

Bodenfruchtbarkeit und Zwischenfruchtbau

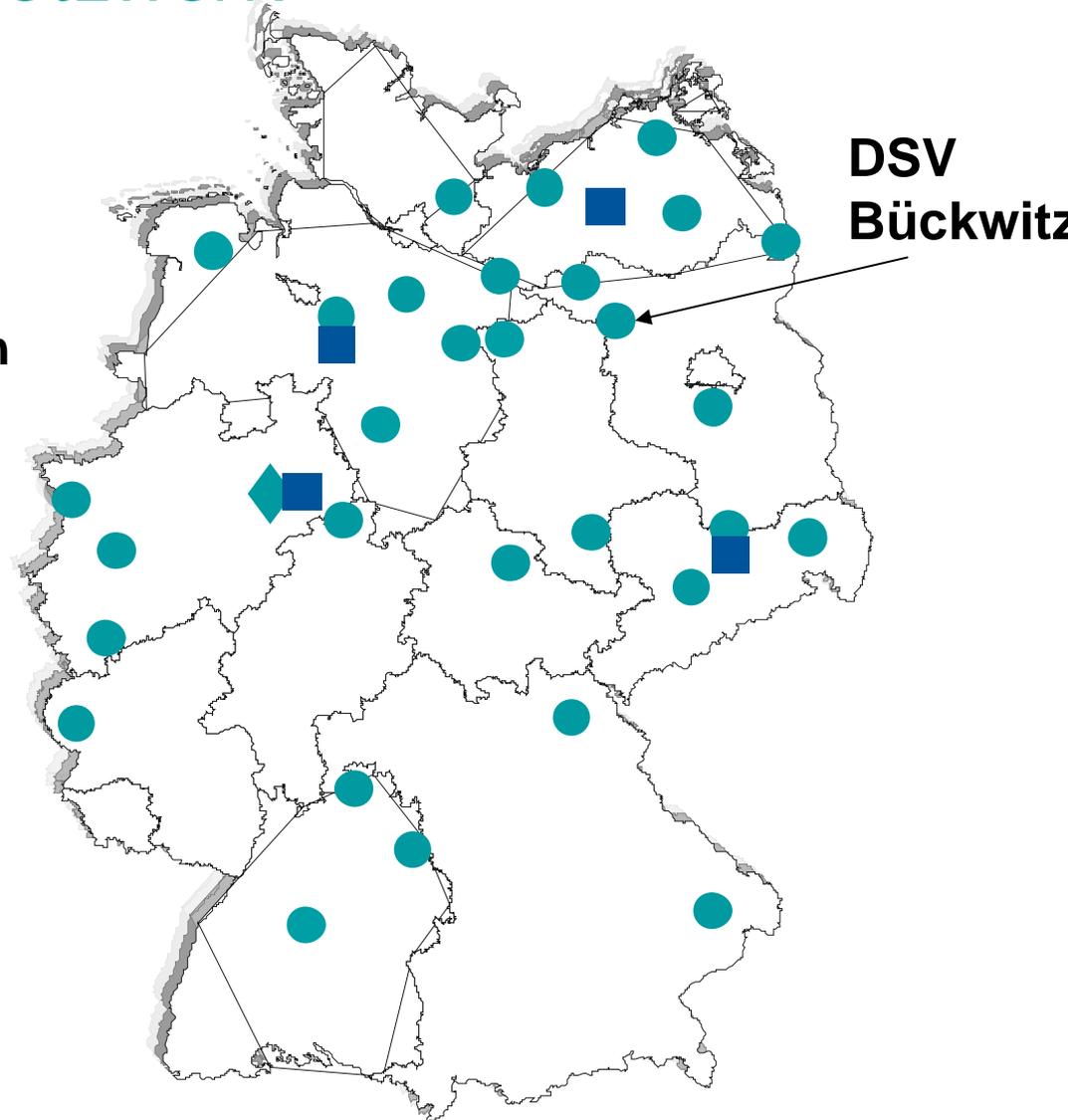
Christoph Felgentreu
DSV Bückwitz
Leipzig, d. 23.11.10



Deutschlandweites Netzwerk

In Deutschland verfügt die DSV über ein Netzwerk aus
Zweigstellen, Saatzuchtstationen
und Regionalbüros

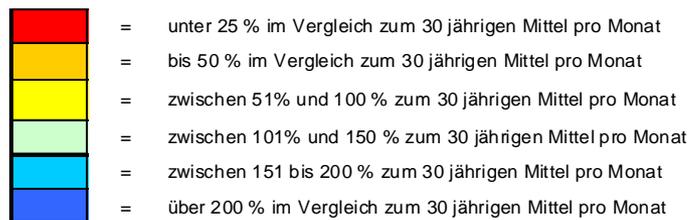
- Zweigstelle/Regionalbüro
- Saatzuchtstation/Prüfstation
- ◆ Zentrale







Niederschlagsverteilung im Raum Bückwitz von 1990-2009 im Vergleich zum langj. Mittel



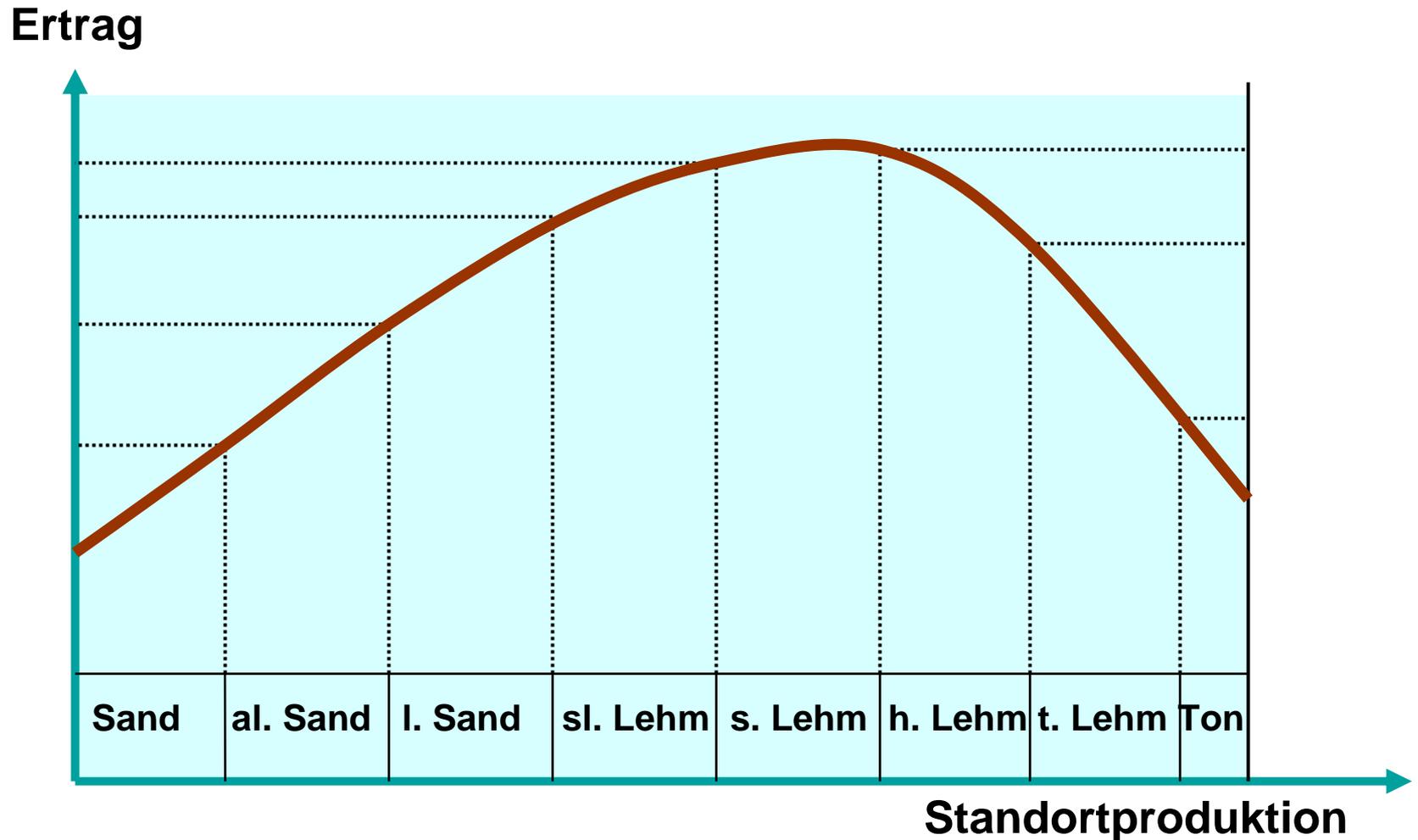
Mon.	30 (jährig) mm 1961 - 1990	20 (jährig) mm 1990- 2009	1990 mm	1991 mm	1992 mm	1993 mm	1994 mm	1995 mm	1996 mm	1997 mm	1998 mm	1999 mm	2000 mm	2001 mm	2002 mm	2003 mm	2004 mm	2005 mm	2006 mm	2007 mm	2008 mm	2009 mm	2010 mm
Jan	39,0	51,0	37,0	20,5	46,3	55,0	111,0	82,5	0,5	6,0	58,0	45,0	45,5	38,5	46,5	38,8	81,6	32,6	20,0	96,5	113,0	23,0	22,5
Feb	29,0	42,7	50,0	28,0	38,0	33,0	7,0	63,0	32,0	47,0	8,0	53,0	51,0	46,5	88,0	8,6	51,5	37,5	38,5	77,5	27,5	43,0	24,8
März	31,0	49,6	36,0	29,3	74,8	16,0	110,0	71,5	11,5	23,0	46,0	70,0	63,5	36,5	38,1	22,5	19,2	9,5	65,0	52,0	92,0	54,0	52,0
April	40,0	32,7	15,0	22,5	53,5	27,0	55,0	42,0	15,5	26,0	40,0	30,0	10,0	43,0	53,6	14,8	30,3	14,7	41,0	7,7	70,0	1,5	7,4
Mai	46,0	59,1	5,0	42,5	31,5	77,0	39,5	46,0	86,0	86,0	17,0	61,0	50,0	11,0	39,8	27,3	33,5	78,0	56,7	141,0	24,5	60,5	109,0
Juni	57,0	68,1	88,0	71,5	11,5	95,5	103,0	70,0	21,0	39,0	70,0	90,0	37,0	49,0	64,0	26,0	91,0	43,0	41,5	165,0	23,3	56,0	38,0
Juli	68,0	77,5	22,0	34,5	76,0	110,0	47,5	25,0	64,0	73,0	98,0	27,0	67,0	59,0	80,2	36,1	94,0	153,5	43,0	177,5	70,8	85,8	29
Aug	62,0	70,4	72,0	32,6	110,5	61,5	143,0	22,5	37,0	36,0	78,0	30,0	44,0	37,5	108,5	20,2	48,5	41,9	82,0	67,0	68,5	35,6	160,2
Sep	42,0	60,2	79,0	29,6	35,5	86,5	96,5	67,5	32,0	9,0	45,0	32,0	54,0	137,0	32,0	54,0	32,0	27,0	18,5	97,3	40,5	20,5	119
Okt	40,0	48,2	21,0	15,0	49,0	18,5	47,5	8,0	72,0	35,0	113,0	21,0	38,0	42,0	99,0	31,5	19,2	47,8	50,0	14,0	61,5	93,0	19
Nov	42,0	50,4	72,0	44,5	70,4	31,0	43,0	48,0	61,0	15,0	47,0	19,0	30,0	45,2	79,3	30,5	58,5	39,5	53,0	50,0	37,5	83,5	
Dez	41,0	50,1	58,0	46,0	55,0	88,5	57,0	32,0	19,0	58,0	55,0	91,0	30,5	36,0	12,0	42,2	23,5	59,0	38,0	40,5	51,0	59,0	
Summ	537,0	659,9	555,0	416,5	652,0	699,5	860,0	578,0	451,5	453,0	675,0	569,0	520,5	581,2	741,0	352,5	582,8	584,0	547,2	986,0	680,1	615,4	580,9

Aufkommende Probleme im Pflanzenbau

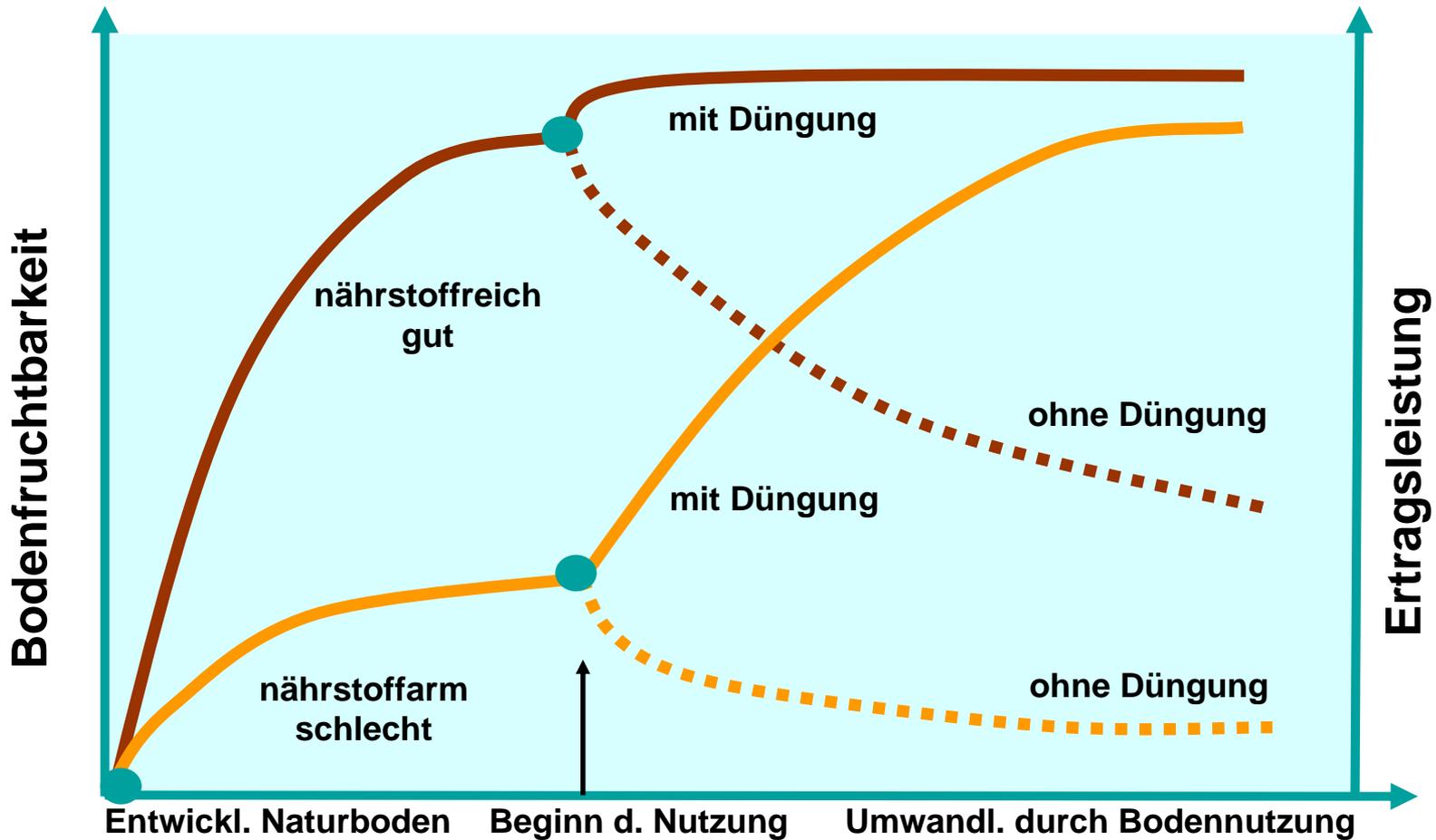
- **stagnierende oder fallende Erträge**
- **verstärktes Schädlings- und Unkrautauflkommen**
- **Verschlämmungsneigung, Erosion, Verdichtungen**
- **stagnierende auch fallende Humusgehalte**
- **Ernährungsstörungen**
- **PSM- Unverträglichkeiten**



Standortproduktivität und Ertragsleistung



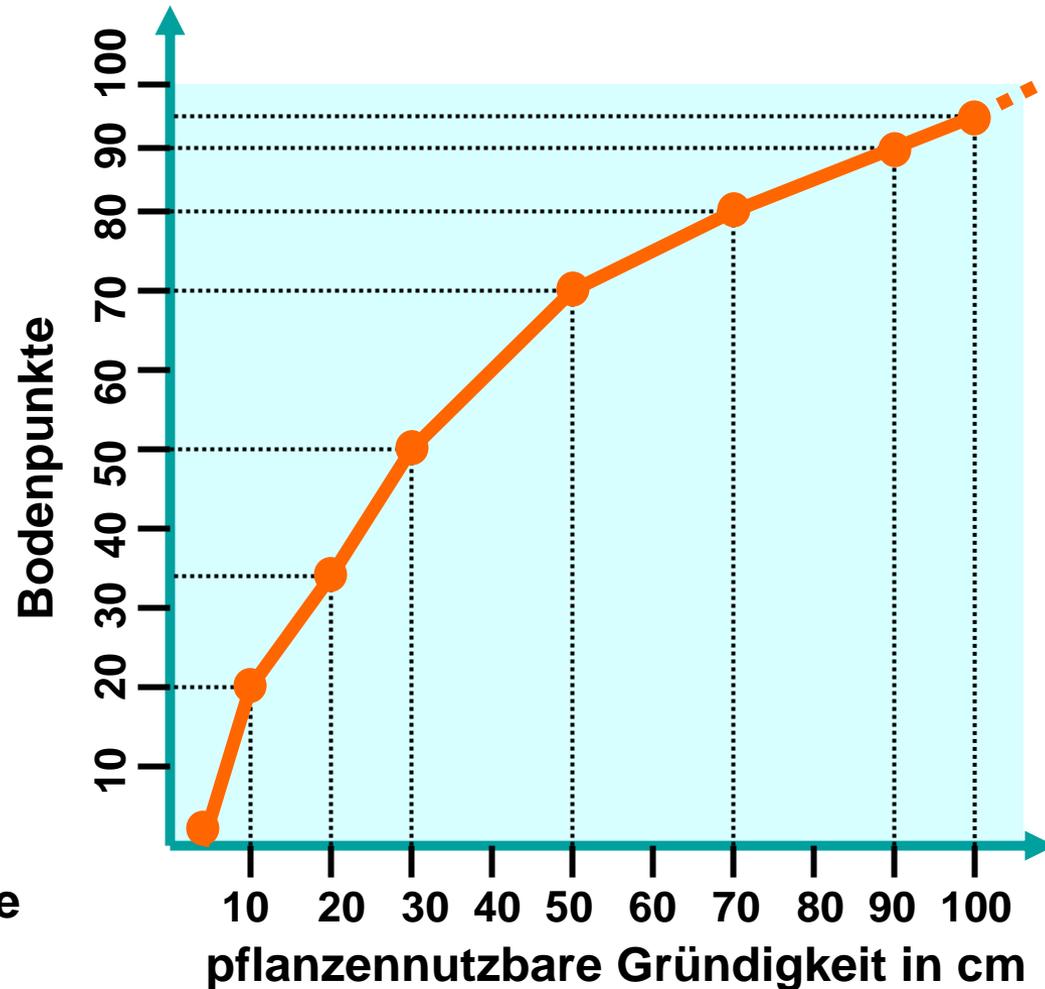
Standortproduktivität und Ertragsleistung



Beziehung zwischen pflanzennutzbarer Gründigkeit und Bodenpunktzahl bzw. Fruchtbarkeitsstufen

I	bevorzugt
II	ausgezeichnet
III	sehr gut
IV	gut
V	genügend
VI	ungenügend
VII	gering
VIII	sehr gering

Bodenfruchtbarkeitsstufe



Gründigkeit Beispiel Garten



Gründigkeit Beispiel am Beispiel Ackerschlag 1992











Der Regenwurm

- **600 Regenwürmer pro m²:**
wandeln bis zu **80 dt Ernterückstände**
von Herbst bis Frühjahr in Wurmhumus um
- ➔ **80 t Regenwurmhumus = 280 kg N pro ha/Jahr**
Faustzahl: 25 Regenwürmer = ca. 10kg N/ha
- graben 1440 m Röhren
mit einem Volumen von 43 000 cm³ pro m²
➔ **150 l Wasser in 1 Std. m²**
- **Sommerruhe: Anf. Juli - Ende August**
- **aktivste Zeit von September bis Juni**
- **verträgt - 5°C**

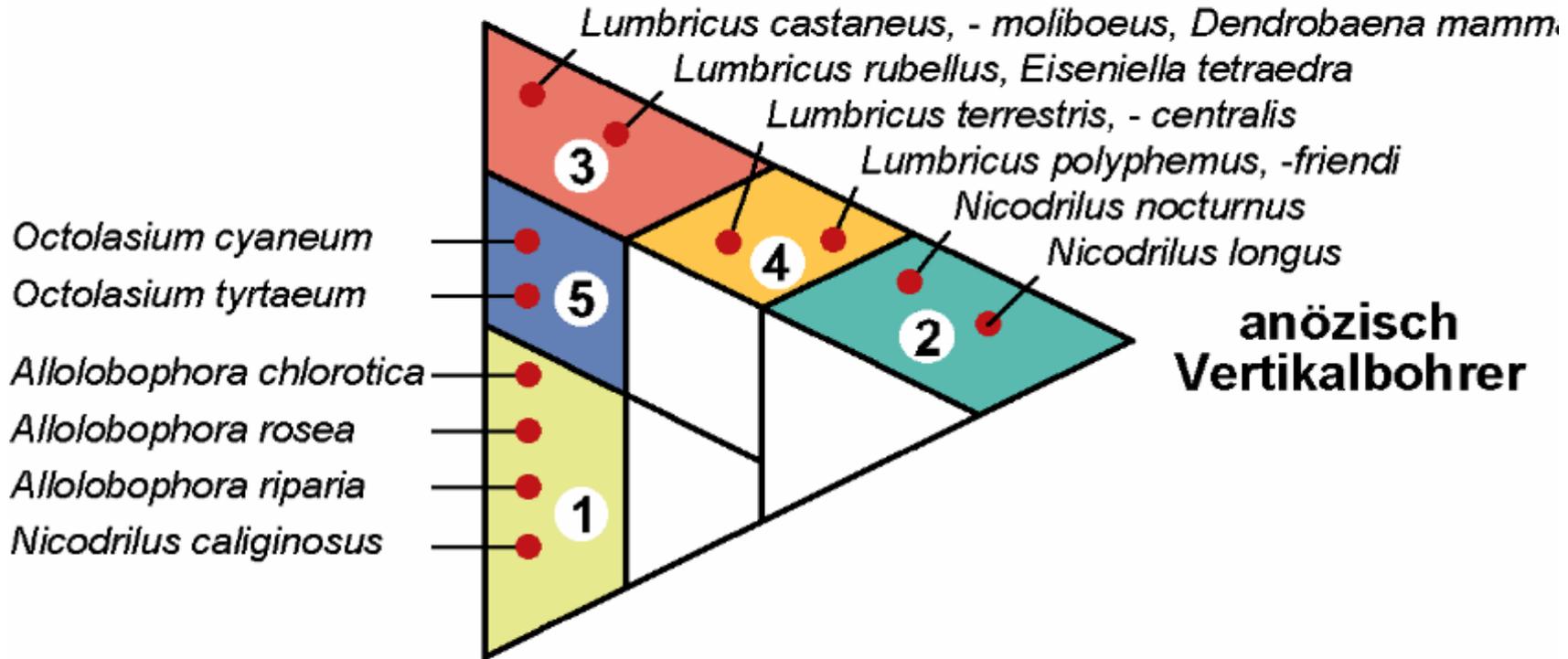
**Der durchschnittliche Regenwurmbesatz in Bayern:
16 Regenwürmer pro m²**



Quelle: S. Braun, verändert.

Anneliden- Ringelwürmer

**epigäisch
Streubewohner**



**endogäisch
Horizontalbohrer**

Diagramm der ökologischen Kategorien (Lebensformtypen) von Lubricidenarten :

1. endogäisch, 2. anözisch, 3. epigäisch,
 4. Intermediärform anözisch-epigäisch (*Lumbricus polyphemus*) oder bei mittlerer Streuauflage anözisch und bei mächtiger Streuauflage epigäisch,
 5. Intermediärform epigäisch-endogäisch
- (aus Gisi 1997)



Hauptaufgaben von Regenwürmern im Boden

- Mineralisierung
- Humusaufbau
- Biosynthese
- Drainierung
- Lebendverbauung
- Durchmischung
- Durchlüftung
- Röhren für schnellen Wurzeltiefgang
- Nährstoffrecycling- und Transfer
- Pathogenreduzierung

Gründigkeit Beispiel Acker



Bodenbearbeitungsvergleich Bückwitz, November

2010

Direktsaat mit 4 Jahre CULTAN: Einzelwerte der Beprobungspunkte Anzahl/m²

Art	Art	1	2	Mittelwert	
<i>A. caliginosa</i>	adult	8	24	16	
<i>A. caliginosa</i>	juvenil	80	112	96	
<i>A. rosea</i>	juvenil	0	16	8	
<i>A. species</i>	juvenil	8	0	4	
<i>A. species</i>	ohne Alter	8	0	4	
<i>L. terrestris</i>	adult	8	0	4	
<i>L. terrestris</i>	juvenil	32	8	20	
Gesamtabundanz		144	160	152	= 79,18g/m ²

Direktsaat N 4 Jahre breit gestreut: Einzelwerte der Beprobungspunkte Anzahl/m²

Art	Art	3	4	Mittelwert	
<i>A. caliginosa</i>	adult	32	16	24	
<i>A. caliginosa</i>	juvenil	56	24	40	
<i>A. rosea</i>	juvenil	0	0	0	
<i>A. species</i>	juvenil	0	0	0	
<i>A. species</i>	ohne Alter	8	0	4	
<i>L. terrestris</i>	adult	0	8	4	
<i>L. terrestris</i>	juvenil	16	0	8	
Gesamtabundanz		112	48	80	= 59,71g/m ²

Bodenbearbeitungsvergleich Bückwitz, November 2010

Pflug mit TerraLife N-fixx: Einzelwerte der Beprobungspunkte Anzahl/m²

Art	Art	1	2	Mittelwert	
<i>A. caliginosa</i>	adult	192	32	112	
<i>A. caliginosa</i>	juvenil	160	56	108	
<i>A. species</i>	ohne Alter	24	0	12	
<i>L. terrestris</i>	juvenil	32	24	28	
Gesamtabundanz		408	112	260	= 187,3g/m ²

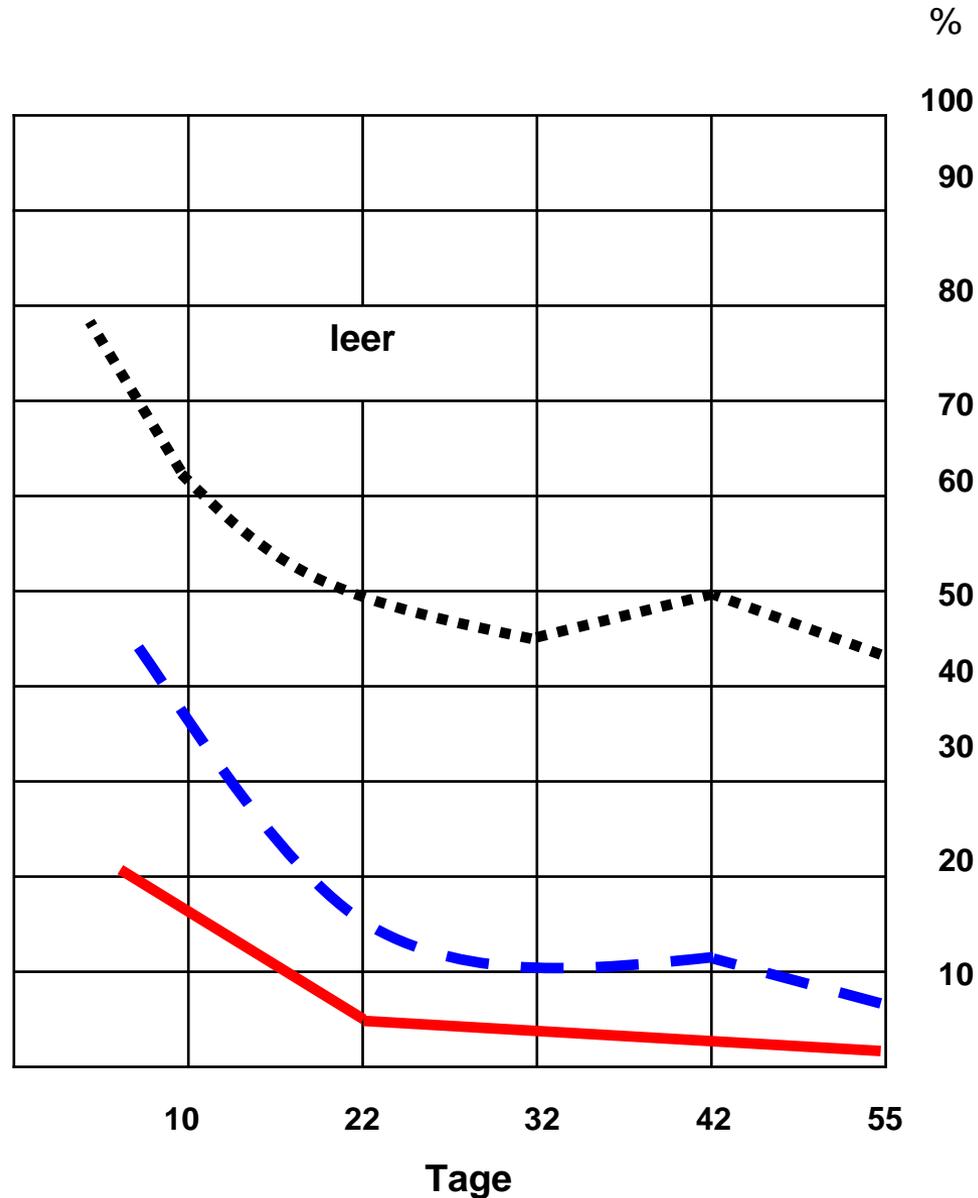
Pflug ohne ZF mit Strohverkauf: Einzelwerte der Beprobungspunkte Anzahl/m²

Art	Art	1	2	Mittelwert	
<i>A. caliginosa</i>	adult	8	16	12	
<i>A. caliginosa</i>	juvenil	8	0	4	
<i>A. species</i>	ohne Alter	0	0	0	
<i>L. terrestris</i>	juvenil	16	0	8	
Gesamtabundanz		32	16	24	= 25,05g/m ²

Prozentuale Verteilung der Siedlungsdichte von Bodenorganismen

Gelbklee

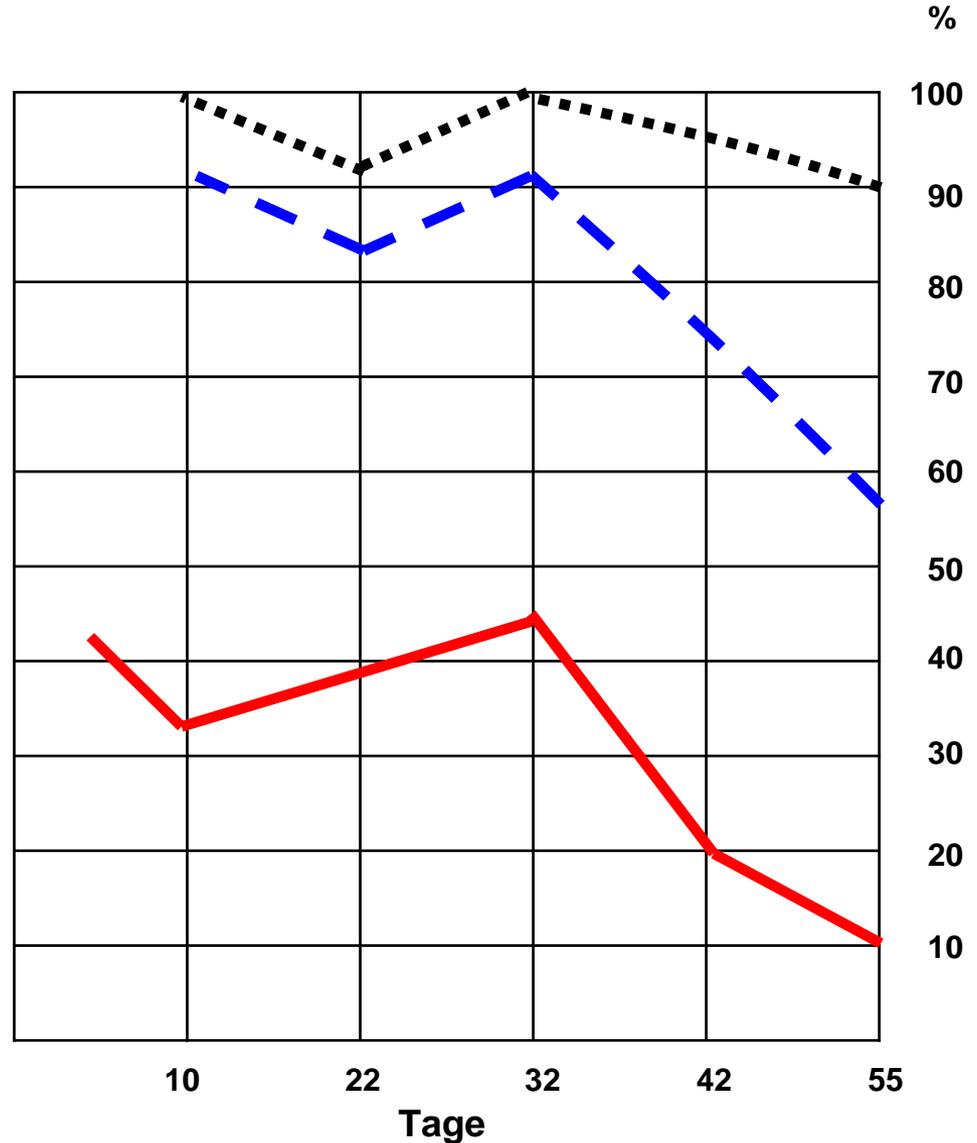
-  Massensiedlung
-  dicht besiedelt
-  dünn besiedelt



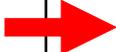
Prozentuale Verteilung der Siedlungsdichte von Bodenorganismen

Gelbklee + Tenebrio molitor

-  **Massensiedlung**
-  **dicht besiedelt**
-  **dünn besiedelt**



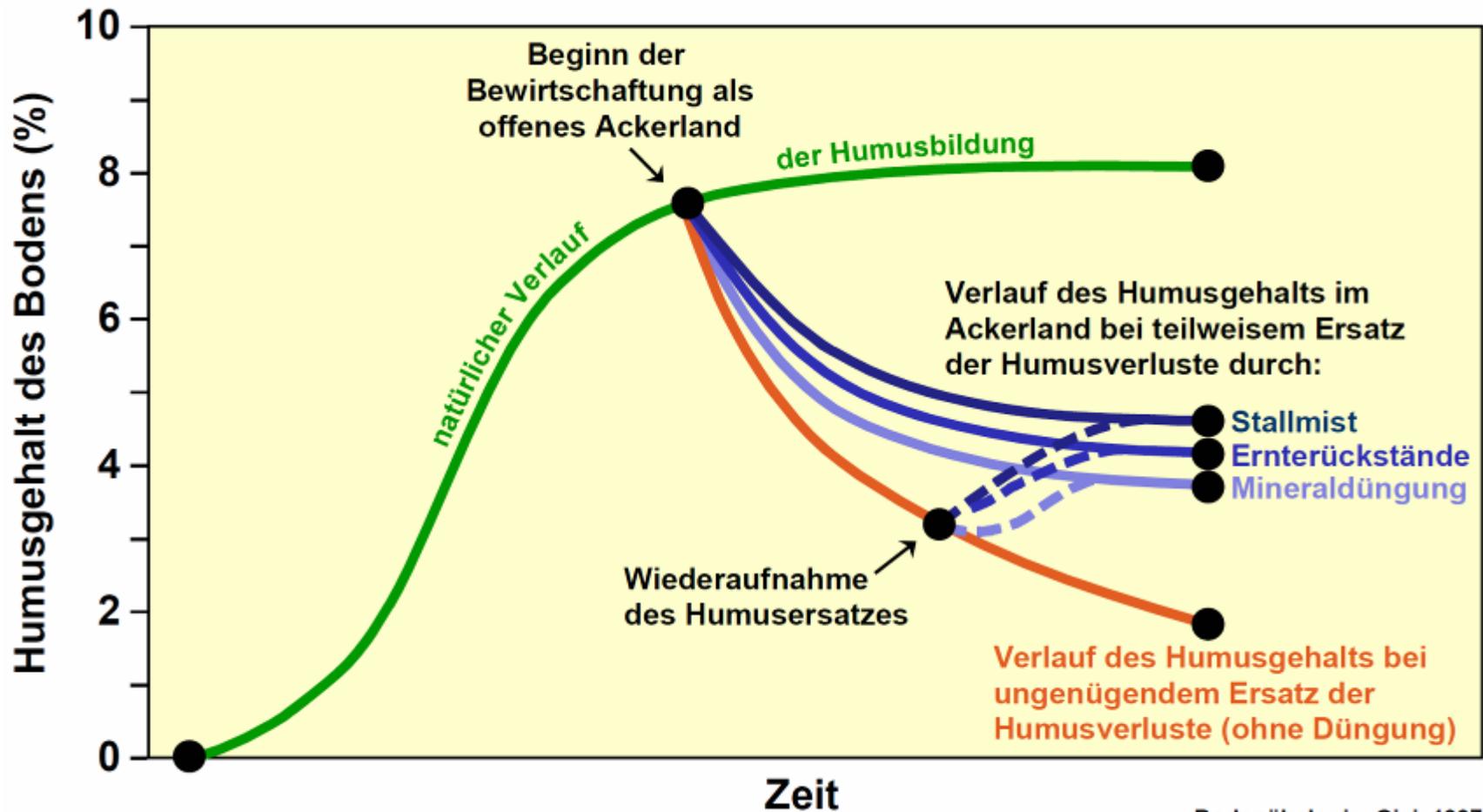
Braun düngen, nicht grün düngen!

Dargebotene organische Substanz (Rottezeit 8 Wochen)	Anzahl der Regenwürmer	
	Organische Substanz eingemischt	Organische Krümeldecke
Erbse und Wicke, grün	2	8 
Raps, grün	3	7 
Raps, grün	0	10 
Stallmist, unreif	1	9 
Stallmist, reif	3	7 
Rapswurzeln	6	4 
Weizenwurzeln	5	5 



Boden als C- Senke

zeitliche Entwicklung und Steuerung des Humusgehaltes in Wiesen- und Ackerböden





22/08/2007 10:29:51





Die Nation, die ihren Boden zerstört,
zerstört sich selbst.

Franklin D. Roosevelt

US-Präsident von 1933 - 1945



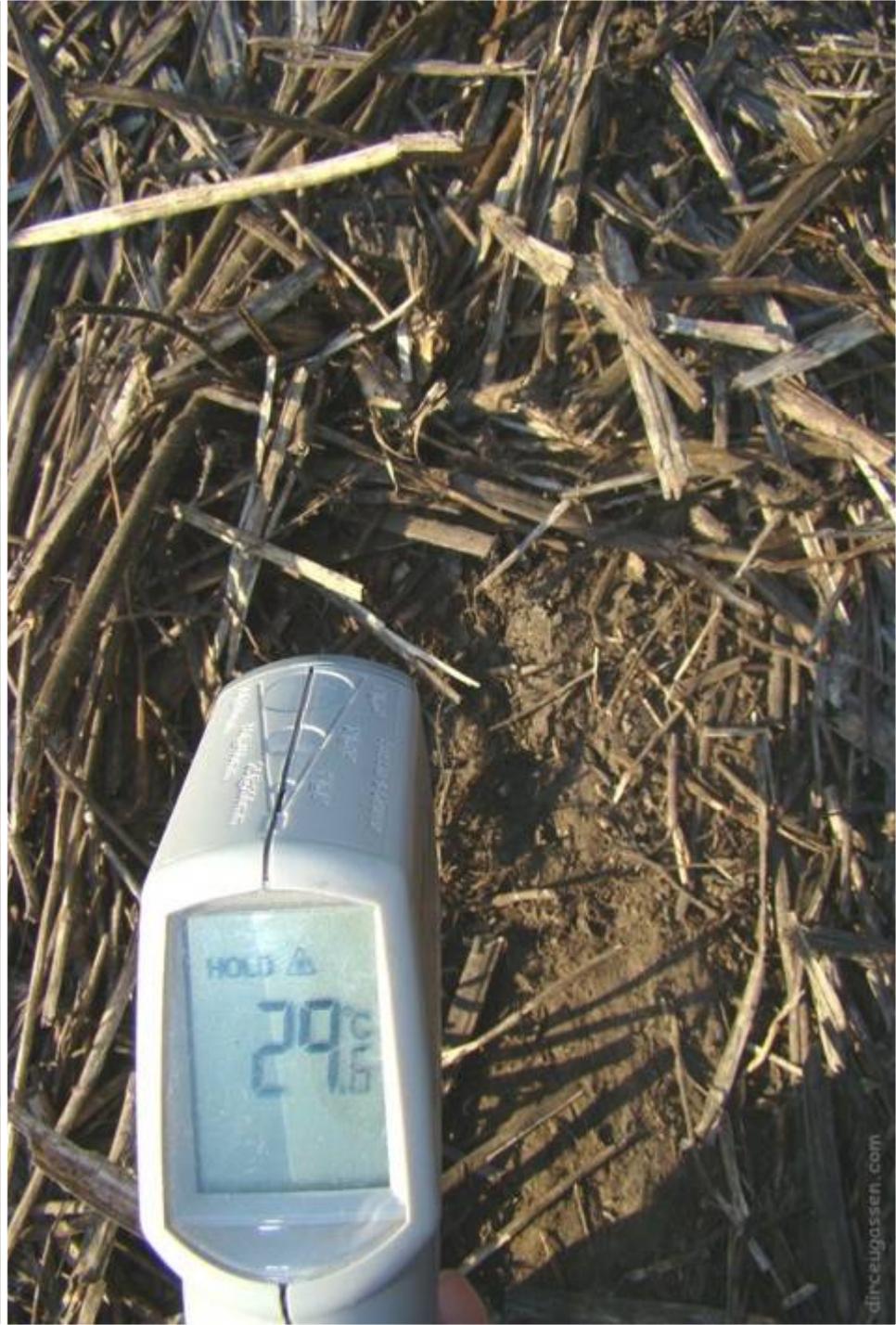
November



Landsberger Gemenge plus Phacelia nach -14°C 03.01.10



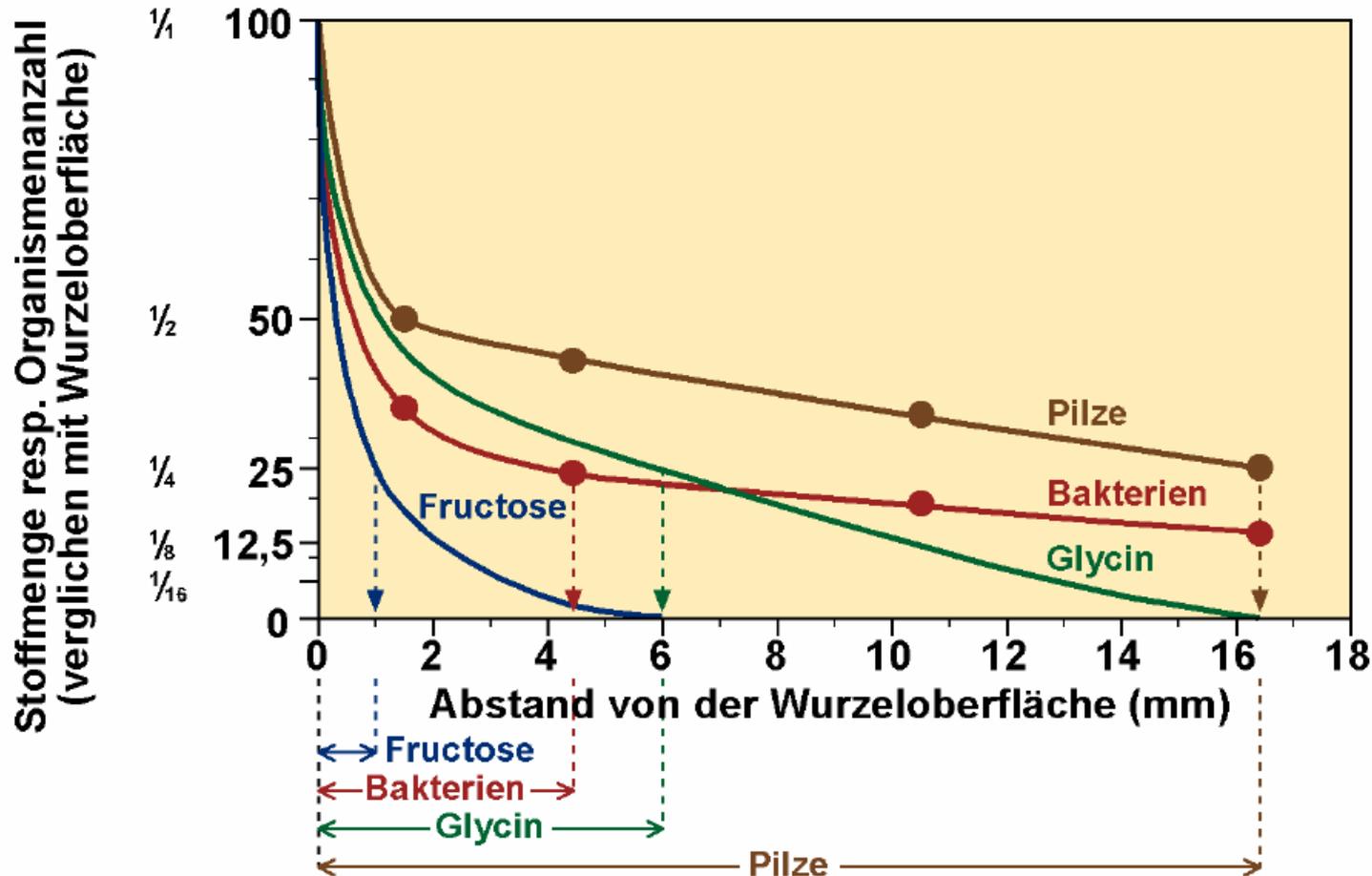




Aufgaben der Wurzel (evolutionär bedingt)

- 1. Aufnahme der vom Spross zeitweise in Überschuss gebildeten Assimilate**
- 2. Ausscheidung von Stoffen zur Erschließung von Nährstoffen im Boden oder in Pflanzen**
- 3. Aufnahme von Wasser mit den darin gelösten Stoffen und deren Weiterleitung**
- 4. Speicherung von Assimilaten und Wasser mit den darin gelösten Stoffen**
- 5. Verankerung der Pflanzen im Boden oder an festen Gegenständen im Luftraum**

Einfluss der Wurzeloberfläche auf biologische Aktivität von Pilzen und Bakterien



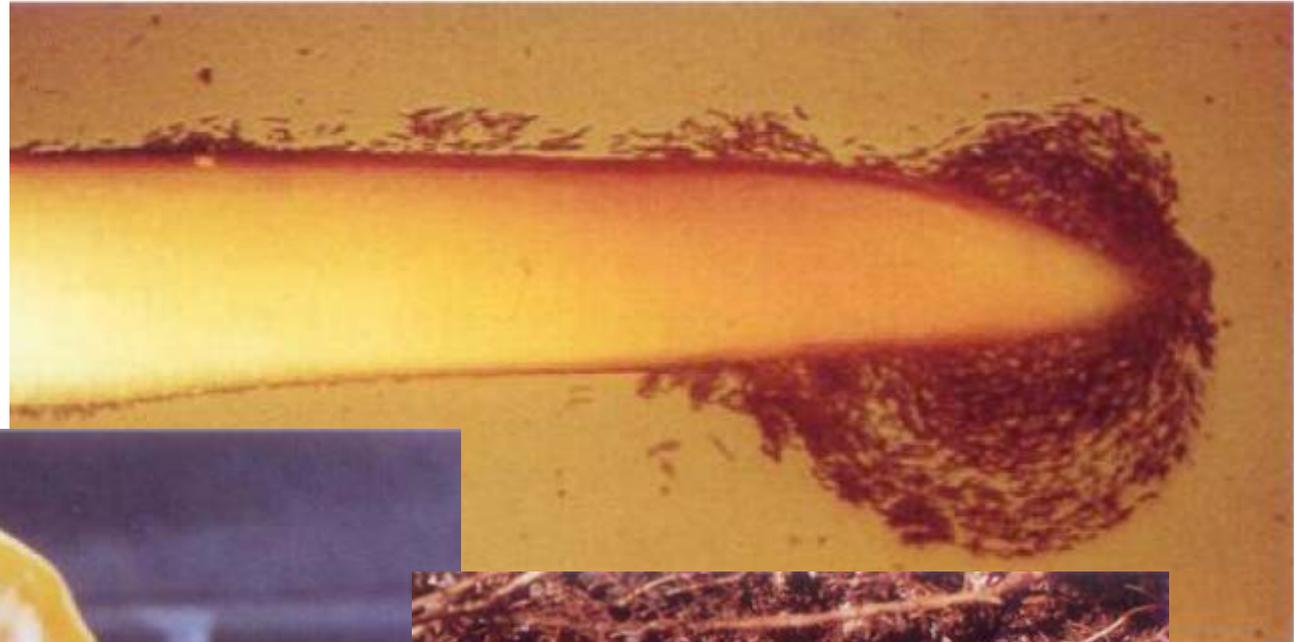
Stoffmengen (*Fructose*, *Glycin*) und Organismenanzahl (*Bakterien*, *Pilze*) in der Rhizosphäre.
Ausgangswert an der Wurzeloberfläche = 100% (1/1)

Einfluss des Bodengefüges auf die Bildung von Wurzeln

Quelle: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)



Maiswurzelspitze/Keimling mit Schleimabsonderung und Exsudaten

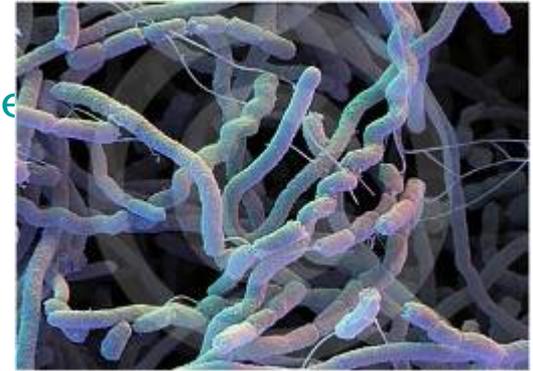


Möglichkeiten der Anlagerung von Zellen der Mikroorganismen an der Wurzeloberfläche



Rhizosphäre und Bodenleben

Aktinomyceten ("Strahlenpilze" = Fadenbaktere)



Rhizosphäre (Brucker, 1988)

23 x mehr Bakterien

7 x mehr Strahlenpilze

12 x mehr Pilze

2 x mehr Einzeller

Strahlenpilze (z.B. Streptomyces)

1. Produzenten von Antibiotika
2. Geosmine (flüchtig) = frischer Bodengeruch ätherisches Öl
3. Abbau von Schadstoffen bzw. schwer abbaubare Verbindungen (Lignin)
4. Teilweise Symbiont mit Pflanzenwurzeln

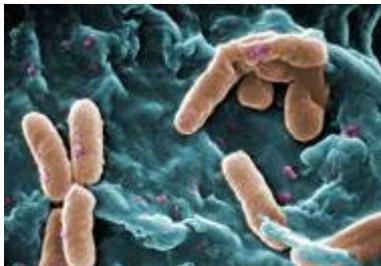
Allgemein ist der Anteil der Pilze im Vergleich zu den Bakterien größer.

Durch Pflanzen-/Wurzelwachstum wird die bakterielle Leistung deutlich erhöht!

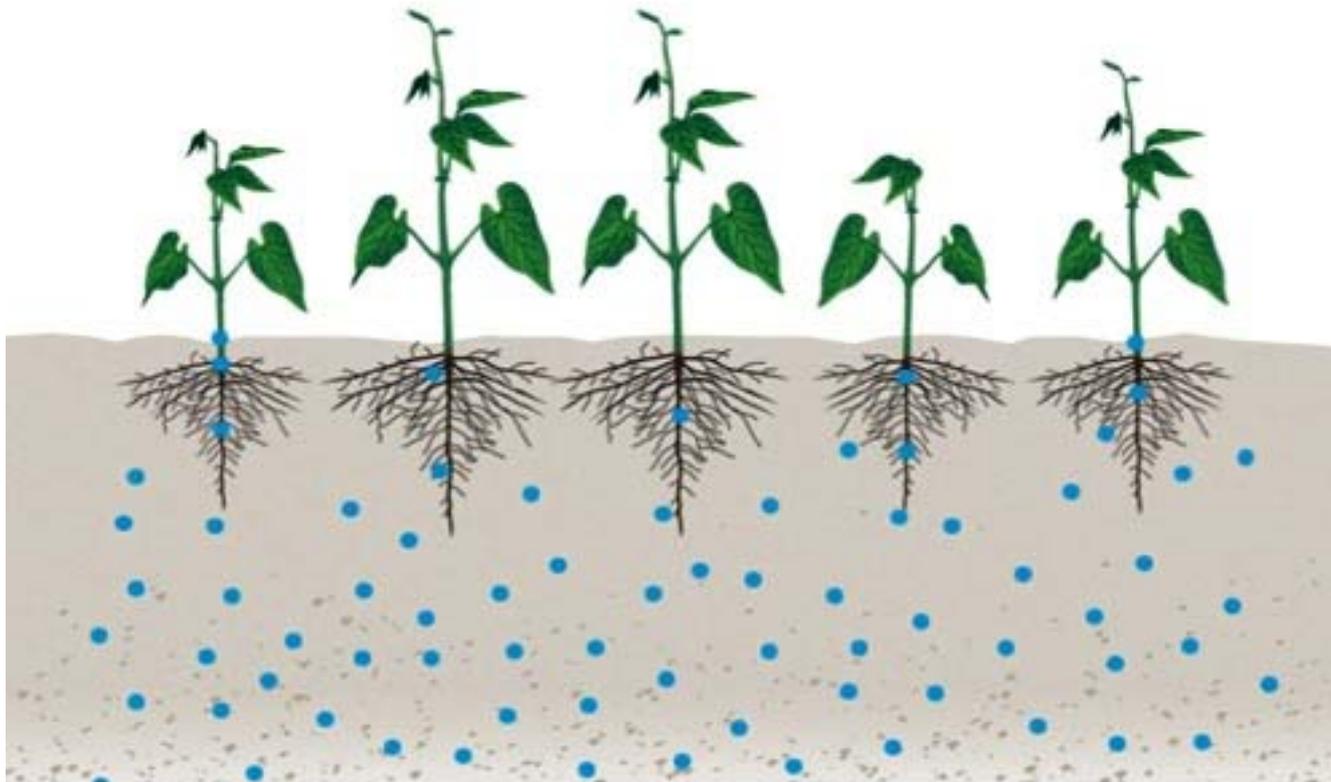
Ziel : Funktionalität der Böden erhalten bzw. erhöhen

Weg: Pflanzen max. Rhizosphäre ermöglichen –
dadurch z.B:

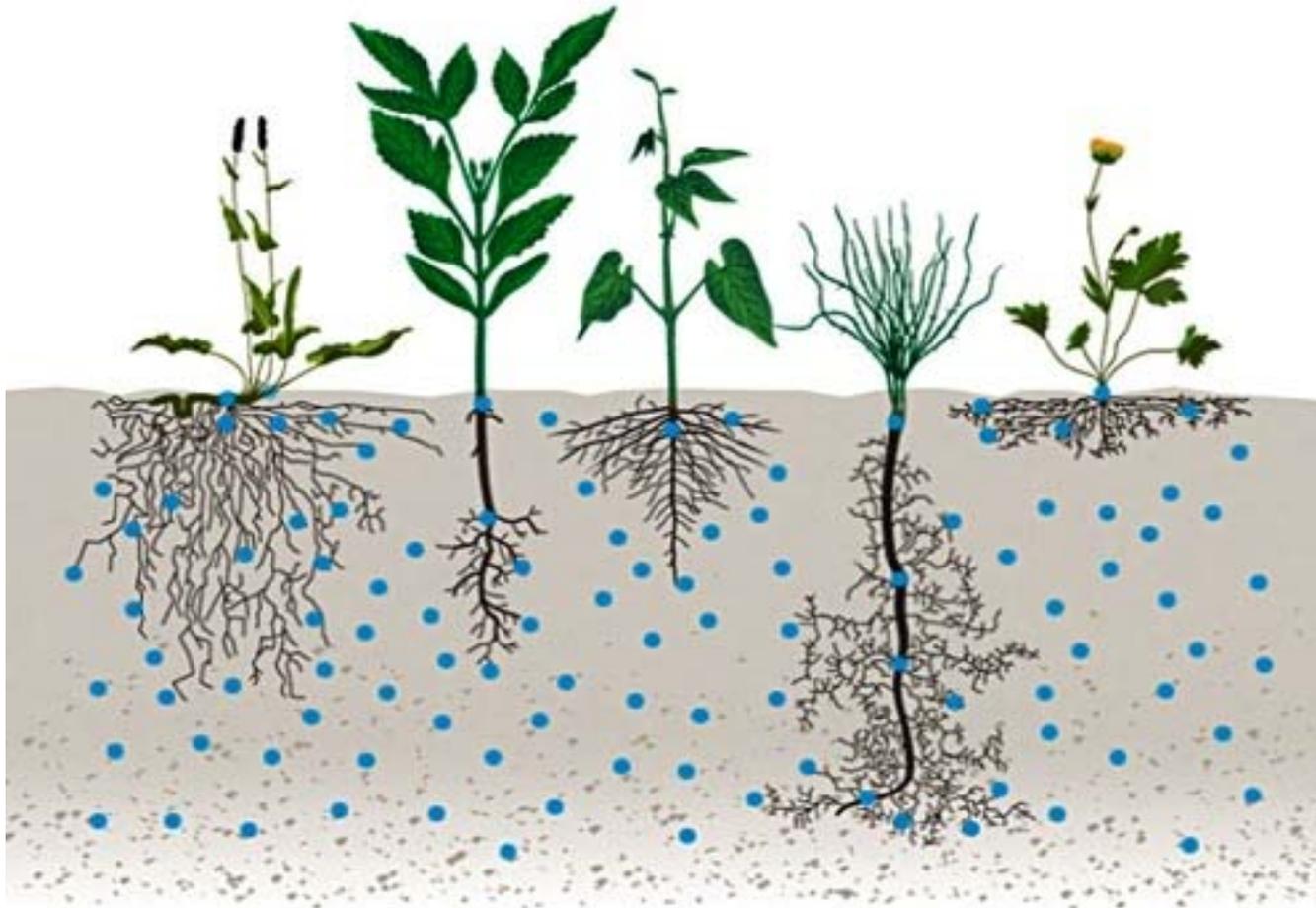
- Förderung von *B. subtilis*, *Trichoderma harzianum*, Saprobionten wie z.B. Aktino- bzw. Streptomyceten, Regenwürmern u.v.m.
- Förderung der Antibiose und der allg. Biodiversität des Edaphons



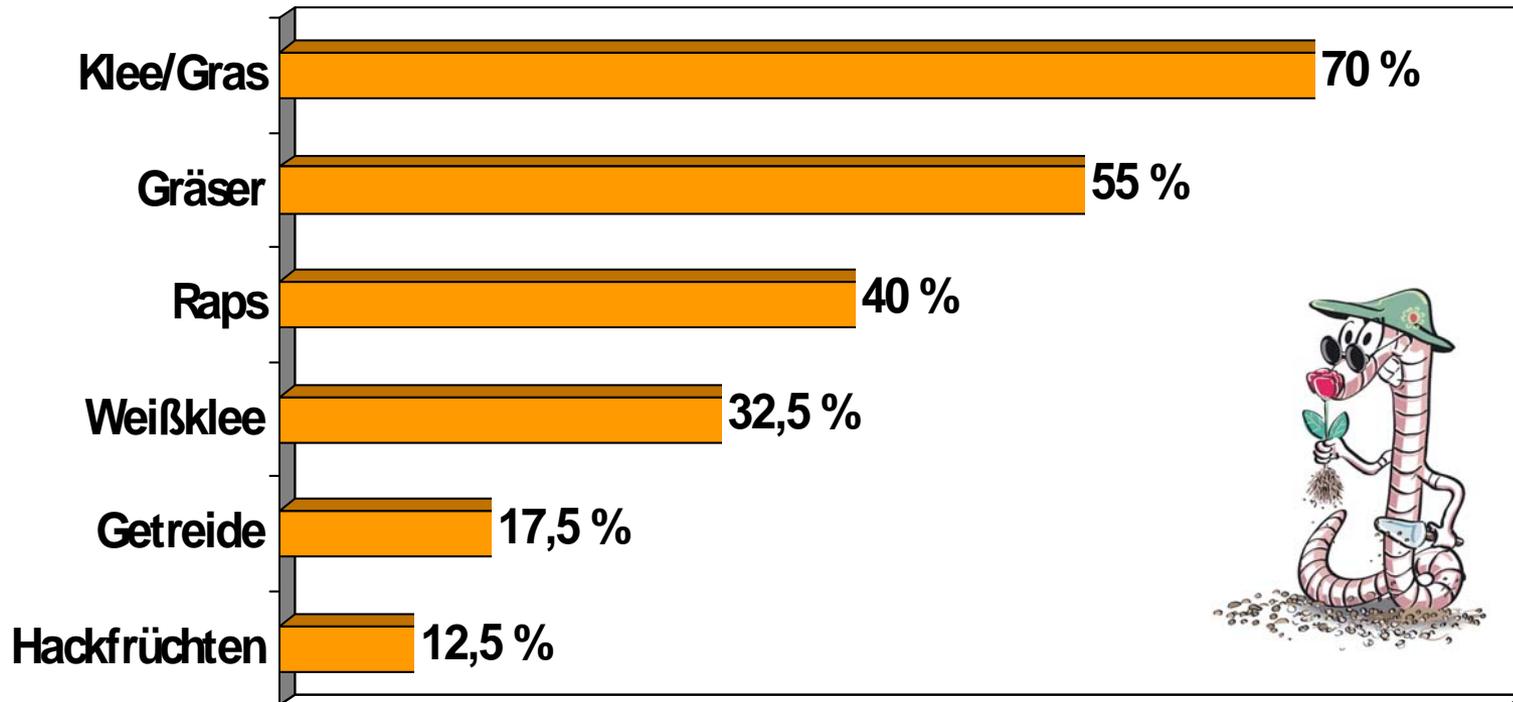
Überlebensvorteil - Vielfalt



Überlebensvorteil - Vielfalt



Wasserbeständige Krümel des Bodens nach dem Anbau von...



Krümelstabilität

- **Im Gegensatz zu lebendverbauten Bodenkrümeln, ist die durch Bodenbearbeitung oder Frost bewirkte Krümelung unbeständig**
- **Lebendverbaute Krümelstruktur setzt der Verschlämmung, der Wasser- und Winderosion entgegen**
- **Die durch Bodenbearbeitung oder Frost erzeugte Krümelstruktur bricht dagegen leicht zusammen (Die Böden verschlämmen und erodieren leichter)**

Wie sind wasserbeständige Bodenkrümel zu fördern?

SEKERA: „Gründüngung mit Zwischenfrüchten ist die Futterbrücke der Kleinlebewesen zwischen den Hauptfrüchten.“

WBK entstehen durch verbinden und verwachsen von:

**Bodenpartikelchen
Bakterienkolonien
Pilzmyzelen und
Haarwurzeln**

lebendverbaute beständige Krümel



Nur wenn die Ernährung des Edaphons kontinuierlich erfolgt, können Bodenstruktur und damit das Porenvolumen für Bodenluft- und Wasser sowie Nährstoffdynamik optimiert werden.

Wurzel- Längen/Dichten nach Gisi 97

➤ **Grünland**

200 - 700 km/m²

in den obersten 20 cm ist die Durchwurzelungsdichte deutlich höher => 30 – 300 cm/cm³

➤ **Getreide**

in den obersten 20 cm beträgt die Durchwurzelungsdichte
=> 1- 6 cm/cm³!!!!

**50% der Wurzeln befinden sich in Agrarökosystemen
in den ersten 5 cm!!!!**

A close-up photograph of a soil profile. The top layer is dark brown, moist soil. Below it, a dense network of roots from various grasses is visible, extending deep into the soil. The roots are light brown and fibrous, creating a complex web. The soil around the roots appears more crumbly and porous. The grass blades are green and some are slightly yellowed, indicating natural decay. The overall scene illustrates the process of biological soil formation.

Lebendverbauung!





Erfahrungen aus Thüringen

Landsberger Gemeinde, der Schlüssel zum besseren Boden

Direktsaat Raps nach Weizen
Gefügenreife 3-4



Direktsaat Landsberger nach Raps
Gefügenreife 2



11.12.09 Apolda/Thüringen, ca. 85 BP; Schläge nur durch Feldweg getrennt, sonst gleich

Erfahrungen aus Baden Württemberg

Landsberger Gemeinde, der Schlüssel zum besseren Boden

Gelbsenf
Gefügenreife 3



Landsberger nach GPS
Gefügenreife 1-2



20.09.10 Zöbingen, BW ca. 75 BP; Nachbarparzellen



Einfluss von Pflanzenarten auf das Bodengefüge

DLG- Feldtage Bockerode, 2010 (Bodenprofil der LWK Niedersachsen)



Winterweizen



TerraLife- RIGOL

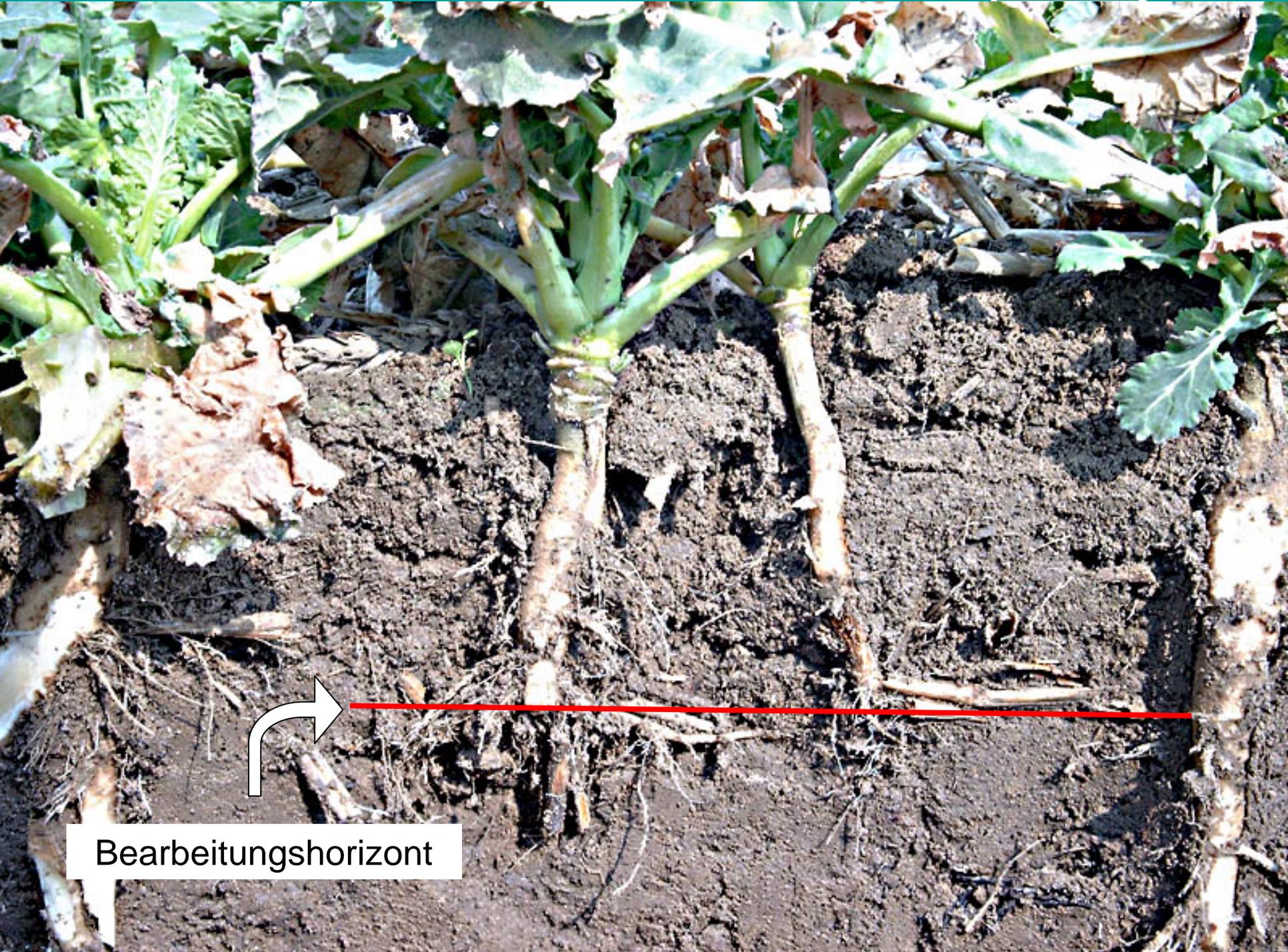
Problem reduzierte Bodenbearbeitung



Felderbse LIVIOLETTA

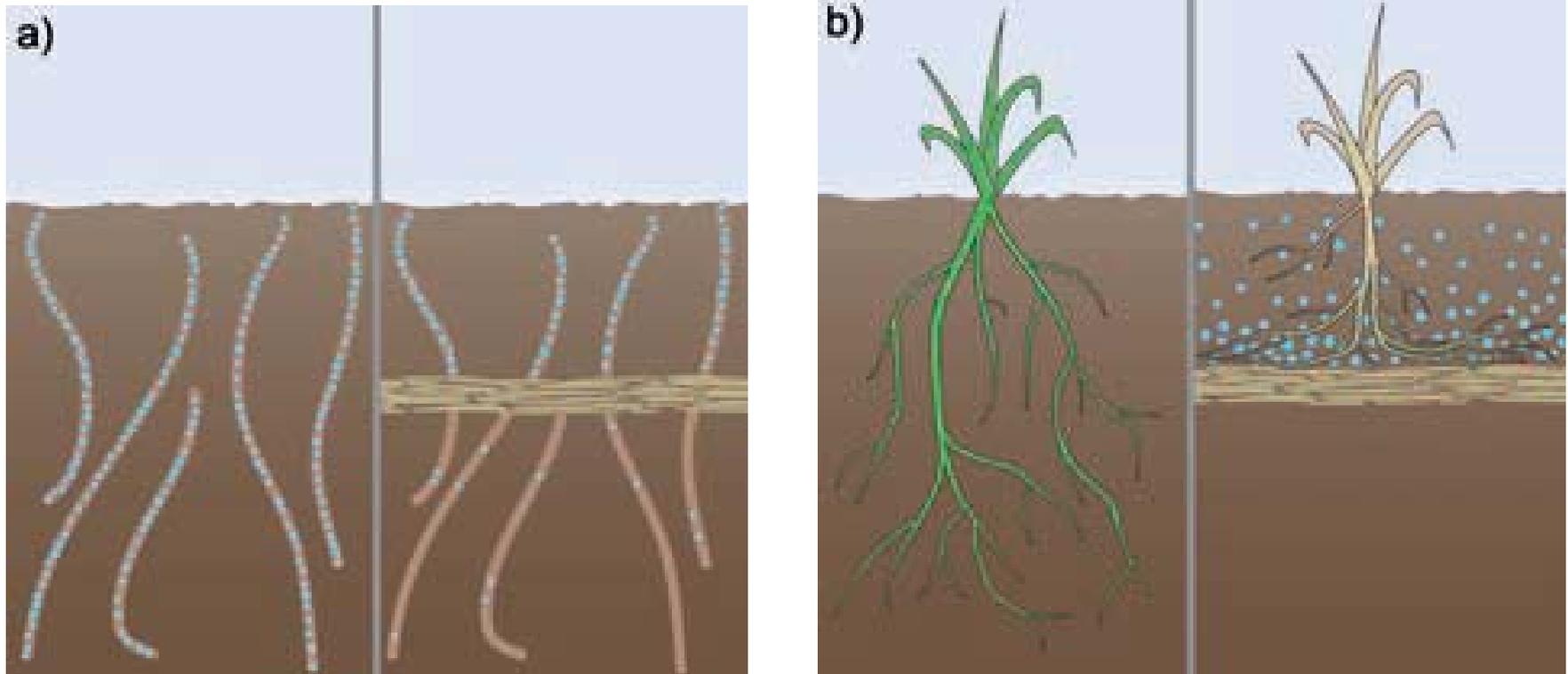


Bitterlupine AZURO



Bearbeitungshorizont

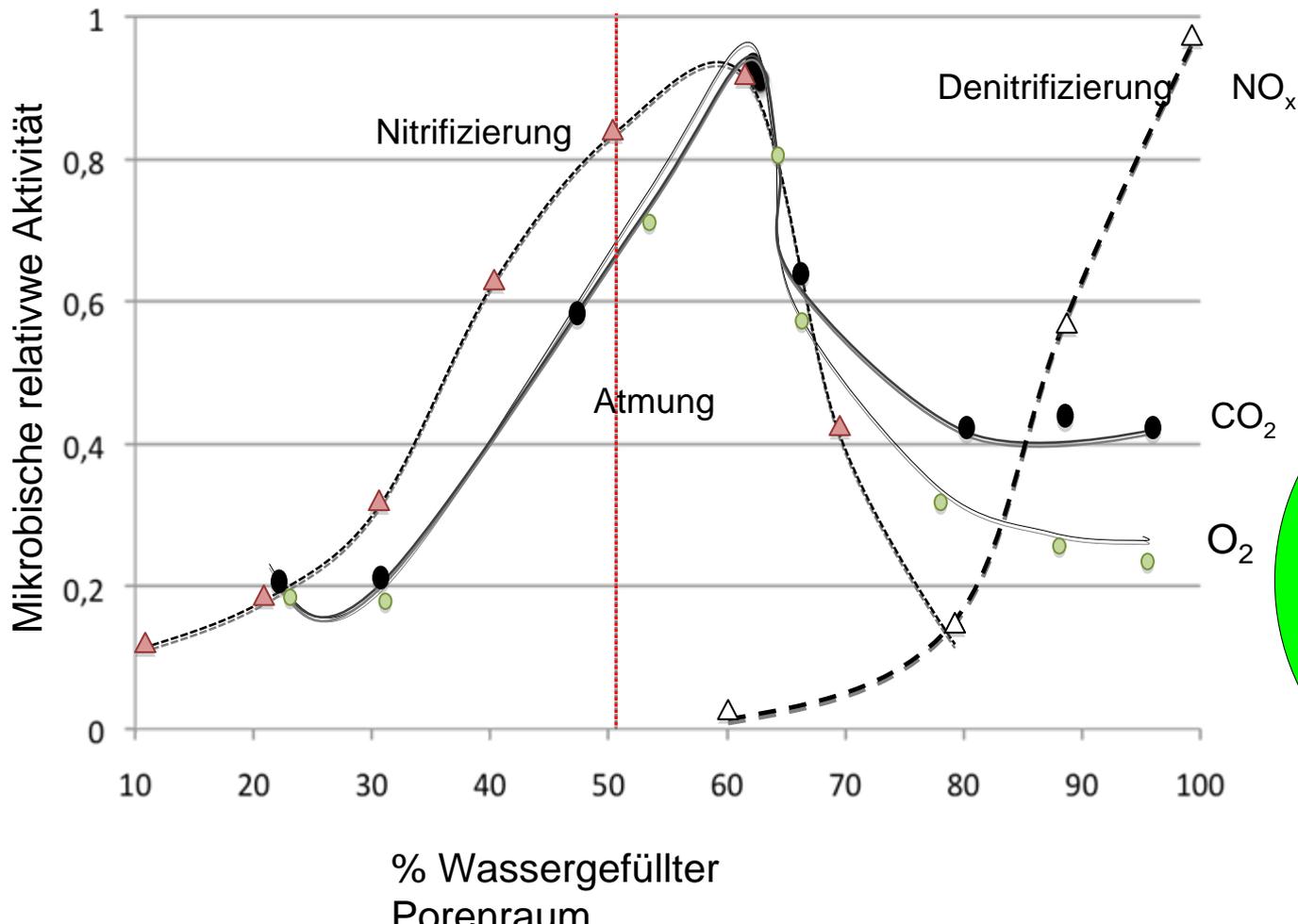
Folgen von Bodenschadverdichtungen



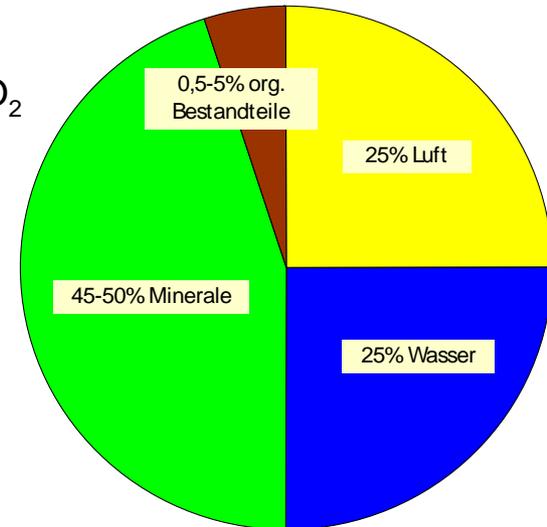
Schema zu Verhältnissen in unverdichteten (links) und verdichteten Böden (rechts):

a) Kapillarität, b) Wurzelwachstum und gehemmte Versickerung

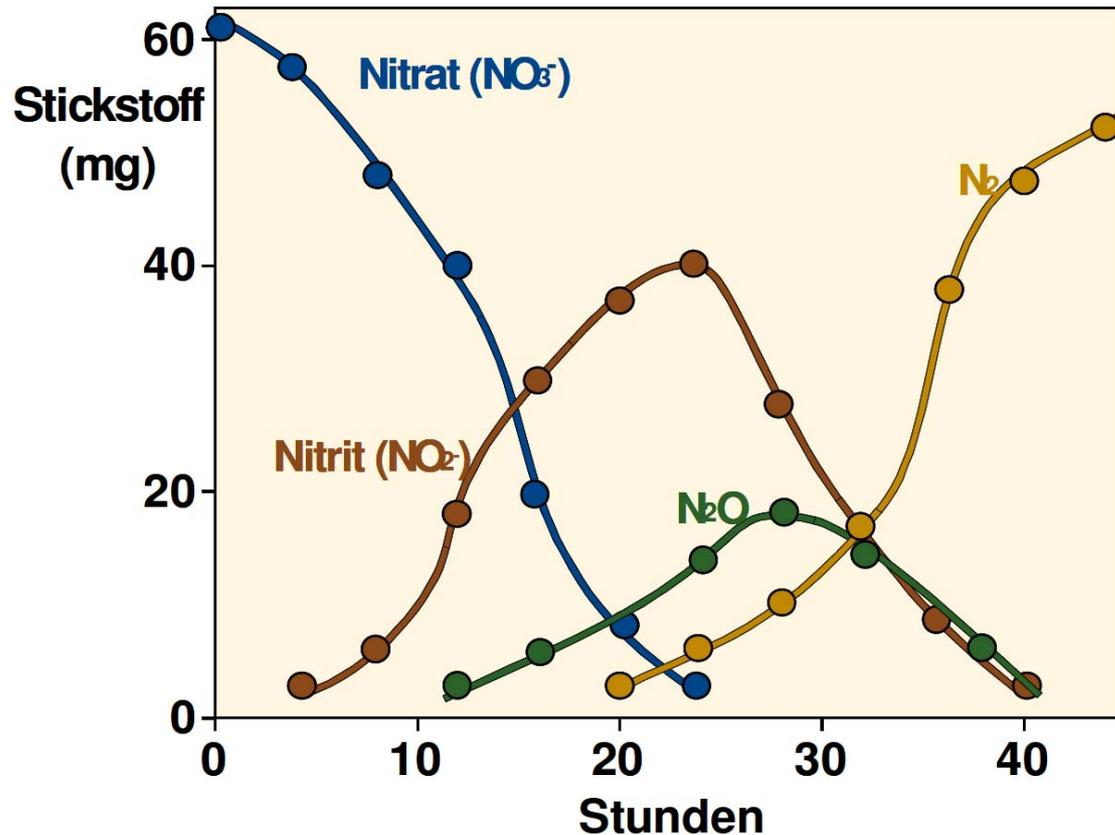
Beziehung zwischen wassergefülltem Porenraum und Verhältnis von mikrobieller Nitrifizierung, Denitrifizierung und Atmung (Linn and Doran, 1984)



Idealverhältnisse im Boden



Denitrifikation



Denitrifikation

Stufenweiser Abbau von Stickstoffverbindungen im Boden, ausgehend von der höchsten Oxidationsstufe (Nitrat) bis zum elementaren Gas (N₂) in Lehm Böden

pH 7,8

E₀-Werte:

NO₃ → NO₂ - 0,40V

NO₂ → NO - 0,33V

NO → N₂O - 1,15V

N₂O → N₂ - 1,33V

Wörterbuch der Bodenkunde, Hintermaier-Erhard und Zech, 1997



2010 Internationales Jahr der biologischen Vielfalt



Entwicklung neuer Zwischenfruchtmischung



- **N- FIXX** - N fixieren, rasches Wachstum
- **RIGOL** - biologische Bodenbearbeitung
- **MAISPRO** - Vorbereitung der Maisfläche (P- Mob.)
- **BIOMAX** - max. Biomasse, Gülleverwertung
- **LANDSBERGER GEMENGE**
- Bodenstrukturbildend mit Futternutzung

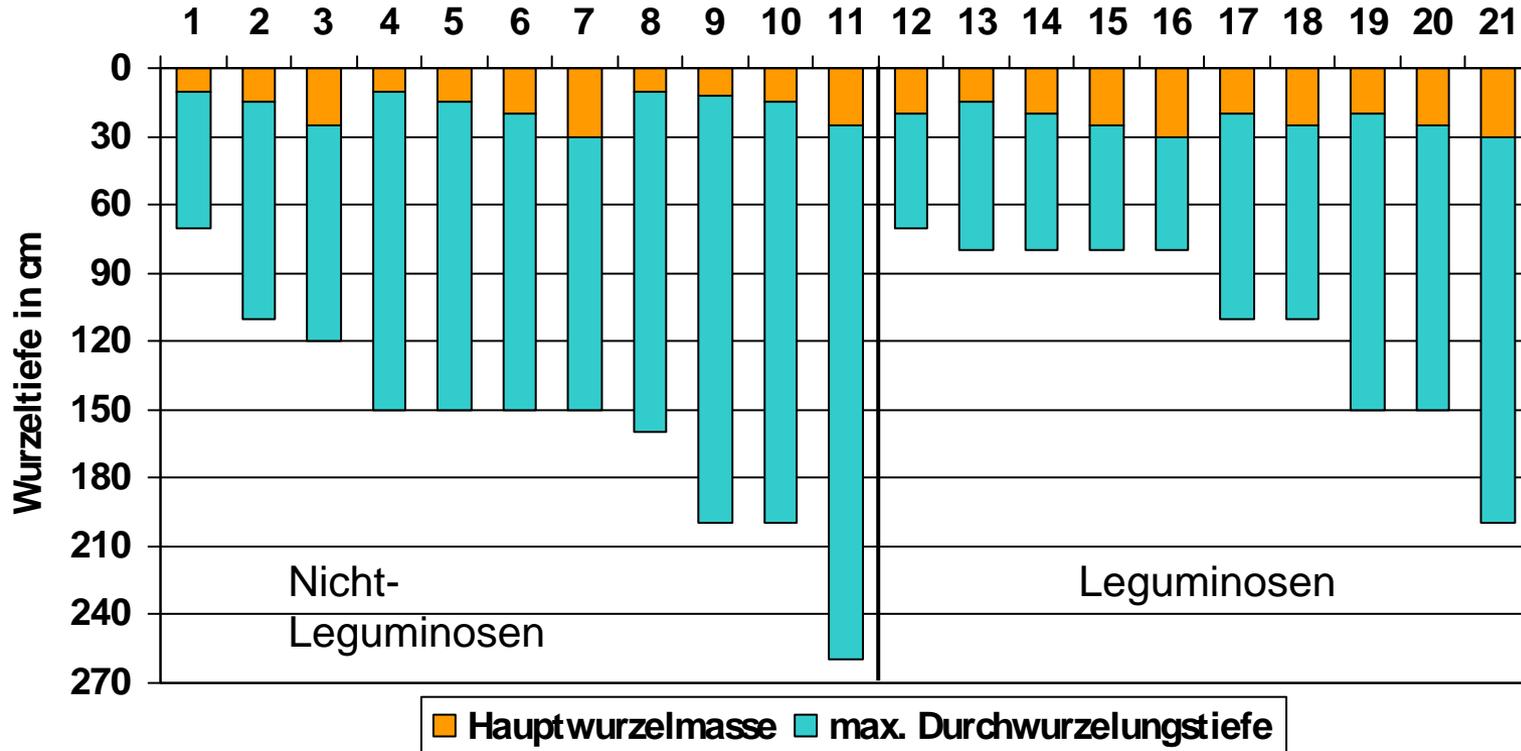


Mittlere Ertragsleistung von ausgewählten Zwischenfrüchten in dt TM/ha

	<u>TM oberirdisch</u>	<u>TM Wurzel</u>
➤ Einj. Weidelgras	20-30	20-23
➤ Welsch. Weidelgr.	25-30	22-25
➤ Grünroggen	40-70	12-18
➤ Peluschke	35-40	8-10
➤ Gelbsenf	35-40	8-10
➤ Winterfutterraps	30-35	10-12
➤ Sonnenblume	40-70	10-15
➤ Phacelia	25-35	9-10
➤ Buchweizen	30-40	4-5
➤ Serradella	15-20	8-10
➤ Perserklee	20-25	8-10

Wie tief wachsen die Wurzeln?

Wurzelleistung verschiedener Zwischenfrüchte



- | | | | |
|---------------------|---------------|------------------|-----------------------------|
| 1 Weidelgräser | 6 Winterraps | 11 Markstammkohl | 16 Alexand. Klee |
| 2 Kulturmalve | 7 Buchweizen | 12 Weißklee | 17 Ackerbohne |
| 3 Phacelia | 8 Grünroggen | 13 Futtererbse | 18 Sommerwicke |
| 4 Weißer Senf | 9 Sonnenblume | 14 Inkarnatklee | 19 Platterbse |
| 5 Sommerraps/Rübsen | 10 Ölrettich | 15 Perserklee | 20 Serradella |
| | | | 21 Steinklee/Rotklee/Lupine |

Zwischenfrucht Konzept 2010



Zwischenfruchtmischung I "Rigol"

Bitterlupine
Schwarzhaf
Alexandrinerklee
Serradella
Phacelia
Sonnenblume
Ölein
Buchweizen

Aussaatstärke/ha: 45 kg

Beschreibung:

Biologische Bodenbearbeitung durch die Auswahl von Pflanzen wie Lupine, Sonnenbl., Serradella, und Ölein die auf Grund ihrer Wurzeleistung in der Lage sind, Dichtlagerungen zu durchbrechen.

Die anderen Pflanzenarten dienen der schnellen Beschattung und Feindurchwurzelung des A-Horizontes.

Die harmonische Auswahl der Arten erlaubt neben der guten Durchwurzelung auch eine gute oberirdische Biomasseproduktion und durch den Anteil der Leguminosen in der Folge eine gute Humus- und Nährstoffakkumulation.

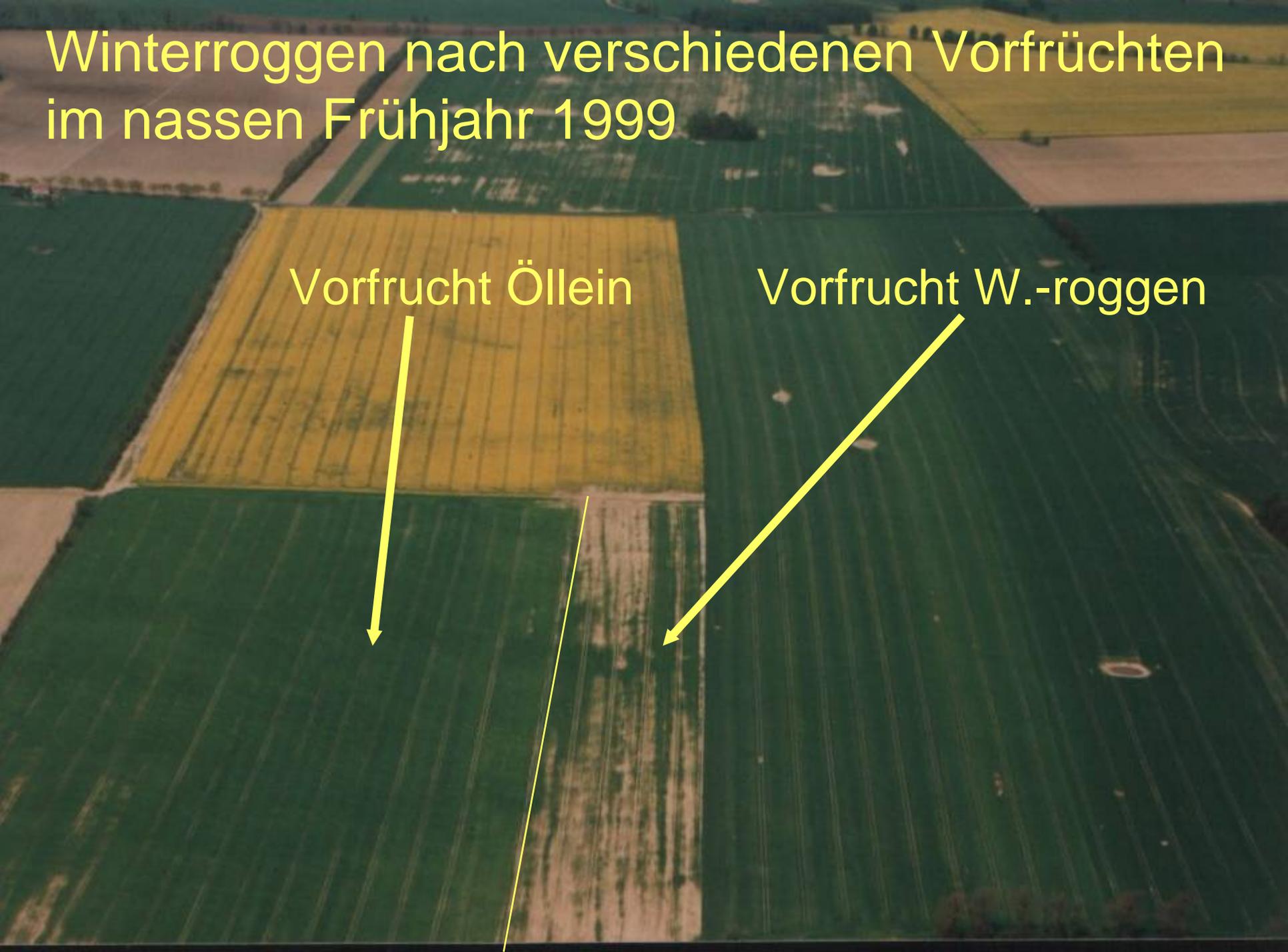
Optimaler Aussattermin bis spätestens 20.08., in ungünstigen Lagen bis 15.08.

Winterroggen nach verschiedenen Vorfrüchten im nassen Frühjahr 1999

Vorfrucht Öllein

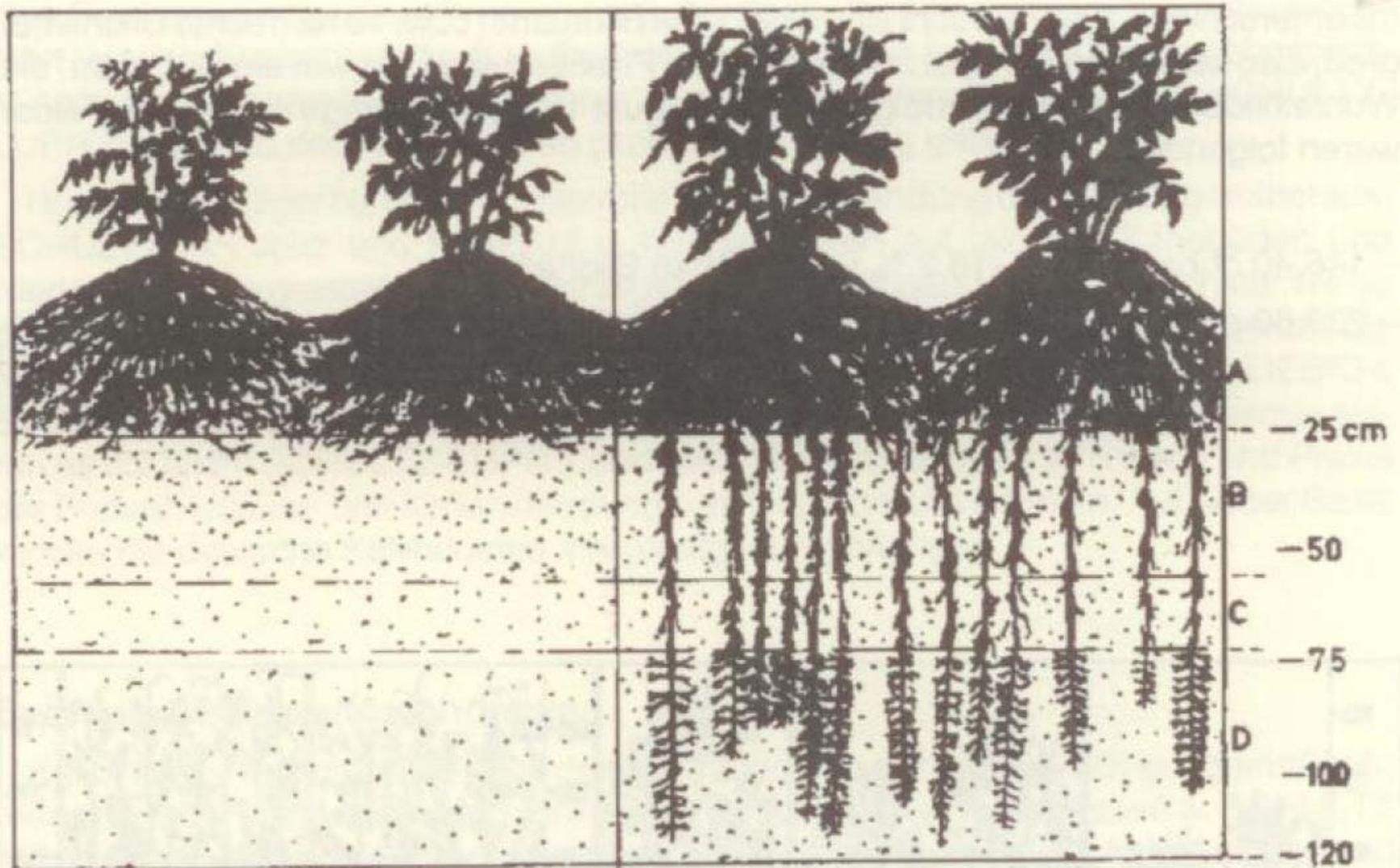


Vorfrucht W.-roggen



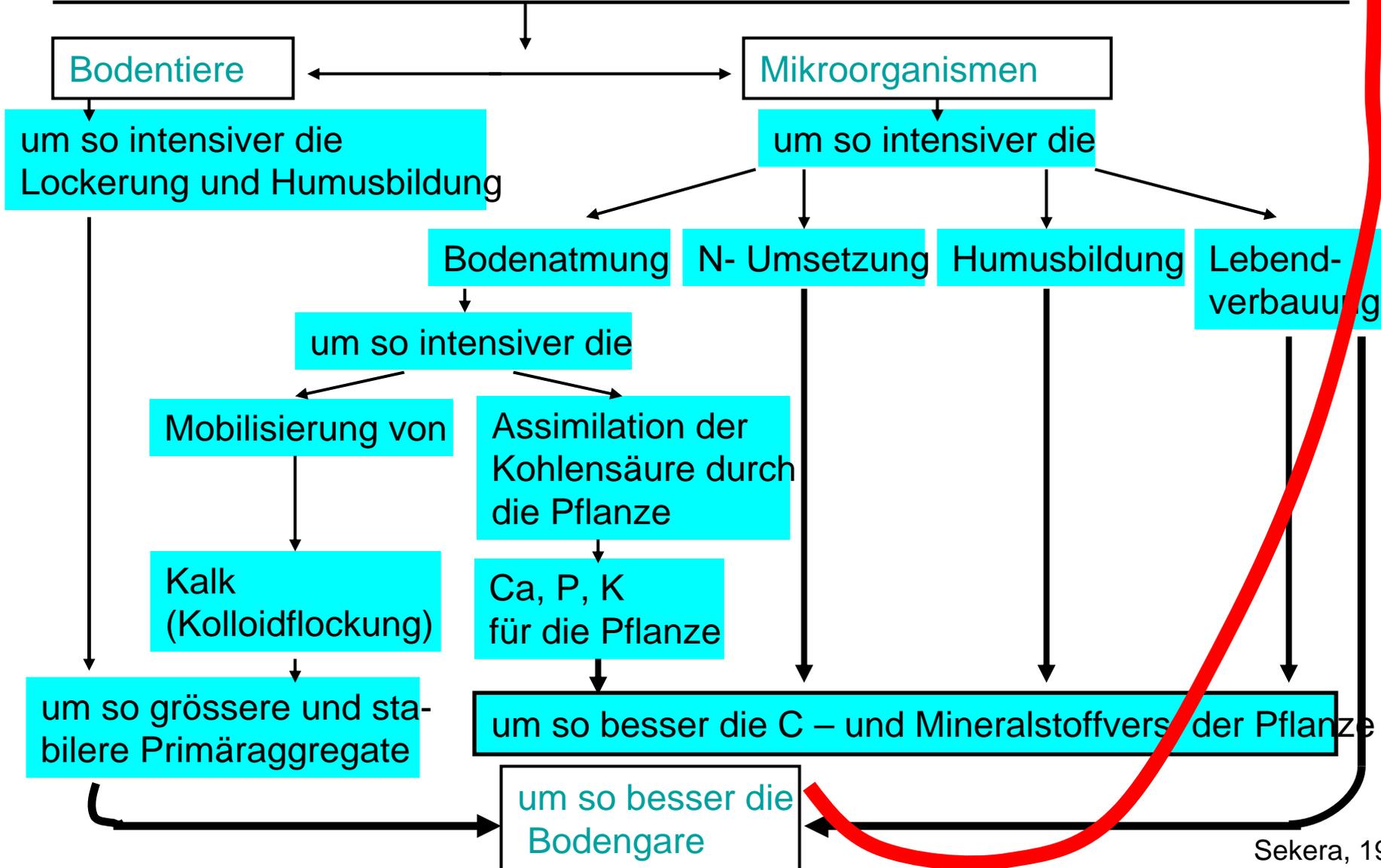
Funktionskomponenten am Beispiel von „RIGOL“

- **Trockenkeimer** : Bitterlupine, Öllein, Buchweizen, Alexandrinerklee
- **Tiefwurzler** : Bitterlupine, Öllein, Sonnenblume, Alexandrinerklee
- **Flachwurzler** : Schwarzhafer, Buchweizen
- **Polwurzler** : Bitterl., Öllein, Phacelia, Serradella, Alex., (SB)
- **Sprosswurzler** : Buchweizen, Schwarzhafer, (Serradella, Alex.)
- **Schattengarebildner** : Phacelia, Serradella, Buchweizen
- **N- Sammler** : Bitterlupine, Alexandrinerklee, Serradella
- **P- Aufschluss** : Phacelia (org.), Buchweizen (anorg.)
- **Si- Aufschluss** : Öllein
- **Allelopathen** : Schwarzhafer
- **Mykorrhizierer** : Phacelia, Sonnenblume, alle Gräser und Legum.
- **Nematodenred.** : Schwarzhafer



1892 = Sommerweizen in L.D. = Winterroggen + Stappellupinen
1893 = Kartoffeln (Wurzelbild-Aufnahme: 7. August 1893
durch AUHAGEN & BONGARDT)

Je dichter die Durchwurzelung des Bodens, um so besser die Ernährung der Bodenorganismen



A photograph of a winter landscape. In the foreground, there is a field of dry, yellowish-brown grasses partially covered with a thin layer of snow. The field extends towards a gentle rise in the land. In the background, a dense line of bare, dark trees stretches across the horizon under a pale, overcast sky.

**“Boden ist dazu da,
um bewachsen zu
sein”**

Steve Groff, 2008