

# **Einfluss von Fruchtfolge und Düngung auf den Humusgehalt und Ertrag eines Sandbodens**

**Michael Baumecker & Kathlin Schweitzer**

## Gliederung

- **Problematik**
- **Standort Thyrow**
- **Versuchsbeschreibung**
- **C<sub>org</sub>-Gehalte**
- **Erträge**
- **Zusammenfassung**

## Problematik

Was sind optimale Humusgehalte ?

Wo sind die Grenzen der CO<sub>2</sub>-Sequestrierung im Boden ?

Wie hoch ist Humusreproduktionsleistung diverser organischer Dünger ?

Was bestimmt vorrangig das Ertragsniveau:

- Humusgehalt ?
- Organisch / mineralische Düngung ?
- Fruchtfolge ?
- Wechselwirkungen ?



# Berlin

Dahlem

Standort  
Thyrow



## Standortbedingungen

Mittlere Lufttemperatur 2m (1981 - 2010) (°C)	9,2
Mittlerer Jahresniederschlag (1981 - 2010) (mm)	510
Ackerzahl	25
Bodenart	Schwach schluffiger Sand
nFK (Vol.-%)	11,3
C <sub>org</sub> (mg 100g Boden <sup>-1</sup> )	580
pH (0-30 cm)	5,4 - 5,8
P <sub>DL</sub> (mg 100g Boden <sup>-1</sup> )	5,6 - 8,0
K <sub>DL</sub> (mg 100g Boden <sup>-1</sup> )	6,0 - 9,0
Mg <sub>CaCl2</sub> (mg 100g Boden <sup>-1</sup> )	3,6 - 5,0

# Versuchsbeschreibung

## Fruchtfolge, Stroh- und Stickstoffdüngungsversuch seit 1976



## Faktor A = Fruchtfolge (n=3)

Kaliformenversuch	Fruchtfolge- und Strohdüngungsversuch
<b>1937 - 1971</b>	<b>1976 - 1998</b>
50 % Getreide Kartoffel – S-Gerste - Rüben – W-Roggen	1.. Rüben/Kartoffel – Silomais - S-Gerste – W-Roggen 2.. Rüben/Kartoffel – W-Roggen- S-Gerste – W-Roggen 3.. <b>S</b> -Hafer – W-Gerste – S-Gerste - W-Roggen
	<b>seit 1999</b>
	1.. Silomais - S-Gerste – Kartoffeln - W-Roggen 2.. Silomais – S-Gerste – W-Roggen – W-Roggen 3.. W-Gerste – S-Gerste – <b>S-Hafer – W-Roggen</b>

## Düngung: B = Strohdüngung (n=2) / C = N-Düngung (n=4)

Kaliformenversuch 1937 - 1971	Fruchtfolge- und Strohdüngungsversuch	
	1976 – 1999 (Serie1) 1. – 6. Rotation	seit 2000 (Serie 2) ab 7. Rotation
NPK + Stallmist (15 t ha <sup>-1</sup> )	<b>ohne Strohdüngung</b>	
	11 N niedrig	11 ohne N
	12 N ortsüblich	11 niedrig
	13 N erhöht	11 ortsüblich
	14 N stark erhöht	11 erhöht
NPK + Stallmist (15 t ha <sup>-1</sup> )	<b>Strohdüngung nach Anfall, nach S-Gerste und W-Roggen</b>	
	21 N niedrig	21 ohne N
	22 N ortsüblich	21 N niedrig
	23 N erhöht	21 N ortsüblich
	24 N stark erhöht	21 N erhöht
Ohne Kali + Stallmist Ohne Kali, ohne Stallmist	<b>ohne Strohdüngung, Zusatzprüfglieder (ZP)</b>	
	33 N erhöht (ZP1)	33 ortsüblich (ZP1)
	43 N erhöht (ZP2)	43 ortsüblich (ZP2)

## C<sub>org</sub>-Gehalte

Fragestellung:

1. Welchen Einfluss hat der Wechsel der Fruchtfolge?

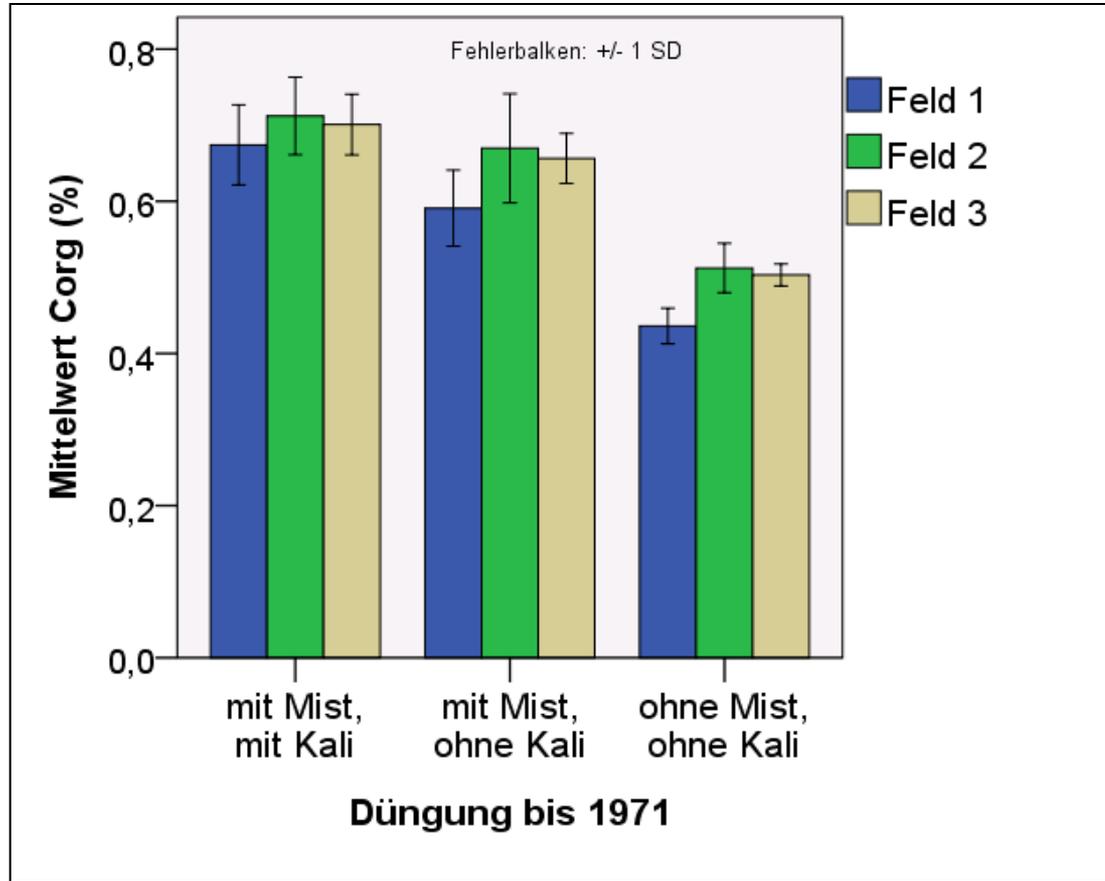
50 % Hackfrüchte mit Stallmist → 100 % Getreide bei mittlerer N-Düngung ohne organische Düngung?

2. Kann Strohdüngung (nach Anfall) die Stallmistdüngung kompensieren?

3. Wirkt sich N-Düngung auf die C<sub>org</sub>-Gehalte aus?

4. Welche bewirtschaftungsspezifischen C<sub>org</sub>-Gehalte stellen sich auf dem untersuchten Sandboden langfristig ein?

## Ausgangszustand nach 35 Jahren Kaliformenversuch (1937-71)

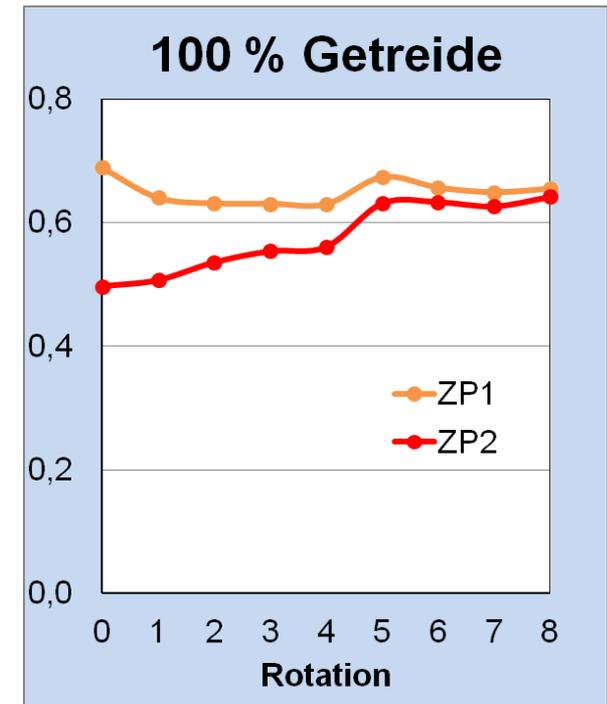
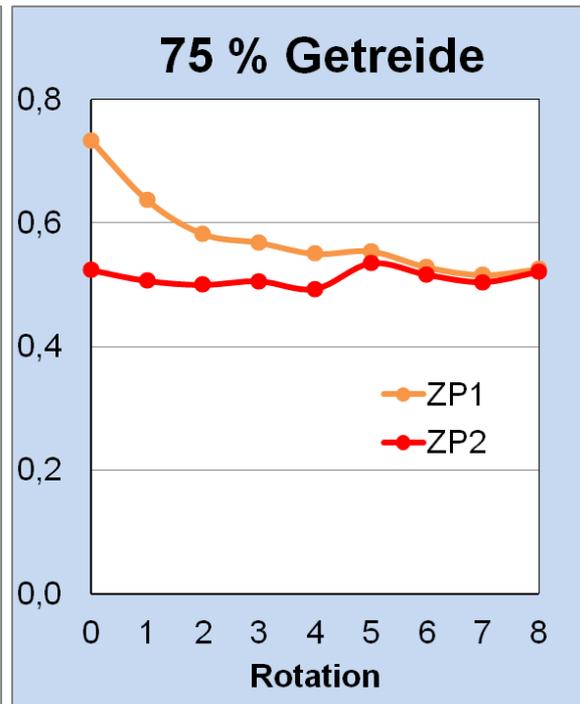
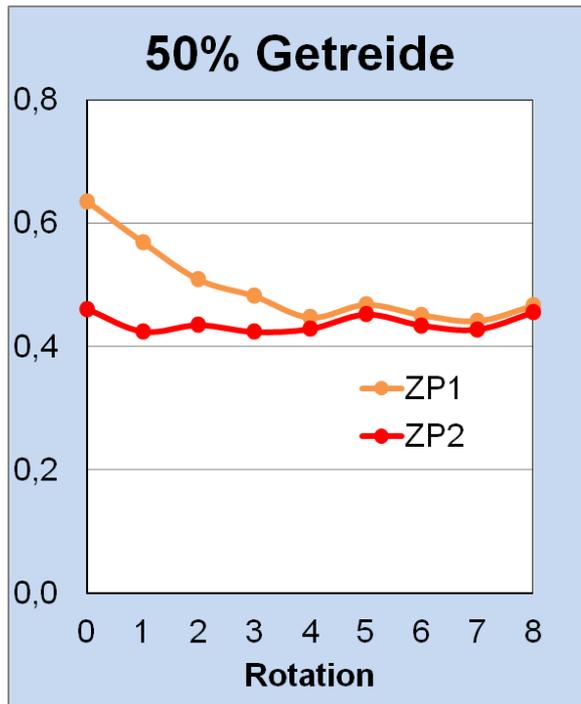


	mit Mist / mit Kali	mit Mist / ohne Kali	ohne Mist / ohne Kali
$C_{org}$ (%)	0,70 +/- 0,05 <sup>a</sup>	0,64 +/- 0,06 <sup>b</sup>	0,48 +/- 0,04 <sup>c</sup>

## $C_{org}$ -Gehalte ab 1972 (in %, Rotationsmittel)

### Einfluss der Fruchtfolge (ohne Stroh, N3)

bis 1971: 50% Getreide / ZP1: mit Mist, ohne Kali / ZP2: ohne Mist, ohne Kali



**Stallmist-Wirkung nicht kompensiert**

**Stallmist-Wirkung kompensiert**

## Strohdüngung im Mittel der Düngungsjahre im Zeitraum 1999 bis 2010

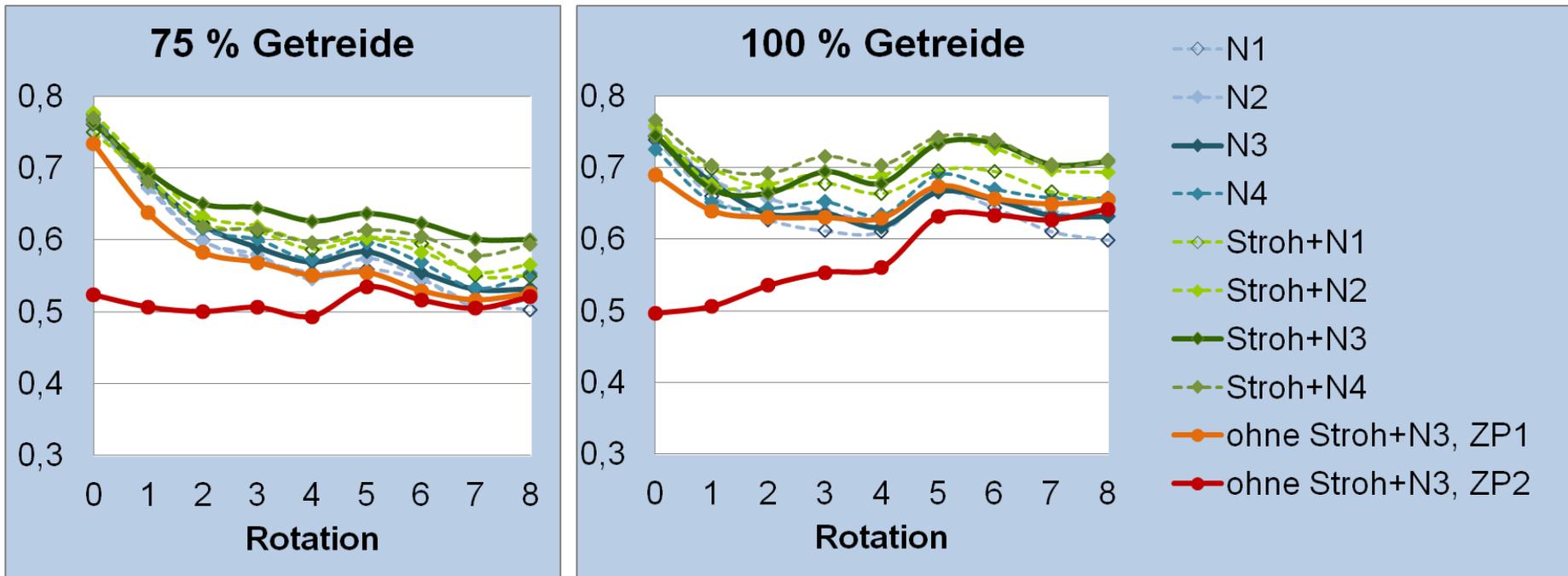
			N1	N2	N3	N4
		kg ha <sup>-1</sup> N	0	40/60	80/120	120/180
FF 1	50 %	dt ha <sup>-1</sup> TM	10,1	28,1	35,3	39,7
FF2	75 %	dt ha <sup>-1</sup> TM	12,0	25,3	33,1	34,7
FF 3	100 %	dt ha <sup>-1</sup> TM	18,1	33,8	40,9	41,7

Strohdüngung 3x nach Sommergerste und 3x nach Winterroggen

## $C_{org}$ -Gehalte ab 1972 (Rotationsmittel, in %, )

### Einfluss von Stroh- und N-Düngung

bis 1971: 50% Getreide / ZP1: mit Mist, ohne Kali / ZP2: ohne Mist, ohne Kali



- Abwärtstrend der  $C_{org}$ -Gehalte anhaltend

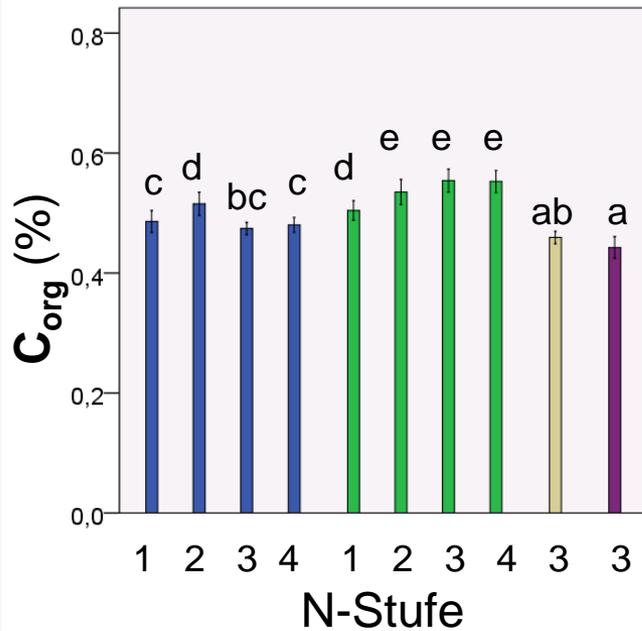
- stabiles Niveau der  $C_{org}$ -Gehalte zwischen 0,6 – 0,7 %
- mit Stroh + N2, N3, N4 wird Ausgangsniveau (Hackfruchtfolge + Mist) erreicht oder überschritten

# C<sub>org</sub>-Gehalte im Boden am Ende des 1. Versuchsabschnittes

(8-jähriger Mittelwert über 5. und 6. Rotation)

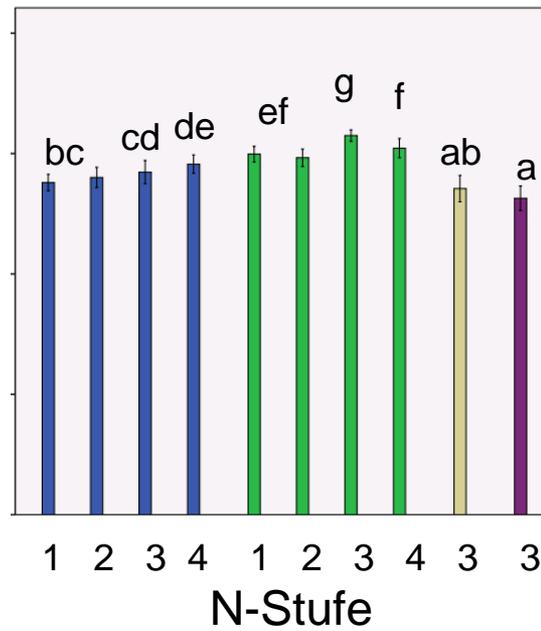
## 50 % Getreide

$$C_{org} = 0,50 \pm 0,04^a$$



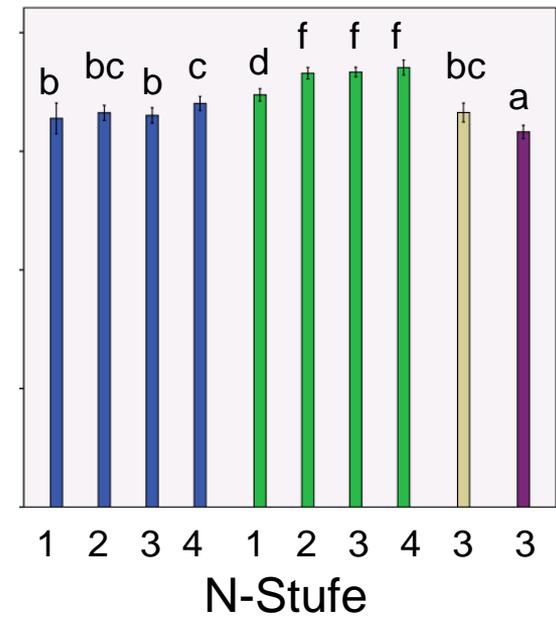
## 75 % Getreide

$$C_{org} = 0,58 \pm 0,03^b$$



## 100 % Getreide

$$C_{org} = 0,69 \pm 0,04^c$$



■ ohne Stroh   
 ■ mit Stroh   
 ■ ohne Stroh   
 ■ ohne Stroh  
 (mit Mist, ohne Kali bis 1972)   
 (ohne Mist, ohne Kali bis 1972)

## Zwischenfazit

### 1. Welchen Einfluss hat der Wechsel der Fruchtfolge?

Hinsichtlich Humusreproduktionswirkung ist Getreidefolge ohne Strohdüngung der Hackfruchtfolge mit Stallmistdüngung gleichwertig

### 2./3. Kann Strohdüngung (nach Anfall) die Stallmistdüngung kompensieren?

Strohdüngung kann nur innerhalb der Getreidefolge die Stallmistdüngung kompensieren, zusammen mit mineralischer N-Düngung überschreiten

### 4. Bewirtschaftungsspezifische $C_{org}$ -Gehalte?

Spannweite = 0,5 – 0,7 %  $C_{org}$

# Erträge

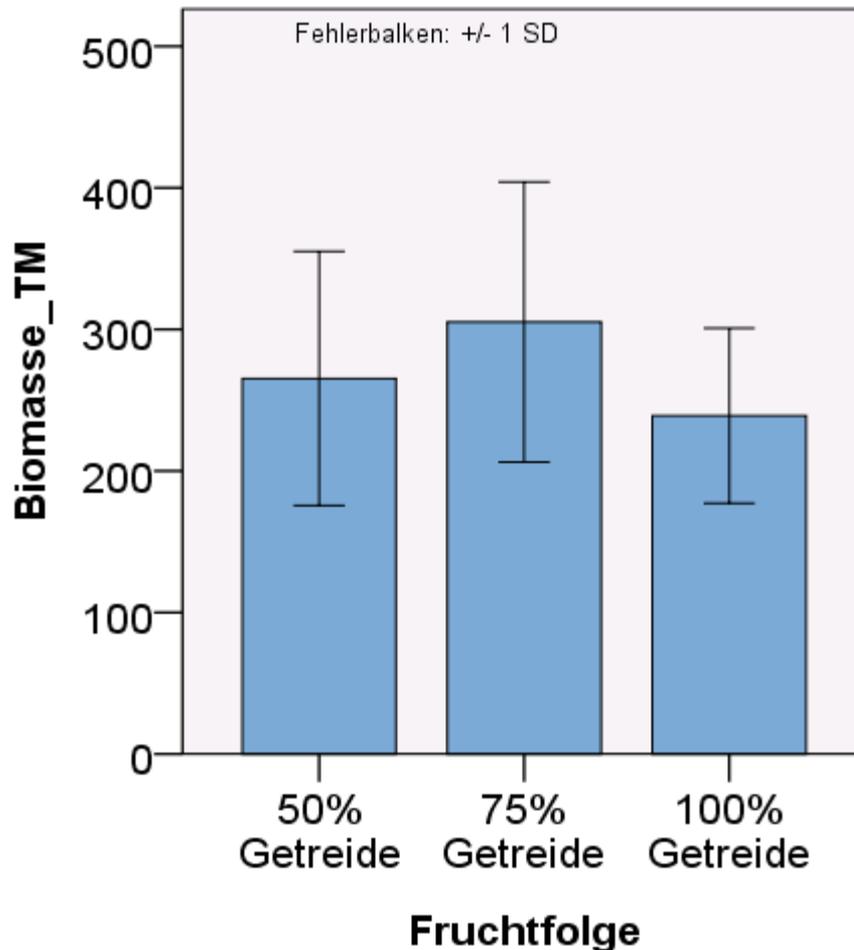
## Einfluss von Fruchtfolge, Stroh- und N-Düngung auf den Trockenmasseertrag der Rotationen

Sind mit höchsten  $C_{org}$ -Gehalten höchste Erträge verbunden?

Auswertung der

1. Gesamt-TM-Erträge je Rotation  
(n = 3 Rotationen, 4 - Jahressumme)
2. TM-Erträge je Fruchtart (n = 3 Jahre)

## Rotationsertrag (TM, dt ha<sup>-1</sup>) Vergleich der Fruchtfolgen



Fruchtfolge	TM (dt ha <sup>-1</sup> )
100 % Getreide	239 <sup>a</sup>
50 % Getreide	265 <sup>ab</sup>
75 % Getreide	305 <sup>b</sup>

**TM-Erträge (dt ha<sup>-1</sup>) in Abhängigkeit von Getreideanteil und Strohdüngung, N1 = ohne N**

Getreideanteil	50 %	50 %	75 %	75 %	100 %	100 %
Strohdüngung	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja
N-Düngung (kg ha <sup>-1</sup> )	0	0	0	0	0	0
<b>Summe</b>	<b>116,6 a</b>	<b>137,6 a</b>	<b>155,5 a</b>	<b>182,7 a</b>	<b>137,5 a</b>	<b>144,7 a</b>
	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>133</b>	<b>133</b>	<b>118</b>	<b>106</b>
<b>Mais</b>	55,3	64,0	70,7	87,4		
<b>W-Gerste</b>					17,0	19,7
<b>S-Gerste</b>	9,2 a	10,5 a	12,2 a	14,7 a	33,9 (b)	30,9 (b)
<b>Kartoffel</b>	26,3	33,5				
<b>W-Roggen 1</b>			36,5	39,6		
<b>Hafer</b>					40,8	44,5
<b>W-Roggen 2</b>	25,8 a	29,5 a	29,6 a	35,1 a	45,9 bc	49,6 c

**TM-Erträge (dt ha<sup>-1</sup>) in Abhängigkeit von Getreideanteil und Strohdüngung, N3 = N ortsüblich**

Getreideanteil	50 %	50 %	75 %	75 %	100 %	100 %
Strohdüngung	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja
N-Düngung (kg ha <sup>-1</sup> )	100	100	90	90	80	80
<b>Summe</b>	<b>321,8 ab</b>	<b>324,0 ab</b>	<b>350,7 ab</b>	<b>380,8 c</b>	<b>281,3 a</b>	<b>286,6 a</b>
<b>%</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>109</b>	<b>118</b>	<b>87</b>	<b>88</b>
<b>Mais</b>	107,9	103,3	130,8	142,3		
<b>W-Gerste</b>					52,4	53,6
<b>S-Gerste</b>	36,3 a	40,3 a	40,6 a	46,3 a	51,4 a	49,3 a
<b>Kartoffel</b>	86,2	83,7				
<b>W-Roggen 1</b>			98,2	106,2		
<b>Hafer</b>					71,5	75,0
<b>W-Roggen 2</b>	91,4 a	96,7 a	81,1 a	86,1 a	106,0 a	108,7 a

**TM-Erträge (dt ha<sup>-1</sup>) in Abhängigkeit von Getreideanteil und Strohdüngung, N4 = N erhöht**

<b>Getreideanteil</b>	50 %	50 %	75 %	75 %	100 %	100 %
<b>Strohdüngung</b>	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja
<b>N-Düngung (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	150	150	135	135	120	120
<b>Summe</b>	342,7 <b>ab</b>	359,2 <b>ab</b>	411,1 <b>c</b>	381,4 <b>ab</b>	284,0 <b>a</b>	293,6 <b>a</b>
<b>%</b>	100	100	120	106	83	82
<b>Mais</b>	126,0	125,5	153,9	126,9		
<b>W-Gerste</b>					54,3	58,2
<b>S-Gerste</b>	36,9 <b>a</b>	42,0 <b>a</b>	44,3 <b>a</b>	46,3 <b>a</b>	45,2 <b>a</b>	53,0 <b>a</b>
<b>Kartoffel</b>	75,6	87,6				
<b>W-Roggen 1</b>			109,2	116,2		
<b>Hafer</b>					72,4	72,6
<b>W-Roggen 2</b>	104,3 <b>a</b>	104,1 <b>a</b>	103,7 <b>a</b>	92,1 <b>a</b>	112,1 <b>a</b>	109,9 <b>a</b>

# Zusammenfassung

- 1. Ausschließlicher Getreideanbau führt gegenüber Fruchtfolgen mit Blattfruchtanteilen von 25 bis 50 % zu höheren C-Gehalten.**
- 2. Mit der dem Ertragsniveau des Standortes angepassten Stickstoffdüngung konnte der C-Gehalt eines Sandbodens nur bei ausschließlichem Getreideanbau auf dem vormals stallmistgedüngten Ausgangsniveau erhalten werden.**
- 3. Die Zufuhr von 10 dt Stroh-TM / ha und Jahr erhöht den C-Gehalt von Sandböden um 10%.**
- 4. Die höchsten Trockenmasseerträge werden auf Sandböden nicht bei den höchsten C-Gehalten des Bodens erreicht.**

An aerial photograph of a farm or research station. The image shows a large area of agricultural land divided into various plots. Some plots are planted with corn, while others are fallow or have different crops. There are several buildings, including a large white barn-like structure, and a road with a gate. The surrounding area is green with trees and fields.

**Danke für die  
Aufmerksamkeit**