

Körnerleguminosen im Ökologischen Landbau: Neue Ansätze

Ulrich Köpke

Institut für Organischen Landbau,
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

www.iol.uni-bonn.de



Soybean : Dominating worldwide ?....



GM Soybean in Parana, BR

**„Körnerleguminosen:
Lückenbüßer oder Glied einer
leistungsfähigen Fruchtfolge?“**

K. Baeumer, 1984

(langfristiger Trend: im mainstream rückläufig)

Tab. 6.4.2: Anbauflächen wichtiger Körnerleguminosen weltweit und in Europa

Quelle: FAOSTAT 2010

Anbaufläche in Mio. ha	1990		2000		2008		Mittel von 2004 bis 2008	
	weltweit	Europa	weltweit	Europa	weltweit	Europa	weltweit	Europa
Körnererbse	8,7	5,8	6,0	1,9	5,9	1,3	6,2	1,7
Ackerbohne	2,8	0,3	2,5	0,2	2,5	0,2	2,5	0,3
Lupinen	1,0	0,2	1,3	0,1	0,6	0,1	0,8	0,1
Sojabohne	57,2	1,9	74,4	1,1	96,9	1,7	93,2	1,8

Tab. 6.4.3: Erzeugung wichtiger Körnerleguminosen weltweit und in Europa

Quelle: FAOSTAT 2010

Gesamterzeugung in Mio. t	1990		2000		2008		Mittel von 2004 bis 2008	
	weltweit	Europa	weltweit	Europa	weltweit	Europa	weltweit	Europa
Körnererbse	16,6	13,2	10,7	4,8	9,8	3,0	10,3	3,8
Ackerbohne	4,3	0,6	3,7	0,4	3,7	0,7	4,0	0,7
Lupinen	1,1	0,3	1,2	0,1	0,8	0,2	1,0	0,3
Sojabohne	108,5	3,3	161,3	1,9	231,0	2,7	217,7	2,9

Tab. 6.4.4: Erträge wichtiger Körnerleguminosen weltweit und in Europa

Quelle: FAOSTAT 2010

Ertrag in dt/ha	1990		2000		2008		Mittel von 2004 bis 2008	
	weltweit	Europa	weltweit	Europa	weltweit	Europa	weltweit	Europa
Körnererbse	19,1	22,7	18,0	25,6	16,6	22,8	16,6	22,5
Ackerbohne	15,8	20,0	14,8	23,0	14,8	29,3	16,0	26,3
Lupinen	10,6	14,6	9,4	14,1	12,8	18,3	12,5	16,9
Sojabohne	19,0	18,0	21,7	17,4	16,1	23,8	23,3	16,2

Aus: Lehrbuch des Pflanzenbaues - Band 2: Kulturpflanzen. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage. Hrsg. Prof. Dr. N. Lütke Entrup, Prof. Dr. J. Oehmichen. AgroConcept Bonn 2011.

(im mainstream kaum noch angebaut)

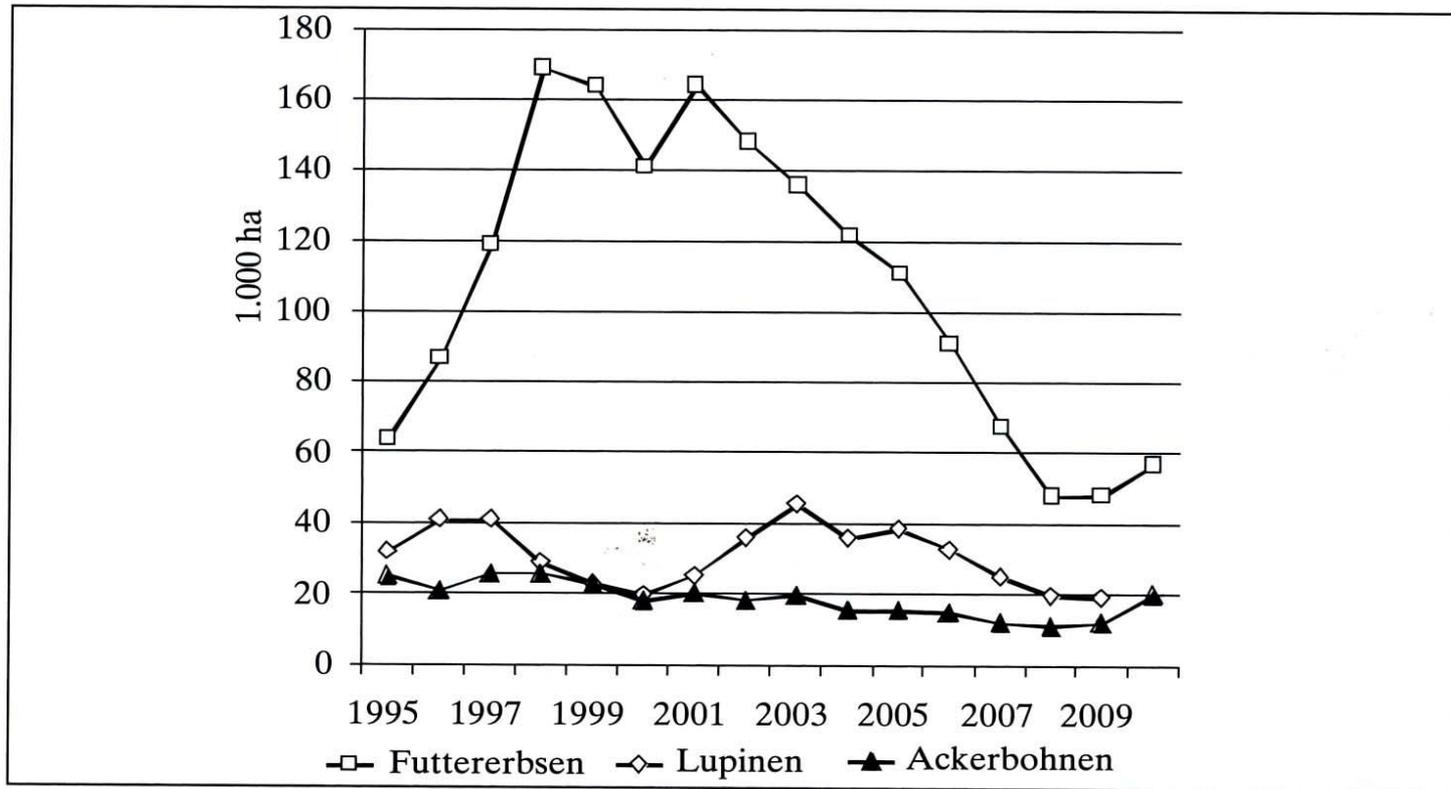


Abb. 6.4.1: Entwicklung der Anbauflächen von Futtererbsen, Lupinen und Ackerbohnen in Deutschland (2010 vorläufige Werte) Quelle: STATISTISCHES JAHRBUCH

Aus: Lehrbuch des Pflanzenbaues - Band 2: Kulturpflanzen. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage. Hrsg. Prof. Dr. N. Lütke Entrup, Prof. Dr. J. Oehmichen. AgroConcept Bonn 2011.

Zielsetzungen

Überblick zu:

**Systematische Erarbeitung, Komplexe Abbildung und
Praktische Umsetzung von Elementen und Anbaustrategien
zur Sicherung und Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit**

durch

**Optimierte Nutzung von Ackerbohnen, Körnererbsen,
Lupinen und Sojabohnen in Fruchtfolgeausschnitten mit
reduzierter Bodenbearbeitung bzw. Direktsaatverfahren im
Ökologischen Landbau**

Stickstoffzufuhr im Organischen Landbau

Im Organischen Landbau ist der **Zukauf von Futtermitteln stark eingeschränkt** und der **Einsatz mineralischer Stickstoffdünger untersagt**.

Eine betriebseigene Futtererzeugung mit dem Schwerpunkt Futter/
Körnerleguminosenanbau bildet die Basis für

- symbiotische Fixierung von Luftstickstoff,
- Stickstoffversorgung nachfolgender Kulturen/ Gemengepartner
- eigenbetrieblich erzeugte Eiweiss-Futtermittel (Teil- Substitut von Sojaschrot)
- Erzeugung hochwertiger organischer Wirtschaftsdünger
- ausgeglichene N-Bilanz
- **Umstellung technikaffiner Ackerbaubetriebe (temporäre Direktsaat)**
- **Gefügeverbesserungen**
- **geplante Agrodiversität**

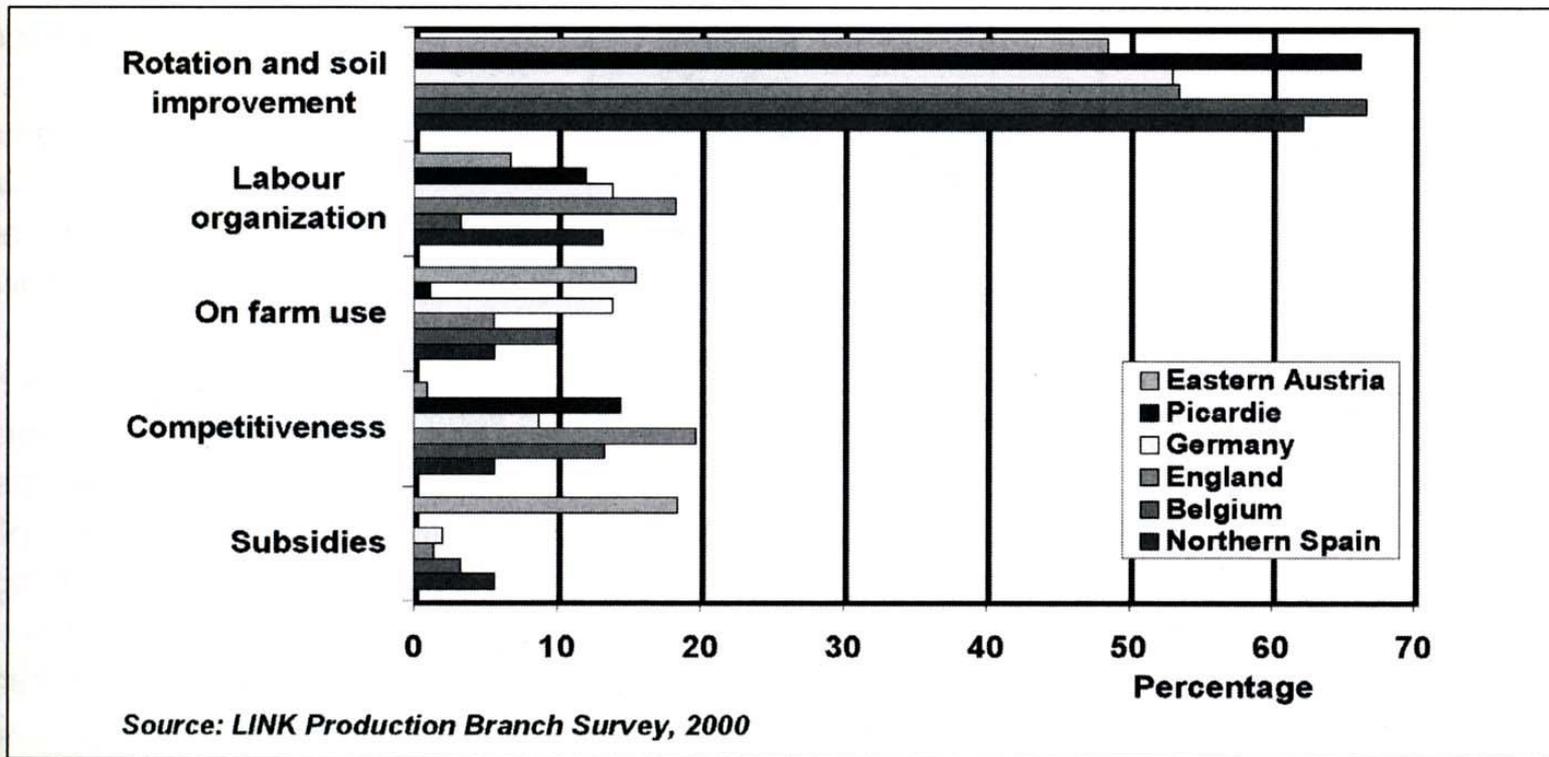
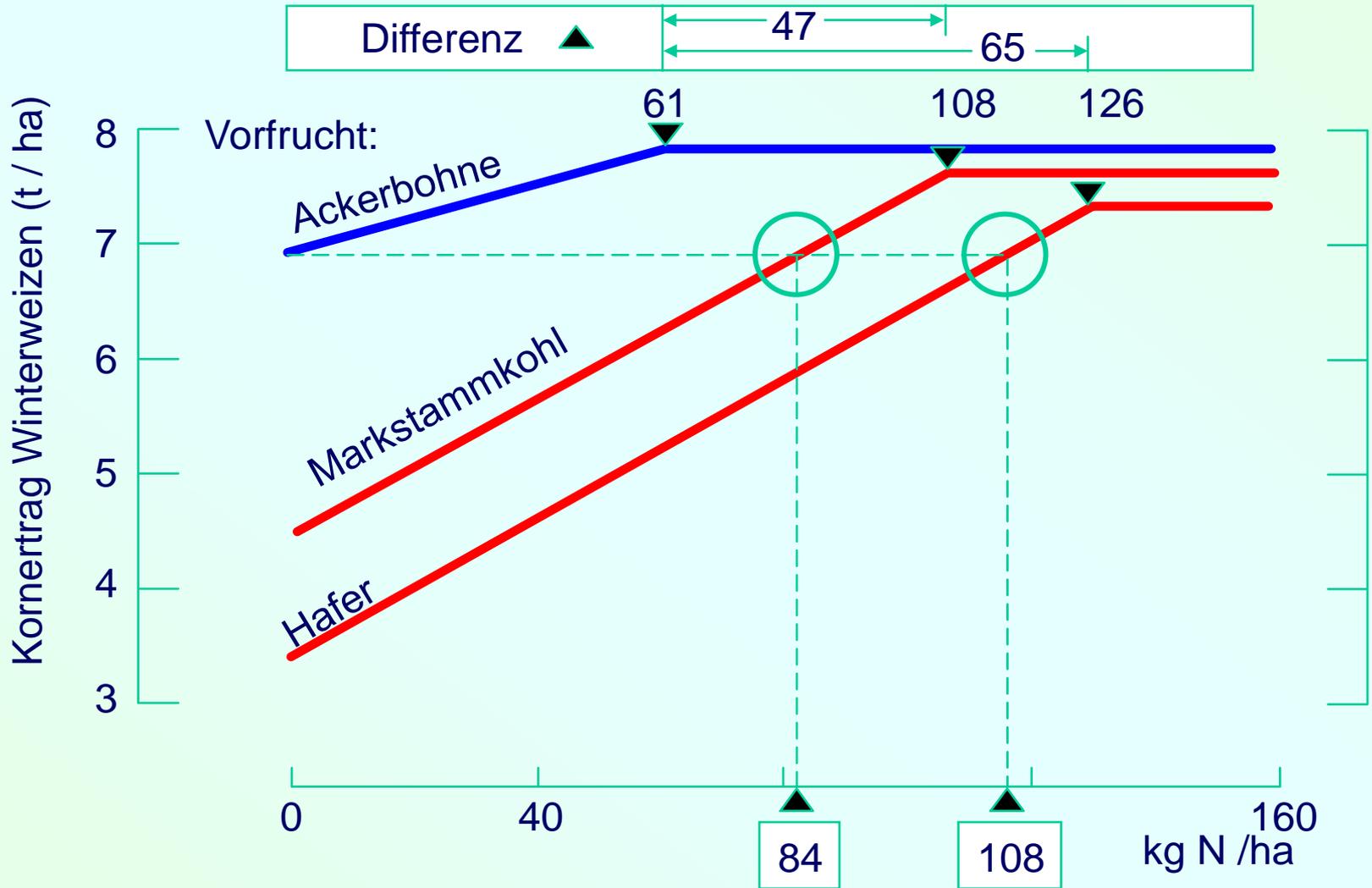


Figure 4. Reasons for growing grain legumes in the EU. Source: (3).

AUS: Grain legumes and the environment: how to assess benefits and impacts? 18-19 November 2004 - Agroscope FAL Reckenholz, Zurich (Switzerland) International workshop on the methodology for environmental assessment of grain legumes.

Workshop proceedings edited by AEP March 2006



KÖPKE 1987

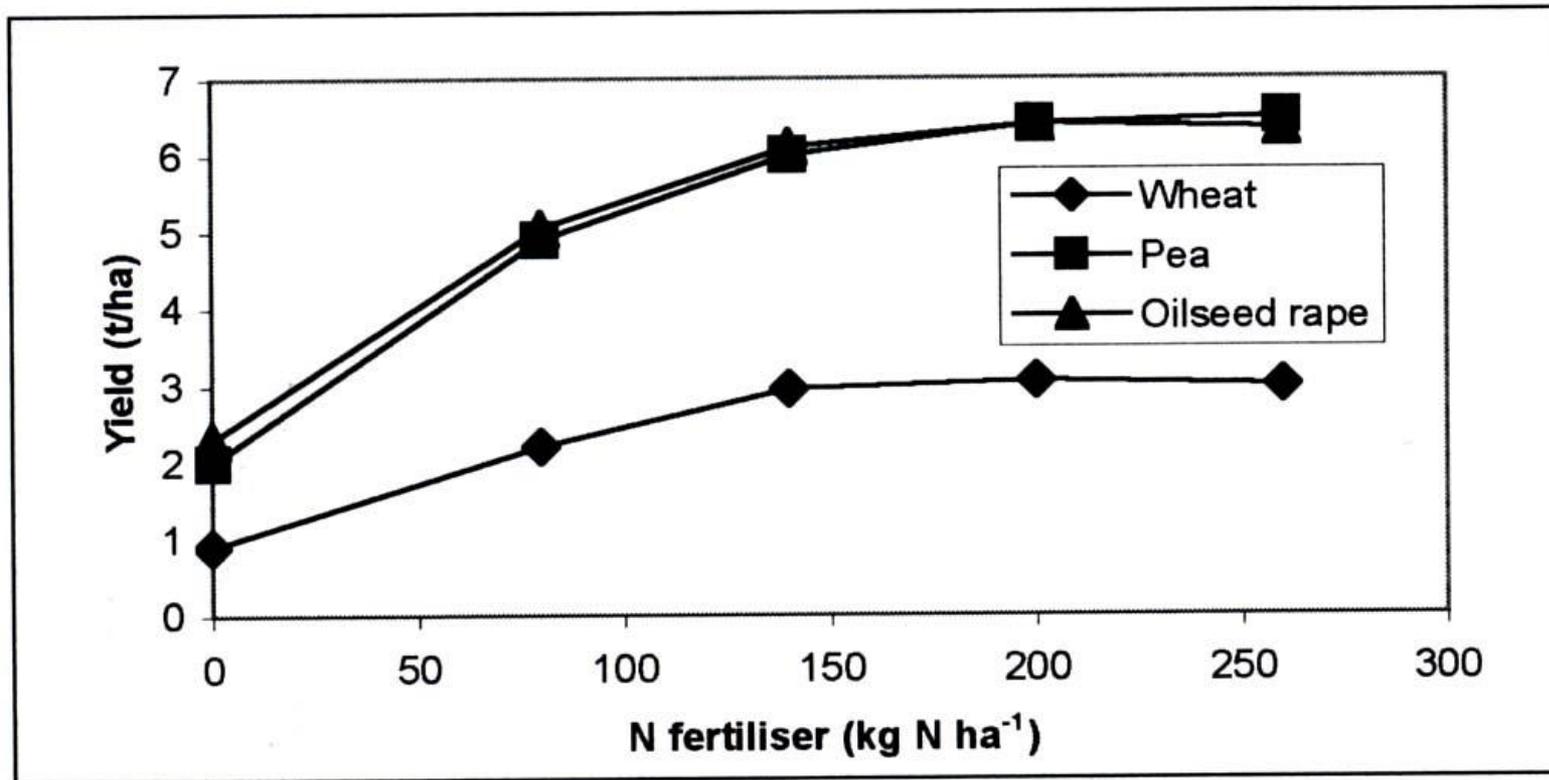


Figure 3. Yield response of wheat to N fertiliser as affected by its preceding crop (wheat, pea or oilseed rape). (Mean from two years, Arvalis Institut du Végétal, Source UNIP).

Tab. 6.4.5: Vorfruchtwirkungen von Körnerleguminosen auf Getreide im Vergleich zu einer Halmfrucht

Quelle: verändert nach STEMANN et al. 2010

Effekt	Fruchtfolgewert €/ha
Mehrertrag der 1. Folgefrucht Winterweizen/Wintergerste (2–20 dt/ha) ¹⁾	24–240
Mehrertrag der 2. Folgefrucht Winterweizen/Wintergerste (1–3 dt/ha) ¹⁾	12–36
Verminderter Aufwand für Bodenbearbeitung bei Bestellung der Nachfrucht ²⁾	40–80
Einsparung N-Dünger (30–70 kg N/ha) ³⁾	24–56
Bei Weizen Einsparung von Spezialbeizung gegen Schwarzbeinigkeit	0–30
Verminderung des Ungrasdruckes, Einsparung einer Herbizidmaßnahme bzw. Nutzung günstiger Wirkstoffe	0–50
Einsparung einer Fungizidmaßnahme möglich (DTR, Fusarium)	0–45
Aufschluss von P im Boden durch Lupinen	
Summe	100–537

¹⁾ = Getreidepreis 12 €/dt, ²⁾ = zwei flache Arbeitsgänge gegenüber intensiver Stoppelbearbeitung,

³⁾ = N-Düngerpreis 0,8 €/kg N

Aus: Lehrbuch des Pflanzenbaues - Band 2: Kulturpflanzen. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage. Hrsg. Prof. Dr. N. Lütke Entrup, Prof. Dr. J. Oehmichen. AgroConcept Bonn 2011.

Bodenerosion (~700 t/ha/a) in Parana Brasilien – Funktion intensiver Bodenbearbeitung



Photo: E. Denardin

Allelopathie: Unkrautregulation durch Vorfrucht *Avena strigosa* in Sojabohnen



PHOTO: R. Derpsch

(aus Derpsch et al. 1988)

Weed covering after winter green manure compared with wheat and winter fallowness

	Weeds	Weeds	Rating
	Soil coverage	Fresh matter g/m²	
	15.9.1982	30.9.1982	15.10.1982
Winter fallowness	71	296	8
White lupin	9	22	4
Winter vetch	1	9	2
Tuberous pea	5	26	3
Rye	1	6	2
Black oats	0,1	0,2	1
Wheat	57	154	7
Oil radish	0,1	0,2	2
Rape seed	0,5	16	3
Sunflower	26	28	3

* 1 = without weed - 9 = very high weed pressure

(aus Derpsch et al. 1988)



Photo R. Derpsch



Photo R. Derpsch



Photo U. Köpke

Photos R. Derpsch

Vorteile temporärer Direktsaat



(Foto: L. Massucati)

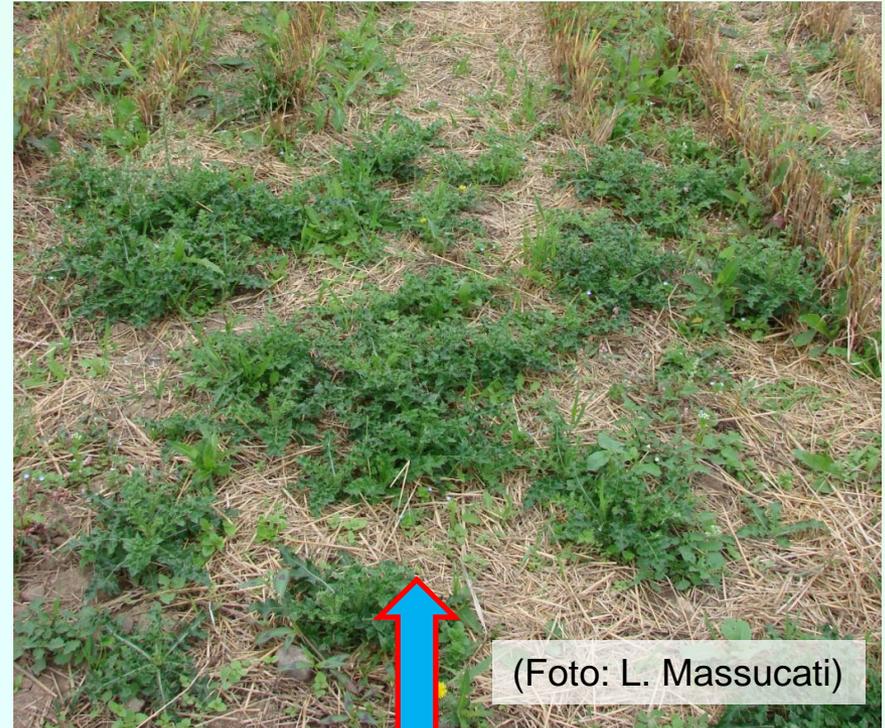
- ✓ Vermeidung von Schadverdichtungen und Erosion,
- ✓ Verbesserte Befahrbarkeit,
- ✓ Einsparung von Arbeit und Energie
- ✓ Verminderte CO₂ Emission
- ✓ Vermeidung von Schnecken und Mäusen

(Ehlers 1992; Köller 2001, 2005; Köpke 2003,2012; Berner *et al.* 2008)

Restriktionen

- Höherer Unkrautdruck

Matricaria sp.



Cirsium arvense

Restriktionen

- Geringere und verzögerte N- Mineralisation



- Bodendichte
- Bodenfeuchte



höher

- Luftführende Poren
- Bodentemperatur

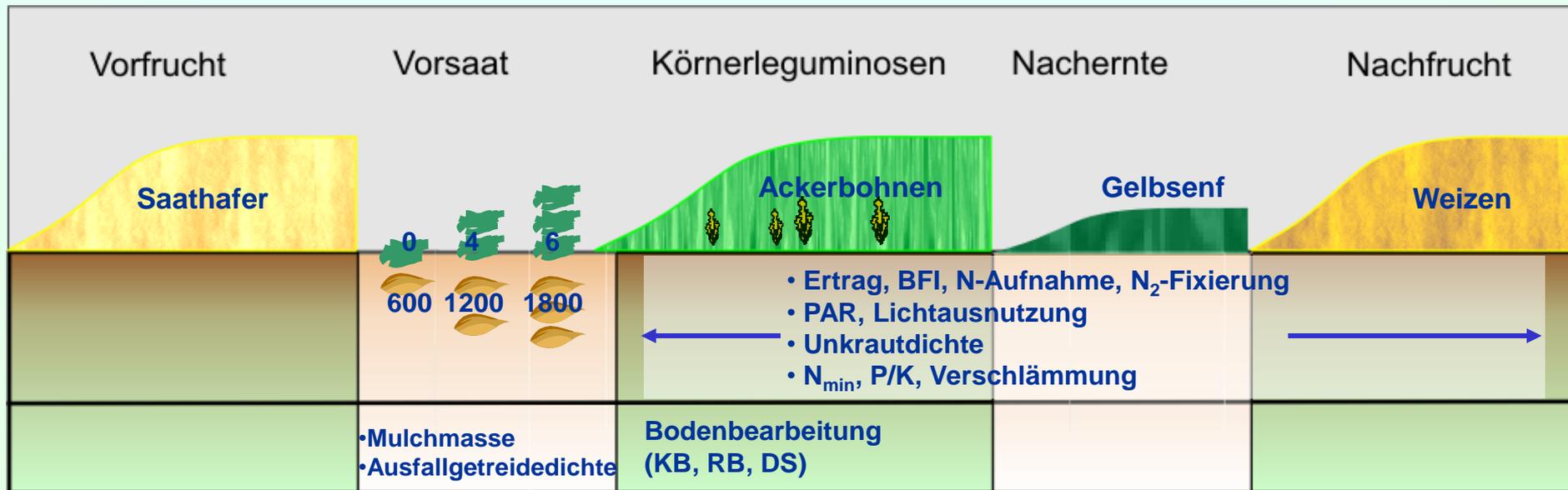


niedriger

Fallbeispiel: Temporäre Direktsaat von Ackerbohnen, *Vicia faba* L.



→ **Unkrautunterdrückung ist Funktion von Mulchmasse bzw. Bodenbedeckungsgrad, sowie der Keimdichte von Ausfallgetreide und temporärer N-Immobilisation.**



Direktsaat Standort ‚Frankenforst‘ 2007



Hafer - Herbst 2006



Haferstroh - Februar 2007



**John Deere 1730 MaxEmerge
6-reihige Einzelsaatmaschine, März 2007**



Direktsaat März 2007

Temporäre Direktsaat von Ackerrohren



Better fitting: **SEMEATO**



Photos: L.Massucati, U. Köpke, J. Siebigtheroth

Direct seeding into snow: Wiesengut 7 March 2010



Photos: U. Köpke



Frankenforst 2007

Direktsaat, Strohrückstände 6 t / ha

Photo: U. Köpke

IOL

INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFTSLEHRE
UND SOZIOLOGIE

Temporäre Direktsaat in der Umstellungsphase



Ackerbau
Direktsaat in Umstellungsphase

Ackerbau
Wendepflug

In bislang 7 ausgewerteten Feldversuchen
keine signifikanten Ertragsunterschiede

Doch im Vergleich zum Wendepflug:

- bis zu 85% weniger Arbeitszeit
- bis zu 85% weniger Dieserverbrauch
- Bis zu 85 % weniger CO₂ Emission

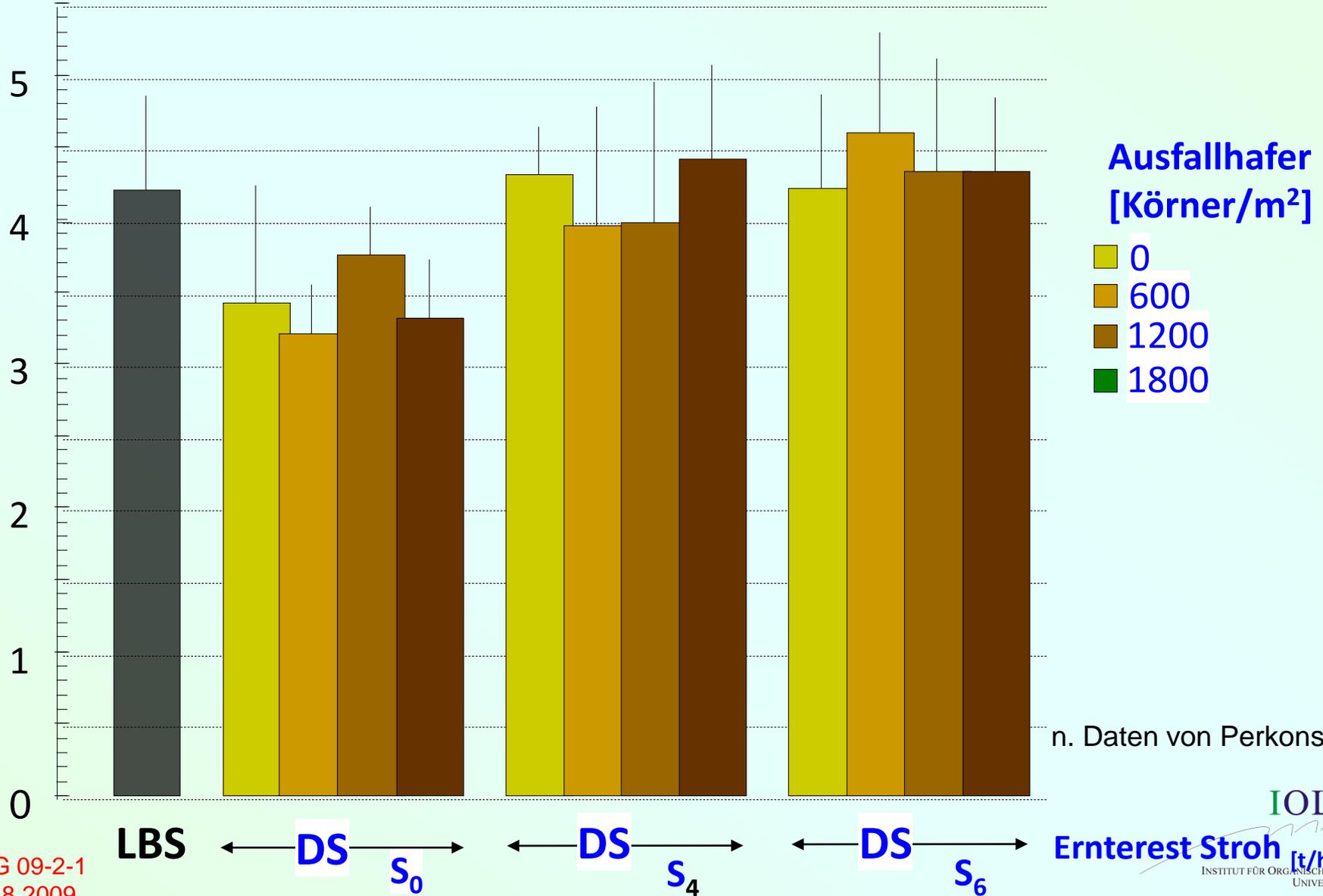
Direktsaat
3,8 t / ha

Wendepflug
3,4 t / ha

eFMS (DS)

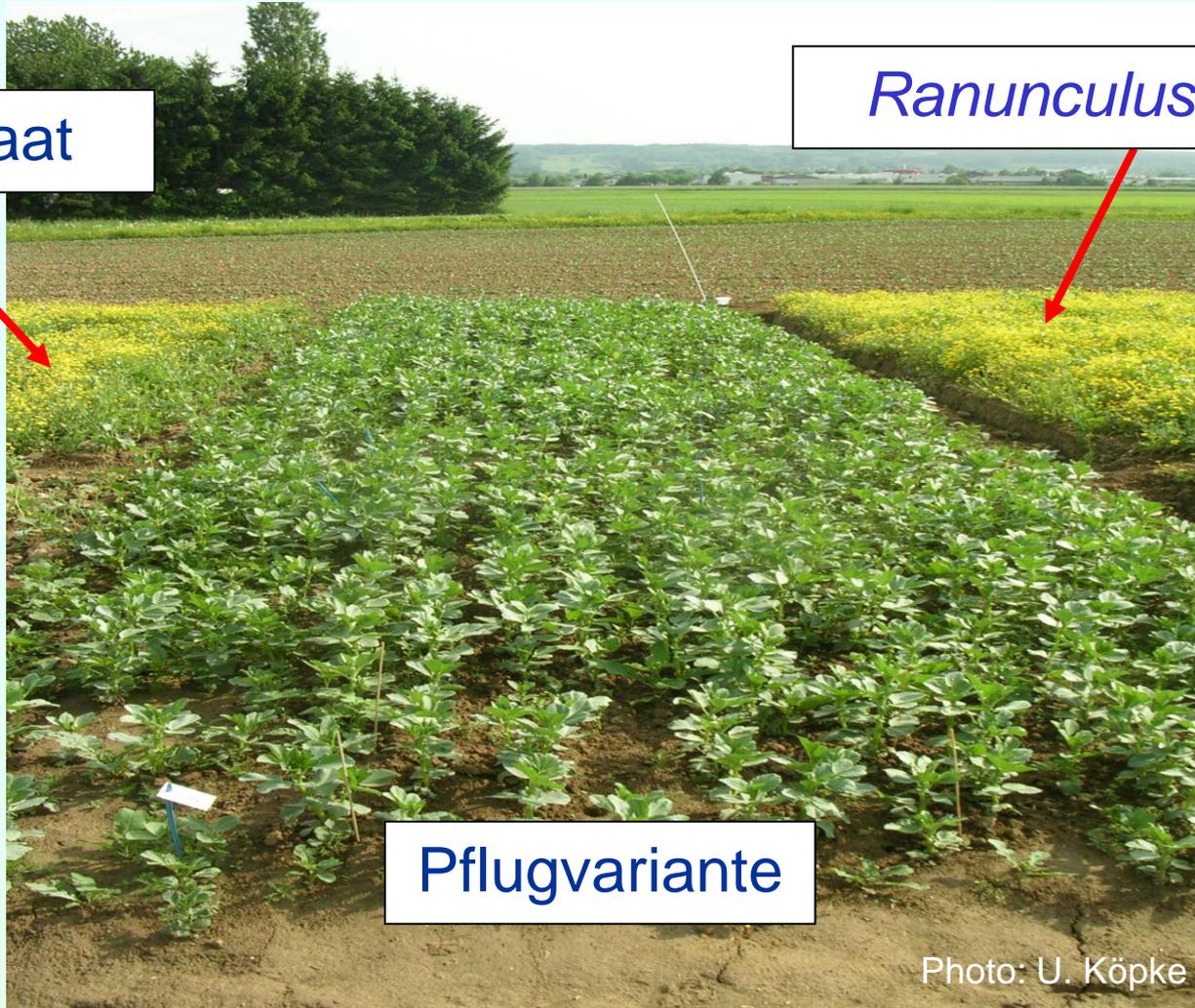
Kornertrag 86% [t/ha]

Kornertrag: f (Ernterestmasse auf der Bodenoberfläche)



Direktsaat

Ranunculus sardous

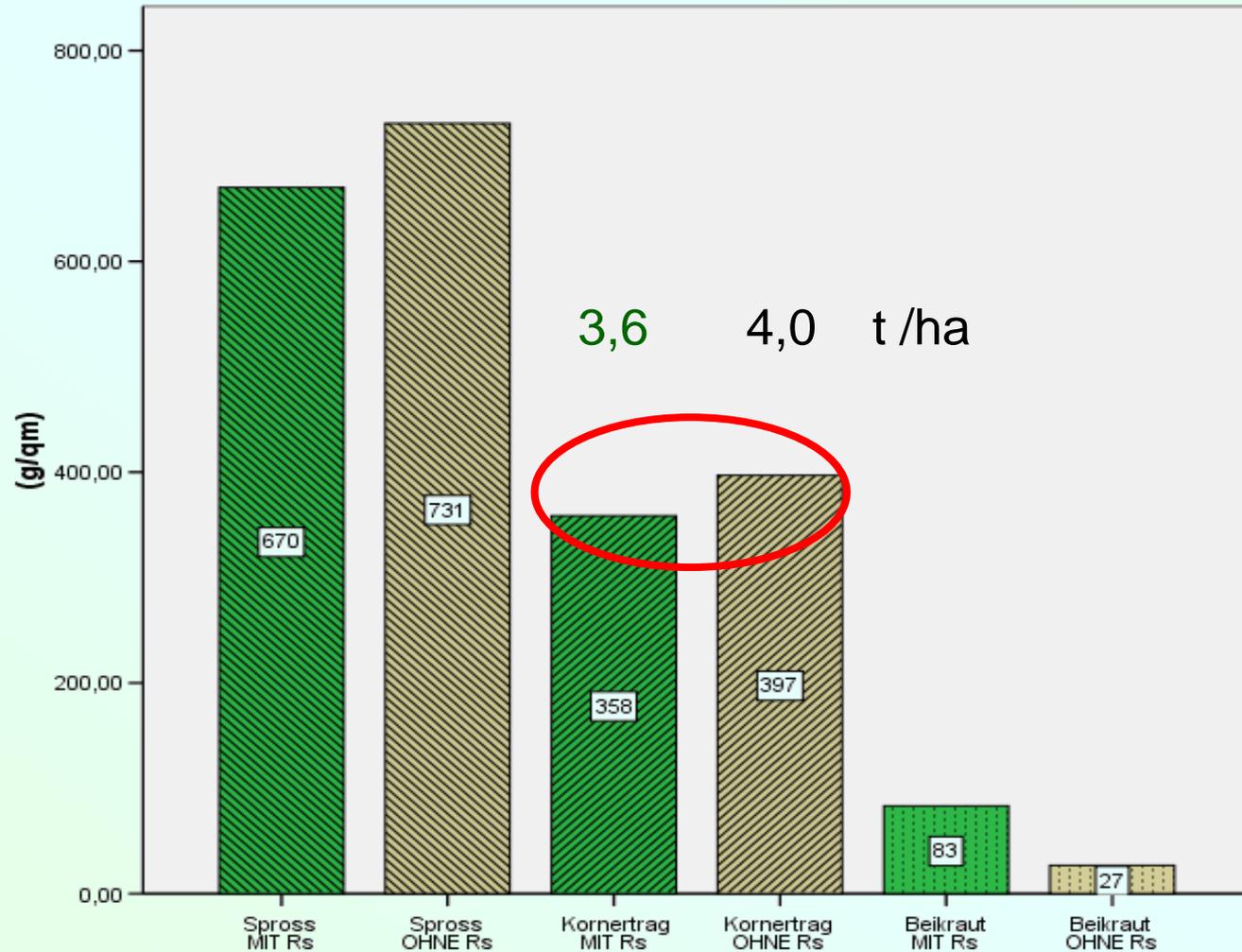


Pflugvariante

Photo: U. Köpke

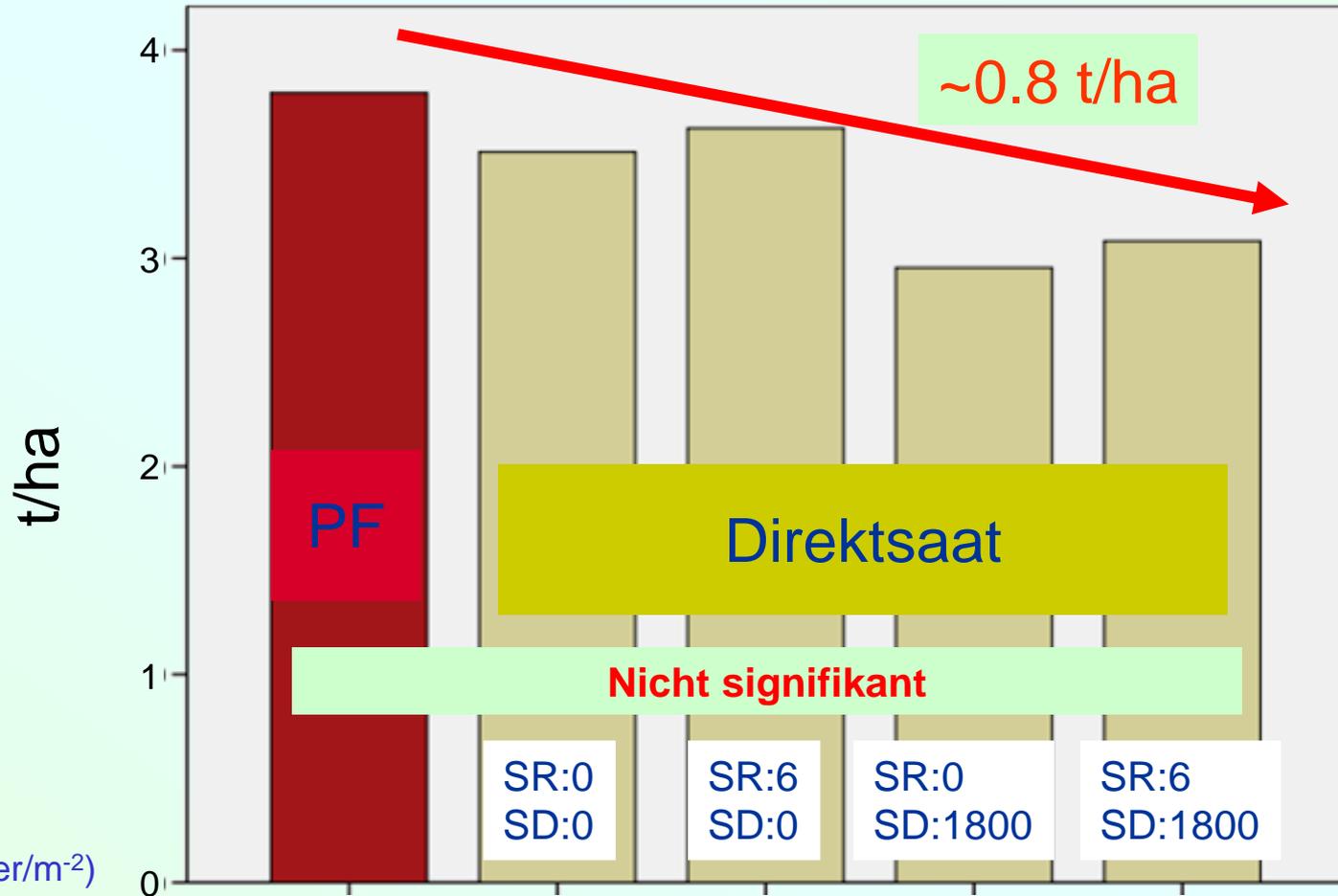
(Köpke & Schulte 2008)

Einfluss von Konkurrenz durch *R. sardous* auf Spross-, Korn- und Beikrautertrag, 02.08.06 (Endernte)



(Köpke & Schulte 2008)

Ackerbohnenkorertrag 4.Aug. 2006



Temporäre Direktsaat von Ackerbohnen vs. Wendepflug

Bodenbearbeitungssystem	Aufwendungen					
	Zeit	Diesel	CO ₂		Maschinenkosten	
	Ak/h	l/ha	kg/ha	kg/t	Fix €/ha	Variabel €/ha
Wendepflug ¹⁾	4,9	64,3	170,4	44,6	67,7	133,8
Direktsaat ²⁾	0,6	6,4	17,0	5,7	16,8	22,0

¹⁾ Winterzwischenfrucht Ölrettich: Schwergrubber, 3 m, 83 kW-Schlepper; Grundbodenbearbeitung zu Ackerbohnen mit 5-Schar Wendepflug, Saat jeweils Kreiseleggensätkombination 3 m, 83 kW; Ackerbohnenhacke 3 m, 67kW.

²⁾ Direktsaat von Ackerbohnen in Strohmulch der Vorfrucht Hafer (3 m, 67 kW). Schulte, H. (2007) (ergänzt).

Verfahrenskosten

System 1: Pflug

275 €/ha

System 2: DS

- 48 €/ha

227 €/ha

Ackerbohnen-Preis
(2006):

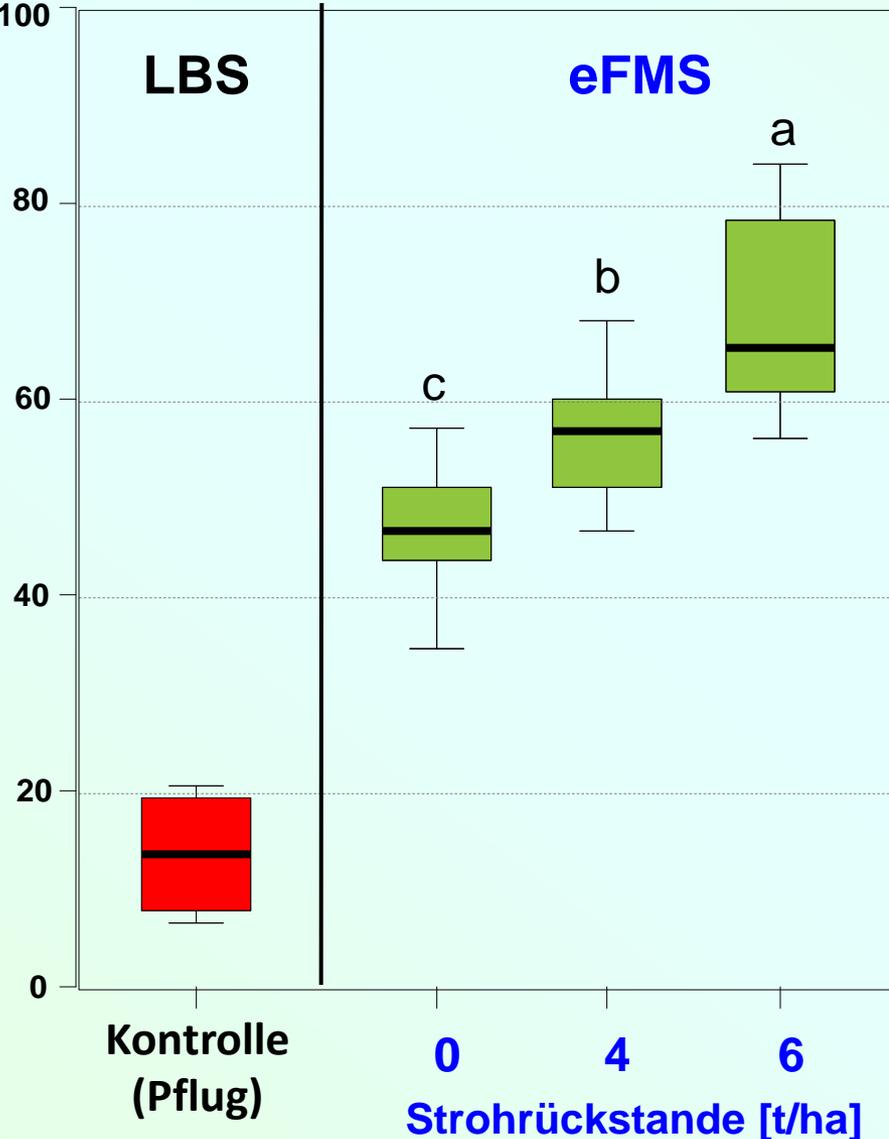
ca. 24 €/dt

Fazit:

Bis zu einem Minderertrag von ca. **9,5 dt/ha** bietet die Ackerbohnen-Direktsaat Kostenvorteile !

Regenwurmrohren

[Anz/m²]¹⁰⁰



Temporäre Direktsaat
(eFMS):

Regenwurmaktivität ist
eine Funktion der
Ernterestmasse an der
Bodenoberfläche

> 4 t/ha

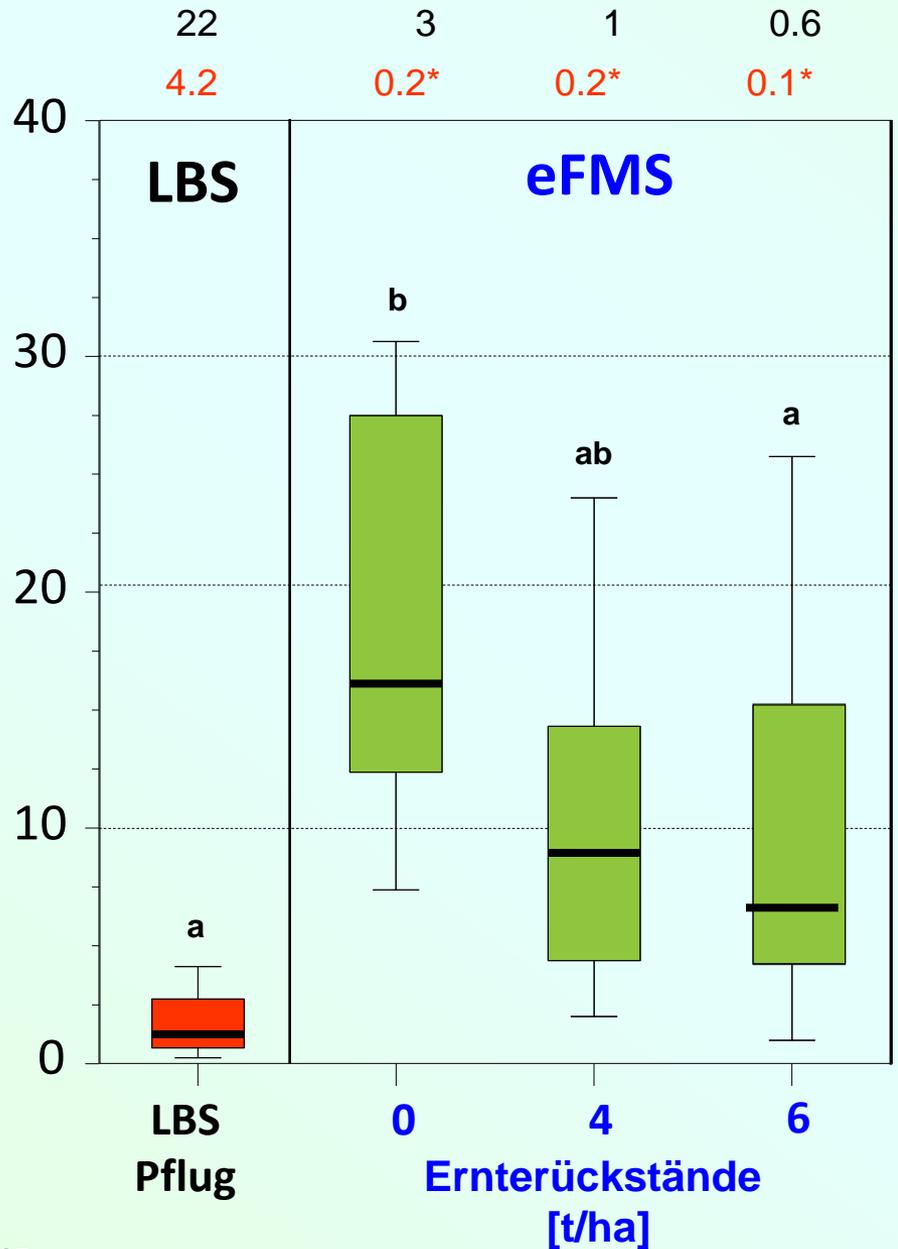
Daten von L. Massucati unveröff.

Tukey ($\alpha=0,05$)

WG 07-4-1
14/03/2007

(n. Daten von Massucati ,unveröffentlicht und Perkons 2008)

Unkrautdeckung [%]



Chenopodium album (Pflz/m²)

(*C. album* in der Ackerbohnenreihe keimend :signifikant to LBS)

WG 2009 S2 Perkons

Temporäre Direktsaat (eFMS):
Unkrautdeckung/-dichte ist eine Funktion der Ernterestmasse an der Bodenoberfläche

> 4 t/ha

Frankenforst FF09
04.05.2009 (BBCH 15)

Scheffé, $\alpha=0,05$

(n. Daten von Massucati ,unveröffentlicht , und Perkons 2008)

Kamillearten: Verschlämmungsanzeiger

Ackerbohrendirektsaat

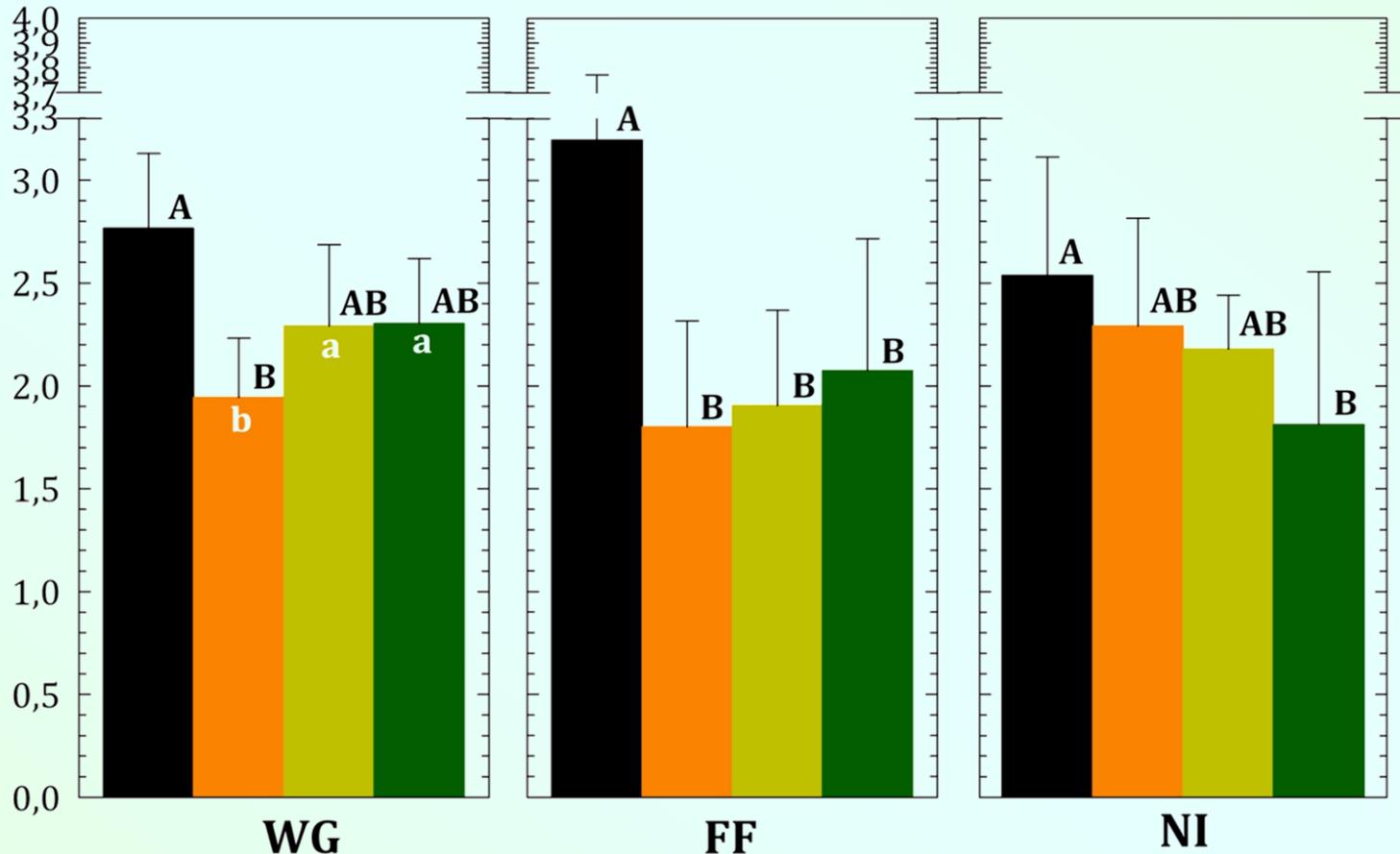


Bockerode 16. Juni 2010

Ackerbohnen: Sprosstrockenmasse [t*ha⁻¹]

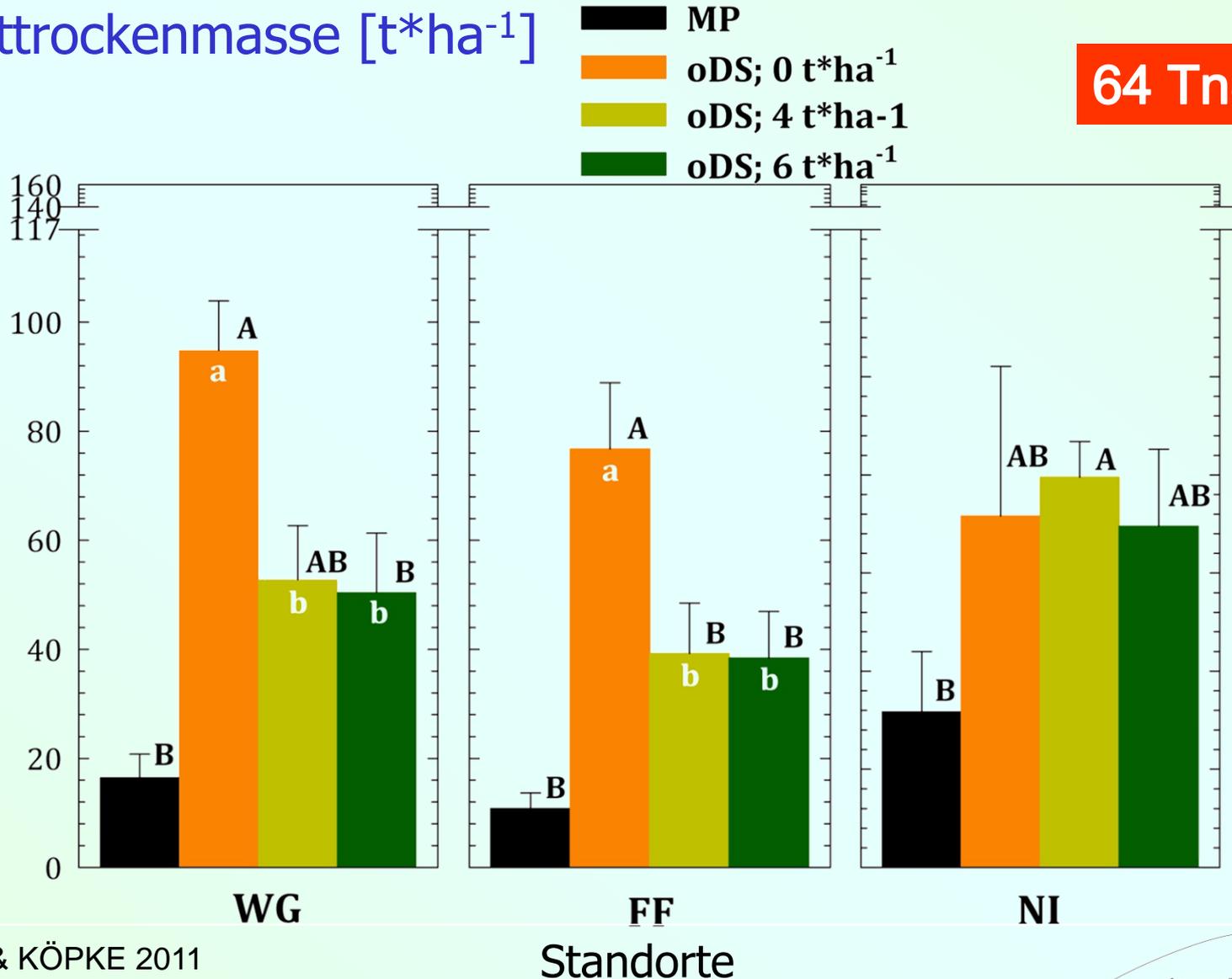
64 Tage n.
Saat

- MP
- oDS; 0 t*ha⁻¹
- oDS; 4 t*ha⁻¹
- oDS; 6 t*ha⁻¹



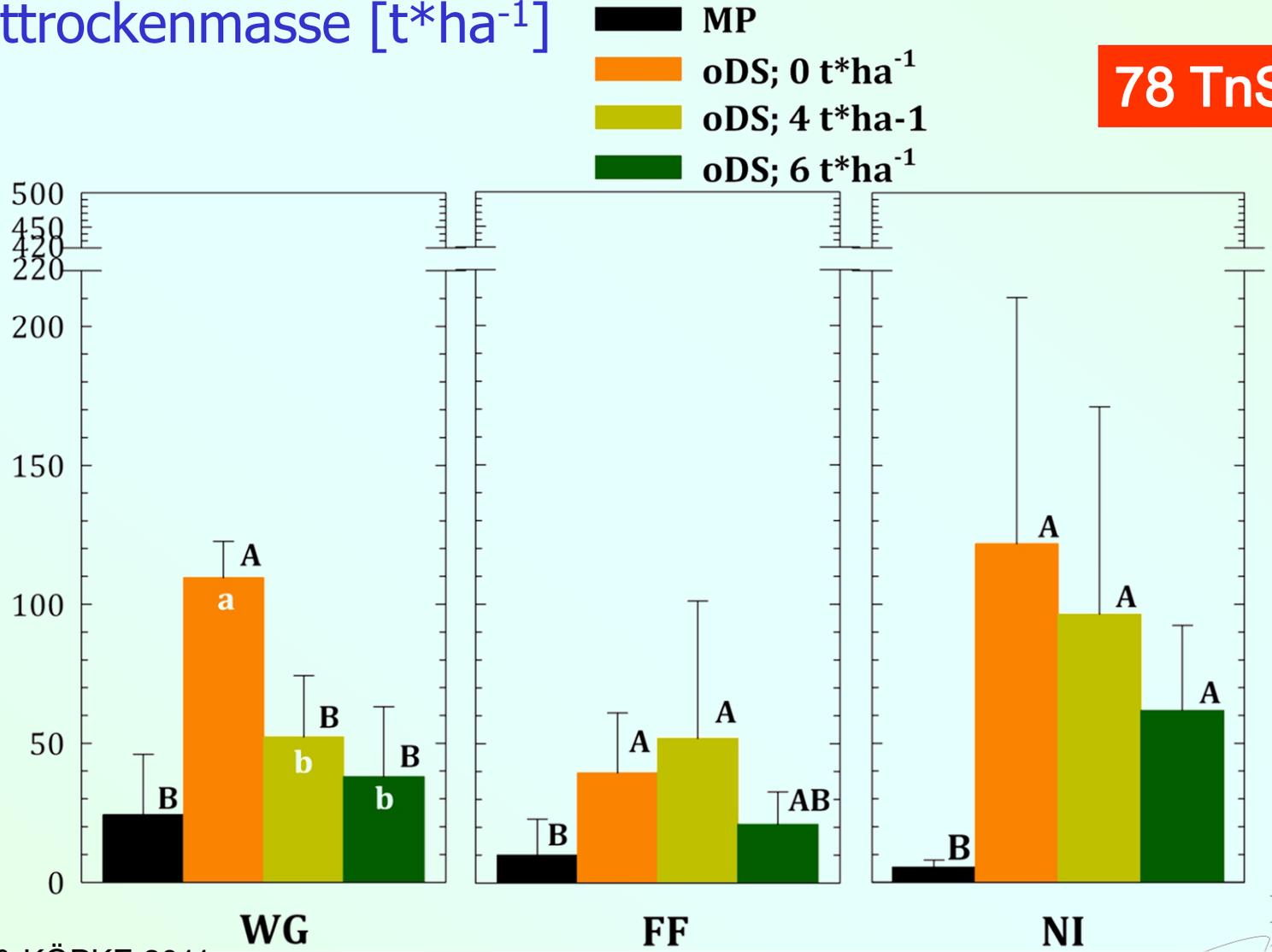
Unkrautrockenmasse [$t \cdot ha^{-1}$]

64 TnS



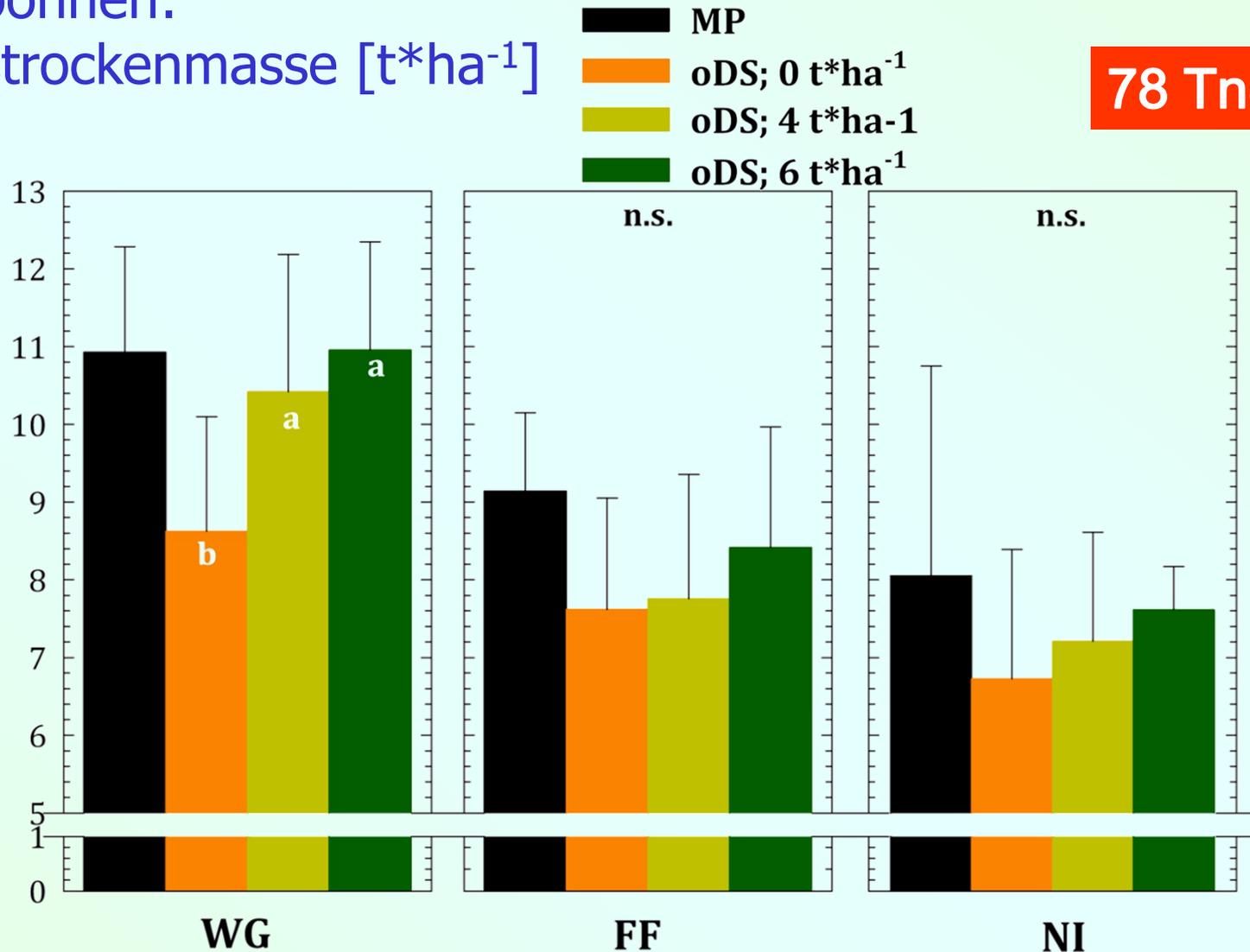
Unkrautrockenmasse [t*ha⁻¹]

78 TnS



Ackerbohnen: Sprosstrockenmasse [t*ha⁻¹]

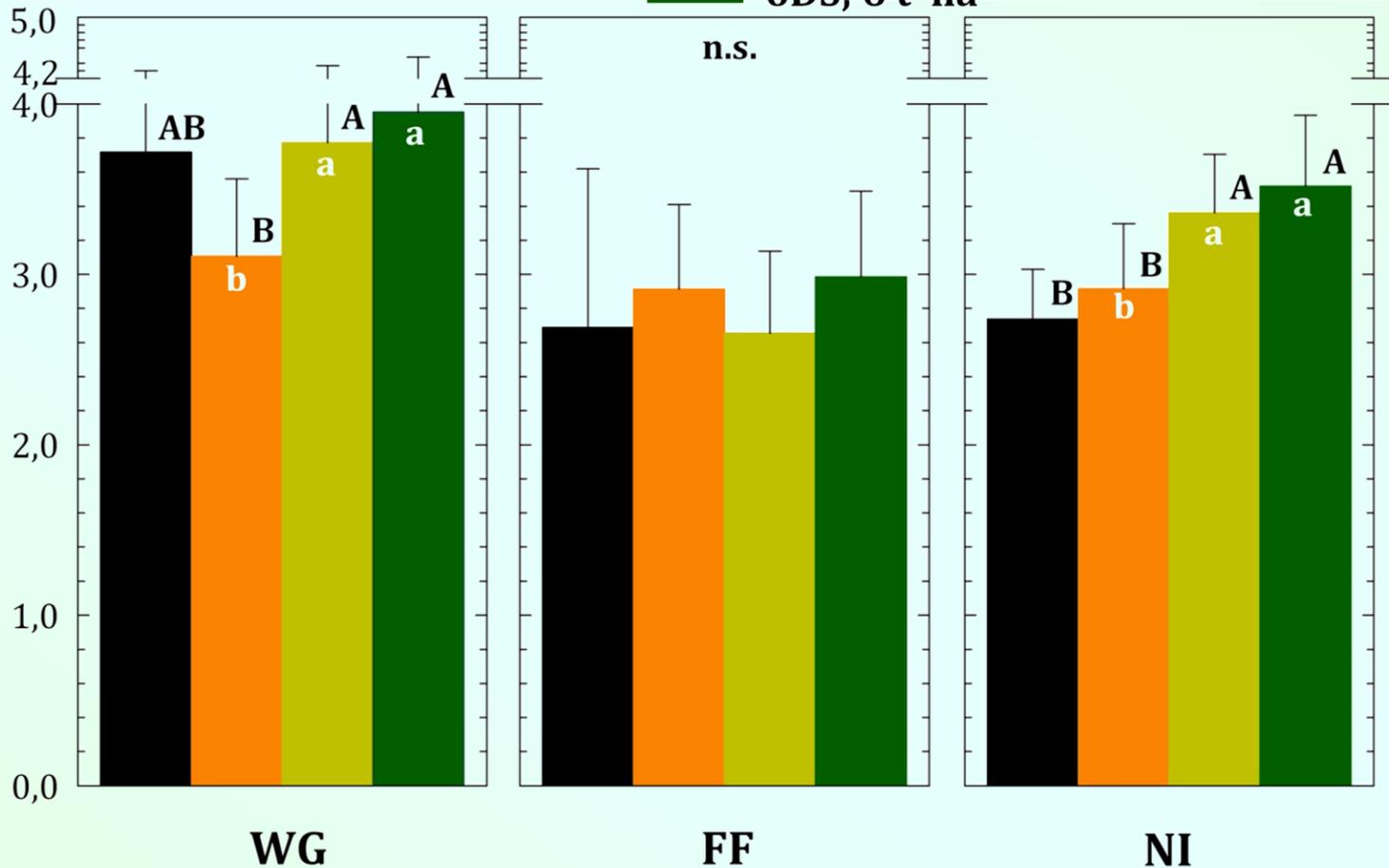
78 TnS



Ackerbohnen: Kornertrag [t*ha⁻¹]

- MP
- oDS; 0 t*ha⁻¹
- oDS; 4 t*ha⁻¹
- oDS; 6 t*ha⁻¹

130 TnS



Weiterentwicklung - Direktsaat:

Optimierung

- durch angepasste NPW (screening Brasilien)
- Sensorgesteuerte Einzelpflanzenbehandlung
- Unterfussdüngung mit Rohphosphat/ Schwefel, Kaliumsulfat, Molybdän

(u.a. Diss. M. Giepen; Ackerbohnen /Soja/Mais)

Regulation von Wurzelunkräutern

- Natürliche, **nicht-persistente Naturstoffe mit phytotoxischer Wirkung (NPW)** - potentiell nutzbar:

- Heisswasser
- Kaliumsalze
- **Organische Säuren: Essigextrakt**
- Zitronensäure, **Pelargonsäure**
- Ätherische Öle: Pinienextrakt
- **Citronella Gras –Extrakt**
- **D-Limonene**
- Allelopathie, Roggen, Hafer, Senf, Raps, Buchweizen, *Fagopyrum esculentum*



Ampfer nach **Citronella** Behandlung
Photo L. Massucati

Gefäßversuch

Frischmasse von Ampfer (*Rumex obtusifolius* & *Rumex crispus*)
nach Applikation von **Citronella oil** vs. **Schnitt**



Unbehandelt (control) 34 TnP
Source: Windisch 2008; 26/02/2008



6 Tage nach Schnitt
Source: Windisch 2008; 26/02/2008



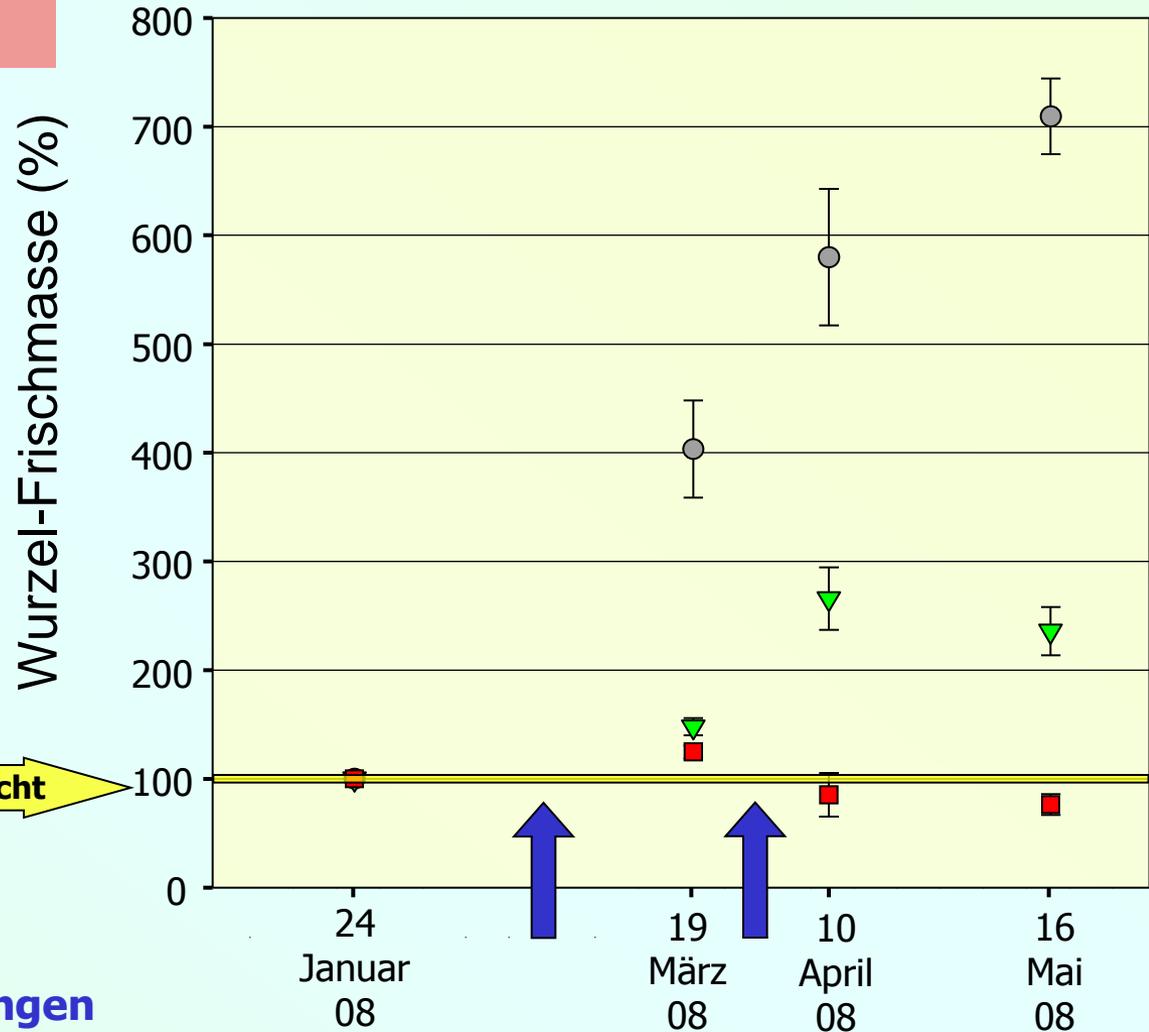
6 Tage nach CO Applikation
Source: Windisch 2008; 26/02/2008

Photos: L. Massucati

Ampfer: Wurzelfrischmasse (%) bezogen auf die Ausgangsmasse

KW: Kleine Wurzeln (5-12g)

- Kontrolle
- ▼ Schnitt
- Citronella-Öl



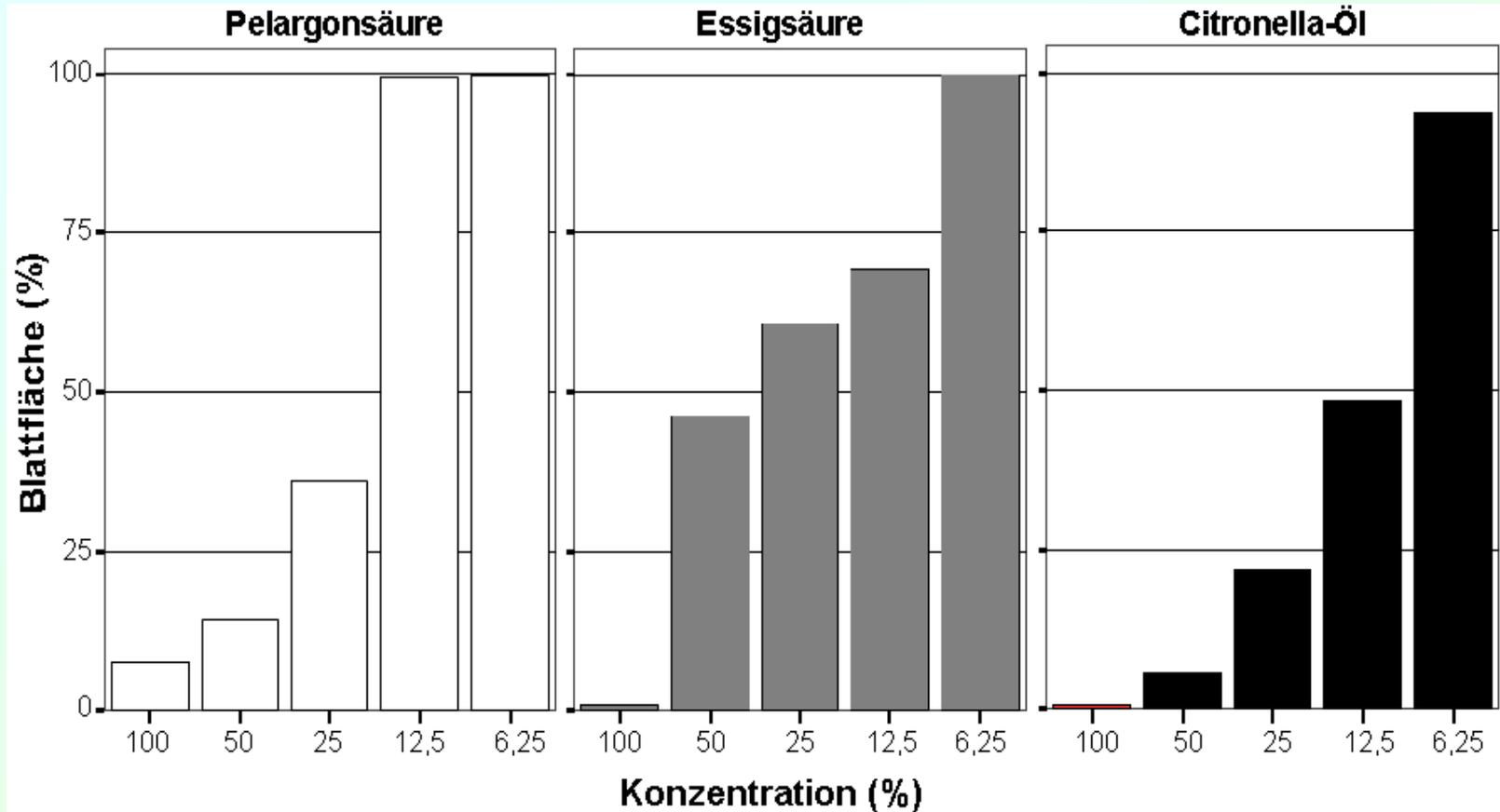
Ausgangs-Wurzelgewicht

Daten der Behandlungen

20. Februar 08
 18. März 08
 03. April 08
 7. April 08
 43. Mai 08

Quelle: Windisch 2008

**Feldversuch: Blattfläche (%) bezogen auf die Ausgangsfläche in Abhängigkeit von der Konzentration drei verschiedener NPW
Einmalige Applikation (100% = Empfohlene concentration).**



Quelle: Windisch 2008

Präzisionslandwirtschaft: Ziele ändern

On-site Bilderkennung – Einzelpflanzenbehandlung – Schutz gefährdeter Arten

D-GPS-receiver

Bordcomputer



Bi-spectral-CCD-cameras

R. GERHARDS, W. KÜHBAUCH 2003

Zwischenfazit

- Temporäre Direktsaat von Körnerleguminosen geeigneter Ansatz, wenn mindestens 4 t Strohmasse der Vorfrucht verbleibt
- Unkrautdruck durch Wurzelunkräuter gering ist, oder diese zeitweilig toleriert werden können (Umstellungsphase)
- Nicht hinreichende Effekte allelopathische Wirkung machen weitere Untersuchungen notwendig
- In allen Fällen bei denen perenne Unkräuter FMS einschränken, sollten NPW als nützliche Massnahmen per Ausnahmeregelung nicht als Standardmassnahme eingesetzt werden können
- Zur Minimierung der Kosten ist sensorengesteuerte Einzelpflanzenerkennung und –behandlung in der Entwicklung

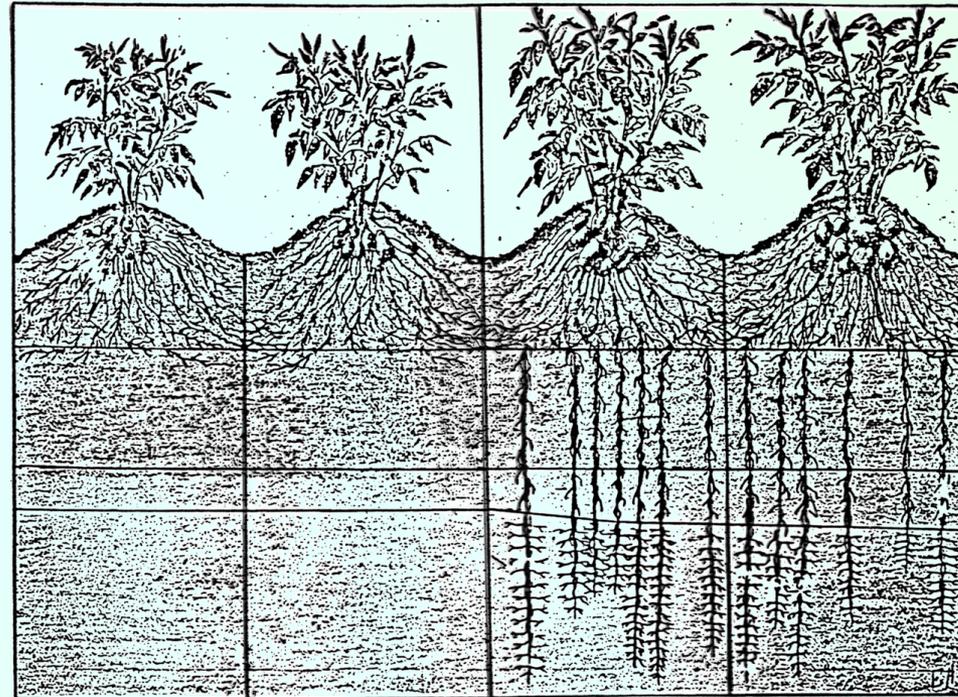
Möglichkeiten der Förderung von Bioporen und der Regenwurmpopulationen durch Körnerleguminosen und Direktsaat



Schulz-Lepke

(1831-1899)

„Ich bin in mein: sanzen Leben gewöhnt gewesen, als besonnenen Man.: erst nach reiflicher Überlegung und Tünger Erfahrung: zu irgendeiner Veröffentlichung zu beirathen, und der Erfolg ist ja auch der: wissen, daß das Wort, was ich geschrieben, besteht und noch sehr lange bestehen wird.“



Dry year 1893

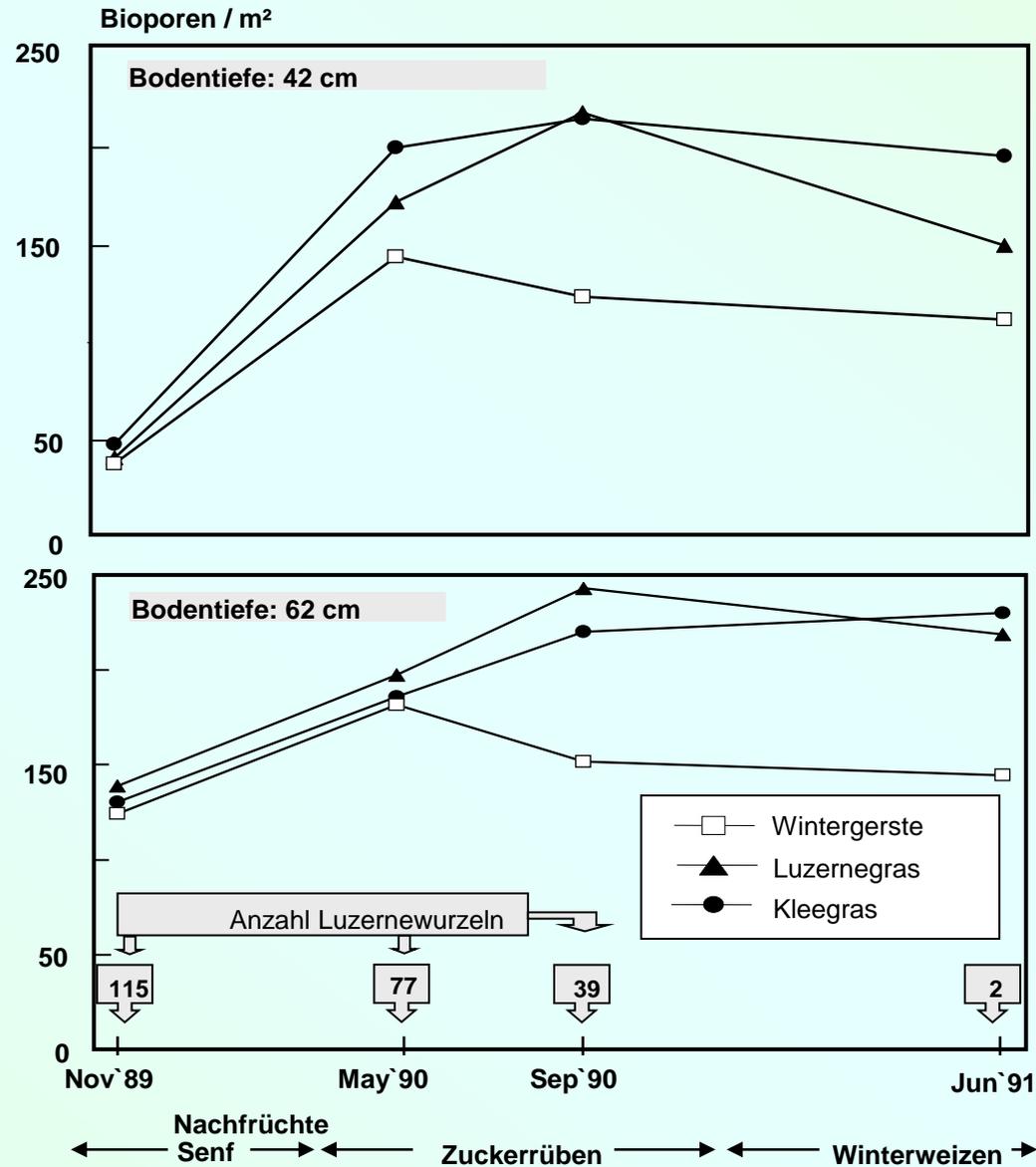
Potatoes after cereals
Stubble crops: none
Tuber yield: 14.6 t x ha⁻¹

Potatoes after cereals
Stubble crops: Lupine
23.4 x ha⁻¹

Layers:

- A: humus top soil
- B: dry and dense, iron-cemented sand
- C: dry, loose white sand
- D: water holding white sand

Unterboden einbeziehen!



<http://www.ecovin.org/>

Bioporenkontinuität

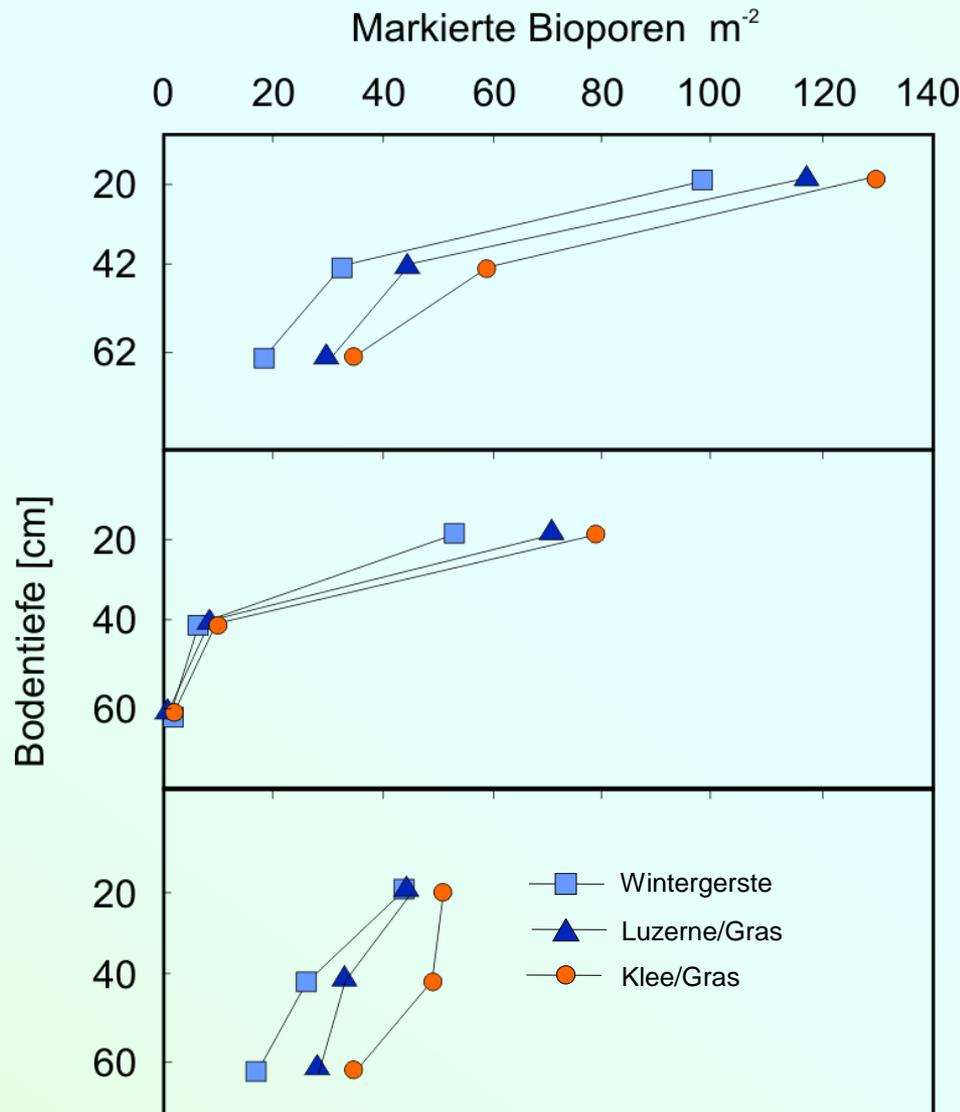


Foto: U.Köpke



Foto: U.Köpke

Kontinuität von Bioporen: Mit Farbstoff markierte Bioporen unter Winterweizen in Abhängigkeit von der Vor-Vorfrucht (Grünbrache, Klee gras, Luzerne gras und Wintergerste) Zwischenfrucht Senf und Vorfrucht Zuckerrüben



Quelle: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Lumbricus_terrestris.JPG&filetimestamp=20060524134047 Stand: 06.01.12

% Markierte Bioporen		
	Bodentiefe [cm]	
	42	62
Klee / Gras	97,2	67,7
Luzerne / Gras	73,3	62,4
Wintergerste	60,7	39,3

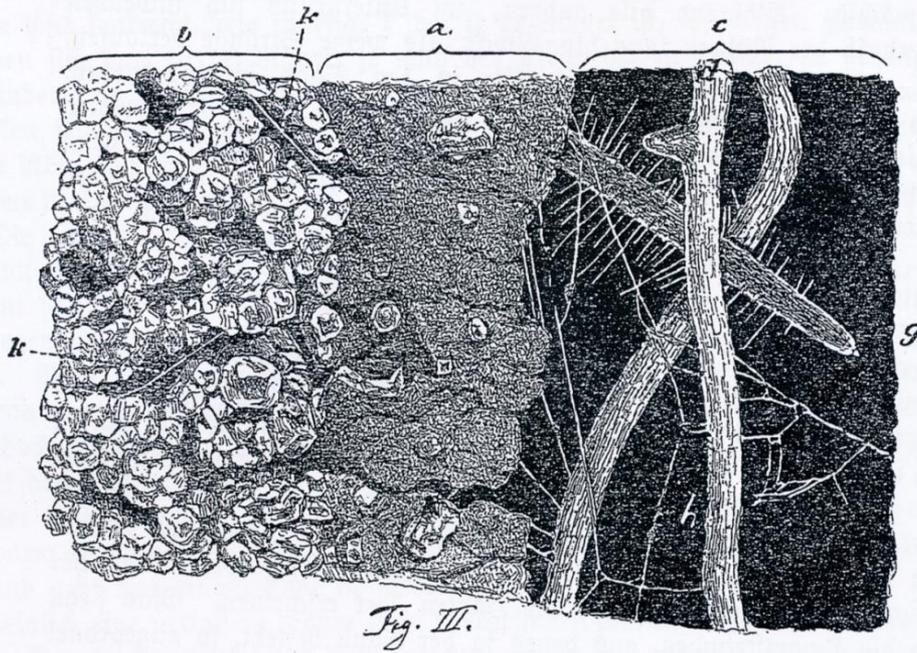
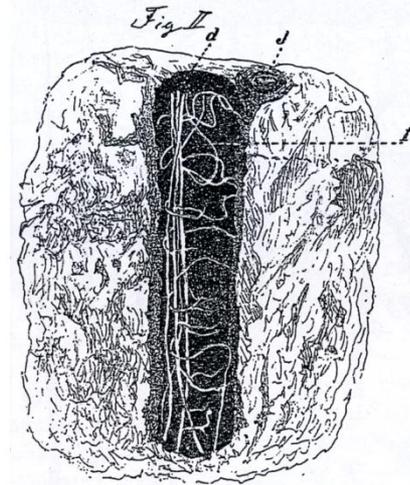


Fig. III.

Ein kleines Stückchen des Rohrs Fig. II bei 40maliger Vergrößerung gesehen.
 c. Das Rohr. a. Schwarze Erde, welche der Wurm auf die Wand der Röhre
 abgesetzt hat. b. Sandiger Untergrund. d. Wurzeln. g. Ast einer Wurzel.
 h. Wurzelhaare, bei k sieht man solche, die in den Höhlen des reinen Sandes
 verlaufen.



Ein Stück Untergrund, dreimal vergrößert. Ein Rohr ist eröffnet, bei d sieht
 man, daß drei Wurzeln in demselben verlaufen. f. Äste dieser Wurzeln.
 j. Cocon eines Regenwurms. Das Rohr ist von schwarzer Erde rings
 ausgekleidet.

Allogene Ingenieure des Bodens)*

Funktionen der Regenwürmer

- Durchlüftung des Bodens
- Stabilisierung des Bodengefüges
- Einmischen der Ernterückstände in den Boden
- Beschleunigung der Mineralisation
- Gefördertes Wurzelwachstum durch mit Wurm Kot ausgekleidete Röhren
- Wurzelwachstum vor allem in schwereren Böden gesteigert

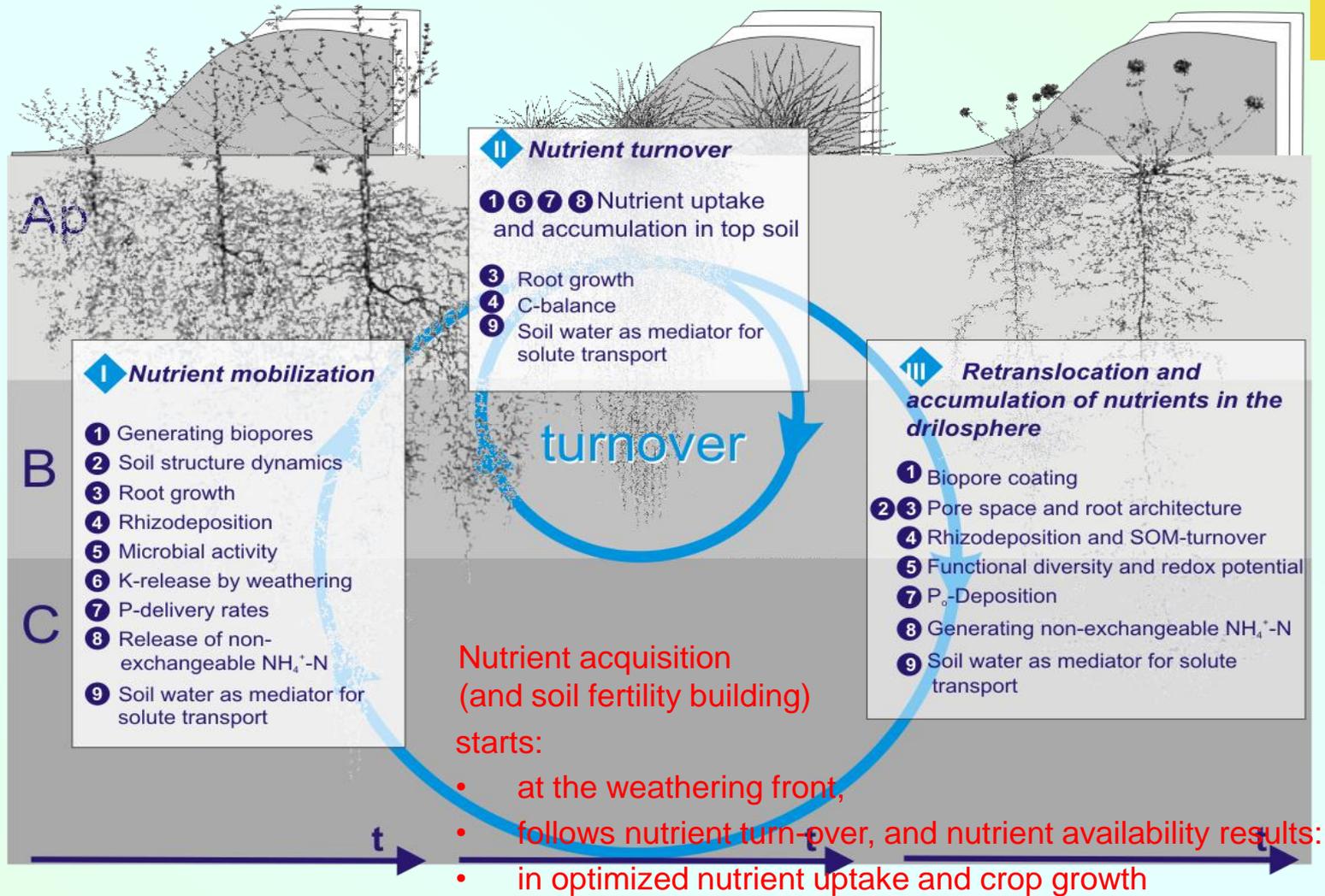
)* transformieren lebendes/nicht lebendes Material in anderen physikalischen Zustand

Nährstoffe (mg / 100 g soil) in Wänden von Regenwurmröhren und bulk-Boden

Bodentiefe (cm)	N (Kjeldahl)			Lactat löslicher P			Lactate löslicher K			Ca		
	R.Röhren			R.Röhren			R.Röhren			R.Röhren		
	Bulk	alt	jung	Bulk	alt	jung	Bulk	alt	jung	Bulk	alt	jung
0 – 20	74	-	212	12	-	33	8	-	13	134	-	257
25 – 50	38	75	155	6	9	26	10	9	13	90	129	219
50 – 75	24	47	102	3	4	16	12	10	12	100	109	158
75 – 100	10	25	35	3	3	8	11	8	11	76	105	127
100 - 125	21	30	48	1	4	8	17	15	16	99	108	114

Drilosphäre: Relative Unterschiede verschiedener Bodenparameter im Vergleich zum bulk-Boden (Kautz et al. 2012)

Parameter	Factor	Source
C_{total}	2.3 – 4.0	Pankhurst et al. (2002)
	1.8 – 3.5	Tiunov & Scheu (1999)
	2.6 – 4.4	Graff (1967)
C_{hws}	2 – 4	Stehouwer et al. (1993)
C_{min}	3-4	Görres et al. (2001)
N_{total}	1.5 – 3.0	Pankhurst et al. (2002)
	1.3 – 2.2	Tiunov & Scheu (1999)
	2.3 – 4.3	Graff (1967)
NO_3^-	1.4 – 1.6	Parkin & Berry (1999)
NH_4^+	2	Devliegher & Verstraete (1997)
C/N	1.3 – 1.6	Tiunov & Scheu (1999)
	0.8 – 1.6	Graff (1967)
P_{total}	1.6 – 2.4	Graff (1967)
P (lactate extractable)	2.8 – 6.0	Graff (1967)
K (HCO_3^- extractable)	1.2	Pankhurst et al. (2002)
Ca, Cu, Fe, Mn	significantly higher	Pankhurst et al. (2002)
Basal respiration	3.7 – 9.1	Tiunov & Scheu (1999)
Microbial biomass	2.3 – 4.7	Tiunov & Scheu (1999)
Dehydrogenase activity	1.5 – 2.5	Jégou et al. (2001)
Alcaline phosphatase activity	2.5 – 6.0	Stehouwer et al. (1993)
Microbial diversity(Hs)	1.2	Pankhurst et al. (2002)
Bulk density	1.1	Schrader et al. (2007)
Moisture (Q)	1.3	Görres et al. (2001)
Specific pore volume	0.8-0.9	Görres et al. (2001)
Median pore neck diameter	0.5-0.7	Görres et al. (2001)



DFG FOR 1320 Crop Sequence and the Nutrient Acquisition from the Subsoil

in situ Untersuchungen von Bioporen



Fotos: U.Köpke

Bioporen: Wintergerste nach Zichorie



Vertikalwurzeln mit



Vertikalwurzel mit Seitenwurzel



Geflecht



Vertikalwurzel

Fotos: T. Kautz, M. Athmann ; aus: Athmann et al. 2011

Aktivitätsbereiche – Ausblick

Nährstoffmanagement:

- **Anbauelemente**, die geeignet sind, die **N₂-Fixierleistung** der Körnerleguminosen und die Stickstoffeffizienz im Anbausystem zu **steigern**.
- **Immobilisierung bodenbürtigen Stickstoffs** unter Körnerleguminosen **durch Mulch** der Erntereste unterschiedlicher **nichtlegumer Vorfrüchte** (Haupt- und Zwischenfrüchte) **bzw.** durch **legume Untersaaten**.
- **Ausgleich von N₂-Fixier- und Ertragsleistung limitierenden Makro- und Mikronährstoffen** mit geeigneten ressourcenschonenden zugelassenen **Sekundärrohstoffdüngern**.
- **Detektion der Nährstoffmängel mittels** moderner und weiter zu entwickelnder Pflanzenanalysenmethoden: **DRIS** (*Diagnosis and Recommendation Integrated System*), **CNL** (*Critical Nutrient Level*) .
- **Quantifizierung der Vorfruchtwirkung aller Maßnahmen** zu nachfolgenden Nichtleguminosen.

Aktivitätsbereiche – Übersicht

Regulation von Unkräutern:

- Annuelle Arten: Geeignete **Mulchauflagen** mit **physikalischen** und **z. T. allelochemischen Wirkungen**, Einsatz einer **Reihenmulchtechnik**, **Nährstoffkonkurrenz und - entzug** (Zwischenfrüchte vor und Untersaaten in Körnerleguminosen):
- Perennierende Arten: Verschiedene **Pflanzenextrakte** und andere **geeignete Naturstoffe**

Sätechnik:

- Kompensation potentiell ertragslimitierender Faktoren bei Mulch- und Direktsaat mit optimierter Saatgutablage durch **technisch angepasste Mulch durchtrennende Werkzeuge** sowie **bodenfeuchte- und temperaturabhängige Ablagetiefe**.

Aktivitätsbereiche – Übersicht

- Präventive phytopathologische Kontrollstrategien:
 - **Analyse des Auftretens und der Schadwirkung** von Krankheiten und Schadtieren **in Bezug zu befallsfördernden Umweltparametern, Risikoabschätzung**

- Entwicklung eines Indikatorensets
 - **Analysierende Begleitung** und Optimierung der Einführung **bodenfruchtbarkeitsfördernder Verfahren mit reduzierter Bodenbearbeitung** und Direktsaat zur Minimierung der Anbaurisiken
 - **Entwicklung** eines praxistauglichen Erfassungs- und **Bewertungsrahmens** für die Indikatoren

Aktivitätsbereiche – Übersicht

Ökonomische Bewertung:

- Erfassung der untersuchten und entwickelten Verfahren und Verfahrenskomponenten auf Basis der Kriterien **Rentabilität, Stabilität, Effizienz der Ressourcennutzung; Analyse der Einkommenswirkungen und Akzeptanz.**
- **Identifizierung** besonders **umwelt- und energieeffizienter Verfahren** mit geeigneten Methoden der Umwelteffizienzanalyse unter Einbezug von **Ökobilanzen**

Erweiterung und Weiterentwicklung des Betriebsbewertungs-systems REPRO

- **mit bislang nicht verfügbaren Daten und Ergebnissen zu Bodenbearbeitungsmodulen**

Partizipativer Ansatz

- durch Einbeziehung der Kompetenz und Erfahrung aller an der Wertschöpfungskette beteiligten Akteure der Praxis, Beratung, Wissenschaft und Industrie **in dialogisch-reflexiver Vorgehensweise** und **mit einem konsekutiven Feldversuchsansatz zielgruppennah auch in Praxisbetrieben**



This contribution is based on several experiments that were performed at the IOL since 2003.

The author greatly appreciates the cooperation of

- Mr Martin Berg
- Mr Luiz Felipe Perrone Massucati
- Mr Harald Schulte
- Mr Frank Täufer
- Mr Christian Dahn
- Ms Sabine Windisch