

Schließung von Stoffkreisläufen
- Kohlenstoffkreislauf -
19/20.11.2009 Umweltbundesamt - Dessau

Die Rolle des Bodens beim Kohlenstoffkreislauf

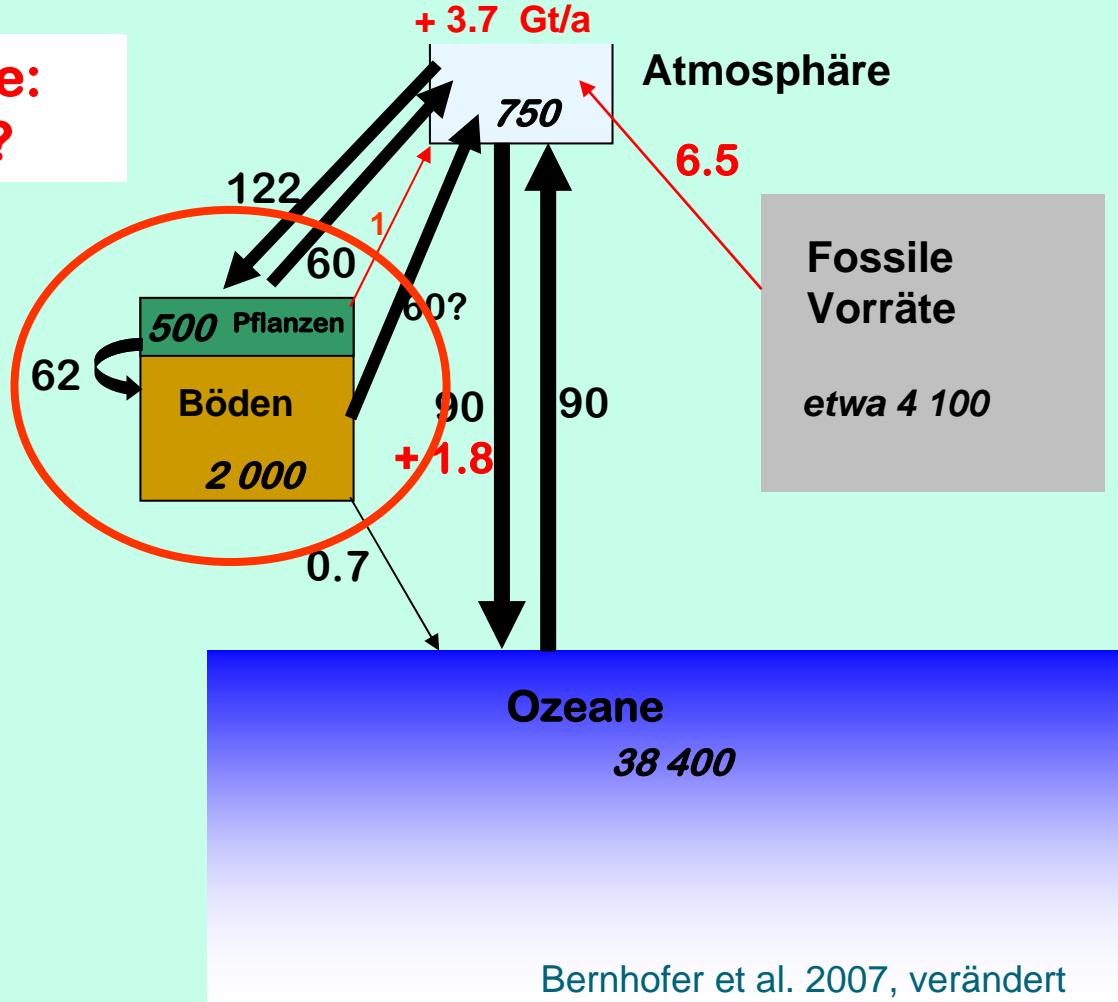
Franz Makeschin & Peter Dominik

Globaler Kohlenstoff-Kreislauf

Terrestrische Senke:
+ 0-1.5 Gt/a?

Flüsse in Gt C a⁻¹
Speicher in Gt C

menschlicher
Einfluss



C-Speicherung im Boden

- Vorräte und Veränderung der C-Speicherung im Boden bisher unzureichend bekannt

Neueste Werte aus Carbo-Europe-Projekt:

NBP(Boden) für Wald: 20 g m⁻² a⁻¹ (+/-60%)

NBP(Boden) für Grünland: 57 g m⁻² a⁻¹ (+/- 130%)

NBP(Boden) für Acker: -10 g m⁻² a⁻¹ (+/- 95%) (Schulze et al., 2008)

- Vorräte ⇒ standörtlich und im Einzelfall sehr variabel!

Bedeutung verschiedener Fraktionen der OBS für Bodenfunktionen

Bodenfunktion/Parameter	Korrelation m. OBS	Bedeutung einzelner Fraktionen der OBS		
		frische	stabilis.	gelöste
Lebensgrundlage für Bodenorganismen	+	++	(+)	+/0
Nährstoffspeicherung (N>S>P)	+	++	++	
Freisetzung von Nährstoffen	-	++	+	
Sorption von Kationen (incl. SM)	+	(+)	++	
Sorption von Organika	+	+	++	
Verlagerung von Schadstoffen	+/-	-	--	++
mikrobieller Abbau von Organika	+	++	-	
Aggregatstabilität	+	++	+	
Erodibilität	+	++	(+)	
Wasserspeicherung	+	++	++	
C-Sequestrierung	++	-	++	0

Mechanismen der Stabilisierung für organische Substanz im Boden

(Verlangsamung des mikrobiellen Abbaus)

1) Physikalische Stabilisierung:

- Okkludierung von jüngerer (partikulärer) OS in Makroaggregaten (Freisetzung durch Bodenbearbeitung)
- Sorption von Huminstoffen an Mineralen der Ton- (und Schluff-) Fraktion

2) Rekalzitranz (schwer zersetzbare Verbindungen):

- Im Verlauf der Humifizierung reichern sich aliphatische und aromatische Komponenten an.
- OBS in ehemaligen Heide- oder Hochmoorstandorten

3) Sauerstoffmangel:

- unter Wassereinfluss ist Abbau der OBS gehemmt, (hydromorphe Böden)
- auch in Ackerböden herrscht im Inneren von Aggregaten schon bei mäßigen Wassergehalten geringe Sauerstoffsättigung.

Verteilungssystematik von Bodenkohlenstoff in Deutschland

- C-Speicherung ist abhängig von

Textur (Tongehalt)

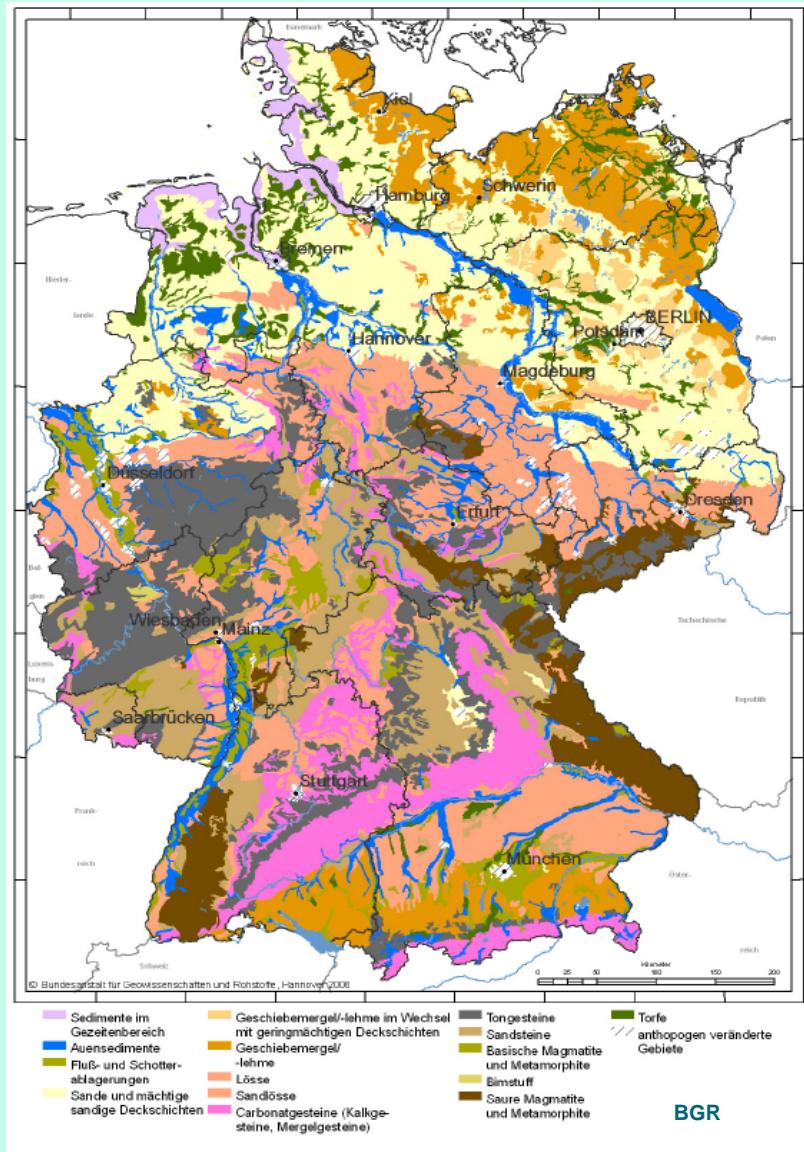
Temperatur (Zu- / Abnahme)

Feuchtigkeit (Niederschlag & Grundwasser)

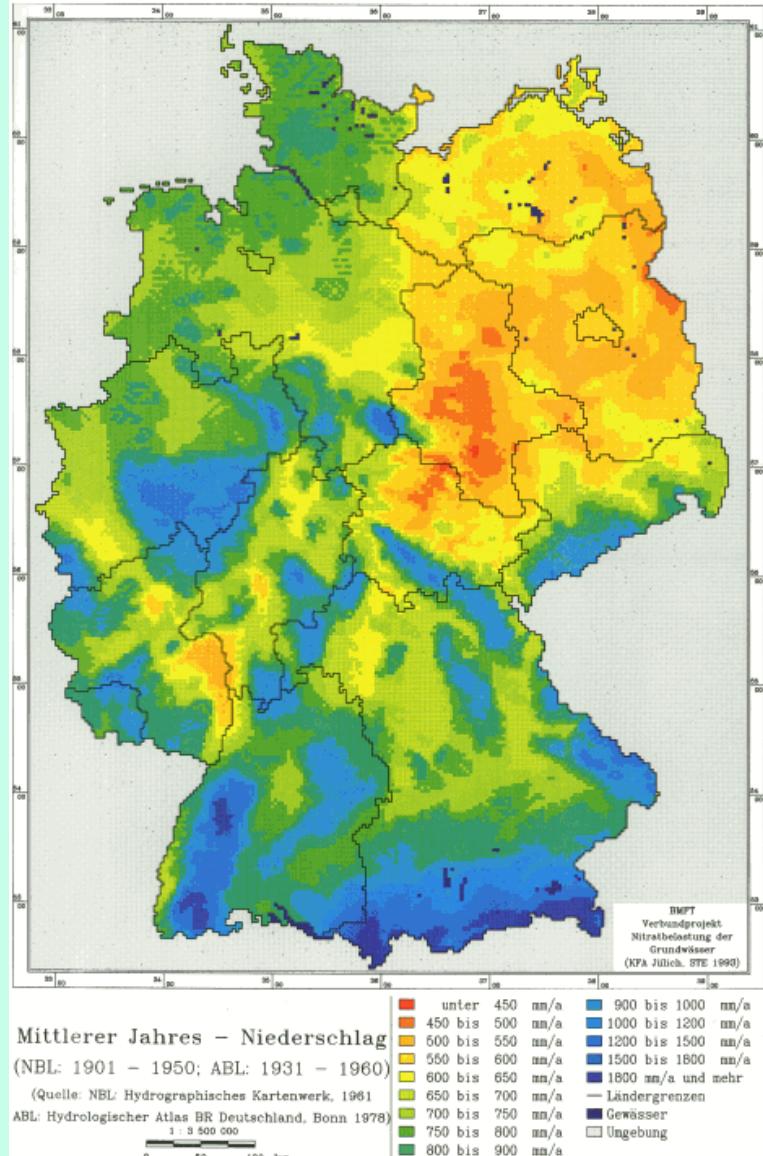
Nutzung Acker << Grünland </= Wald

- Prinzipien sind gut verstanden, aber Vorhersage für den Einzelfall / Regionalisierung noch in den Anfängen

durch Ausgangsgesteine/Textur,



Klima (hier Niederschläge)...



Mittlerer Jahres – Niederschlag

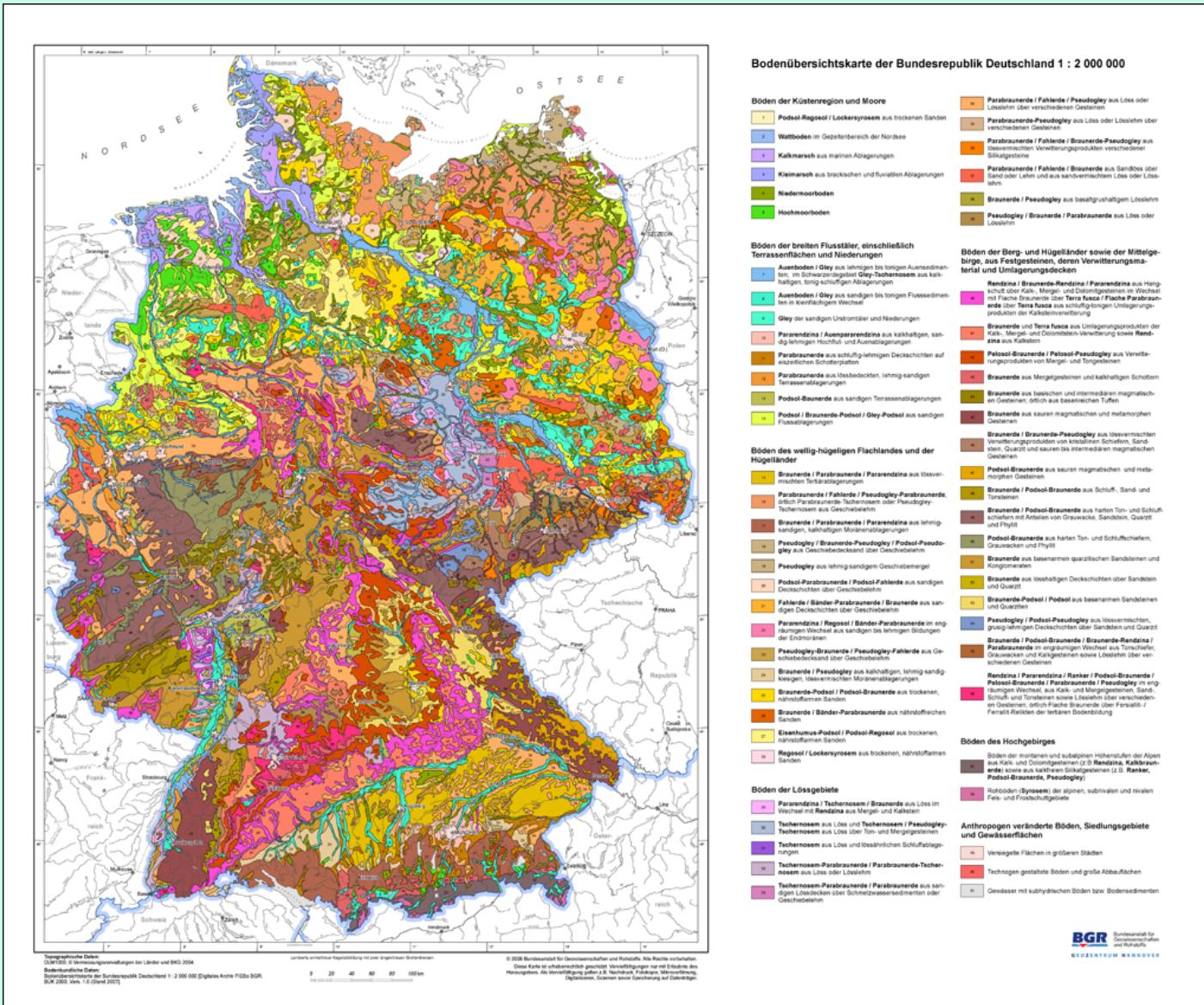
(NBL: 1901 – 1950; ABL: 1931 – 1960)

(Quelle: NBL: Hydrographisches Kartenwerk, 1961

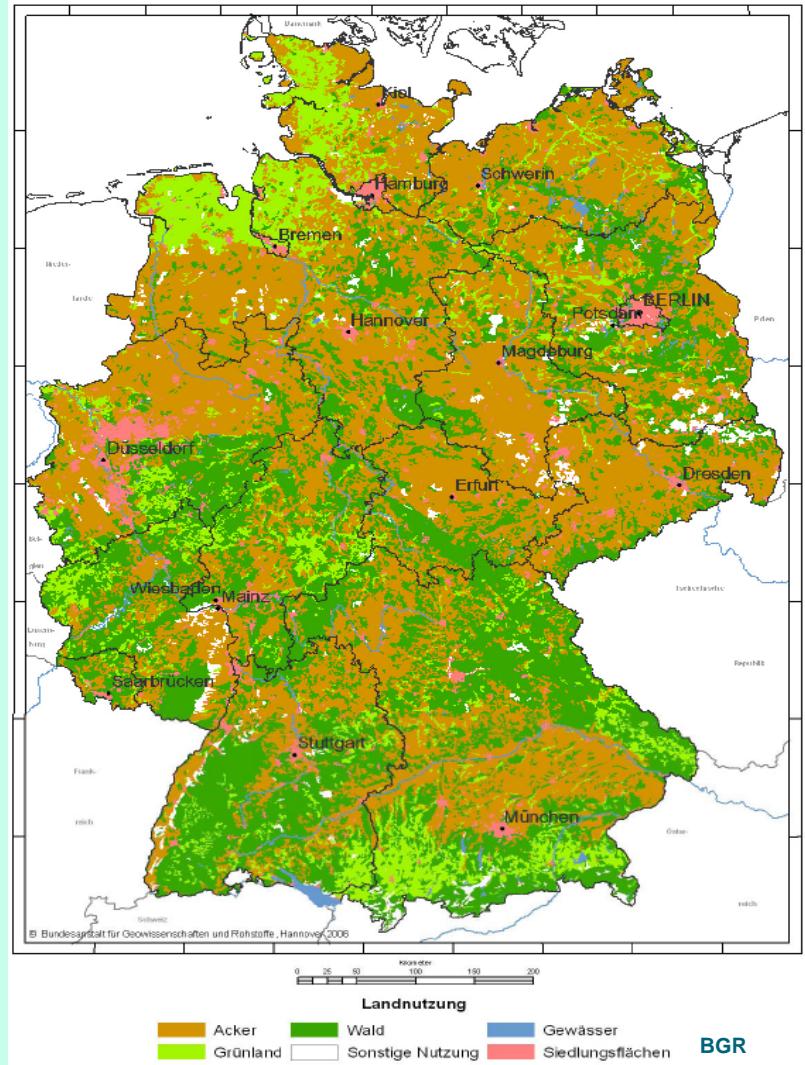
ABL: Hydrologischer Atlas BfR Deutschland, Bonn 1978)

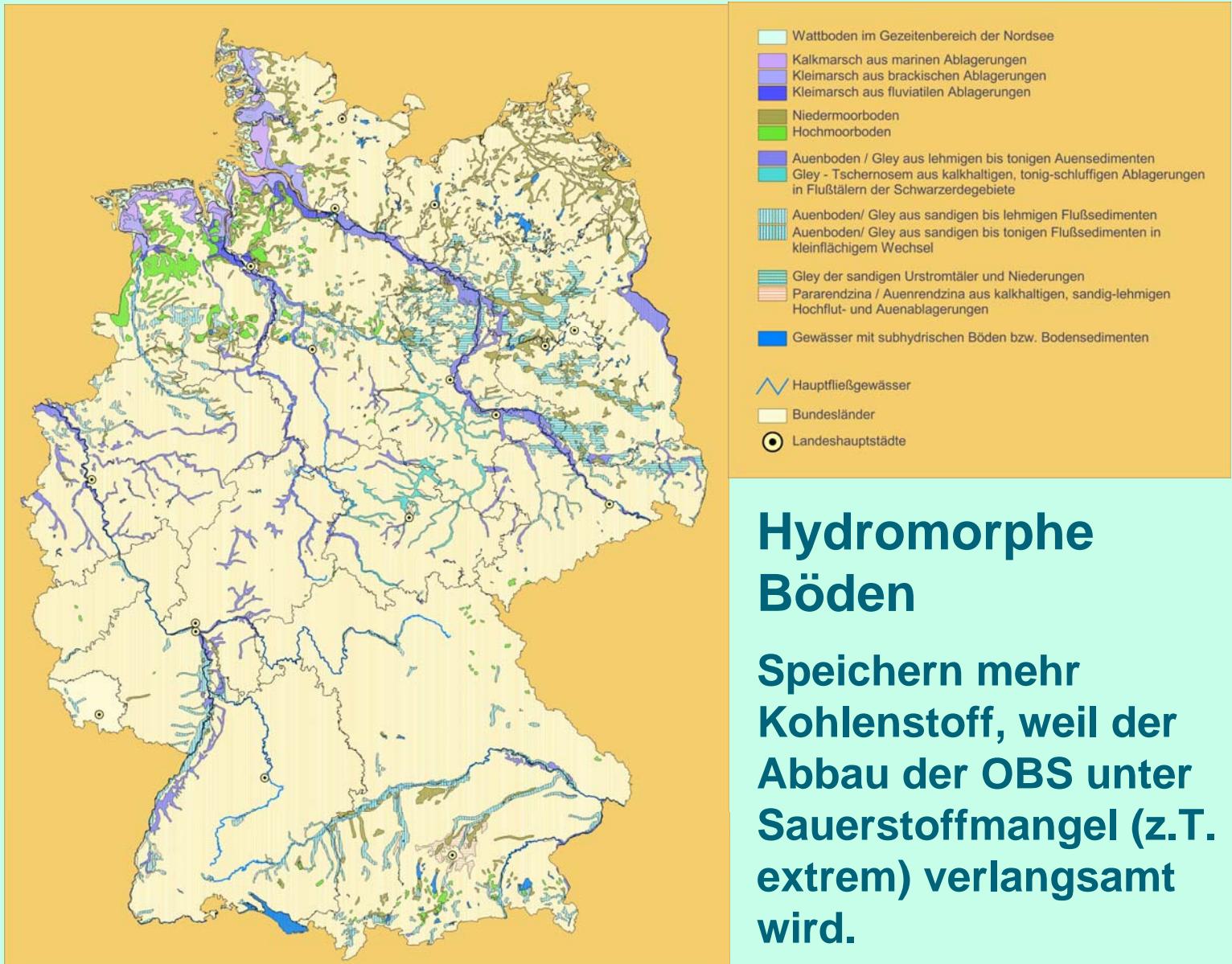
1	50	100	km
■	■	■	Ländergrenzen
■	■	■	Gewässer
■	■	■	Umgebung

...und Topografie bilden sich Bodentypenmuster

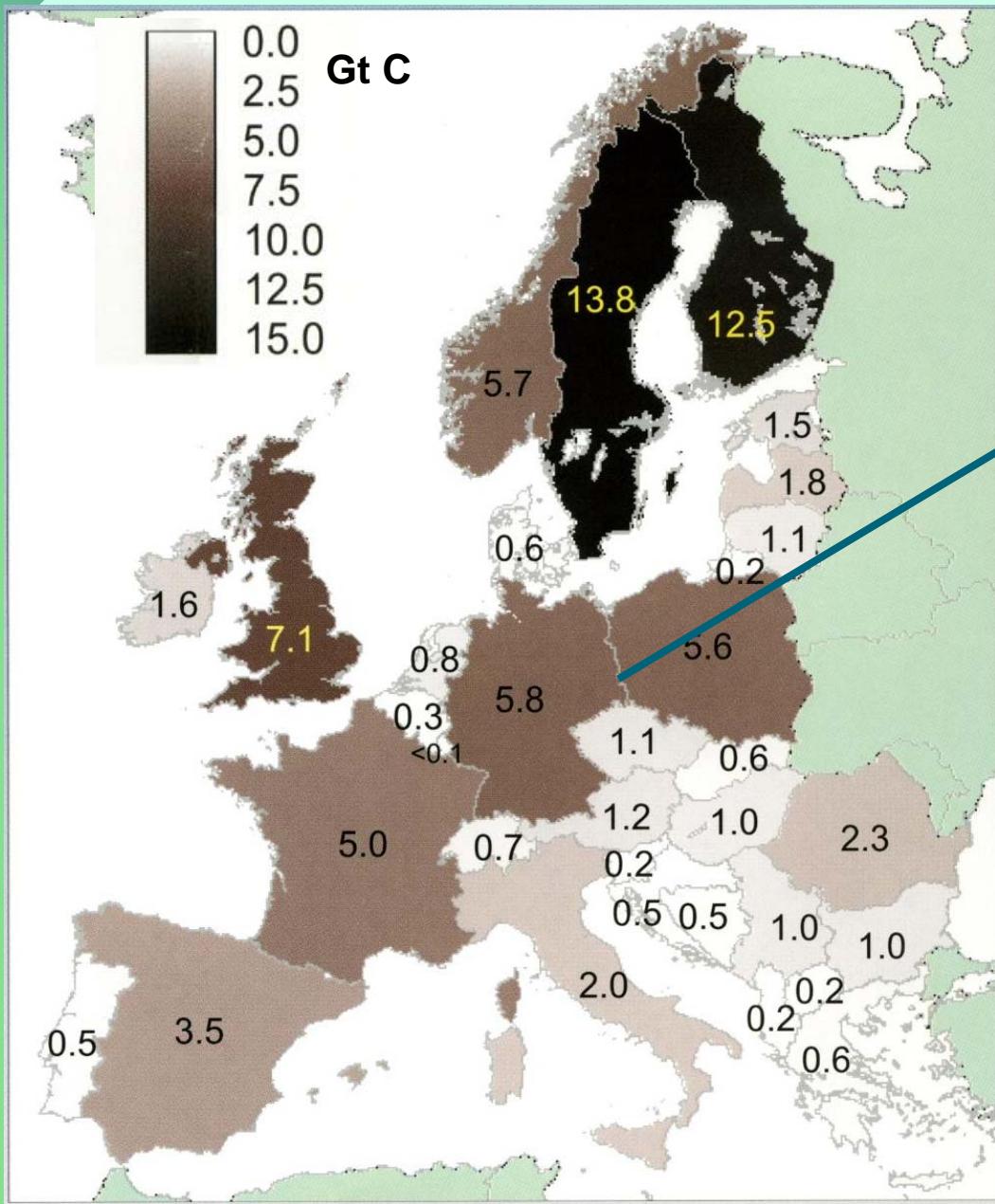


Zusammen mit der Landnutzung lassen sich Humusgehalte abschätzen aber 1): Spannweiten beachten!





Kartengrundlage: Nutzungs differenzierte Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland - BUK 1000 N, BGR, Hannover 2007.

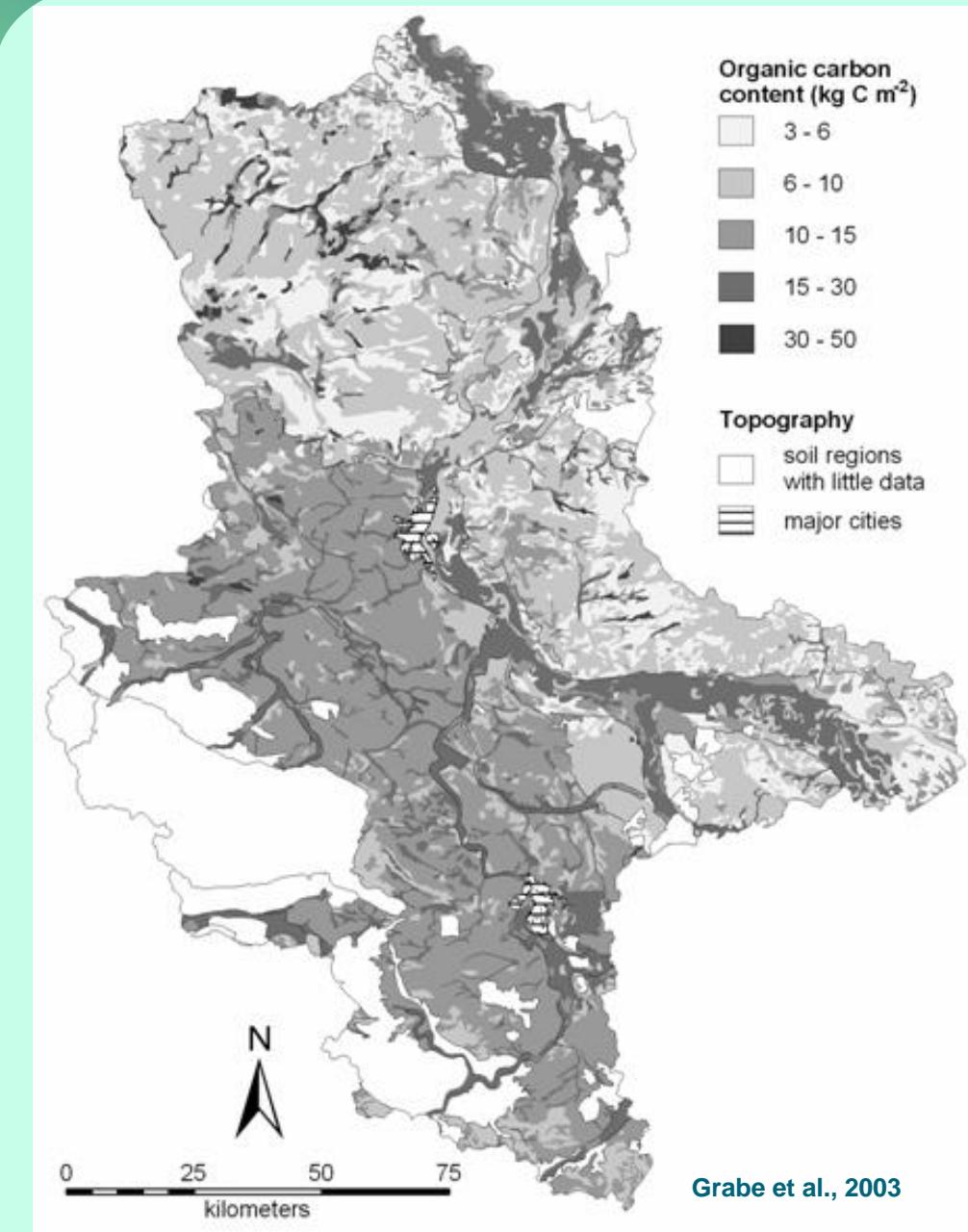


2): Vorratsgrößen!

C-Vorräte in den Oberböden (0-30 cm) der Staaten der EU

5.8 Gt C entsprechen 27 Jahren der derzeitigen energiebedingten CO₂-Freisetzung Deutschlands

Eine Änderung des C-Gehaltes aller deutschen Ackerböden um 0.2 Massenprozent entspräche 48 % der jährlichen energiebedingten CO₂-Freisetzung Deutschlands



C-Vorräte

Beispiel:
Sachsen-Anhalt

Je nach Bodentyp
und
Nutzungsgeschichte
können sehr
unterschiedliche C-
Vorräte gespeichert
sein.

Kohlenstoffvorräte in Waldböden

[t/ha]

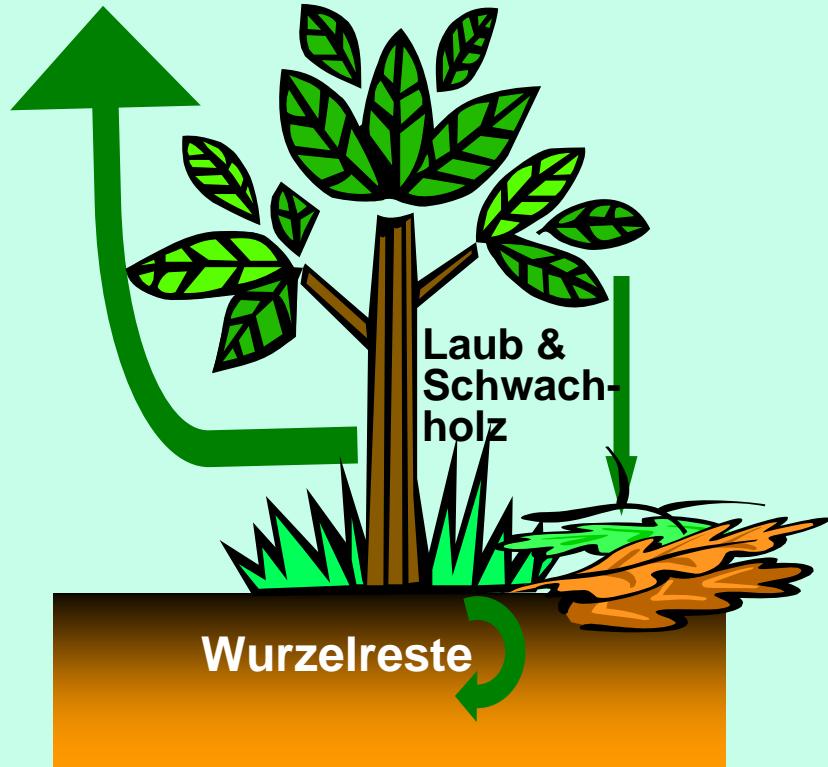
	Min.	Perzentile						Max.
		10	25	50 (Median)	75	90		
Wald Auflage	0	4	9	18	28	43	466	
Wald 0-30 cm	10,4	44,0	60,4	80,2	104,6	139,8	322,7	

(Waldbodenbericht, 1996; Kasten, 2002)

Nutzungsinterne C-Quellen

Wald

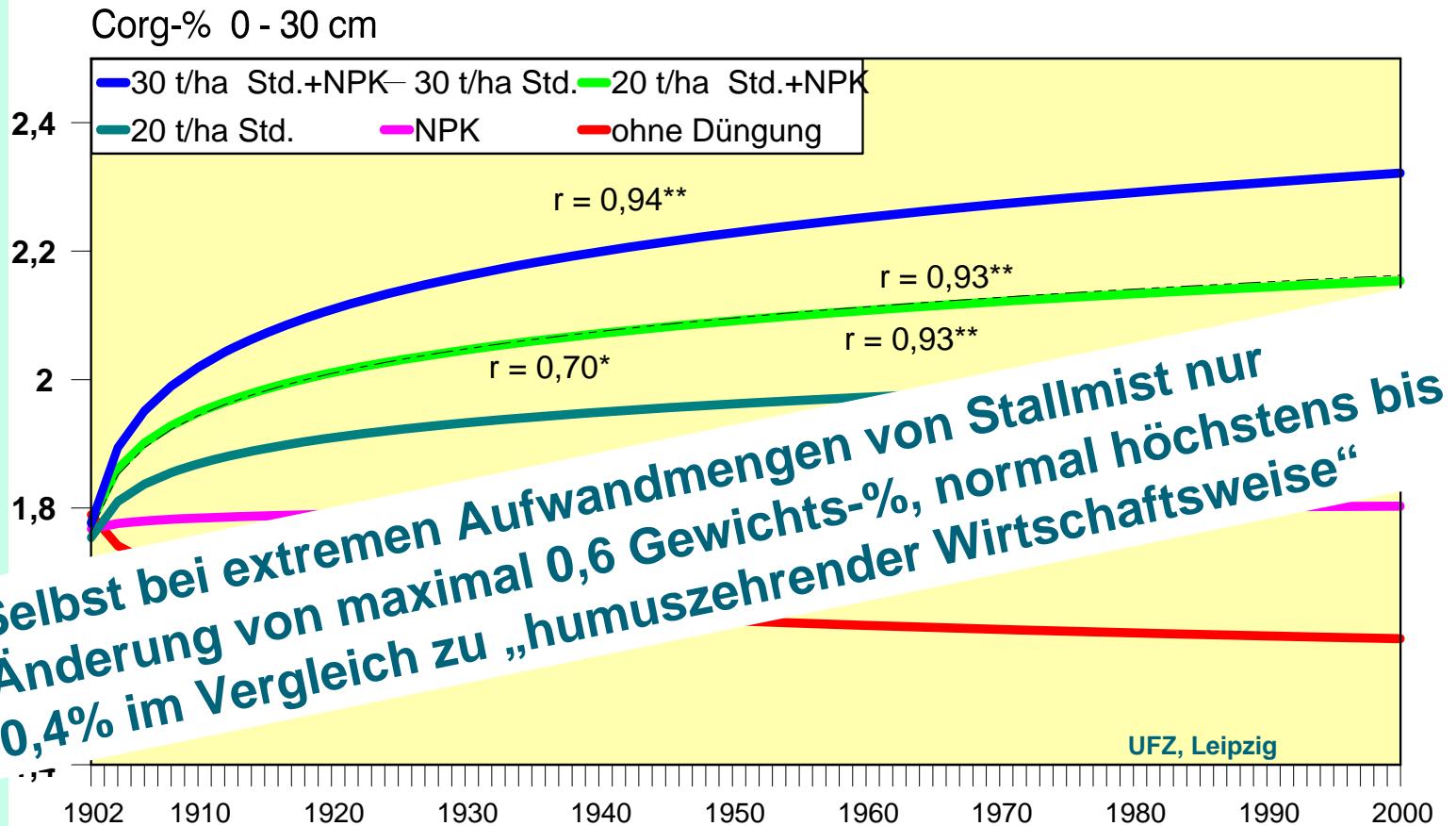
Holzernte



Acker

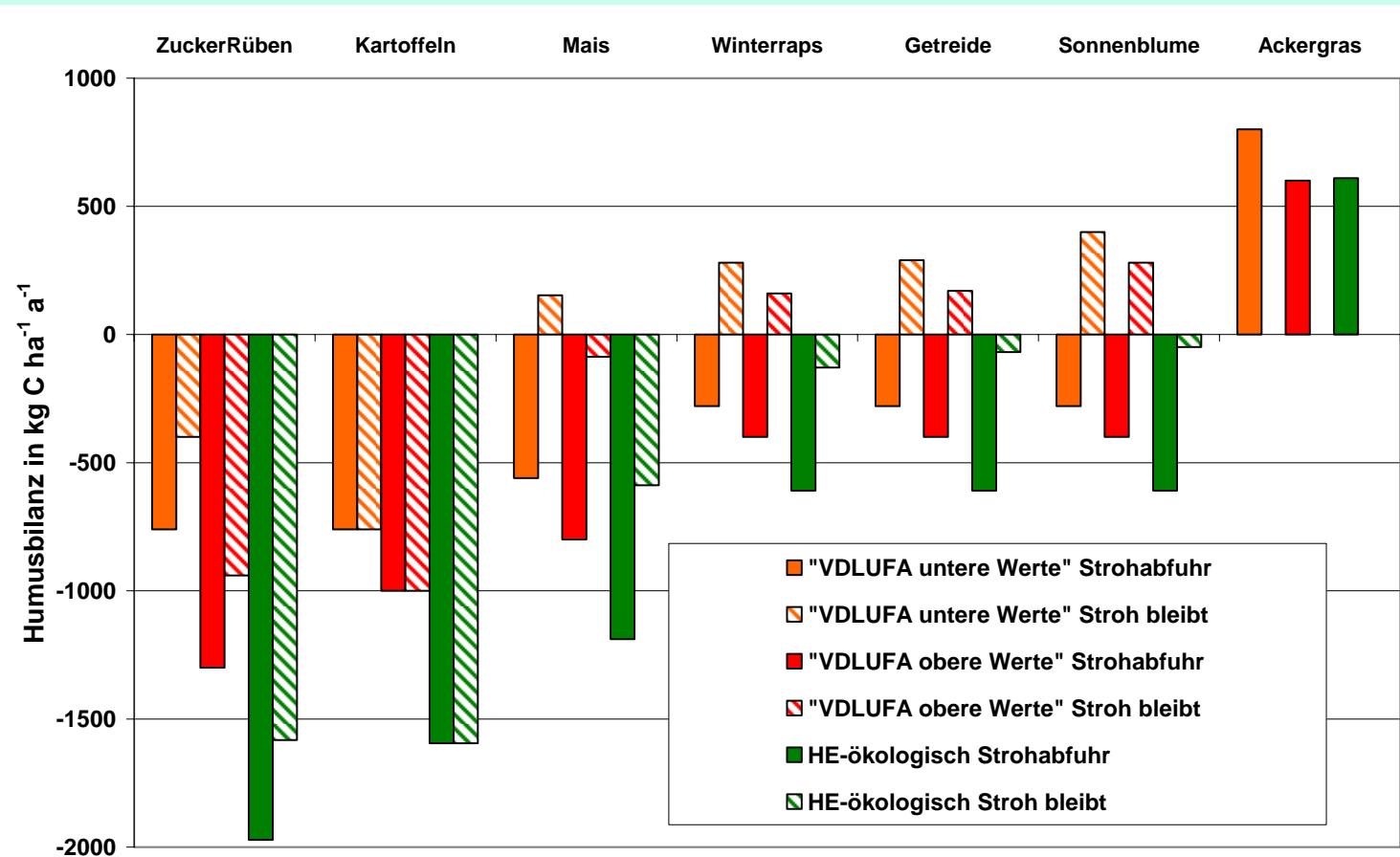


Acker: Änderung des C-Gehaltes in Abhängigkeit von der Bewirtschaftung



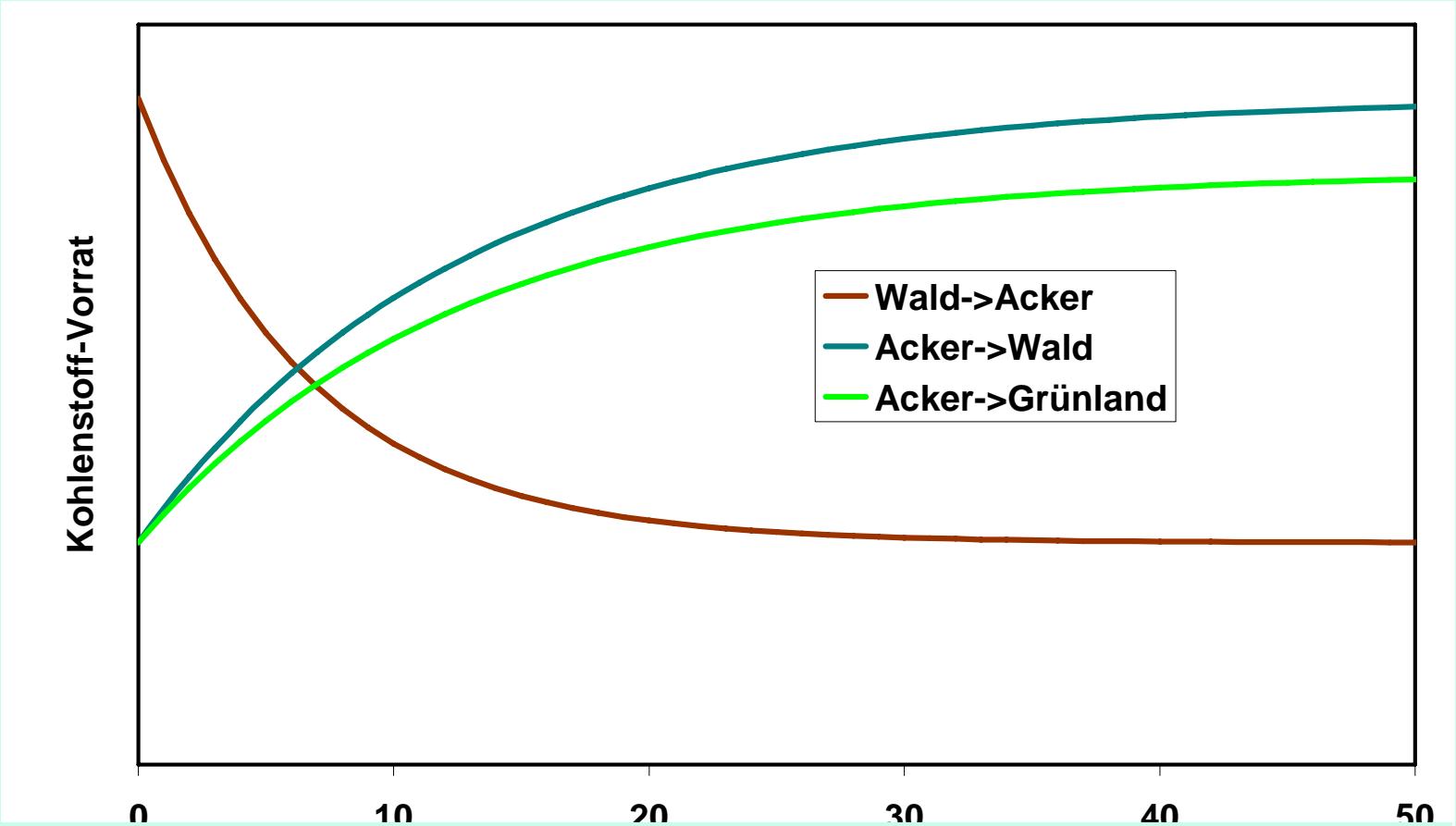
Dynamik des Kohlenstoffgehaltes in Abhängigkeit von der Düngung im Statischen Düngungsversuch Bad Lauchstädt

Nutzungsinterne C-Quellen



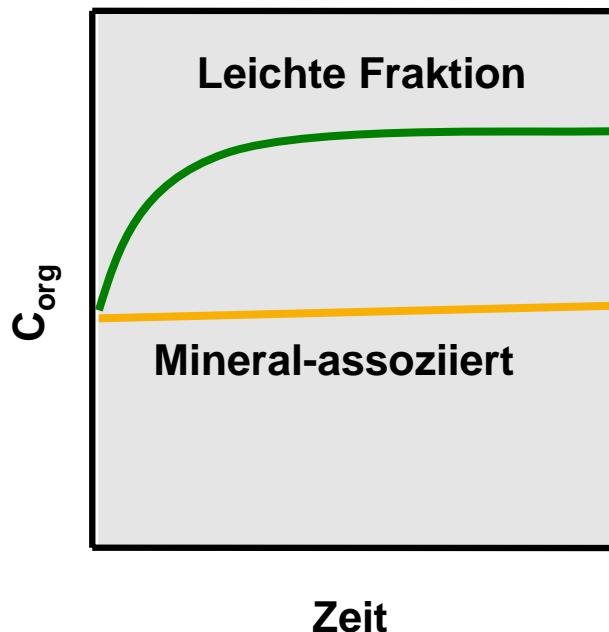
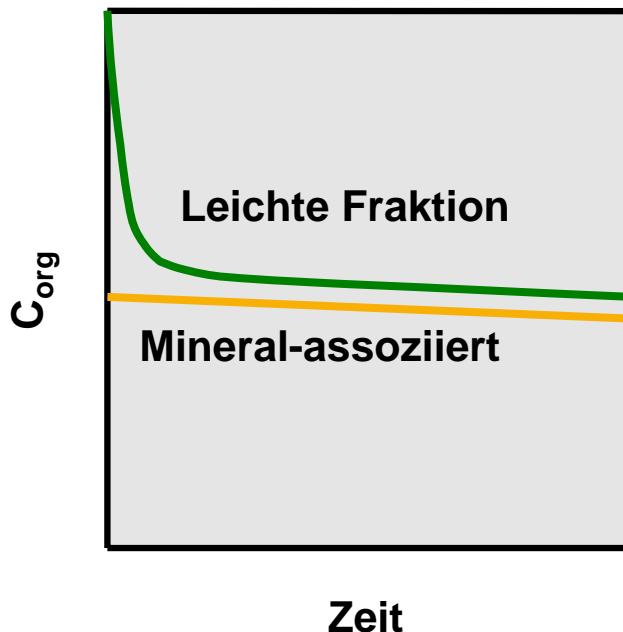
Unterschiedliche Kulturen hinterlassen unterschiedliche Mengen an Ernte- und Wurzelresten, bzw. fördern den Abbau von organischer Substanz in unterschiedlichem Maß. Hinzu kommen tierische Ausscheidungen und Gärreste

Nutzungsänderung



Aber: Richtung, Steilheit und Niveau der (möglichen)
Entwicklung hängt von sehr verschiedenen Faktoren ab!

Änderung des C-Gehaltes



Guggenberger, 2009

Veränderung findet (zunächst) insbesondere in der schnell umsetzbaren Fraktion statt.

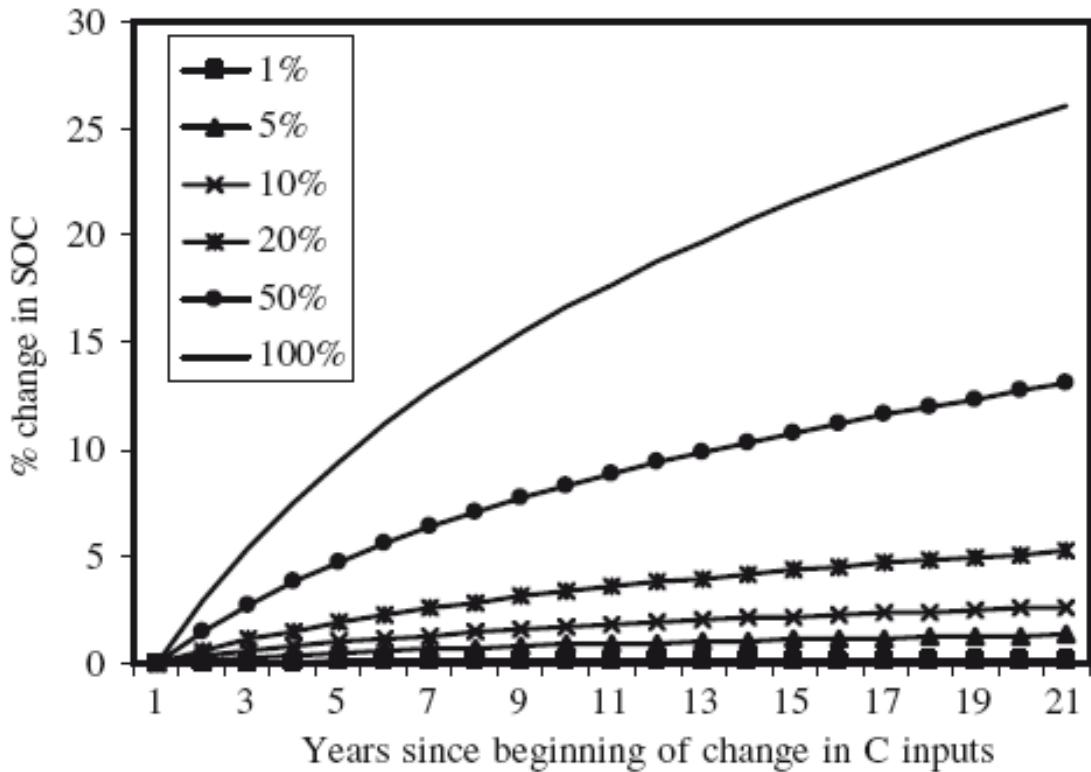
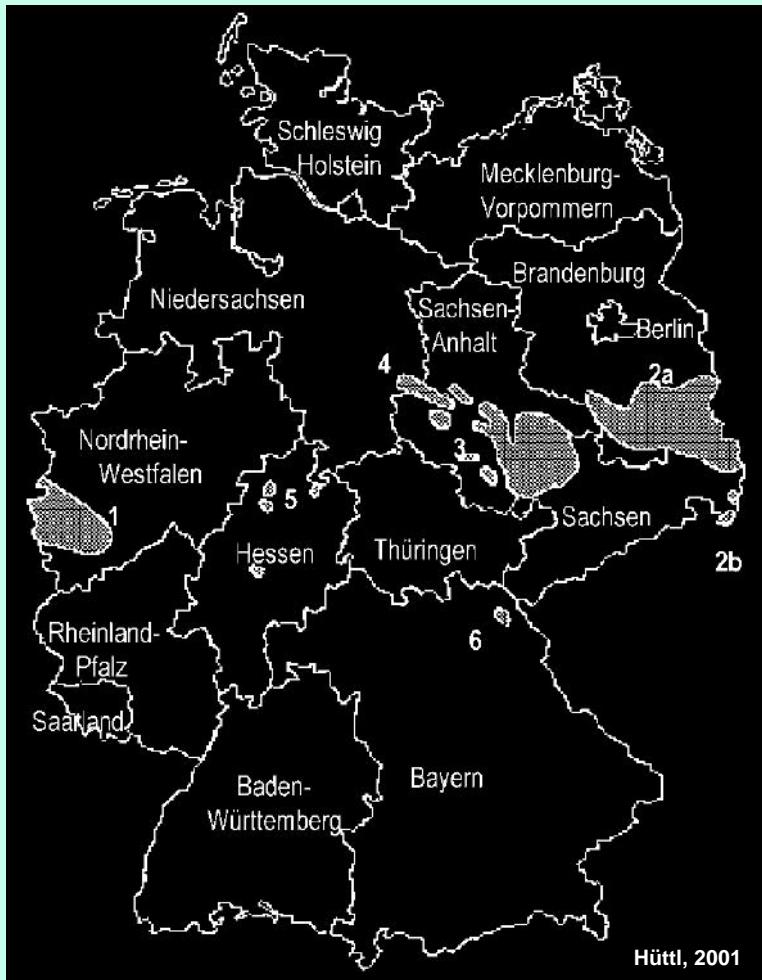


Fig. 1 The change in soil organic carbon (SOC) over a 20-year period under different changes in carbon input ranging from a 1% to 100% increase for the reference scenario (23.4% clay, equilibrium SOC content of 50 t C ha⁻¹ and a spring barley crop).

Zus.: Einfluss von
 • **Textur**
 • **Nutzung (C-Qual.)**
 • **Wasserhaushalt**

Rekultivierung von Bergbaufolgelandschaften

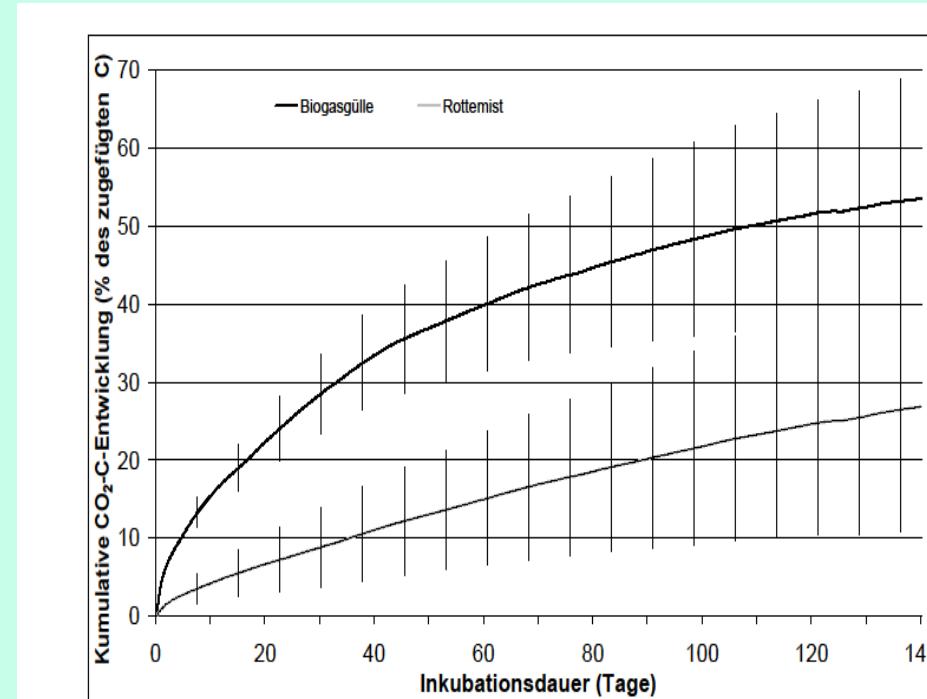


- **Ca. 160.000 ha in Braunkohlefördergebieten Deutschlands.**
- **Kippsubstrate meistens arm an organischer Substanz (außer Kohleresten und Aschen) mit ungünstigen physikalischen und chemischen Eigenschaften.**

Frage: Muss organische Substanz zugeführt werden oder reicht es, wenn sich diese aus Streu der dort wachsenden Pflanzen langsam aufbaut?

Zukünftiger Nutzungswandel

- Klimawandel: Verändern sich die Fruchtfolgen
- Energiepflanzen: Verändern sich die Fruchtfolgen und damit die Humusgehalte?



Gibt es einen optimalen Humusgehalt?

Für die jeweilige Funktion ist es günstig, wenn der
niedrig ist Gehalt im Boden hoch ist

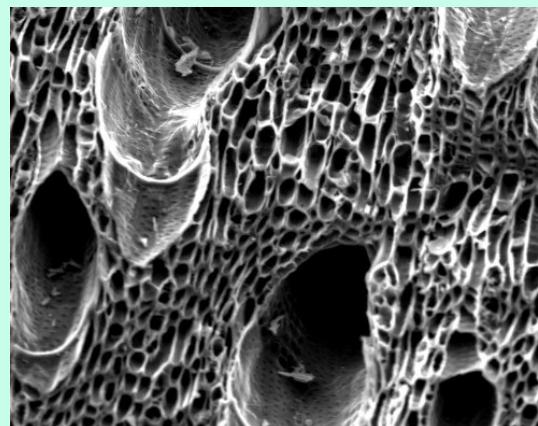
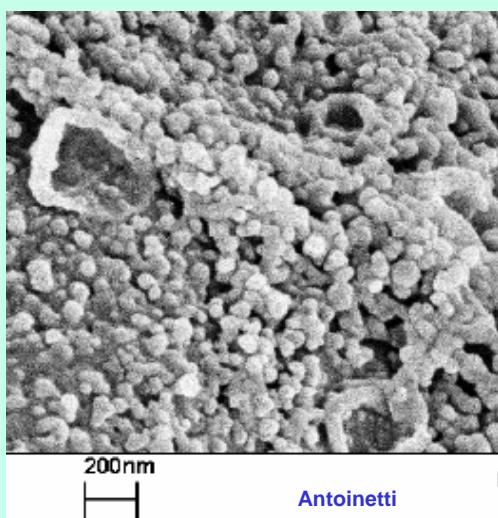
Gesamt C _{org}		C-Sequestrierung Wasserhaltevermögen
humifiziert	Benetzbarkeit	Festlegung von Schadstoffen Nährstoffpufferung (KAK)
Leicht abbaubar, hohes C/N		mb. Aktivität Nitrat-Auswaschung Aggregierung, Erosionsschutz
Leicht abbaubar, niedriges C/N	Nitrat-Auswaschung	N-Nachlieferung
Black Carbon	Benetzbarkeit	Festlegung von hydrophoben Schadstoffen C-Sequestrierung

Zusammenfassung Optimaler Humusgehalt

- **C-Sequestrierung ist nur einer von vielen Aspekten! Entscheidend wird sein, wie die Bodenfunktionen beeinflusst werden.**
- **Bezüglich C-Sequestrierung wäre eine Maximierung des Kohlenstoffgehaltes wünschenswert.**
- **Ein optimaler Humusgehalt muss aber alle Bodenfunktionen bestmöglich unterstützen.**
- **Optimaler Humusgehalt kann nicht nur am Faktor C_{org} gemessen werden.**

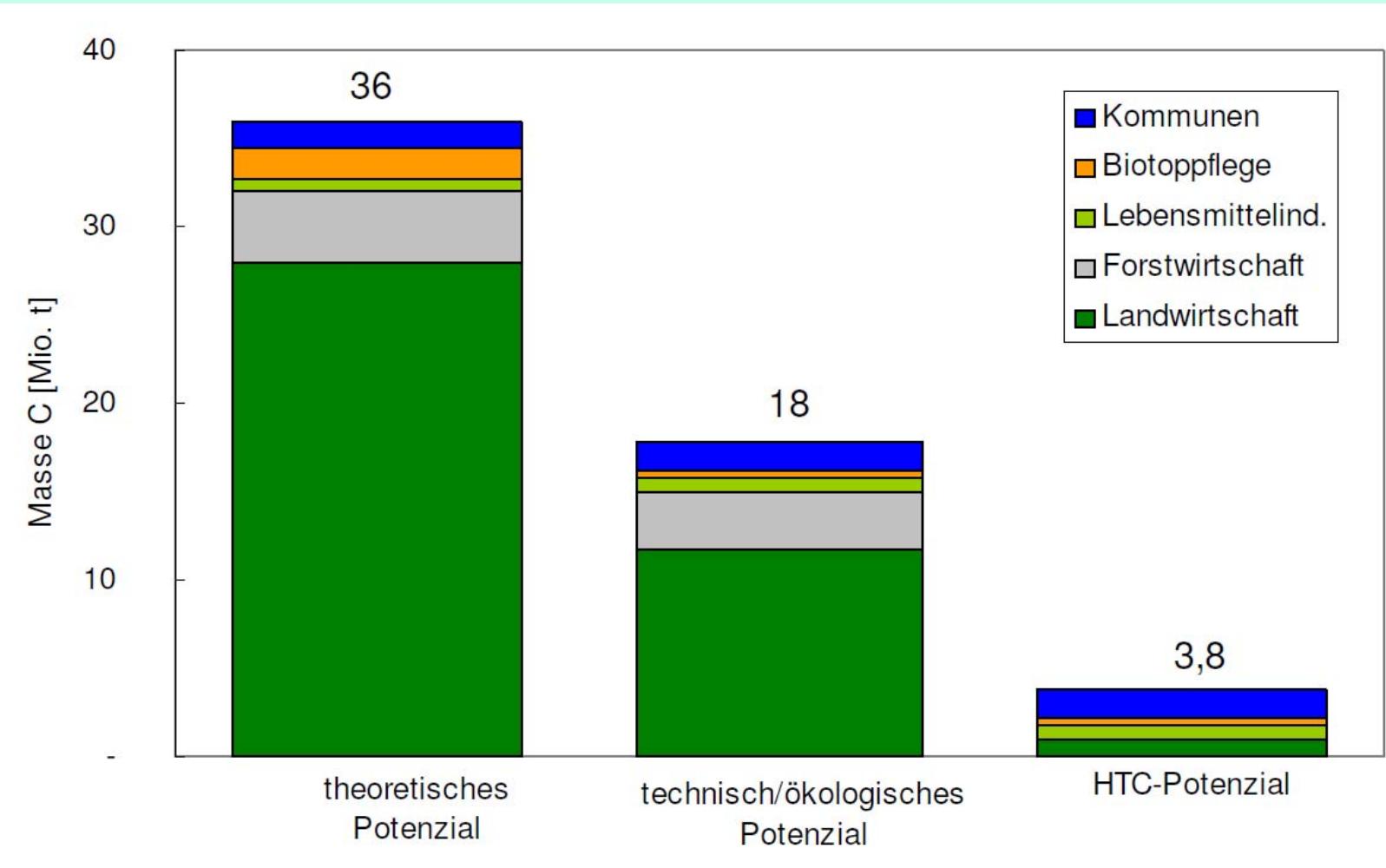
Priorität: C-Bodenfunktionen vor C-Sequestrierung !

Möglichkeiten Zufuhr externer C-Quellen



<http://www.carboncommentary.com/2009/04/07/539>

Verfügbare biogene Kohlenstoff-Quellen in Deutschland



Boden“verbesserungs“mittel ! / ?

- **Vorsorge: Abfälle enthalten meist deutlich höhere Schadstoffgehalte als auf der Fläche gewachsene Reststoffe (Bsp. Klärschlamm und Kompost)**
- **Wie sind die bodenverbessernden Eigenschaften im Vergleich zur Schadstoffanreicherung zu bewerten.**
- **Neue Produkte wie hydrothermale oder pyrolitsche Kohlen versprechen langfristige C-Sequestrierung und/ oder Verbesserung Bodenfunktionen.**
- **Falls diese kaum bodenverbessernde Wirkung haben, sollten sie wohl nicht in Böden gebracht werden. Eine C-Sequestrierung könnte dann besser in einer Deponie stattfinden.**

Wo geht die Reise hin???



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Donnerstag 19.11.2009

- 13:00 Eröffnung**
- 13:30 Rolle des Bodens beim Kohlenstoffkreislauf (*Prof. Makeschin*)**
- 14:00 Status des C-Gehalts in Böden in Deutschland (*Dr. Utermann, BGR*)**
- 14:30 Dauerfeldversuche als Forschungsbasis zur Kohlenstoffdynamik in
ackerbaulich genutzten Böden" (*Prof. Ellmer, HU-Berlin*)**
- 15:00 Pause**
- 15:30 Veränderungen des C-Gehalts bei forstlicher Nutzung (*Dr. Schrumpf,
Herr Proft, TLfWJF*)**
- 16:30 Notwendigkeit der C-Anreicherung auf devastierten Flächen (*Prof.
Schaaf, TU Cottbus*)**
- 17:00 Podiumsdiskussion
Stand des Wissens zur C-Problematik - Standorttypische Humus-
gehalte, was wissen wir (nicht)?**

