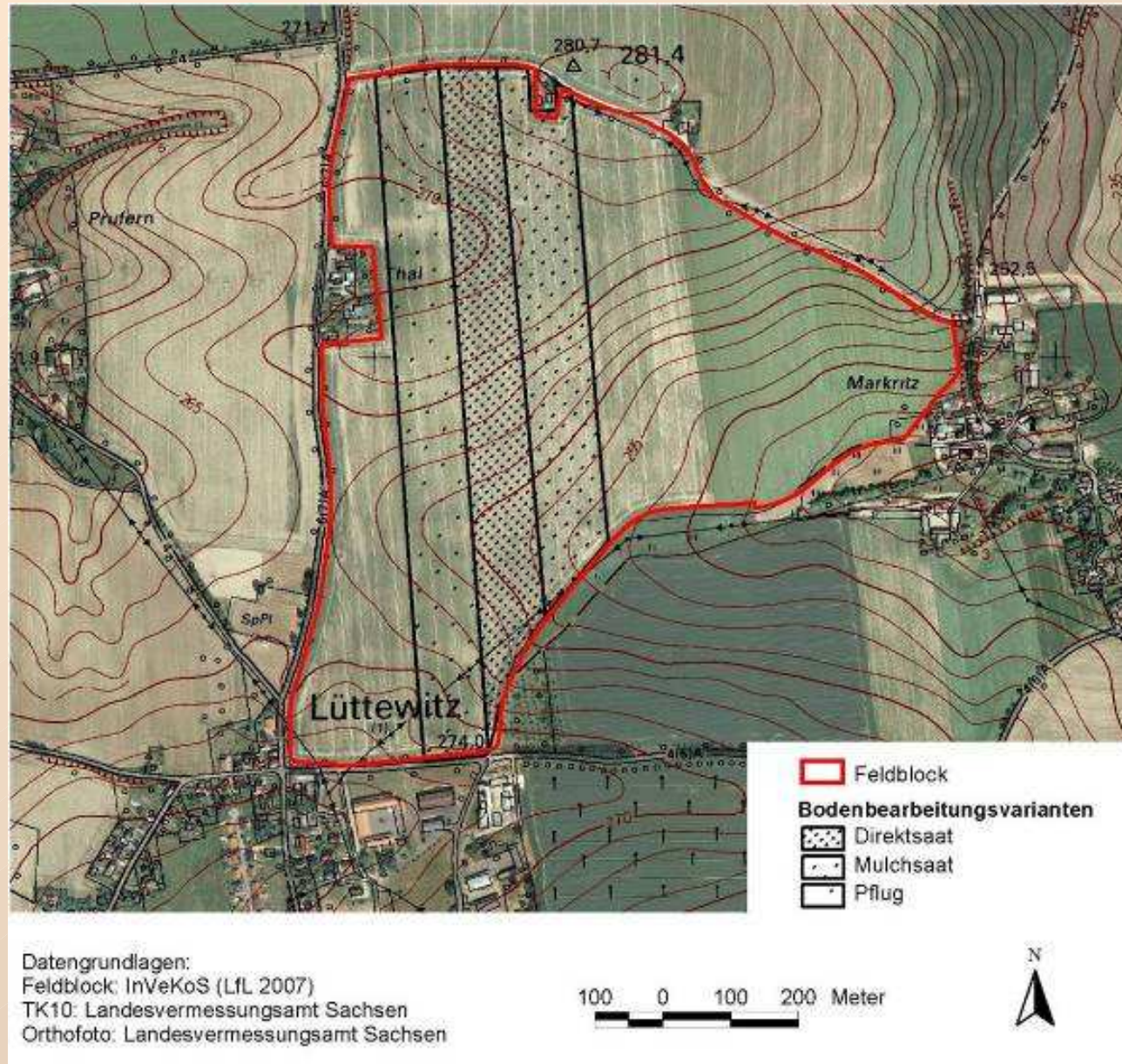
Transportverhalten im Vergleich zu AHL

- **Untersuchungen von Wasser- und Bodenproben**

Erfassung des horizontalen und vertikalen Transportverhalten von ausgebrachten Stoffen

Versuchsanlage – Schlag Lüttewitz (bei Döbeln)

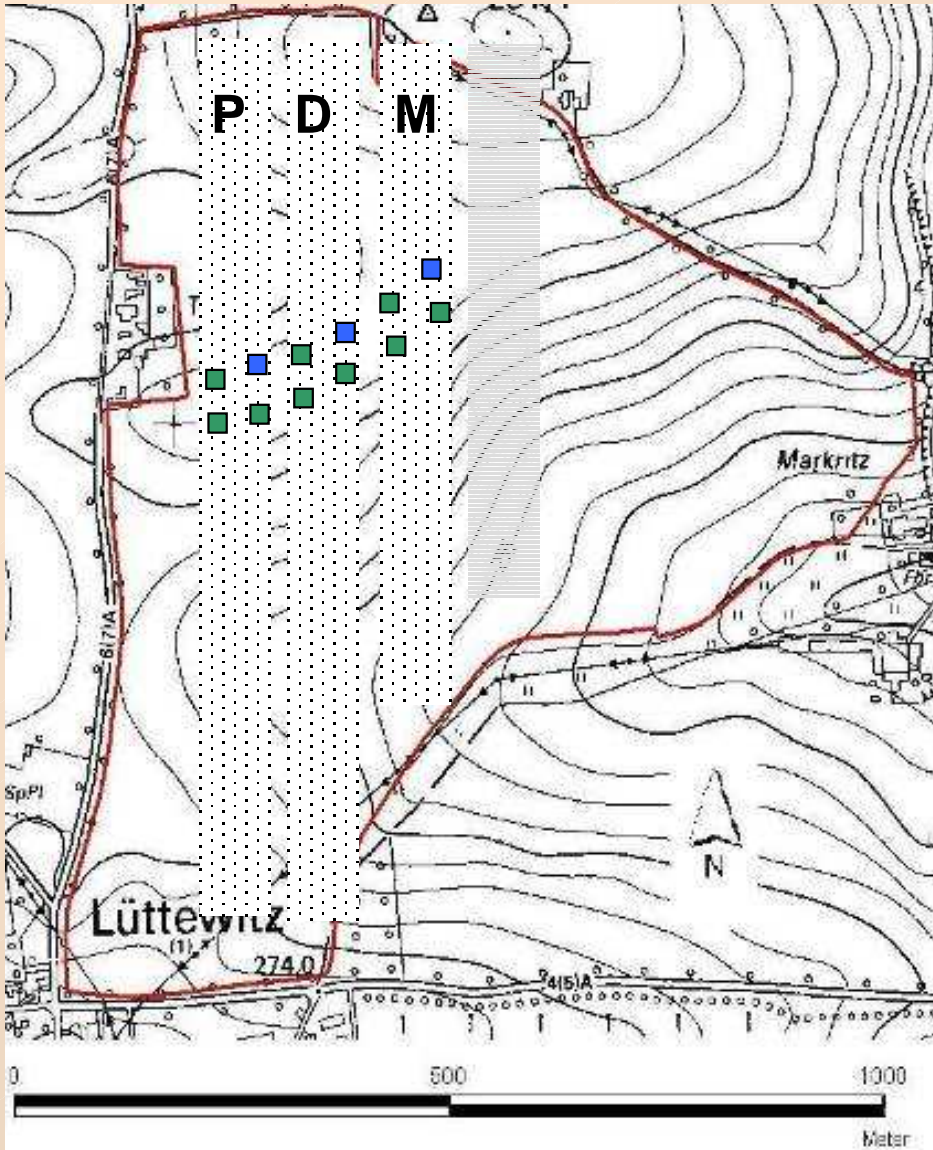
Landschaftsraum: Mittelsächsisches Lößhügelland



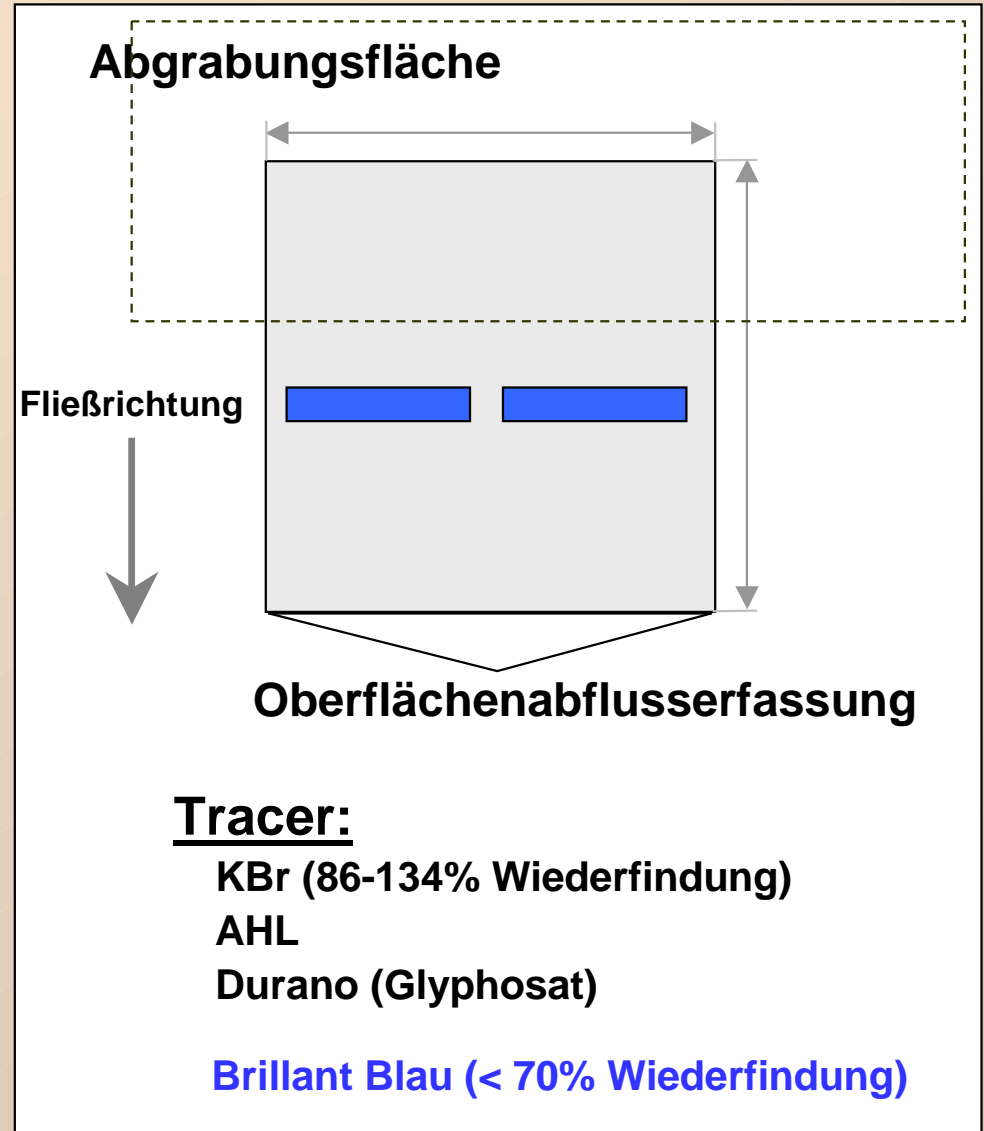
Versuchsanlage – Schlag Lüttewitz (bei Döbeln)

Landschaftsraum: Mittelsächsisches Lößhügelland


Versuchsvarianten



Multitracerparzellen (1 x 1 m²)



Versuchsfläche - Standortcharakteristika

Parameter	Pflug	Mulch	Direktsaat
Lage Klimadaten	Lüttewitz , Lommatzsche Pflege, Sächsisches Lößhügelland, 270-280 m ü. NN Langjährige Mittelwerte: 8,1°C, 643 mm		
 0-30 cm) Sand (%) Schluff (%) C _t (%) Bodenart	5 81 1,1 Ut3	4 76 1,1 Ut4	7 75 1,1 Ut4
Bodensubtyp	Parabraunerde-Pseudogley (Ah/Al-Sw/IIBt-Sd) <i>WRB: Stagnic Luvisol</i>		
Bodenbearbeitung		seit 1991 konservierend	
Anbau	2003 – WW 2004 – WW 2005 – ZR/WW	2006 – WW 2007 – WW 2008 – ZR/WW	

Beregnungsversuche - Randbedingungen

Parameter	Datum	Pflug	Mulchsaat	Direktsaat
Beregnungsmenge (mm)		38		
Beregnungszeit (min)		20		
Beregnungs- Intensität (mm/min)		1,9		
Hangneigung (%)	Okt. 2006	4,0	0 - 2,4	3,4 - 4
	März 2007	5,0 - 7,5	1,5 - 3,3	3,3 - 4,5
	Sept. 2007	4,5 - 5,0	1,9 - 2,5	3,8 - 4,2
Hangneigungsstufen*		mittel- schwach	sehr schwach	schwach
		geneigt		
Bedeckungsgrad** (%)	Okt. 2006	0,5 ± 0,6	33 ± 4,9	83 ± 2,4
	März 2007	96 ± 1,1	84 ± 3,6	81 ± 6,6
	Sept. 2007	18 ± 3,3	20 ± 1,9	98 ± 0,4
Bodenfeuchte*** (%)	Okt. 2006	24,4 ± 1,5	27,2 ± 1,2	27,6 ± 1,3
	März 2007	28,4 ± 1,0	30,9 ± 1,2	33,2 ± 1,4
	Sept. 2007	28,9 ± 1,3	30,6 ± 2,1	32,7 ± 0,9

* nach KA 5 (2005)

/ Mittewert aus 4/3 Wiederholungen pro Bearbeitungsvariante

Niederschlagsimulation

Applikationszubehör



Auffangrahmen 1 x 1 m²



Beregnungsanlage

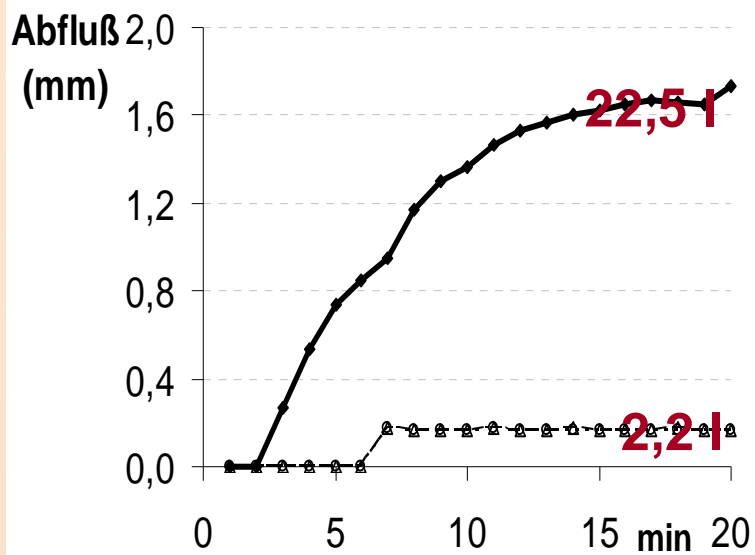


Flaschen für das an der Oberfläche abfließende Wasser

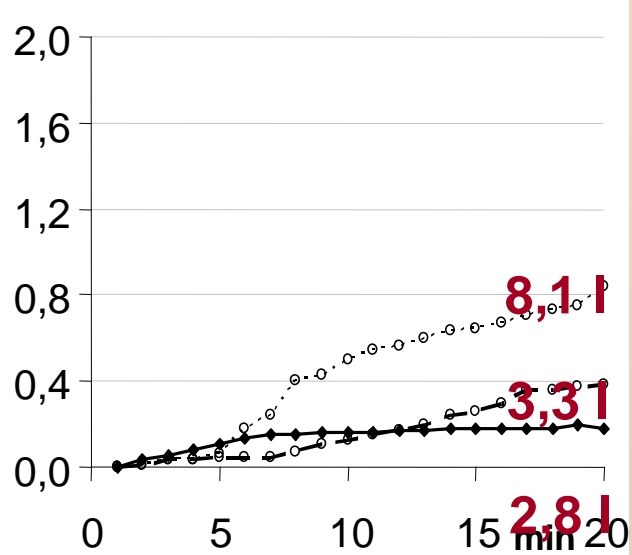


Oberflächenabfluss

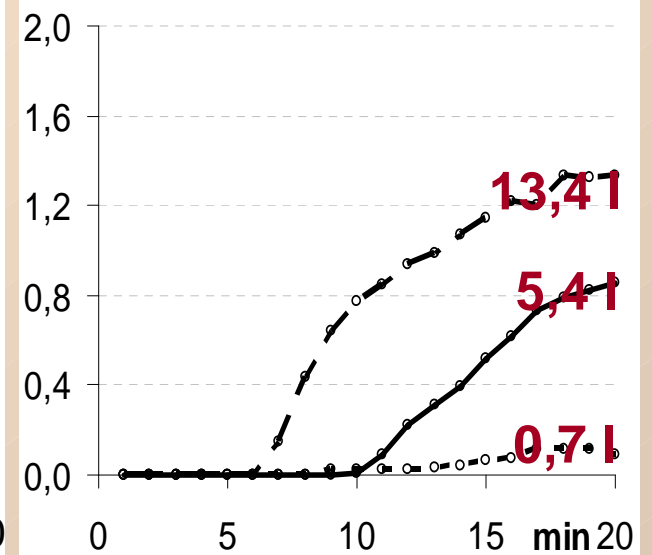
Oktober 2006



März 2007



September 2007



 **Pflug**

Mulchsaat

..... Direktsaat

	Abfluss (L)			Infiltration (L)		
	Pflug	Mulch	Direktsaat	Pflug	Mulch	Direktsaat
Σ_3Berechnungen	92	57	34	250	285	308
relativ zu Pflugvariante	1	0,62	0,37	1	1,14	1,23
Variationskoeffizient (%)	36			5		
Verregnete H₂O-Menge – 342 L						

Verlauf des Oberflächenabflusses

Berechnungssimulation, Oktober 2006

Pflugbearbeitung



Mulchsaat



Direktsaat



Stofftransport mit dem Oberflächenabfluss

Sediment- abtrag

	Sediment (g m ⁻²)		
	Pflug	Mulchsaat	Direktsaat
Summe_3Berechnungen	863,3 a*	289,5 ab	244,4 b
zu Pflugvariante	1	0,34	0,28

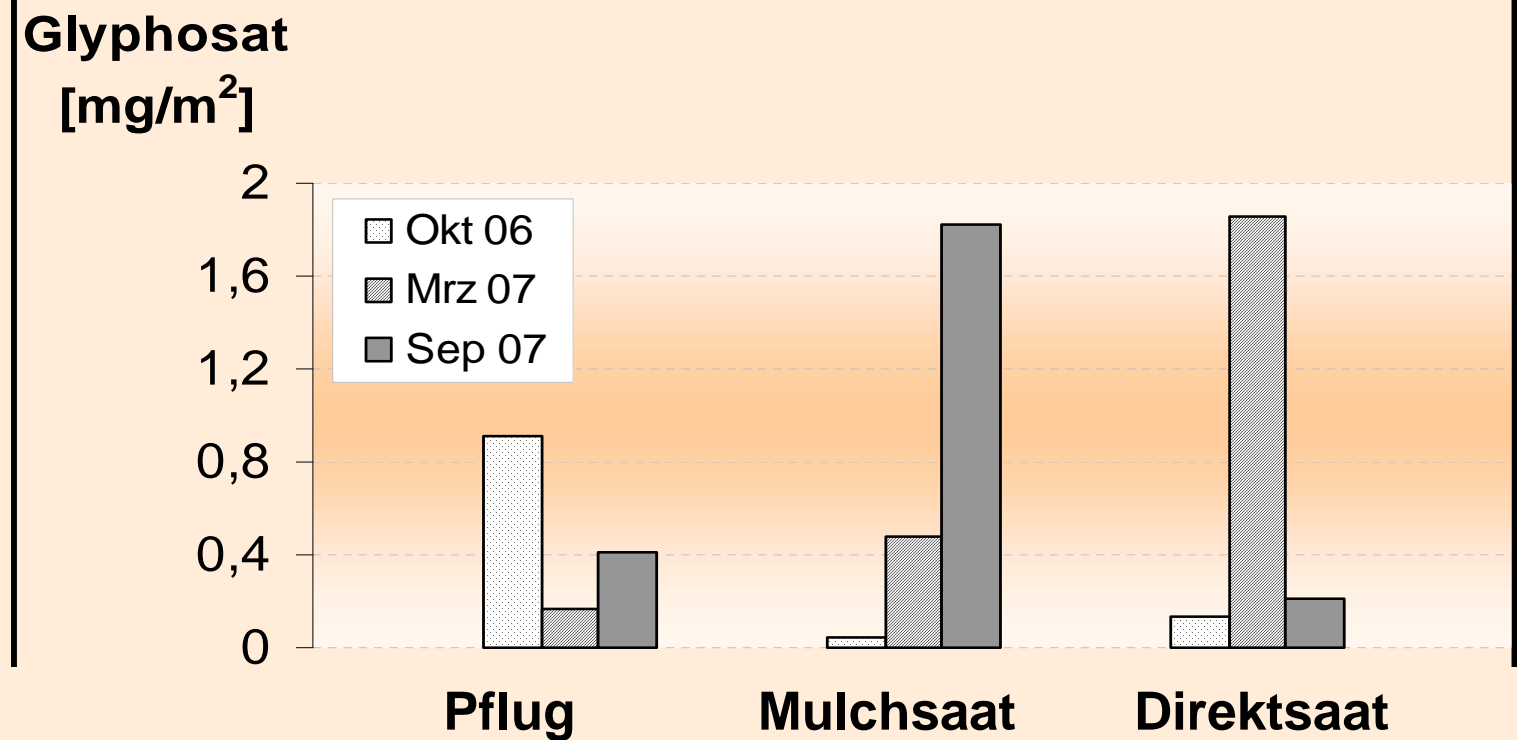
Waller-Duncan-Test, p < 0,05

NO₃-N – Austrag

	NO ₃ -N			Br ⁻	
	mg m ⁻²	%		g m ⁻²	%
Applizierte Menge (3 Berechnungen, N=3)	2016	100		1143	100
Pflug	790	39		17,5	1,5
Mulchsaat	547	27		11,5	1,0
Direktsaat	366	18		10,6	0,9
relativ zu Pflugvariante					
Pflug	1			1	
Mulchsaat	0,69			0,66	
Direktsaat	0,46			0,61	

Stofftransport mit dem Oberflächenabfluss

Glyphosat- Austrag



	Glyphosat		
	mg/m ²	%	vs. Pflug
Applizierte Menge (3 Berechnungen)	216	100	
Pflug	1,49	0,69	1,00
Mulchsaat	2,35	1,09	1,58
Direktsaat	2,19	1,01	1,47

Stofftransport mit dem Oberflächenabfluss – Fazit

- **Pflugeinsatz**

niedriger Bedeckungsgrad + niedriger Bodenwassergehalt



maximaler abflussbedingter Stofftransport

- **Pfluglos**

hohe Wassersättigung des Bodens



oberflächengebundener Stofftransport

- **NO₃-N – Transport**

Pflug > Mulchsaat > Direktsaat

- **Glyphosat - Transport** (maximal 1% der Aufwandmenge)

Mulchsaat = Direktsaat > Pflug

Bodenprobennahme

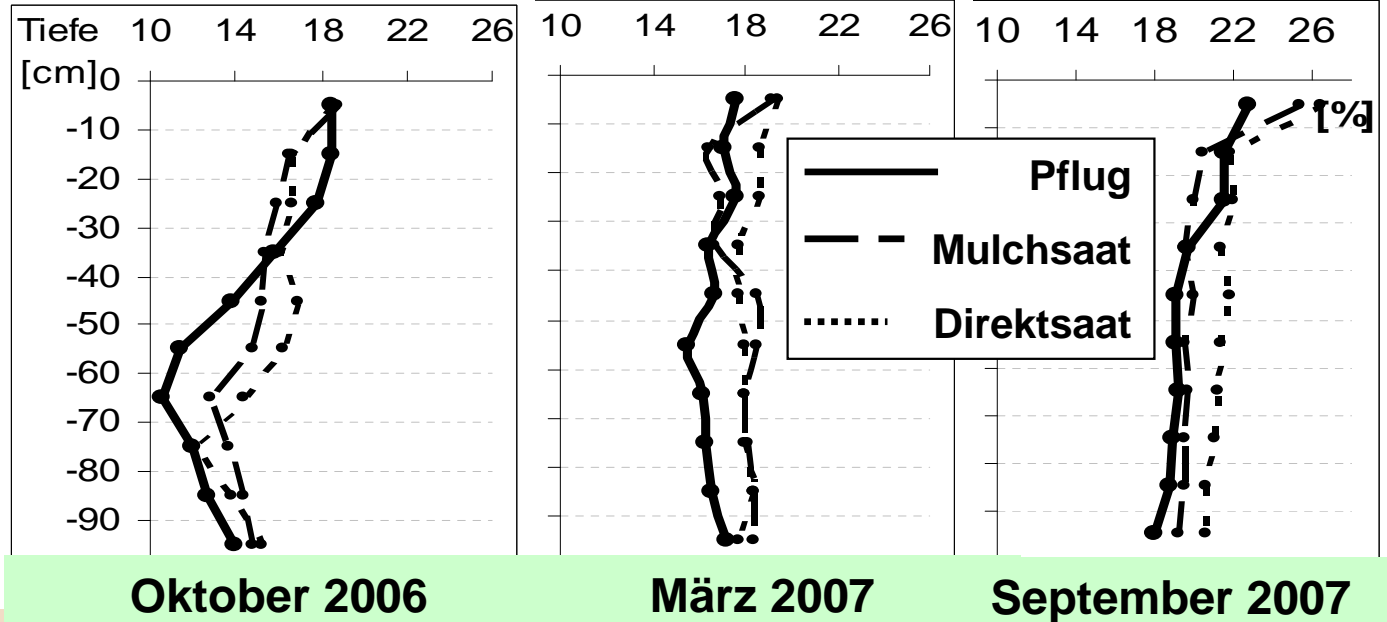


**Probenahme
für bodenchemische Analysen**

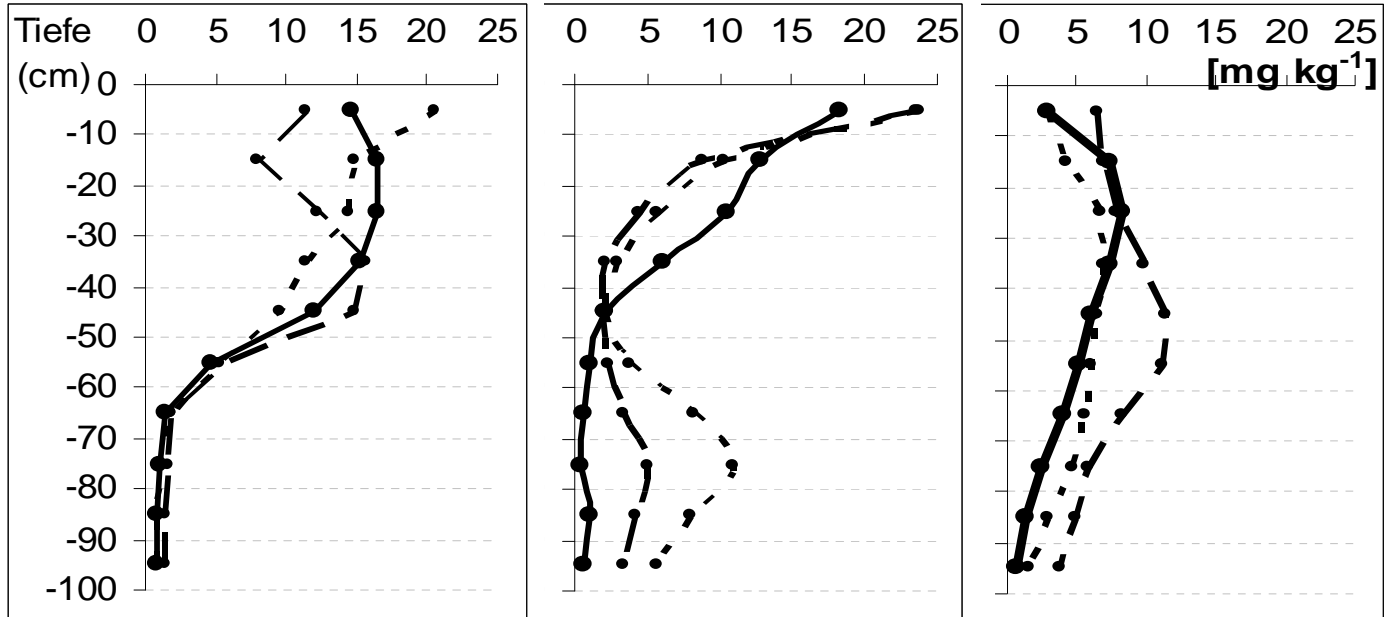


Stofftransport in den Boden

H_2O



NO_3-N



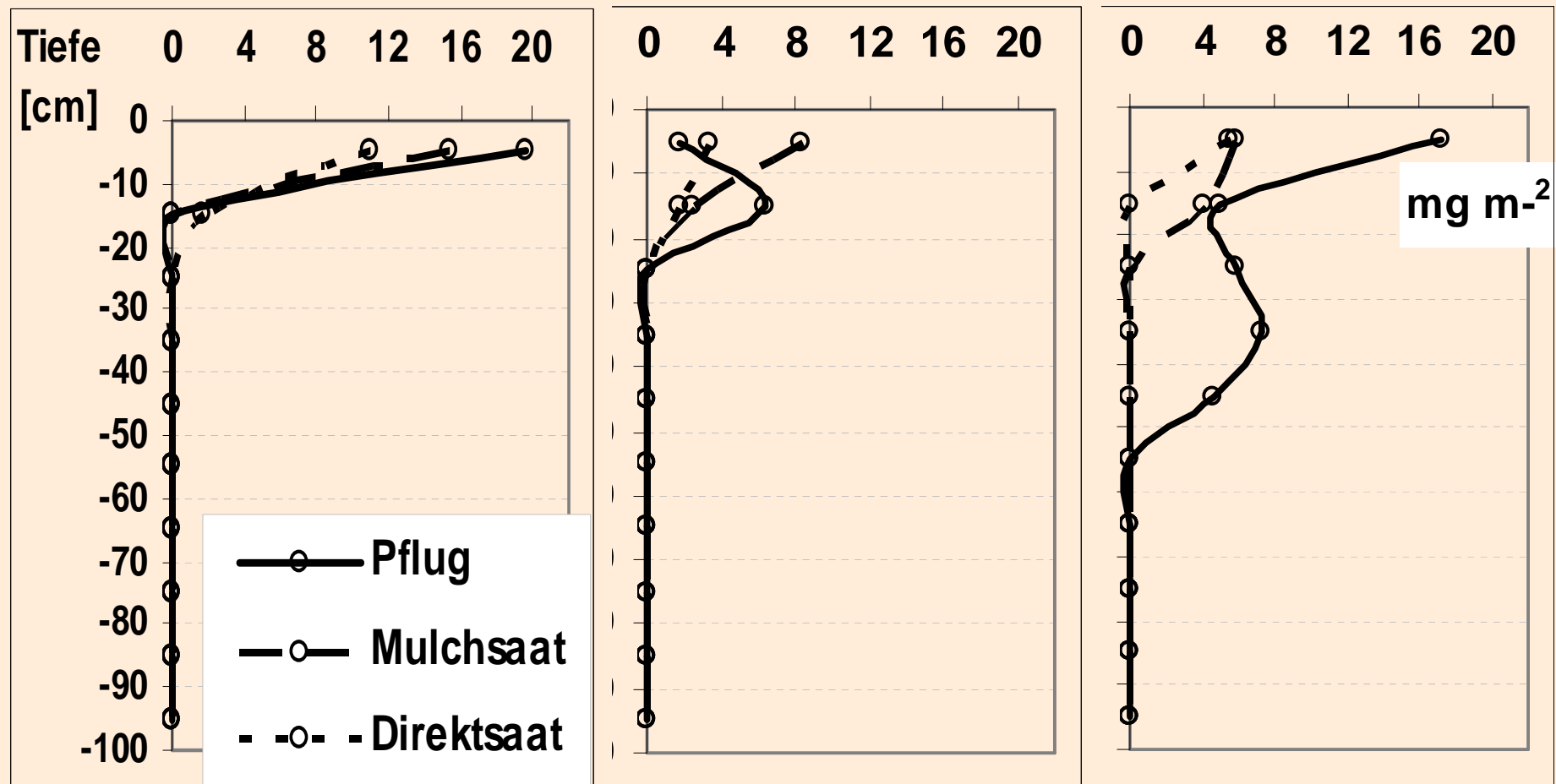
Stofftransport in den Boden

Glyphosat*

Oktober 2006

März 2007

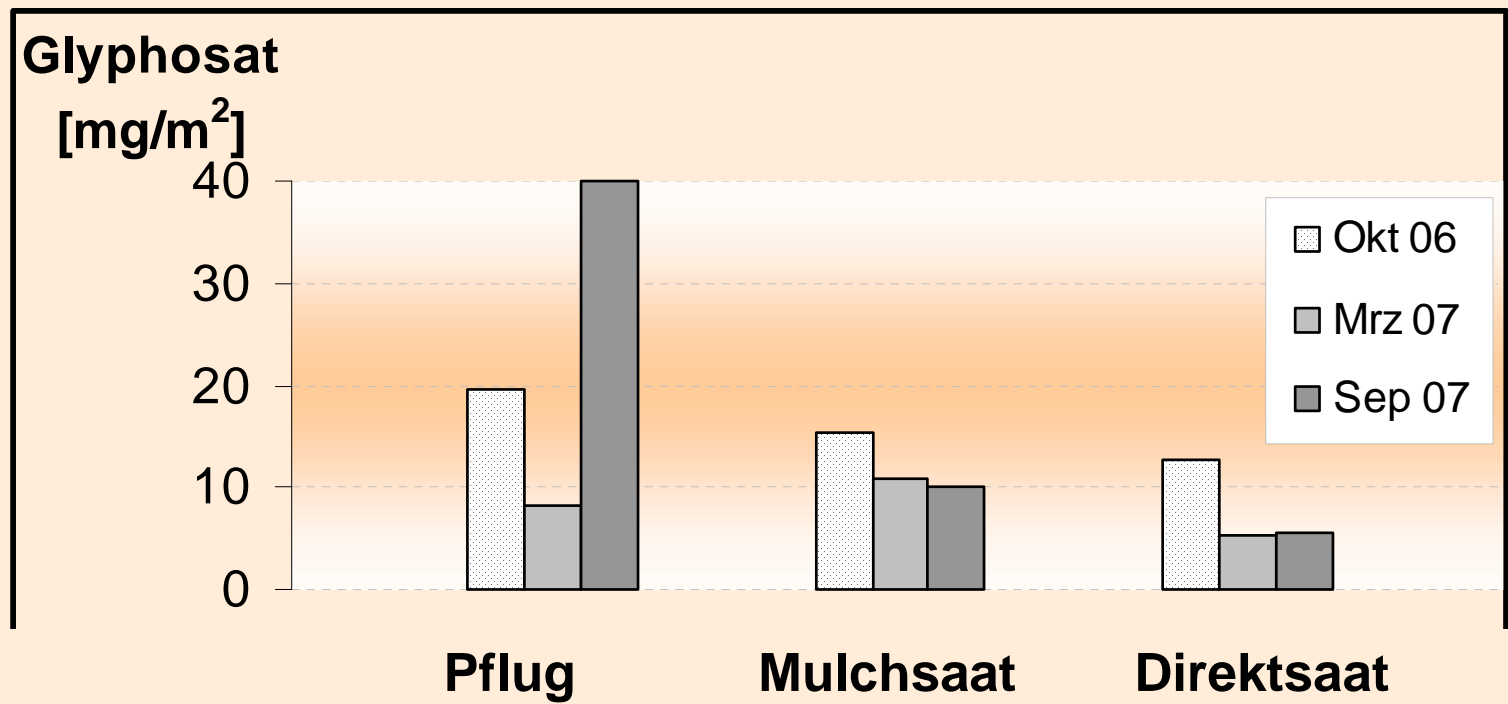
September 2007



* Auf den 1 m²-Versuchsparzellen erfolgte die Glyphosatzugabe zu den in der Methodik angegebenen Terminen. Im Untersuchungszeitraum fand auf dem Versuchsschlag im September 2006 eine bewirtschaftungsbedingte Glyphosatanwendung statt.

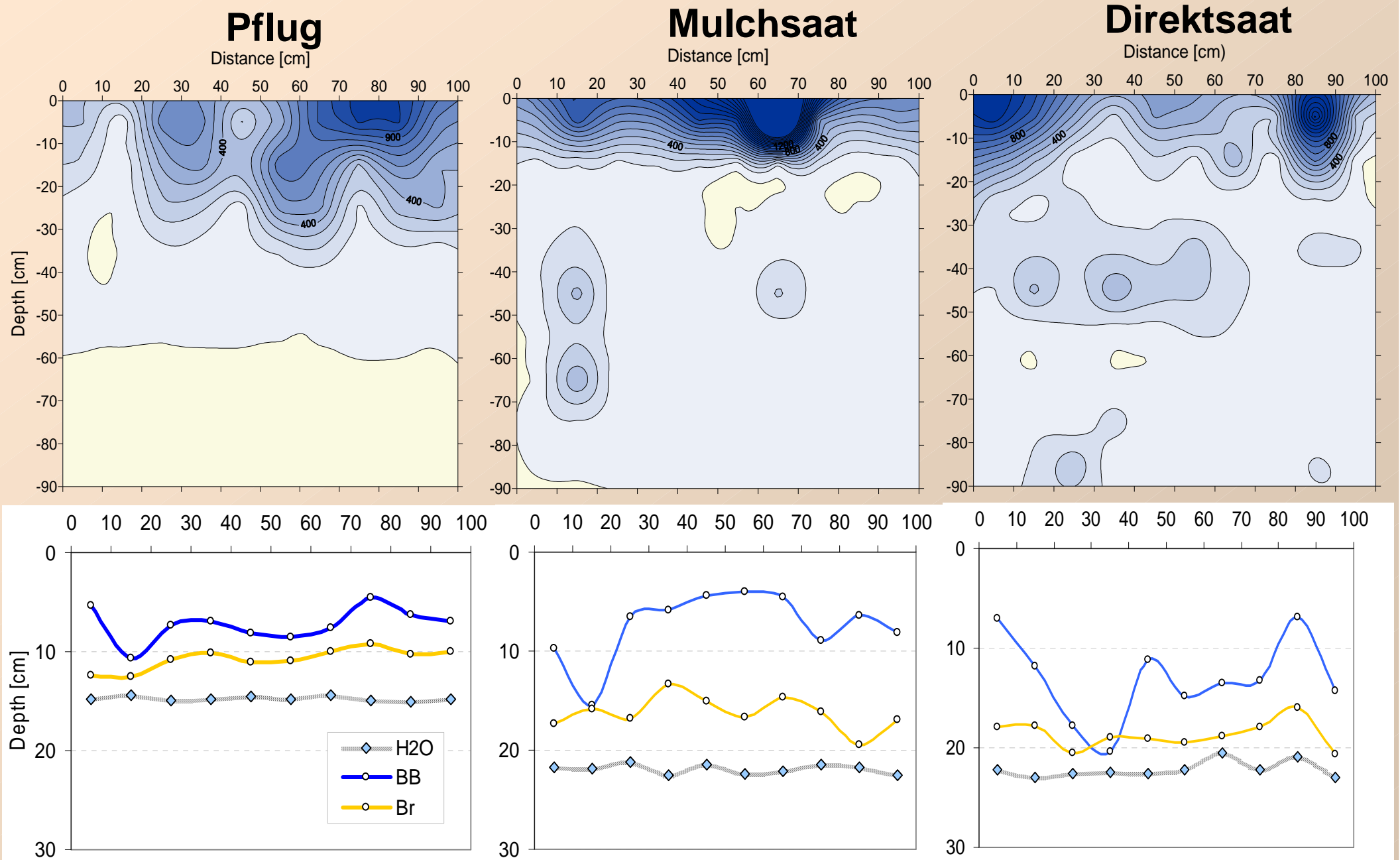
Stofftransport in den Boden

Glyphosat- Eintrag

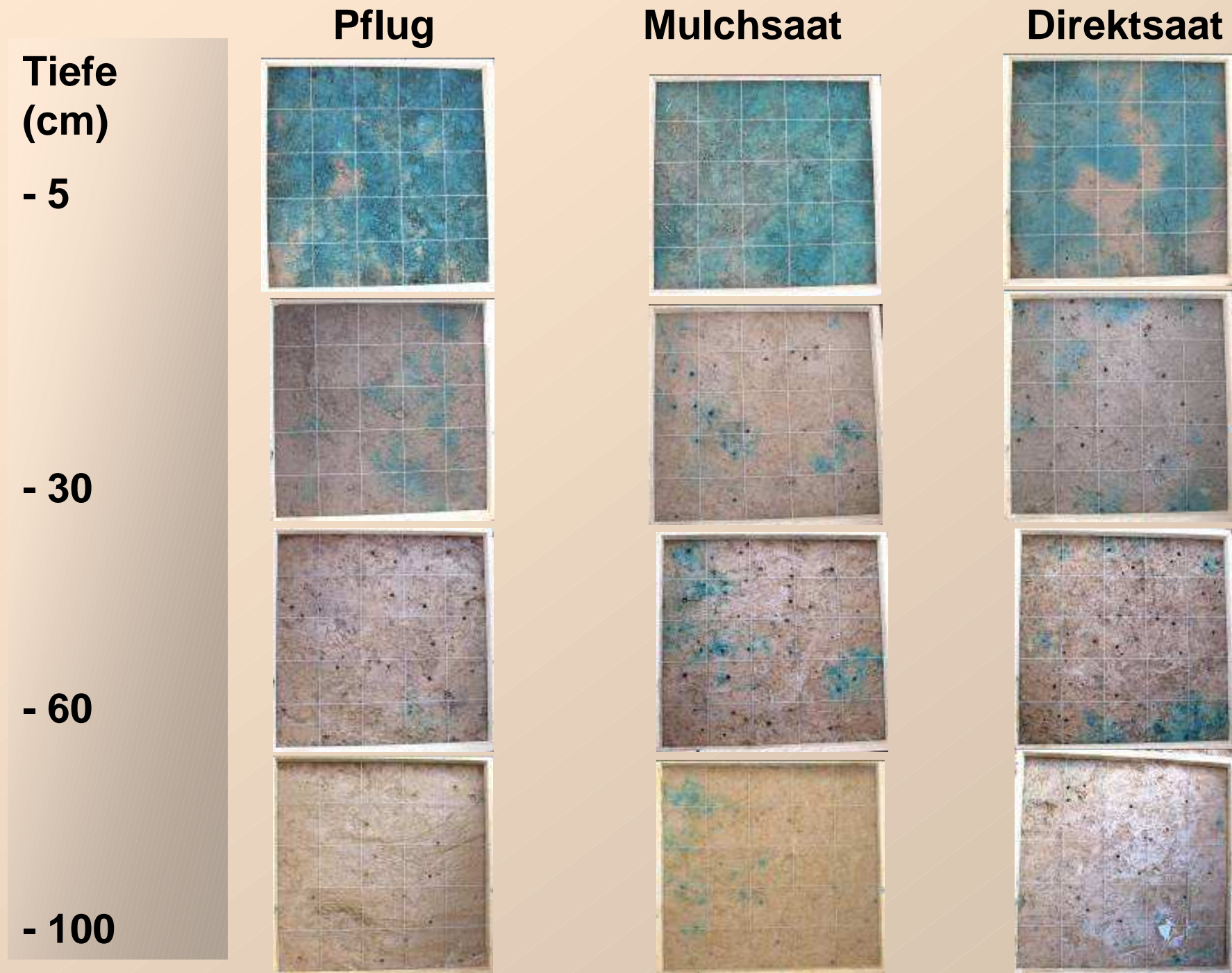


	Glyphosat		
	mg/m ²	%	vs. Pflug
Applizierte Menge (3 Berechnungen)	216	100	
Pflug	68,5	31,7	1,00
Mulchsaat	35,9	16,6	0,52
Direktsaat	23,9	11,1	0,35

Brillantblau-Verteilung und Massenmittelpunkte im Transekt - März 2007



Horizontale Verteilung von Brillantblau



Stofftransport in den Boden - Fazit

- **Pflugeinsatz**
der höchste Herbizideintrag (bis zu 32% der Aufwandmenge)
- **Pfluglos**
 - Brillant Blau kennzeichnet einen bis zu einem Meter Tiefe gehenden Stofftransport
 - höhere Nitrat-Gehalte im Unterboden im Vergleich zum gepflügten Boden

Leitbahnfunktion der Regenwurmgänge

Regenwurmgang



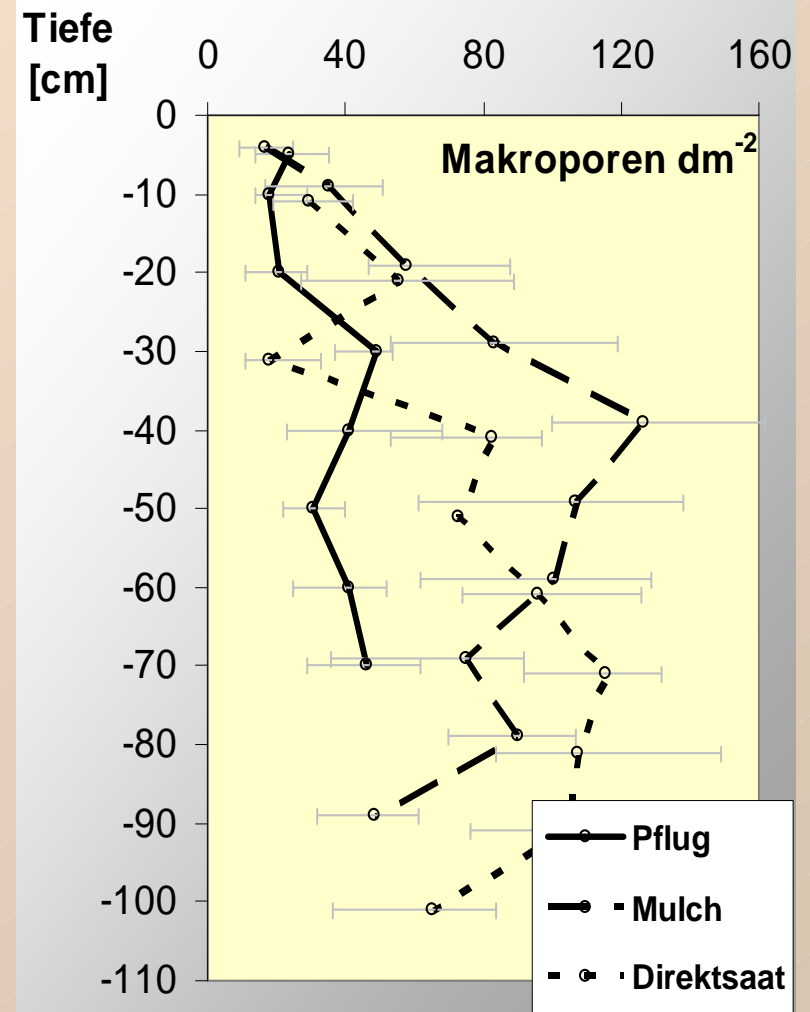
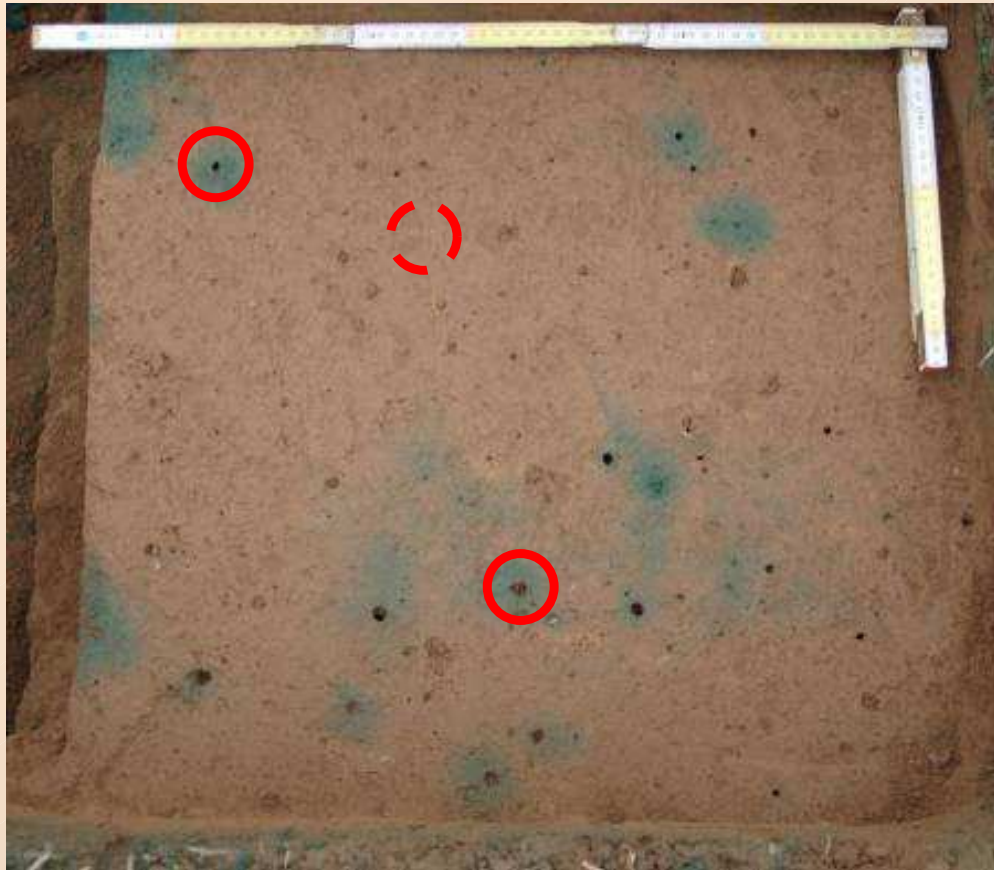
**Regenwurmgang
mit Farbtracer**



**Regenwurmgänge
(Querschnitt)**

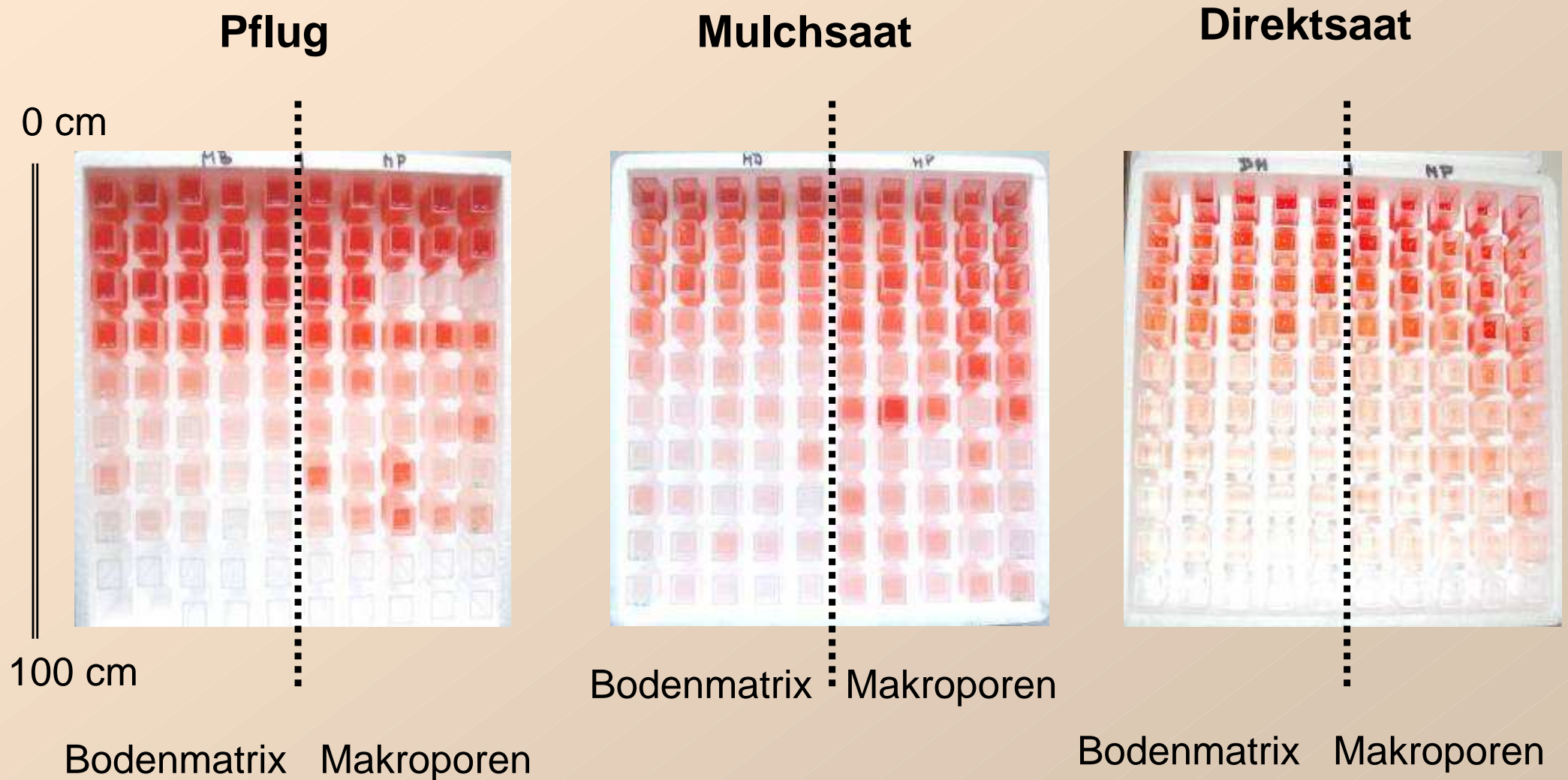


Makroporen - Oktober 2007



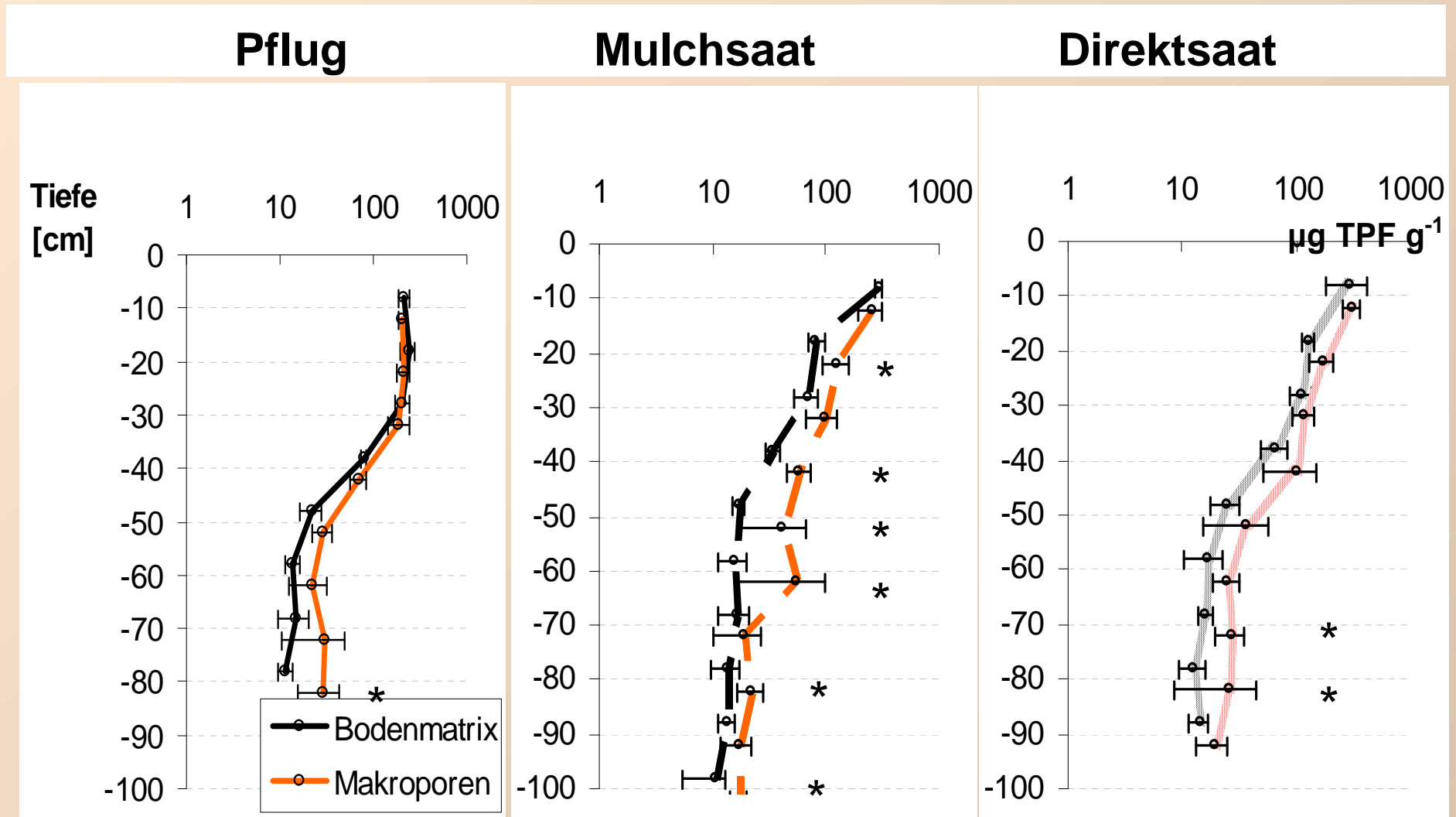
Mikrobielle Aktivität

Dehydrogenasenaktivität, Bodenmatrix vs. Makroporen



Mikrobielle Aktivität

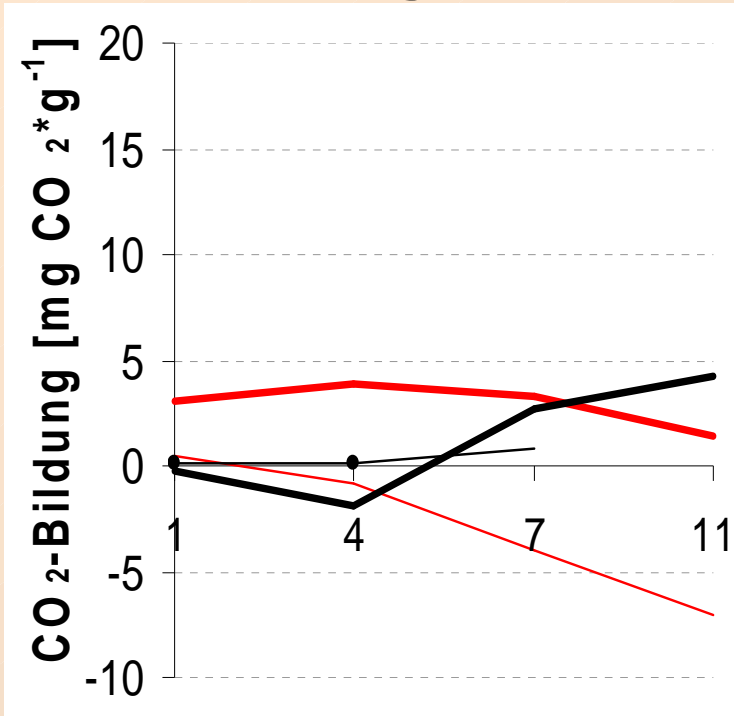
Dehydrogenasenaktivität, Bodenmatrix vs. Makroporen



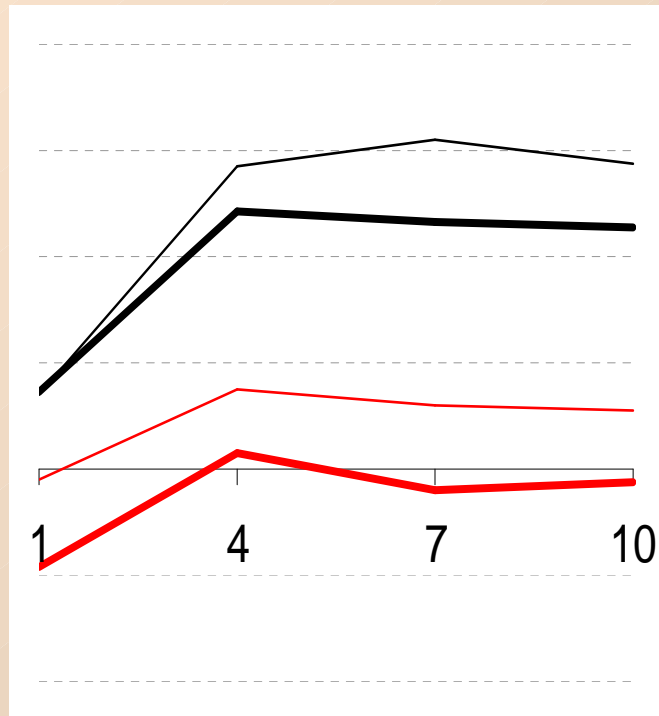
Mikrobielle Aktivität

Bodenatmung (CO_2 -Bildung), nach Glyphosat-Zugabe*

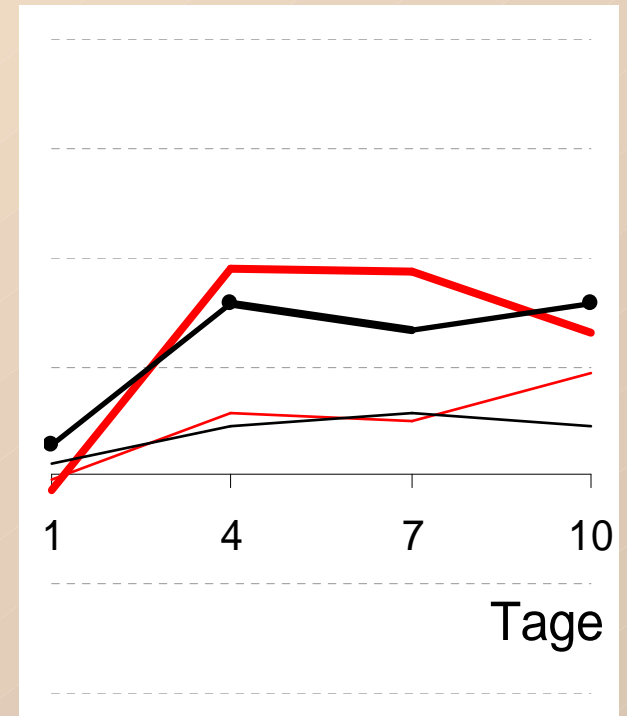
Pflug



Mulchsaat



Direktsaat



— Bodenmatrix/ Oberboden
— Bodenmatrix/Unterboden

— Makroporen/Oberboden
— Makroporen/Unterboden

*Detaillierte Beschreibung des vorgestellten Laborversuches ist in:
Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Hrsg.) Heft 29/2008,
Dresden, 85 S. ISSN: 1867-2868

http://www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/jsp/inhalt.jsp?seite=detail&pub_id=3869

zu finden.

Mikrobielle Aktivität – Fazit

- **Makroporen**
40% höhere Dehydrogenasenaktivität im Vergleich zu Bodenmatrix
- **Pflugeinsatz**
Beeinträchtigung der Bodenatmung im unteren Makroporenbereich
- **Bodenmatrix**
intensive Verwertung der applizierten Substanz in der Mulchsaatvariante

Pflug



Mulchsaat



Direktsaat



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit