

Humus-Informationstag 24. November FAL Braunschweig
„Was Sie schon immer über Humus wissen wollten“



Humuspflege im Ökologischen Landbau

- *Das Was bedenke, mehr bedenke Wie* -

**Prof. Dr. Ulrich Köpke,
Institut für Organischen Landbau,
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn**



www.iol.uni-bonn.de

Humuspflge im Organischen Landbau *

Zielgerichtete Mehrung und Erhaltung organischer Bodensubstanz bei möglichst hoher mikrobieller Aktivität und Effizienz des Stoffumsatzes auf Basis vorwiegend innerbetrieblich erzeugter organischer Primärsubstanz

* Organisationsprinzip: Weitgehend in sich geschlossener Betriebsorganismus

Angestrebte positive Effekte der Organischen Bodensubstanz und seiner Metabolite im Boden

Schaffung und Erhalt eines günstigen Bodengefüges, dadurch:

- Höhere *Wasserkapazität*, dennoch:
- Höherer *Gasaustausch* / Anteil luftführender Poren
- Höhere *Sorptionskapazität* / Kationen - Austausch
- *Nährstoff-Kapazität* erhöht: 'Nährstoffspeicher'
- *Nährstoff-Kinetik*: Freisetzung und kontinuierliche Anlieferung von Pflanzennährstoffen (insbes. C, N, P, S; Mikronährstoffe)

➡ *Nährstoff- Intensität* : vglw. wenig erhöht

nach D. Sauerbeck 1992, ergänzt und erweitert

Humus-Informationstag 24. November FAL Braunschweig
„Was Sie schon immer über Humus wissen wollten“



„Was Sie schon immer über Humus wissen wollten“



Laboratorium

Wagner :

Die Glocke tönt, die fürchterliche,
Durchschauert die beruften Mauern.

Nicht länger kann das Ungewisse
Der ernstesten Erwartung dauern.
Schon hellen sich die Finsternisse;

Schon in der innersten Phiole
Erglüht es wie lebendige Kohle,
Ja wie der herrlichste Karfunkel,
Verstrahlend Blitze durch das Dunkel.

Ein helles weißes Licht erscheint!
O daß ich's diesmal nicht verliere! -
Ach Gott! was rasselt an der Türe?



Erster Jahrgang Faust II, Zueignung

Leipzig,

Georg Wigands Verlag



Mephistopheles (herein) :

„Willkommen! Es ist gut gemeint“

....

(Das Gegenteil von ‚gut‘ ist: ‚gut gemeint‘)

Anknüpfung beim *genius loci*...

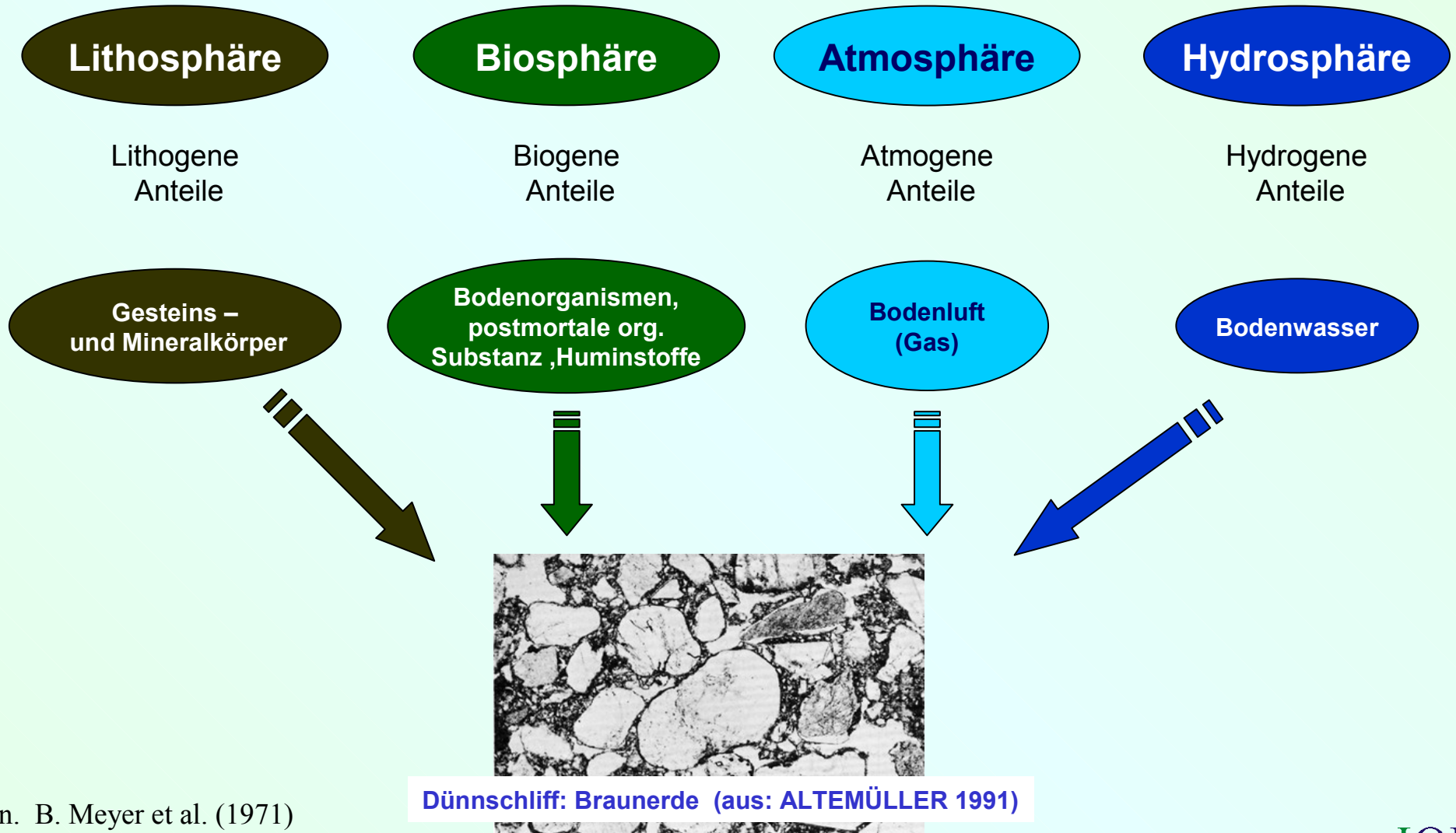
Carl Philipp Sprengel , 29.03.1787 (Schillerslage b. Hannover)
– 19. 04. 1859 (Regenwalde, Ostpommern)

Schüler Albrecht Thaers, Begründer der Mineralstofftheorie, Gesetz vom Minimum

„Wenn eine Pflanze zwölf Stoffe zu ihrer Ausbildung bedarf, so wird sie nimmer aufkommen, wenn nur ein einziger an dieser Zahl fehlt, und stets kümmerlich wird sie wachsen, wenn einer derselben nicht in derjenigen Menge vorhanden ist, als es die Natur der Pflanzen erheischt“

Wirkungsstätten: Celle, Möglin, Göttingen, **Braunschweig**, Regenwalde

Boden: Durchdringungsraum von vier Sphären



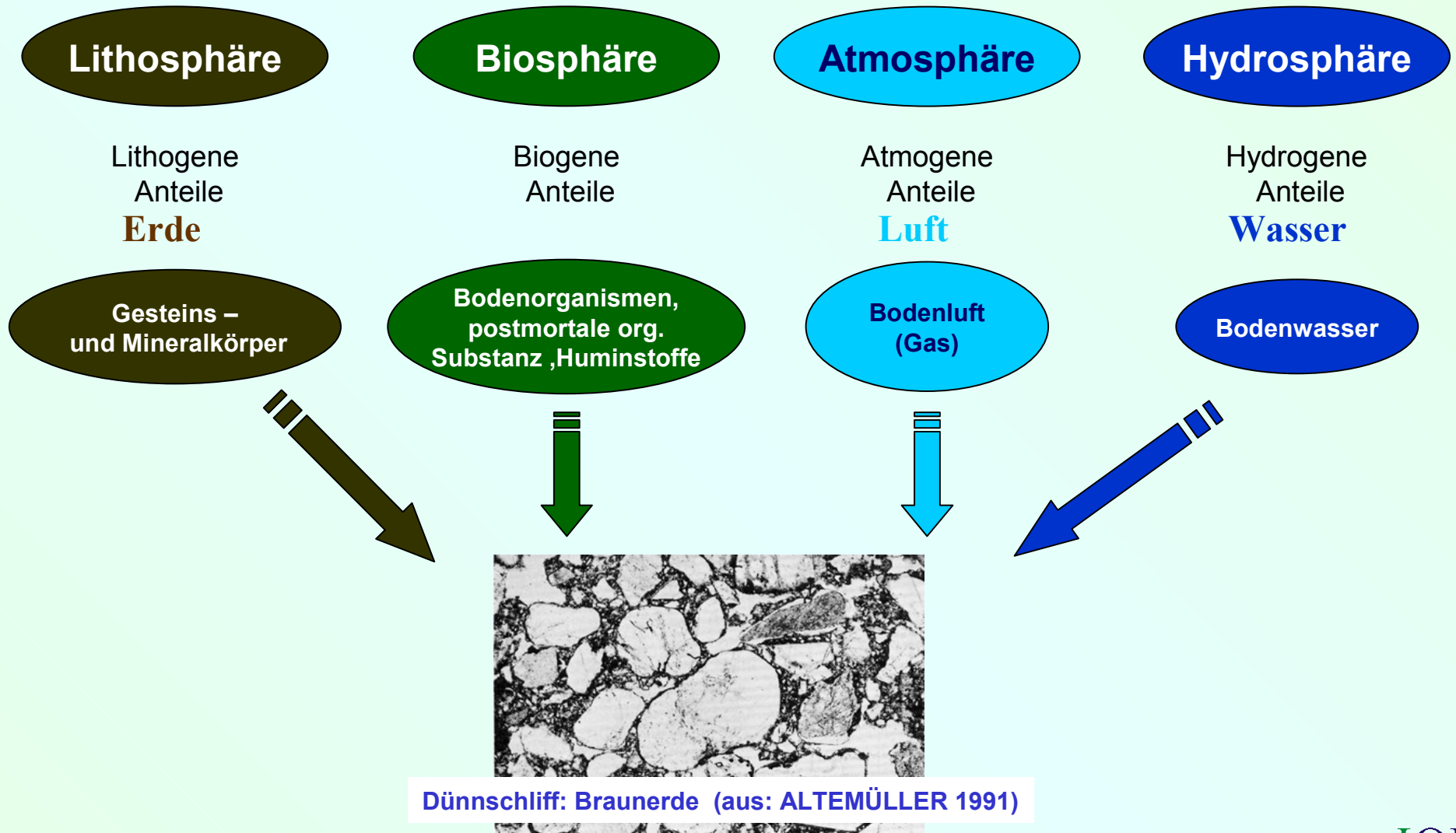
n. B. Meyer et al. (1971)

Dünnschliff: Braunerde (aus: ALTEMÜLLER 1991)



Bodenbildung: Veränderung der Lithosphäre durch die Wirkungen der Biosphäre, der Atmosphäre und der Hydrosphäre

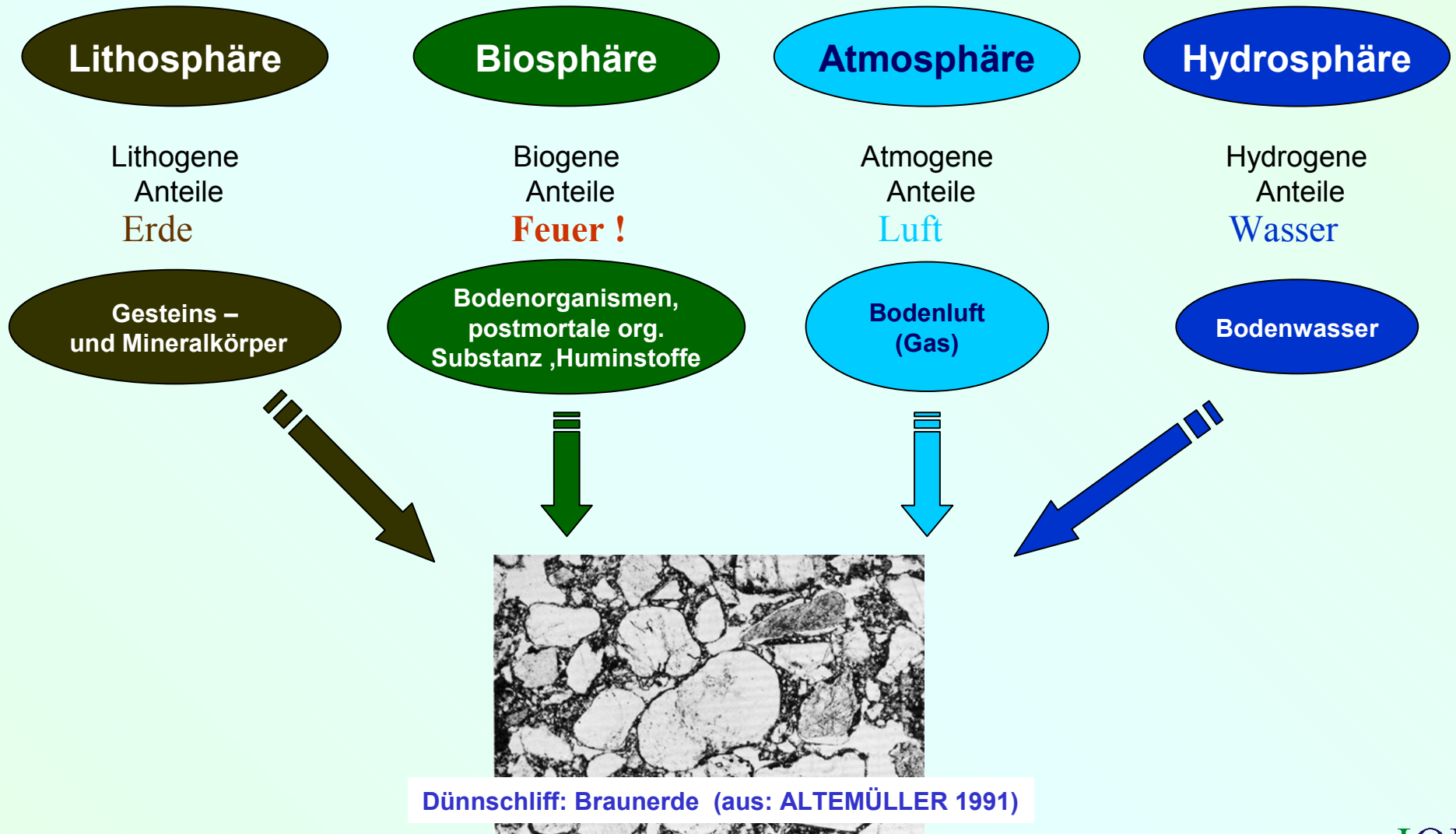
Boden: Durchdringungsraum von vier Sphären



Dünnschliff: Braunerde (aus: ALTEMÜLLER 1991)

Bodenbildung: Veränderung der Lithosphäre durch die Wirkungen der Biosphäre, der Atmosphäre und der Hydrosphäre

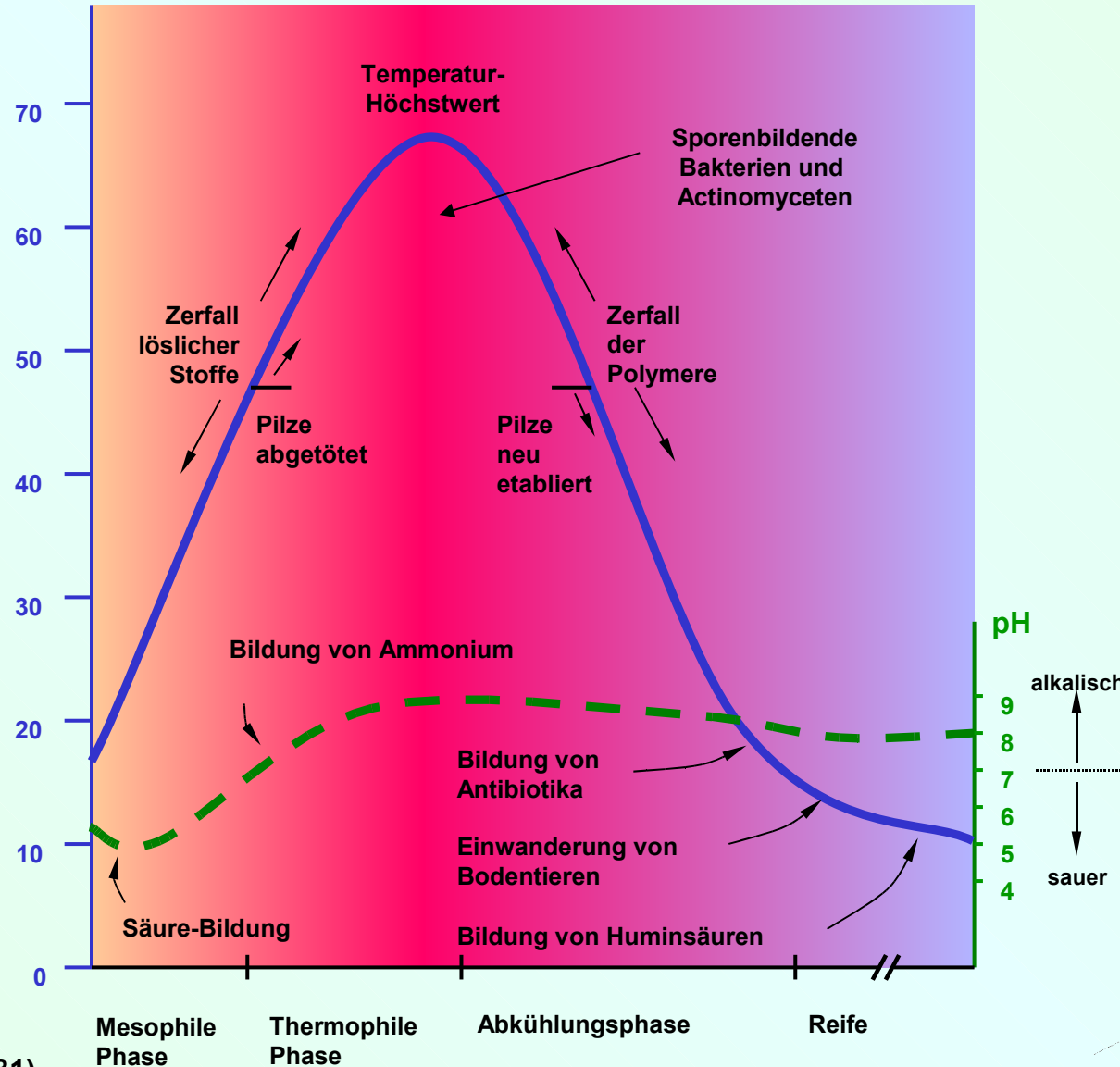
Boden: Durchdringungsraum von vier Sphären



Bodenbildung: Veränderung der Lithosphäre durch die Wirkungen der Biosphäre, der Atmosphäre und der Hydrosphäre

Kompostierung: Temperatur und pH - Wert während des Rotteprozesses

Temperatur (°C)



Die **Kompostierung** ist ein vom Menschen eingeleiteter und durch veränderte Umweltverhältnisse beeinflussbarer aerober Prozeß des Ab- und Umbaus organischer Substanzen unter Einwirkung von Bodenflora und Bodenfauna als dessen Endprodukte spezifische hochmolekulare Verbindungen aufgebaut werden.

„Humus“ und „Organische Bodensubstanz“

Über den Begriff der Organischen Bodensubstanz bestehen in der Literatur keine einheitlichen Vorstellungen...

Definition:

Zur organischen Substanz des Bodens gehören alle im und auf dem Boden befindlichen abgestorbenen pflanzlichen, tierischen und mikrobiellen Stoffe und deren organische Umwandlungsprodukte.

Die **lebenden Organismen** – das aus Bodenflora und –fauna bestehende Edaphon (gr. Erdboden) sowie lebende Pflanzenwurzeln – gehören nicht zur organischen Substanz des Bodens. Sie **stehen aber aufgrund ihrer Anwesenheit im „Substrat“ Boden und der vielfältigen Wechselwirkungen mit der „Pedosphäre“ in sehr engem Zusammenhang zur organischen Substanz des Bodens** → prozessprägend.

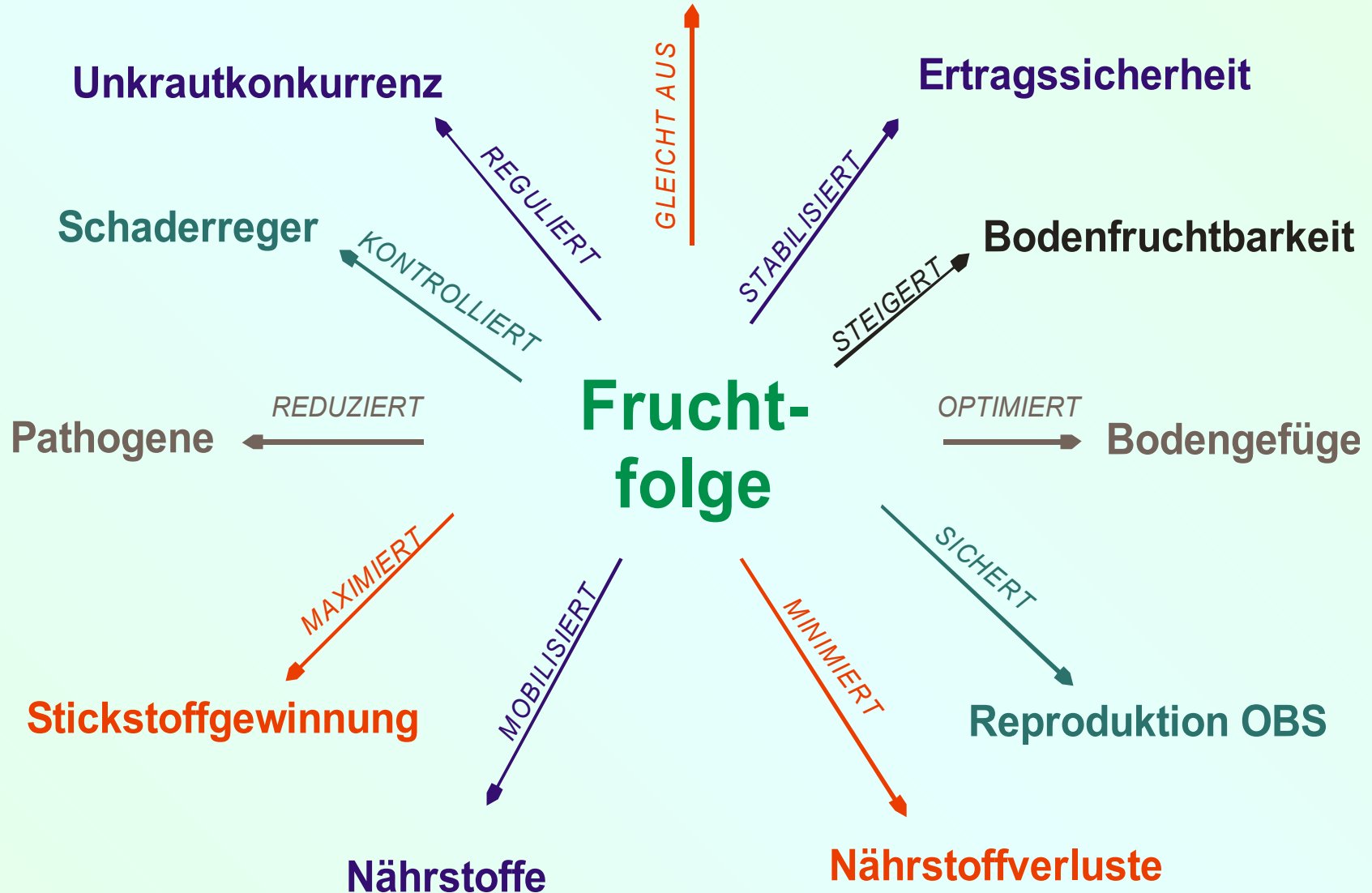


Uns interessieren die Prozesse !

Analogien der anorganischen und organischen Bodenkomponenten

	B o d e n	
	Mineralische Komponente	Organische Komponente
Primäre Ausgangssubstanz	Gesteine und Mineralien	Spross- und Wurzelorgane der Pflanzen, Tierkadaver
<u>Prozess des Abbaues</u>	Verwitterung	Rotte, Zersetzung (Pflanzen), Verwesung (Tiere)
<u>Prozess des Aufbaues</u>	Mineralneubildung	Humifizierung (Transformation)
<u>Sekundäre Neubildungen</u>	Tonminerale, Oxide, Hydroxide	Huminstoffe

Arbeit

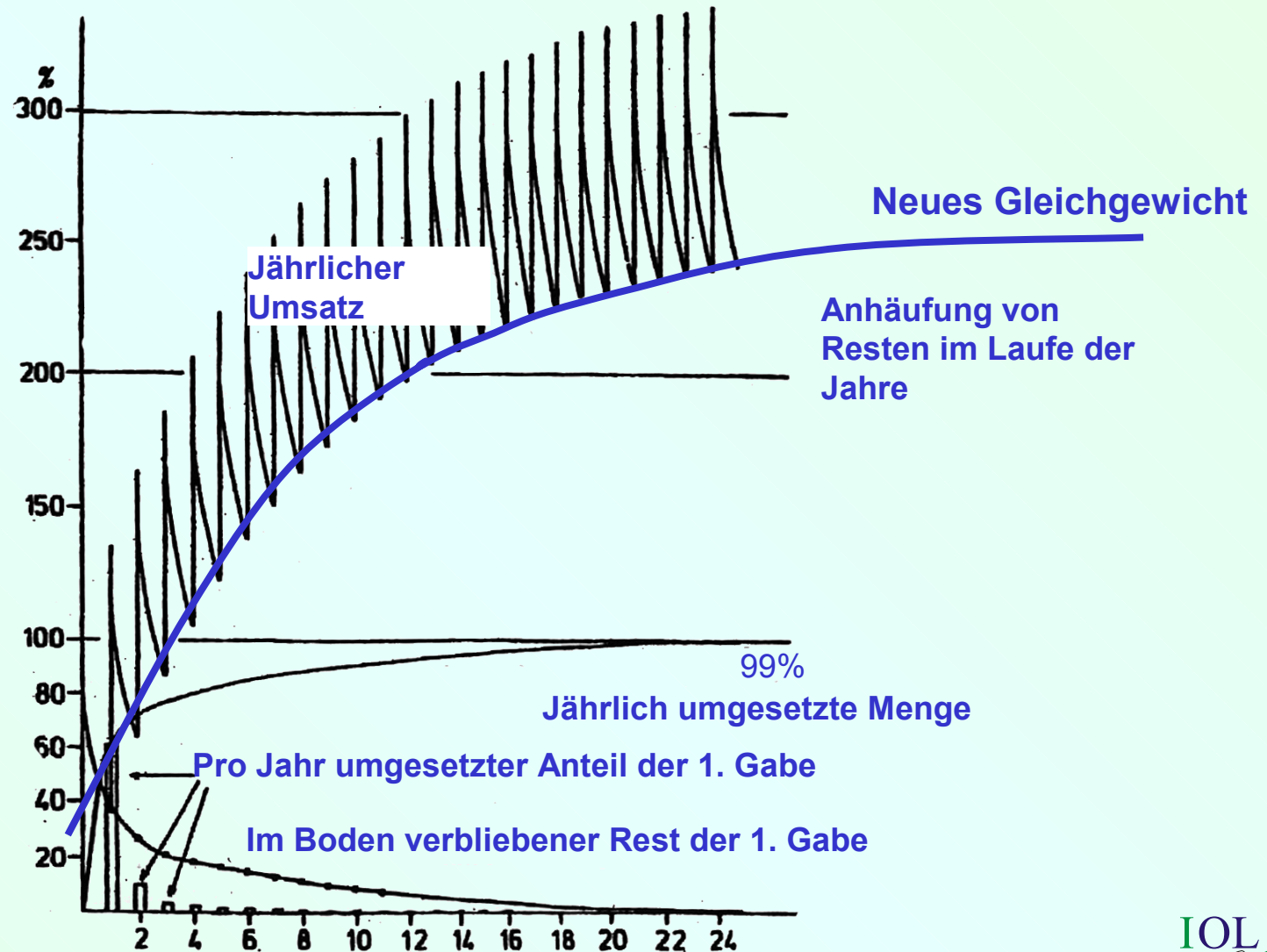


Humuspflge im Organischen Landbau *

Zielgerichtete Mehrung und Erhaltung organischer Bodensubstanz bei möglichst hoher mikrobieller Aktivität und Effizienz des Stoffumsatzes auf Basis vorwiegend innerbetrieblich erzeugter organischer Primärsubstanz

* Organisationsprinzip: Weitgehend in sich geschlossener Betriebsorganismus

Abbau, Anhäufung und Umsatz von organischer Masse im Boden, ermittelt aus Umsetzungsversuchen mit ^{14}C -markiertem Weizenstroh unter Freilandbedingungen



Versuchsbetrieb Wiesengut : Reproduktion organischer Bodensubstanz

Fruchtart	Org. Bodensubstanz (ROS-Einheiten)*	
		t*ha ⁻¹
1. Winterroggen, Korn / Stroh <i>Untersaat</i>	-1,8	+1,9
2. Klee gras	+ 5,6	
3. Kartoffeln, Knollen	-4,9	
4. Winterweizen, Korn / Stroh <i>Zwischenfrucht</i>	-1,8	+0,4
5. Ackerbohnen, Körner <i>Zwischenfrucht</i>	+0,9	+0,4
6. Sommerweizen, Korn/Stroh	-1,8	
Σ Ackerfrüchte, t, TM		-1,1

* ROS-Einheiten nach ASMUS (1992) : 1 ROS= 1 t Stallmisttrockenmasse

Versuchsbetrieb Wiesengut: Humusbilanz

Fruchtfolge Wiesengut: 6 Felder á 7 ha; 20 ha Mähweide; 62 GV

Kultur	Sproßmasse				Stickstoff		Organische Bodensubstanz (Humus) ²	
	Korn (dt/ha TM)	Stroh (dt/ha TM)	Futter ¹ (* 7 ha)	Stroh (dt/ha TM)	kg/ha	kg/ha	t/ha	
1. Winterroggen, Körner / Stroh <i>Untersaat</i>	40	30	28	210	-50	-350	-1,8	+1,9
2. Rotkleegras	120		840		+190	+1330	+5,6	
3. Kartoffeln	50		35		-60	-420	-4,9	
4. Winterweizen, Körner / Stroh <i>Zwischenfrucht</i>	40	40	28	280	-70	-490	-1,8	+0,4
5. Ackerbohnen, Körner <i>Zwischenfrucht</i>	35		245		+165	+1155	+0,9	+0,4
6. Sommerweizen, Körner / Stroh	50	45	35	320	-95	-665	-1,8	
∑ Feldfrüchte dt TM			1.210	810	+80	+3.360	-1.1	
∑ Mähweide dt TM	70*20 ha		1.400		-1,1 t·ha ⁻¹ Humuseinheiten (ROS) entsprechen 5,5 t Stallmist · ha⁻¹ (ASMUS 1992)			
∑ Futter dt TM			2.610					
Futter / GV:	11,5 kg dm · d ⁻¹ = 261.000 : 62 : 365							
Stroh / GV:	5,2 kg dm · d ⁻¹ = 81.000 : 62 : 250							
Rottem istproduktion / GV ³⁾:	7.560 kg = (0,5*11,6+5)*4*250*0,7							
Überschuß von 2,06 t Stallmist (7,56-5,5t Stallmist) steigert Humus und Bodenfruchtbarkeit								

¹⁾10 % des Getreides (Ausputz) und Kartoffeln werden verfüttert

²⁾Humus in Einheiten reproduzierbarer org. Substanz nach ASMUS (1992)

³⁾Y = (a*DFI+DLS) *b+DIF*c

a,b= Konstanten ; c = variabler Faktor zur Kalkulation von Lagerverlusten (0,7 bedeutet einen Verlust von 30%)

DFI = tägliche Futtermenge in kg ; DLS = tägliche Stroheinstreu in kg ; DIF = Anzahl Stalltage

Dauerversuch Therwil, Schweiz : Vergleich der Varianten "Biologisch-Dynamisch, Organisch und Konventionell" (Höchster Wert jedes Parameters als 100% dargestellt)(NIGGLI et al 1995)

Trockensubstanzerträge (1.+2.FFP)

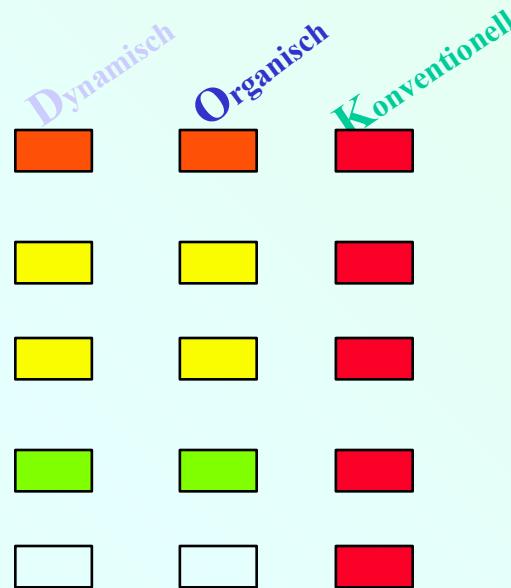
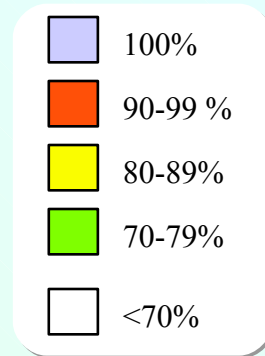
Klee gras

Winterweizen

Wintergerste

Weisskohl/Randen

Kartoffeln



Dauerversuch Therwil, Schweiz : Vergleich der Varianten "Biologisch-Dynamisch, Organisch und Konventionell" (Höchster Wert jedes Parameters als 100% dargestellt)(NIGGLI et al 1995)

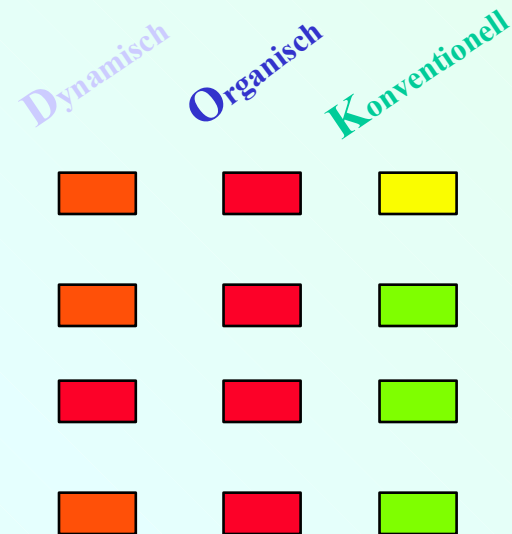
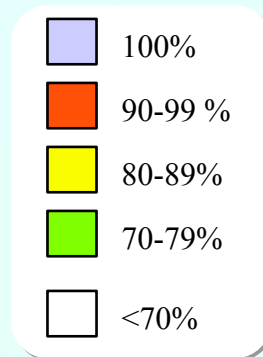
Effizienz (1.+2. FFP)

Stickstoff-Effizienz

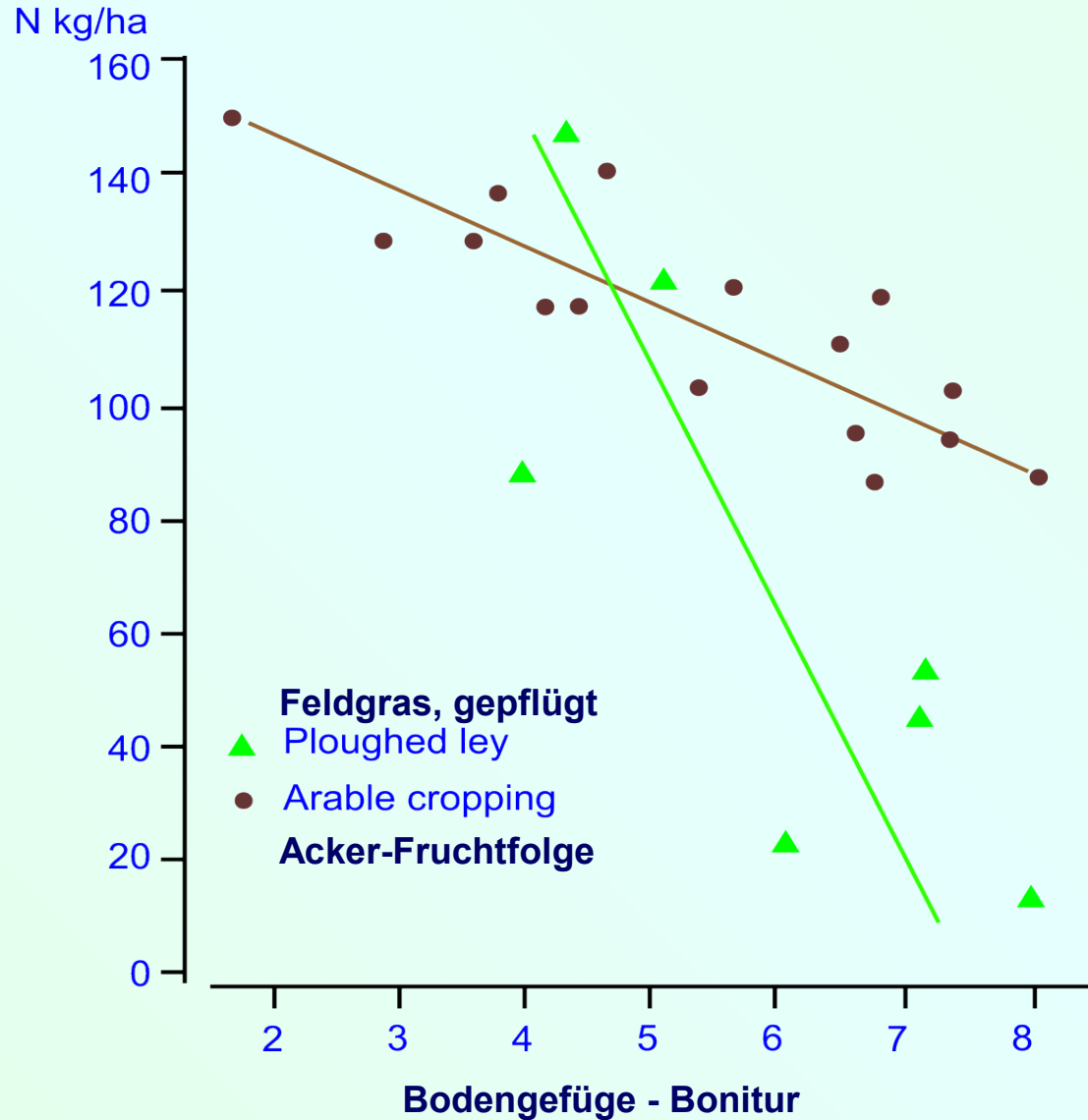
Kalium-Effizienz

Phosphor-Effizienz

Energie-Effizienz



Stickstoffdüngung für Kartoffel- Höchstertrag



Dauerversuch Therwil, Schweiz : Vergleich der Varianten "Biologisch-Dynamisch, Organisch und Konventionell" (Höchster Wert jedes Parameters als 100% dargestellt)(NIGGLI et al 1995)

Bodenchemie (1.+2. FFP)

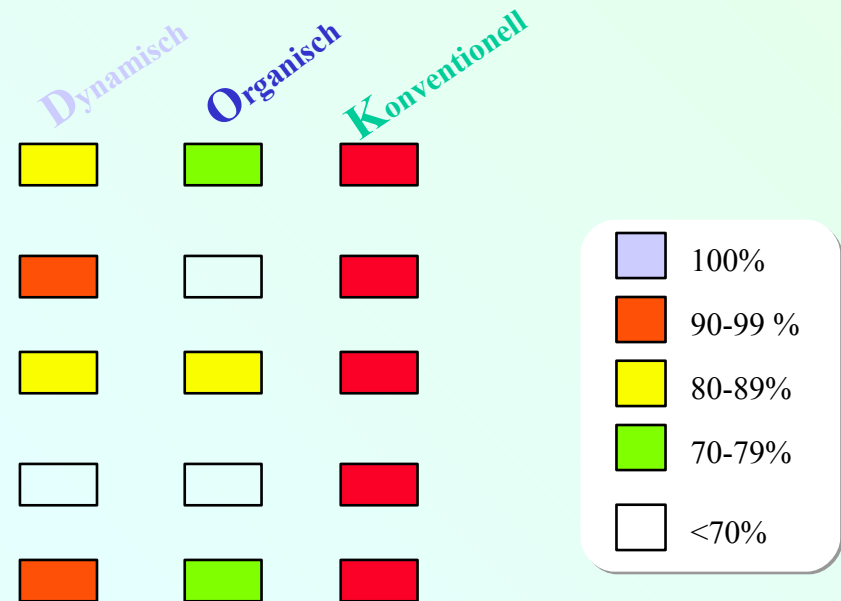
Leicht verfügbarer P (CO₂)

P-Reserve (DL)

P-Vorrat (Cit)

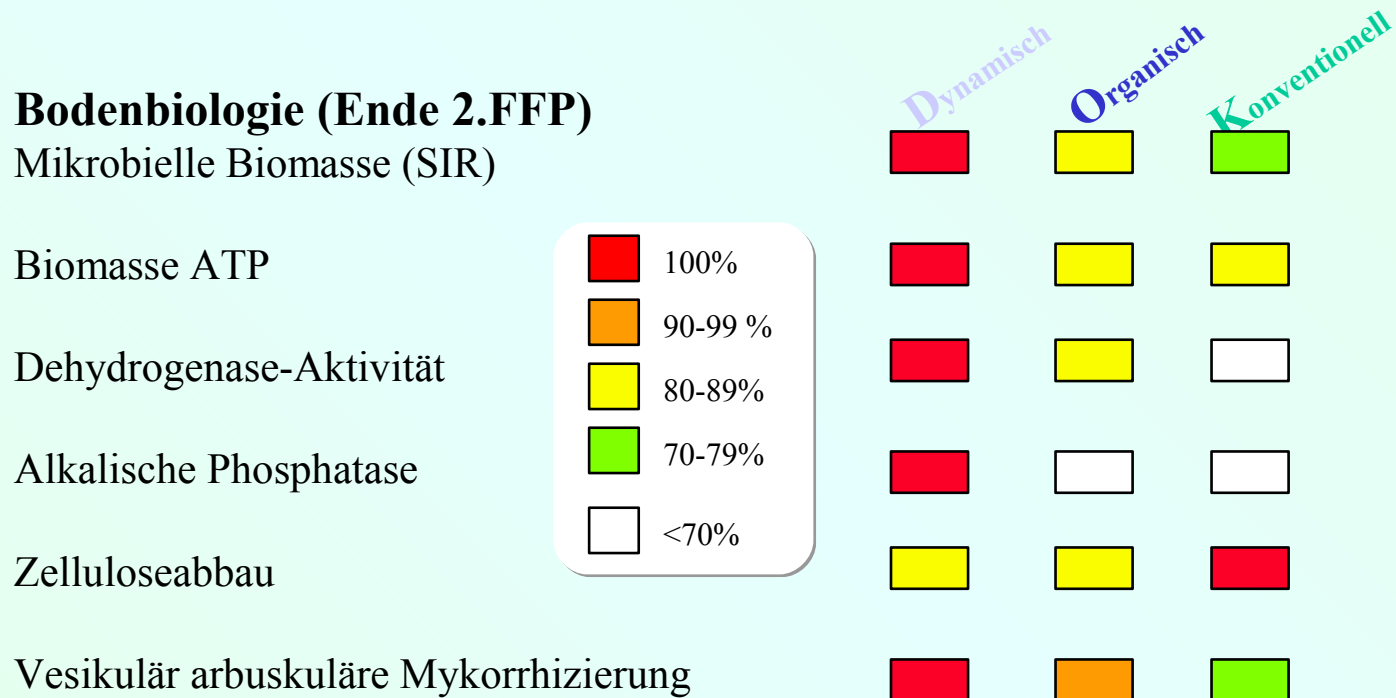
Leicht verfügbares K (CO₂)

Schwerer verfügbares K (DL)



Dauerversuch Therwil, Schweiz : Vergleich der Varianten "Biologisch-Dynamisch, Organisch und Konventionell"

(Höchster Wert jedes Parameters als 100% dargestellt) (NIGGLI et al 1995)



P-Verfügbarkeit

(³²P-Isotopenaustauschmethoden n. FARDEAU et al. 1991)

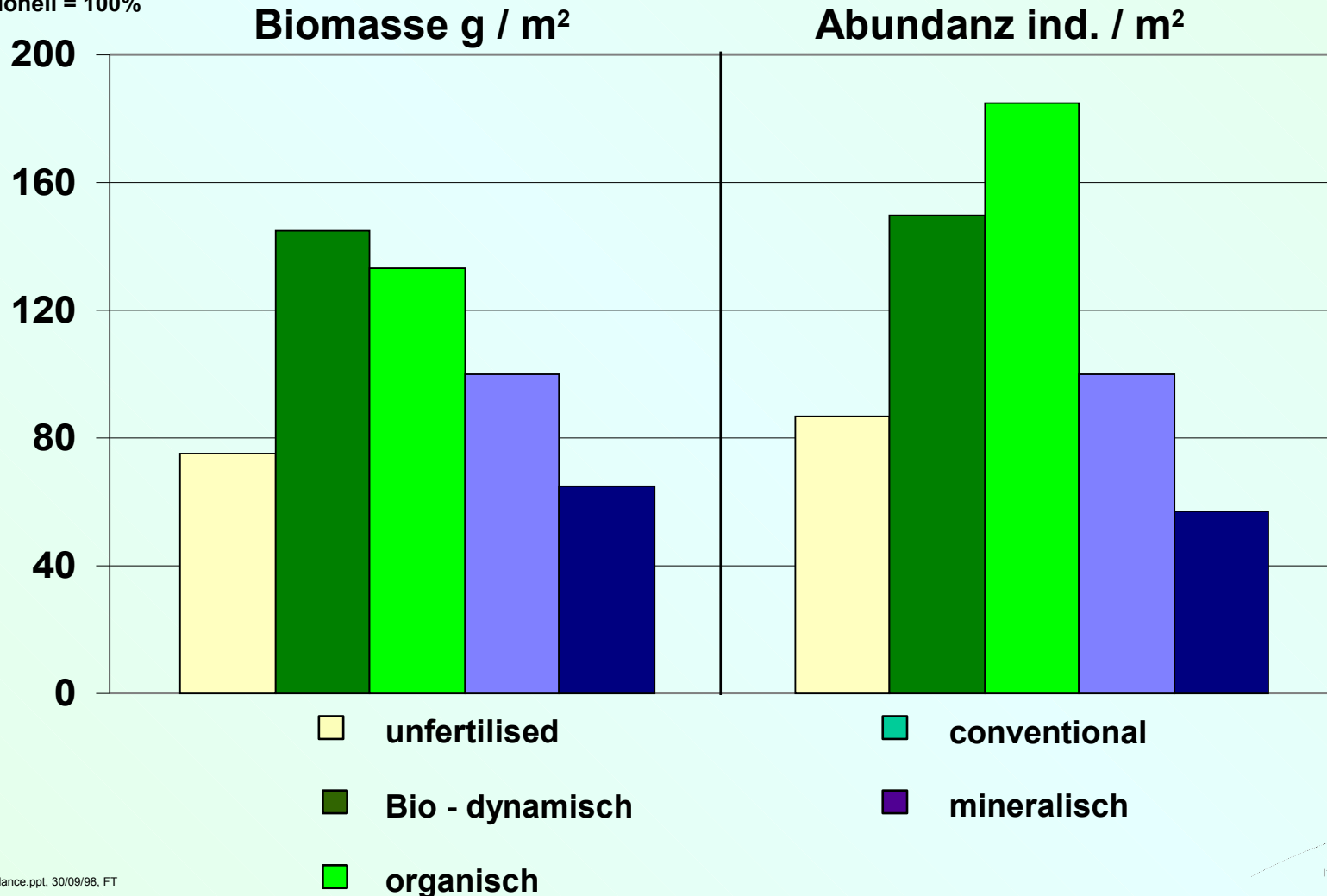
	Ungedüngt	Biologisch - Dynamisch	Organisch - Biologisch	Konventionell	Mineralisch
Konzentration (c_P) (mg * l ⁻¹)	0,1 a	0,35 b	0,37 b	0,63 c	0,36 b
nach 1 min austauschbarer P (E_{10}) (mg * kg ⁻¹)	2,5 a	8,3 b	7,2 b	10,5 c	7,0 b
mittlerer Phosphationenfluß zw. Bodenmatrix und -lösung (F_m) (mg * min ⁻¹ * kg ⁻¹)	7 a	51 b	18 a	23 a	21 a
mikrobiell gebundener P (P_{mik}) (mg * kg ⁻¹)	7,0	9,8	9,2	7,7	7,3
P-Fluß durch die mikrobielle Biomasse P_{mik} -Fluß (kg * ha ⁻¹ * a ⁻¹)	6,0	12,6	14,1	12,0	8,1

(DOK-Versuch, THERWIL, OBERSON et al. 1995)

Biomasse und Abundanz von Regenwürmern bei unterschiedlicher Bewirtschaftung (PFIFFNER et al. 1993, MÄDER et al. 1995)

Mittelwert von 3 Jahren (1990, 1991 nach Randen; 1992 nach Kartoffeln)

Relativ
Konventionell = 100%



Letztes Kapitel:

Dauer-Sprinter oder Meditant ?

Einfluß 10-jähriger Dauerbewirtschaftung auf C_t - und Biomasse-Gehalte des Bodens, Mineralisation und Assimilation von ^{14}C aus markiertem Weizenstroh (HAIDER 1992)

Bewirtschaftung	% C_t	Biomasse (mg C/100g)	% $^{14}CO_2$ - C Freisetzung	% ^{14}C _{assim.} in Biomasse	mg ^{14}C - Freisetzung / 100 mg Biomasse C
Organisch 18t*ha ⁻¹ Stallmist + P, K	1,3	51	46,4 a	9,6 c	34,5
Organisch / mineralisch 12t*ha ⁻¹ Stallmist + 40kgN + P,K	1,3	42	45,8 a	8,4 b	41,4
Integriert 124kg N*ha ⁻¹ + P, K	1,2	33	48,5 bc	8,4 b	55,0
Intensiv 180 kg N*ha ⁻¹ + P, K + Ernterückstände	1,1	33	49,6 c	6,8 a	57,3

Biomasse (CFE) und Basalatmung in biologisch-dynamisch, Konventionell und mineralisch gedüngten Böden (Rote Bete) (MÄDER et al. 1995)

(Probenahme: 15. / 16.8.1994; Mittelwerte mit Standardabweichung)

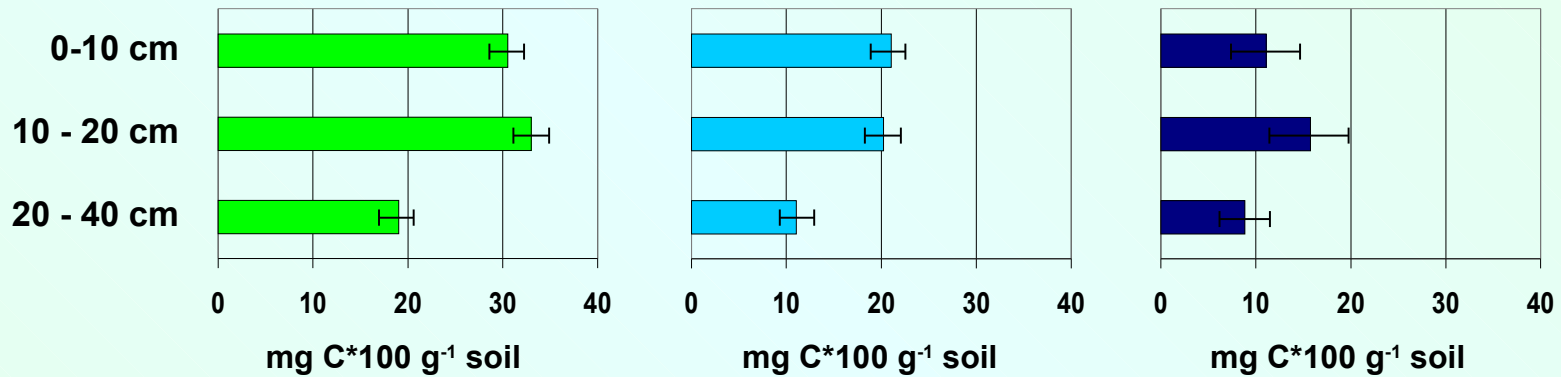
Bio-dynamisch

Konventionell

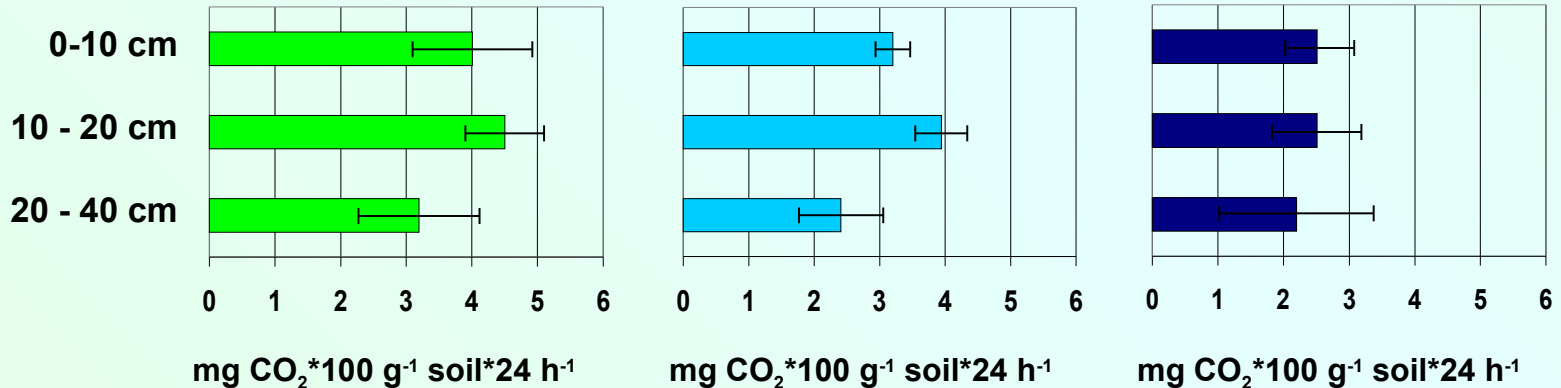
Mineralisch

Soil depth

Biomasse (CFE)



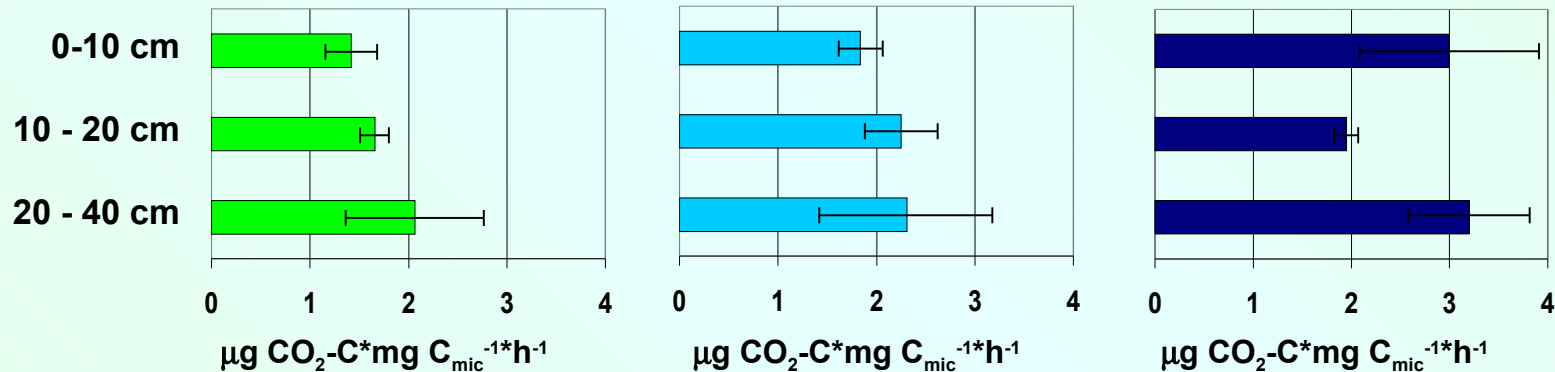
Basale Respiration



Metabolischer Quotient q_{CO_2} in biologisch-dynamisch, konventionell und mineralisch gedüngten Böden (Rote Bete) (MÄDER et al. 1995)

(Probenahme: 15. / 16.8.1994; Mittelwerte mit Standardabweichung)

Metabolischer Quotient



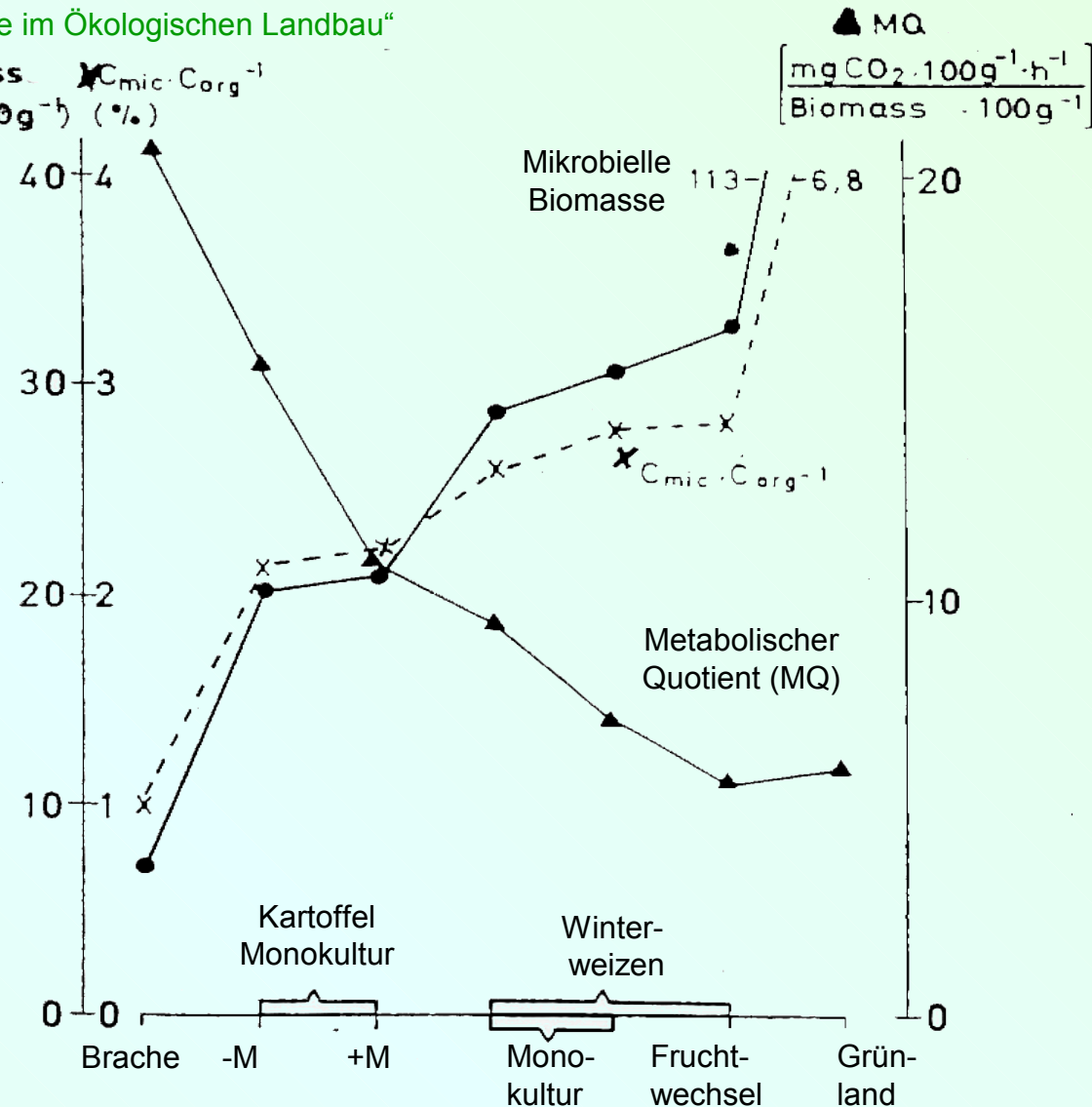
Biomass CFE.ppt, 30/09/98, FT

„Humuspflege im Ökologischen Landbau“

Effekt des Bodennutzungssystems auf den Gehalt und die relativen Änderungen der organischen Bodensubstanz years time und auf bodenmikrobiologische Parameter nach 35 Jahren: **Microbielle Biomasse**, Anteil **mikrobieller-Biomasse** am organischen C (C_{mic} / C_{org}), **Metabolischer Quotient** zur Beschreibung des C-Metabolismus der Microorganismen.

Dauerversuch Puch (Niederbayern), Lößboden

-M, +M: mit oder ohne Stallmist
 -Str, +Str: mit oder ohne Stroh
 GM: Gründüngung



	Brache	-M	+M	-Str	+Str	+GM	+Str
C (%)	0.75	1.15	1.25	1.45	1.49		1.61
Relative ±%)	-52	-21	-14	0	+3		+11

(BECK 1989)

TRENDS IN STRESSED¹⁾ ECOSYSTEM

Energie-Flüsse:

- **Erhöhte Bodenatmung**
- **Erhöhter Energieeinsatz**

Nährstoff-Flüsse:

- **Erhöhter Nährstoff- Durchsatz**
- **Erhöhter horizontaler Transport**
- **Erhöhter vertikaler Transport**
- **Erhöhte Verluste**

Struktur beteiligter Organismen:

- **Erhöhung des Anteils von Arten grösserer Anpassung**
- **Zunahme von Parasitismus und andere negativer Wechselwirkungen (verlangen höhere Schaderrregerbekämpfung)**
- **Abnahme größerer Arten mit längerer Lebensdauer (z.B.Regenwürmer)**

U.Köpke ¹⁾ Stress: disorganizing influence

(after ODUM 1985)

Statt eines RESÜMMEEES:

Homunculus:

Eh nun,
Du bleibst zu Hause, Wichtigstes zu tun.
Entfalte du die alten Pergamente,
Nach Vorschrift sammle Lebenselemente
Und füge sie mit Vorsicht eins ans andre.
Das Was bedenke, mehr bedenke Wie.
Indessen ich ein Stückchen Welt durchwandre,
Entdeck' ich wohl das Tüpfchen auf das i.
Dann ist der große Zweck erreicht;
Solch einen Lohn verdient ein solches Streben:
Gold, Ehre, Ruhm, gesundes langes Leben,
Und Wissenschaft und Tugend - auch vielleicht.
Leb wohl!

Vielen Dank !

Wagner:

Leb wohl! Das drückt das Herz mir nieder.
Ich fürchte schon, ich seh' dich niemals wieder.

Mephistopheles:

Nun zum Peneios frisch hinab!
Herr Vetter ist nicht zu verachten.
Am Ende hängen wir doch ab
Von Kreaturen, die wir machten.