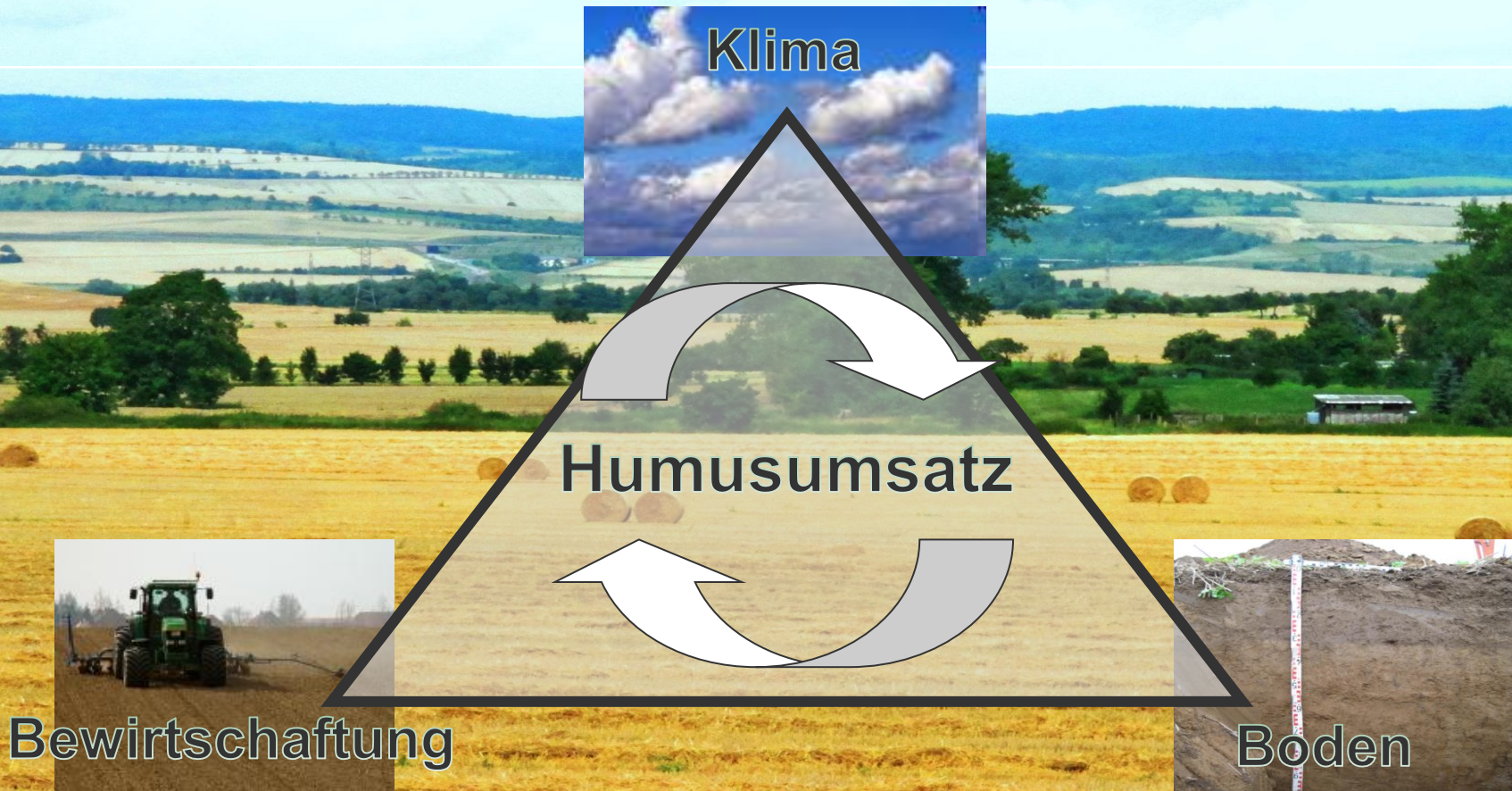


Langzeitstudien zur Boden-C-Bindung



Zufuhr

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

Prinzip des Humusumsatz I

Bodengenesse

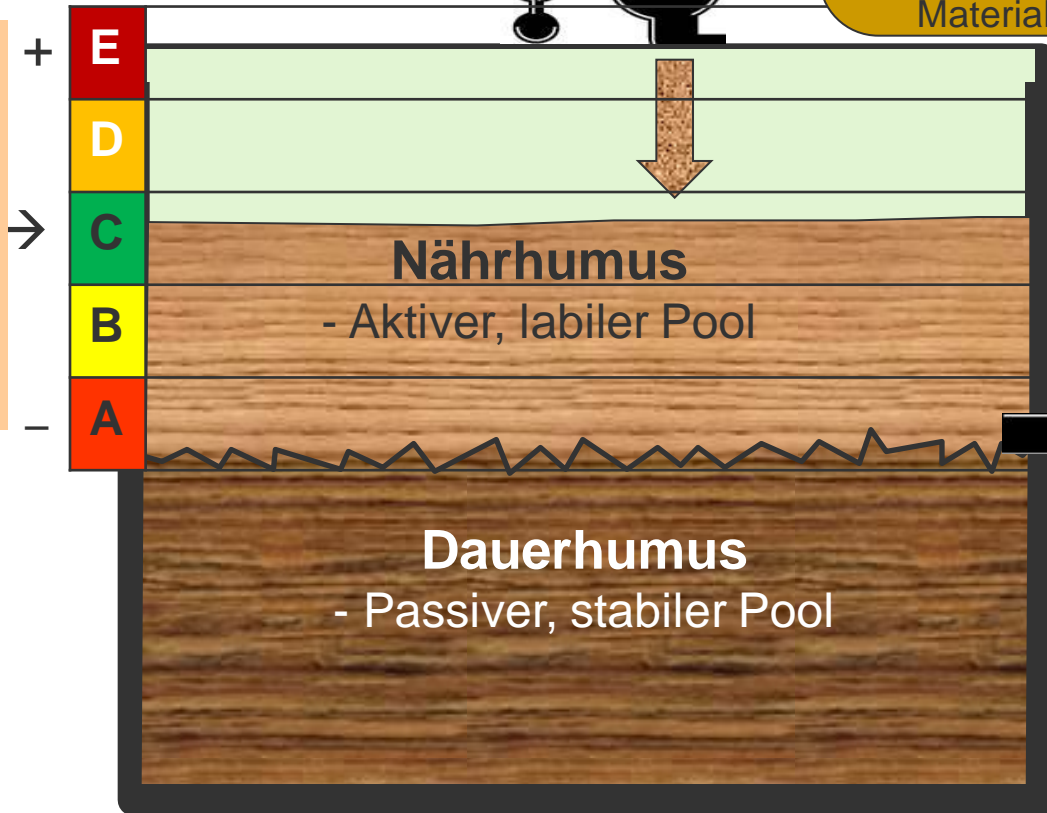
- Bodenart u. Textur (Ton, Feinschluff)
- Räuml. Erreichbarkeit d. Materialien

Abbau

(Mineralisation)

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

Humusspiegel

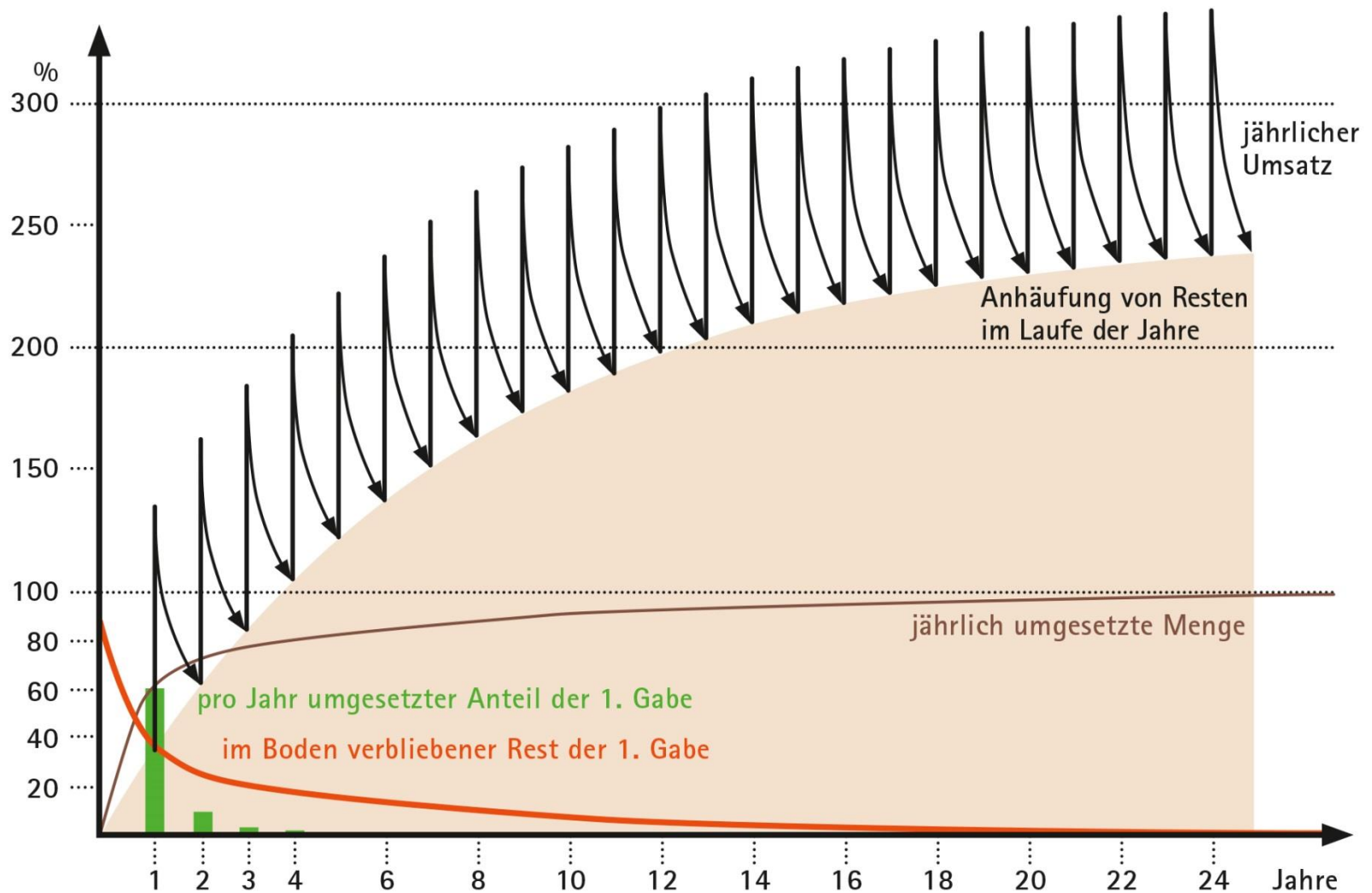


Nährstoff-
freisetzung

Kohlen-
dioxid

Prinzip des Humusumsatz II

(nach SAUERBECK, 1985)



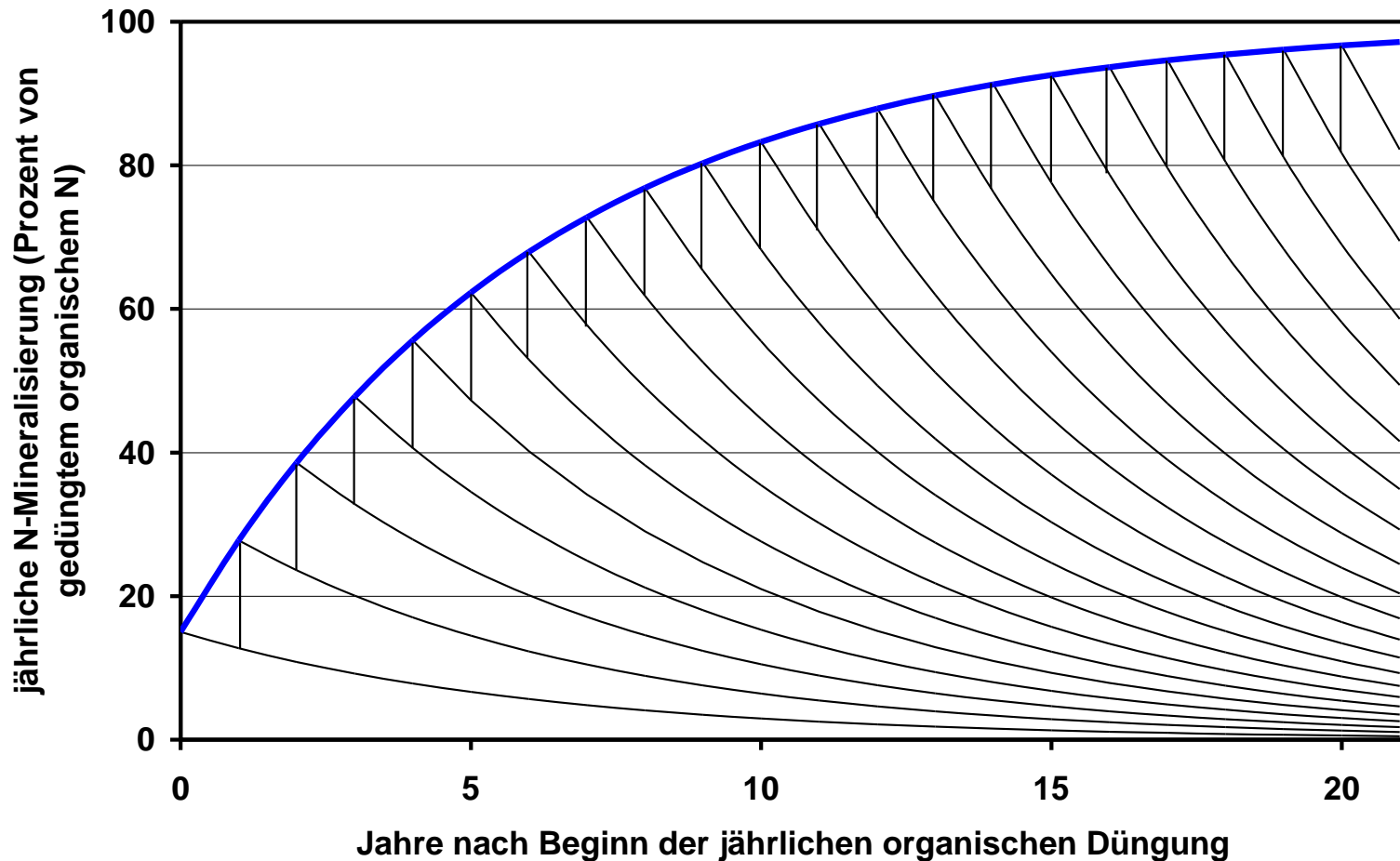
Prinzip der Nährstoff- Mineralisation

(Beispiel Stickstoff)

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

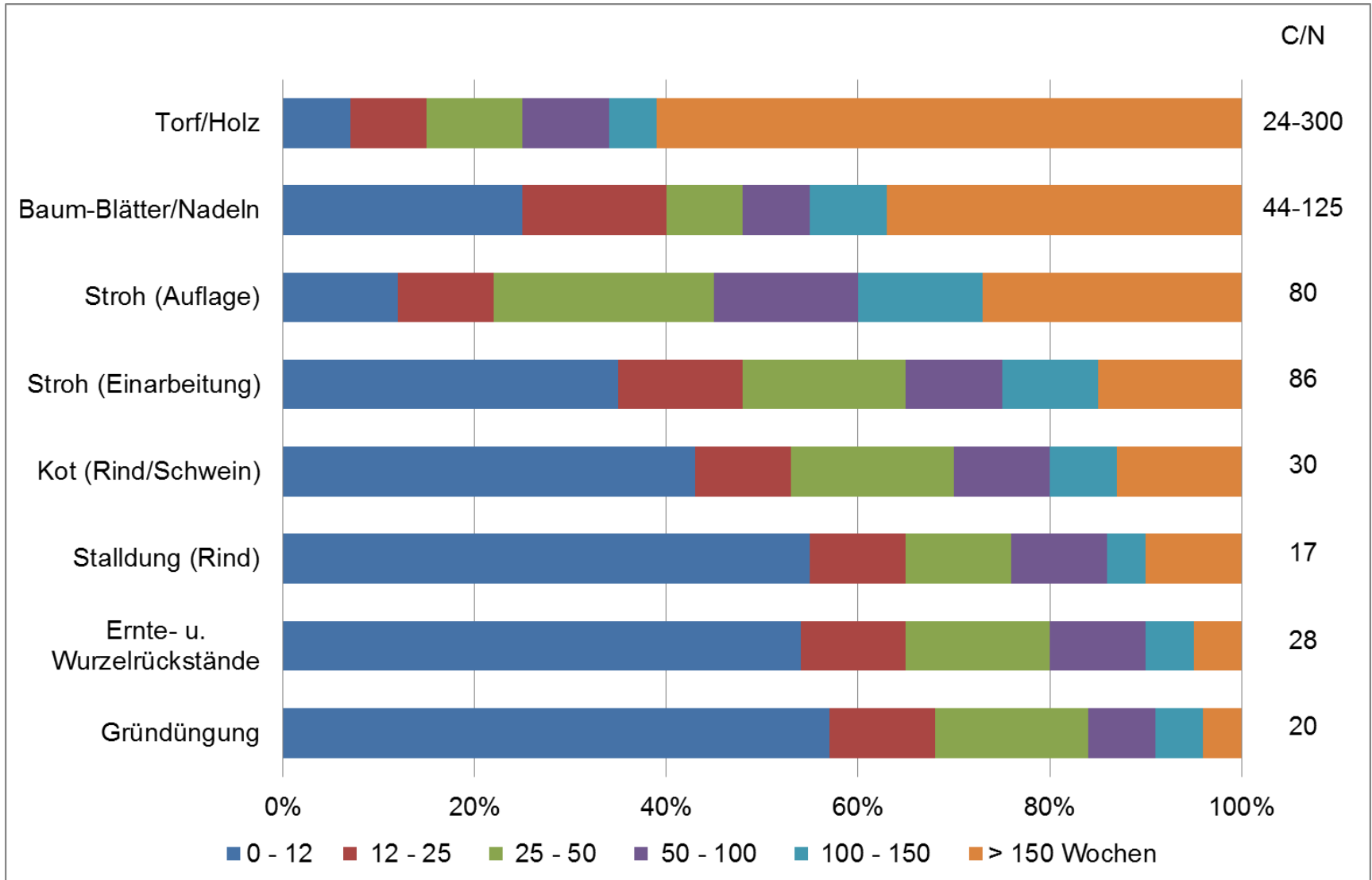


Berechneter Verlauf der jährlichen N-Mineralisation von organischem Dünger-N, wenn jedes Jahr gedüngt wird und die jährliche Mineralisation 15 % des verbleibenden N beträgt (nach DOMINIK. 2010 unveröffentlicht)



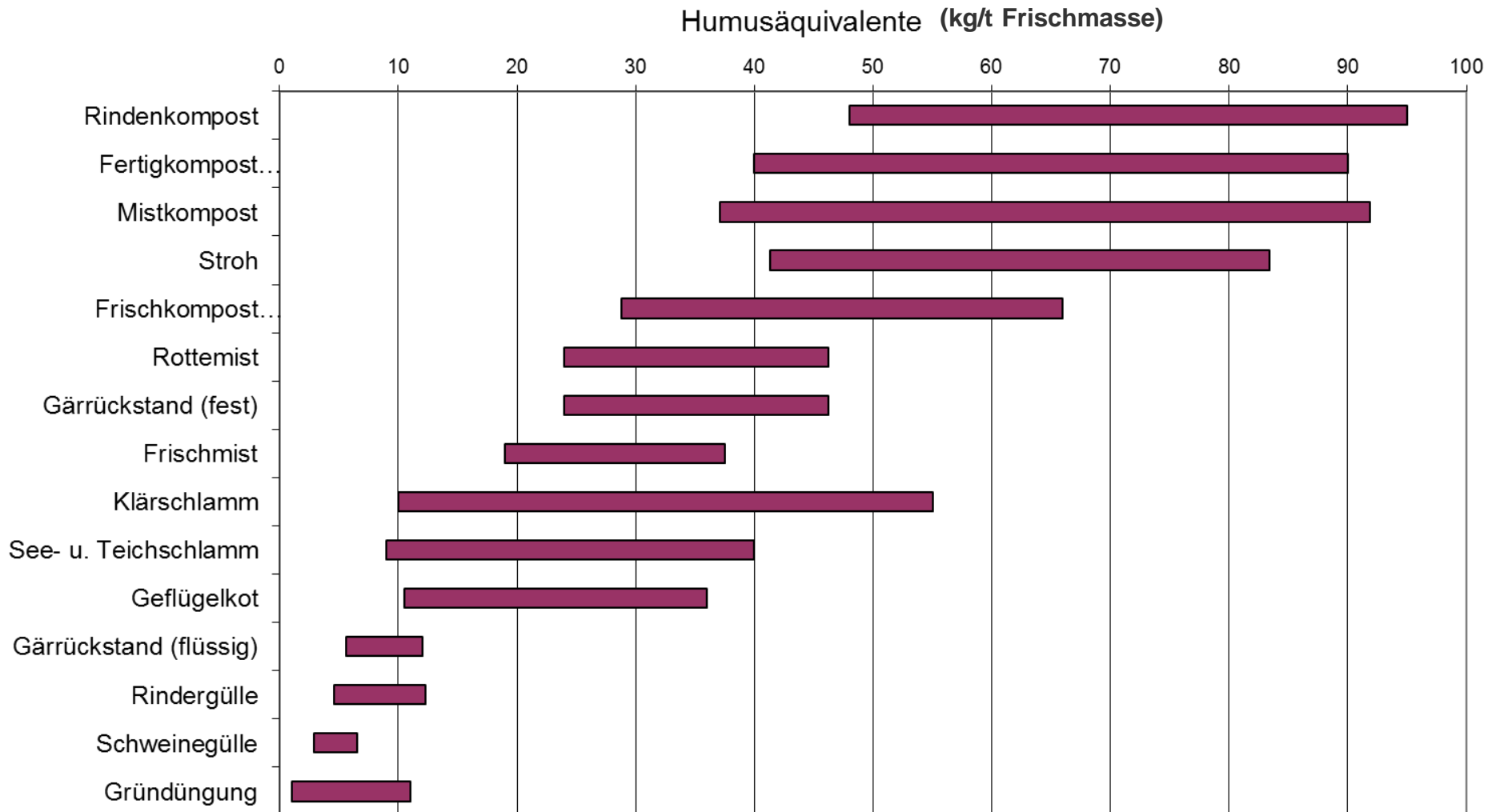
Abbaustabilität der organischen Materialien

(im bzw. auf dem Boden)



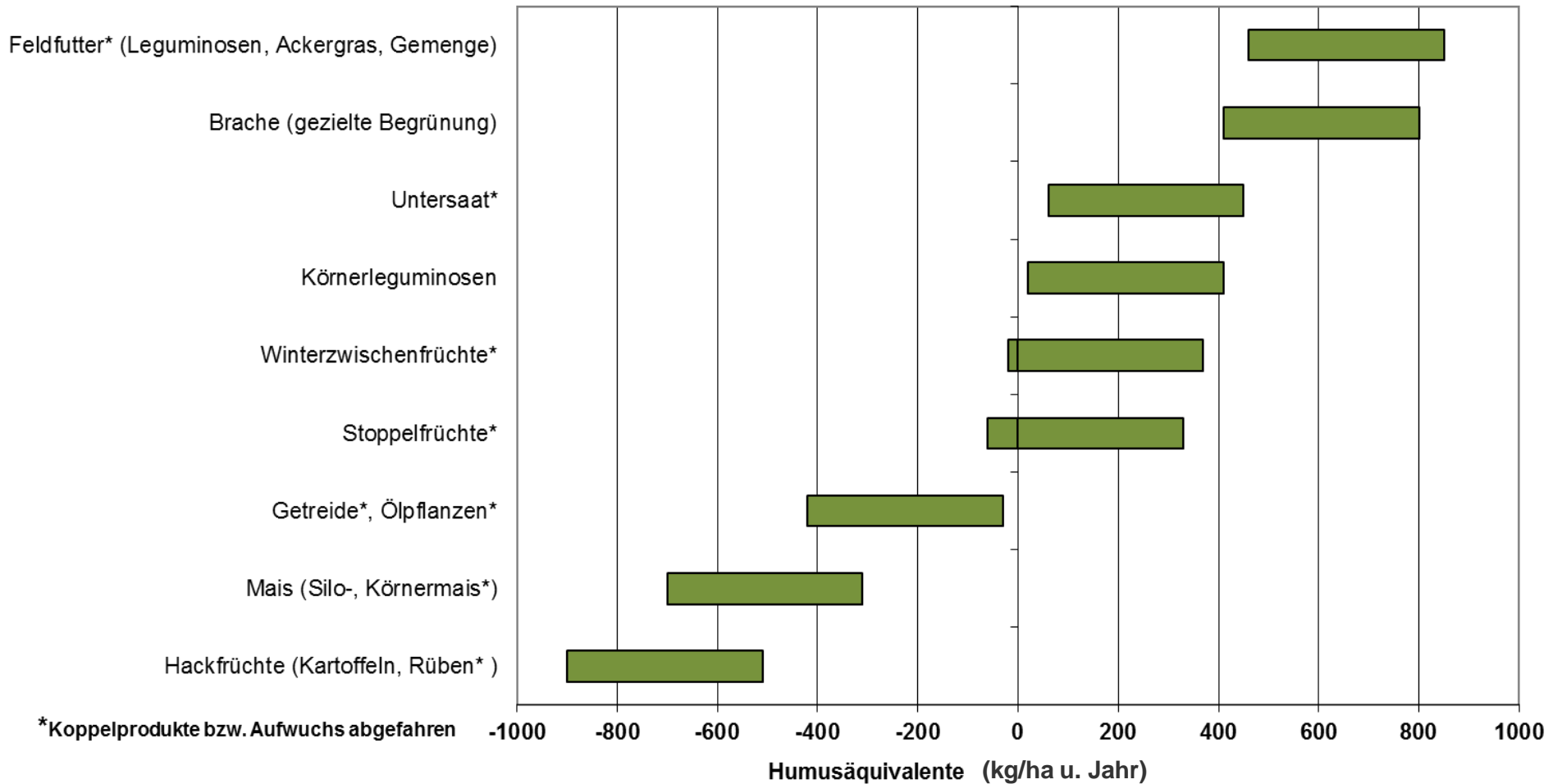
Humusproduktion der organischen Materialien:

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

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

Prozessmodelle

- Z.B. **CCB** (**C**ANDY **C**arbon **B**alance, 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]
A	Sehr niedrig	≤-200	≤-200
B	Niedrig	-200 bis -76	-200 bis -1
C	Optimal	-75 bis +100	0 bis +300
D	Hoch	+101 bis +300	+301 bis +500
E	Sehr hoch	≥+300	≥+500

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

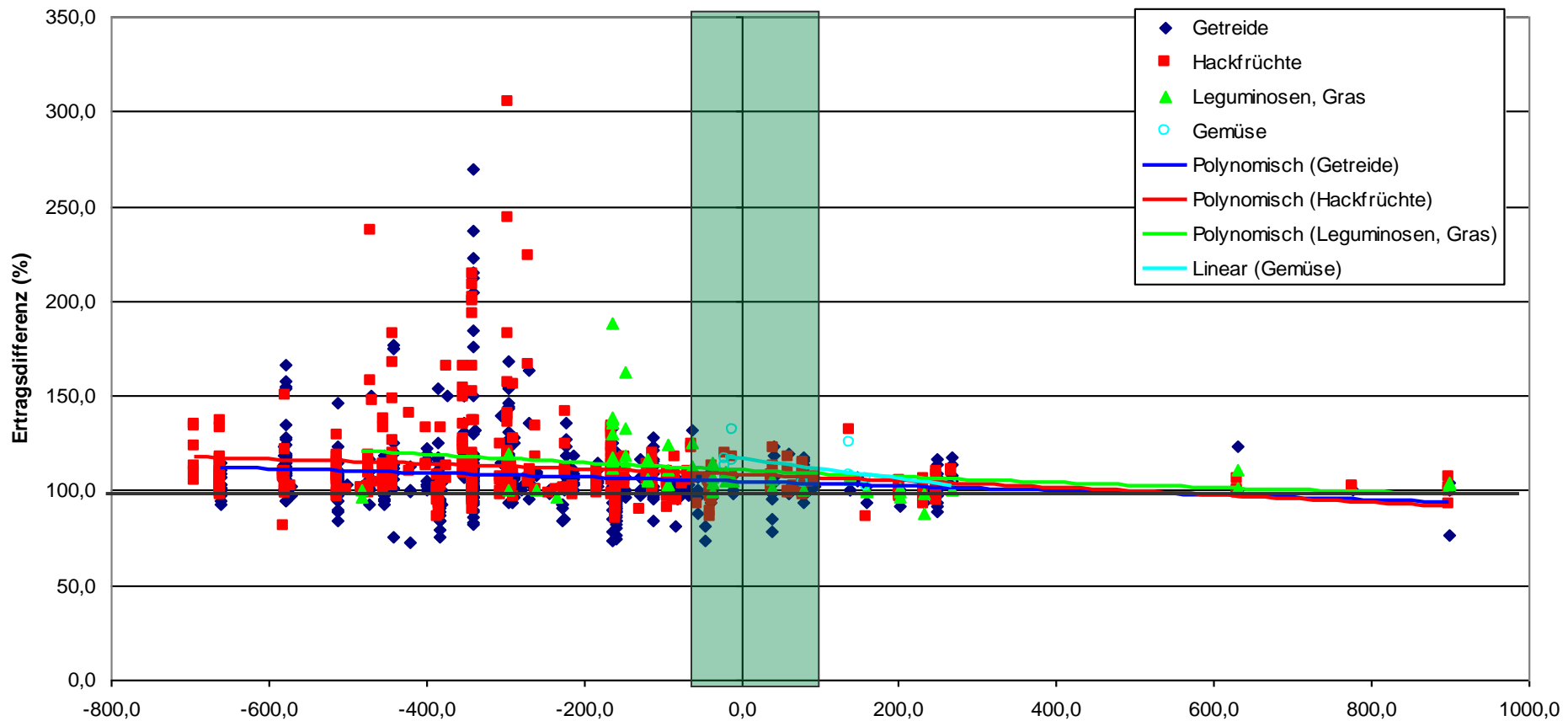
Einfluss der Grundversorgung mit organischer Substanz auf die Ertragswirkung nach zusätzlicher organischer

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

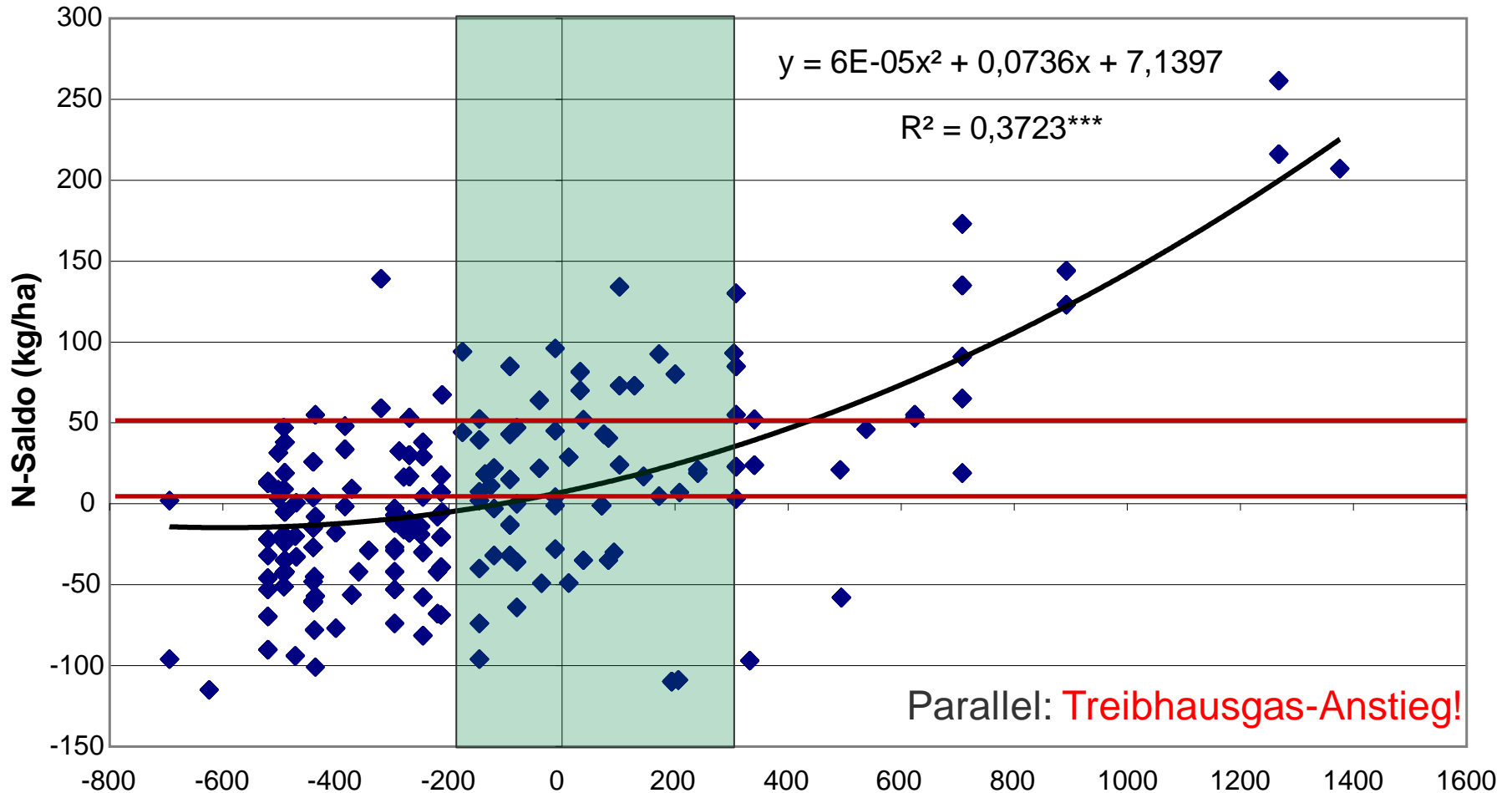


VDLUFA-

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

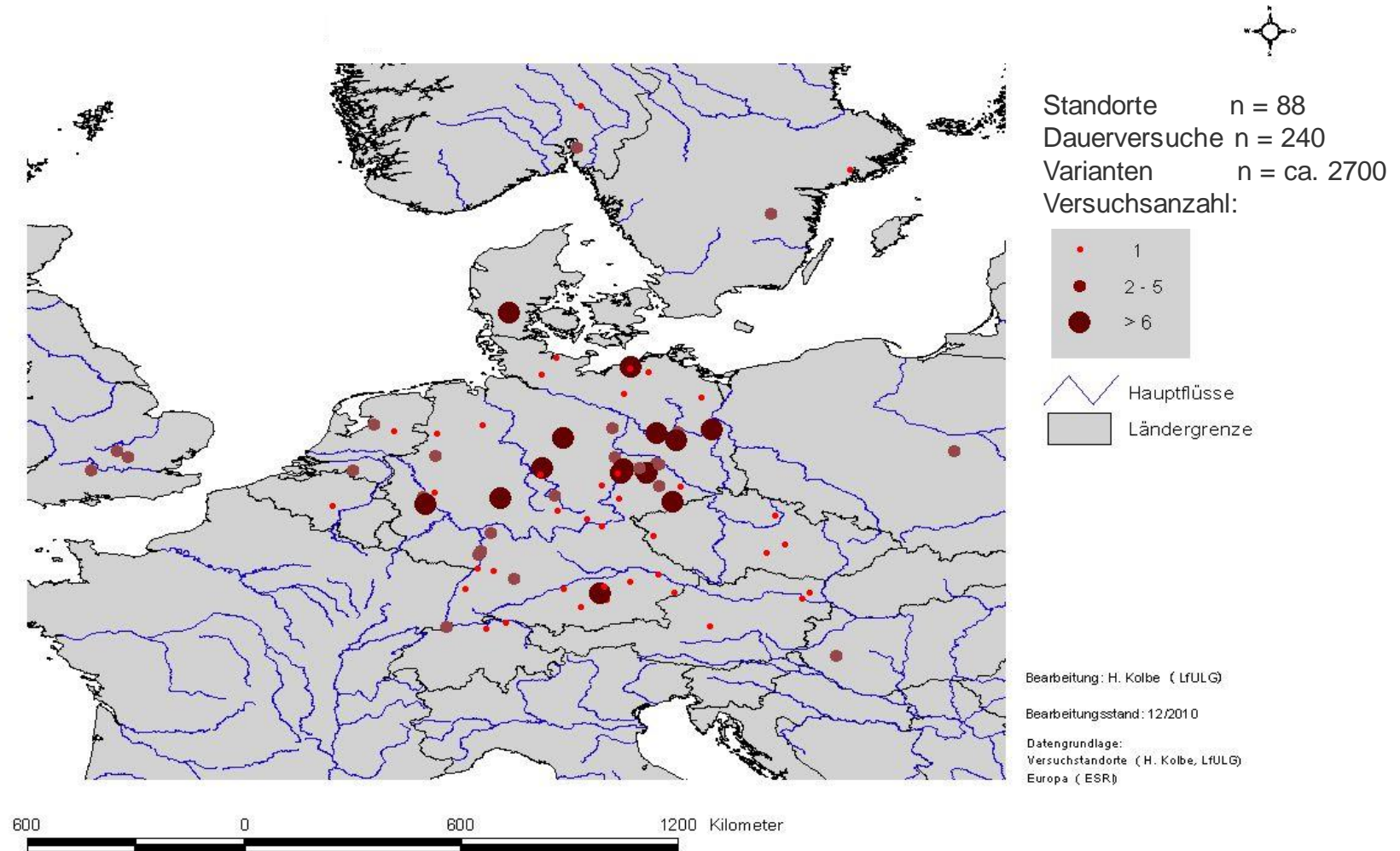
VDLUFA-Humusversorgungsgruppen: A = sehr niedrig, B = niedrig, C = optimal, D = hoch, E = sehr hoch

Auswertung von Dauerversuchen

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Lage und Häufigkeit der einbezogenen
Versuche des Ackerbaus, Mitteleuropa



Einflussfaktoren auf die C_{org}-Gehalte des Bodens

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Dauerversuche: Multiple Regressionsanalysen (R² in %)

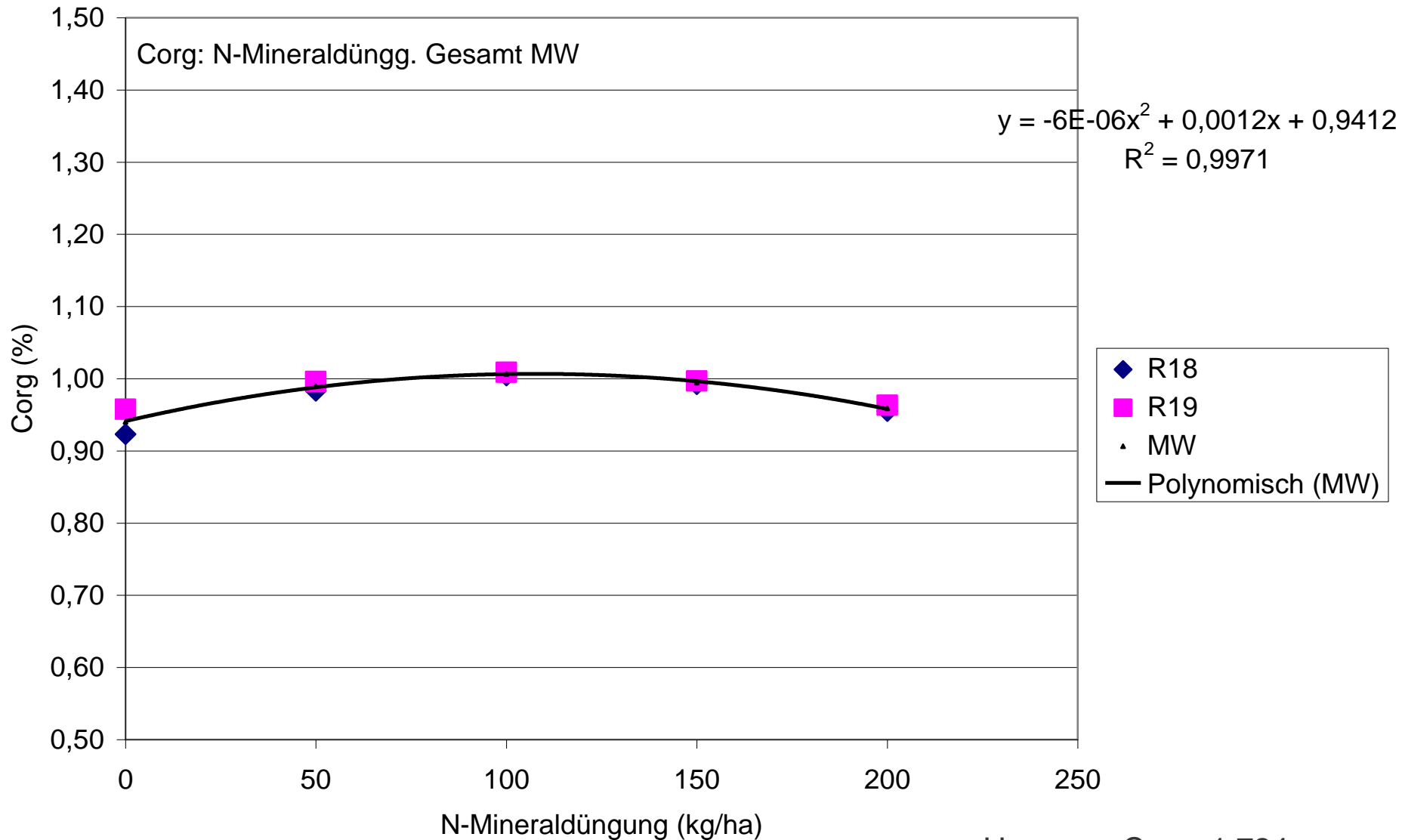
Faktor	Modell ohne WW-Glieder	Modell mit WW-Glieder		Mittelwert
Temperatur, Temperatur²	65,3	12,3	65,3	ca. 48
Textur: Tongehalt, Tongehalt^{2*}	18,3	6,2	18,5	ca. 23
WW Tongehalt x pH-Wert			0,8	
WW Tongehalt x Niederschlag		48,9		
WW Tongehalt x N-Bilanz			0,2	
Bodenart, Bodenart ^{2**}		1,5		
Niederschlag, Niederschlag²	5,3	5,2	0,9	ca. 14
WW Niederschlag x pH-Wert			5,5	
Fruchtfolge				ca. 2,5
Legum.-Anteil, Legum.-Anteil ²	1,7	0,7	1,6	
Hackfrucht- u. Getreide-Anteil	0,2	4,3		
Gesamt-TM-Zufuhr	0,8	0,3	0,4	ca. 0,5
N-Bilanz: Zufuhr, Abfuhr, Saldo		1,5	0,1	ca. 0,4
WW N-Bilanz x Legum.-Anteil			0,2	
pH-Wert	0,1		0,4	ca. 0,3
Summe	91,7	80,9	93,9	ca. 89

Wirkung der N-Mineraldüngung auf die C_{org} -Gehalte im Boden

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



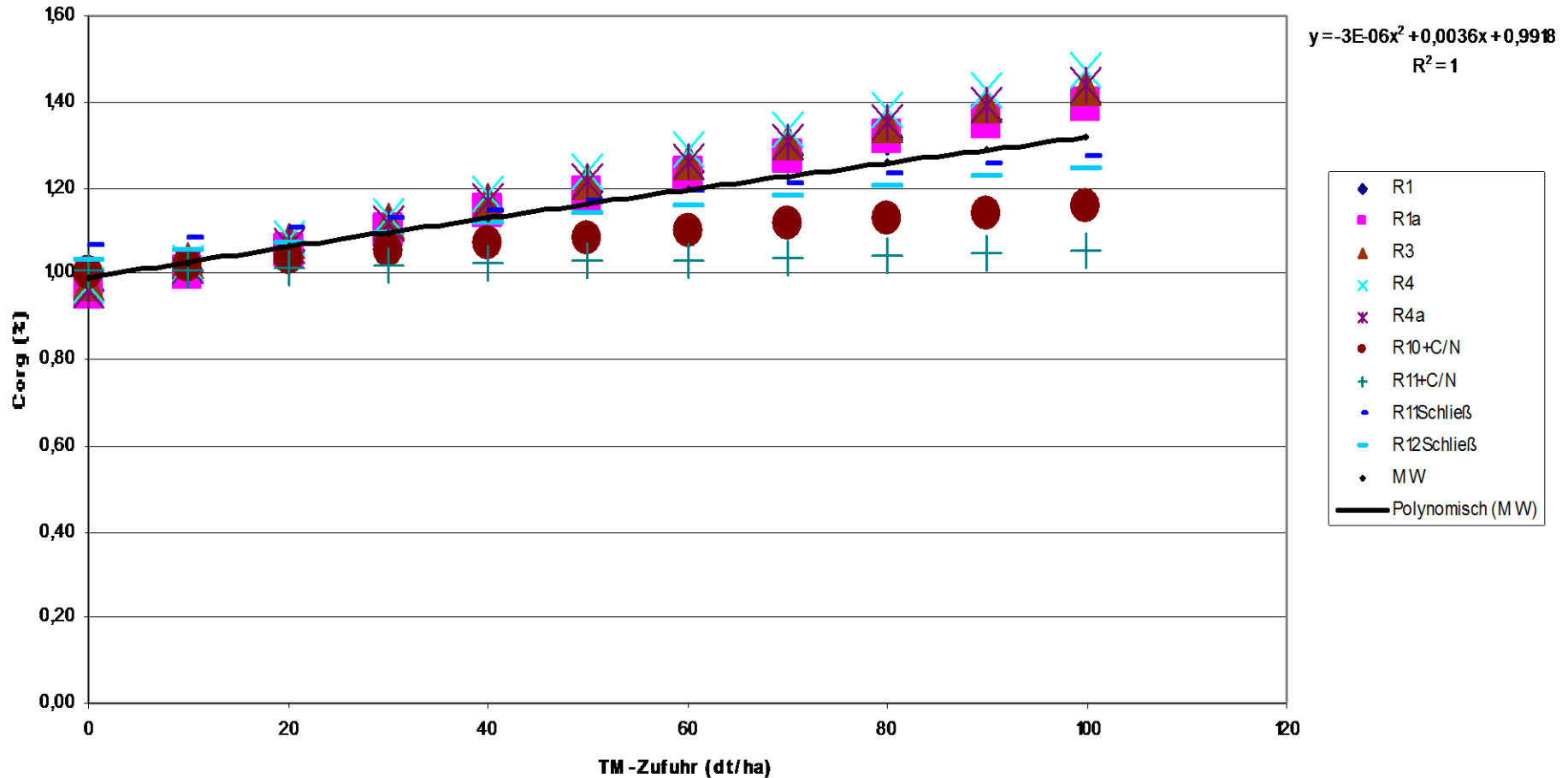
Freistaat
SACHSEN



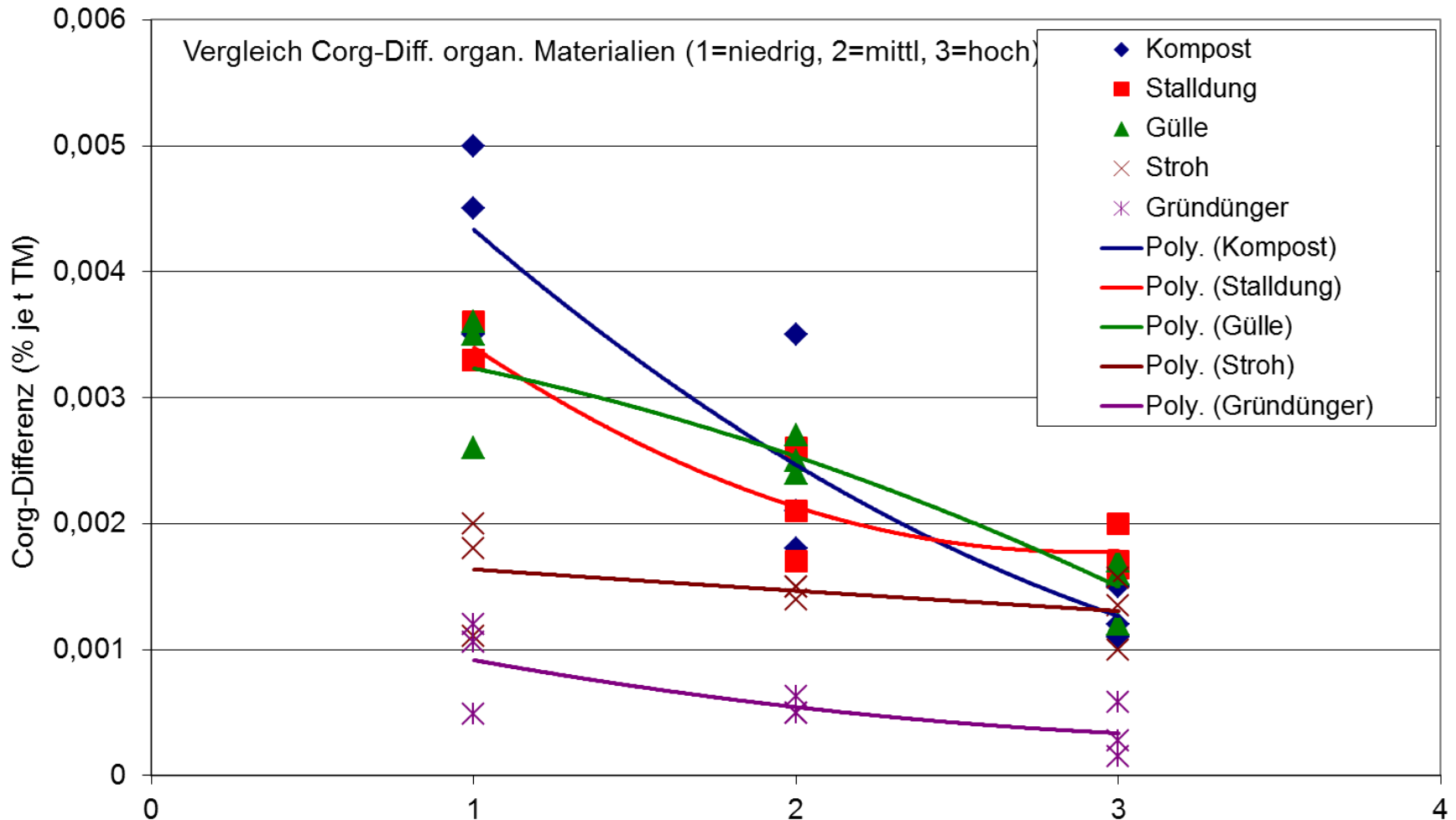
Einfluss der TM-Zufuhr auf die Humusgehalte

(Gründünger, Stroh, Wirtschaftsdünger)

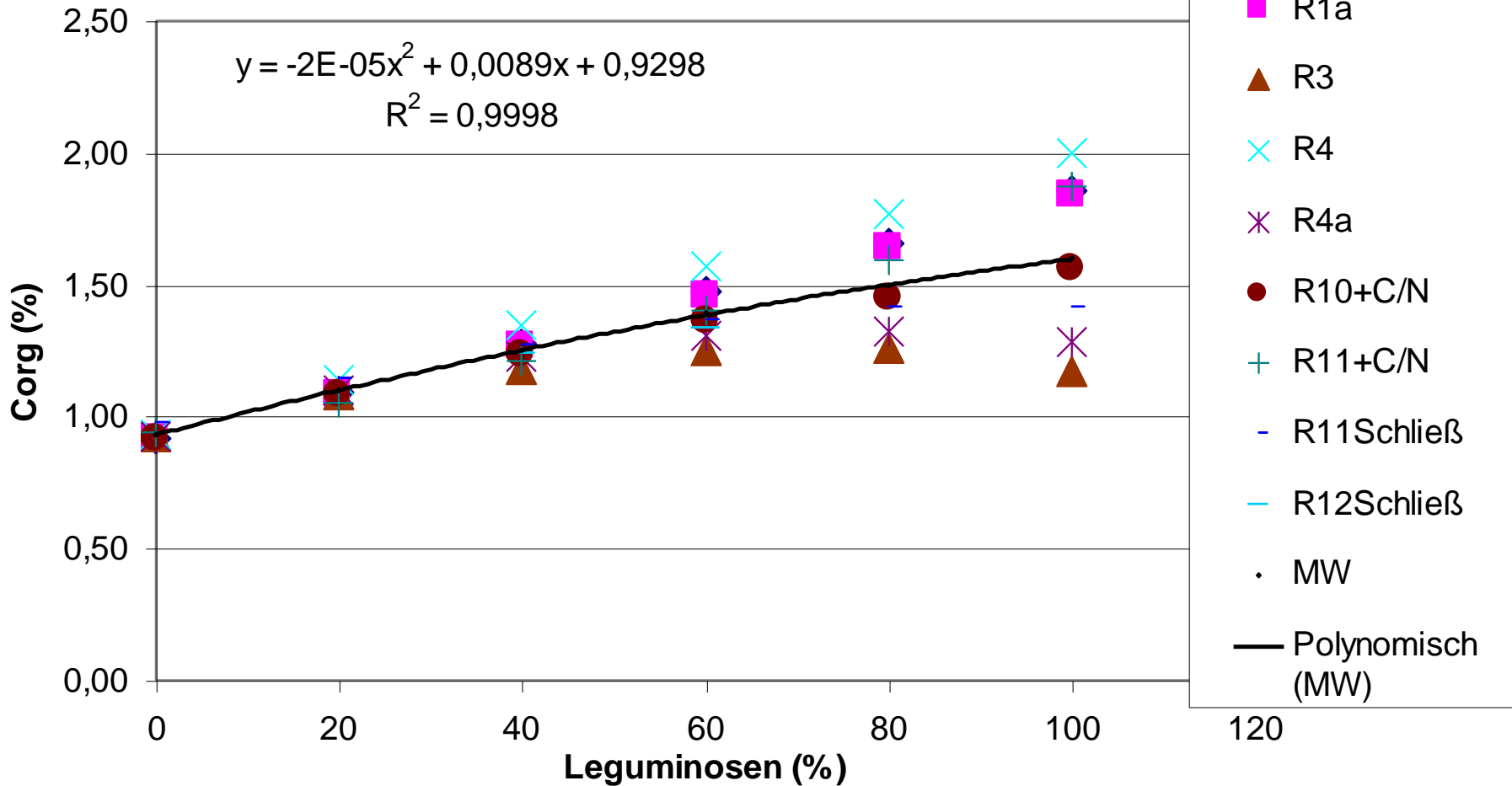
LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



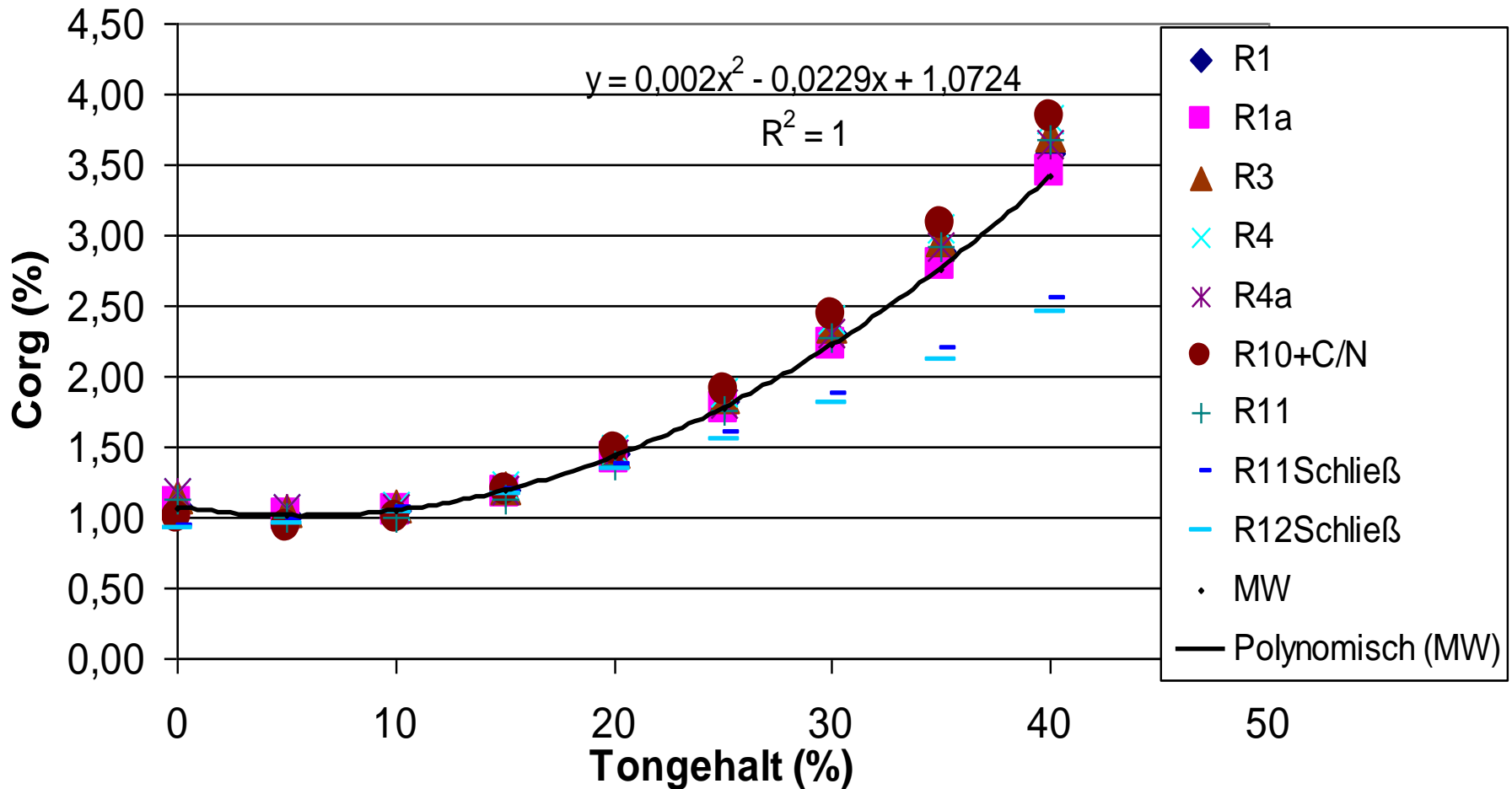
Zusammenfassende Darstellung: Humifizierungswirkung organ. Düngemittel



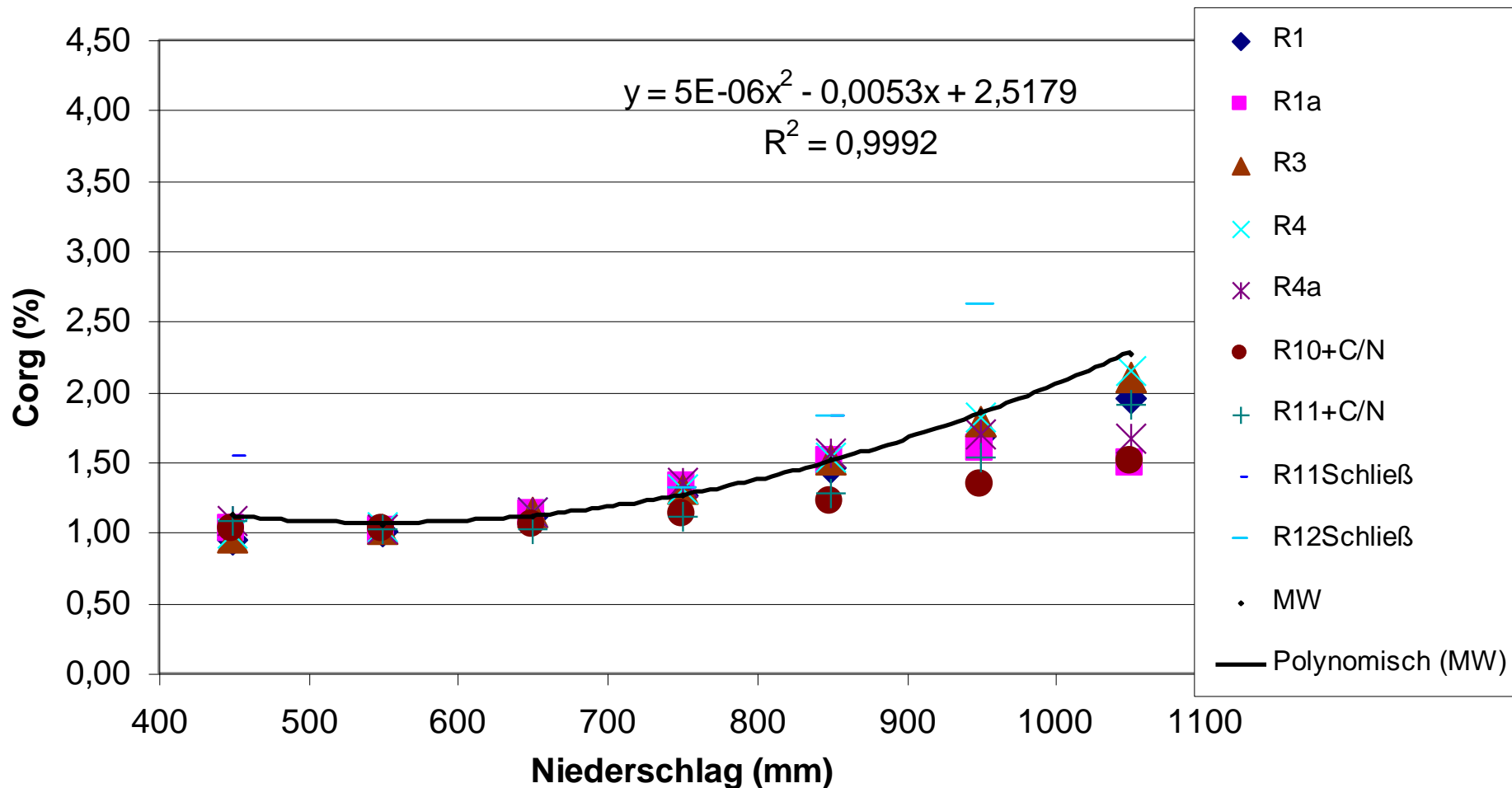
Einfluss d. Leguminosengras- Anteile i. d. Fruchtfolge auf die C_{org} - Gehalte des Bodens



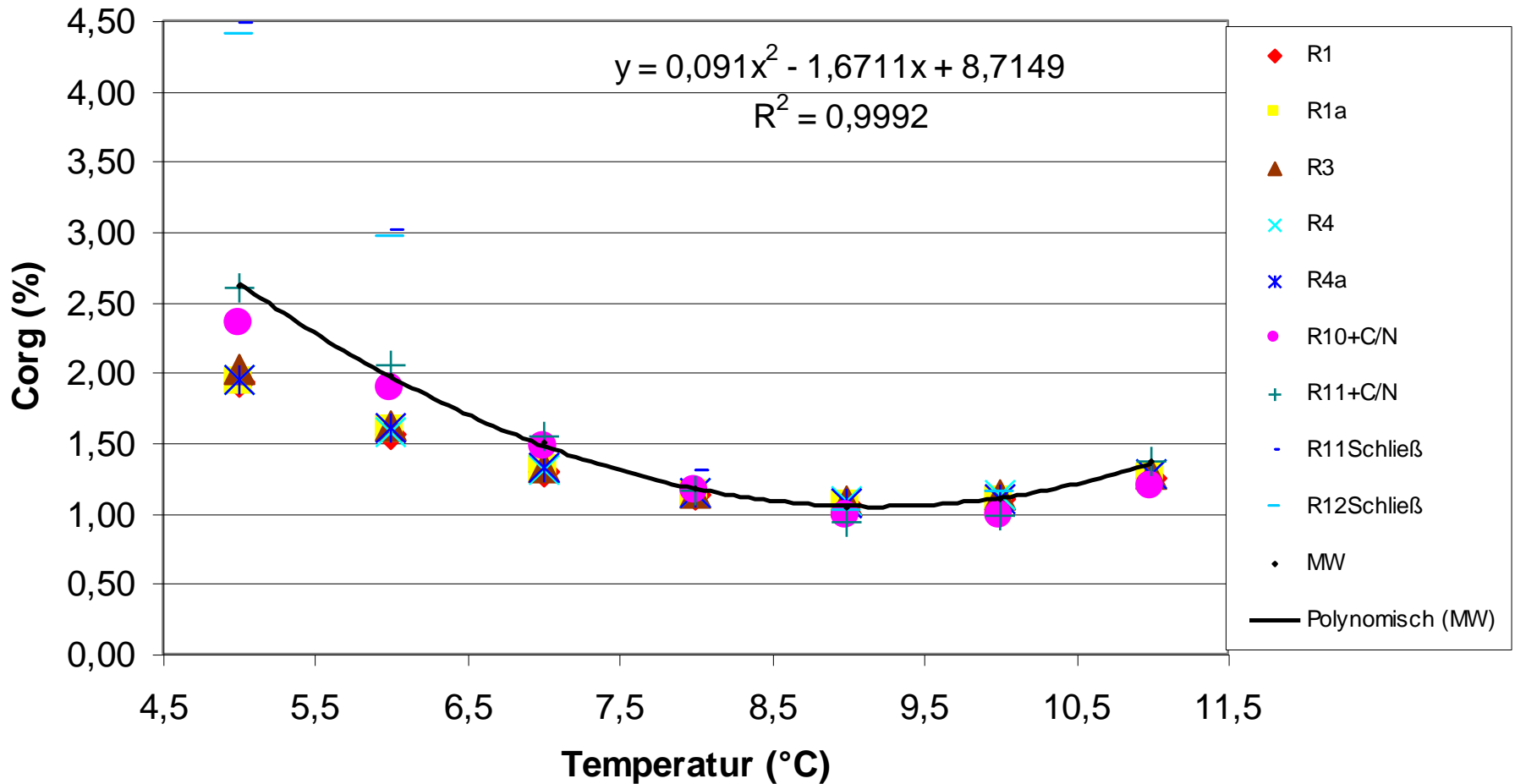
Einfluss der Tongehalte auf die C_{org} -Gehalte des Bodens



Einfluss d. Niederschläge auf die C_{org} -Gehalte des Bodens

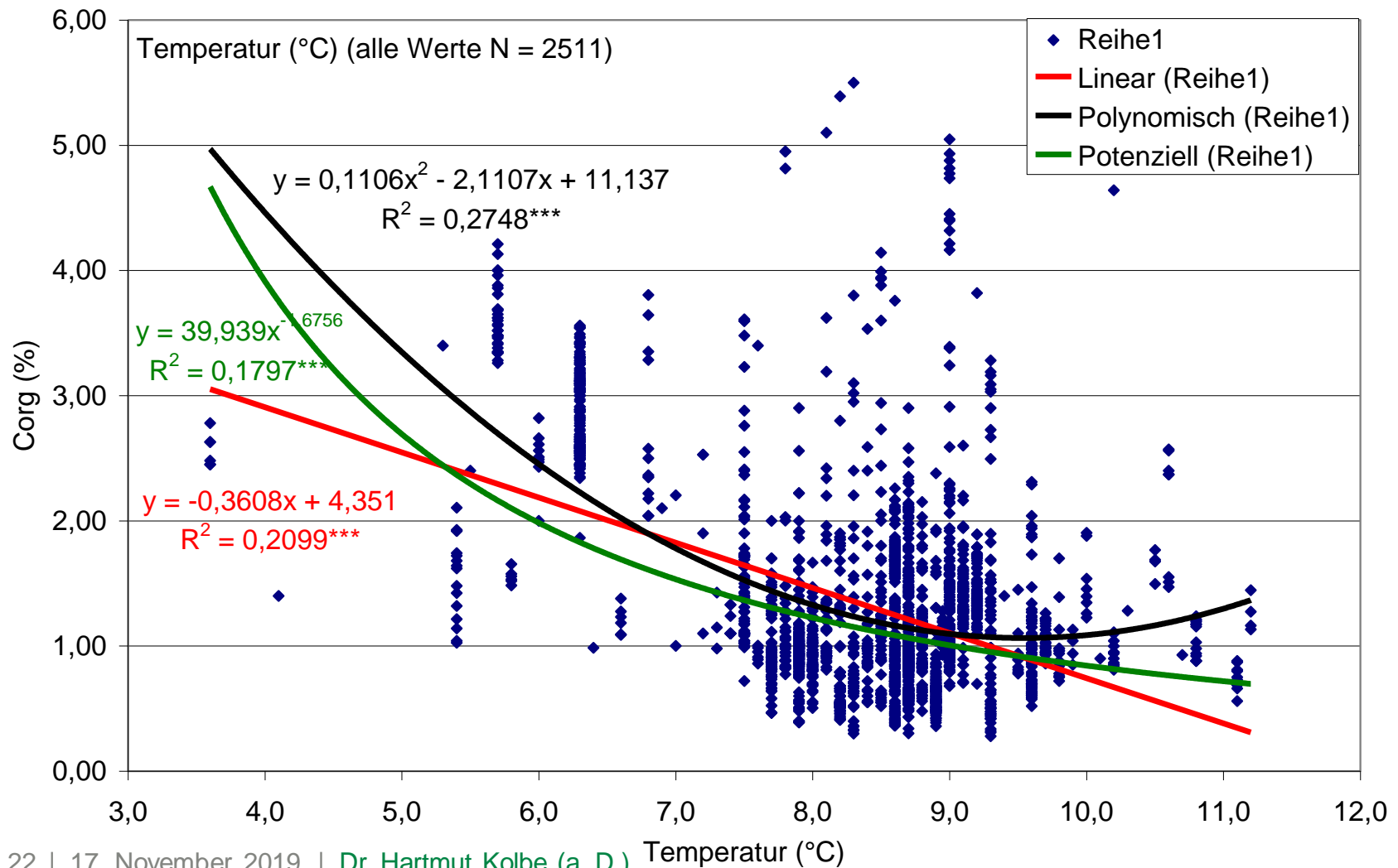


Einfluss d. Temperatur auf die C_{org} -Gehalte des Bodens



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

(Einfache Regressionsanalyse)

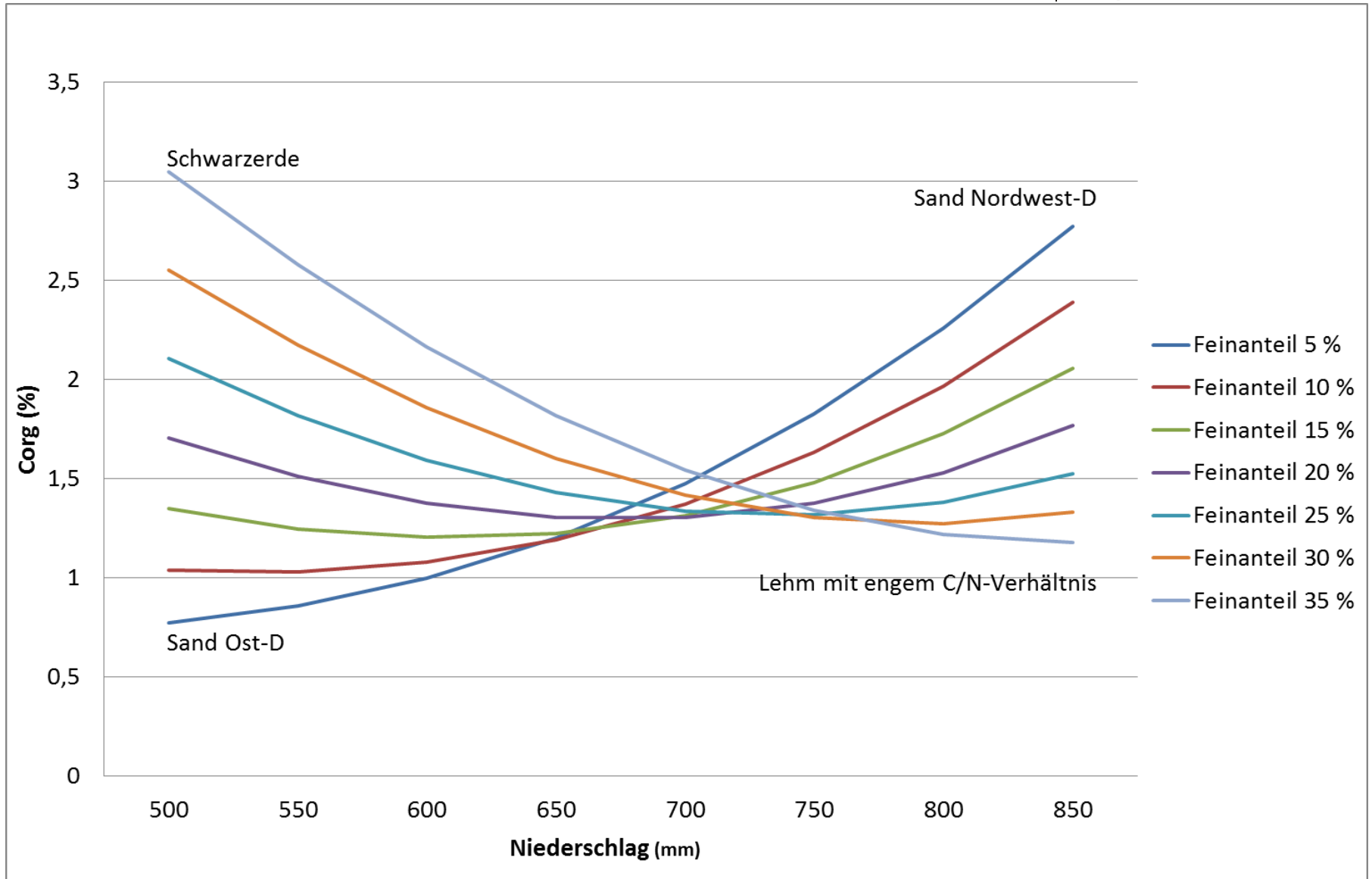


Einfluss von Niederschlag und Boden-Feinanteil auf die C_{org} -Gehalte

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?)

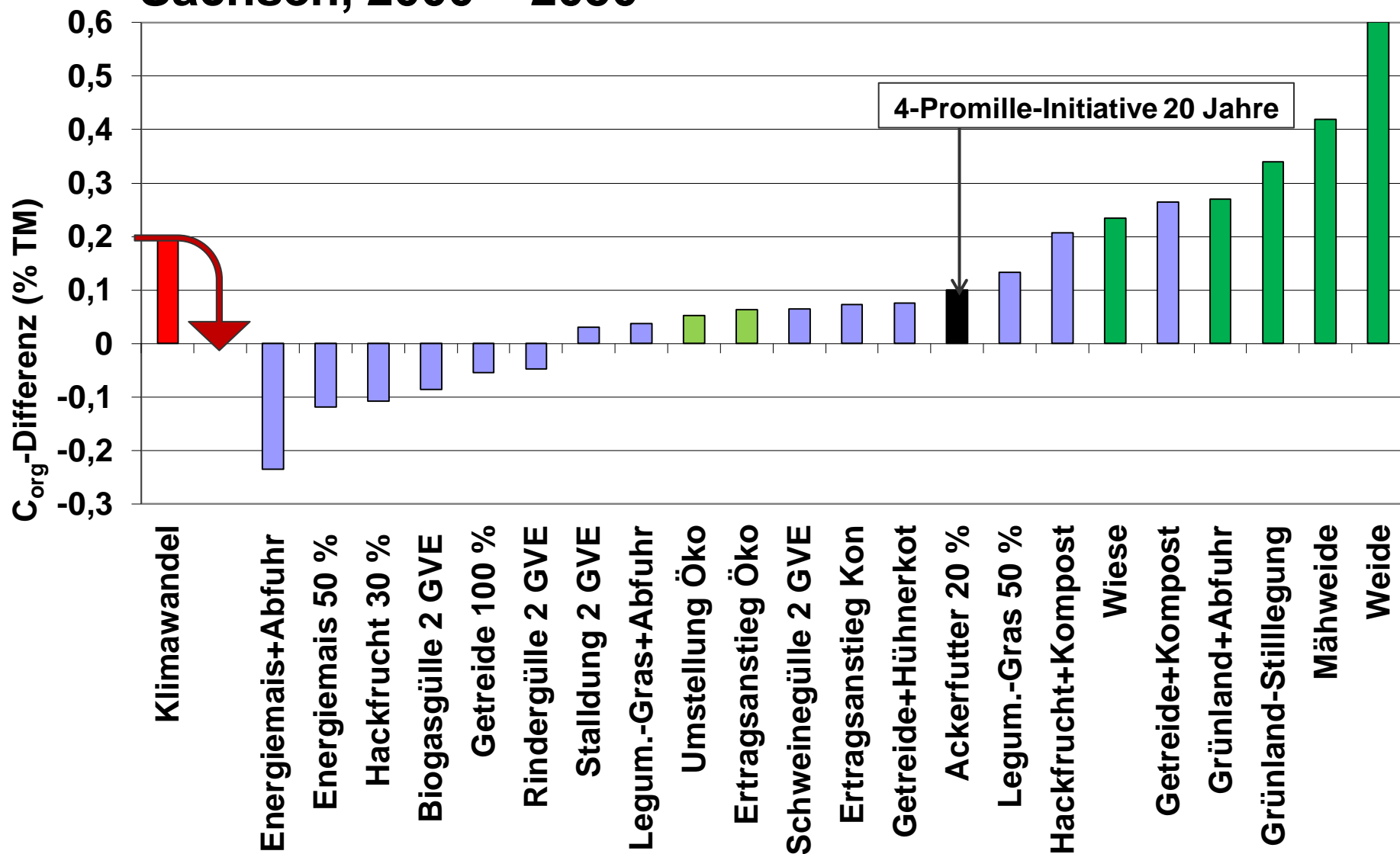
Beispiele für Maßnahmen des Ackerbaus

- 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!