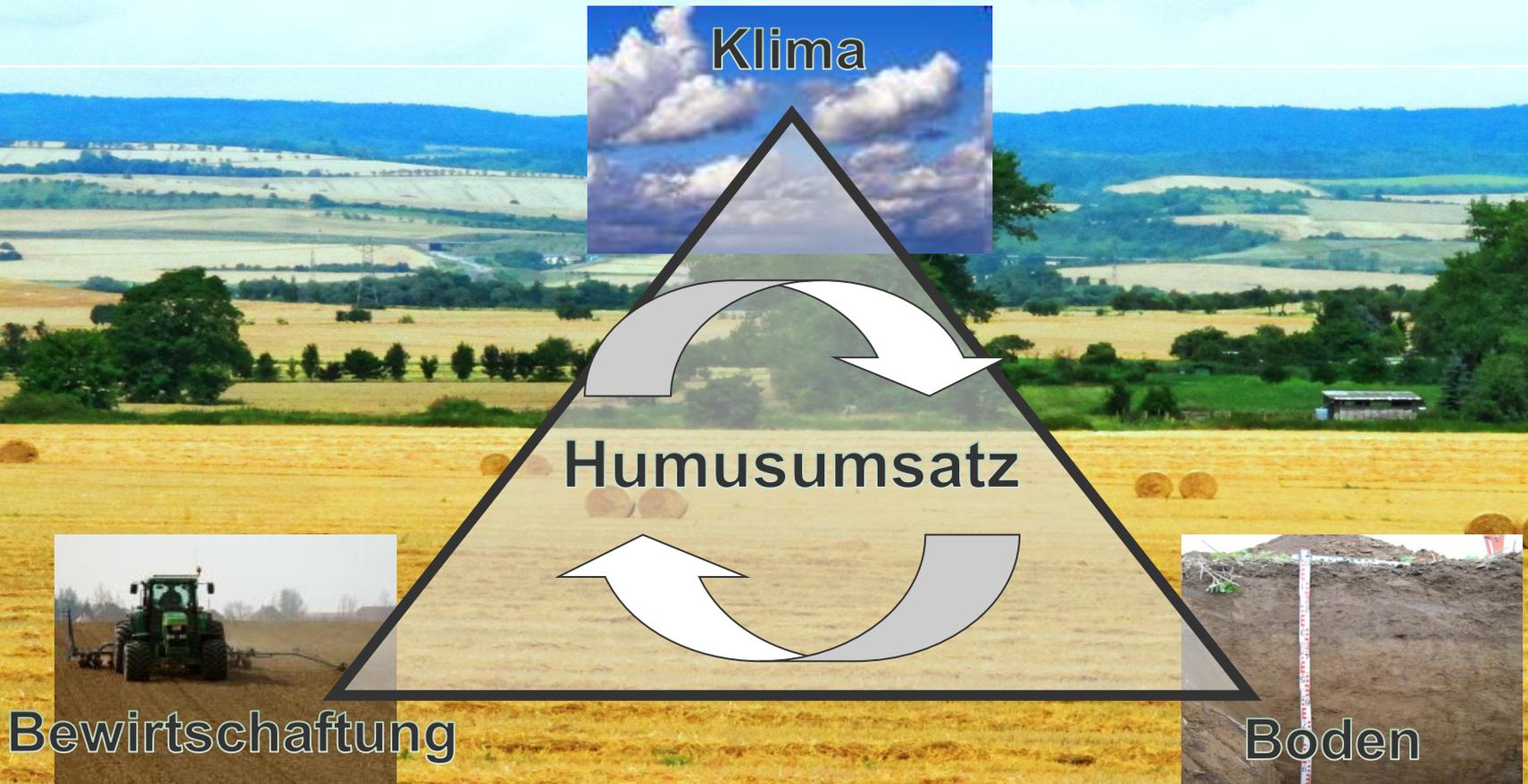


# Langzeitstudien zur Boden-C-Bindung



## Zufuhr

- Ernte- u. Wurzelrückstände d. Früchte
- Organische Dünger

# Prinzip des Humusumsatz I

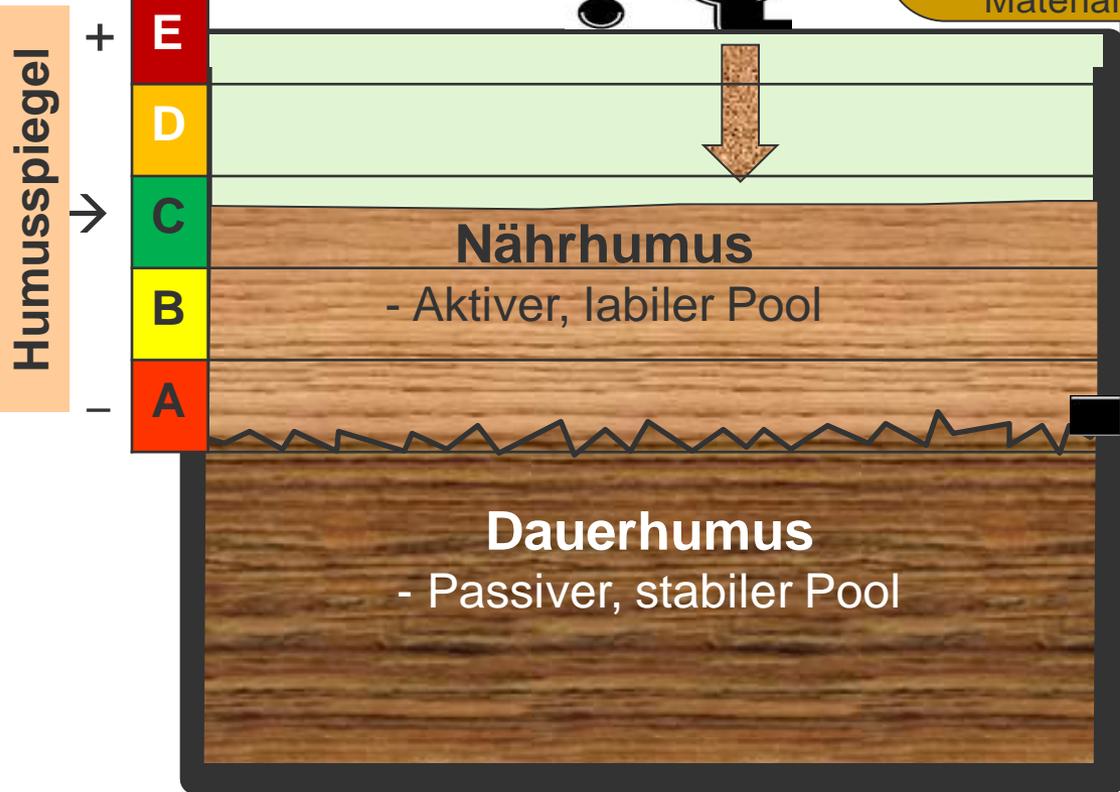
## Bodengenesse

- Bodenart u. Textur (Ton, Feinschluff)
- Räuml. Erreichbarkeit d. Materialien

## Abbau

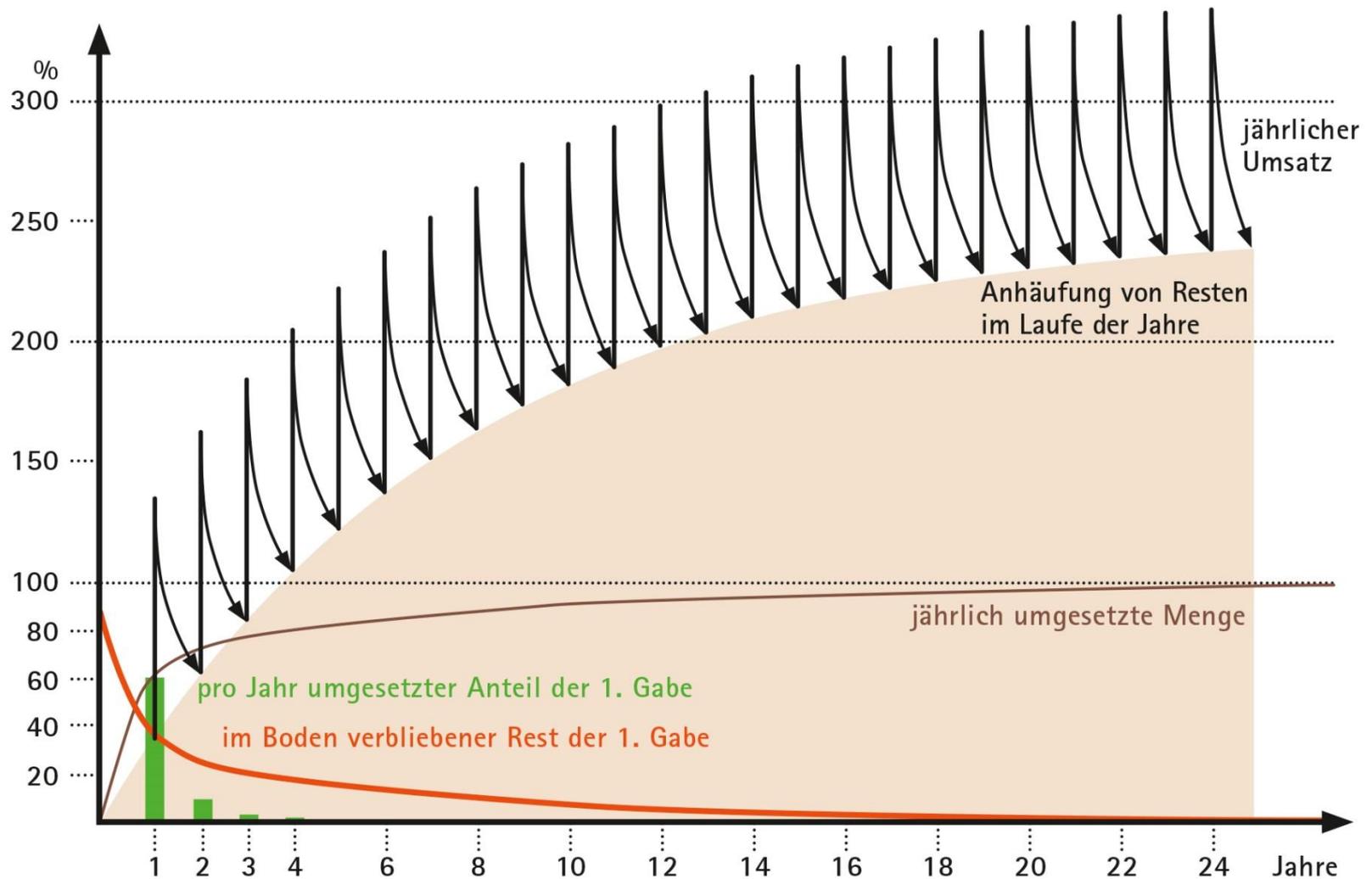
### (Mineralisation)

- Chem. Struktur d. organ. Materialien (Qualität)
- Nährstoffverfügbarkeit (N), pH-Wert
- Intensität d. Bodenbearbeitung
- Klima (Temperatur, Niederschlag bzw. Wassergehalt d. Bodens)



# Prinzip des Humusumsatz II

(nach SAUERBECK, 1985)



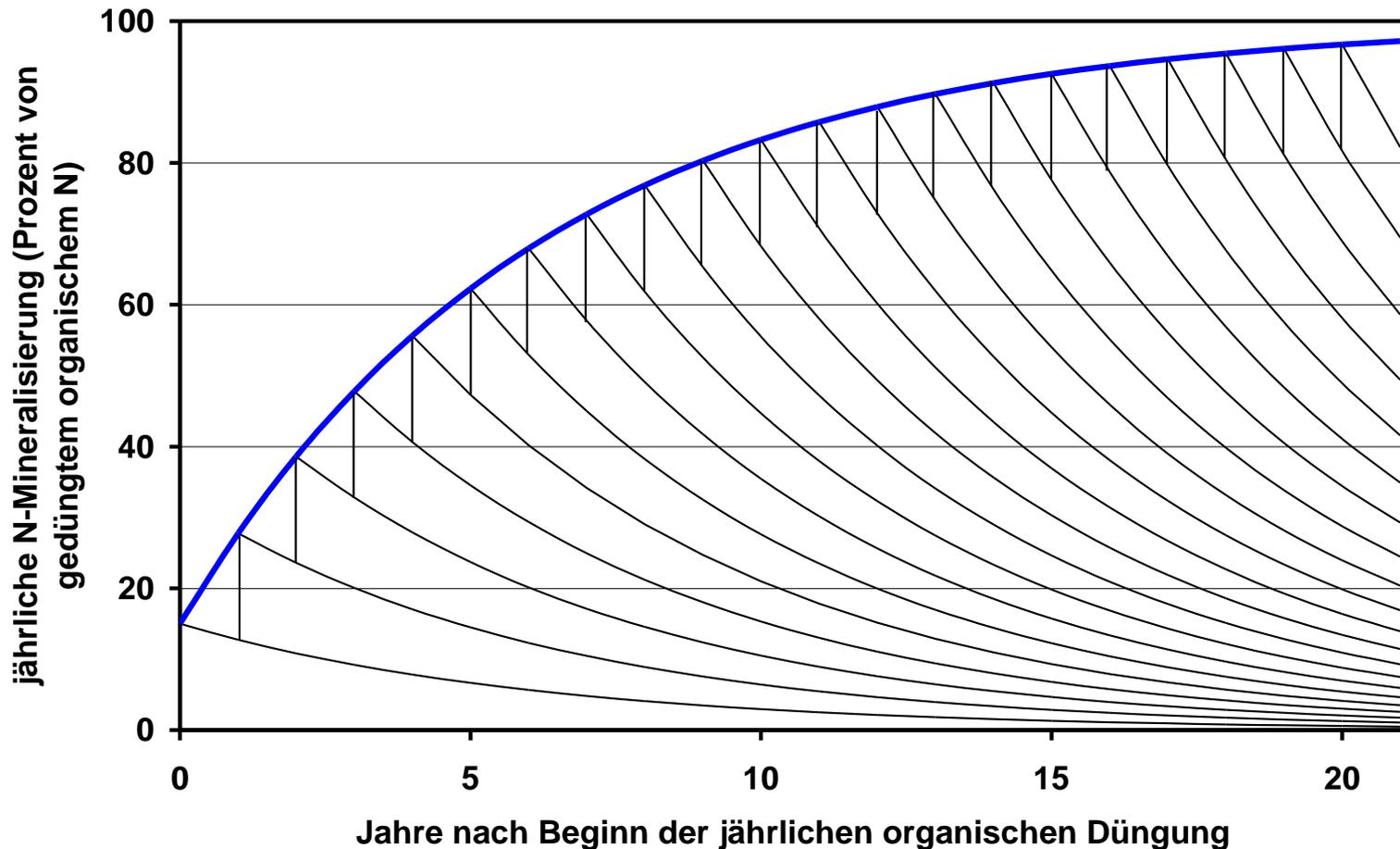
# Prinzip der Nährstoff- Mineralisation

(Beispiel Stickstoff)

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE

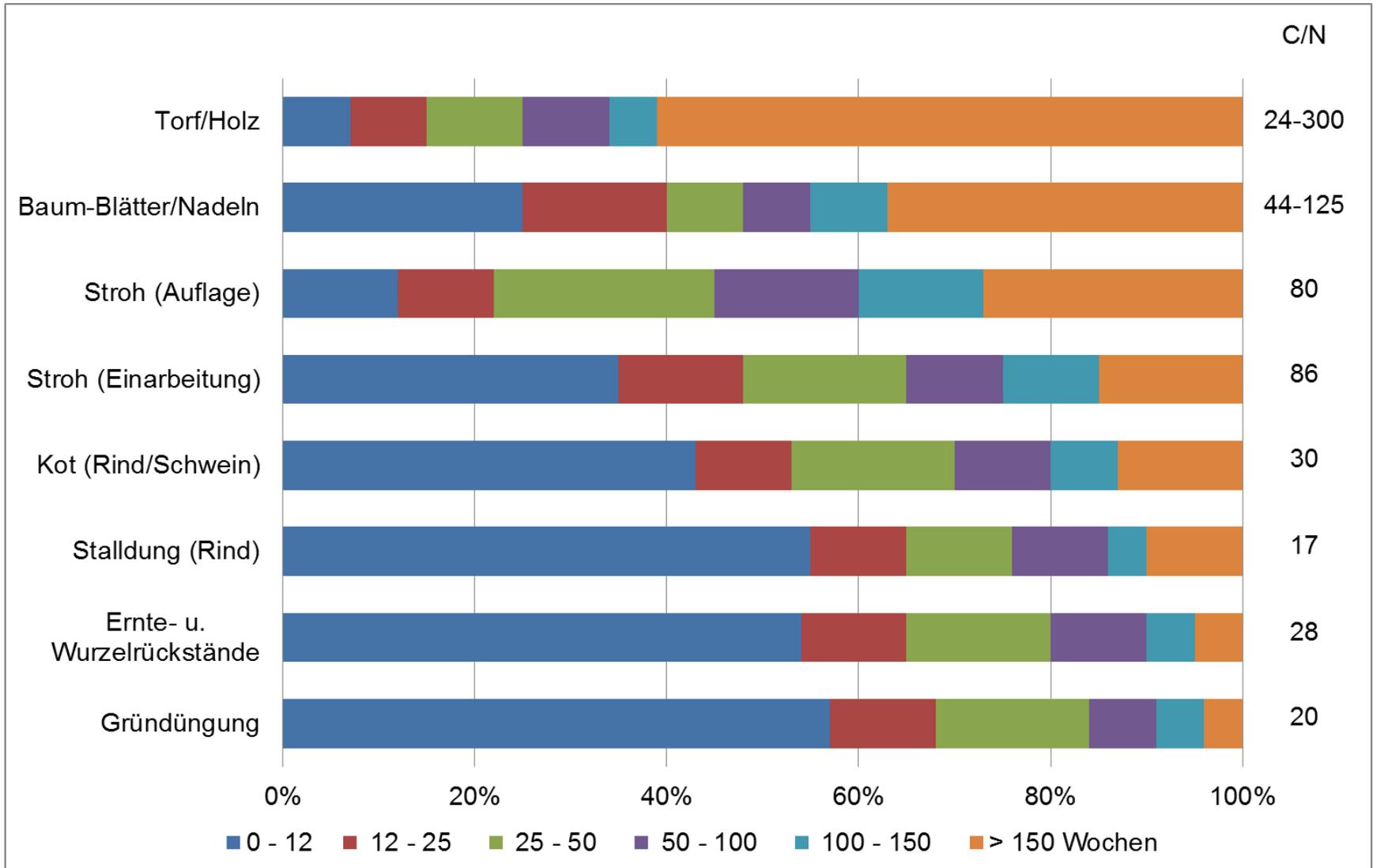


Berechneter Verlauf der jährlichen N-Mineralisation von organischem Dünger-N, wenn jedes Jahr gedüngt wird und die jährliche Mineralisation 15 % des verbleibenden N beträgt (nach DOMINIK. 2010 unveröffentlicht)



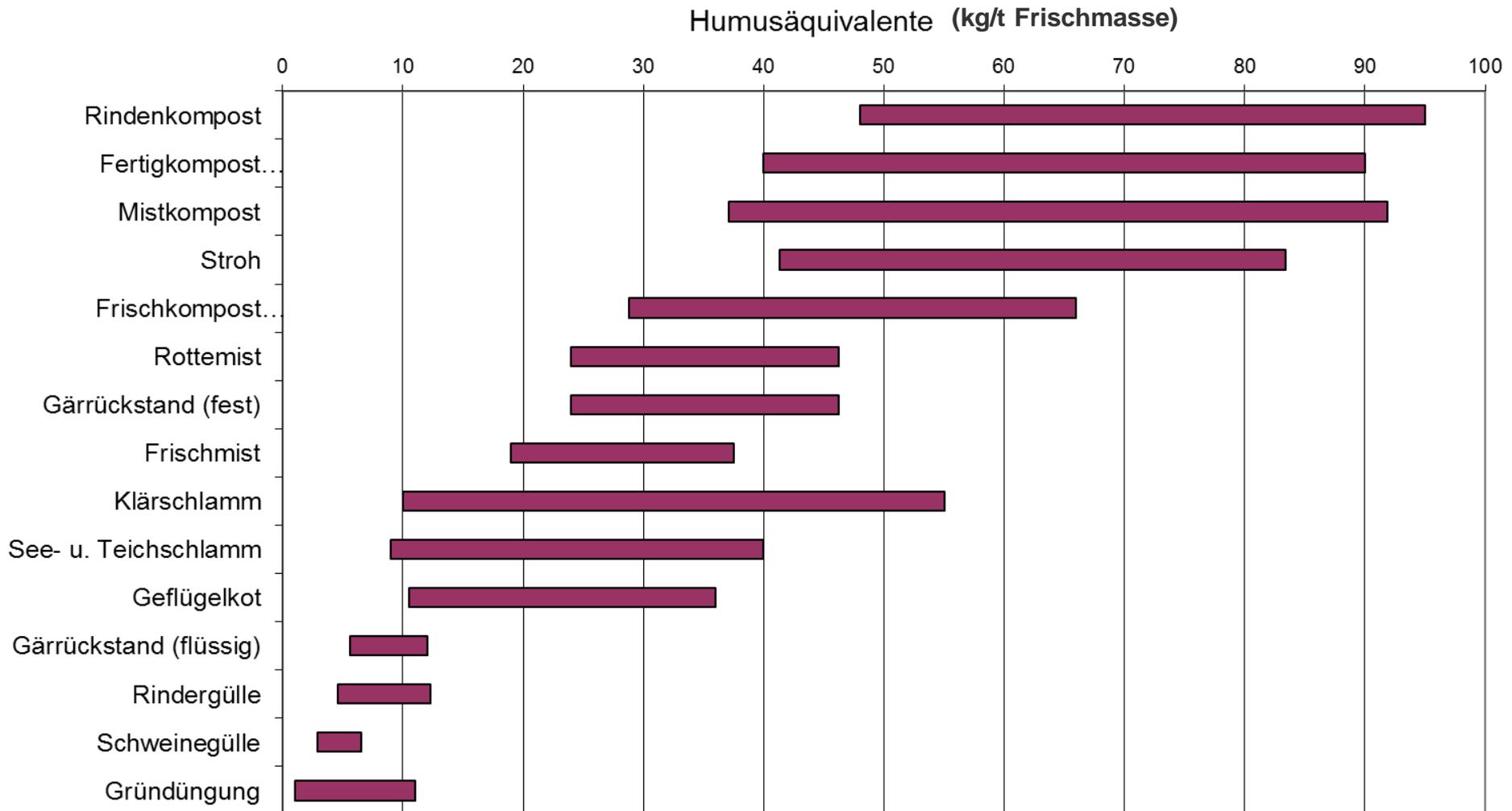
# Abbaustabilität der organischen Materialien

(im bzw. auf dem Boden)



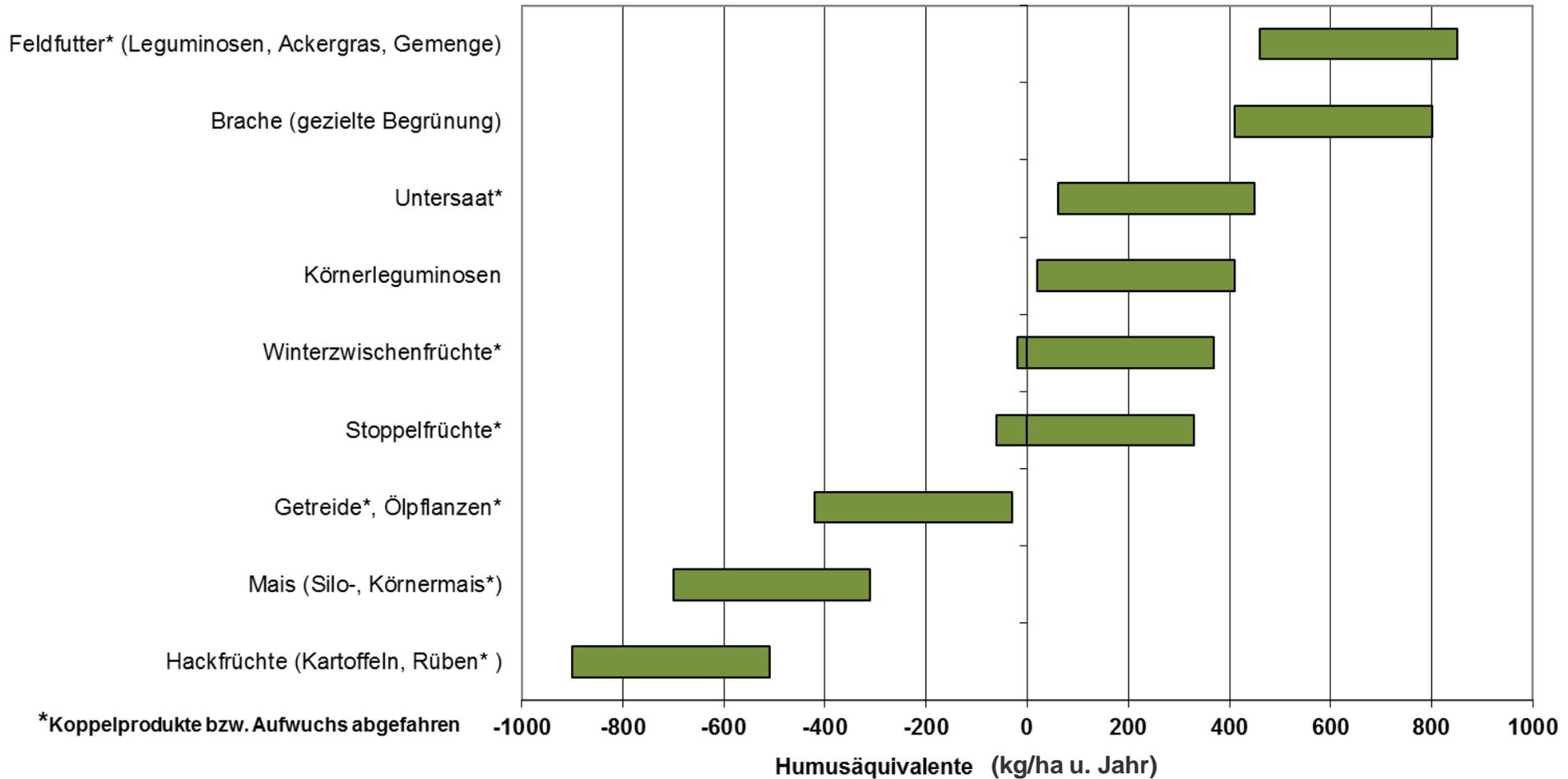
# Humusproduktion der organischen Materialien:

Frischmasse



# Rangfolge der Humifizierungskoeffizienten der Fruchtarten

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



Humussaldo	=	Humuszufuhr	—	Humusabbau
Veränderung der Humusvorräte im Boden		Menge und Qualität der Ernte- und Wurzelreste incl. Rhizodeposition sowie der organischen Düngemittel		Wirkung von Bodenart, Klima und Anbauverfahren (z.B. Bodenbearbeitung) auf die Mineralisation

## Überblick Methoden zur Berechnung der Humusversorgung

### Humusbilanzmodelle

- **VDLUFAMethode** mit unteren, mittleren und oberen Werten der Fruchtartenkoeffizienten (EBERTSEDER et al., 2014)
- **STAND-Methode** mit 6 Standortgruppen (KOLBE, 2010)

### Prozessmodelle

- Z.B. **CCB (CANDY Carbon Balance, FRANKO et al., 2011)**

# Erstellung und Bewertung einer Humusbilanz

## Humusbilanz wird nach folgender Gleichung erstellt:

- + Humifizierungsleistung humusmehrender Fruchtarten
- + Humifizierungsleistung organischer Dünger
- Humifizierungsleistung humuszehrender Fruchtarten
- = Humussaldo

## Ergebnisbewertung nach VDLUFA-Klassifikation:

Versorgungsgruppen	Bewertung	Konventioneller Landbau	Ökologischer Landbau
		HÄQ [kg/ha]	HÄQ [kg/ha]
<b>A</b>	Sehr niedrig	≤-200	≤-200
<b>B</b>	Niedrig	-200 bis -76	-200 bis -1
<b>C</b>	Optimal	-75 bis +100	0 bis +300
<b>D</b>	Hoch	+101 bis +300	+301 bis +500
<b>E</b>	Sehr hoch	≥+300	≥+500

HÄQ = Humusäquivalente (HÄQ/ha bzw. kg HÄQ/ha)

# Einfluss der Grundversorgung mit organischer Substanz auf die Ertragswirkung nach zusätzlicher organischer

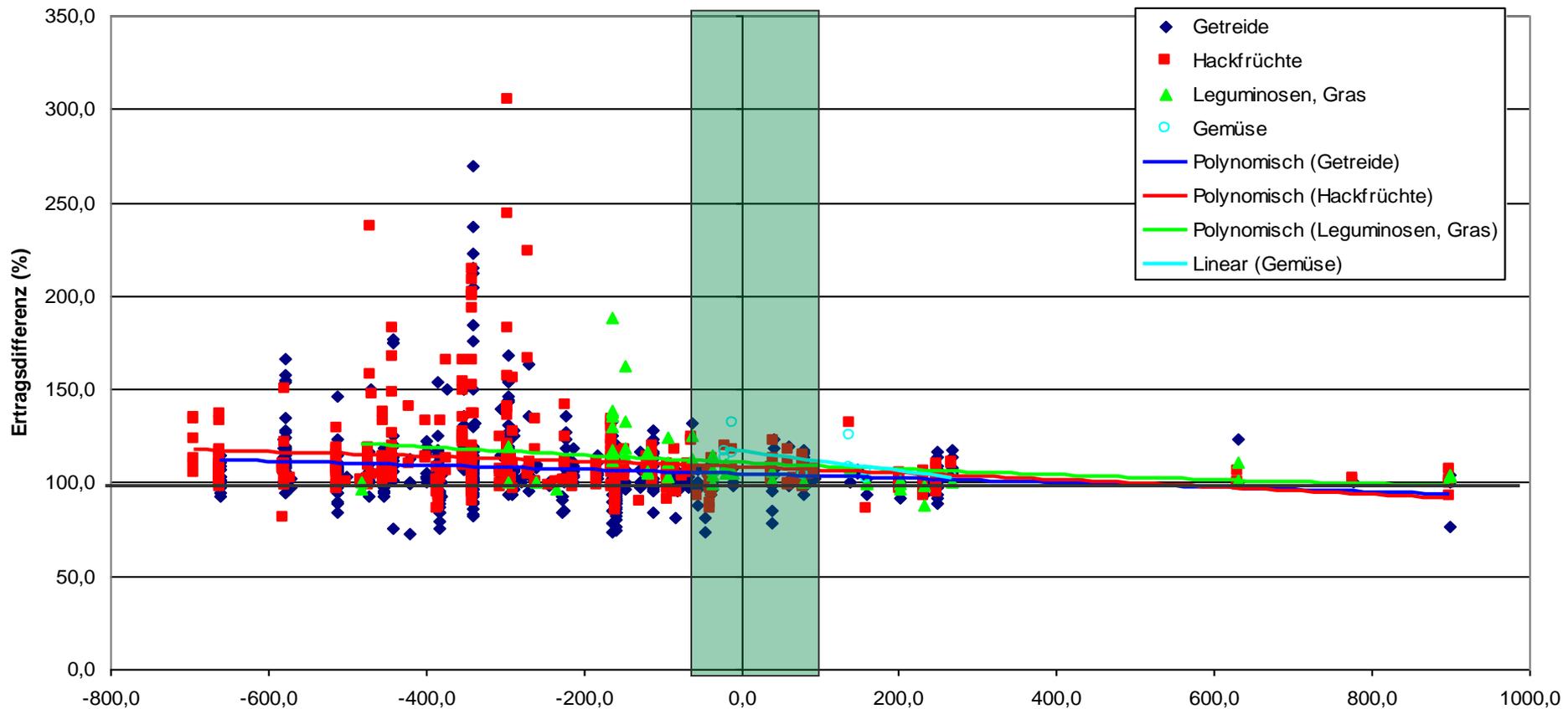
LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



# Düngung

(39 konv. u. ökol. Dauerversuche, 100 % = ohne Düngung)

Versorgungsgruppen: A B C D E



# Zusammenhang zwischen Humusbilanz und N-Saldo

(39 Dauerversuche, Mitteleuropa)

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE

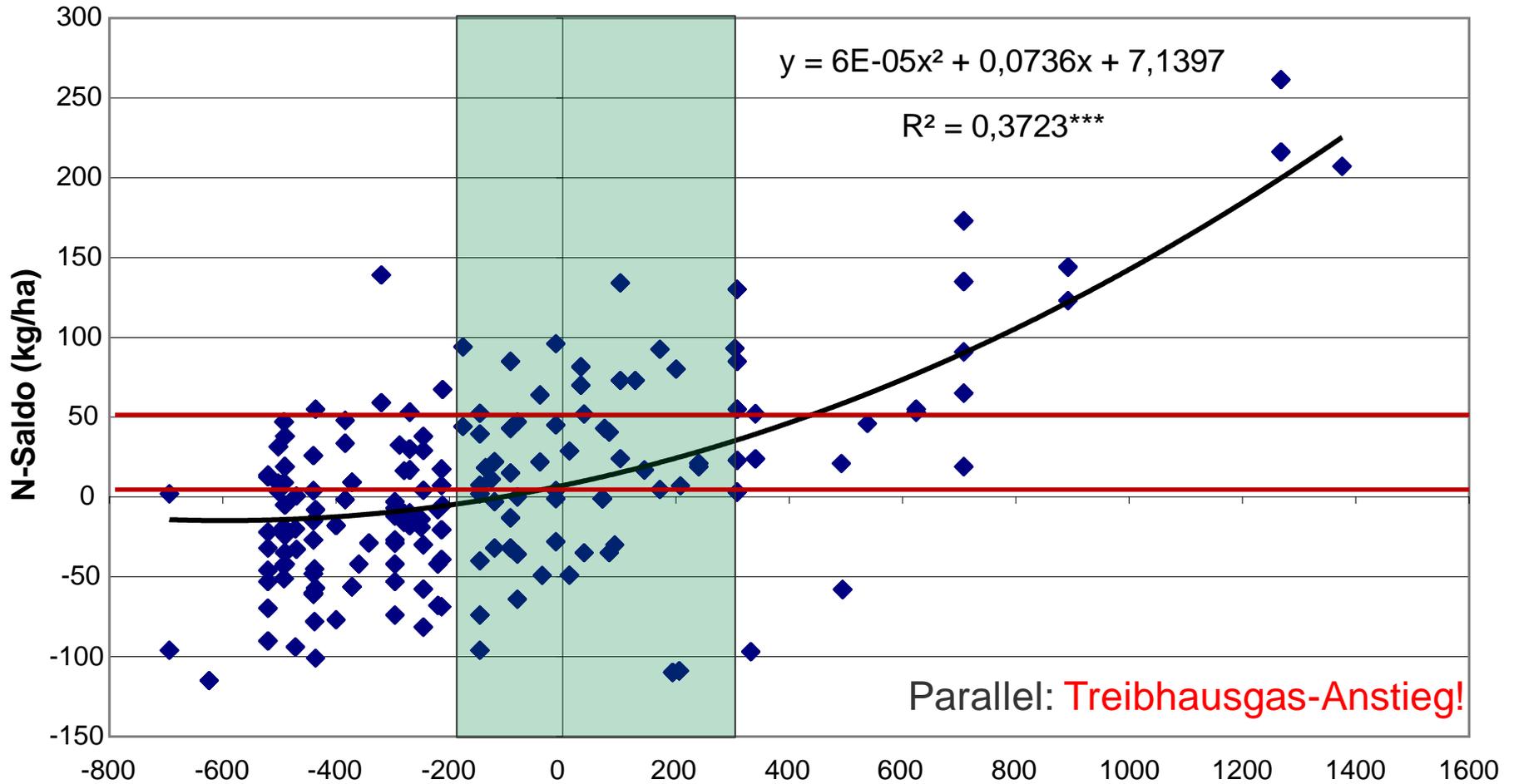


VDLUFA-

Versorgungsgruppen:

A/B

D/E



Untere Werte VDLUFA-Methode HÄQ/ha)

# Klassenhäufigkeiten (in %) von Ergebnissen der Humusbilanzierung

(untere Werte VDLUFA-Methode)

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



Freistaat  
SACHSEN

Datenbasis, Quelle	A	B	C	D	E	Unter- versorgung (A + B)	Über- versorgung (D + E)
Landkreise Deutschland (n = 364) ZELLER et al. (2012)	0	0,3	4	46	50	0,3	96
Betriebe (n = 385) BREITSCHUH & GERNAND (2010)	1	1	11	45	42	2	87
Betriebe (n = 227) HÜLSBERGEN zit.n. VOGT-KAUTE (2011)	1	1	28	42	29	2	71
Sachsen, Dauertestflächen (n = 760) SEIBT (2007)	4	11	46	26	13	15	39

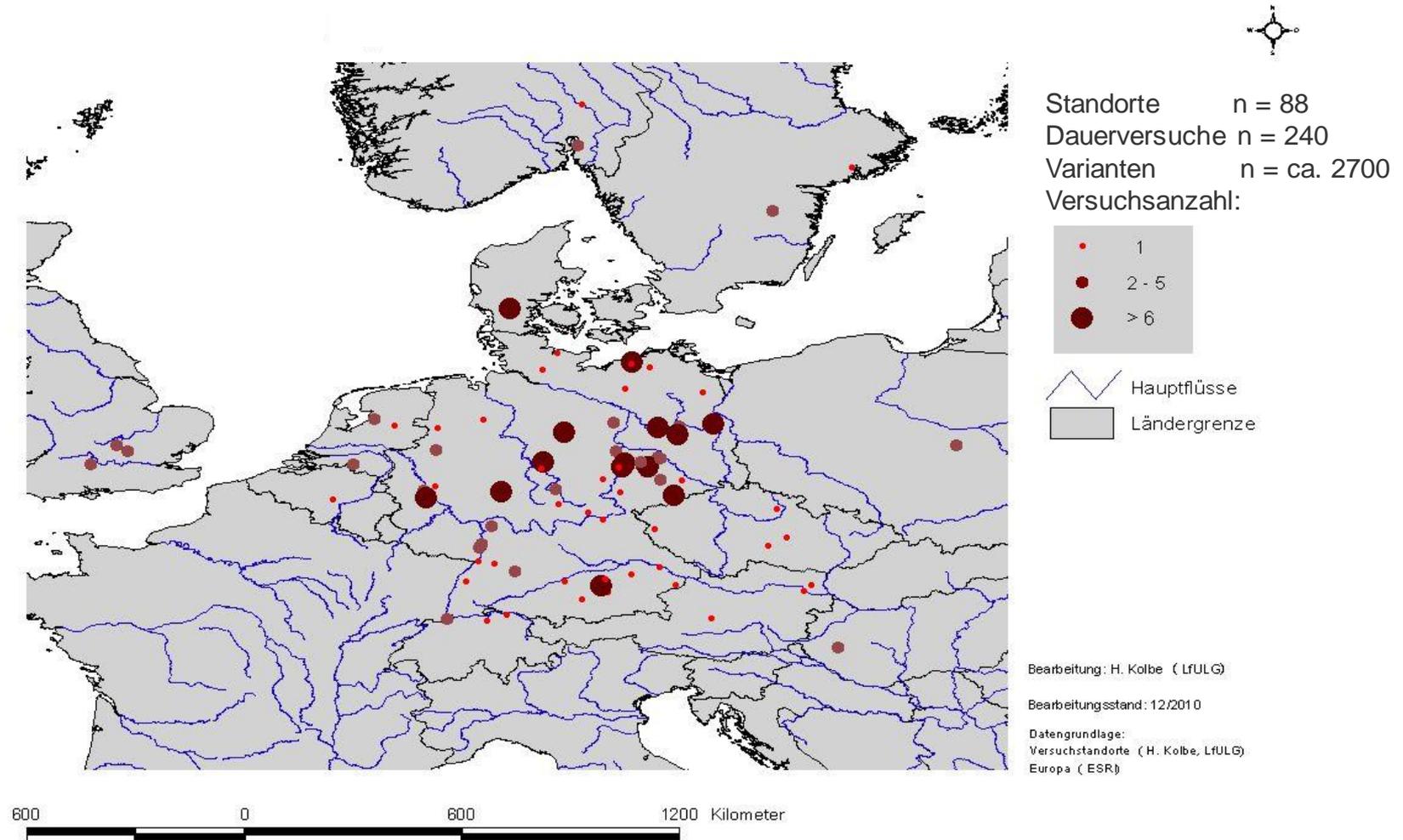
VDLUFA-Humusversorgungsgruppen: A = sehr niedrig, B = niedrig, C = optimal, D = hoch, E = sehr hoch

# Auswertung von Dauerversuchen

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



Lage und Häufigkeit der einbezogenen  
Versuche des Ackerbaus, Mitteleuropa



# Einflussfaktoren auf die C<sub>org</sub>-Gehalte des Bodens

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



Freistaat  
SACHSEN

Dauerversuche: Multiple Regressionsanalysen (R<sup>2</sup> in %)

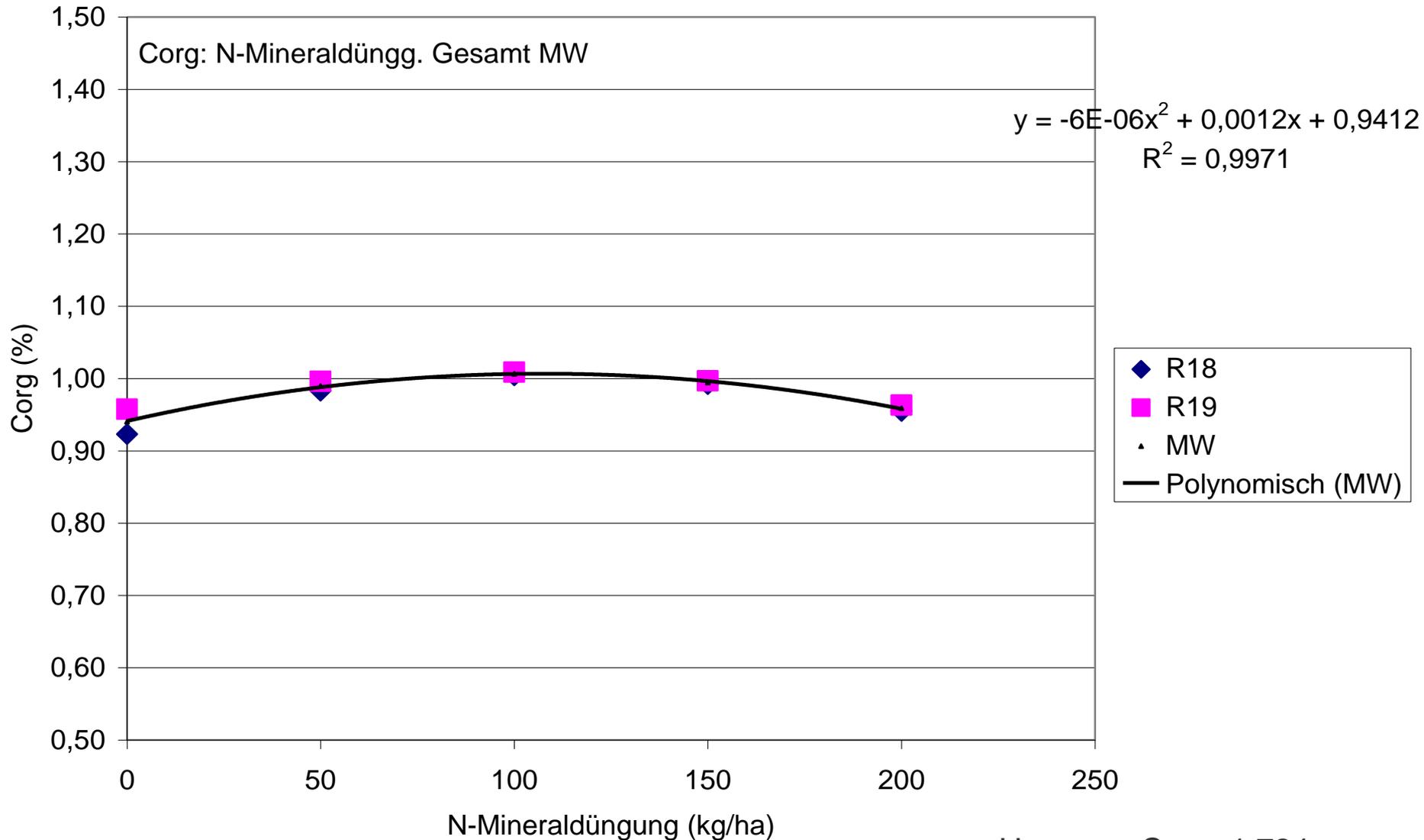
Faktor	Modell ohne WW-Glieder	Modell mit WW-Glieder		Mittelwert
<b>Temperatur, Temperatur<sup>2</sup></b>	65,3	12,3	65,3	<b>ca. 48</b>
<b>Textur: Tongehalt, Tongehalt<sup>2*</sup></b>	18,3	6,2	18,5	<b>ca. 23</b>
WW Tongehalt x pH-Wert			0,8	
WW Tongehalt x Niederschlag		48,9		
WW Tongehalt x N-Bilanz			0,2	
Bodenart, Bodenart <sup>2**</sup>		1,5		
<b>Niederschlag, Niederschlag<sup>2</sup></b>	5,3	5,2	0,9	<b>ca. 14</b>
WW Niederschlag x pH-Wert			5,5	
<b>Fruchtfolge</b>				<b>ca. 2,5</b>
Legum.-Anteil, Legum.-Anteil <sup>2</sup>	1,7	0,7	1,6	
Hackfrucht- u. Getreide-Anteil	0,2	4,3		
<b>Gesamt-TM-Zufuhr</b>	0,8	0,3	0,4	<b>ca. 0,5</b>
<b>N-Bilanz: Zufuhr, Abfuhr, Saldo</b>		1,5	0,1	<b>ca. 0,4</b>
WW N-Bilanz x Legum.-Anteil			0,2	
<b>pH-Wert</b>	0,1		0,4	<b>ca. 0,3</b>
<b>Summe</b>	<b>91,7</b>	<b>80,9</b>	<b>93,9</b>	<b>ca. 89</b>

# Wirkung der N-Mineraldüngung auf die C<sub>org</sub>-Gehalte im Boden

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



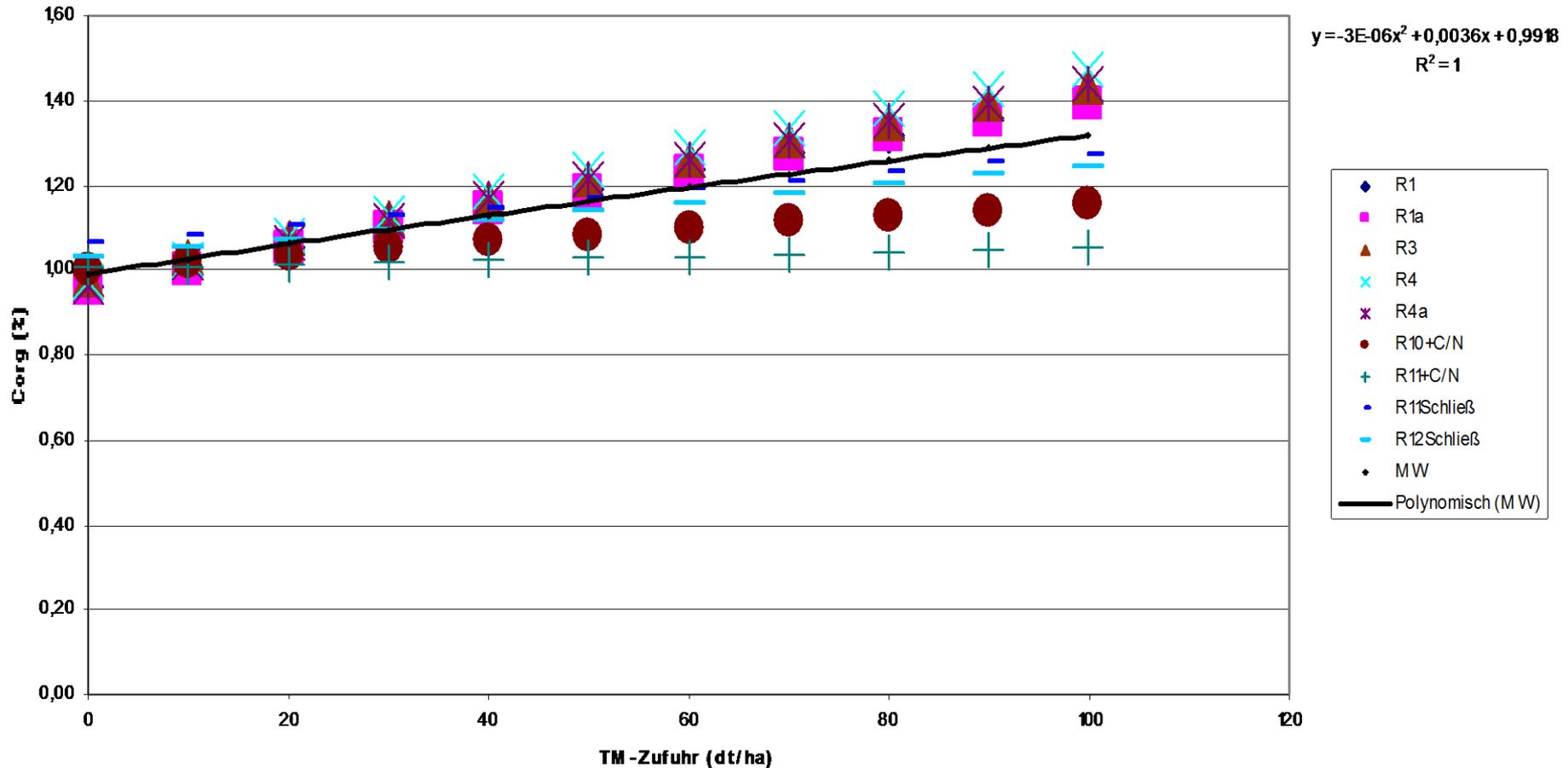
Freistaat  
SACHSEN



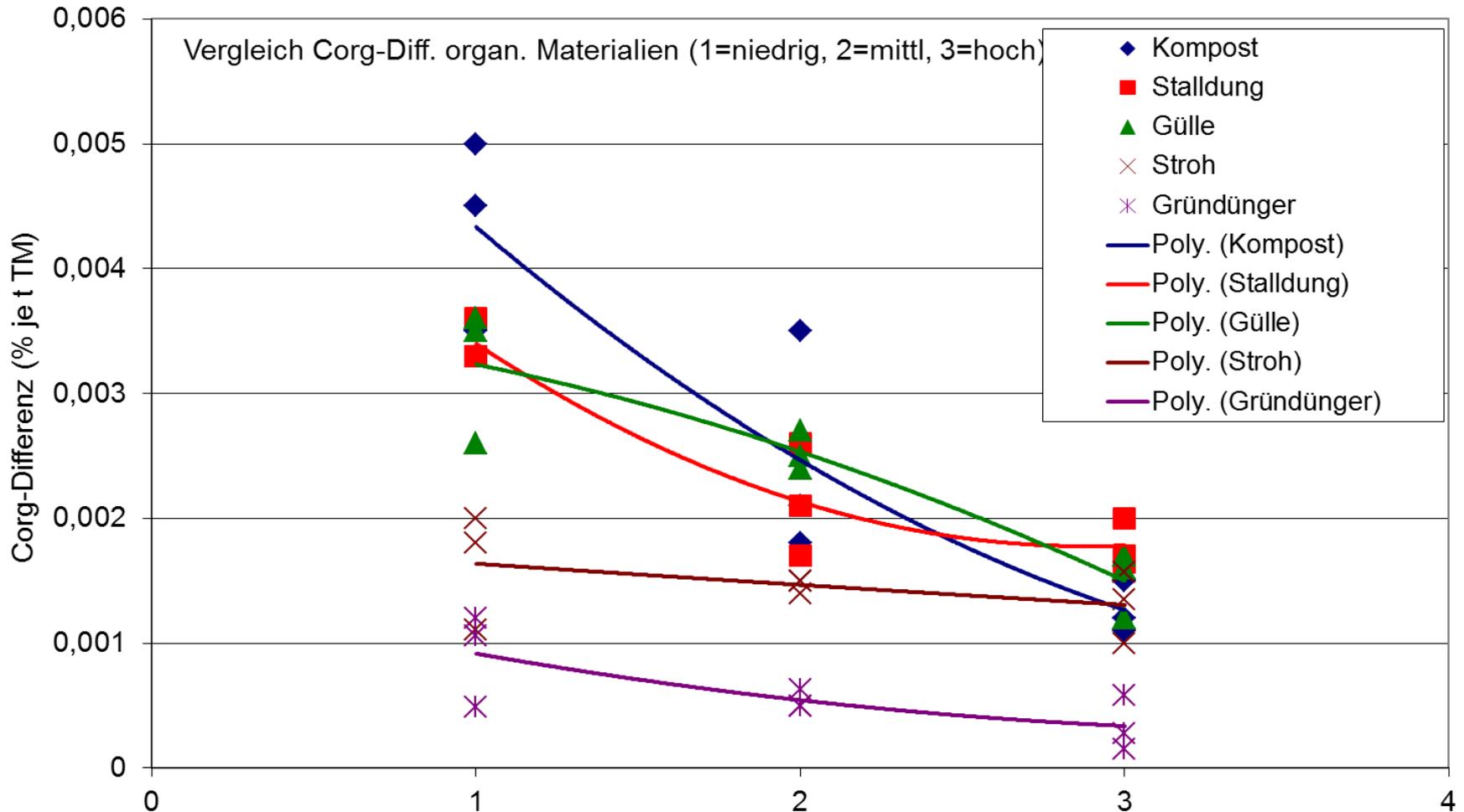
# Einfluss der TM-Zufuhr auf die Humusgehalte

(Gründünger, Stroh, Wirtschaftsdünger)

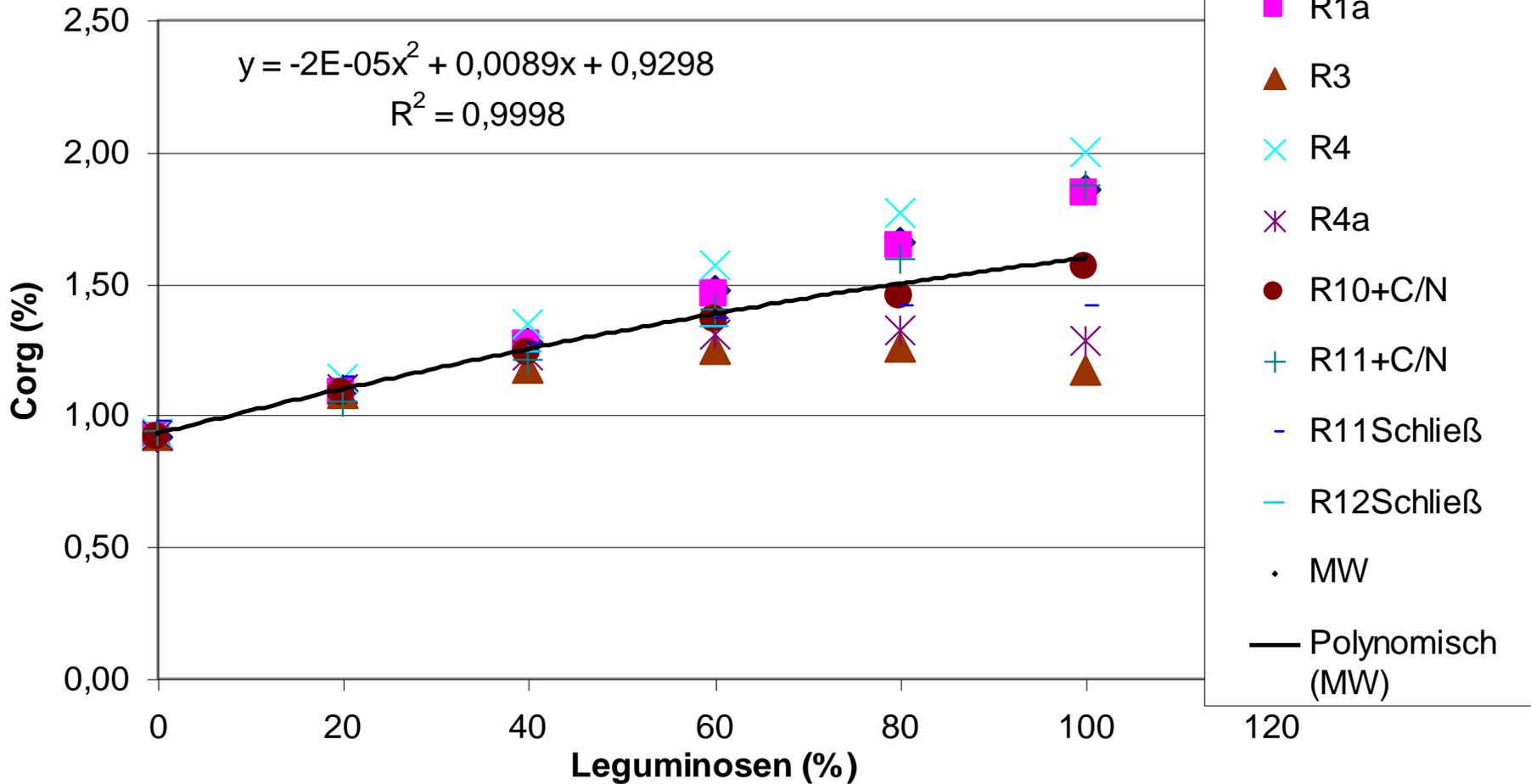
LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



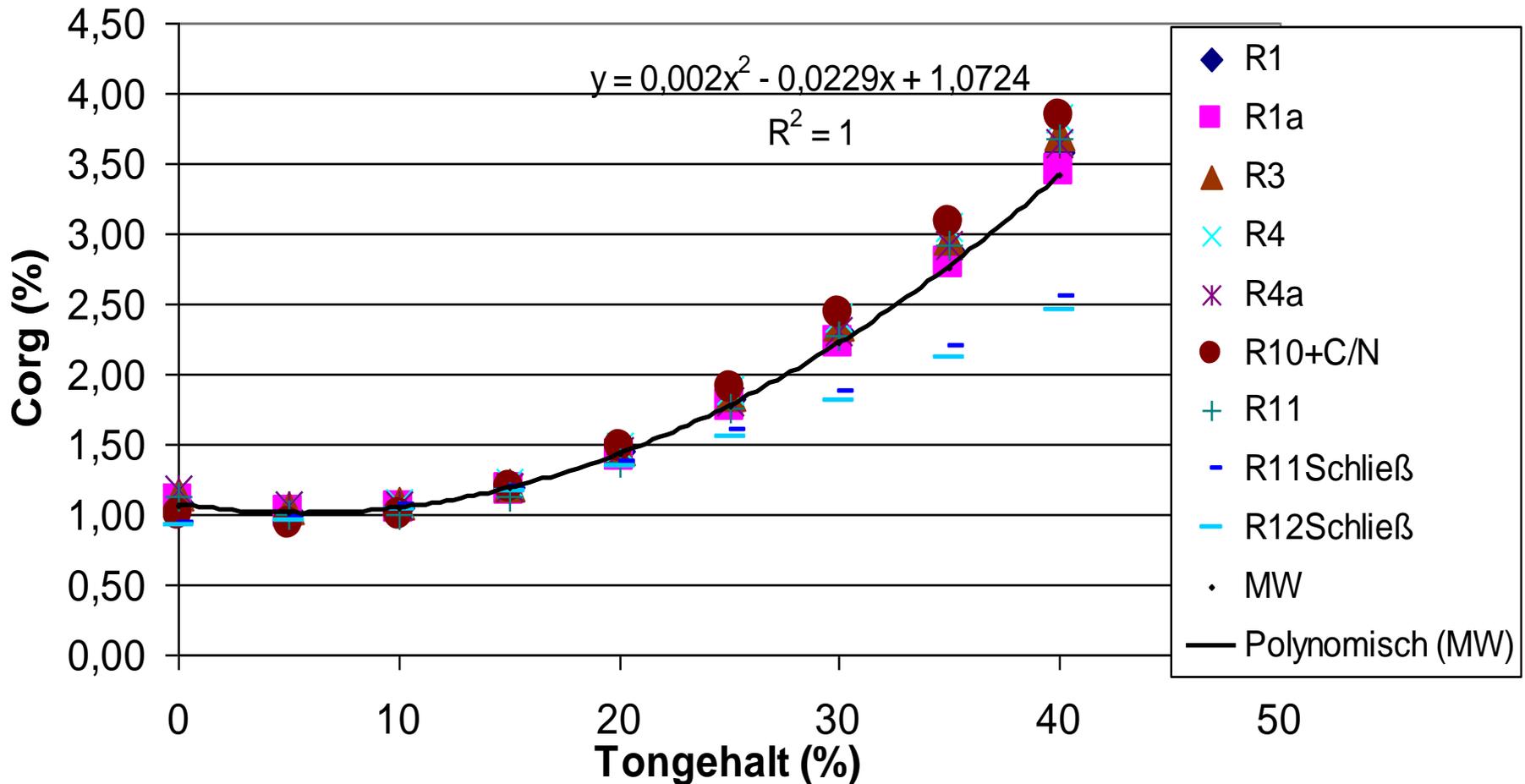
# Zusammenfassende Darstellung: Humifizierungswirkung organ. Düngemittel



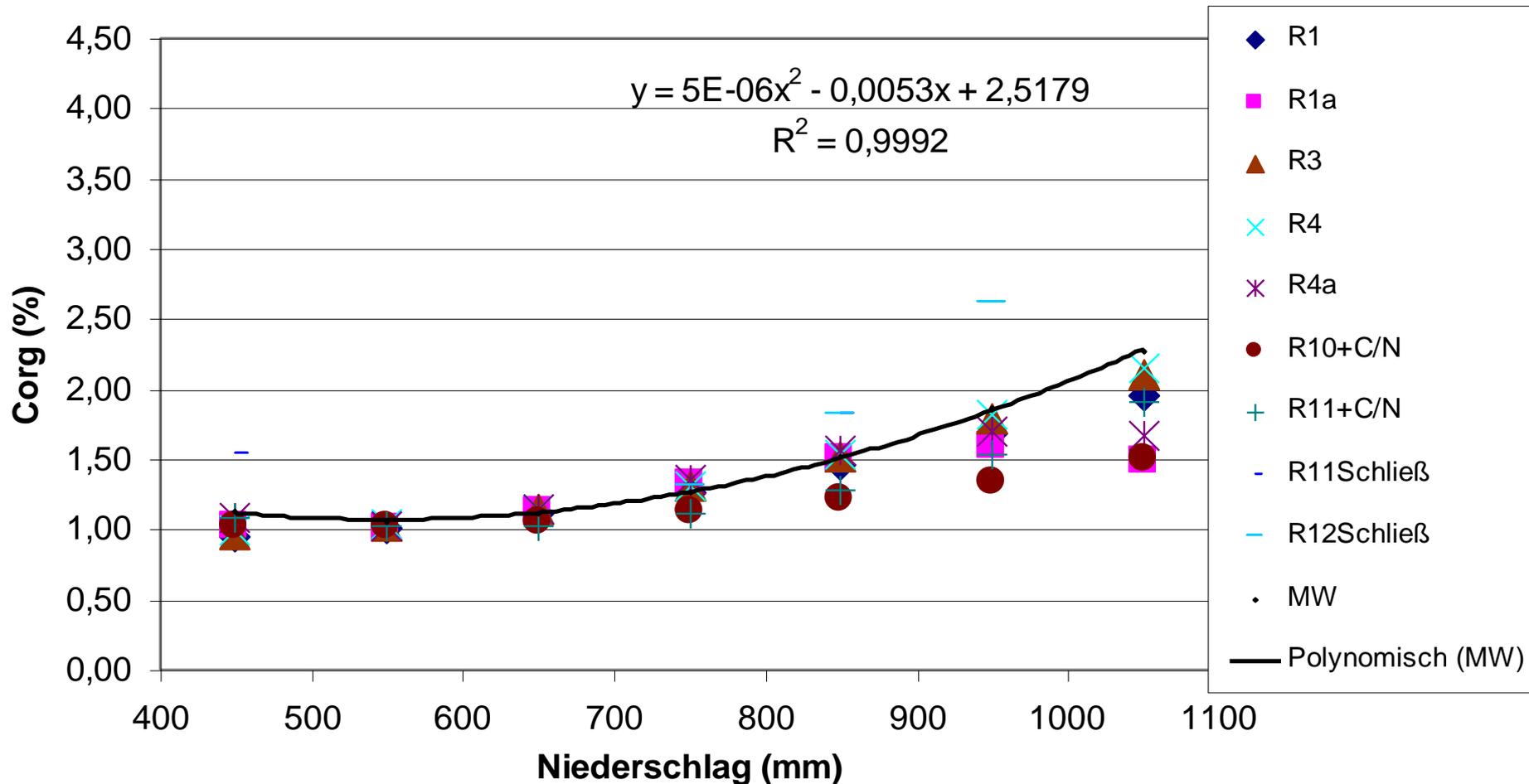
# Einfluss d. Leguminosengras-Anteile i. d. Fruchtfolge auf die $C_{org}$ -Gehalte des Bodens



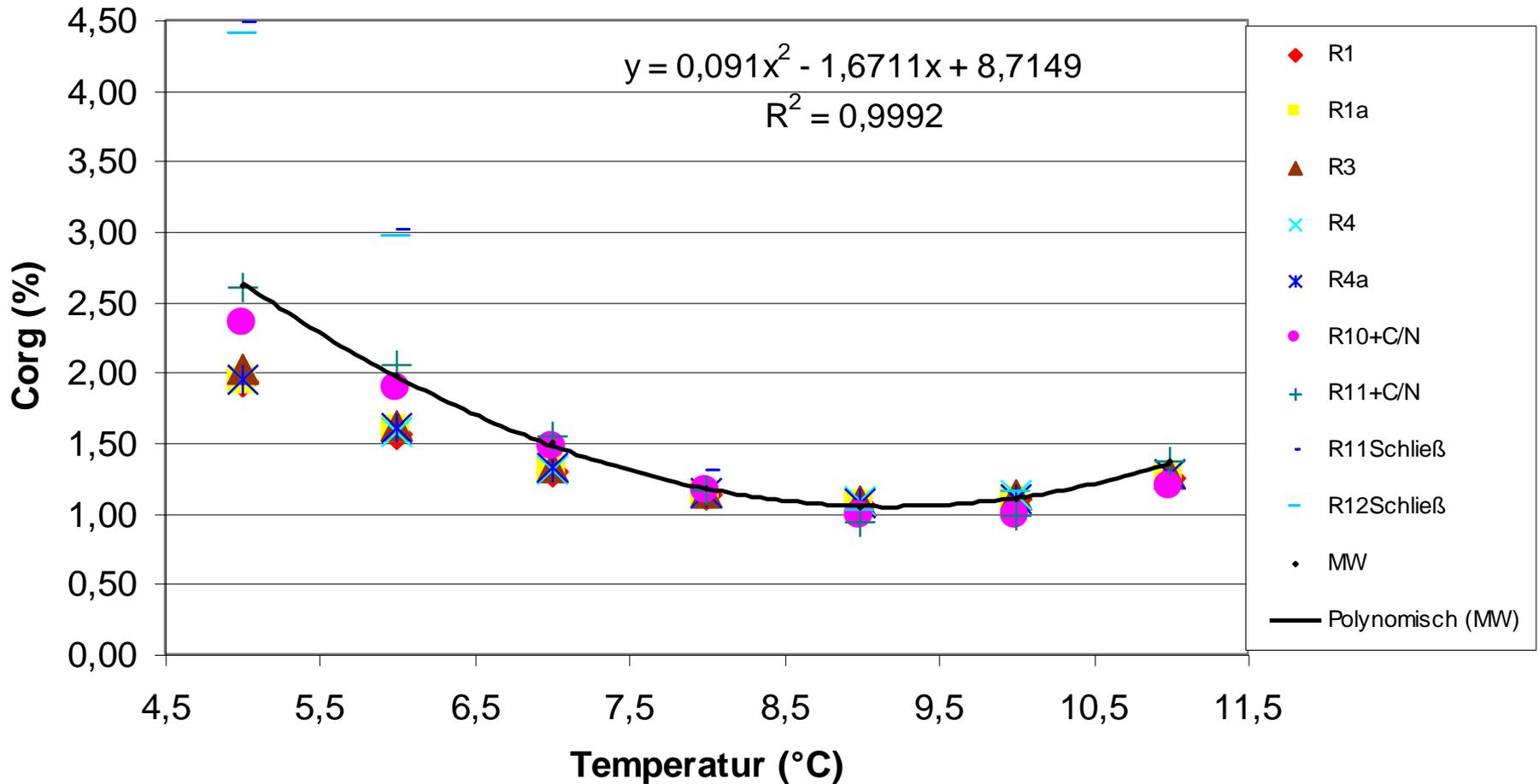
# Einfluss der Tongehalte auf die $C_{org}$ -Gehalte des Bodens



# Einfluss d. Niederschläge auf die C<sub>org</sub>-Gehalte des Bodens

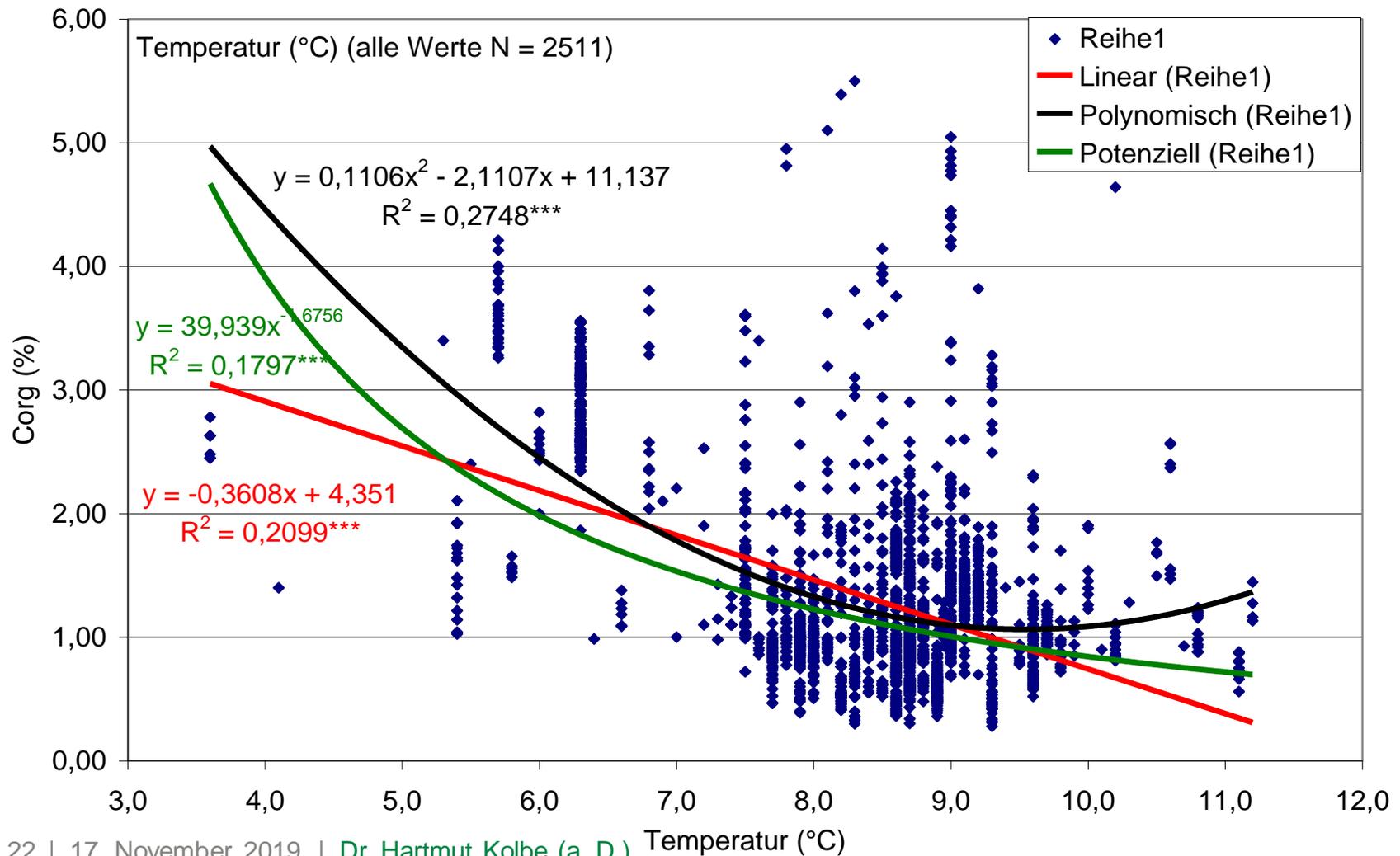


# Einfluss d. Temperatur auf die $C_{org}$ -Gehalte des Bodens



# Einfluss d. Temperatur auf die $C_{org}$ -Gehalte des Bodens

(Einfache Regressionsanalyse)

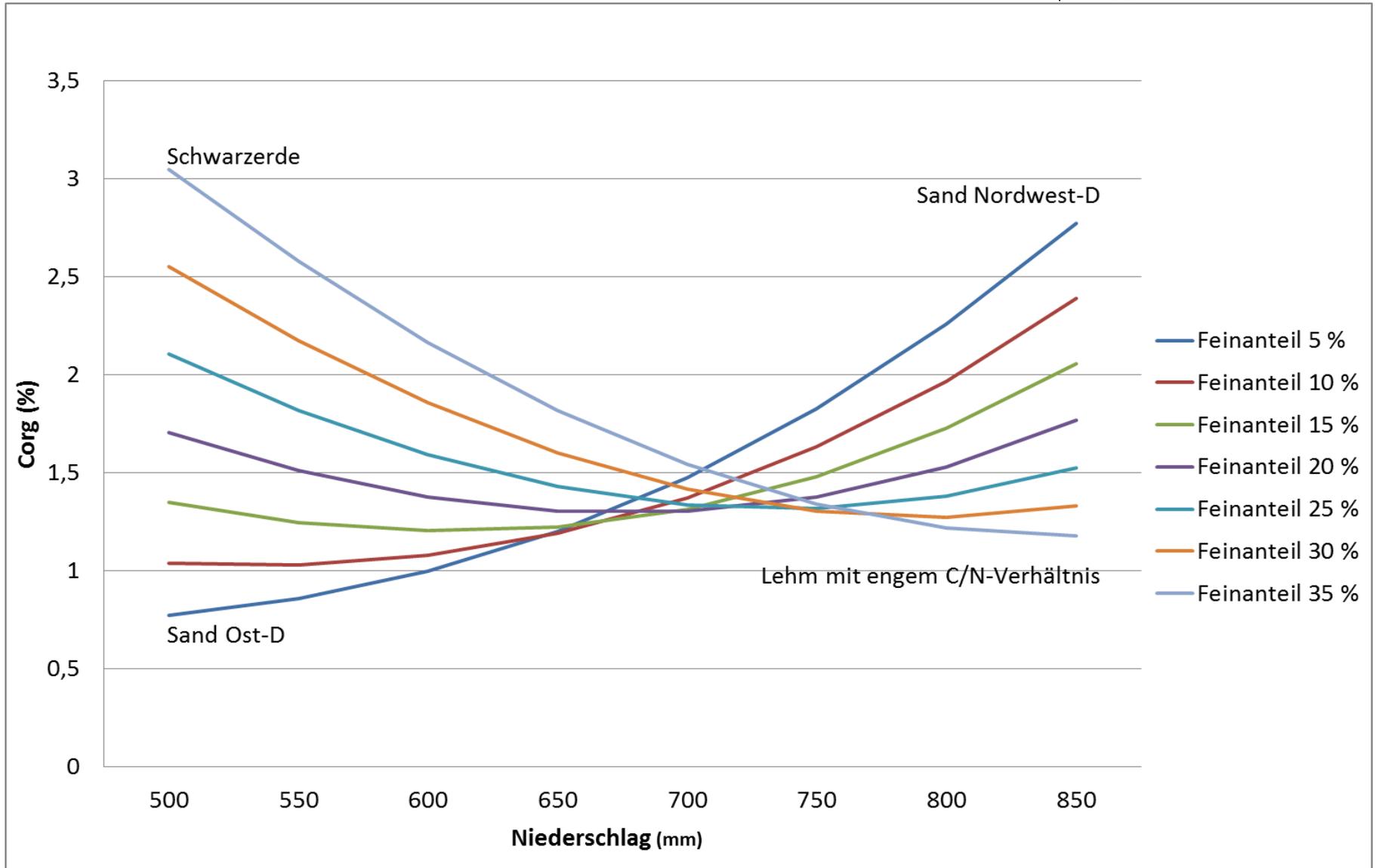


# Einfluss von Niederschlag und Boden- Feinanteil auf die $C_{org}$ -Gehalte

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



Freistaat  
SACHSEN



# 4-Promille-Initiative

## Carbon Farming

Maßnahmendauer für 20 Jahre

Erhöhung der  $C_{org}$ -Gehalte des Bodens:

+ 187 kg C/ha und Jahr (incl. jährl. Anreicherung)

= 0,42 % Anreicherung/Jahr

= ca. +200 HÄQ/ha und Jahr (Kontrolle: Humusbilanzierung)

= 0,08 – 0,10 %  $C_{org}$ -Anreicherung in 20 Jahren (Kontrolle: Bodenuntersuchung?)

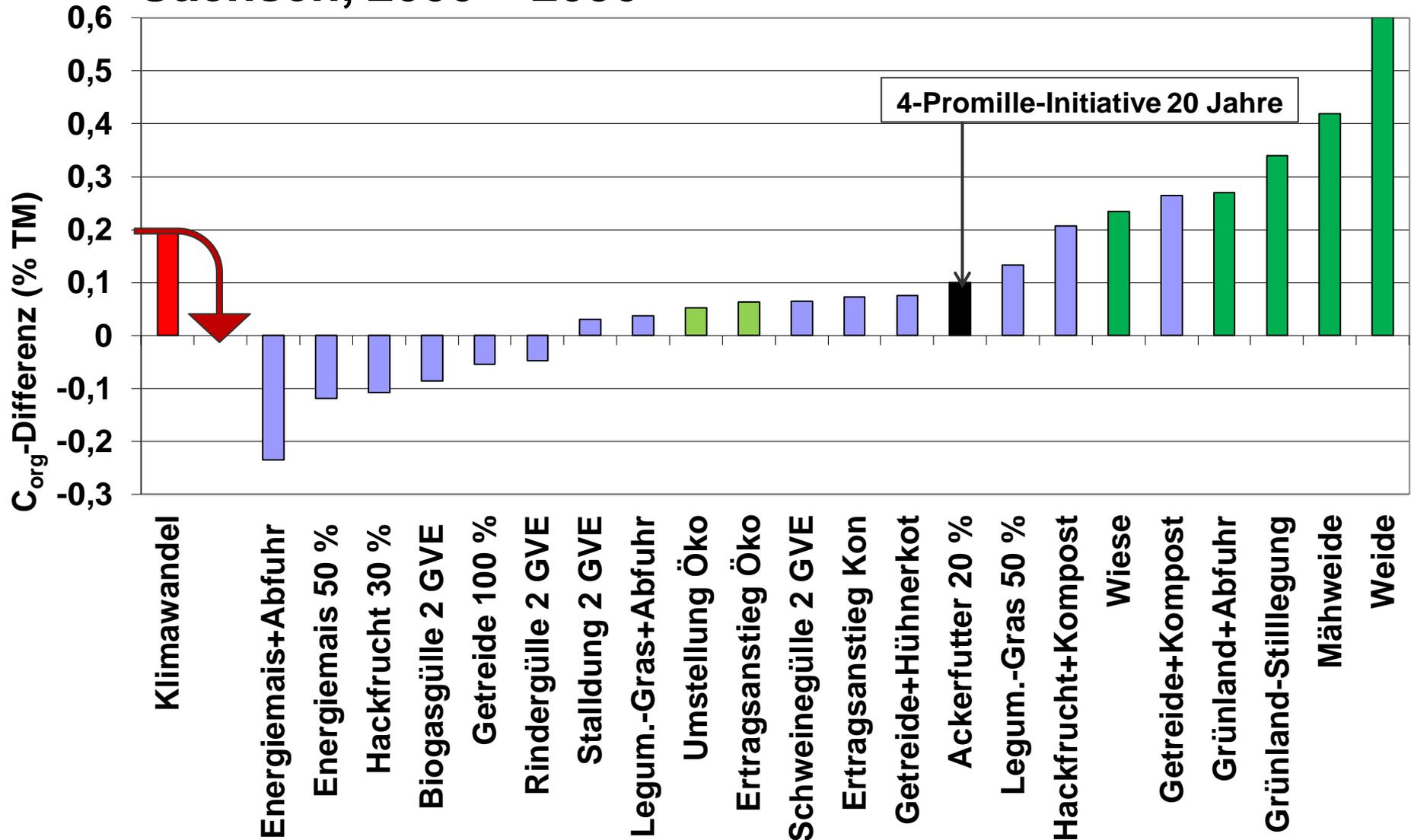
### Beispiele für Maßnahmen des Ackerbaus

- Umstellung auf Ökolandbau: + Futterbaubetrieb mit 1 – 2 GV/ha
- Konvent. Betrieb: + 20 % Ackerfutter oder begrünte Brache  
+ Wechsel v. Marktfrucht- zu Futterbaubetrieb mit 2 GV/ha
- Konvent. oder Öko-Betrieb: + 1 Untersaat/Jahr  
+ 1 Winter-Zwischenfrucht, bessere Böden  
+ 1 Stoppelfrucht + Gründüngung auf geeigneten Standorten  
+ Fruchtfolgeumstellung: z.B. Wechsel v. Mais zu Getreide  
+ 1 Kompost 30 – 40 dt/ha u. Jahr  
+ Biokohle, etc.

- ### Flächenumwidmung
- + Ackerrandstreifen mit Hecke
  - + Ackerland zu Grünland, Wald
  - + Wiedervernässung von Extensiv- u. Moorflächen

**Alle Maßnahmen müssen zusätzlich erfolgen: z.B. Komposterzeugung u. Anwendung**

# Einfluss Klimawandel und Kompensationsmöglichkeiten, Sachsen, 2000 – 2050



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**