

Humus-Informationstag
Grundlagen biochemischer, physikalischer und biologischer Eigenschaften
von Humus und Möglichkeiten
von Aufbau und Erhaltung optimaler Humusgehalte im Boden
24. November 2005

**Bestimmung von Humusgehalt und
Humusqualität**

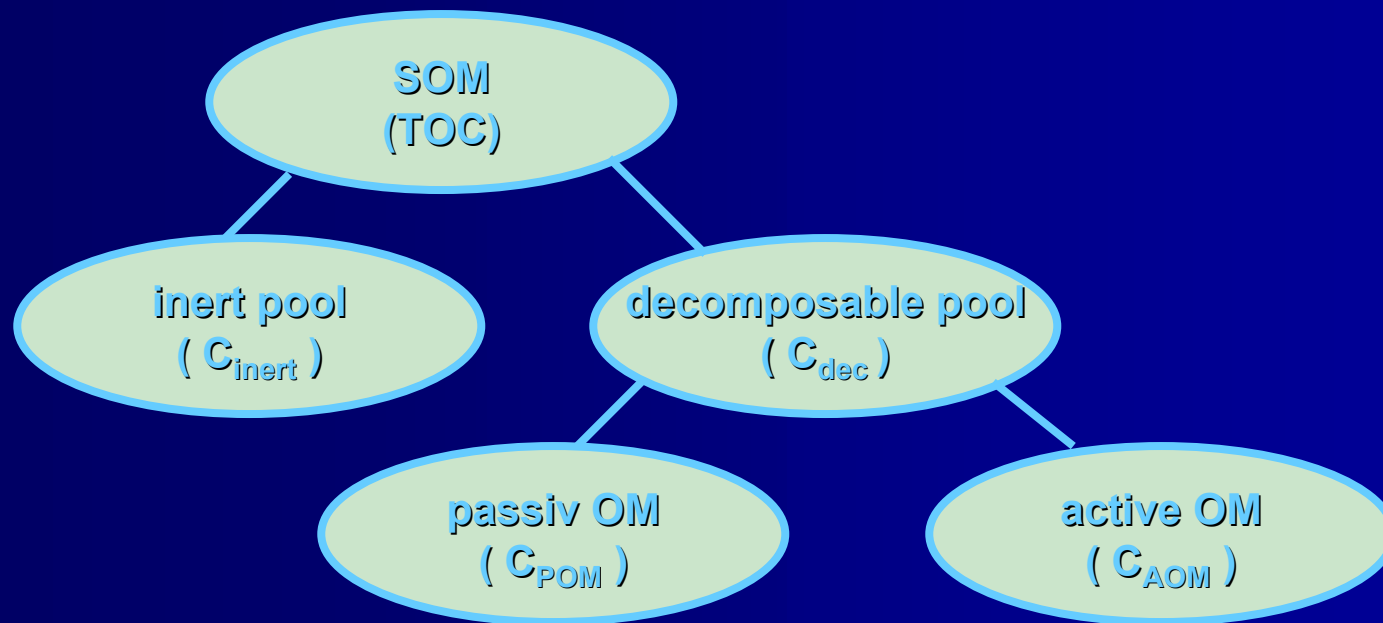
Elke Schulz

UFZ Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle
Department Bodenökologie
elke.schulz@ufz.de



OBS (SOM) Pools Konzeptionelles Modell

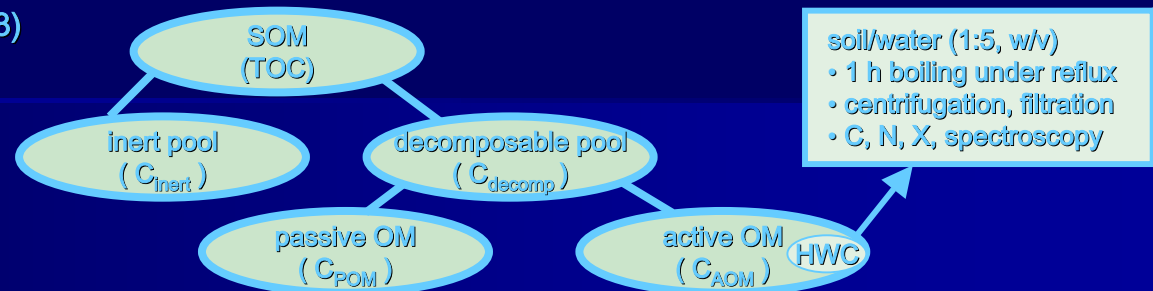
(Körschens, 1997)



- **Dauerdüngungsversuche (C_{ums} , C_{inert})**
- **Fraktionierungsprinzipien**
 - Heißwasser Extraktion (HWC)
 - Kaltwasser Extraktion (WEOM)
 - Kaliumpermanganat Oxidation (C_L , CMI)
 - Partikuläre organische Substanz (POM)
 - Labile spezifisch leichte organische Substanz (C_{LF})
 - Ton assoziierte organische Substanz (C_{inert})
 - Phosphatpuffer extrahierbare organische Substanz (WOS)

Methoden zur Bestimmung von C-Pools: Heißwasser extrahierbare Fraktion

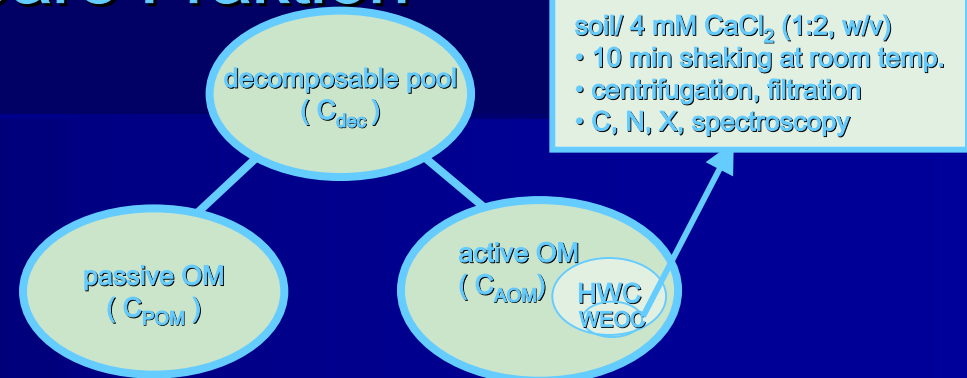
(Schulz, 1997; Schulz et al. 2003)



- Potenzial an sehr leicht umsetzbarer OBS mit schnellen Turnover Raten, reflektiert die Bewirtschaftung (Düngung)
- Bestandteile: Zucker, Aminosäuren, Amide als Hydrolysate von mikrobieller Biomasse, Wurzelexsudaten, Pflanzenmaterial
- Enge Beziehungen zur mikrobiellen Biomasse im Boden und deren Aktivitäten (Korrelation von HWC, C_{dec})
- Indikator des OBS-Versorgungszustandes landwirtschaftlich genutzter Böden

Methoden zur Bestimmung von C-Pools: Kaltwasser extrahierbare Fraktion

(Zsolnay, 1996)

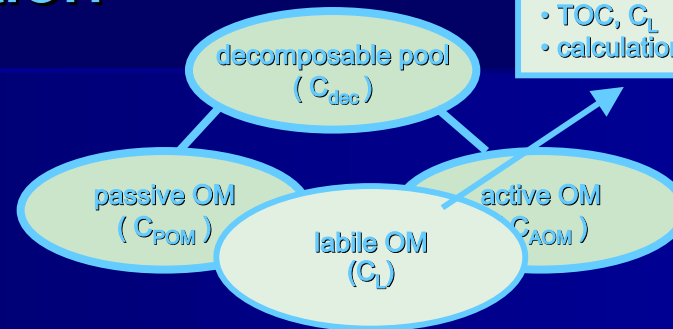


- Wasser lösliche organische Substanz (WEOM) als der *in situ* mobile Teil der gesamten DOM aus Porenräumen > 6 µm
- Unterschiedliche Ergebnisse zum Bewirtschaftungs- (Düngungs-)einfluss
- Bewirtschaftungseinfluss wird überlagert von Temperatur, Bodenfeuchte etc.
- stark an die Dynamik mikrobieller Biomasse geknüpft
- Hohe Variabilität in Raum und Zeit



Methoden zur Bestimmung von C-Pools: Kaliumpermanganat oxidierbare Fraktion

(Blair et al., 1995)



soil (15 mg TOC)/ 25 ml 333 mM KMnO_4
• 1 h shaking at room temperatur
• centrifugation
• TOC, C_L
• calculation of CMI („paired“ samples)

- Bewertung von landwirtschaftlichen Maßnahmen auf die Nachhaltigkeit des Gesamtsystems (OBS und Nährstoffstatus)
- Untersuchung „gepaarter“ Proben (bewirtschaftete & unbewirtschaftete Flächen)
- Messung eines labilen C Pools (C_L) zur Berechnung eines C-Management Indexes (CMI)

CPI = TOC Boden / TOC Referenzboden (unbewirtschaftet)

LI = C_L / C_{NL}

CMI = $CPI \cdot LI \cdot 100$

- CMI korreliert mit bodenphysikalischen Parametern (hydraulische Wasserleitfähigkeit, Aggregatstabilität...)

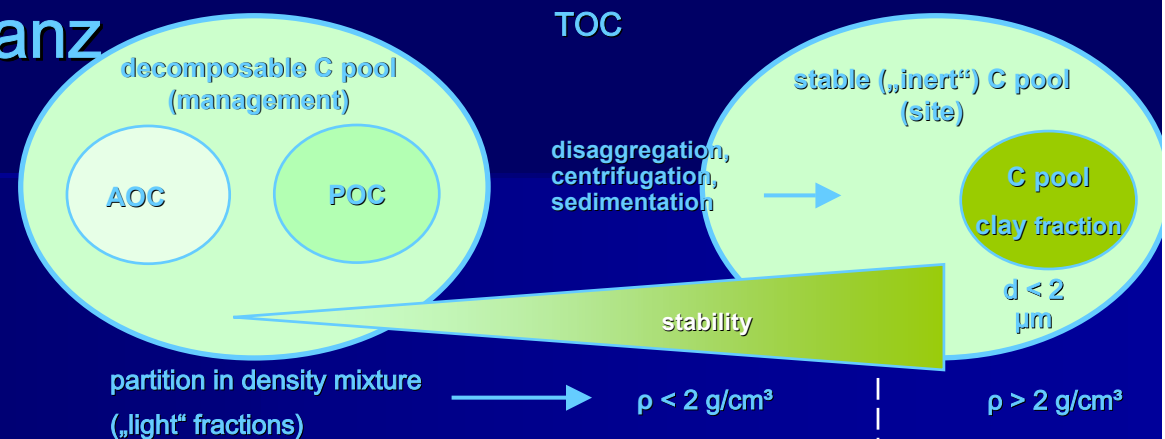
Methoden zur Bestimmung von C-Pools: Partikuläre organische Substanz (POM)

(Christensen, 1992, 1996)



- POM ist nicht bzw. nur locker mit der mineralischen Bodenmatrix verbunden oder in Bodenaggregaten eingeschlossen
- Leicht umsetzbare Fraktion jungen Alters (C_{POM} im Oberboden ist ca. 65% des TOC)
- C / N korreliert mit der Umsetzbarkeit von POM
- Abschätzung des Einflusses von Landnutzungsänderungen und Bewirtschaftung auf die leicht verfügbare C Fraktion möglich

Methoden zur Bestimmung von C-Pools: Ton assoziierte / nicht assoziierte organische Substanz

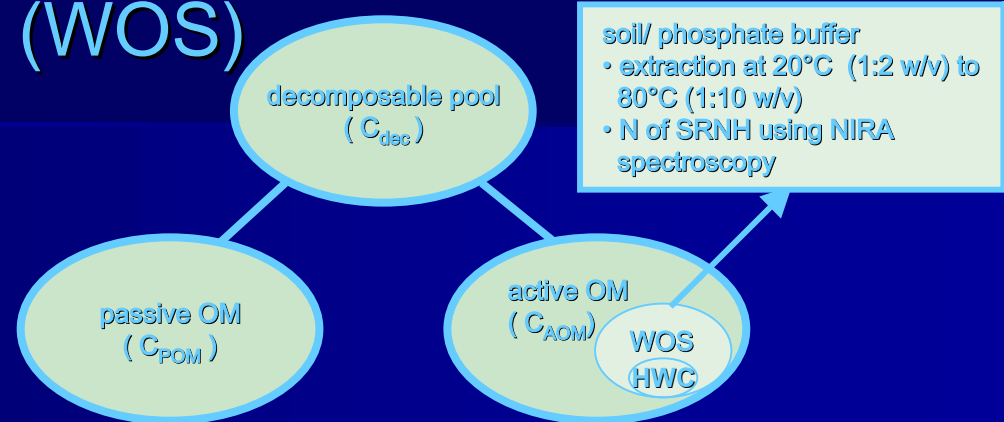


- Fraktionierung von OBS nach Interaktionen mit Tonmineralen
- Kombinierte Fraktionierung nach Partikelgrößen und unterschiedlicher spezifischer Dichte zur Isolierung von Pools unterschiedlicher Stabilität/Stabilisierung (Dichte von 2 g cm^{-3} scheint von Relevanz zu sein)
 - Tonfraktion - OBS ist stabilisiert (Produkte organisch-mineralischer Interaktionen)
 - „leichte“ Fraktionen mit spezifischer Dichte $< 2 \text{ g cm}^{-3}$ – labile OBS, keine oder nur lose Interaktionen mit Tonmineralen, enge Beziehungen zu HWC und damit zur umsetzbaren OBS



Methoden zur Bestimmung von C-Pools: Phosphatepuffer extrahierbare organische Substanz (WOS)

(Wenzl, 1990, 1995)



- Extraktion von Protein ähnlichen N reichen Nicht-Huminstoffen (SRNH) aus dem gesamten organischen N im Detritus und der Biomasse
- Abschätzung der ertragswirksamen N-Nachlieferung als Kapazitätsindikator landwirtschaftlich genutzter Böden
- Ziel ist die Optimierung einer standortspezifischen Düngung für einen ausgeglichenen Ertrag und Umweltbilanzen speziell in ökologischen Anbausystemen



Indikatorwirkung/ Anwendbarkeit

	HWC	KWC	CMI	LF	POM
Bewirtschaftungseffekt	+	+	+	+	+
Standorteffekt (Temperatur & Niederschlag)	WMZ	WMZ	?	WMZ	WMZ
Reproduzierbarkeit	räumliche & zeitliche Dynamik	sehr große räumliche & zeitliche Dynamik	Referenz- boden „gepaarte“ Proben	?	?
Arbeitsaufwand	gering	gering	mittel	hoch	hoch
Standardisierung	VDLUFA A 4.3.2	-	nur für TOC; nicht für C _L	-	-

(WOS ?)



HWC reflektiert Bewirtschaftung (Düngung)

Experiment	Düngung	TOC (%)	HWC (mg/kg)
Nährstoffmangalexperiment Thyrow (1937)	ohne	0,29	123
	NPK	0,36	187
	NPK + Ca	0,35	167
	STM	0,43	257
	NPK + Ca + STM	0,61	285
Nährstoffexperiment Müncheberg (1963)	ohne	0,43	173
	NPK	0,48	213
	NPK + STM 1	0,54	228
	NPK + STM 2	0,58	243
	NPK + Stroh	0,52	233



OBS - Dynamik im Modellexperiment „Brunnenringe“ (Haplic Chernozem, Bad Lauchstädt)

Variante	TOC (%)	TN	HW-C (mg/kg)	HW-N
PN 1956				
ohne	1,59	0,142	224	40
NPK	1,76	0,160	263	42
STM	2,02	0,174	428	72
STM + NPK	2,12	0,193	469	79
PN 1997 (Brache)				
ohne	1,40	0,118	163	21
NPK	1,46	0,128	172	27
STM	1,50	0,130	224	32
STM + NPK	1,51	0,131	231	34



Einfluss extremer Bewirtschaftung auf dem umsetzbaren OBS – Pool (Verarmungsversuch)

HWC (mg/kg)

Probenahme	Aktuell	Freiland				Gewächshaus			
	im Versuch	1997	1999	2000	2001	1997	1999	2000	2001
Lauterbach									
ohne	1010	795	608	913	768	694	577	1043	782
STM + NPK	1460	970	698	1071	994	817	657	942	890
Groß Kreuz									
ohne	190	239	160	191	194	168	95	190	191
STM + NPK	509	331	242	290	312	217	155	285	267
Bad Lauchstädt									
ohne	200 (o.D.)	315	247	398	393	315	159	345	313
STM + NPK	550	492	365	595	527	363	285	582	499



HWC als Indikator des OBS- Versorgungszustandes von Ackerböden in Abhängigkeit von Standort und Düngung

(Körschens & Schulz, 1999)

Versuchsort	HWC (mg/kg)						
	Vers.- Jahre	Ton (%)	STM (t/ha)	Ohne Düngung	NPK	STM	STM + NPK
Bad Salzungen	32	2	10	200	250	360	380
Thyrow	60	3	15	120	190	260	290
Skierniwice	74	5	20	100	150	340	340
Dahlem	12	5	10	170	210	230	210
Müncheberg	34	5	12	170	200	230	250
Spröda	32	6	10	350	310	410	360
Seehausen (F1-70)	31	8	10	220	240	370	400
Dikopshof	92	10	12,5	120	220	260	360
Methau	32	16	10	320	320	490	540
Rauschholzhausen	13	19	10	210	280	320	390
Bad Lauchstädt	90	21	10	200	280	370	410
(Lauterbach)	27	15	2 GV	1010	1160	1350	1460
Durchschnitt				210	250	340	360



HWC – Bereiche für die Klassifikation von Ackerböden

Gültigkeitsbereich:

- Grundwasserferne Sand- und Lehmböden
- Jahresdurchschnittstemperatur: 6 bis 10 °C
- Jahresniederschlag: 400 bis 800 mm

HWC – Bereich (mg/kg)	OBS - Gehaltsklasse	
< 200	A	sehr gering (verarmt)
200 – 250	B	gering
250 – 300	C	mittel, anzustreben
300 – 400	D	hoch
> 400	E	sehr hoch (überversorgt)

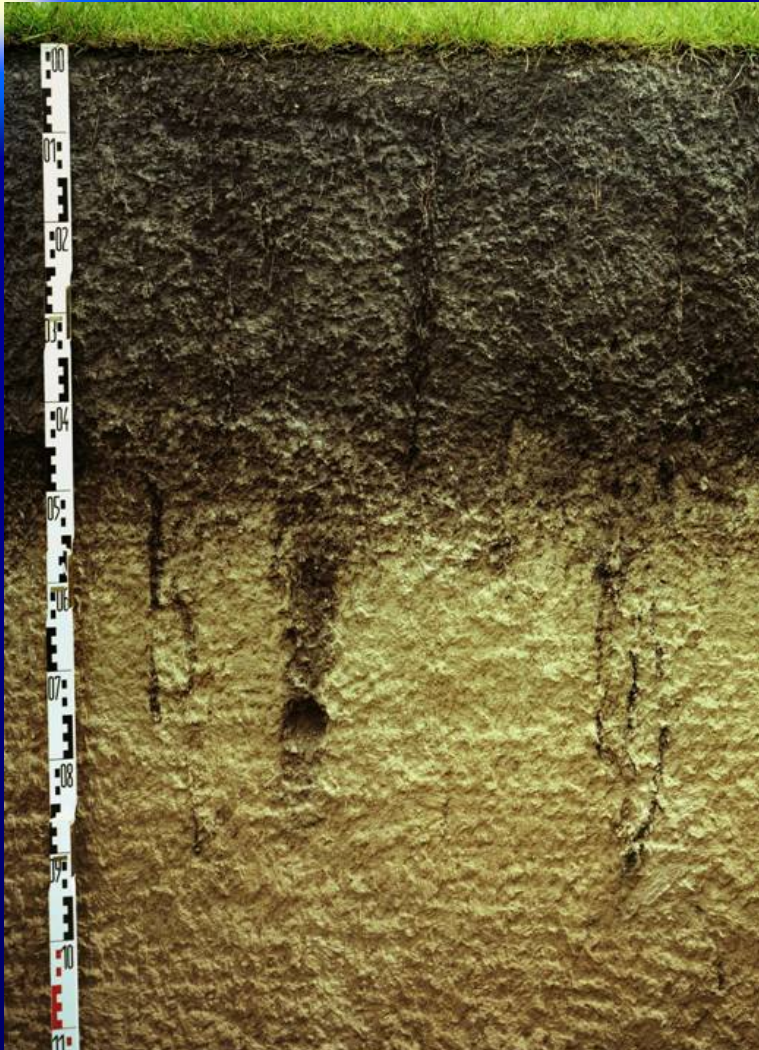


Schlußfolgerungen

- Änderungen im TOC sind erst nach längeren Zeiträumen messbar und betreffen fast ausschließlich den umsetzbaren C-Pool
- Gegenwärtig gibt es ein großes Spektrum an unterschiedlichen Parametern mit dem Ziel der Indizierung von bewirtschaftungsbedingten Änderungen des umsetzbaren C-Pools
- Praktikabilität & Standardisierungsgrad sind sehr unterschiedlich
- C-Gehalt in der Heißwasser extrahierbaren Fraktion ist ein einfach zu bestimmender Parameter zur Abschätzung des Versorgungszustandes von Ackerböden mit umsetzbarer OBS
- Eckpunkte zur Klassifizierung des OBS_{ums} -Niveaus von Ackerböden (Körschens & Schulz 1999)
 - $HWC < 200$ mg/kg indiziert eine Verarmungsgrenze
 - $HWC > 400$ mg/kg deutet auf hohe bzw. „Luxus“ - Versorgung... (Umweltrisiken)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !



Boden des Jahres 2005: Schwarzerde

(Profil eines Haplic Chernozem
Standort: Bad Lauchstädt, Germany)