

Humuswirkung organischer Reststoffe

Christof Engels

Fachgebiet Pflanzenernährung und Düngung

Humboldt-Universität zu Berlin

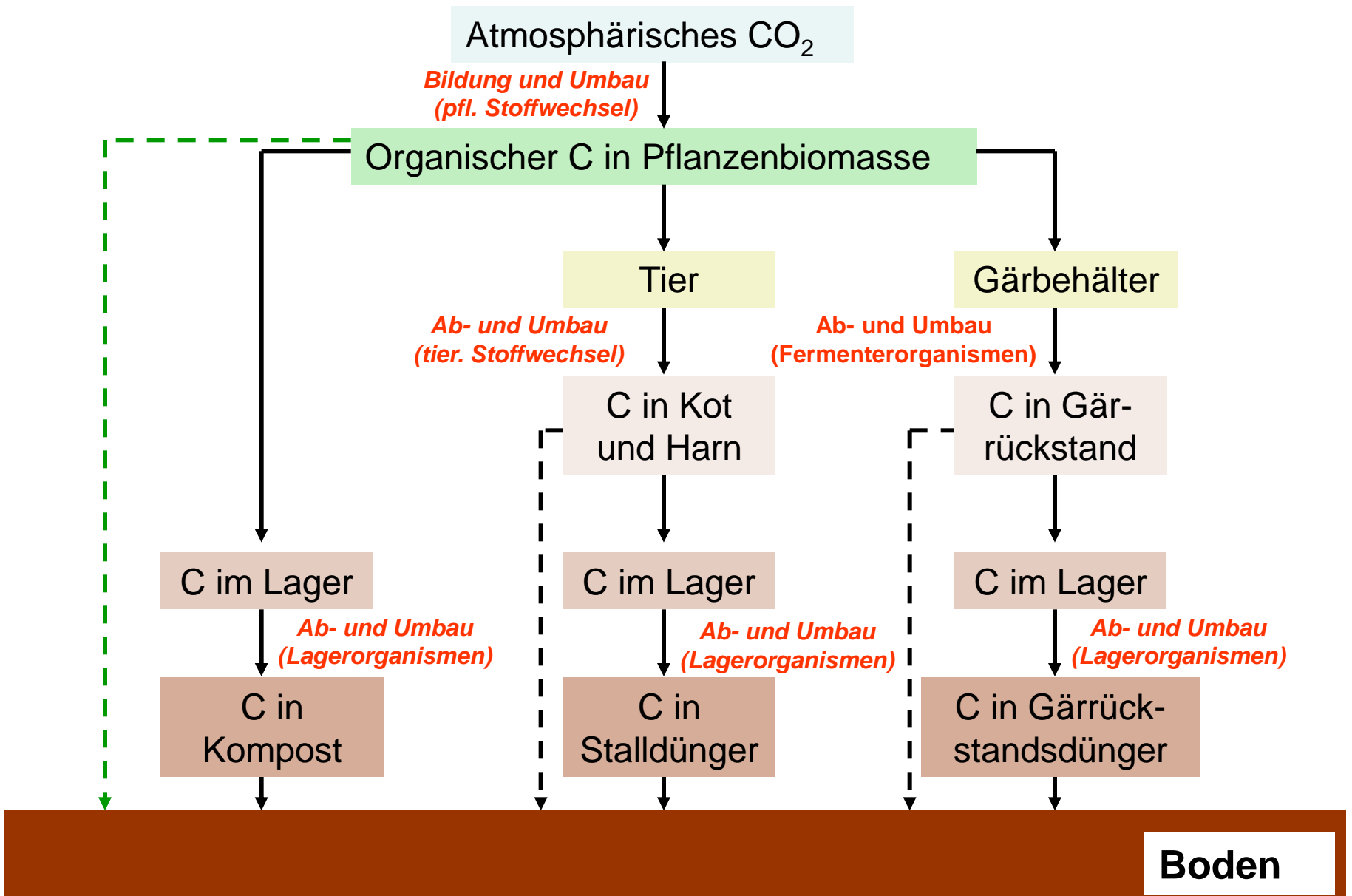
- Eintragspfade für organische Substanz in den Boden

Welche Eintragspfade kann man unterscheiden?

Welche Wirkungen hat der Pfad auf die Menge und Zusammensetzung der in den Boden eingetragenen organischen Substanz?

- Abbau, Umbau und Stabilisierung von organischer Substanz im Boden

Pfade für den Transfer von organischer Substanz in den Boden



Anhaltswerte für den Trockenmasseabbau während der Vergärung pflanzlicher
Stoffe zur Biogasgewinnung

Substrat	Trockenmasseabbau (%)
Maissilage	70,0
Grünlandaufwuchs (4 oder mehr Schnitte a ⁻¹)	67,7
Grünlandaufwuchs (max. 3 Schnitte a ⁻¹)	60,0
Getreidekorn (Roggen)	81,0
Zuckerrüben	69,5
Kartoffeln	81,0
Getreide-Gesamtpflanzensilage	67,7
Maiskolbensilage	81,0
Zuckerrübenblätter	65,0
Sudangras	62,3
Sorghum bicolor	62,3

aus Möller et al., 2010. Nutrient Cycling in Agroecosystems 87, 307-325

Veränderung der Zusammensetzung von Mais während der Vergärung

Vergärung 65 d bei 40°C

	Organischer C	Stickstoff	Cellulose	Hemicellulose	Lignin
	<i>mg g⁻¹ Trockenmasse</i>		<i>% der organischen Masse</i>		
Mais frisch	396	9,4	22	32	4,7
Gärrückstand	335	65	15	20	10,5

nach Chen et al. 2012 Biomass and Bioenergy 45, 221-229.

Welche Wirkungen hat der Pfad auf die Menge und Zusammensetzung des in den Boden eingetragenen organischen Kohlenstoffs?

- Je nach Pfad variieren die Verluste an organischem C von nahe 0 (z.B. Ernterückstände, Rhizodeposition) bis > 80% (Düngung mit Gärrückständen) des ursprünglichen organischen C in der Pflanzenbiomasse.
 - *Die Versorgung der heterotrophen Bodenorganismen mit organischem C und damit verbunden, die „Nährhumuswirkungen“ variieren je nach Transferpfad.*
- Je nach Pfad können sich die Verluste an mineralischen Nährstoffen mehr oder weniger stark von den Verlusten an organischem C unterscheiden.
 - *Die pro Einheit Mineralstoffdüngung (z.B. kg N) dem Boden zugeführte Menge an organischem C unterscheidet sich je nach Transferpfad.*
- Je nach Pfad unterscheidet sich die Veränderung der Zusammensetzung der organischen C-Verbindungen.
 - *Verändert sich dadurch die „Dauerhumuswirkung“ bzw. die „Humusreproduktionswirkung“ der organischen Substanz?*

Humuswirkung organischer Reststoffe

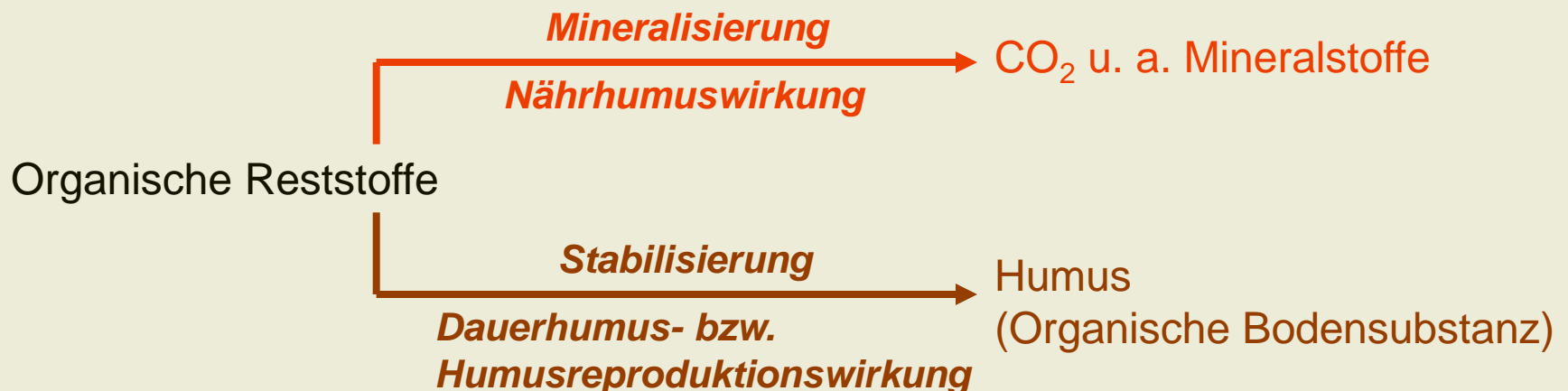
Christof Engels

Fachgebiet Pflanzenernährung und Düngung

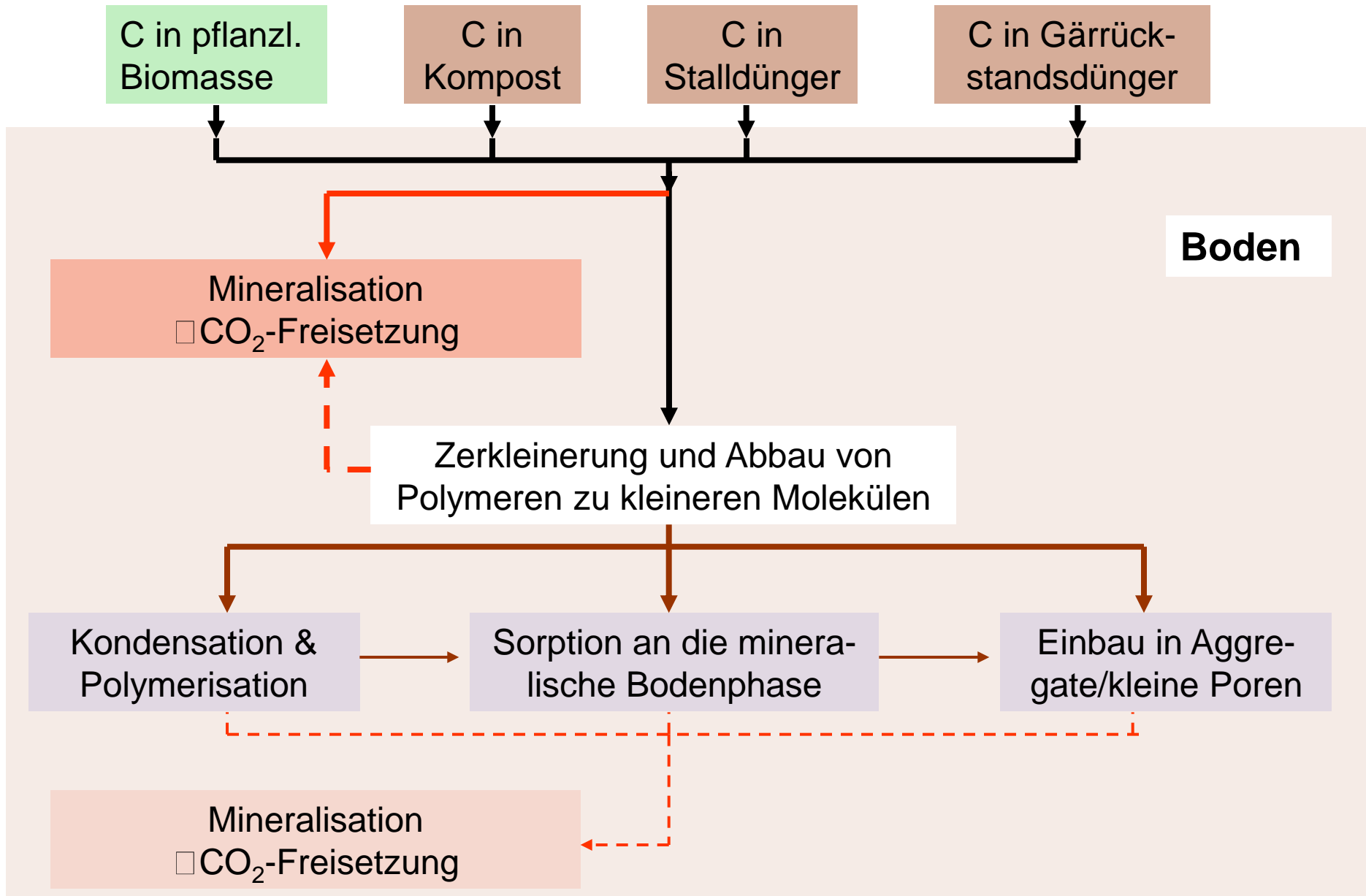
Humboldt-Universität zu Berlin

- Eintragspfade für organischen Kohlenstoff in den Boden
- Abbau, Umbau und Stabilisierung von organischer Substanz im Boden

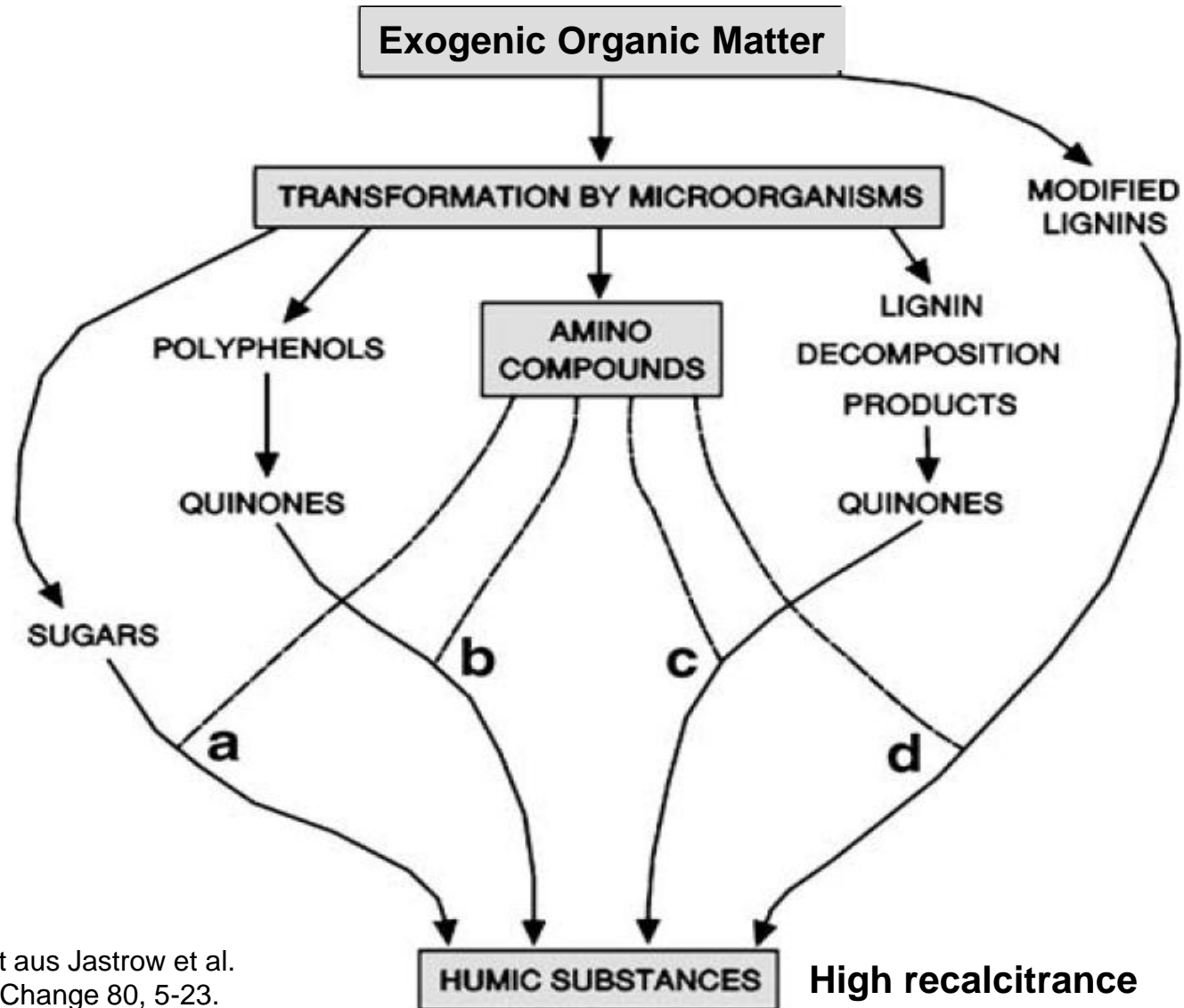
Wie werden organische Reststoffe im Boden stabilisiert bzw. vor Abbau geschützt?



Abbau und Umbau von organischem C im Boden (stark vereinfacht)



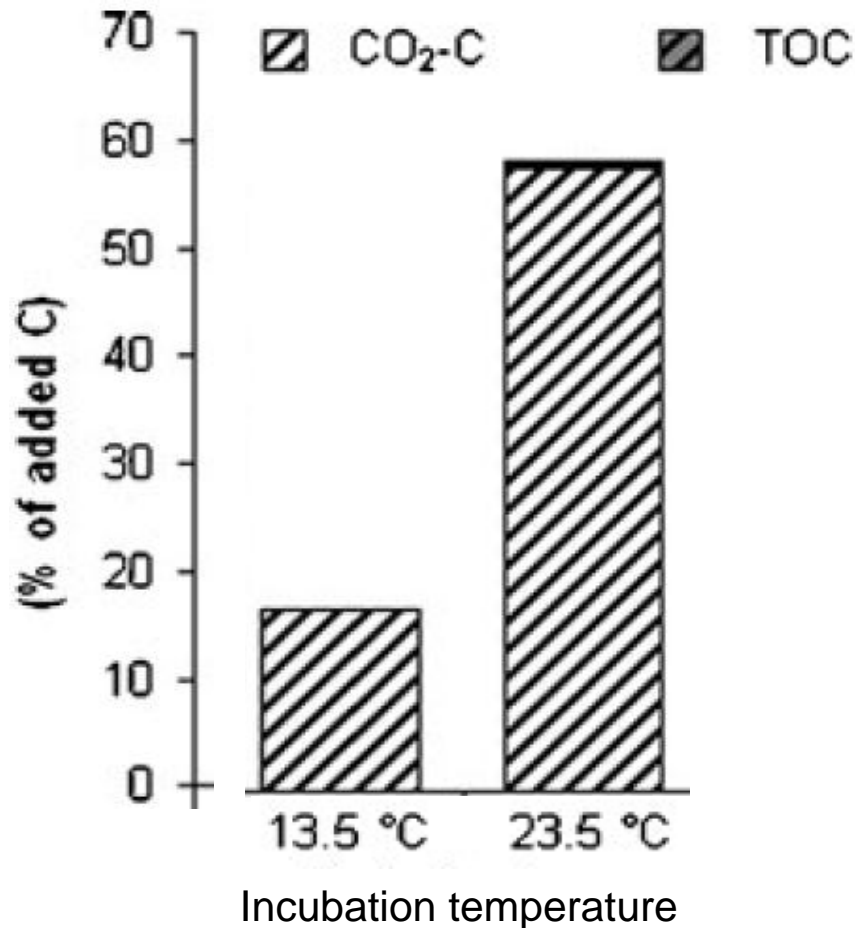
Hauptwege der Humifizierung durch Kondensationsreaktionen



Weisen Gärrückstände, die einen hohen Anteil an Lignin enthalten, eine hohe Rekalzitranz auf?

CO₂-Freisetzung und Auswaschung von organischem C (TOC) in den ersten 6 Wochen nach Applikation von Gärrest

Mais-Fermentierung; Inkubation in ungestörten Bodensäulen bei 13,5 und 23,5°C

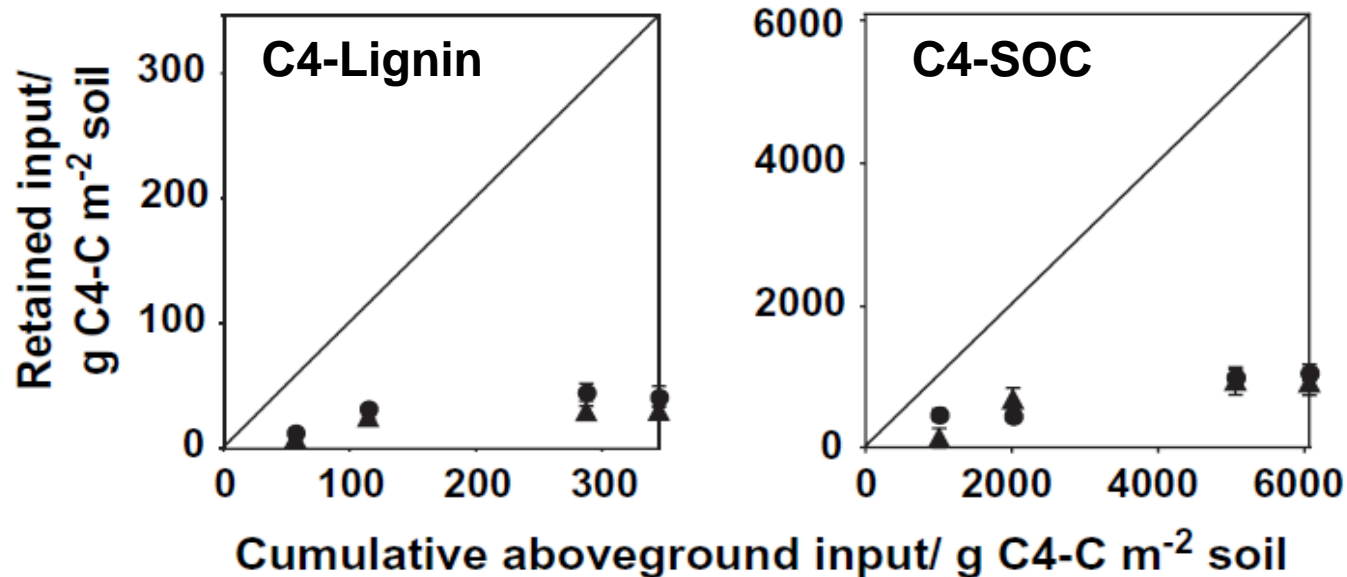


60% des organischen C im Gärrest wurde im Boden schnell mineralisiert.

Hat Lignin im Vergleich zu anderen organischen C-Verbindungen eine hohe Rekalzitranz?

Beziehung zwischen Gesamt-Eintrag an Lignin-C (links) bzw. Gesamt-C (rechts) und wieder gefundenem Lignin-C bzw. Gesamt-C

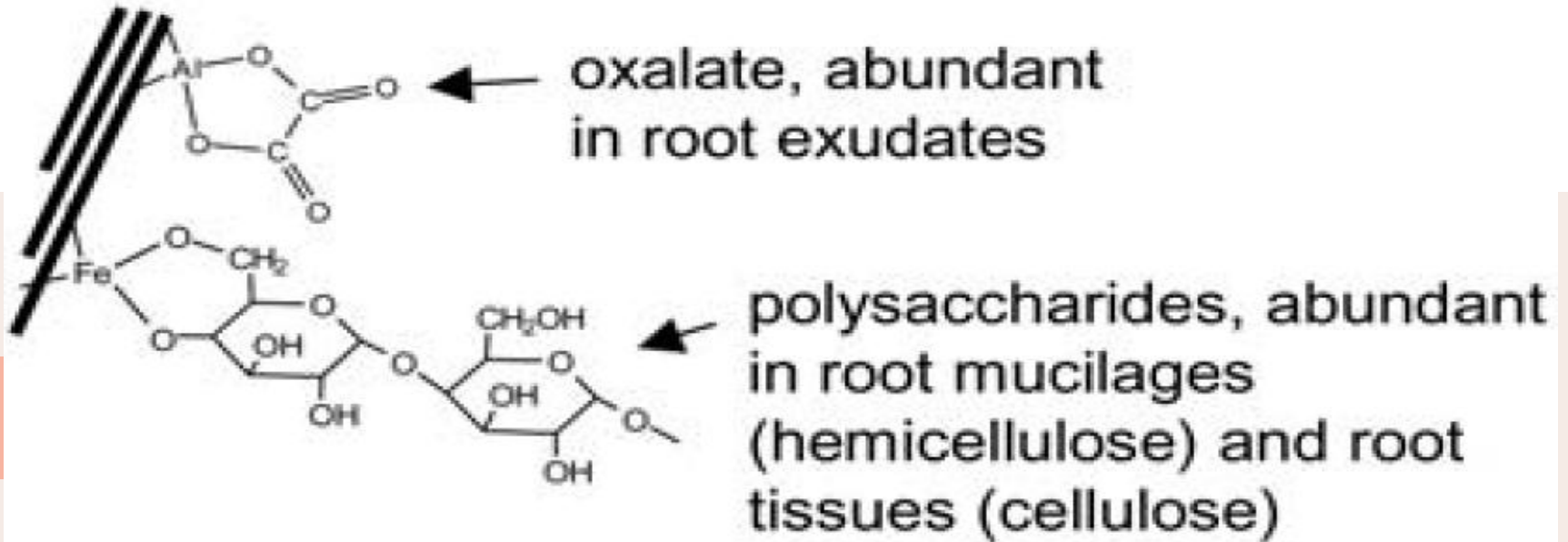
Feldversuch, 18 Jahre Mais auf einem C3-Boden; Messung Eintrag und Bodengehalte an Mais-Lignin (C4-Lignin) und Mais-C (C4-SOC)



Nach 18 Jahren waren

- etwa 10% des durch den Mais eingetragenen Lignin und
- etwa 16% des insgesamt durch Mais eingetragenen organischen C noch im Boden vorhanden.

Abbau und Umbau von organischem C im Boden (stark vereinfacht)



Fragmentierung und Abbau von Polymeren zu kleineren Molekülen

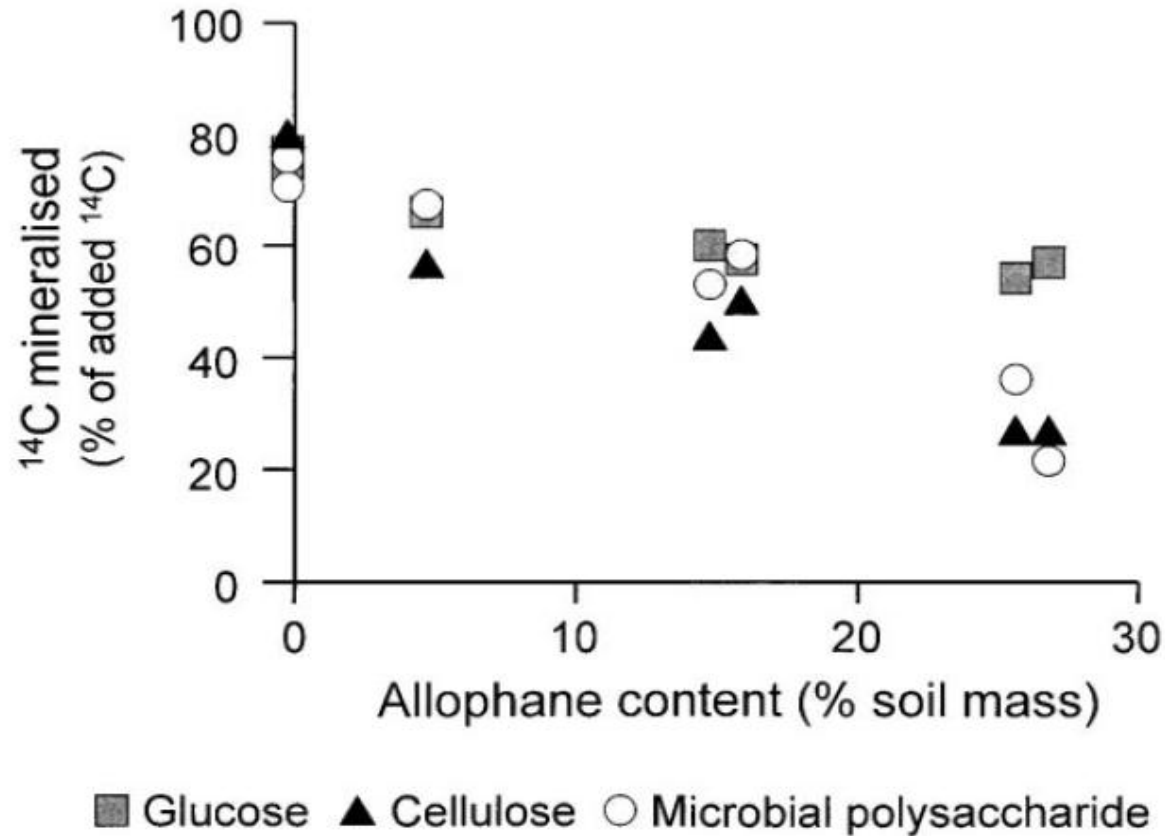
Kondensation & Polymerisation

Sorption an die mineralische Bodenphase

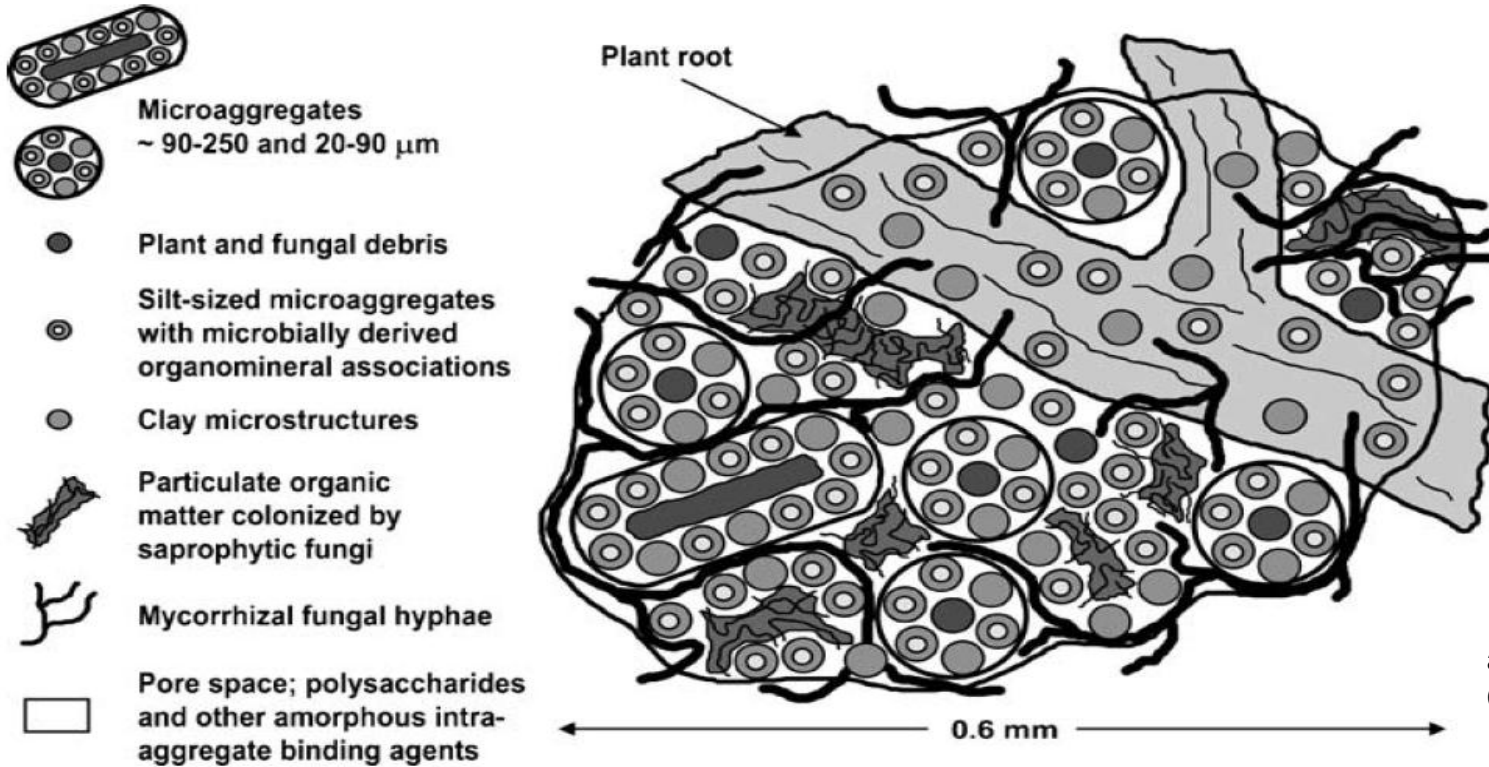
Einbau in Aggregate/kleine Poren

Mineralisation
□ CO₂-Freisetzung

Einfluss des Gehaltes an Allophanen im Boden auf die Mineralisierung verschiedener Kohlenhydrate im Inkubationsversuch

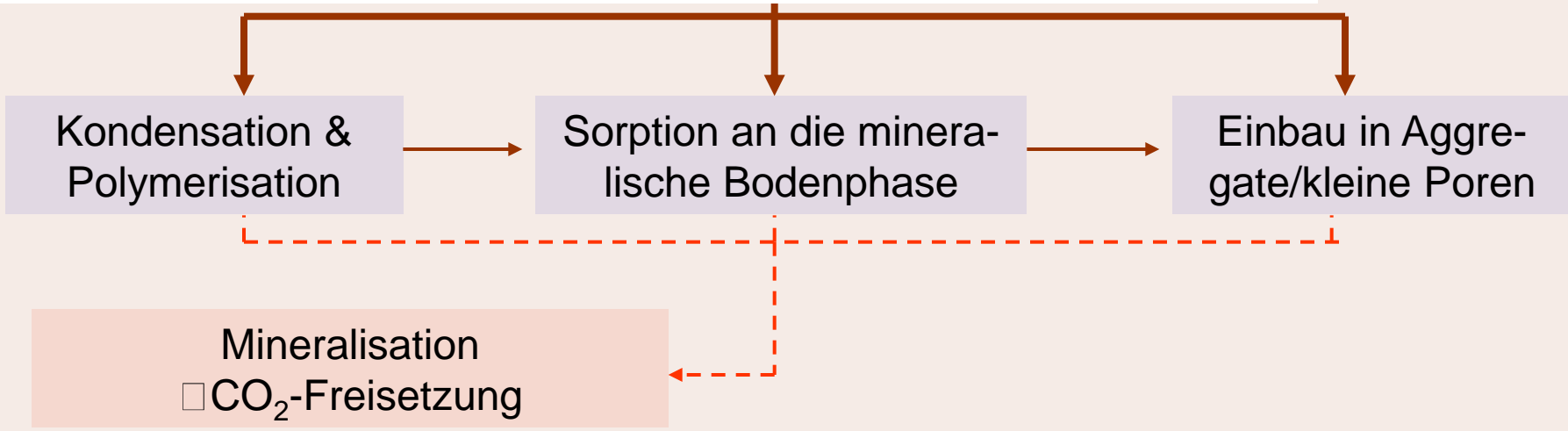


Abbau und Umbau von organischem C im Boden (stark vereinfacht)



Boden

aus Jastrow et al. 2007. Climatic Change 80, 5-23.

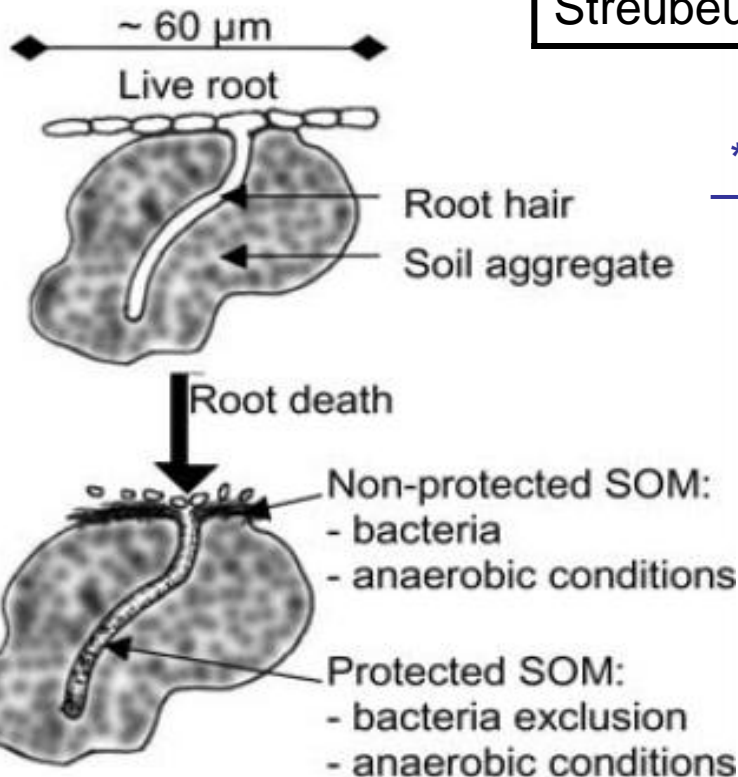


Humuswirkung von Wurzel-C relativ zur Humuswirkung von Spross-C in unterschiedlichen Versuchssystemen

Mittelwerte von mehreren Versuchen mit unterschiedlichen Pflanzenarten

Versuchssystem	Humuswirkung Wurzeln / Humuswirkung Spross*
<i>In situ</i> Untersuchung im Feld	2,40
Inkubationsversuche im Labor	1,30
Streubeutelversuche im Feld	1,29

Physical protection



***Wurzel-C im Boden/Gesamt-C-Eintrag mit Wurzeln
Spross-C im Boden/Gesamt-C-Eintrag mit Spross**

Schlussfolgerung

Im Boden treten vielfältige Interaktionen zwischen organischen Reststoffen, der mineralischen Bodensubstanz sowie der Bodenflora und –fauna auf. Diese Interaktionen regulieren die Mineralisierung (Nährhumuswirkung) und die Stabilisierung (Dauerhumuswirkung) der organischen Substanz. Sie erschweren die Ausweisung von „Humuskoeffizienten“ (siehe z.B. VDLUFA-Standpunkt Humusbilanzierung), die die Humusreproduktionswirkung von organischen Reststoffen quantifizieren.

