

Wirkung mineralischer und organischer Düngung auf die C-Dynamik im Boden

Martin Körschens
Goethestadt Bad Lauchstädt

Schwarzerde - Boden des Jahres 2005



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“

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.“

Die Begriffe "**Organische Bodensubstanz**" und "**Humus**" werden heute im allgemeinen Sprachgebrauch synonym verwendet

Definition

1. Zur organischen Substanz der Böden gehören alle in und auf dem Mineralboden befindlichen abgestorbenen pflanzlichen und tierischen Stoffe und deren organische Umwandlungsprodukte

Scheffer/Schachtschabel, 2002

Welchen Einfluss hat der Humus auf Bodeneigenschaften und Ertrag ?

Mit einer Erhöhung des C_{org} -Gehaltes um 0,1 %

erhöhen sich

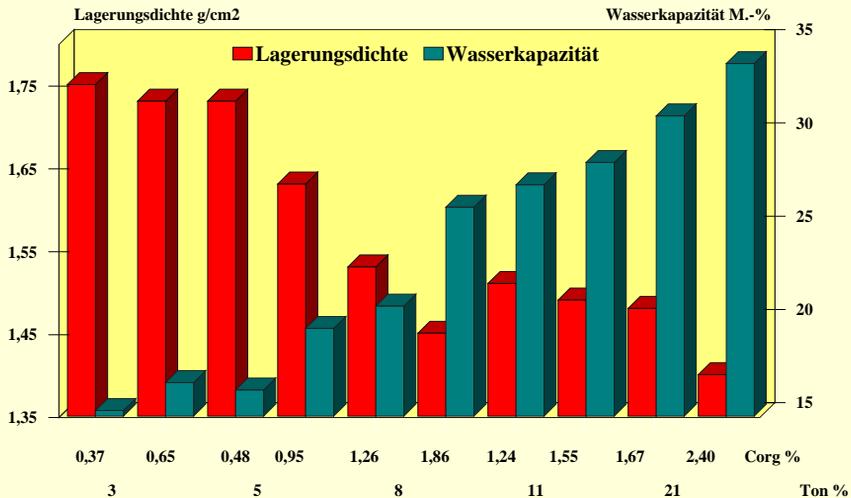
die Hygroskopizität um **0,06 bis 0,08** Masse-%

die Wasserkapazität um **0,4 bis 0,6** Masse-%

gleichzeitig verringern sich

die Trockensubstanzdichte um **0,004 bis 0,005** g/cm³

die Lagerungsdichte um **0,006 bis 0,008** g/cm³

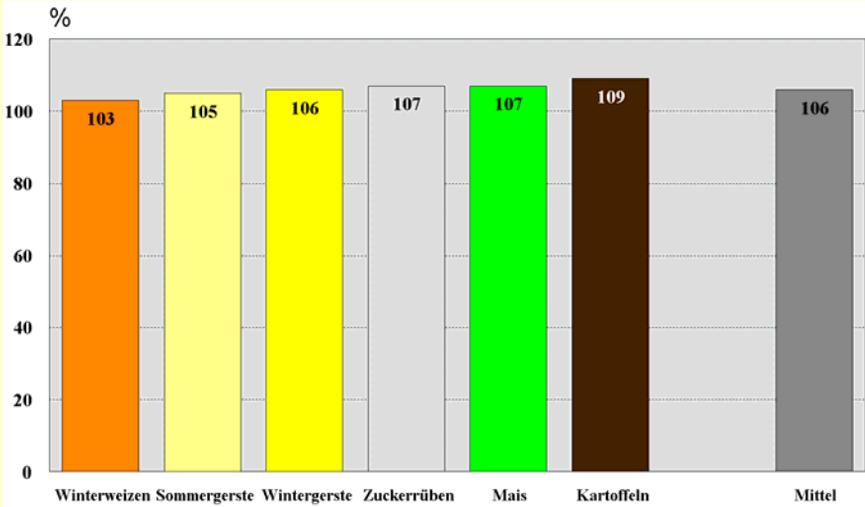


Einfluß unterschiedlicher Corg-Gehalte auf Lagerungsdichte und Wasserkapazität in der Krume bei unterschiedlichem Tongehalt in ausgewählten Dauerversuchen

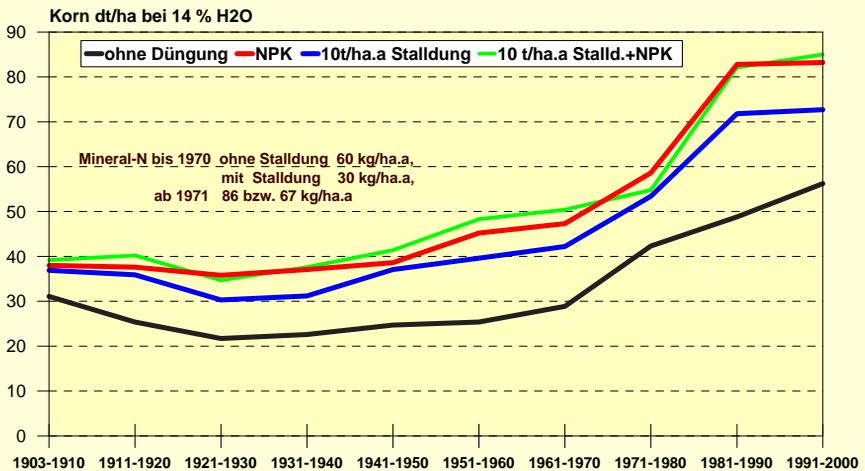
Relativverträge der optimalen Mineraldüngung (= 100) im Vergleich zur optimalen Kombination organischer + mineralischer Düngung 6 in ausgewählten Dauerfeldversuchen der IOSDV- Serie.
(78 Dauerfeldversuchsjahre, 256 Vergleiche, n. Körschens, 2002)

Versuchsort	Zeitraum	Z.-Rüben	W.-Weizen	S.-Gerste	W.-Gerste	Kart.	Mais
Bad Lauchstädt ¹⁾	1978-1999	104	102	104	-	108	-
Berlin-Dahlem ²⁾	1986-1999	-	106	108	-	114	-
Rauischholzhausen ³⁾	1991-1997	103	105	-	100	-	-
Speyer ⁴⁾	1984-1999	102	102	-	101	-	-
Jabel/Slovenien ⁵⁾	1993-1999	-	98	-	100	-	97
Keszthely/Ungarn ⁶⁾	1984-1995	-	110	-	97	-	101
Mittel		102	104	106	100	111	99

¹⁾Pfefferkorn u. Körschens, 2000; ²⁾Köhn, et al., 2000; ³⁾Behle-Schalk u. Honermeier, 2000; ⁴⁾Bischoff, 2000; ⁵⁾Tajnssek, 2000; ⁶⁾Hoffmann et al., 1997)

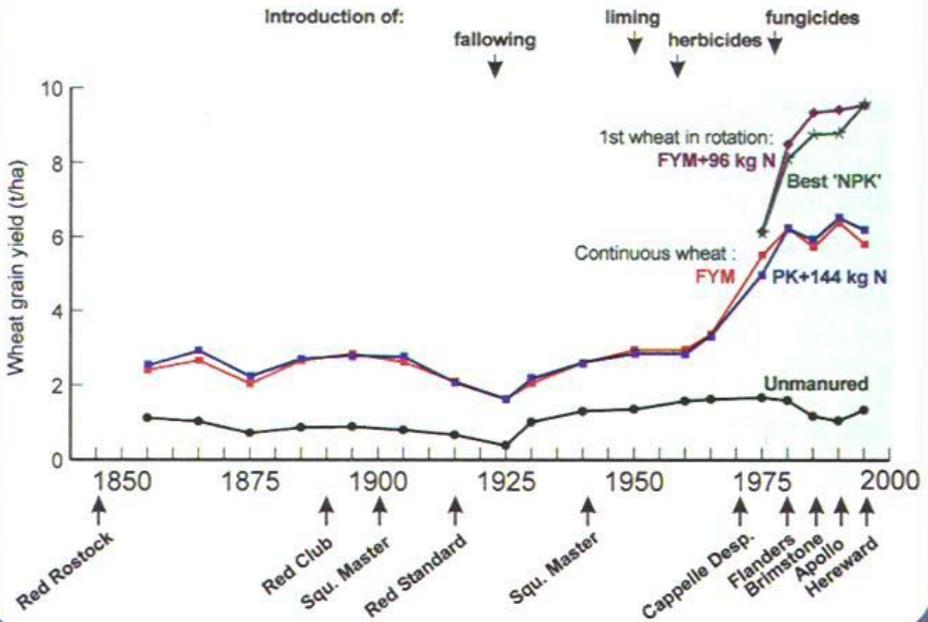


Vergleich der Erträge bei ausschließlicher Mineraldüngung (= 100) mit der kombinierten organisch-mineralischen Düngung - Ergebnisse von 350 Dauerfeldversuchsjahren und 15 Versuchen, vorwiegend aus dem 21. Jahrhundert (n. Körschens et al., 2012)



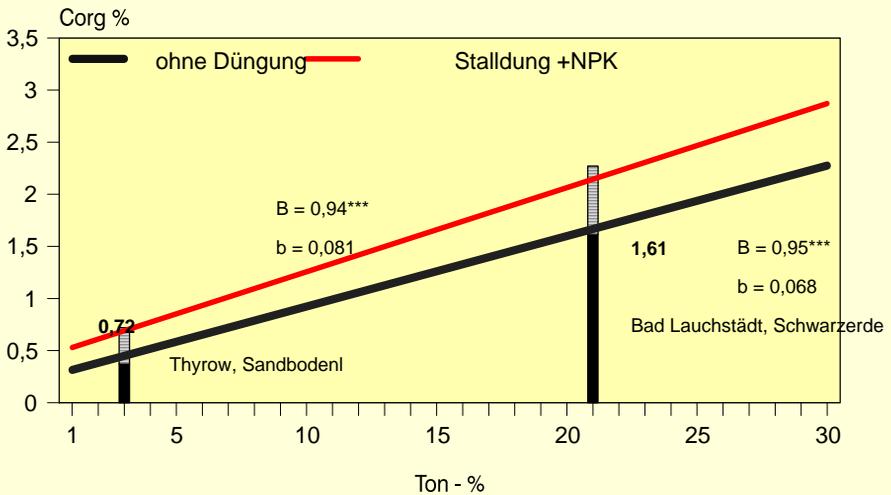
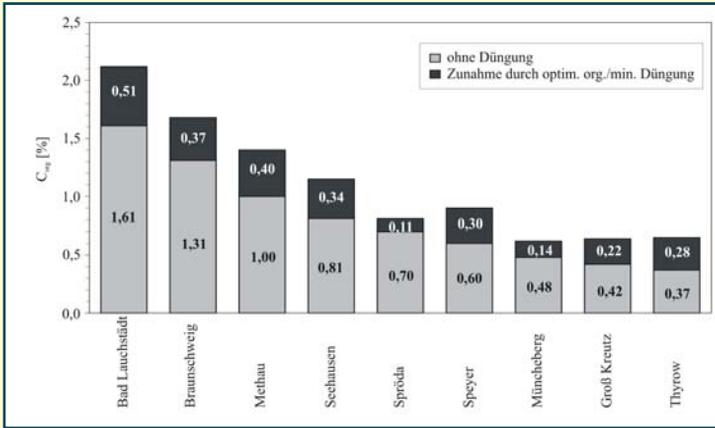
Entwicklung der Winterweizenenerträge im Statistischen Düngungsversuch Bad Lauchstädt in Abhängigkeit von der Düngung

Broadbalk yields, varieties and major changes

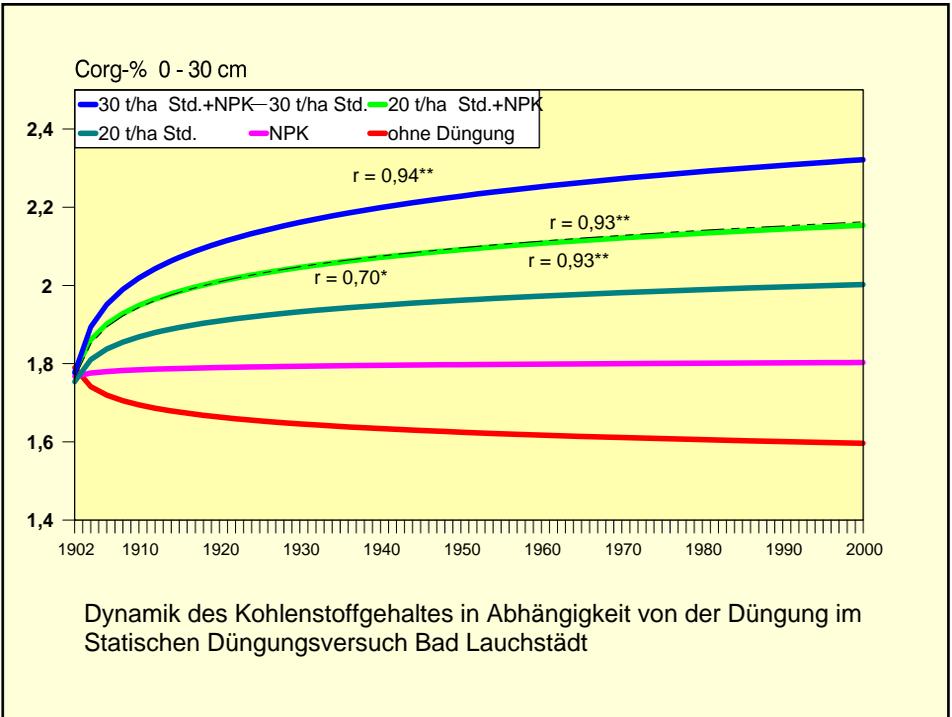
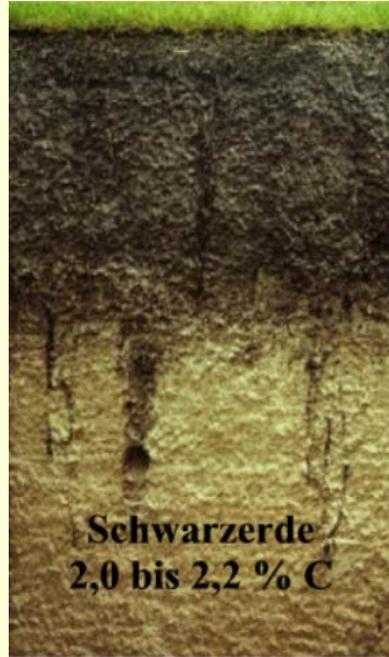
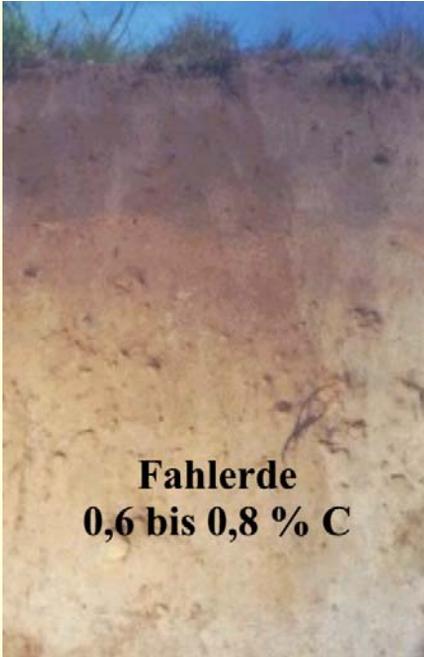


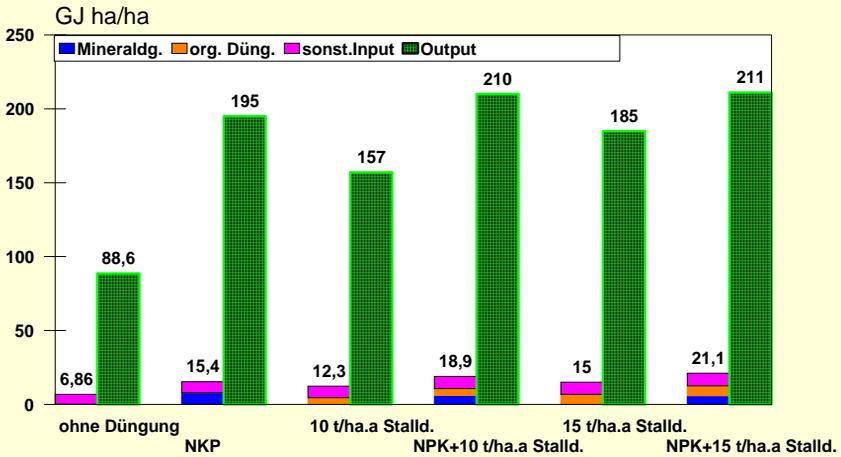
Wie viel Humus braucht unser Boden?

Gehalt an organischem Kohlenstoff (0-30 cm) in Abhängigkeit von der Düngung in Dauerdüngungsversuchen Deutschlands (Laufzeit der Versuche 20-100 Jahre)

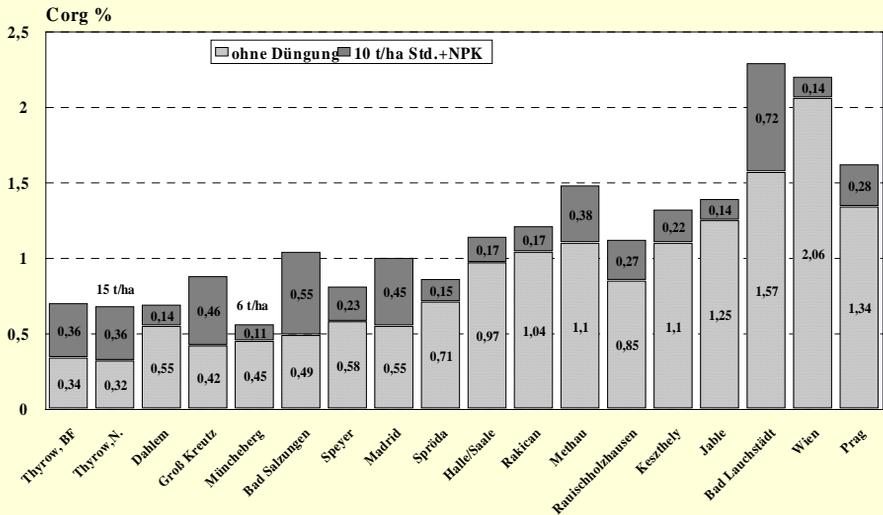


Lineare Regression zwischen dem Gehalt an organischem Kohlenstoff der Nullparzellen (als ein Kriterium für den inerten C), den mit Stalldung + NPK gedüngten Parzellen und dem Tongehalt in 21 Dauerfeldversuchen





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)



Gehalt an organischem Kohlenstoff (0 - 30 cm) in Abhängigkeit von der Düngung in 18 Dauerfeldversuchen Europas - Ergebnisse aus der 1. Dekade des 21. Jahrhunderts (n. Körschens et al., 2012)

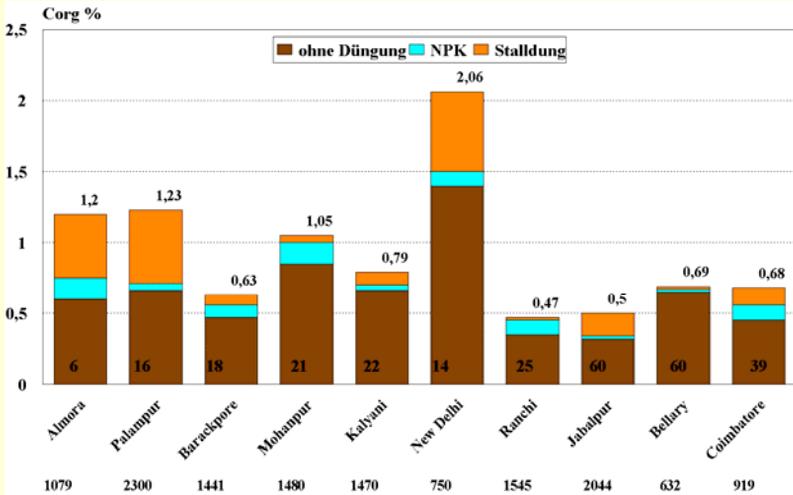
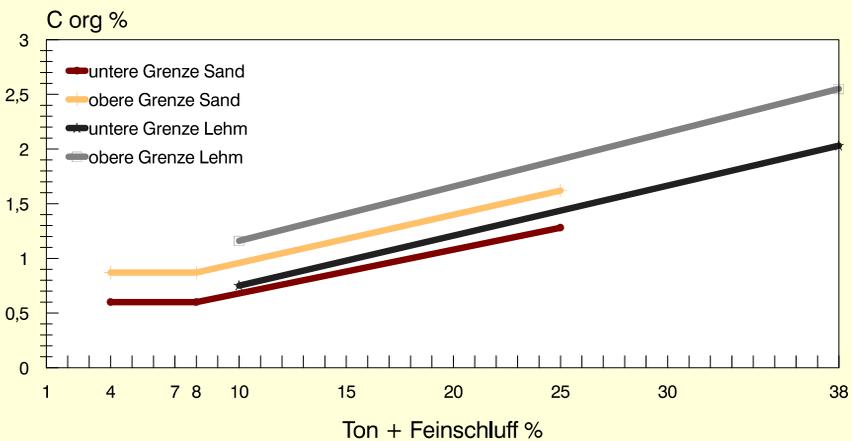
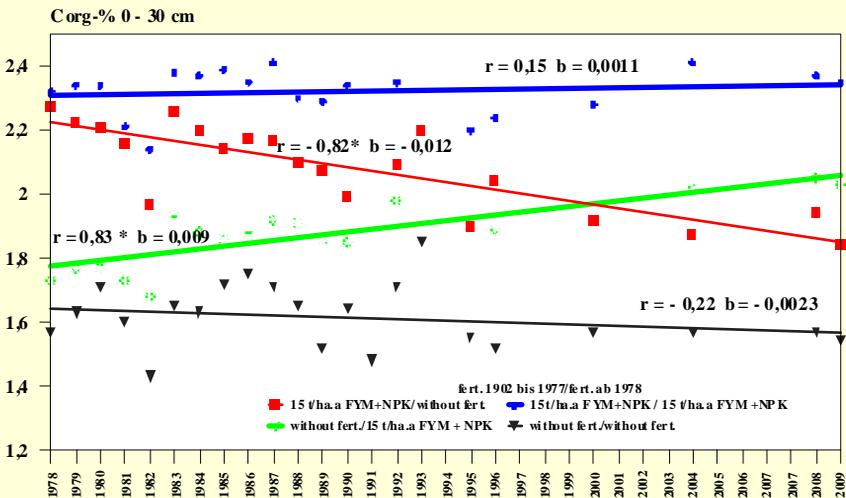


Abb.: Einfluss unterschiedlicher Düngung auf den Corg-Gehalt im Oberboden in 10 Dauerfeldversuchen Indiens nach jeweils mehr als 20 Jahren Versuchsdauer (n. Pathak et al., 2011) (obere Reihe: Tongehalt in %, untere Reihe: Jahresniederschlag, mm)



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

Wie wird Humus bestimmt ?



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)

Ergebnisse der Ringuntersuchung 1999 – Corg -%

Herkunft der Probe	Labor 1	Labor 2	Labor 3	Labor 4	Labor 5	Mittel	Spannweite
Groß Kreuzt	0,432	0,364	0,404	0,460	0,400	0,412	0,10
	0,624	0,597	0,610	0,640	0,700	0,634	0,10
Dikopshof	1,391	1,169	1,211	1,310	1,400	1,296	0,23
Bad Lauchstädt	1,756	1,587	1,674	1,630	1,900	1,709	0,31
	2,659	2,562	2,520	2,540	2,800	2,616	0,28
Müncheberg	0,315	0,262	0,366	0,360	0,300	0,321	0,10
Thyrow	0,622	0,754	0,803	0,820	0,800	0,760	0,20
Mittel	1,114	1,042	1,084	1,109	1,186	1,107	0,14

Verband Deutscher Landwirtschaftlicher
Untersuchungs- und Forschungsanstalten

VDLUFA

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

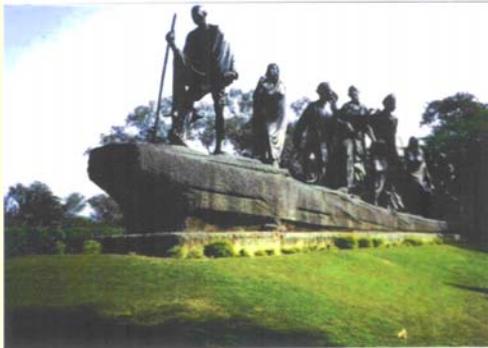
Gegenwärtiger Stand und politische Weichenstellungen

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 5-fache Menge an Düngemitelesatz
 - die 10-fache Menge von Pestiziden“
(Bundsam für Naturschutz, 1999)
- „Böden mit einem Gehalt an organischer Substanz von weniger als 3,6 % befinden sich im Vorstadium der Wüstenbildung“
(Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 2002)
- „Die obligatorische Ackerflächenstilllegung soll in erster Linie der Produktionsenkung und erst in zweiter Linie der Umweltentlastung dienen“
(SRU – Umweltgutachten 2004)
- Grenzwerte für den Erhalt der organischen Substanz im Boden bei der Humusuntersuchung
(Direktzahlungen – Verpflichtungsverordnung, 2007)
- „So werden vermehrt Raps und Mais auf **Kosten weniger umweltgefährdender Kulturen** angebaut“
(SRU Sondergutachten 2007)

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)

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.....“

Grenzwerte für den Erhalt der organischen Substanz im Boden bei der Bodenhumusuntersuchung (lt. 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 !!!

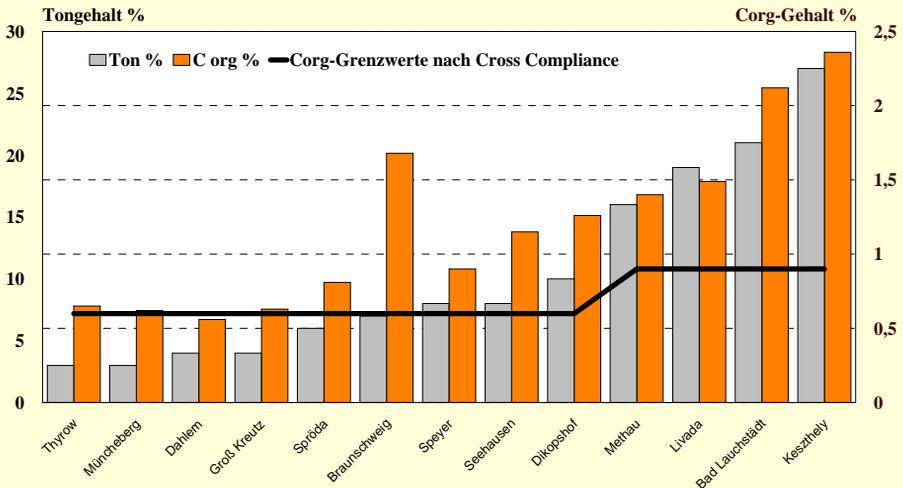


Abb. 1: Beziehungen zwischen Tongehalt und optimalem C-Gehalt in 13 Dauerfeldversuchen im Vergleich zu den Grenzwerten nach Cross Compliance

Statement der Internationalen Arbeitsgemeinschaft für Bodenfruchtbarkeit in der IUSS:

„Die Zukunft kann nur im Konzept des Integrierten Landbaus liegen: Orientierung der Minereraldüngung 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:

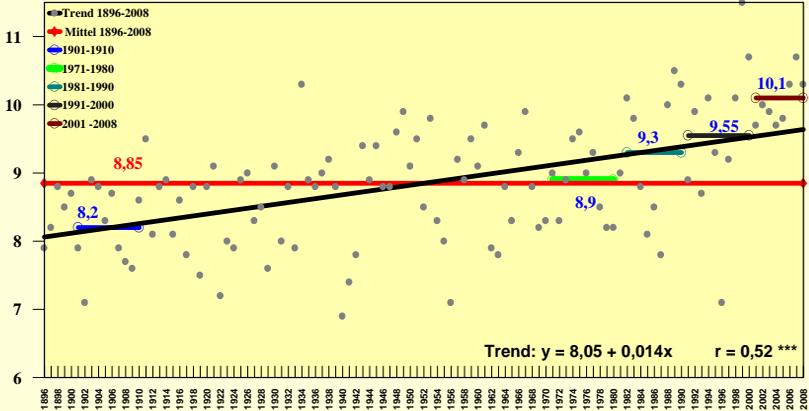
„Erst kommt das Fressen, dann kommt die Moral“

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_{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_{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_{org}
- Die Produktion von pflanzlicher Biomasse ist die einzige praktikable Möglichkeit, CO_2 aus der Atmosphäre zu binden.

Humus und Klimaänderung ?

Jahresdurchschnittstemperatur ° C



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

Deutsche Bank

Der kriminelle Handel mit CO2-Zertifikaten

Die Deutsche Bank soll am betrügerischen Handel mit Emissionszertifikaten beteiligt gewesen sein. Das System der sogenannten Umsatzsteuerkarussells ist raffiniert.

© Kai Pfaffenbach/Pfaffenbach



Polizeiautos vor dem Sitz der Deutschen Bank in Frankfurt am Main

"unsere gesamten europäischen Ackerböden sind Wüsten"

Dokumentarfilm (??) "Humus, die vergessene Klimachance"

"Böden mit einem Gehalt an organischer Substanz von weniger als 3,6 % befinden sich im Vorstadium der Wüstenbildung"

Kommission der Europäischen Gemeinschaft in einer Mitteilung an den Rat und das Europäische Parlament (2002)

"Bei fast der Hälfte der europäischen Böden ist der Gehalt an organischer Substanz zu gering"

im Fraktionsbeschluss von BÜNDNIS 90 DIE GRÜNEN vom 16. 10 2012

"...that carbon was lost from soils across England and Wales over the survey period at a mean rate of 0,6 %"

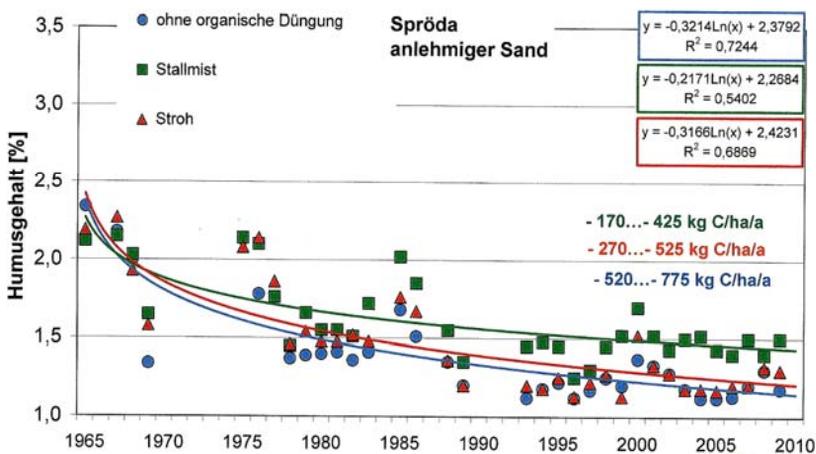
(Bellamy et al., 2005). Carbon losses from all soils across England and Wales 1978 - 2003. nature

"....da Ackerböden in der EU - 25 seit geraumer Zeit jährlich etwa 3 % ihres Kohlenstoffs verlieren und deshalb mehr Stroh auf den Feldern verbleiben müsste".

Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina in ihrer Studie zum Thema "Bioenergie: Möglichkeiten und Grenzen", 2012

Entwicklungstrend der Humusgehalte während des Versuchszeitraumes

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Entwicklung der Humusgehalte in den letzten zwei Dekade (Mittel der N-Stufen)

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

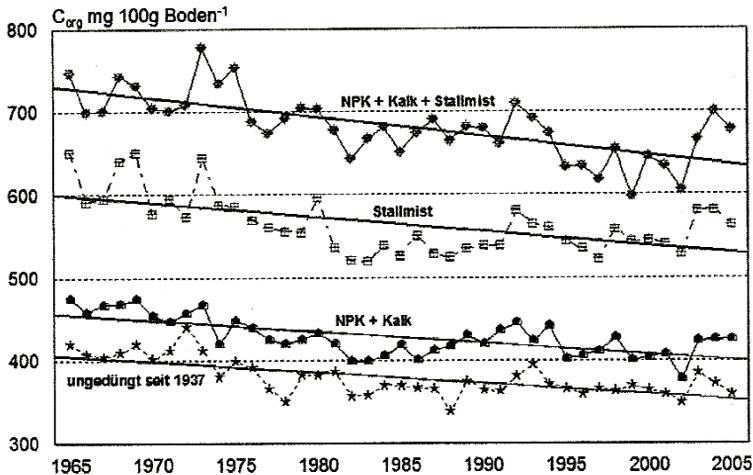
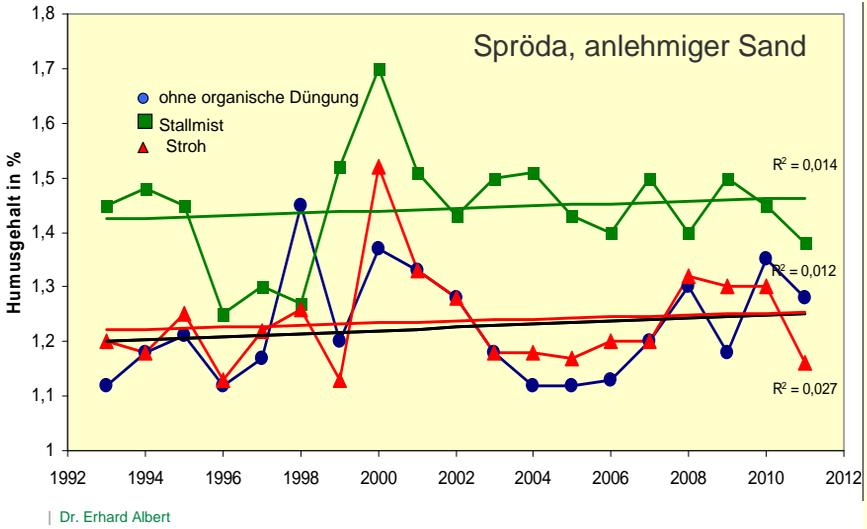
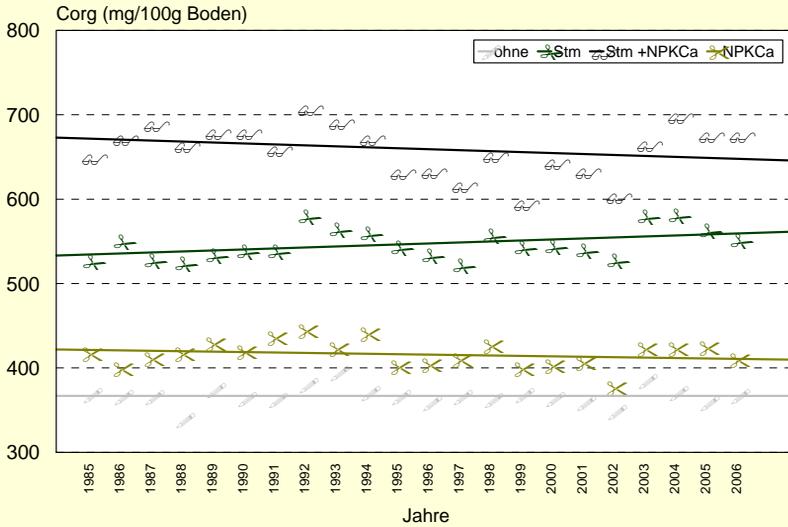


Abbildung 6. Entwicklung der organischen Kohlenstoffgehalte (Schicht 0–20 cm) im Spröda, NPK + Stallmist (Sandboden) im Zeitraum 1965–2005 (nach ...)



C_{org}-Gehalte im Boden des Nährstoffmangelversuchs Thyrow

(nach Baumecker, 2012)

Vergleich der Humusmittelwerte 1996 : 2008 mit gleicher betrieblicher Herkunft (Mineralböden)

Ebertseder et al., 2009



Proben pro Betrieb	Anzahl Betriebe	Humusgehalt (%)		F-Wert	P>F
		1996	2008		
>0	169	2,12	2,11	1,03	0,859 n.s.
>1	77	2,05	2,02	1,01	0,962 n.s.
>2	34	2,11	2,06	1,24	0,546 n.s.
>3	17	2,11	2,10	1,08	0,879 n.s.
>4	6	1,88	2,01	2,04	0,453 n.s.
>5	5	1,91	2,02	2,26	0,449 n.s.
>6	4	1,91	2,04	2,21	0,532 n.s.
>7	2	2,02	2,14	3,21	0,532 n.s.
>8	1	2,09	2,26	-	-

Geschätzte Veränderungen der C_{org} -Gehalte in England und Wales im Zeitraum 1978 - 2003 (nach Bellamy et al., 2005)

C_{org} -% Bereich	Stichproben - umfang n	Mittl. C_{org} - %	Gesamtgebiet km ² %	Veränderungsrate in % C_{org} jährl.
0 - 2	1061	1,39	26 525 18,7	+ 0,034
2 - 3	1158	2,45	28 950 20,5	+ 0,013
3 - 5	1607	3,85	40 175 28,4	- 0,01
5 - 10	1140	6,68	28 500 20,1	- 0,068
10 - 20	313	13,76	7 825 5,5	- 0,218
20 - 30	95	24,25	2 375 1,7	- 0,400
> 30	288	43,97	7 200 5,1	- 0,737
Mittel	5662	6,61	141 550 100	- 0,064

Nach 20 Jahren (1986 - 2007) zeigen 50 Acker-BDF (54 %) keine signifikanten C_{org} -Veränderungen. Bei 23 Acker-BDF (25 %) ist der C_{org} -Gehalt im Mittel um 12 % signifikant abgefallen und bei 19 Acker-BDF (21 %) nahm der C_{org} -Gehalt im Durchschnitt um 14 % signifikant zu (Abb. 5).

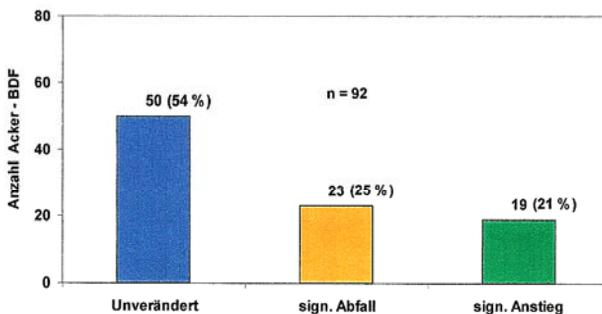


Abb. 5: C_{org} -Veränderungen der Acker-BDF von 1986 bis 2007

Von den 23 Acker-BDF, bei denen der C_{org} -Gehalt signifikant abnahm, hatte ein Drittel (8 BDF) 1986 C_{org} -Gehalte oberhalb der standorttypischen Spannweiten für Bayern. Bei den restlichen 15 Acker-BDF waren die C_{org} -Gehalte innerhalb der standorttypischen Spannweiten. Von den 19 Acker-BDF mit signifikantem Anstieg des C_{org} -Gehaltes hatten 1986 5 BDF C_{org} -Gehalte unterhalb, 12 BDF C_{org} -Gehalte innerhalb der standorttypischen Spannweiten und bei einer BDF lag der C_{org} -Gehalt oberhalb (Capriel, 2006).

Zusammenfassung

- 1. Es gibt bisher keinen wissenschaftlich begründeten Nachweis, dass die angestiegenen Temperaturen eine Verringerung des Humusgehaltes von Ackerböden bewirkt haben.**
- 2. Der Nachweis von klimatisch bedingten Veränderungen der Humusgehalte in Ackerböden ist sehr schwierig und erfordert langjährige Untersuchungen.**
- 3. Die gegenwärtig vorhandene große Unsicherheit bei der Bewertung der Ursachen und Auswirkungen der Klimaänderung erfordert einen sorgfältigeren und verantwortungsvolleren Umgang mit dieser Problematik und die Absicherung dringend notwendiger Untersuchungen, um politische Entscheidungen durch belastbare Ergebnisse absichern zu können.**
- 4. Die Nutzung des Bodens als Kohlenstoffsенke ist nur in Ausnahmefällen möglich und sinnvoll.**
- 5. Die Aufklärung der Beziehungen zwischen Klima und Humusgehalt setzt Dauerfeldversuche und ihre umfassende und koordinierte Nutzung voraus.**