



# **Humus**

## **Bedeutung - Bestimmung**

## **Bewertung - Bilanzierung**

**Prof. Dr. habil. Dr. h. c. Martin Körschens**  
**Goethestadt Bad Lauchstädt**

LIEBIG hat es vor mehr als 160 Jahren so formuliert:

**„Immer und zu allen Zeiten ist es der Boden mit seiner Fruchtbarkeit gewesen, der über Wohl und Wehe eines Volkes entschieden hat.“**

In der europäischen Bodencharta heißt es:

**„Der Boden ist eines der kostbarsten Güter der Menschheit. Er ermöglicht es, Pflanzen, Tieren und Menschen auf der Erdoberfläche zu leben“**

Stoffgeschichten

David R. Montgomery



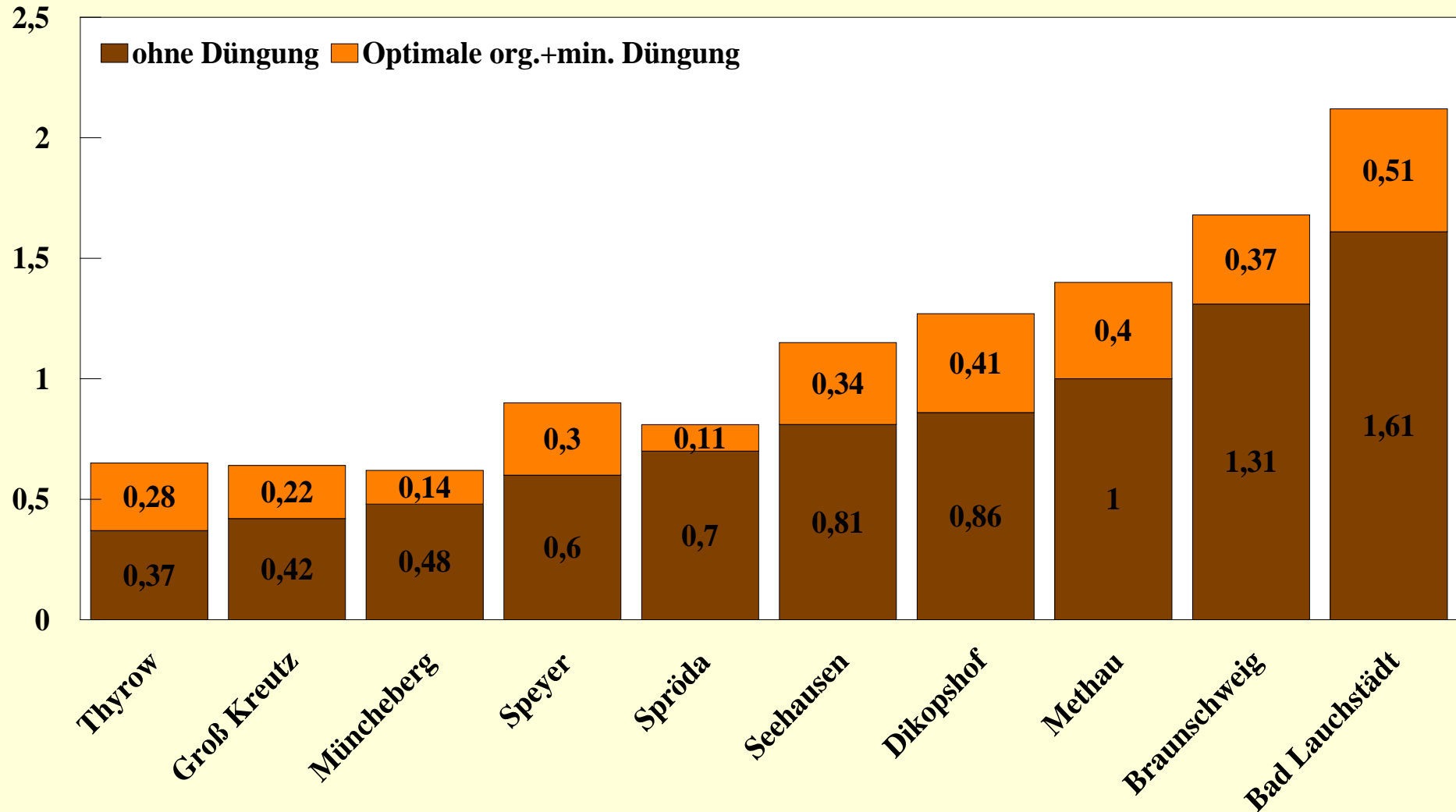
# dreck

Warum unsere Zivilisation den  
Boden unter den Füßen verliert

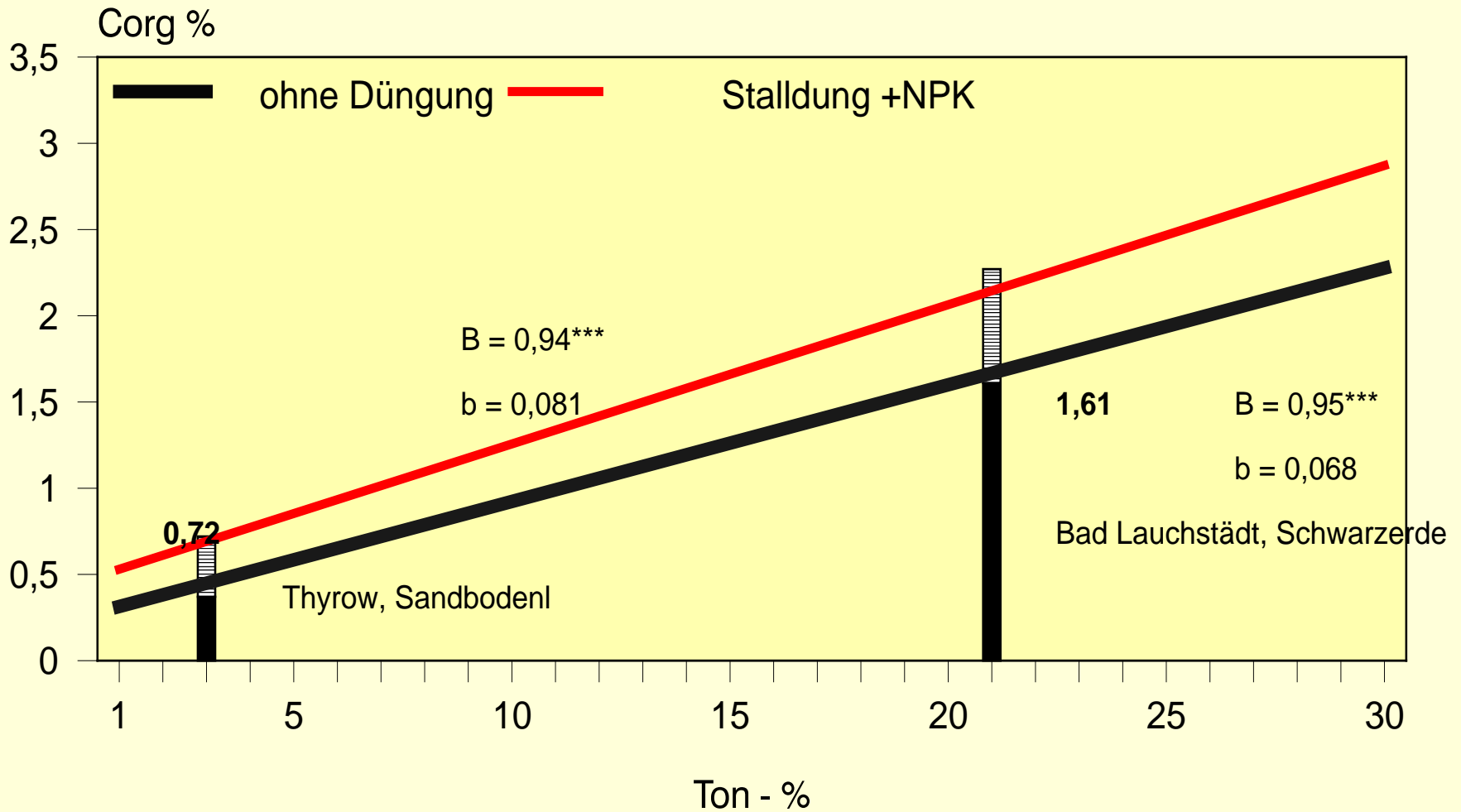
".....Wir müssen den Boden wieder respektieren lernen, müssen begreifen, dass er mehr ist als ein Faktor von vielen ....., nämlich das lebendige Fundament unseres materiellen Wohlstands.... eine Zivilisation überlebt nur dann, wenn wir Boden wie ein wertvolles Erbe behandeln, nicht als Ware- und ganz sicher nicht wie den letzten Dreck"

## **Was ist Humus?**

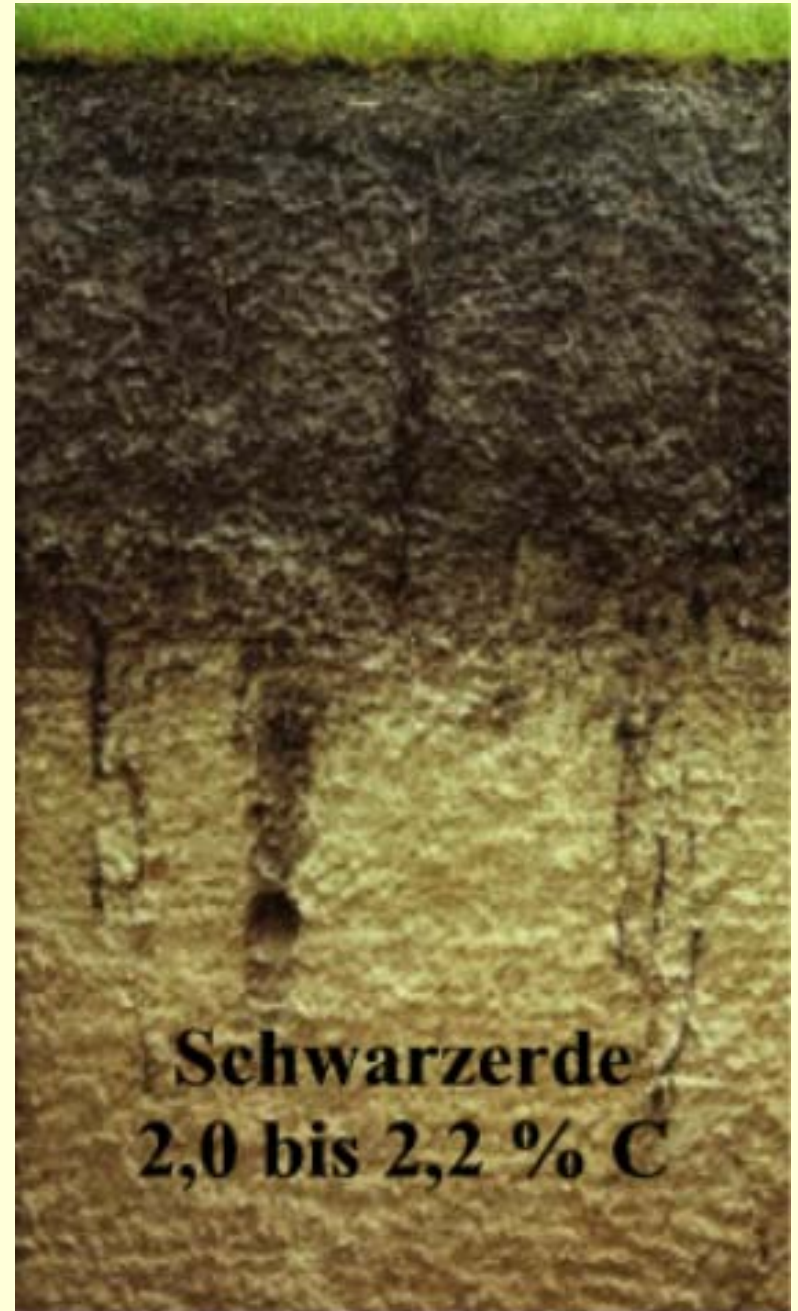
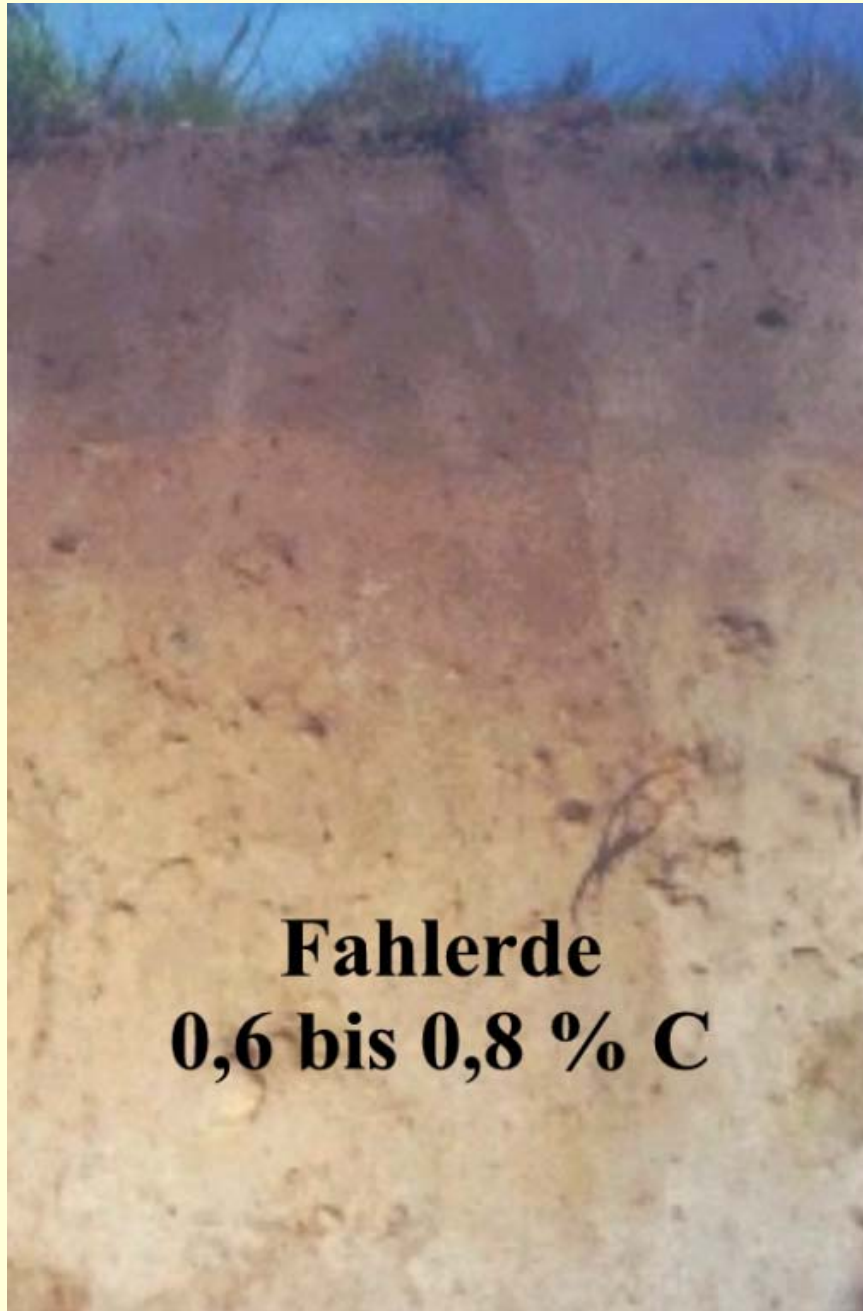
*„Unter organischer Bodensubstanz wird die im Boden integrierte lebende und abgestorbene organische Substanz verstanden, wobei erstere die bodenbürtigen (autochthonen) Kleinlebewesen, das Edaphon, und letztere den Humus darstellt.“*



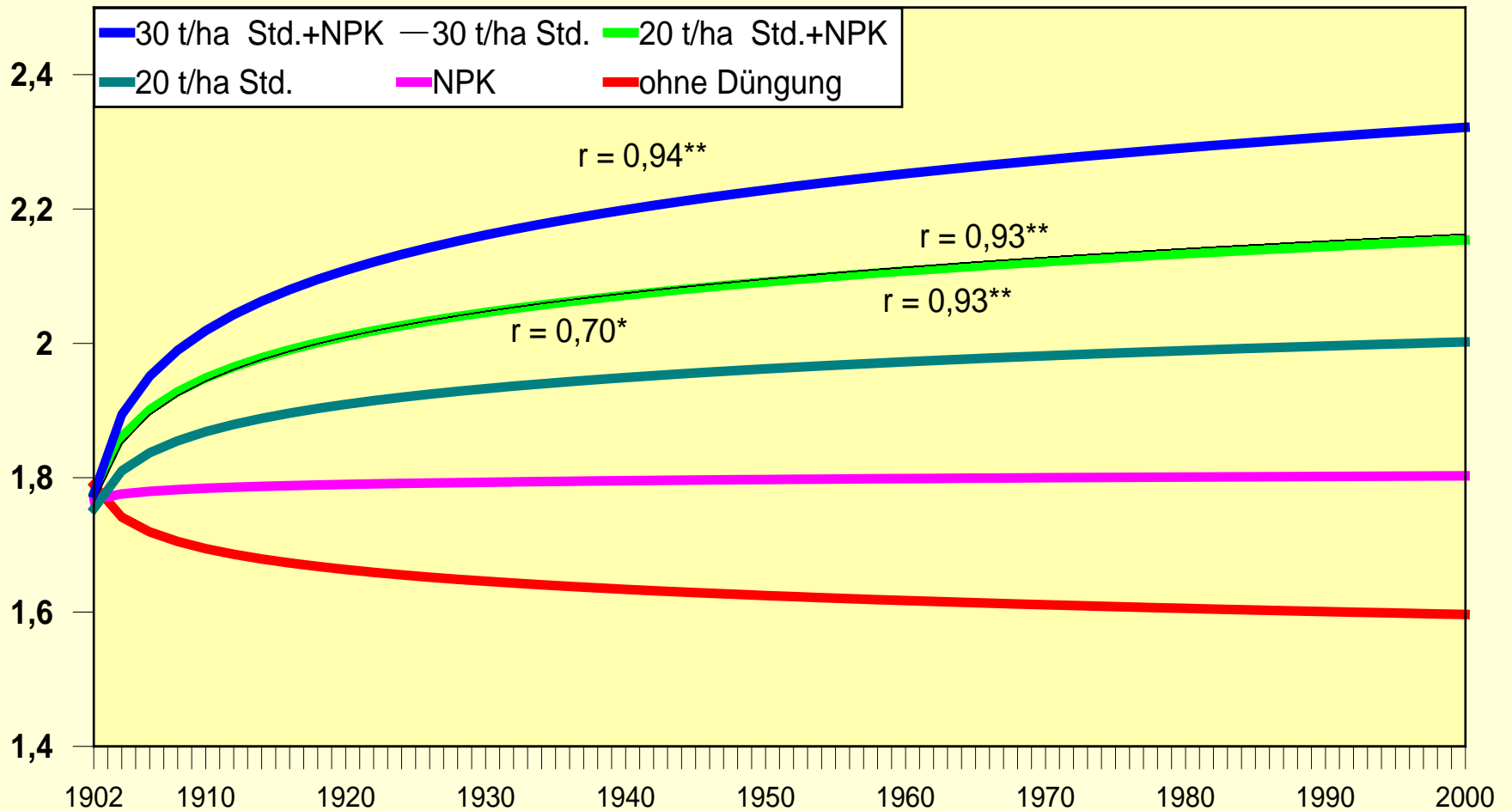
**Gehalt an organischem Kohlenstoff (0 - 30 cm) in Abhängigkeit von der Düngung in 10 Dauerdüngungsversuchen in Deutschland**



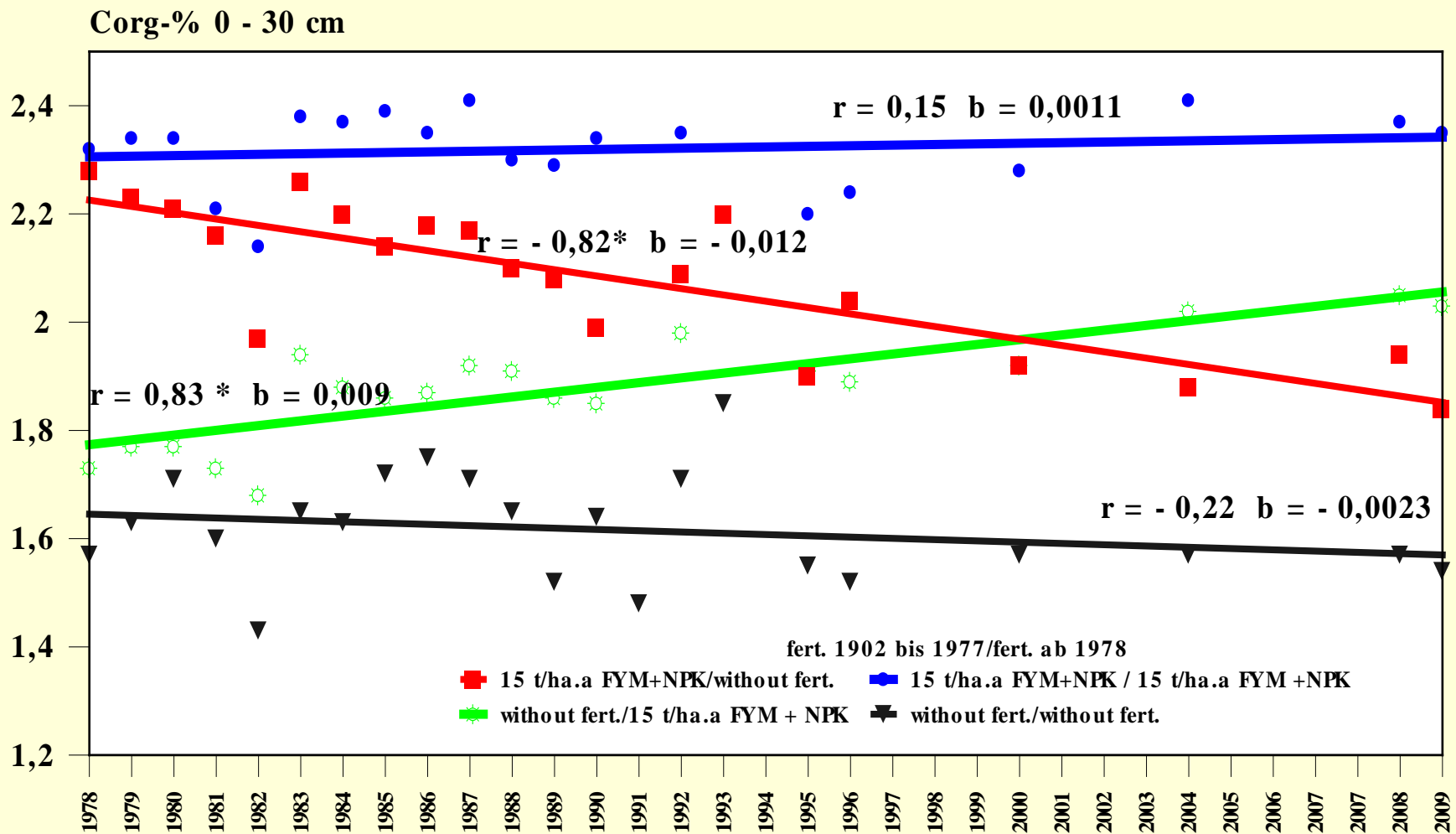
Lineare Regression zwischen dem Gehalt an organischem Kohlenstoff der Nullparzellen (als ein Kriterium für den inerten C), den mit Stalldung + NPK gedüngten Parzellen und dem Tongehalt in 21 Dauerfeldversuchen



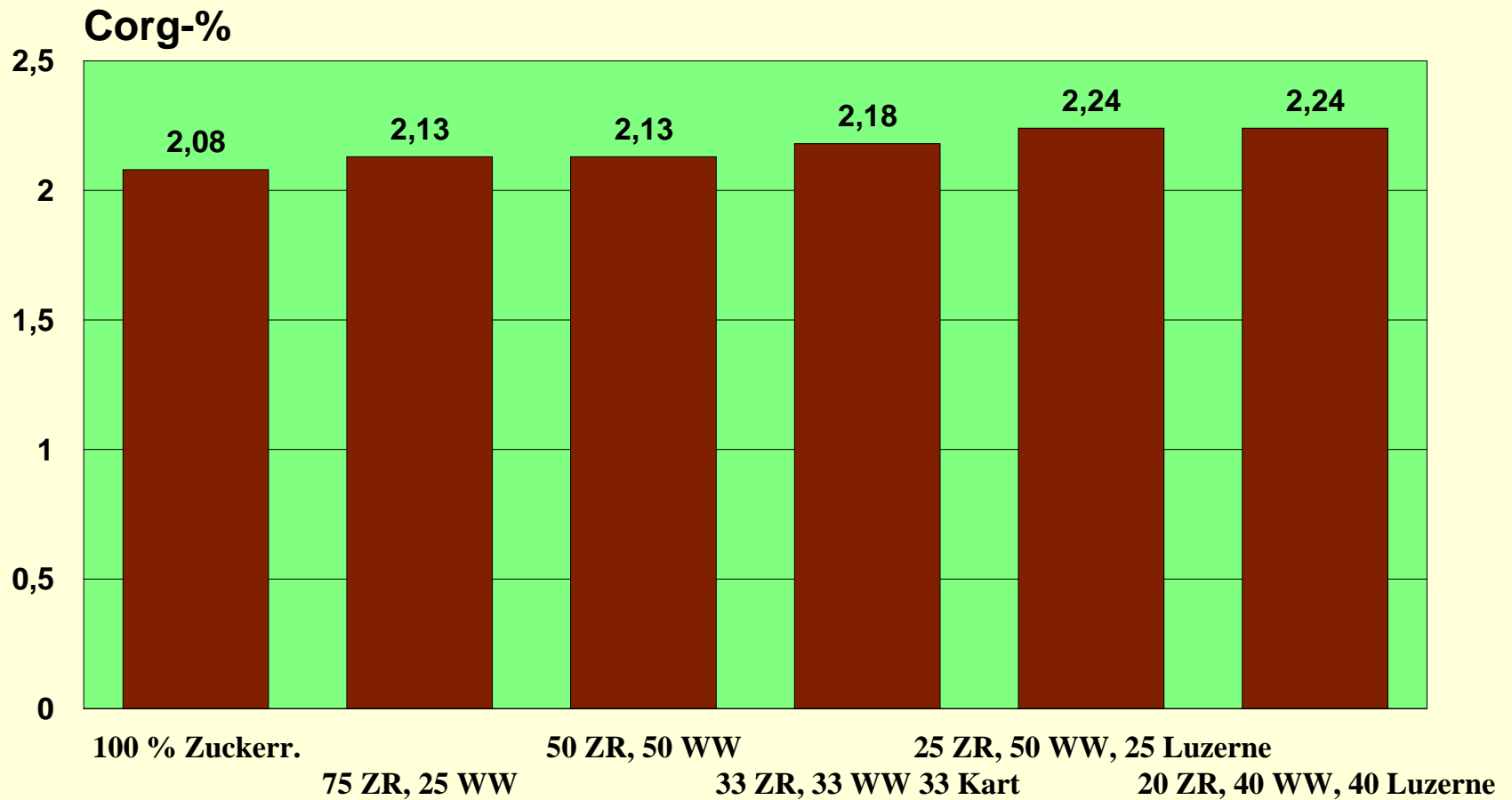
# Corg-% 0 - 30 cm



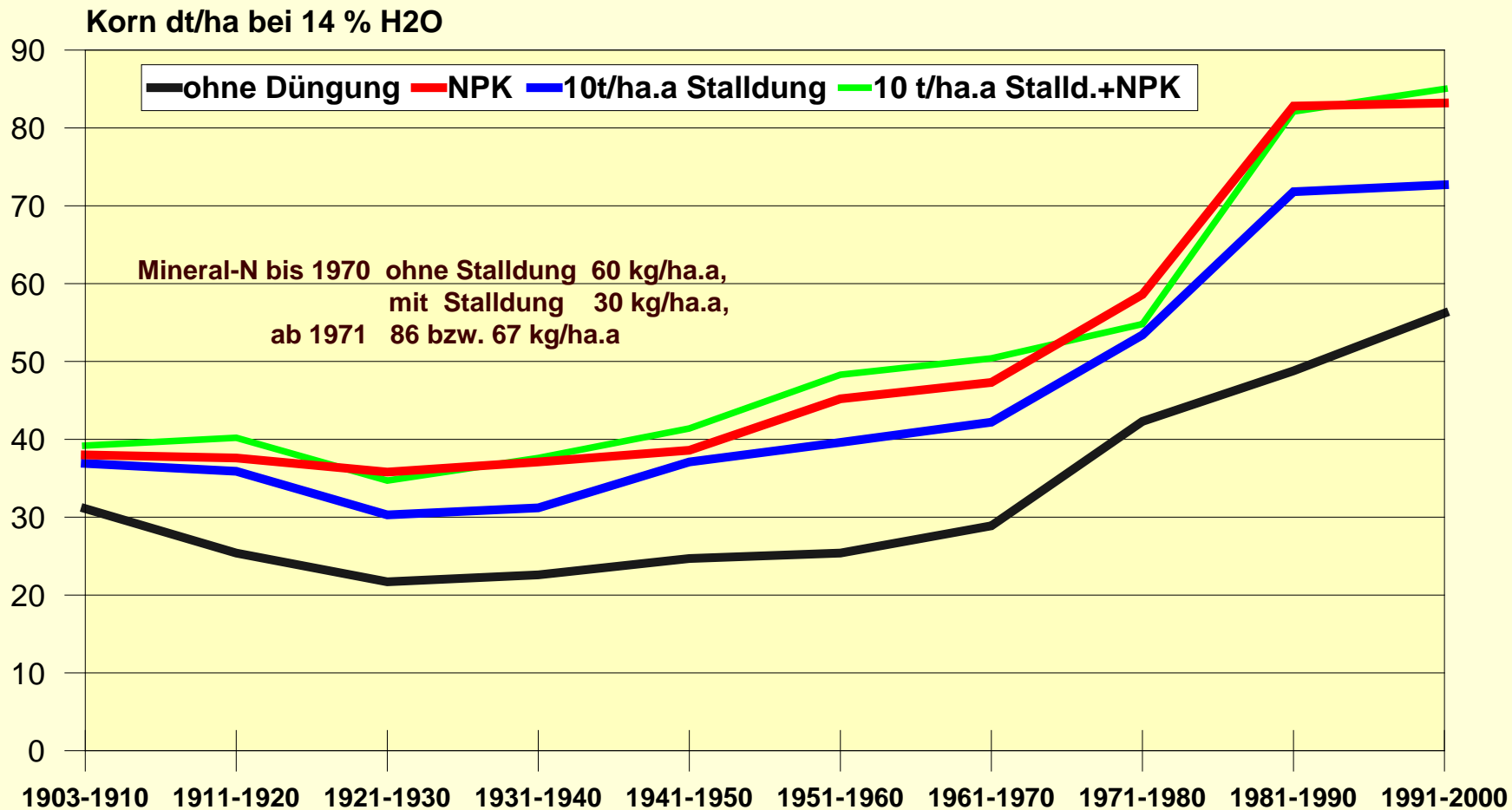
Dynamik des Kohlenstoffgehaltes in Abhängigkeit von der Düngung im Statischen Düngungsversuch Bad Lauchstädt



**Development of organic carbon content in the Static Fertilization Experiment Bad Lauchstädt after extension of experimental question 1978 (crop rotation: potatoes, w.-wheat, sugar beet, spring barley)**

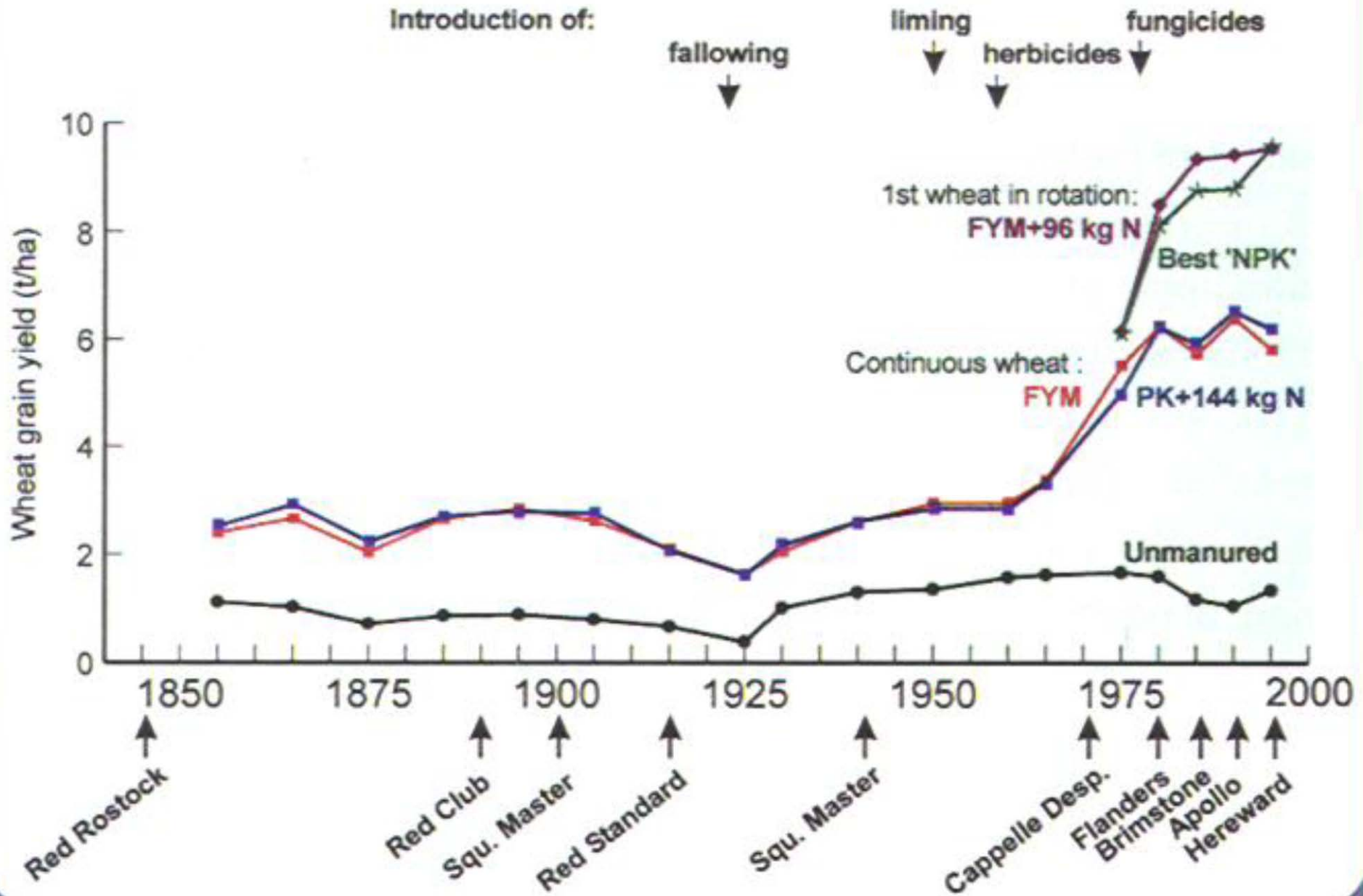


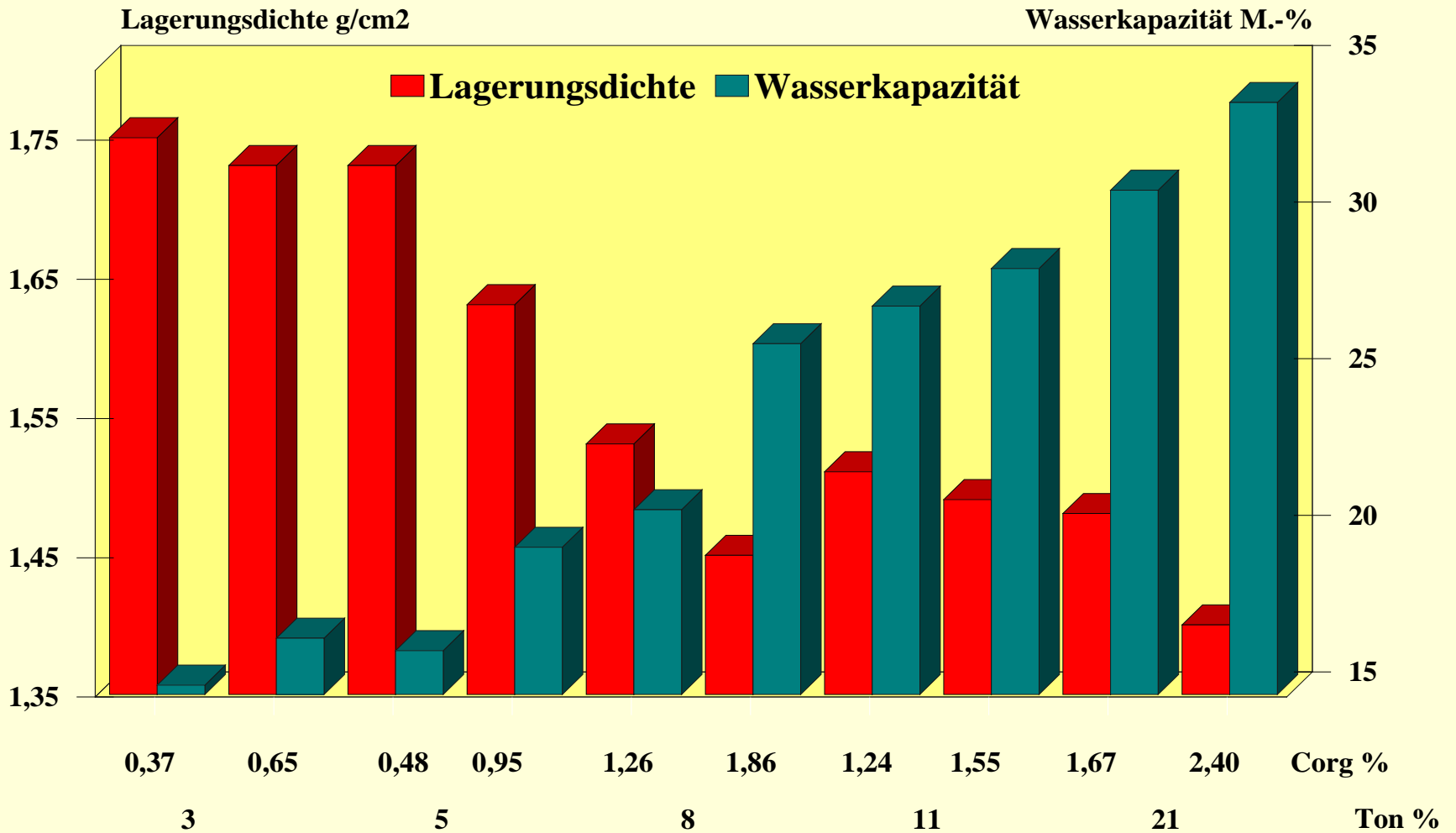
**Corg - Gehalt im Boden (0-30 cm) in Abhängigkeit von der Fruchtfolge auf Schwarzerde im Zuckerrübenkonzentrationsversuch in Etdorf nach 36 Versuchsjahren (Hofmann et al., 2008)**



**Entwicklung der Winterweizenerträge im Statischen Düngungsversuch Bad Lauchstädt in Abhängigkeit von der Düngung**

# Broadbalk yields, varieties and major changes





**Einfluß unterschiedlicher Corg-Gehalte auf Lagerungsdichte und Wasserkapazität in der Krume bei unterschiedlichem Tongehalt in ausgewählten Dauerversuchen**

Statement der Internationalen Arbeitsgemeinschaft für Bodenfruchtbarkeit in der IUSS:

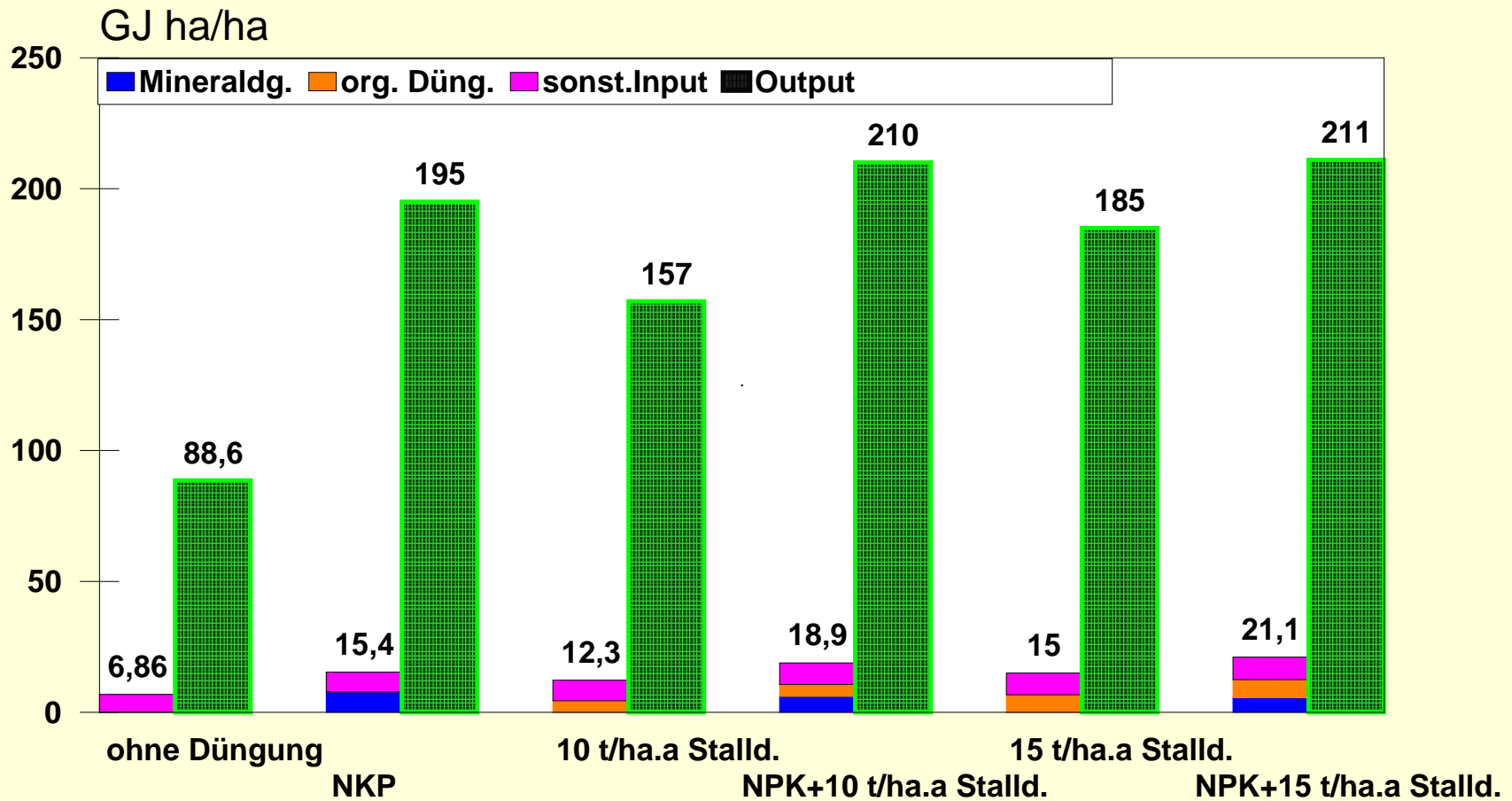
**„Die Zukunft kann nur im Konzept des Integrierten Landbaus liegen: Orientierung der Mineraldüngung auf das ökologisch und ökonomisch vertretbare Optimum und Einsatz von Pflanzenschutzmitteln nach dem Schadschwellenprinzip“** (12. März 2002)

Wolfgang Haber: In der Ökologischen Falle, (NATIONAL GEOGRAPHIC, Dez. 2009, S. 38):

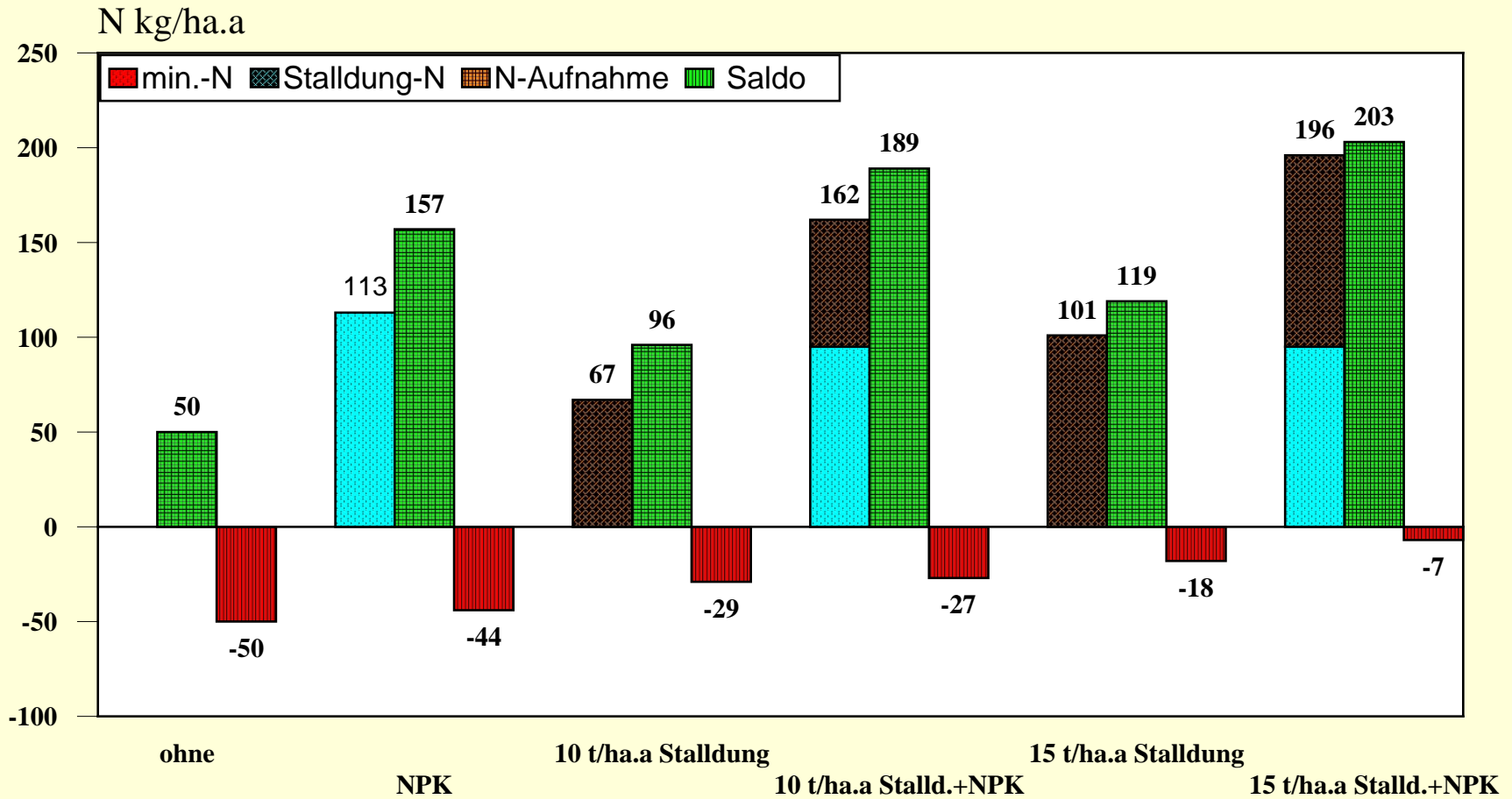
**„Erst wenn der Mensch genug zu essen hat, kann er sich um seine Umwelt kümmern. Für diesen Ansatz – größtmöglicher Ertrag bei bestmöglichem Schutz der Natur – steht seit Jahrzehnten das Konzept der integrierten Landwirtschaft.“**

Bert Brecht:

**„Erst kommt das Fressen, dann kommt die Moral“**



**Energiebilanzen der Hauptvarianten des Statischen Düngungsversuches Bad Lauchstädt im Durchschnitt der Fruchtarten Kartoffeln, Winterweizen, Zuckerrüben, Sommergerste im Zeitraum 1991 - 2000 (n. Rathke, Körschens, Diepenbrock, 2002)**

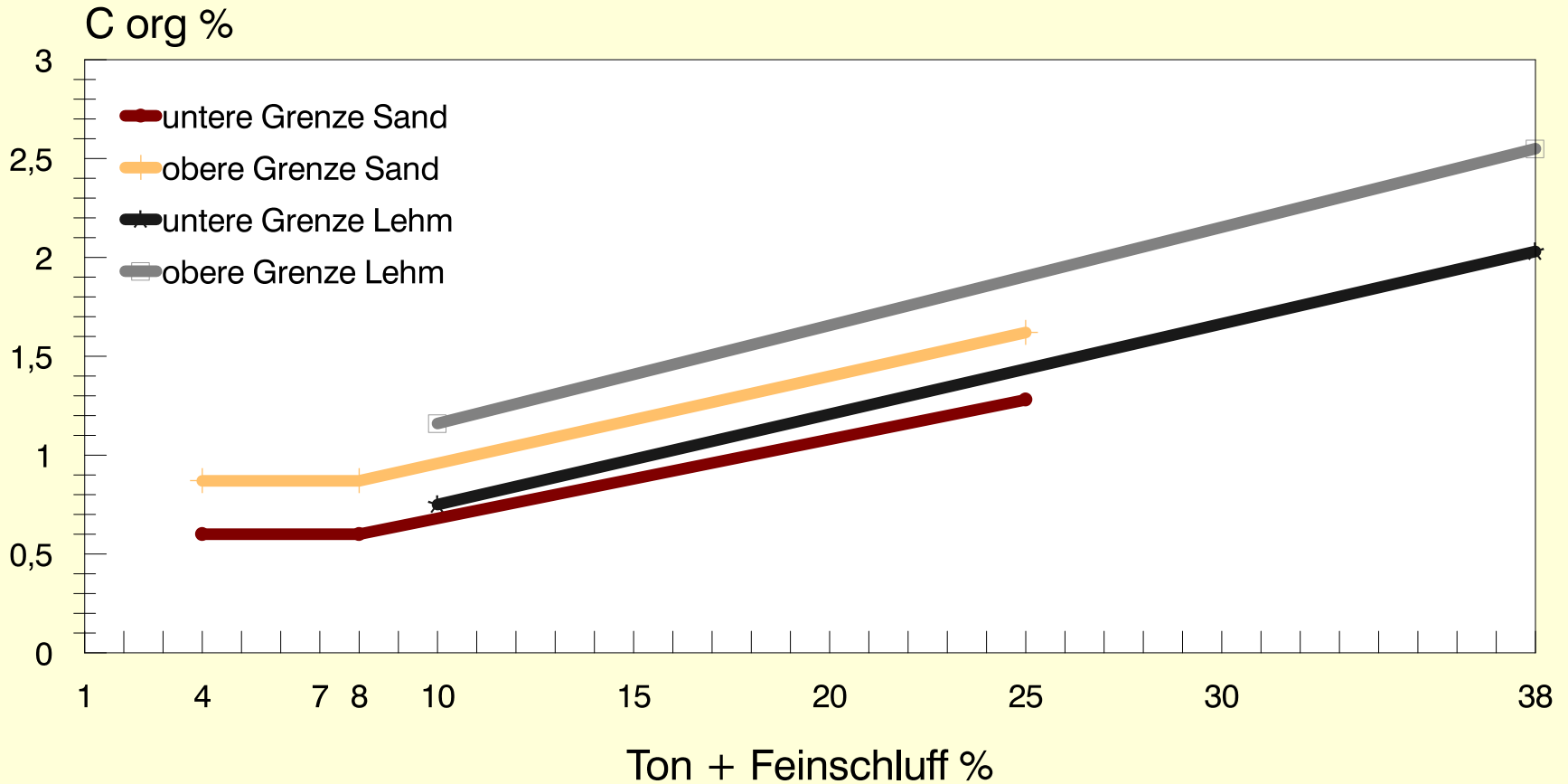


**Stickstoffbilanz für den Zeitraum 1991-2000 im Statischen Düngungsversuch Bad Lauchstädt im Durchschnitt aller Fruchtarten**

# **Wieviel Humus braucht unser Boden?**

## **Verlautbarungen der EU und verschiedener Bundesbehörden waren z. T. irreführend, manchmal völlig unsinnig, z. B.:**

- **„ Als Ziel wird hier die flächendeckende Einführung des ökologischen Landbaus bis 2010 vorgeschlagen.“**  
(Wuppertal-Institut, 1995)
- **„Eine 50 %ige Ertragssteigerung benötigt die 10-fache Menge an Pestiziden“**  
(Bundesamt für Naturschutz, 1999)
- **„Das im Staatssekretärs-Papier anvisierte Ziel - 20 % bis 2010 – (gemeint ist Öko-Landbau) ist ehrgeizig.“**  
(Konzept des Bundeskanzleramtes, 2001)
- **„Böden mit einem Gehalt an organischer Substanz von weniger als 3,6 % befinden sich Vorstadium der Wüstenbildung“**  
(Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 2002)
- **„Die obligatorische Ackerflächenstilllegung soll in erster Linie der Produktionssenkung und erst in zweiter Linie der Umweltentlastung dienen.“**  
(SRU-Umweltgutachten 2004!!)
- **„Grenzwerte für den Erhalt der organischen Substanz im Boden bei der Bodenumursuntersuchung“**  
(Direktzahlungen – Verpflichtungenverordnung, 2007)



Orientierungsbereiche für den Corg-Gehalt grundwasserferner Sand- und Lehmböden in Abhängigkeit von Ton- und Feinschluff (Körschens et. al., 1986)

In einer „Mitteilung der Kommission der europäischen Gemeinschaften an den Rat,  
das Europäische Parlament,  
den Wirtschafts- und Sozialausschuss  
sowie den Ausschuss der Regionen“  
zum Thema

„Hin zu einer spezifischen Bodenschutzstrategie“ (2003) wird geschrieben:

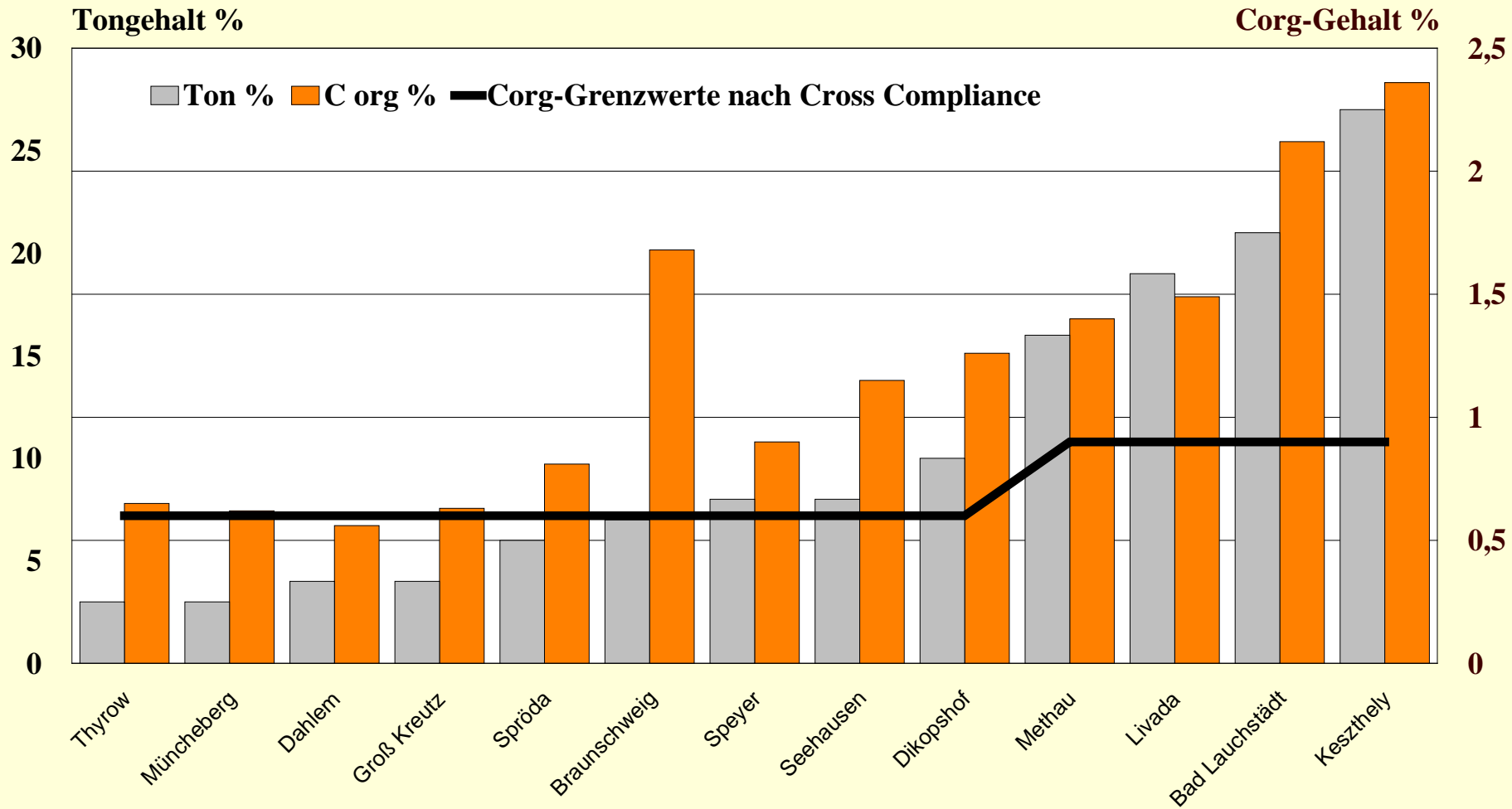
***„Nach Ansicht der Agrarwissenschaftler  
befinden sich Böden mit einem Gehalt  
an organischer Substanz von weniger als 3,6 %  
im Vorstadium der Wüstenbildung“***

# Grenzwerte für den Erhalt der organischen Substanz im Boden bei der Bodenumhumusuntersuchung (It. DirektzahlVerpflV)

Tongehalt im Boden <13% : Humusgehalt > 1,0 Prozent

Tongehalt im Boden >13% : Humusgehalt > 1,5 Prozent

**Diese Werte sind nicht begründet, ihre Anwendung ist irreführend !!!**



**Abb. 1: Beziehungen zwischen Tongehalt und optimalem C-Gehalt in 13 Dauerfeldversuchen im Vergleich zu den Grenzwerten nach Cross Compliance**

## **Standpunkt**

### **Humusbilanzierung**

**Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung  
von Ackerland.**

**Zuständige Fachgruppen:**

- I Bodenkunde, Pflanzenernährung und Düngung
- II Bodenuntersuchung
- X Bodenfruchtbarkeit und Agrarökologie

**Projektgruppe zur Erarbeitung des Standpunktes:**

**Leiter:** Prof. Dr. Dr. h.c. M. Körschens, Bad Lauchstädt  
**Mitglieder:** Dr. J. Rogasik, Braunschweig  
Dr. E. Schulz, Halle/S.

Dr. H. Böning, Bad Lauchstädt  
Prof. Dr. D. Eich, Bad Lauchstädt.  
Dr. R. Ellerbrock, Müncheberg  
Dr. U. Franko, Halle/S.  
Prof. Dr. K.-J. Hülsbergen, Freising  
Prof. Dr. D. Köppen, Rostock  
Dr. H. Kolbe, Leipzig  
Prof. Dr. G. Leithold, Giessen  
Prof. Dr. I. Merbach, Halle/S.  
Prof. Dr. Dr. h. c. H. Peschke, Berlin  
W. Prystav, Potsdam  
Dr. J. Reinhold, Kleinmachnow  
J. Zimmer, Güterfelde

**Unter Mitwirkung von:**

Dr. Th. Ebertseder, Freising  
Dr. R. Gutser, Freising  
Dr. J. Heyn, Kassel  
Prof. Dr. D. Sauerbeck, Braunschweig

**Bonn, den 30. April 2004**

# **Grundlagen der HUMUS - Bilanzierung**

Anbauspezifische **Veränderung** der **Humusvorräte** von Böden in Humusäquivalenten [kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> Humus-C]

<b>Hauptfruchtarten</b>	<b>Humus-C (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	
	Verlust (-) oder Gewinn (+)	
	untere Werte	obere Werte
Zucker- und Futterrübe, einschließlich Samenträger	<b>-760</b>	<b>-1300</b>
Kartoffeln und 1. Gruppe Gemüse / Gewürz- und Heilpflanzen <sup>*)</sup>	<b>-760</b>	<b>-1000</b>
Silomais, Körnermais und 2. Gruppe Gemüse / Gewürz / Heilpflanzen <sup>*)</sup>	<b>-560</b>	<b>-800</b>
Getreide einschließlich Öl- und Faserpflanzen, Sonnenblumen sowie 3. Gruppe Gemüse / Gewürz- u. Heilpflanzen <sup>*)</sup>	<b>-280</b>	<b>-400</b>
Körnerleguminosen	<b>160</b>	<b>240</b>

*Bedarfsfaktoren für Zucker- und Futterrüben, Getreide einschließlich Körnermais und Ölfrüchten ohne Koppel(Nebenernte)produkte; bei den restlichen Fruchtarten ist die Humusersatzleistung der Koppelprodukte in den Bedarfsfaktoren berücksichtigt.*

**Experimentell ermittelter und bilanzierter Humusbedarf für die Optimalvarianten von Dauerfeldversuchen mit kombinierter organischer und mineralischer Düngung – Ergebnisse aus der Serie der Internationalen Organischen Dauerdüngungsversuche  
(n. Beuke, 2006)**

<b>Standort</b>	<b>Anl. jahr</b>	<b>Anz. Jahre</b>	<b>Stalldungsbedarf t/ha.a</b>	
			<b>Experim. ermittelt</b>	<b>untere Bilanzwerte</b>
<b>Puch</b>	<b>1983</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>9</b>
<b>Berlin-Dahlem</b>	<b>1984</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
<b>Wien</b>	<b>1986</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
<b>Jable (Slo)</b>	<b>1992</b>	<b>10</b>	<b>&lt; 10</b>	<b>9</b>
<b>Rakican (Slo)</b>	<b>1992</b>	<b>10</b>	<b>&lt;10</b>	<b>9</b>
<b>Keszthely-Ung</b>	<b>1984</b>	<b>9</b>	<b>&lt;10</b>	<b>9,3</b>
<b>Dülmen</b>	<b>1984</b>	<b>11</b>	<b>&lt;10</b>	<b>9,3</b>
<b>Dikopshof</b>	<b>1904</b>		<b>12</b>	<b>7,4</b>

**Experimentell ermittelter und bilanzierter Humusbedarf für die Optimalvarianten von Dauerfeldversuchen mit kombinierter organischer und mineralischer Düngung – Ergebnisse aus der Serie der Internationalen Organischen Dauerdüngungsversuche  
(n. Beuke, 2006)**

<b>Standort</b>	<b>Anl. jahr</b>	<b>Anz. Jahre</b>	<b>Stalldungsbedarf t/ha.a</b>	
			<b>Experim. ermittelt</b>	<b>untere Bilanzwerte</b>
<b>Puch</b>	<b>1983</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>9</b>
<b>Berlin-Dahlem</b>	<b>1984</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
<b>Wien</b>	<b>1986</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
<b>Jable (Slo)</b>	<b>1992</b>	<b>10</b>	<b>&lt; 10</b>	<b>9</b>
<b>Rakican (Slo)</b>	<b>1992</b>	<b>10</b>	<b>&lt;10</b>	<b>9</b>
<b>Keszthely-Ung</b>	<b>1984</b>	<b>9</b>	<b>&lt;10</b>	<b>9,3</b>
<b>Dülmen</b>	<b>1984</b>	<b>11</b>	<b>&lt;10</b>	<b>9,3</b>
<b>Dikopshof</b>	<b>1904</b>		<b>12</b>	<b>7,4</b>

# Bewertung der Humussalden

Humussaldo		Bewertung
Humus-C kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	Gruppe	
< -200	A sehr niedrig	ungünstige Beeinflussung von Bodenfunktionen und Ertragsleistung
-200 bis -76	B niedrig	mittelfristig tolerierbar, besonders auf mit Humus angereicherten Böden
<b>-75 bis 100</b>	<b>C optimal</b>	<b>optimal hinsichtlich Ertragssicherheit bei geringem Verlustrisiko langfristig Einstellung standortangepasster Humusgehalte</b>
101 bis 300	D hoch	mittelfristig tolerierbar, besonders auf mit Humus verarmten Böden
> 300	E sehr hoch	Erhöhtes Risiko für Stickstoff-Verluste, niedrige N-Effizienz

Umrechnungsfaktoren: 1t ROS ~ ca. 200 kg Humus-C

1HE ~ ca. 580 kg Humus-C

**Gegenwärtig geht es darum,**

- **den weltweit zunehmenden Nahrungsmittelbedarf zu sichern,**
- **pflanzliche Biomasse zur Energiegewinnung zu nutzen um den Klimawandel abzuschwächen und**
- **die Bodenfruchtbarkeit durch eine ausreichende Zufuhr an organischer Substanz zu gewährleisten**

**Die drei genannten Aufgaben konkurrieren untereinander. Letztere setzt voraus, dass praktische Lösungen (Humusbilanzierungsmethoden bzw. Richtwerte für optimale Gehalte im Boden ) für eine ausreichende Versorgung der Böden mit organischer Substanz gefunden und der Praxis zur Verfügung gestellt werden können.**

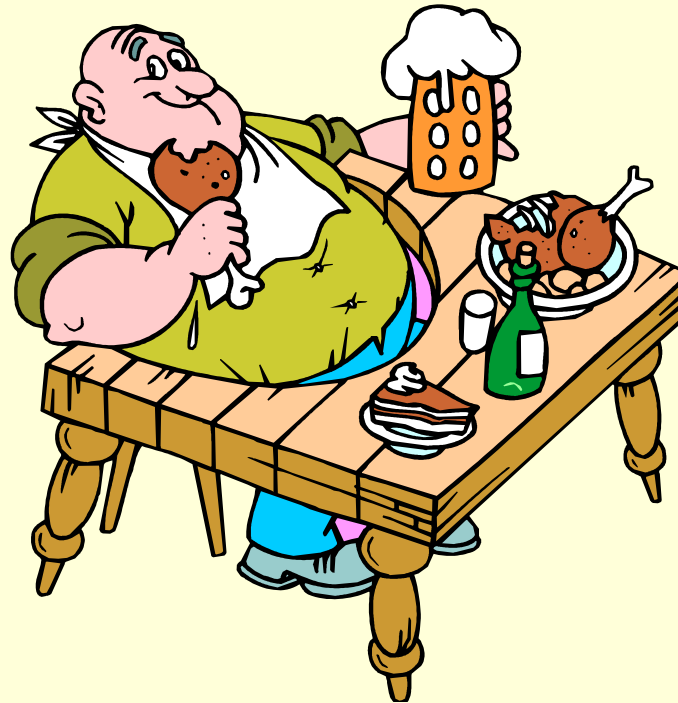
**HEIN (2005) betont unter Hinweis auf**

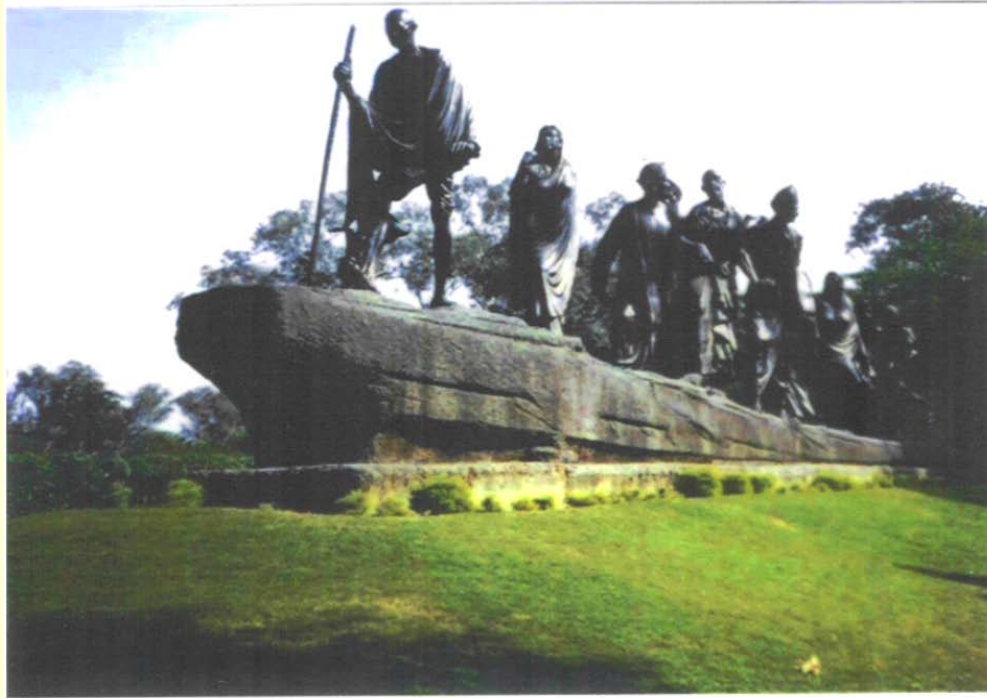
**SCHULTZ – LUPITZ, THAER, THÜNEN u. a. :**

**„... dass keiner der Akteure unserer erfolgreichen Landwirtschaft auf den Gedanken gekommen wäre, in einer den Ehrenkodex unserer Landwirte verletzenden Weise von ihnen gegen Bezahlung die Stilllegung eines Teiles ihrer Flächen zu fordern und das ausgerechnet zu Hochzeiten des Welthungers und der Weltenergiekrise. Das können nur berufsfremde Funktionsträger gewesen sein.....“**

**Wenn ein Landwirt seine Pflanzen so düngen und seine Tiere so füttern würde wie wir Menschen uns ernähren, so wäre er innerhalb weniger Monate pleite, weil**

- a) keine ausreichenden Erträge und Leistungen erzielt und**
- b) die Tierarztkosten unbezahlbar werden.**



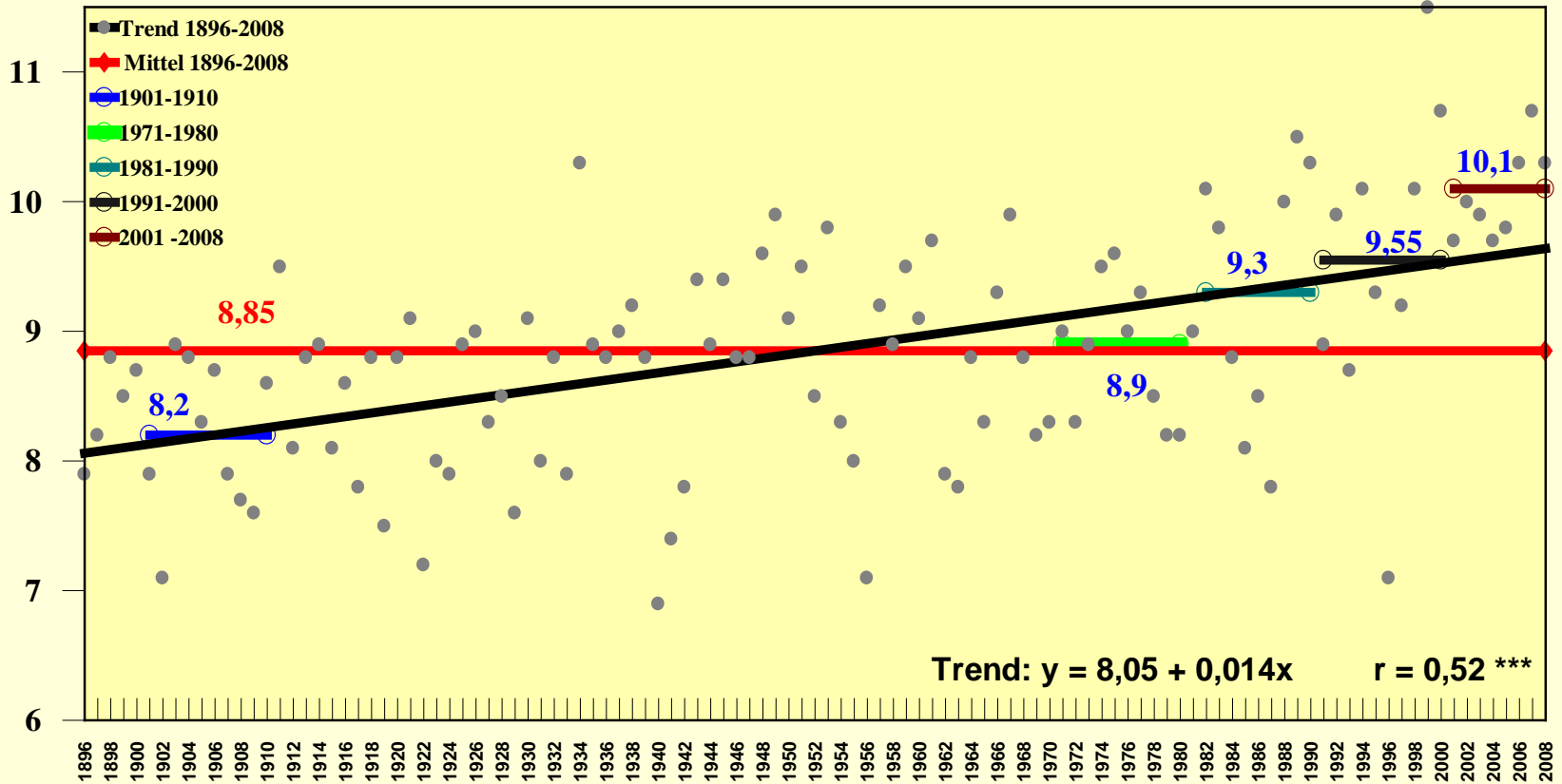


**Die Erde hat genug für jedermann,  
aber nicht für jedermanns Gier.**

(Mahatma GANDHI)

**Welche Bedeutung hat Humus  
für die Klimapolitik ?**

# Jahresdurchschnittstemperatur ° C



Entwicklung der Jahresdurchschnittstemperatur am Standort Bad Lauchstädt für den Zeitraum 1896 -2008

# Eindeutiger Beweis der globalen Erderwärmung



**18th  
Century**

**1900**

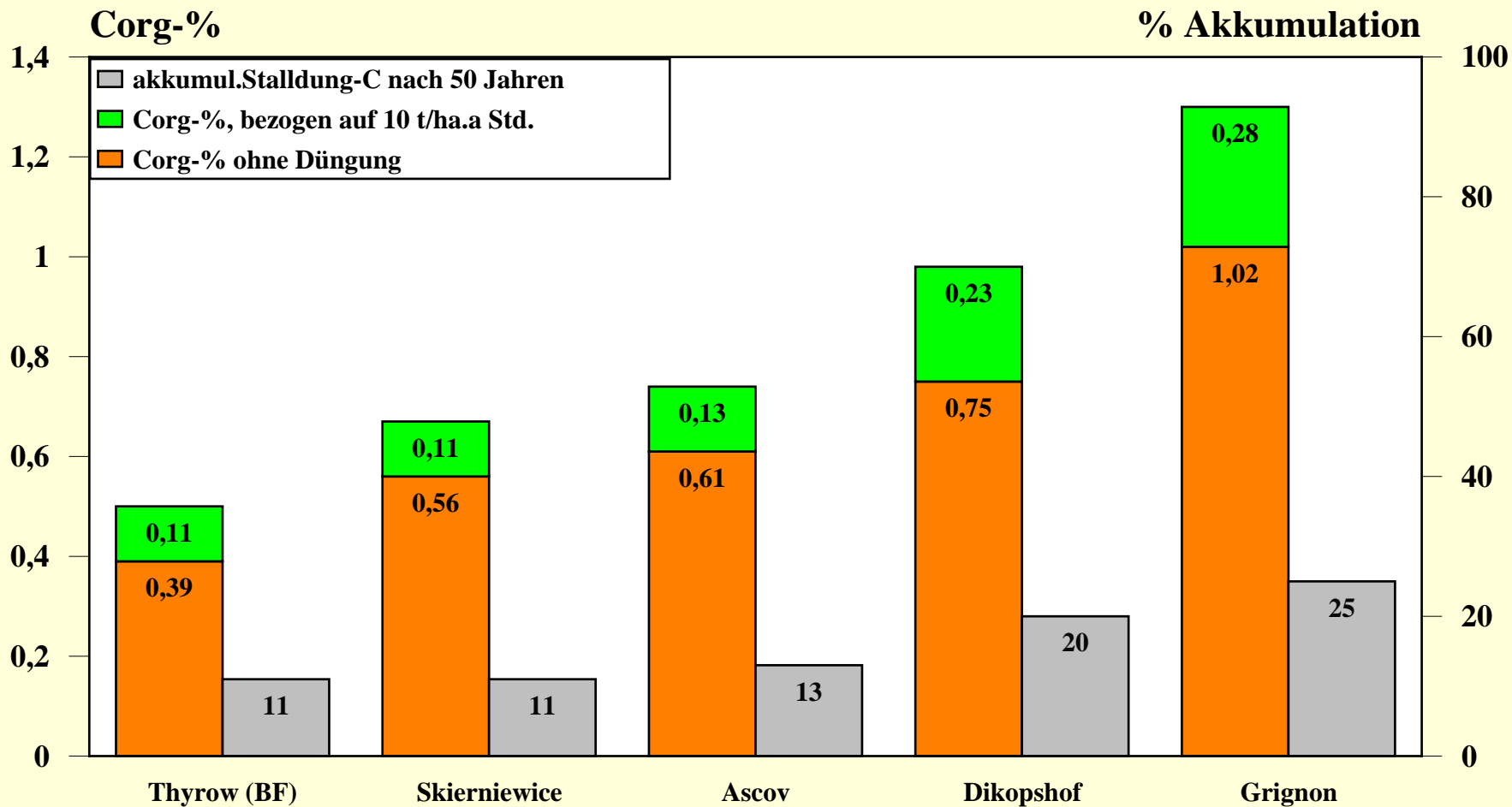
**1950**

**1970**

**1980**

**1990**

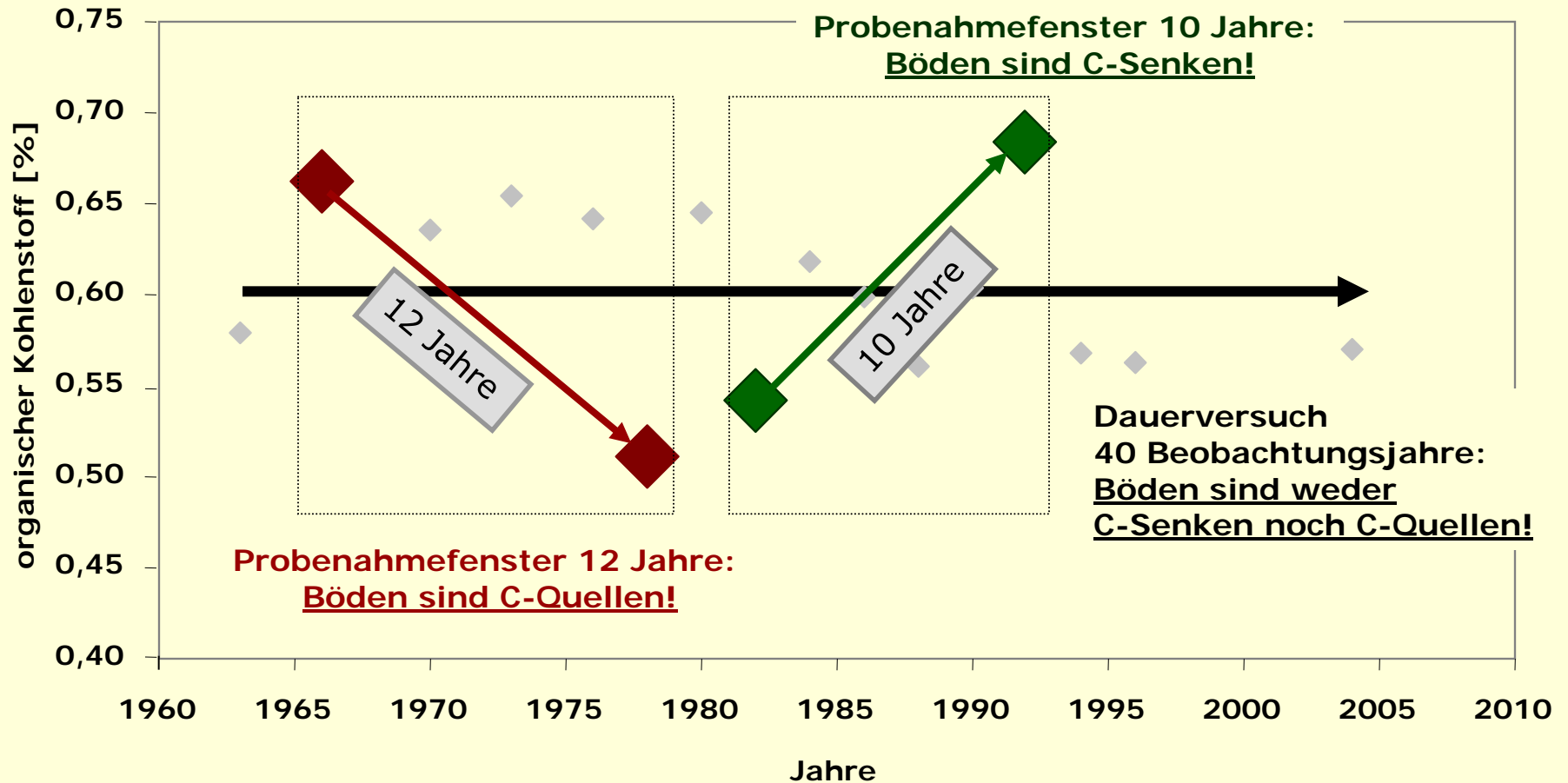
**2006**



**Einfluß von Stalldung auf den Corg-Gehalt und die prozentuale Akkumulation des applizierten Stalldung-C im Boden in 5 Dauerfeldversuchen, bezogen auf je 10 t/ha Stalldung jährlich.**

# Böden sind weder C-Senken noch C-Quellen!

(Rogasik, 2007)



## Zusammenfassung 1

- Alle Betrachtungen zur organischen Substanz des Bodens erfordern ihre Differenzierung in mindesten zwei Fraktionen, von denen die eine quasi „inert“ („Dauerhumus“), und die andere umsetzbar („Nährhumus“) ist. Absolute Gehalte sagen nichts über den Versorgungszustand des Bodens aus,.
- Veränderungen des  $C_{\text{org}}$ -Gehaltes im Boden verlaufen sehr langsam. Bis zum Erreichen eines neuen Fließgleichgewichtes können mehr als 50 Jahre vergehen.
- Bei Veränderungen des Bewirtschaftungssystems ist die Richtung der Veränderung des  $C_{\text{org}}$ -Gehaltes abhängig vom Ausgangsniveau. Gleiche Maßnahmen können bei einem niedrigen Ausgangsniveau eine Erhöhung, bei einem hohen Ausgangsniveau eine Verringerung bewirken.
- Der Optimalbereich für den umsetzbaren C ist eng begrenzt und liegt zwischen 0,2 und 0,6 %  $C_{\text{org}}$
- Die Produktion von pflanzlicher Biomasse ist die einzige praktikable Möglichkeit,  $\text{CO}_2$  aus der Atmosphäre zu binden.

## Zusammenfassung 2

- **Zwischen dem Gehalt des Bodens an organischem Kohlenstoff und bodenphysikalischen Eigenschaften bestehen nahezu funktionale Beziehungen.**
- **Über den standort- und bewirtschaftungsbedingten Optimalwert erhöhte Humusgehalte können zu Umweltbelastungen führen.**
- **Eine Einschätzung oder Bewertung des Versorgungszustandes des Bodens mit organischer Substanz auf der Grundlage von Kohlenstoffuntersuchungen ist praktisch nicht möglich, da die jährlichen Veränderungen der  $C_{\text{org}}$ -Mengen im Boden, auch bei extremer Änderung der Bewirtschaftung, weniger als 0,01 % ausmachen (entsprechend etwa 500 kg/ha) und damit weit innerhalb der Fehlergrenzen von 0,1 % C liegen. -**
- **Gegenwärtig kann nur mit der Humusbilanzierungsmethode die Versorgung des Ackers mit organischer Substanz ausreichend sicher eingeschätzt werden.**
- **Eine Reduzierung der  $\text{CO}_2$  –Konzentration der Atmosphäre durch Kohlenstoffakkumulation im Boden ist für Ackerland praktisch nicht relevant.**



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**