

Humuswirkung von Gärprodukten

Uwe Franko, Felix Witing, Nadia Prays (UFZ) & Holger Bessler (HU-Berlin)

uwe.franko@ufz.de

Schwerpunkte

- Humus, Humusbilanz und Bodenfunktion
- Biogasproduktion und Humusbilanz
- Humuswirkung organischer Substraten
- Entwicklung in Sachsen
 - * Biogas und Humusaufbau
 - * Änderung des Humusvorrats
- Humus und Klimawandel



Humus (VDLUFA Standpunkt 2014) :

“die in den Boden integrierte organische Bodensubstanz, die durch...Untersuchung des Gehaltes an organischem Kohlenstoff im Boden (C_{org}) nach VDLUFA.Methodenbuch nachweisbar ist”

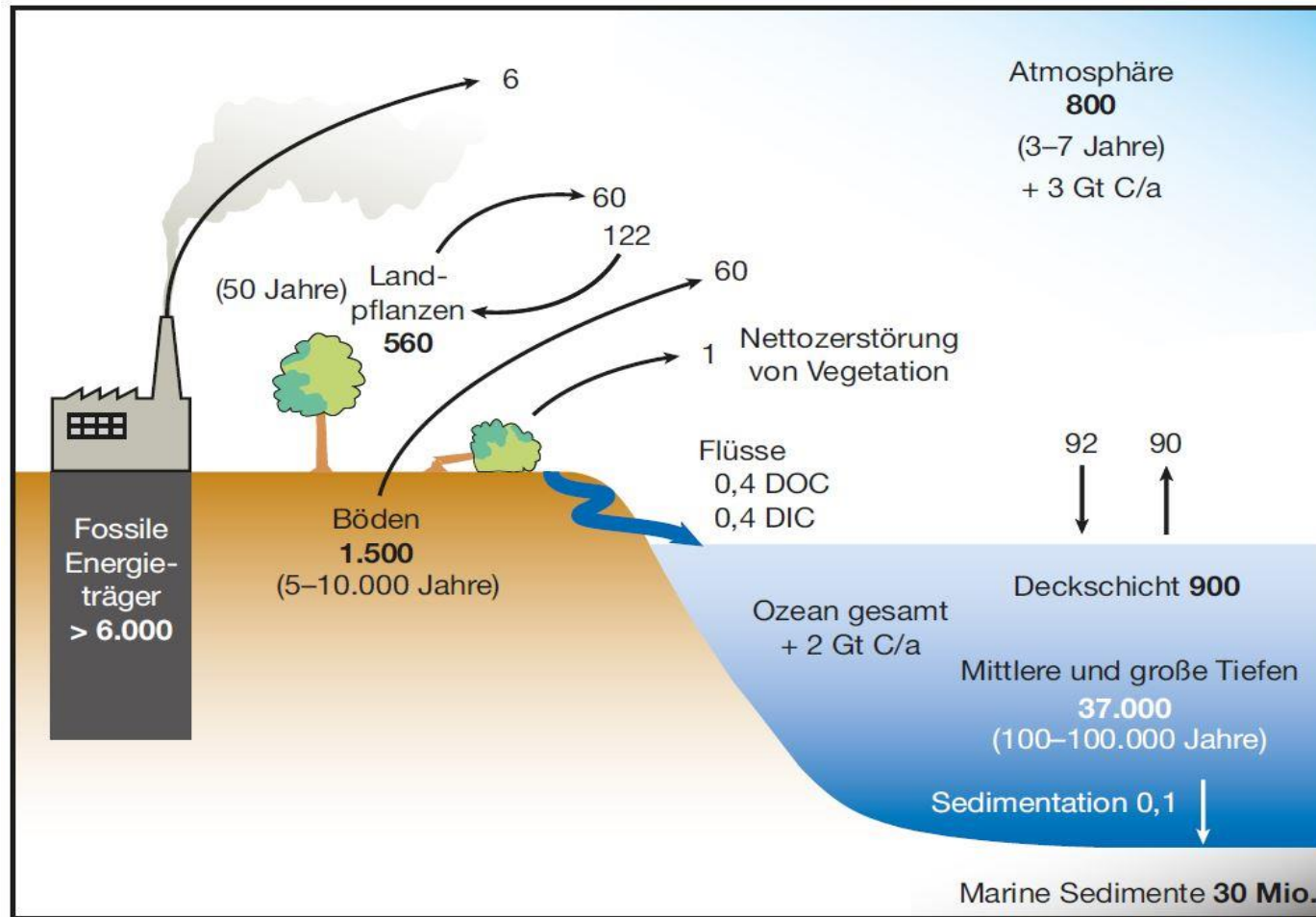
Bodenfunktionen

- Produktion von Nahrung und Rohstoff
- Lebensraum für Pflanzen und Tiere
- Wichtiger Wasserspeicher
- Filter für Schadstoffe
- Klimawirkung
- Archiv der Kulturgeschichte
- Bodenschätze

Bodenhumus

- ...erhöht die Bodenfruchtbarkeit
- ... ist biologisch aktiv
- .. verändert die Bodenstruktur
- ...verändert die Sorption
- ... als C-Quelle/Senke
- ... Kurzzeitgedächtnis (Jahrzehnte)

Schema des globalen Kohlenstoffkreislaufs



Werte für die Kohlenstoffvorräte in Gt C, Werte für die mittleren Kohlenstoffflüsse in Gt C pro Jahr
 Quelle: [WBGU 2006](#)

Ziele von Humusbilanzen

Bewertung der Humusversorgung von Ackerland

Agronomisches Konzept:

Humus-Bedarf =

f (Fruchtart, Ertrag, N-Input, Standort)

Humus-Ersatz =

f (Fruchtfolge, org. Düngung)

Erhaltung optimaler Humus-Funktionen

- hohe Produktivität
- geringes N-Verlustpotential

Ökologisches Konzept:

Humus-Änderung

ΔC_{org} =

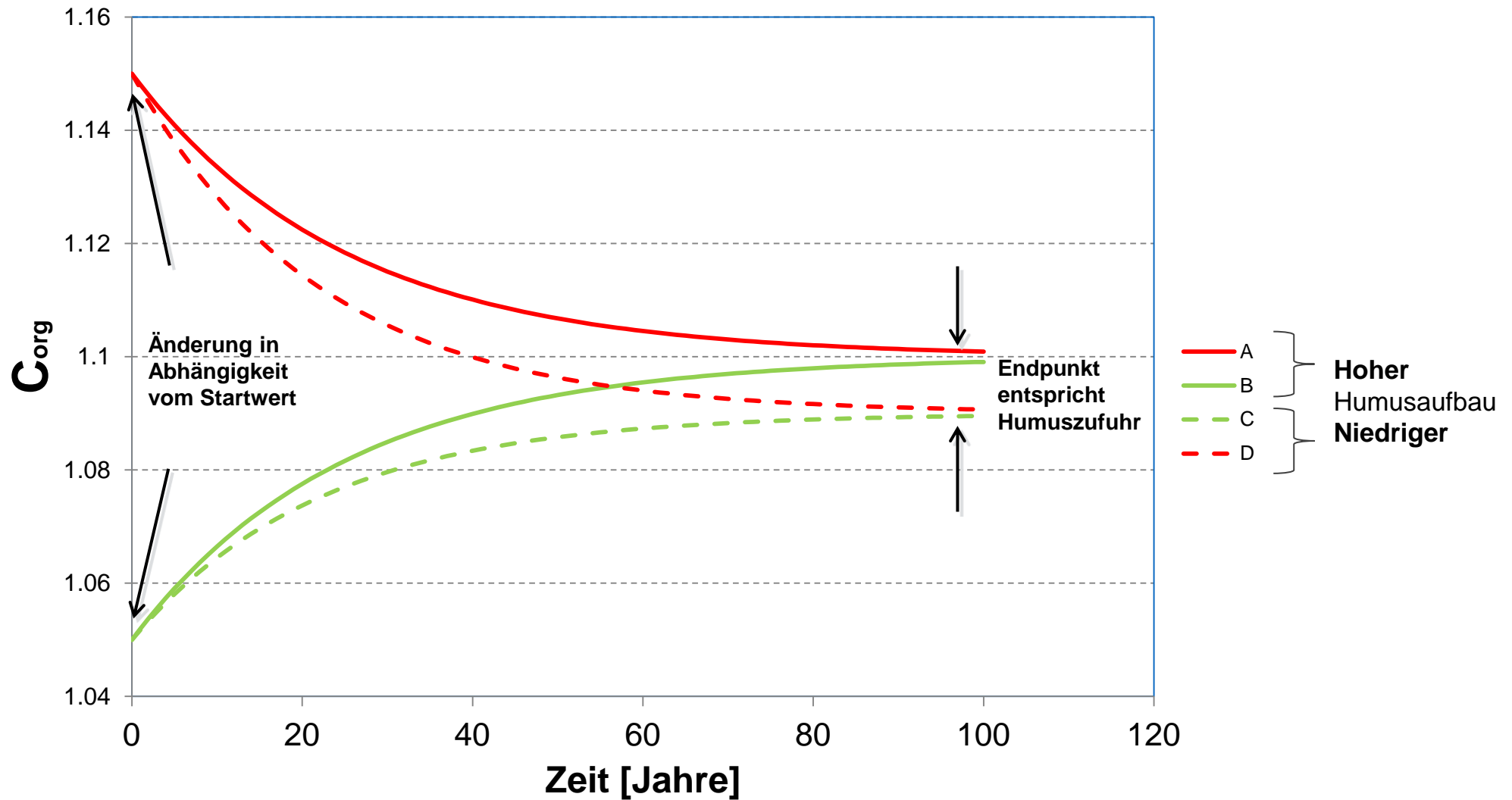
f (Bewirtschaftung, Standort, C_{org})

Wirkung der Bewirtschaftung auf Humus-Mengen

- Prozessorientiert
- Modellprognosen

Qualitative Bewertung der org. Substrate

Prozess-Modelle beschreiben die vollständige Humusdynamik Bilanz-Ansätze orientieren sich (bestenfalls) am Endpunkt



Biogasproduktion und Humusbilanz

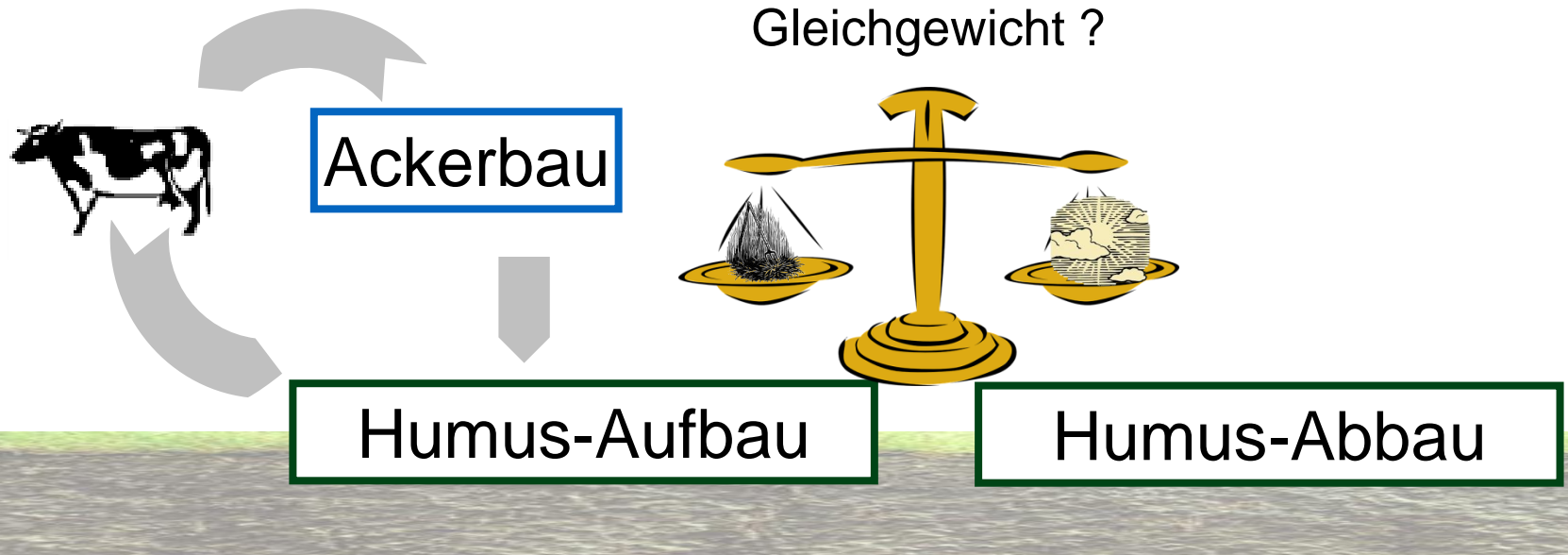
Ändert die Biogasproduktion die Humusdynamik im Agrar-Ökosystem ?



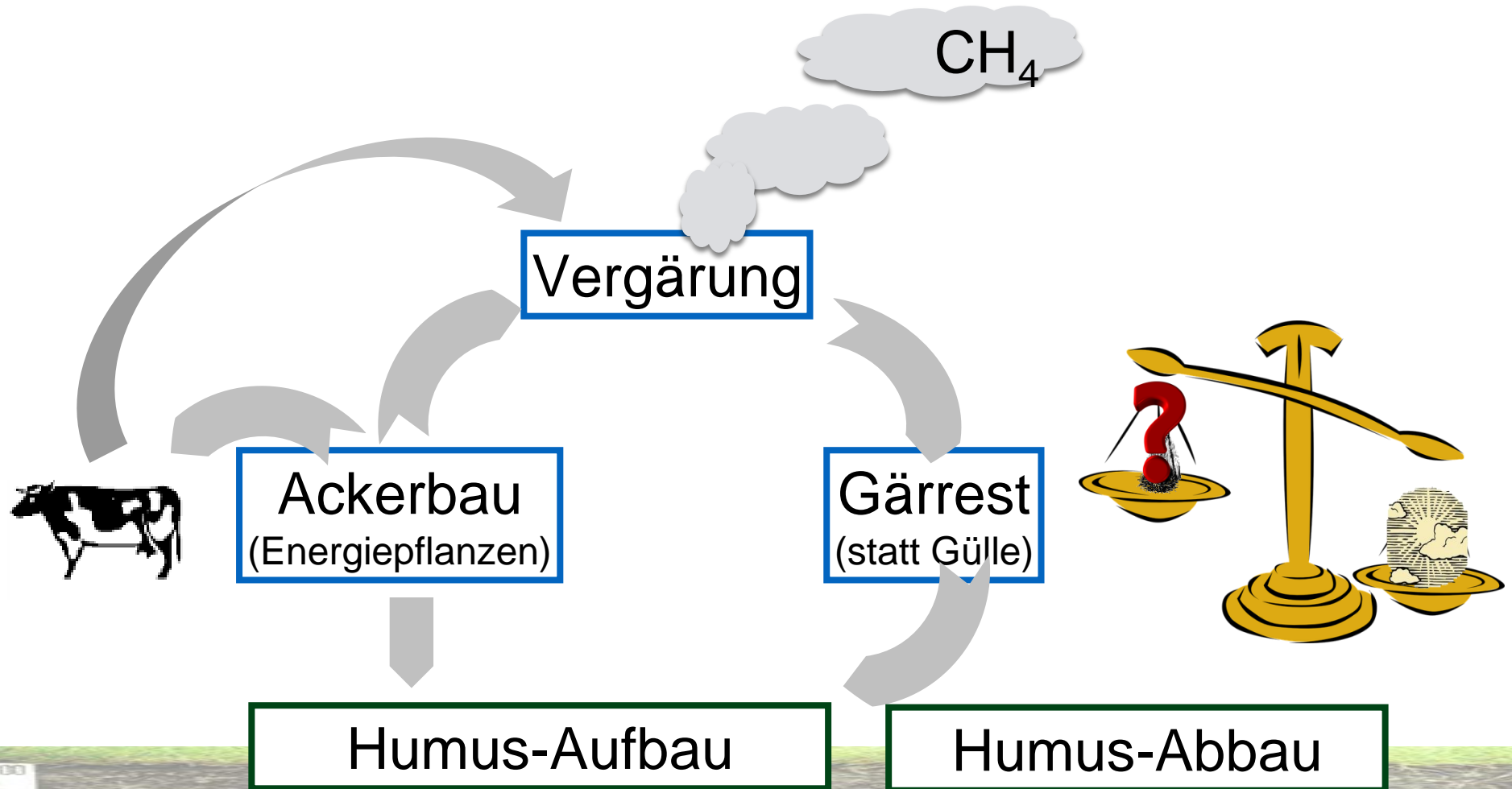
Humus-Aufbau

Humus-Abbau

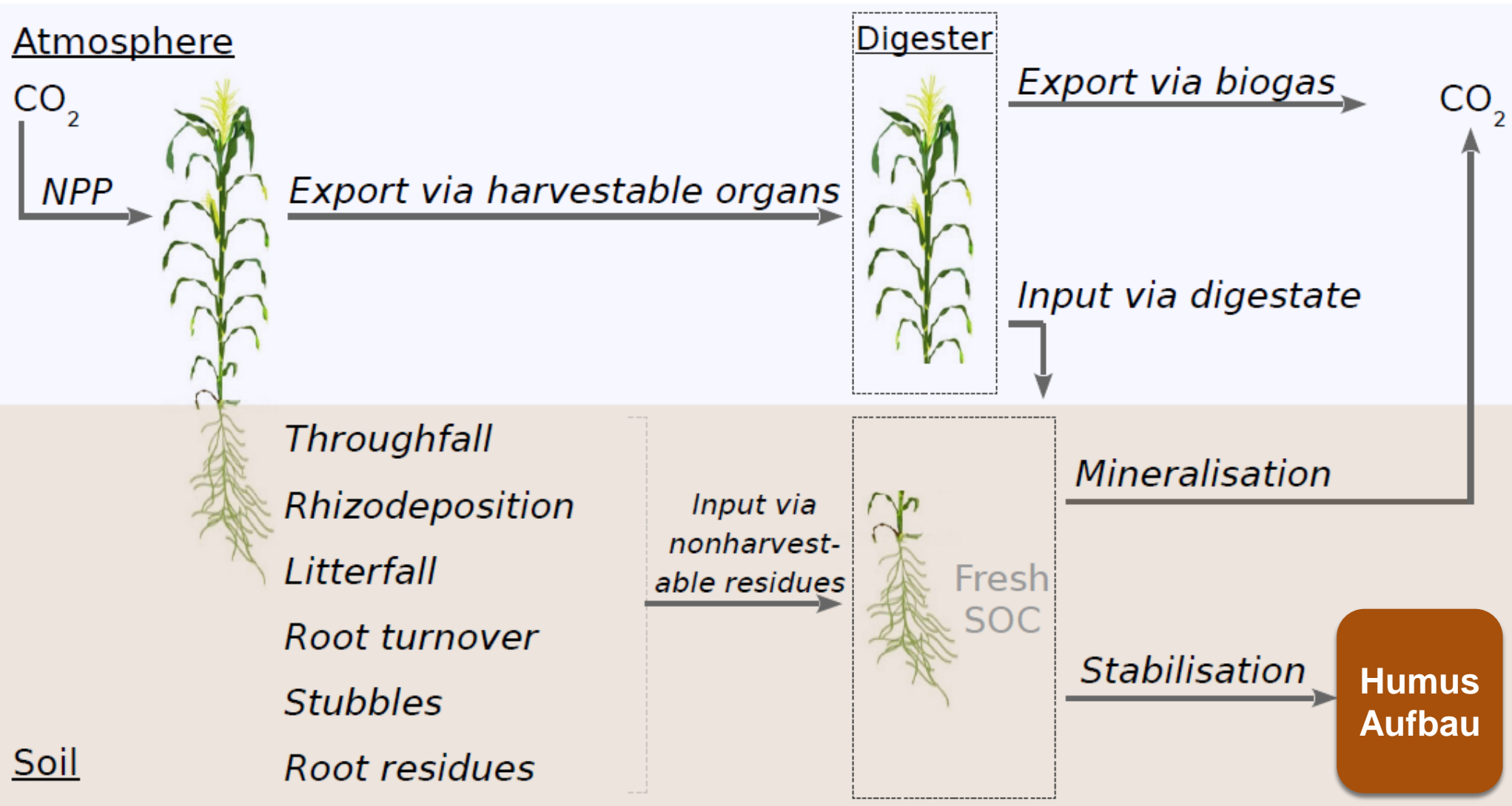
Agrarproduktion und Bodenhumus



Biogasproduktion ändert den Stoffkreislauf



C-Flüsse beim Anbau von Energie-Pflanzen (vereinfachtes Schema)



Quelle: Bessler et al., 2018

Wieviel Kohlenstoff liefert die Pflanze an den Boden ?



Bestandesabfall während der Vegetation



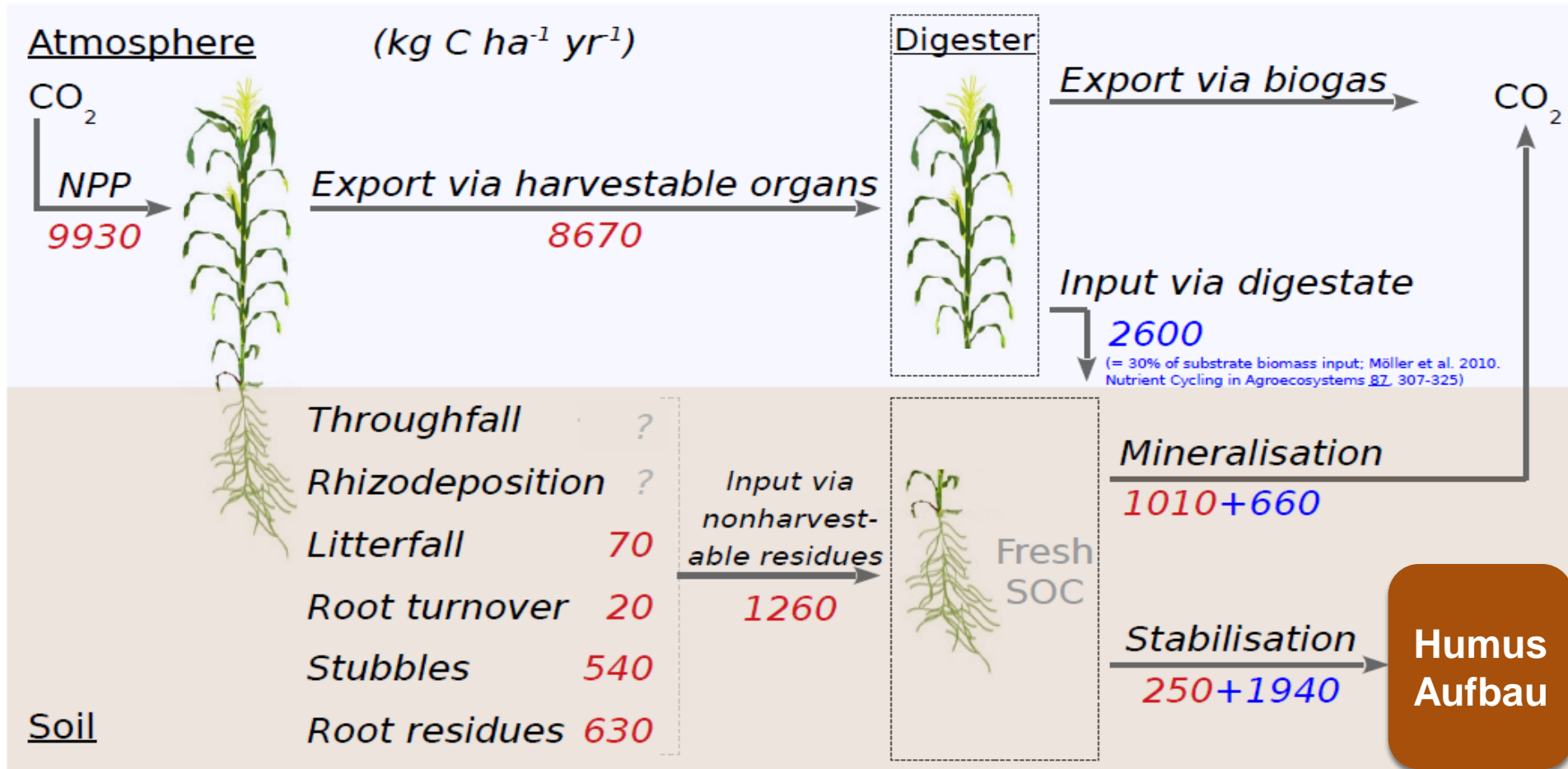
Wurzelabbau während der Vegetation



Stoppeln und Wurzeln nach der Ernte

**Alle Pflanzen versorgen den Boden mit
organischem Material zum Humus-Aufbau**

C-Bilanz beim Anbau von Energie-Mais (vereinfachtes Schema der experimentellen Befunde)

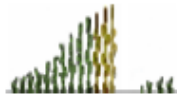




Quelle: Bessler et al. , 2018

C-Flüsse in Anbausystemen (kg/ha) food vs. non food

	Wheat	Maize	Sorghum
<i>NPP</i>	6670	9930	10760
<u><i>Brutto-C-Input</i></u>			
Nonharvest. residues	1150	1260	2280
Straw, digestate	2770	2600	3220
Total	<u>3920</u>	<u>3860</u>	<u>5500</u>

C-Flüsse in Anbausystemen (kg/ha) food vs. non food

	Wheat	Maize	Sorghum
			
<i>NPP</i>	6670	9930	10760
<u><i>Brutto-C-Input</i></u>			
Nonharvest. residues	1150	1260	2280
Straw, digestate	2770	2600	3220
Total	<u>3920</u>	<u>3860</u>	<u>5500</u>
<u><i>Humus-Aufbau</i></u>			
Nonharvest. residues	270	250	530
Straw, digestate	630	1940	2400
Total	<u>900</u>	<u>2190</u>	<u>2930</u>

Quelle: Bessler et al. , 2018

Humuswirkung organischer Stoffe

Qualität organischer Substrate

(Wurzeln, Ernterückstände, org. Düngemittel)

Traditioneller Ansatz:

Langzeit-Feldversuche

Ziel:

relative Wirkung der Substrate
auf den Bodenkohlenstoff
im Vergleich zu Stallmist

Notwendige Beobachtungsdauer
 $t > 30$ Jahre

Alternative:

Prozess-Analyse

Ziel:

absolute Wirkung der Substrate
auf den Bodenkohlenstoff

Notwendige Beobachtungsdauer
 $t < 30$ Tage

(Substratgewinnung nicht mitgerechnet)

Welche Qualität haben die Substrate ?

→ wir fragen die Mikroorganismen des Bodens !

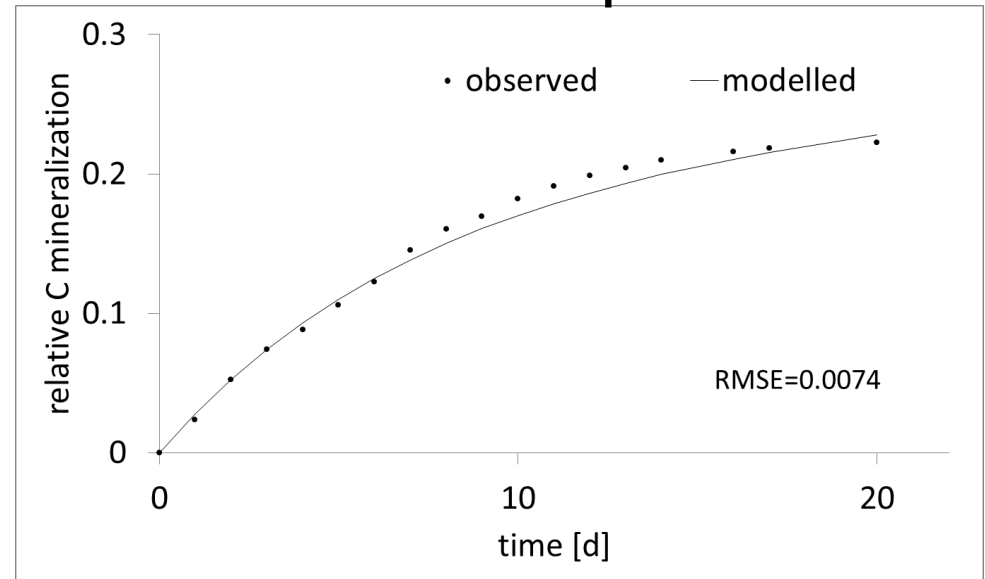
Substrat



Inkubation



Modell der Bodenprozesse

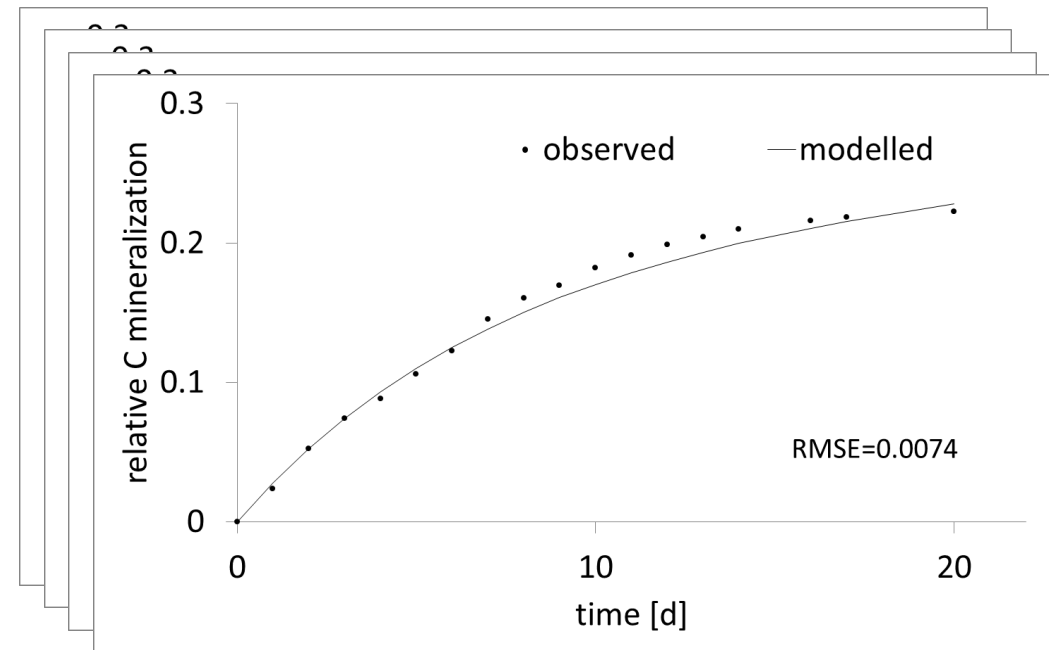
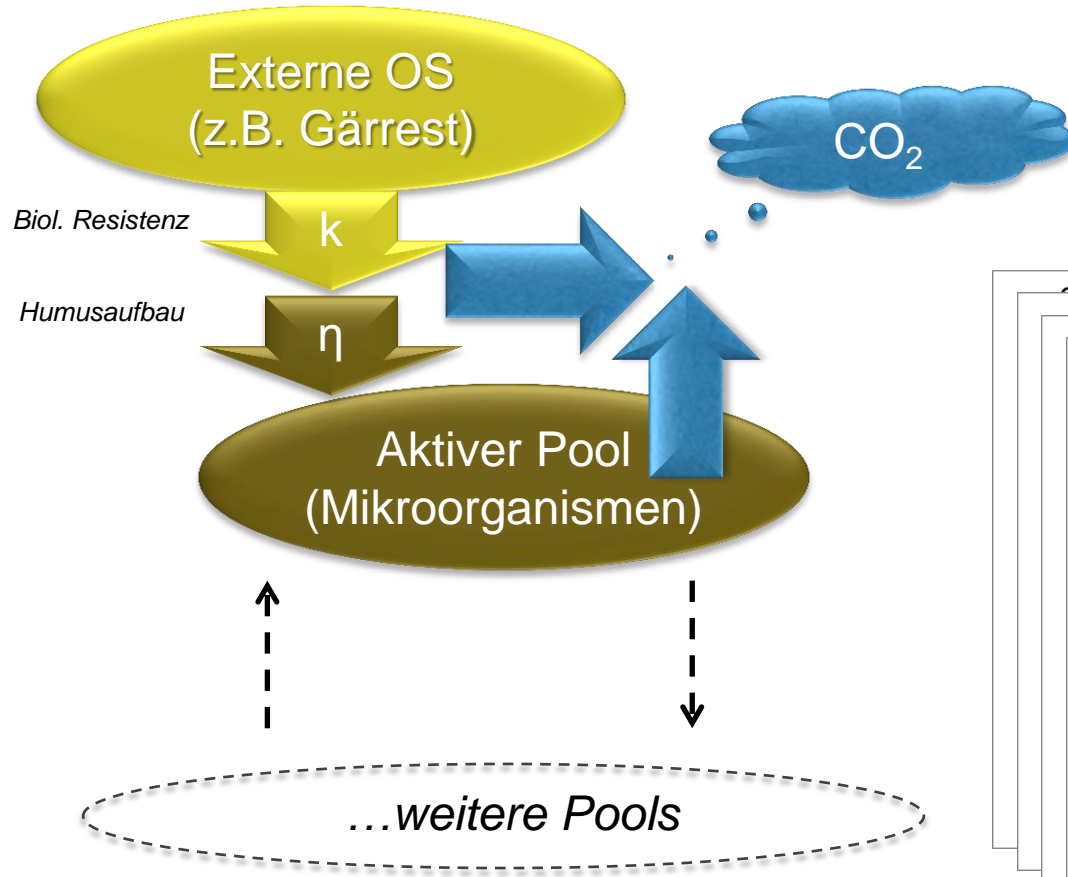


Literaturanalyse: es gibt nicht den “Gärrest”

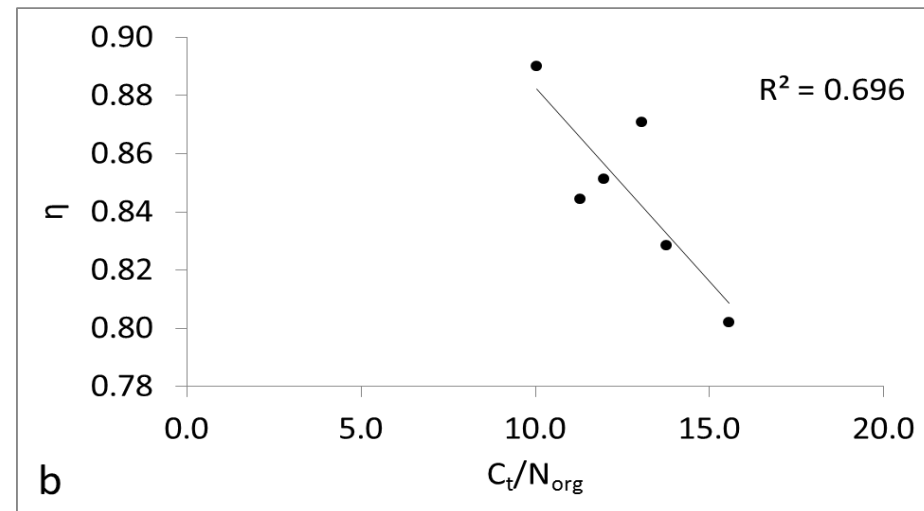
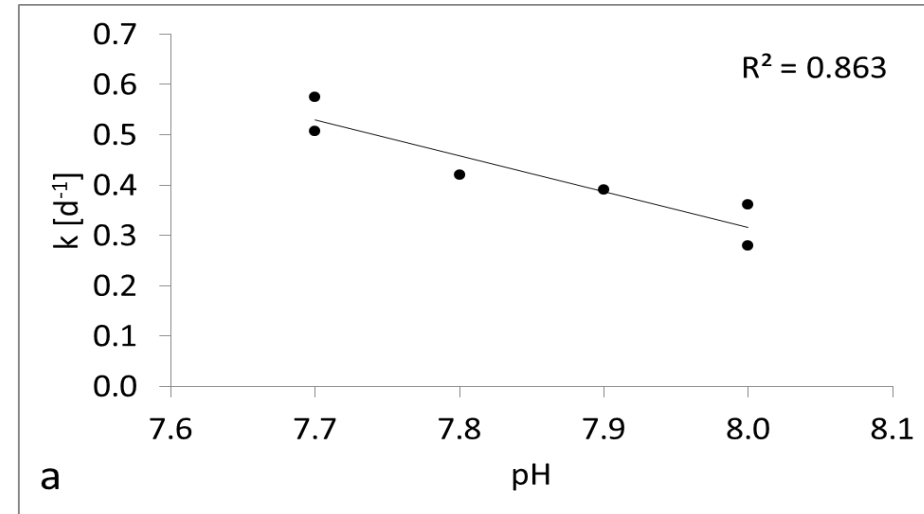
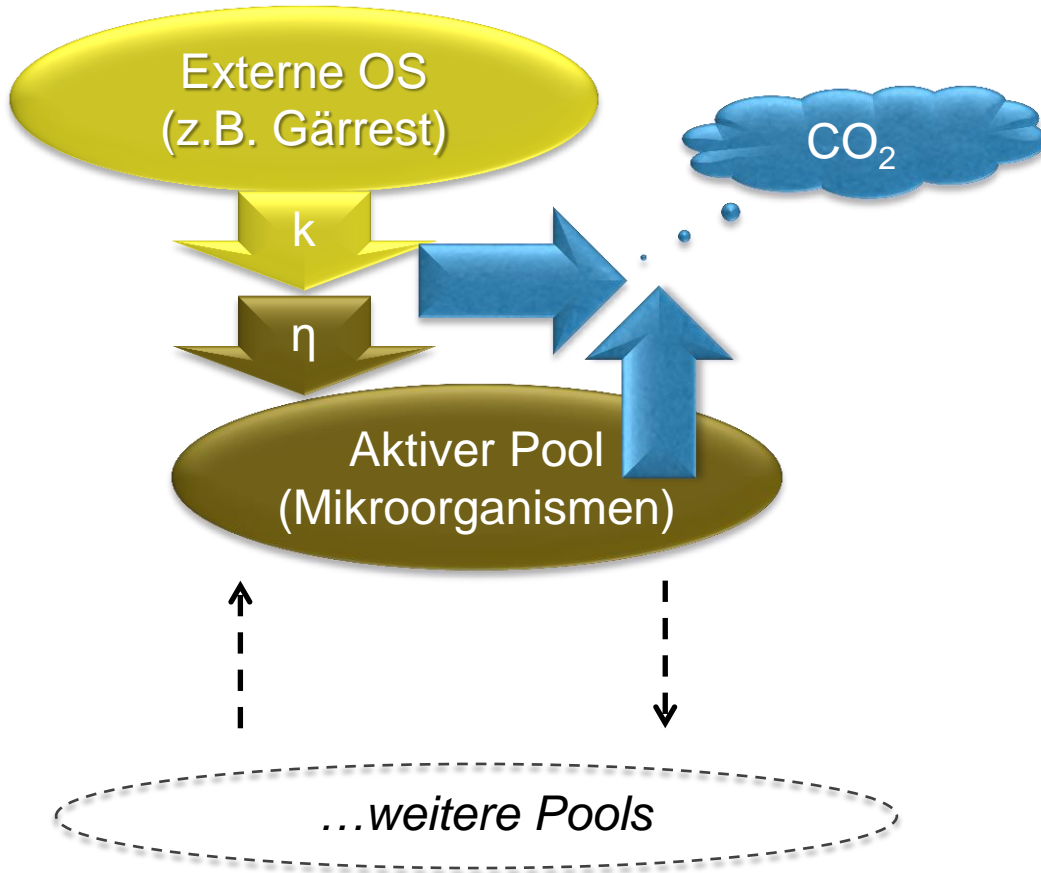
Humuswirkung ist abhängig von den Ausgangssubstraten:

C_{org}/N_t : 6..(15)..21; pH: 7.6..(7.8)..8.3

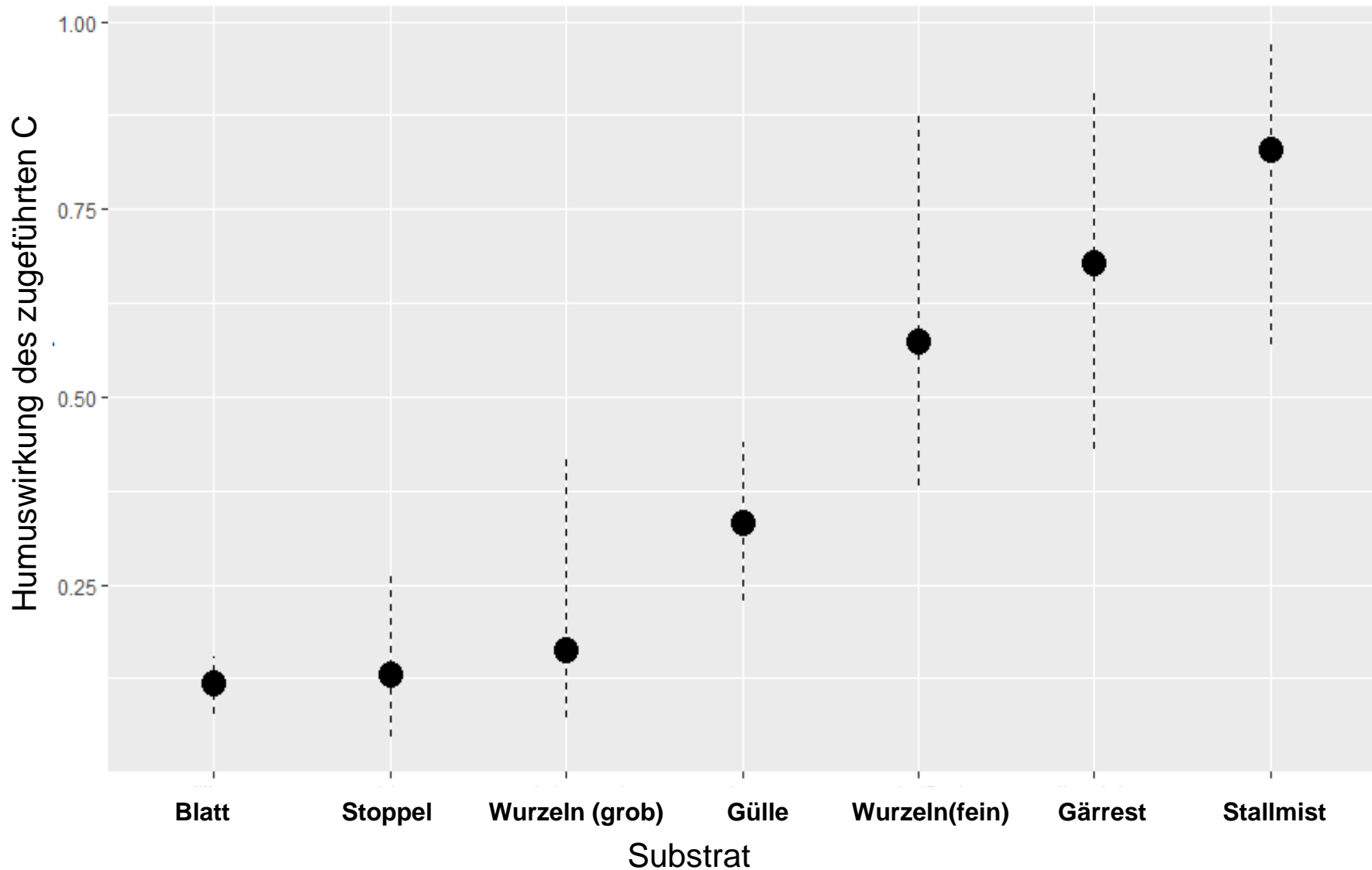
Kohlenstoff – Umsatz im Boden (schematische Darstellung)



Kohlenstoff – Umsatz im Boden (schematische Darstellung)

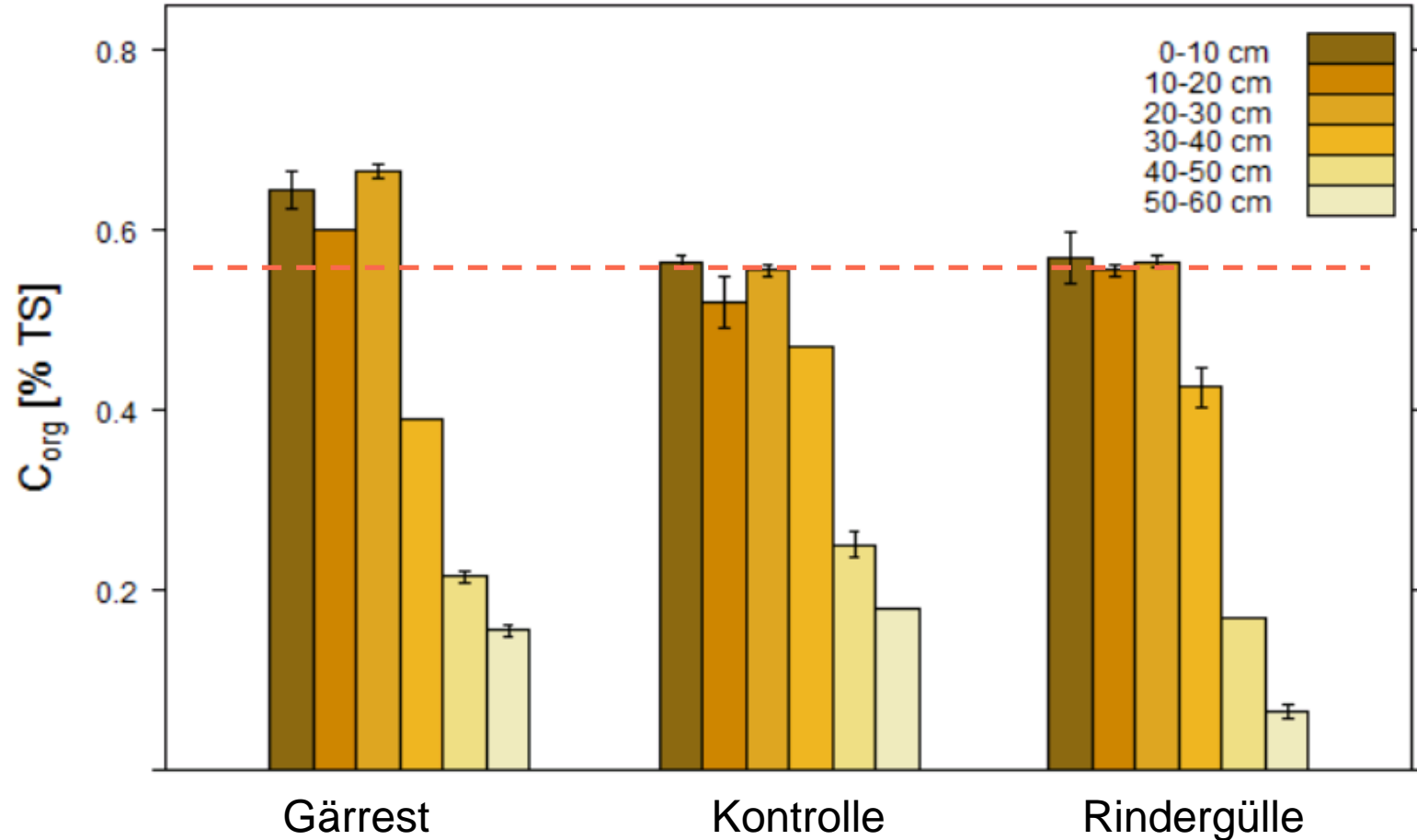


Humuswirkung verschiedener Substrate

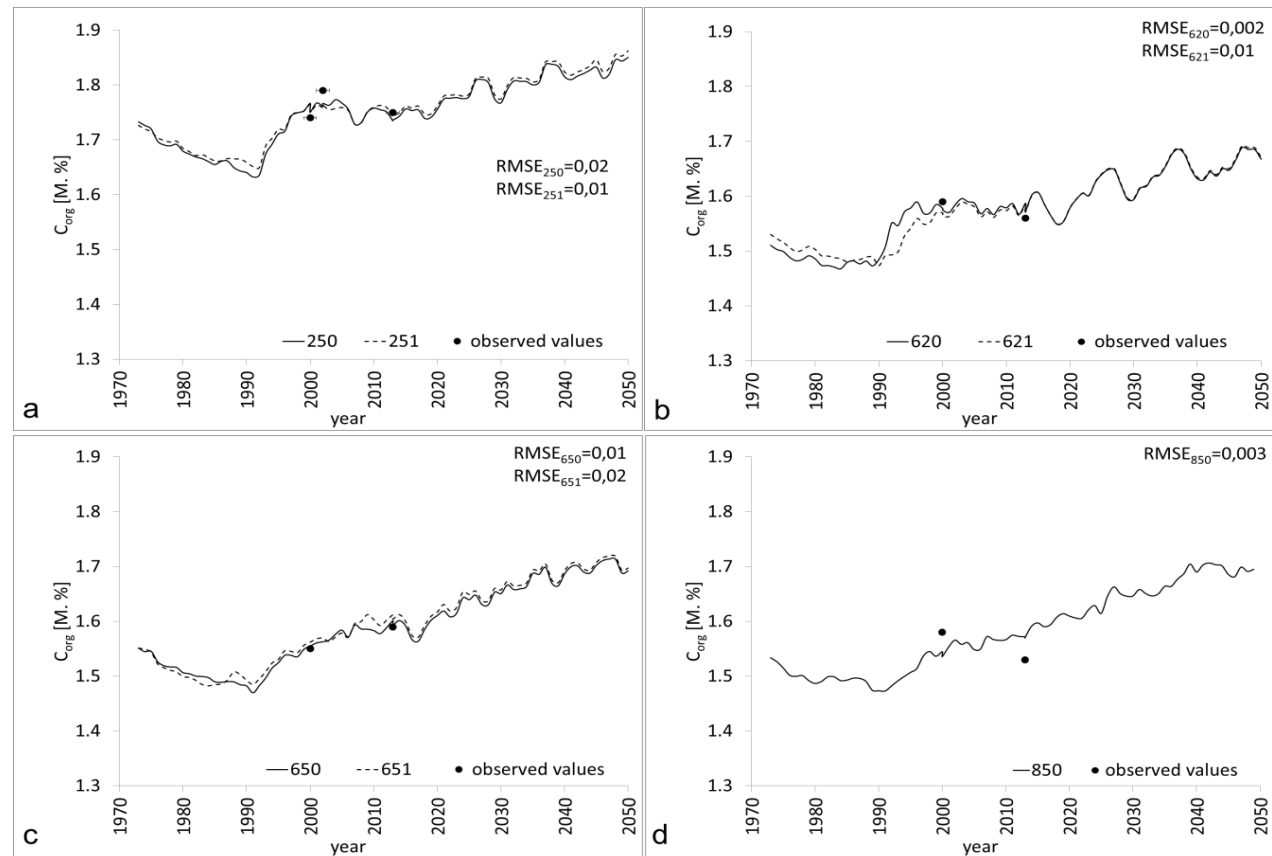


Feldversuchsergebnisse des IASP d. HU Berlin

Im Vergleich zur Gülle hinterlassen Gärreste mehr Kohlenstoff im Boden



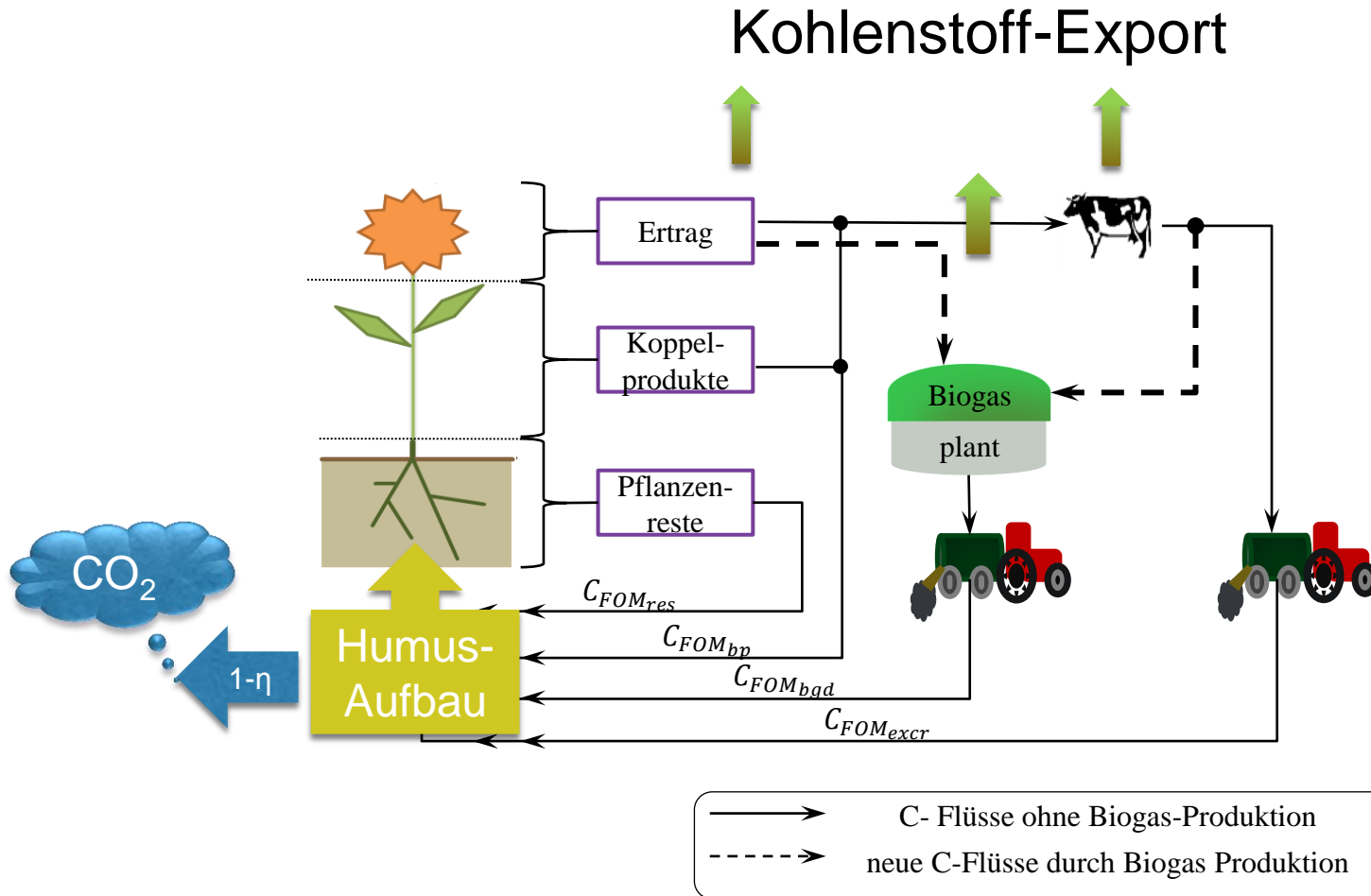
CANDY-Simulationsergebnisse auf Praxisschlägen



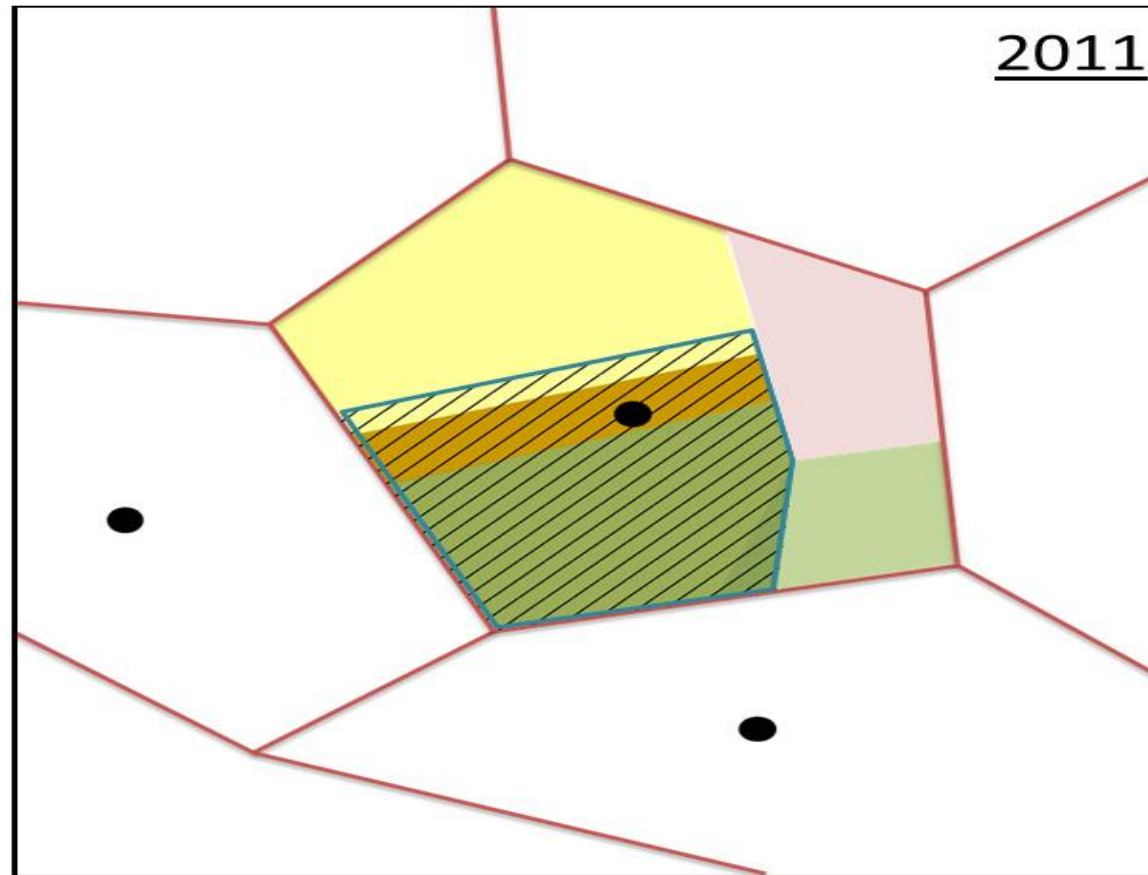
Hat der Ausbau der Biogasproduktion den Humusaufbau in Sachsen verändert ?

Stofffluß-Analyse in den Biogas-Einzugsgebieten (BPU)

Vergleich 2000 (ohne Biogas) und 2011 (mit Biogas)



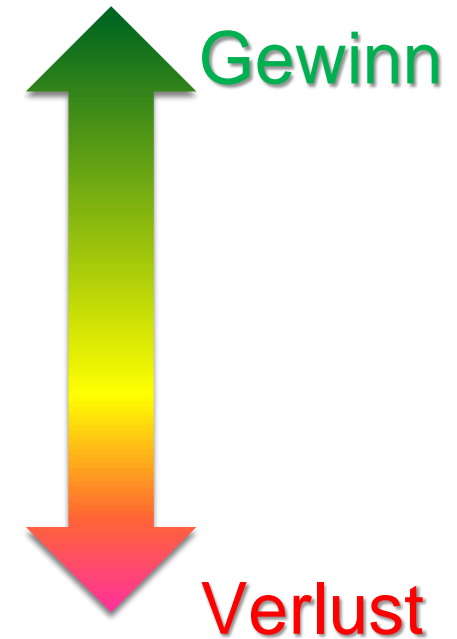
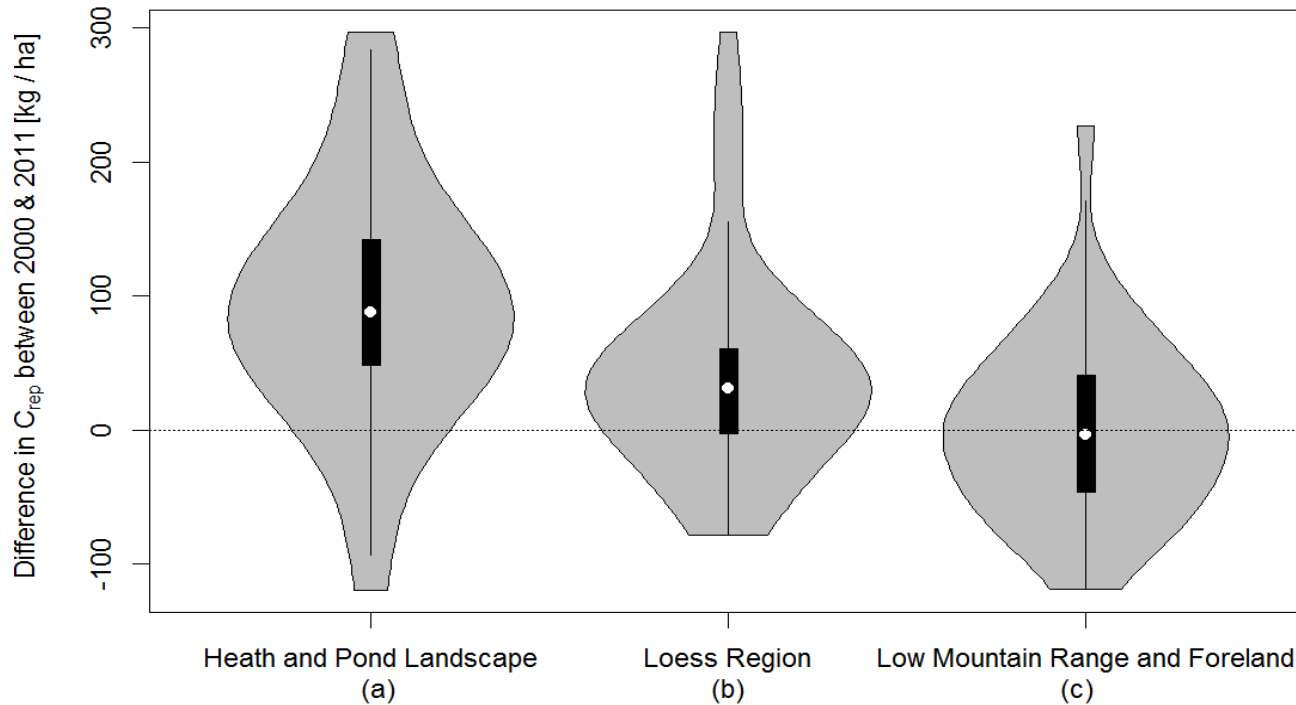
Teilflächen mit Biogas-Einfluss



Biogas Finger Abdruck (BFA)

- Raumaufteilung zwischen den Biogas-Werken
- Flächenbedarf Substrat
- Flächenbedarf Futter
- Flächenbedarf Gärrest-Ausbringung

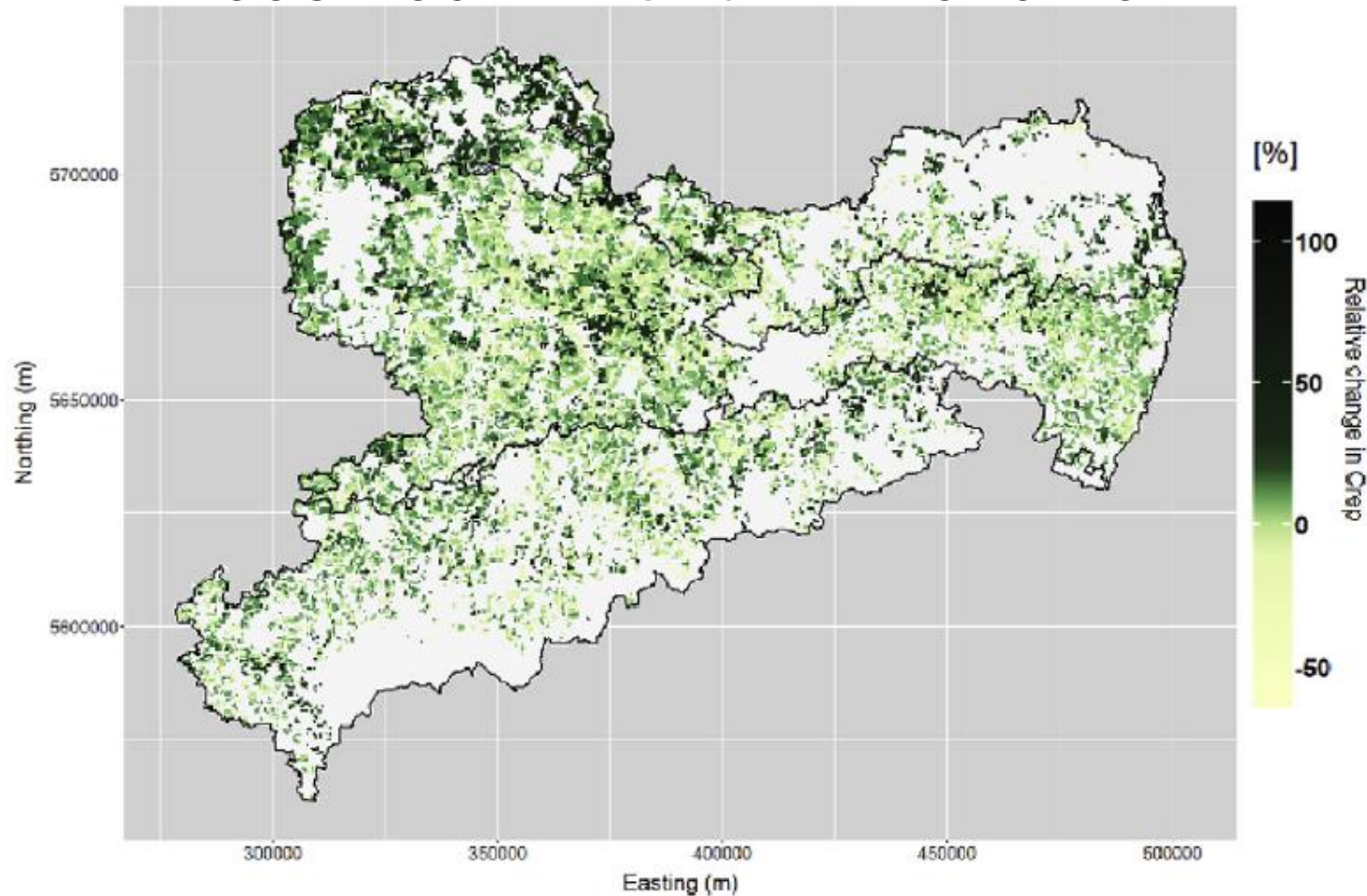
Veränderter Humusaufbau durch Biogas-Produktion?



- **Energie-Pflanzen Anbau + Umwandlung Gülle → Gärrest verbessert Humusaufbau insbes. auf leichten Böden**
- **Allgemeiner Anstieg der Erträge**

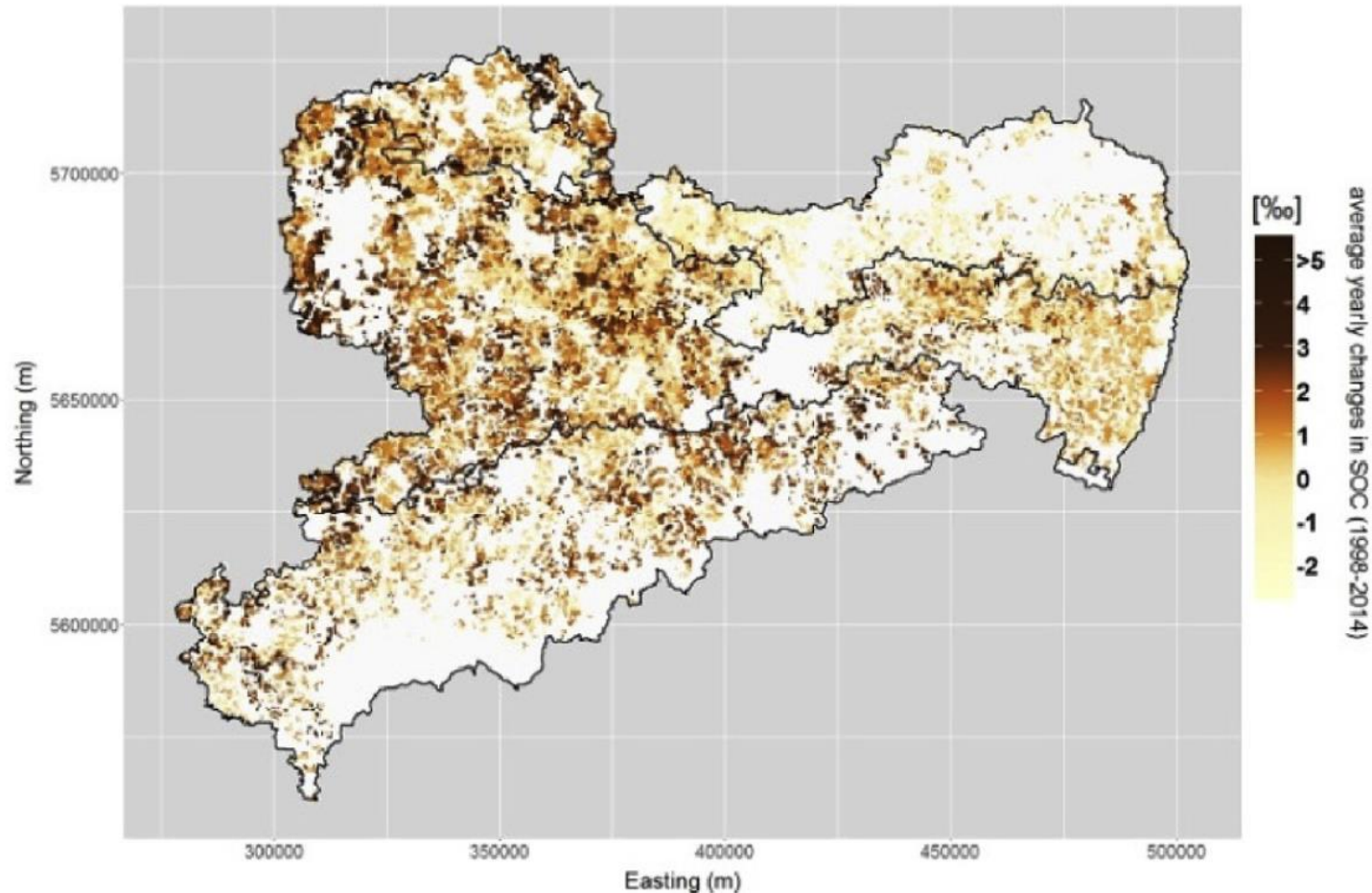
Humusdynamik in sächsischen Ackerböden

Änderung im Humusaufbau 1998-2004 und 2010-2014



Mehr Humusaufbau aus Pflanzenrückständen durch Ausweitung der Anbauflächen für WRaps, Mais, WW, ZR
und 20% mehr Humusaufbau aus organischen Düngern

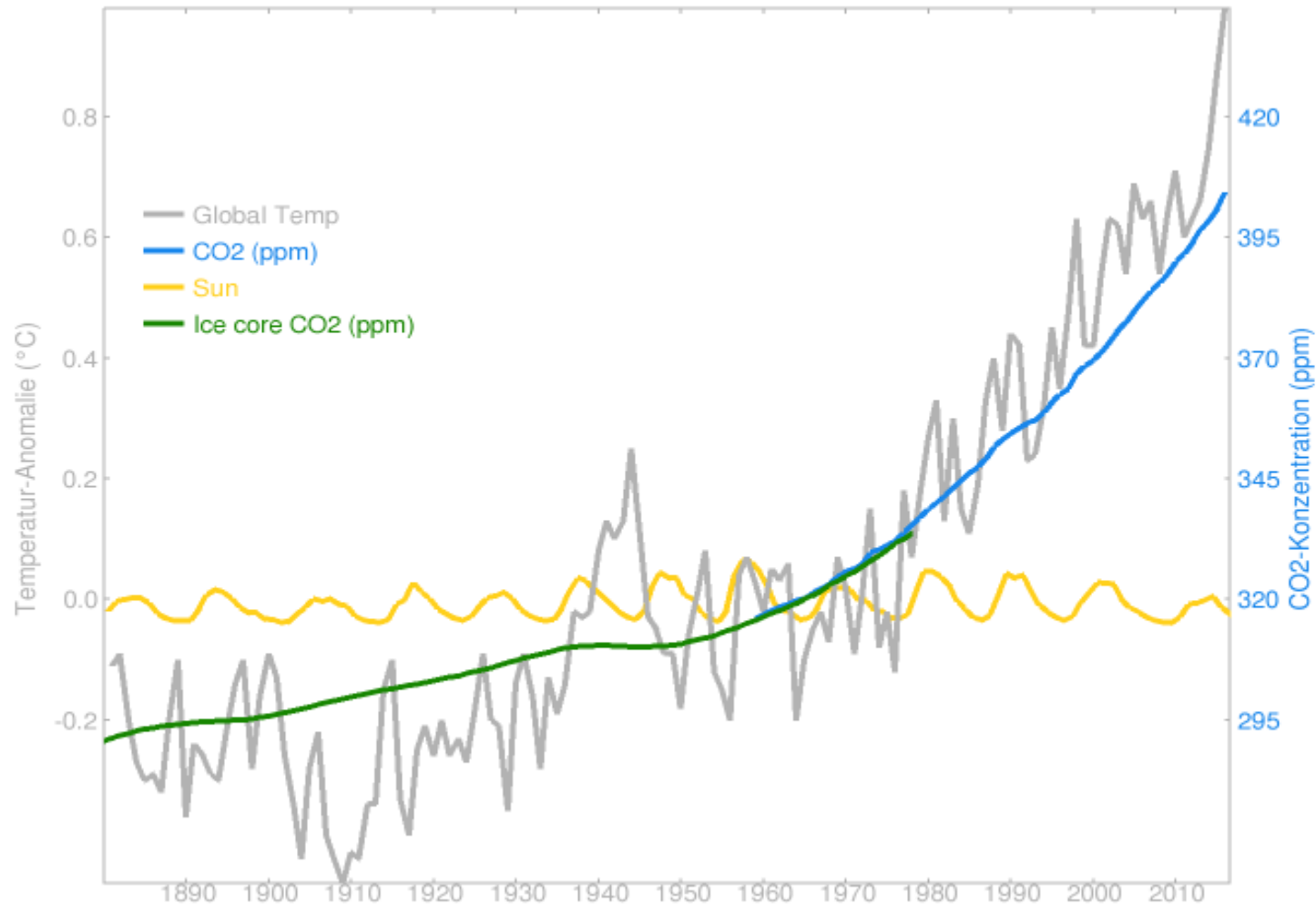
Änderung der Humusmenge (hier C_{org}) 1998-2014



Anstieg der Humusmenge in den sächsischen Ackerböden von 15.1 g/kg auf 15.4 g/kg (ca. 2% in 17 Jahren)
Mittlere Akkumulationsrate betrug insgesamt 1.24 ‰ ; nur auf ca 3% der Ackerflächen wurden 4 ‰ erreicht

Humus und Klima

Globaler Temperaturtrend und CO₂-Konzentration



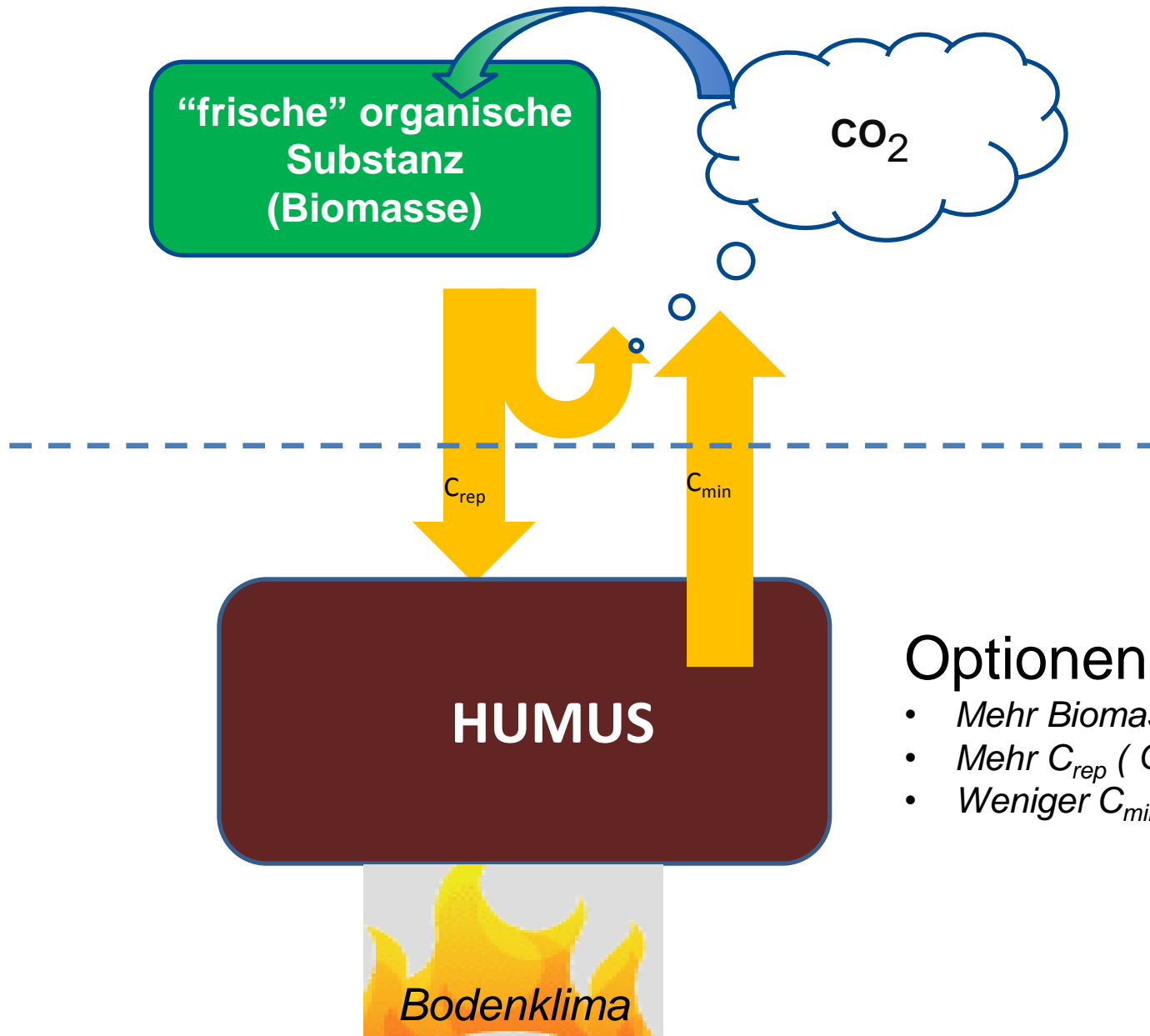
Quelle: Stefan Rahmstorf (BLOG 29.7.2017)

<https://scilogs.spektrum.de/klimalounge/der-globale-co2-anstieg-die-fakten-und-die-bauernfaengertricks/>

Humusaufbau als Teil der Lösung



Kohlenstoff- Kreislauf über Pflanze-Boden-Atmosphäre



Optionen:

- Mehr Biomasse (Ertrag, Fruchtfolge)
- Mehr C_{rep} (Qualität ders org. Düngers)
- Weniger C_{min} (z.B. red. Bodenbearbeitung)

Effektivität des Humusaufbaus



0.4% Wachstumsrate des globalen Humusspeichers kompensiert (rechnerisch) fossile CO₂ Emissionen

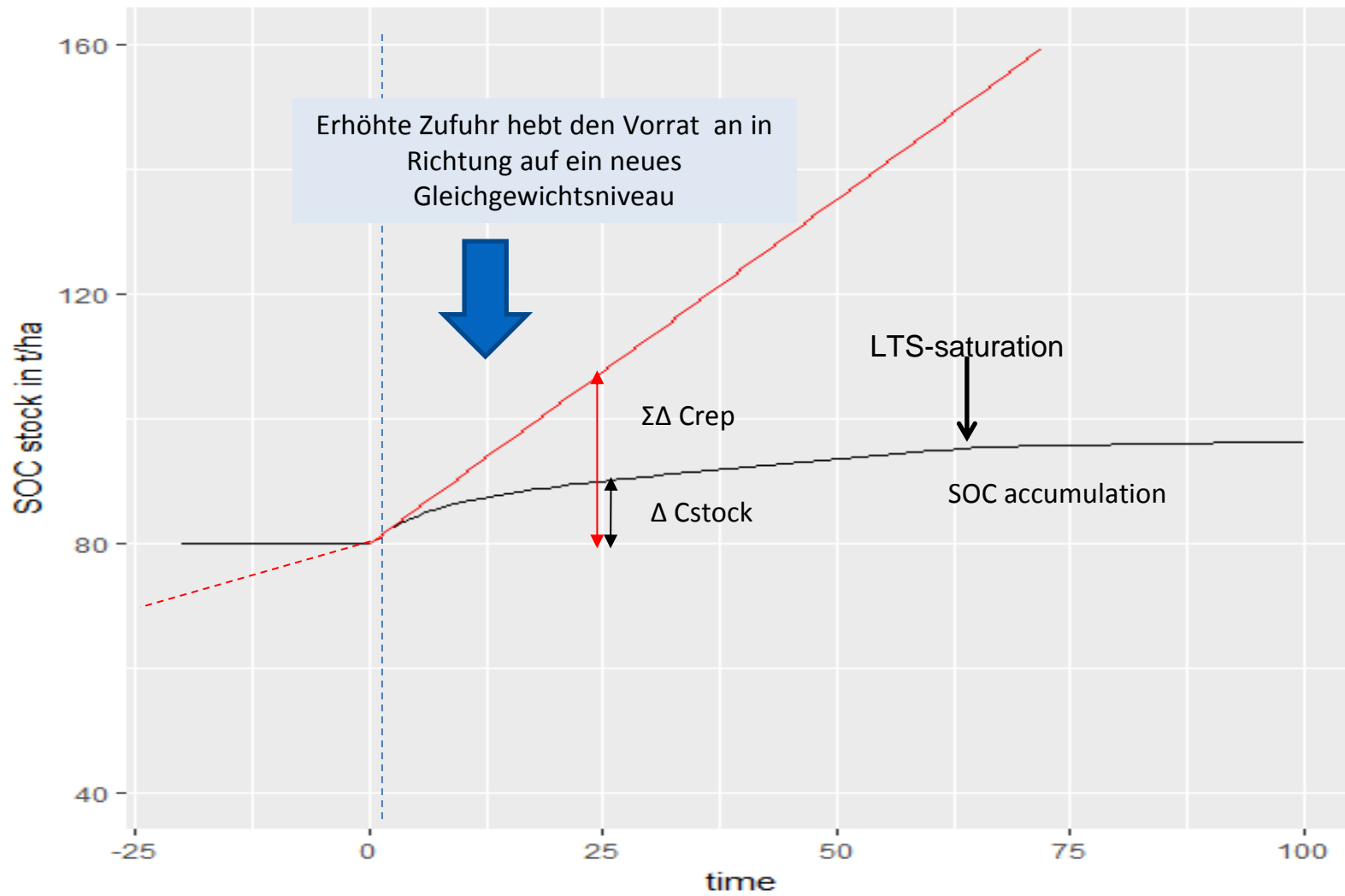


Problem: Nichtlinearität !

ein dauerhaft linearer Zuwachs ist unmöglich

Effektivität der Humusanreicherung

Annahme: 4 per 1000 für 25 Jahre → beginnend mit 80 t/ha um 8t/ha erhöhen



Zusammenfassung

- ❑ Humus (C_{org}) ist ein wichtiger Bestandteil des Bodens
- ❑ Quantitative Prognose erfordert Prozess-Modelle zur Übertragung der Ergebnisse vom Labor in die Landschaft
- ❑ C-Akkumulation als Strategie zur Begrenzung des Klimawandels erfordert spezifische Analyse und langfristiges Denken
- ❑ Biogas-Produktion wirkt hier mehrfach
 - Ersatz fossiler Energieträger
 - Gärrest und Energiepflanzen mit guter Humuswirkung
- ❑ Regionalanalyse in Sachsen:
 - Biogas-Einfluß (BFA) ca. 20% der Fläche
 - verbesserte Humusversorgung vor allem für leichte Böden

Mitstreiter

UFZ

Felix Witing, Sinead O'Keeffe, Nadia Prays (jetzt GUT), Julius Diel, Anton Gasser

HU-Berlin:

Holger Bessler, Kerstin Nielsen (IASP)

LFULG

Hans-Joachim Kurzer, Holm Friese

DBFZ

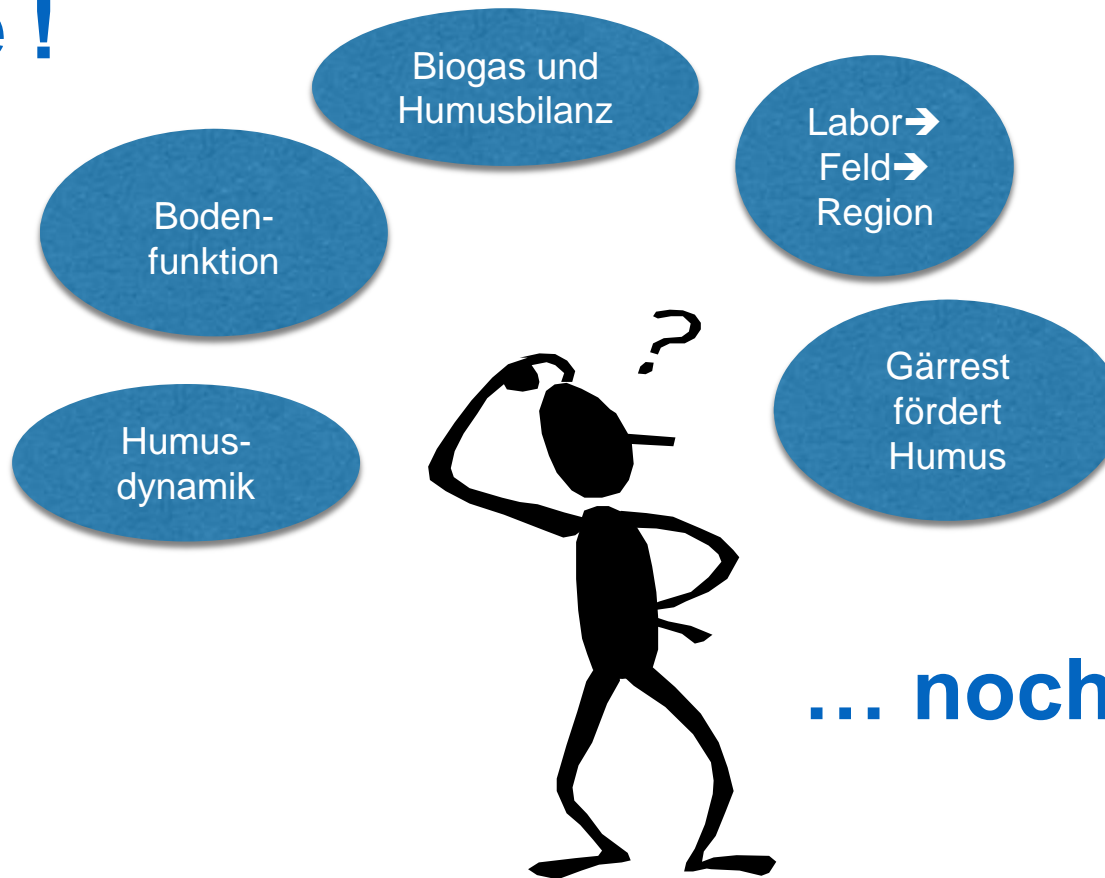
Jaqueline Daniel-Gromke

GALF

Michael Gebel

Humuswirkung von Gärprodukten

Danke !



... noch Fragen ?

UWE.FRANKO@UFZ.DE