



JUSTUS-LIEBIG-  
UNIVERSITÄT  
GIESSEN



HELMHOLTZ  
ZENTRUM FÜR  
UMWELTFORSCHUNG  
UFZ



# Eintrag von pflanzenbürtigem organischem Kohlenstoff in den Boden durch den Anbau von Energiepflanzenarten und Energieanbausystemen

*Höcker, S., Beßler, H., Mewes, P., Schweitzer, K., Engels, C.  
Humboldt-Universität zu Berlin  
Institut für Pflanzenernährung und Düngung*

8. AgrosNet-Doktorandentag

**a) Humusreproduktionsbedarf humuszehrender Fruchtarten**

Fruchtart	Untere Werte	Mittlere Werte	Obere Werte
Zucker- und Futterrübe <sup>1</sup>	760	1300	1840
Kartoffeln <sup>2</sup> , Blumenkohl <sup>2</sup>	760	1000	1240
Mais <sup>1</sup> , Möhren <sup>2</sup>	560	800	1040
Getreide <sup>1</sup> , Raps <sup>1</sup> , Kopfsalat <sup>2</sup>	280	400	520

<sup>1</sup>Koppelprodukte sind nicht enthalten

<sup>2</sup>Koppelprodukte sind enthalten

**b) Humusreproduktionsleistung humusmehrender Fruchtarten**

Fruchtart		
Körnerleguminosen (inclusive Koppelprodukte)	160	
	Niedrige Erträge <sup>1</sup>	Hohe Erträge <sup>2</sup>
Mehrfähriges Feldfutter <sup>3</sup> (z.B. Gras, Klee gras)	600	800
Stoppelfrüchte	100	100
Winterzwischenfrüchte	140	140
Untersaaten	250	250

<sup>1</sup>unter 10t TM/50t FM; <sup>2</sup>über 10t TM/50t FM; <sup>3</sup>Hauptnutzungsjahr

## Lücken der Humusbilanzierung bei Energiepflanzenanbau

- Manche Pflanzenarten fehlen (z.B. Sudangras, Sorghumhirse)
- Mischkulturen fehlen (z.B. Mais/ Sorghumhirse, Erbse/ Hafer)
- Zweifrucht-Systeme fehlen (z.B. Wintergetreide/ Mais)

## Allgemeine Problemstellung

- Vorhandene Richtwerte basieren auf Dauerversuchen
- Dauerversuche sind sehr aufwändig und dauern...
- Für Energiepflanzenanbausysteme gibt es keine Dauerversuche

## Möglicher Lösungsansatz

Entwicklung von „Schnellverfahren“ zur Ermittlung von Richtwerten

## Weiterführende Fragestellung

Kann der C-Eintrag anhand von Ertragsdaten abgeschätzt werden?

Ansatz zum Schließen der „Lücken“ der VDLUFA-Humusbilanzierung

$$\text{Humusbedarf} = \text{Humusersatz} - \text{Humusabbau}$$

*Humboldt-Universität zu Berlin*

<b>Quantifizierung des pflanzlichen C-Eintrages in den Boden</b>	<b>Quantifizierung der Humuswirkung des pflanzlichen C-Eintrages</b>
--	--

Humusersatz = C-Input \* Humifizierungsrate

*Justus-Liebig-Universität Gießen*

<b>Quantifizierung des Pflanzenbedingten Humusabbau</b>
---

*Helmholtz Zentrum für Umweltforschung Halle*

<b>Quantifizierung des Einflusses verschiedener Standortbedingungen auf die Humusbedarfskoeffizienten</b>
---

**Praxisaufbereitung: Ausweisung von Koeffizienten-Spannweiten als Diskussionsgrundlage für die Überarbeitung des VDLUFA-Standpunktes Humusbilanzierung**





Feldversuche und Standorte

---

2012	Dahlem	N	Mais, Sudangras, Sorghumhirse (Haupt- und Zweitfruchtstellung), Winterweizen (zwei Erntezeitpunkte), Hafer, Erbse, Erbse/Hafer, Mais/Sorghumhirse
2013	Dahlem	N/0	Mais, Sudangras, Sorghumhirse (Haupt- und Zweitfruchtstellung), Winterroggen (4 Erntezeitpunkte), Hafer, Erbse, Erbse/Hafer, Mais/Sorghumhirse
2013	Gießen	N	Mais, Sudangras, Sorghumhirse (Hauptfruchtstellung), Winterroggen (3 Erntezeitpunkte), Erbse, Erbse/Hafer, Mais Sorghumhirse
2014	Dahlem	N/0	Mais, Sudangras, Sorghumhirse (Haupt- und Zweitfruchtstellung), Winterroggen (5 Erntezeitpunkte), Hafer, Erbse, Erbse/Hafer, Mais/Sorghumhirse

---

Quantifizierung des pflanzlichen C-Eintrages in den Boden durch verschiedene C-

Quellen

**C-Eintrag vor der Ernte?**

**C-Eintrag nach der Ernte?**

Auswaschung löslicher, organischer Verbindungen

Oberirdischer Bestandesabfall z.B. Blätter, Körner (gemessen)

Oberirdische Ernterückstände (gemessen)

Wurzelernterückstände (gemessen)

**Boden**

**Boden**

- Rhizodeposition
- Wurzelt turnover (gemessen)
  - Sonstiges, z.B. Exudation











# Erbse 1. Aufnahmezeitpunkt





# Erbse 3. Aufnahmezeitpunkt



# Erbse 5. Aufnahmezeitpunkt





# Ergebnisse

## Fruchtartspezifischer C-Eintrag in den Boden (ohne Rhizodeposition)

**Hauptfruchtstellung** (Mittelwerte über mehrere Standorte, Anbaujahre und Düngungsstufen)

---

### ***„Fruchtarten aus Humusbilanzierung“***

Erbse	16	316b
Wintergetreide (Vollreife)	24	829a
Mais	17	1041a

---

# Ergebnisse

## Fruchtartspezifischer C-Eintrag in den Boden (ohne Rhizodeposition)

**Hauptfruchtstellung** (Mittelwerte über mehrere Standorte, Anbaujahre und Düngungsstufen)

---

### *„Fruchtarten aus Humusbilanzierung“*

Erbse	16	316b
Wintergetreide (Vollreife)	24	829a
Mais	17	1041a

---

### *„neue Energiepflanzenarten“*

Mais	17	1041b
Sorghum bicolor	18	1892a
S.bicolor x sudanense	18	1722a

---



# Ergebnisse

## Fruchtartspezifischer C-Eintrag in den Boden (ohne Rhizodeposition)

**Hauptfruchtstellung** (Mittelwerte über mehrere Standorte, Anbaujahre und Düngungsstufen)

---

### *„Fruchtarten aus Humusbilanzierung“*

Erbse	16	316b
Wintergetreide (Vollreife)	24	829a
Mais	17	1041a

---

### *„neue Energiepflanzenarten“*

Mais	17	1041b
Sorghum bicolor	18	1892a
S.bicolor x sudanense	18	1722a

---

### ***Mischfrüchte***

Mais/S.bicolor	14	2083a
Erbse/Hafer	16	730bc
Mais	17	1041b
S.bicolor	18	1892a
Erbse	16	316c
Hafer	19	1167b

Signifikante Unterschiede der Werte innerhalb der Zeilen sind durch unterschiedliche Buchstaben (a, b) gekennzeichnet. HSD-Test mit  $p < 0.5$ .

## Fruchtartspezifischer C-Eintrag in den Boden (ohne Rhizodeposition)

**Zweifruchtsysteme** (Mittelwerte über mehrere Anbaujahre und Düngungsstufen)

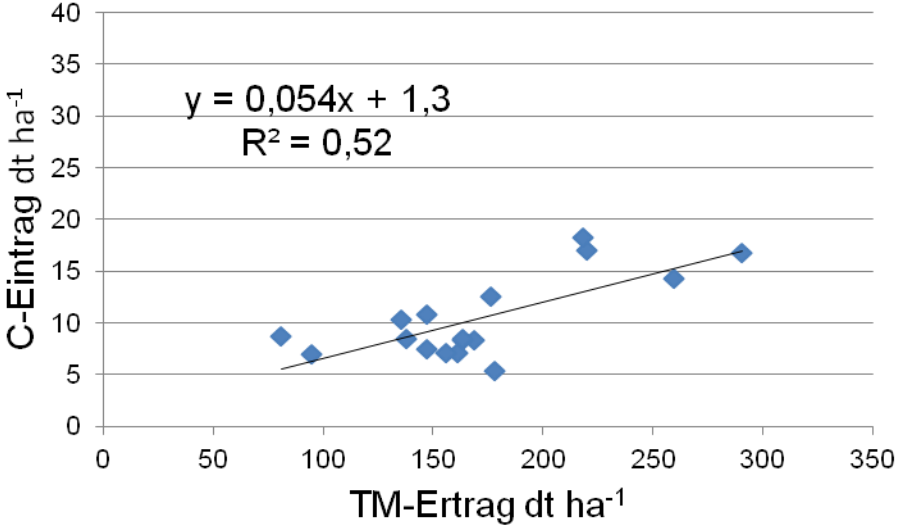
---

WG Grünschnitt-Zweitfrucht Mais	12	1607cd
WG Grünschnitt-Zweitfrucht S.bicolor	12	2703a
WG Grünschnitt-Zweitfrucht S.bicolor x sudanense	12	2263ab
Wintergetreide Vollreife	24	829e
Mais	17	1041de
Sorghum bicolor	18	1892bc
S.bicolor x sudanense	18	1722bc

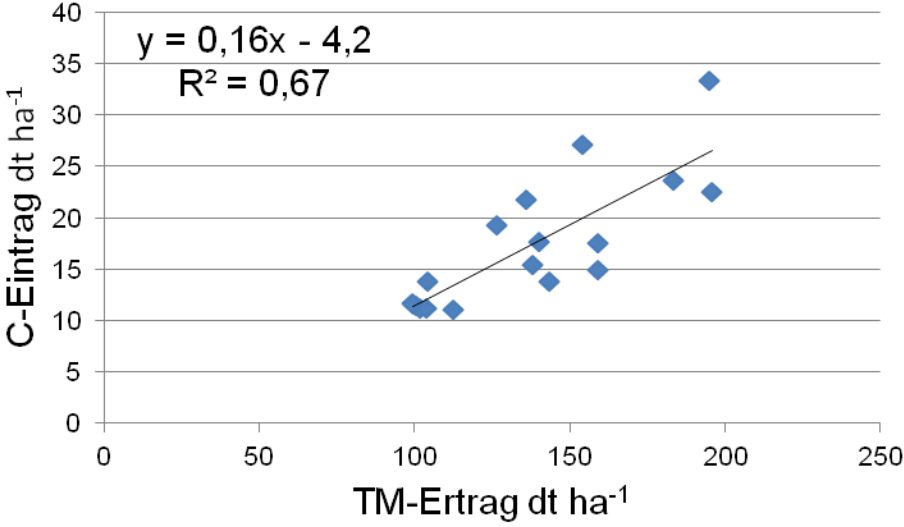
---

Beziehung zwischen Trockenmasseertrag und C-Eintrag in den Boden

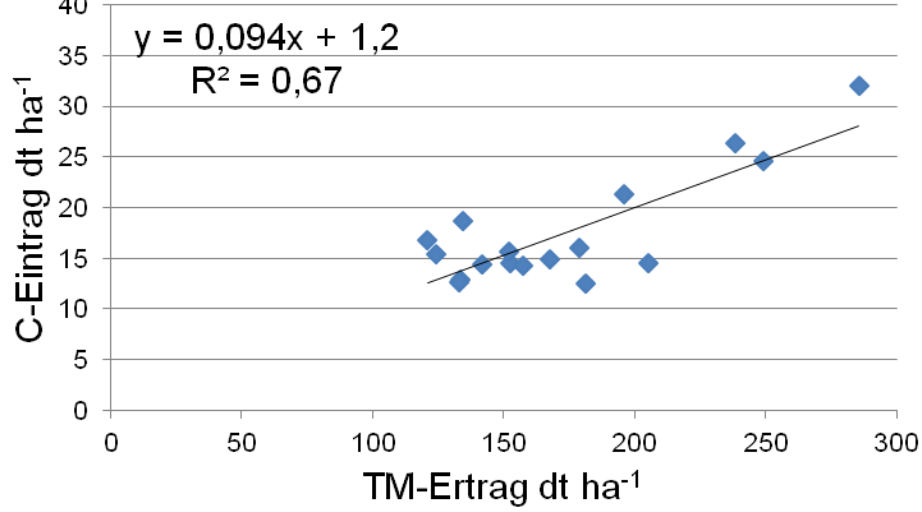
Mais Hauptfrucht (N=17)



Sudangras Hauptfrucht (N=18)



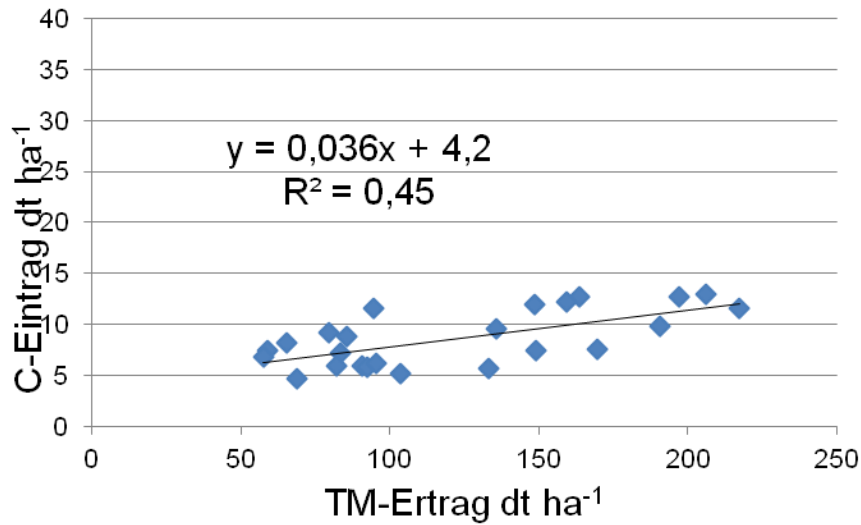
Sorghumhirse Hauptfrucht (N=17)



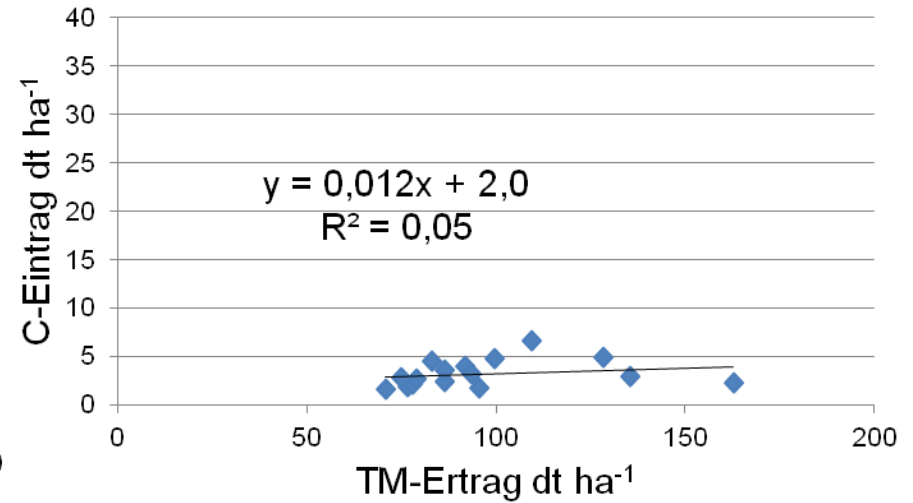


## Beziehung zwischen Trockenmasseertrag und C-Eintrag in den Boden

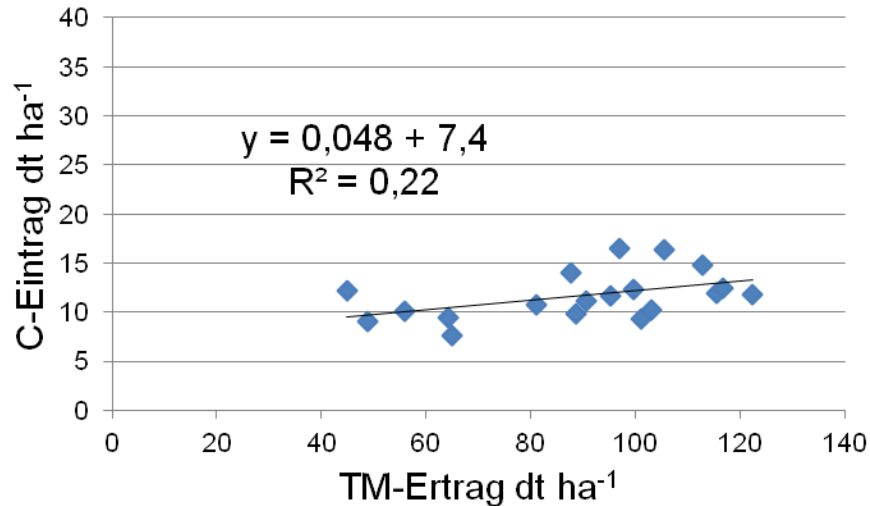
### Wintergetreide Vollreife (N=24)



### Erbse (N=16)



### Hafer (N=19)



## Zusammenfassung

- Eintrag durch primäre pflanzliche Kohlenstoffquellen in den Boden unterscheidet sich zwischen den angebauten Kulturarten und Anbausystemen z.T. erheblich voneinander
- Humusreproduktionsbedarf und Humusreproduktionsleistung kann nicht alleine durch den Eintrag von organischer Primärschubstanz erklärt werden
- „neue Energiepflanzenarten“ (*S. bicolor* und *S.bicolor x sudanense*) bringen deutlich höhere C-Einträge im Vergleich zu Mais
- der C-Eintrag durch Mischkulturen kann deutlich über dem C-Eintrag der gleichen Arten in Reinkultur liegen (Mais/*S.bicolor*)
- Zweifruchtsysteme zeichnen sich durch deutlich höhere C-Einträge im Vergleich der gleichen Kulturarten in Hauptfruchtstellung aus
- Bei den Energiepflanzenarten Mais, *S.bicolor* und *S.bicolor x sudanense* kann der C-Eintrag gut durch den Trockenmasseertrag geschätzt werden
- Zweifruchtsysteme und Mischfrüchte könnten gesondert in die Humusbilanzierung aufgenommen werden
- Der Einfluss des Ertrags auf den C-Eintrag in den Boden sollte bei der Humusbilanzierung berücksichtigt werden

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**