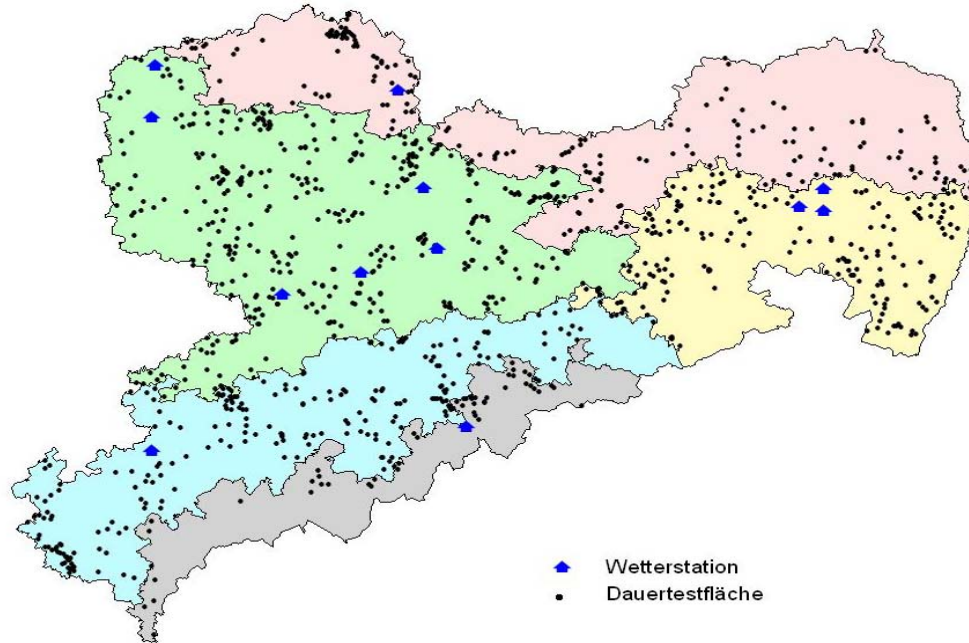




Das Lebensministerium



## Nachhaltige Sicherung der Humusversorgung

Dr. H. Kolbe, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie  
Abteilung Pflanzliche Erzeugung, Leipzig

Freistaat  Sachsen

Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

# Gliederung

- Funktion des Humus für Bodenfruchtbarkeit und Erosionsschutz
- Humusversorgung in Sachsen (Dauertestflächen)
- Welche Bilanzierungsmethode einsetzen?
- Einflussfaktoren auf die Humusversorgung
- Bilanzierungsbeispiele
- Bewertung der Humussalden
- Fazit

# Funktionen des Humus

- Speicher von Nährstoffen
- Filter und Puffer
- CO<sub>2</sub>-Senke und -Quelle
- Förderung der bodenbiologischen Aktivität
- Beeinflussung des Bodengefüges
- Sonderwirkungen: antiphytopathogenes Potenzial, Wachstumsförderung
- + Aggregatstabilität
- + Lufthaushalt
- + Infiltration
- + Nährstoffdynamik
- + Wasserhaushalt
- - Erosion
- - Bodenverdichtung



Die Fruchtbarkeit und biologische Aktivität sowie  
die Humusgehalte  
des Bodens sind zu erhalten  
oder in geeigneten Fällen zu erhöhen

**Düngegesetz**

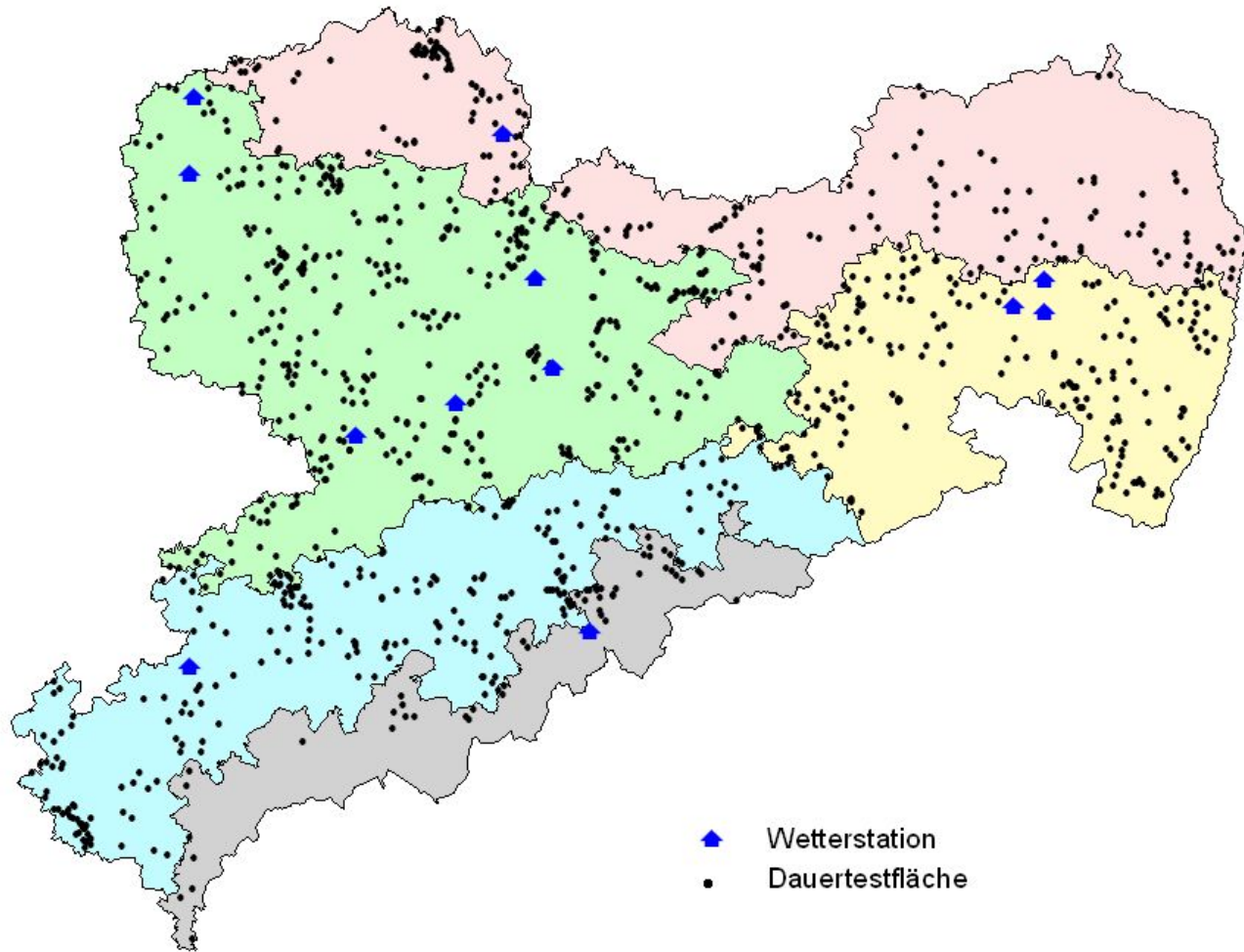
**Bundes-Bodenschutzgesetz**

**Cross Compliance**

**EU-Verordnung 834/2007 zum Ökologischen Landbau**

**„Gute fachliche Praxis“**

# Lage der Dauertestflächen (DTF) und der Wetterstationen in den Agrarstrukturgebieten in Sachsen



# Klassenhäufigkeiten (in %) der Humusversorgung der Dauertestflächen in Sachsen nach verschiedenen Bilanzierungsmethoden

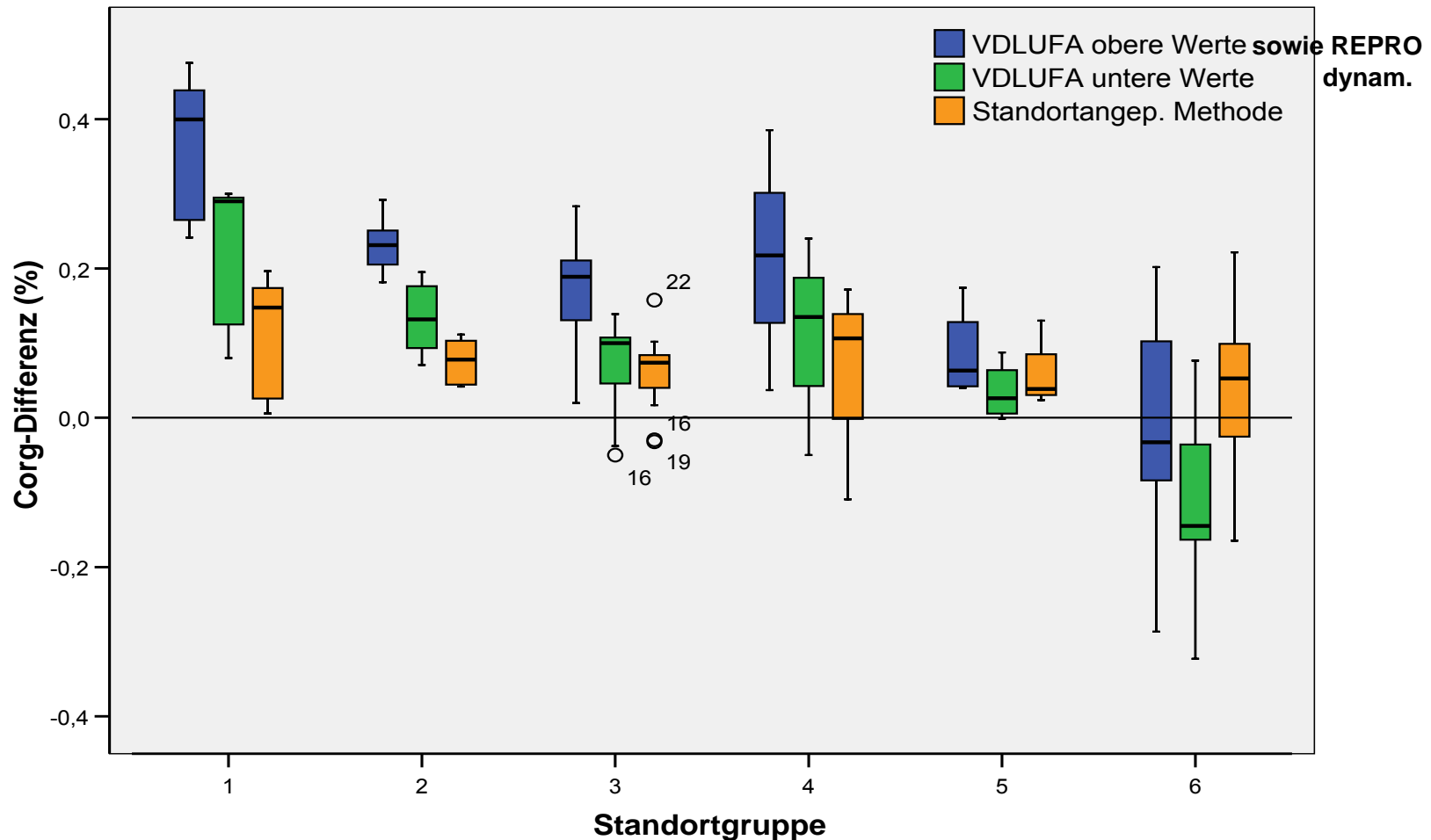
Methode	Humusversorgungsgruppe						
	A	B	C	D	E	Unterver- sorgung (A+B)	Überver- sorgung (D+E)
REPRO dynamisch <sup>1)</sup>	21	26	36	13	4	47	17
obere Werte <sup>1)</sup>	15	21	38	19	7	36	26
obere Werte <sup>2)</sup>	16	22	36	15	11	38	26
VDLUFA obere Werte <sup>2)</sup>	14	19	40	16	11	33	27
untere Werte <sup>2)</sup>	4	11	46	26	13	15	39
Standortangepasste Methode <sup>2)</sup>	9	13	49	19	10	22	29

<sup>1)</sup> Dauertestflächen in Sachsen (n = 1058) nach MÖNICKE et al. (2005)

<sup>2)</sup> Dauertestflächen in Sachsen (n = 760)

# Vergleich von Bilanzierungsmethoden für Humus

Je größer die Abweichung zu Ergebnissen aus Dauerversuchen (Nulllinie = 100%ige Übereinstimmung), umso ungenauer die Methode  
(1 % C<sub>org</sub> = 1,724 % Humus)



# Welche Bilanzierungsmethode einsetzen?

## VDLUFA-Methode sowie REPRO dynamisch:

Ergebnisse erlauben eine **schnelle, orientierende Erfassung** des Versorgungsgrades mit organischer Substanz, eine Beziehung zu der Veränderung der Humusgehalte der Ackerflächen kann nicht erstellt werden (Ergebnisse zu ungenau)

Auswahlkriterien für die Fruchtarten-Koeffizienten:

### Untere Werte VDLUFA-Methode („einfache Reproduktion“)

- Cross Compliance
- Böden in gutem Kulturzustand
- Flächen mit hoher Nährstoffzufuhr (N)
- Standorte mit geringem Humusabbau (niedrige Temperaturen und hohe Niederschläge, Bergstandorte, grundwasserbeeinflusste Moorböden)

### Obere Werte VDLUFA sowie REPRO („erweiterte Reproduktion“)

- mit Humus unterversorgte Böden
- Flächen mit niedrigerer Nährstoffversorgung (N)
- Anbauverfahren mit höherem Bedarf an organischer Substanz
- Standorte mit hohem Humusabbau (hohe Temperaturen, sehr aktive Lehmböden, grundwasserferne Moorböden).

## Standortangepasste Bilanzierungsmethode:

Methode erlaubt eine **genauere Abschätzung** des Versorgungsgrades mit organischer Substanz sowie eine Aussage über die zu erwartenden Auswirkungen auf die Humusgehalte des Bodens:

- Differenz Humusgehalt (%)  $\approx$  Humussaldo (Humusäquivalente in kg C/ha u. J) x 0,001



# Auswahlkriterien der Standortgruppen für die standortangepasste Methode

Standortgruppe	Bodenart, Bodentyp	Feinanteil (%) des Bodens	C/N-Verhältnis des Bodens	Durchschnittstemperatur (°C)	Niederschläge (mm je Jahr)
1	Sand (u.a. Nord-West-D) Schwarzerde Ton  stark überversorgte Böden stark grundwasserbeeinflusste anmoorige und Moor-Böden	≤ 8 17 – 30 ≥ 38  - -	≥ ca. 14 - -  - -	- - -  - -	- - Bergregion ≥ 700, Flachland ≥ 800  - -
2	Sand, anlehmiger Sand, lehmiger Sand, Lehmiger Ton Ton	≤ 13  ≥ 28	-  -	≤ 8,5  -	-  -
3	Sand, anlehmiger Sand, lehmiger Sand	≤ 13	-	≥ 8,5	-
4	stark lehmiger Sand, sandiger Lehm	14 – 21	-	≤ 8,5	-
5	stark lehmiger Sand, sandiger Lehm Lehm	14 – 21 22 – 27	- ≥ 9	≥ 8,5 -	- -
6	Lehm (umsetzungsaktiv) stark unterversorgte Böden, Meliorationsböden grundwasserferne anmoorige u. Moor-Böden	22 – 27 - -	≤ 9 - -	- - -	- - -

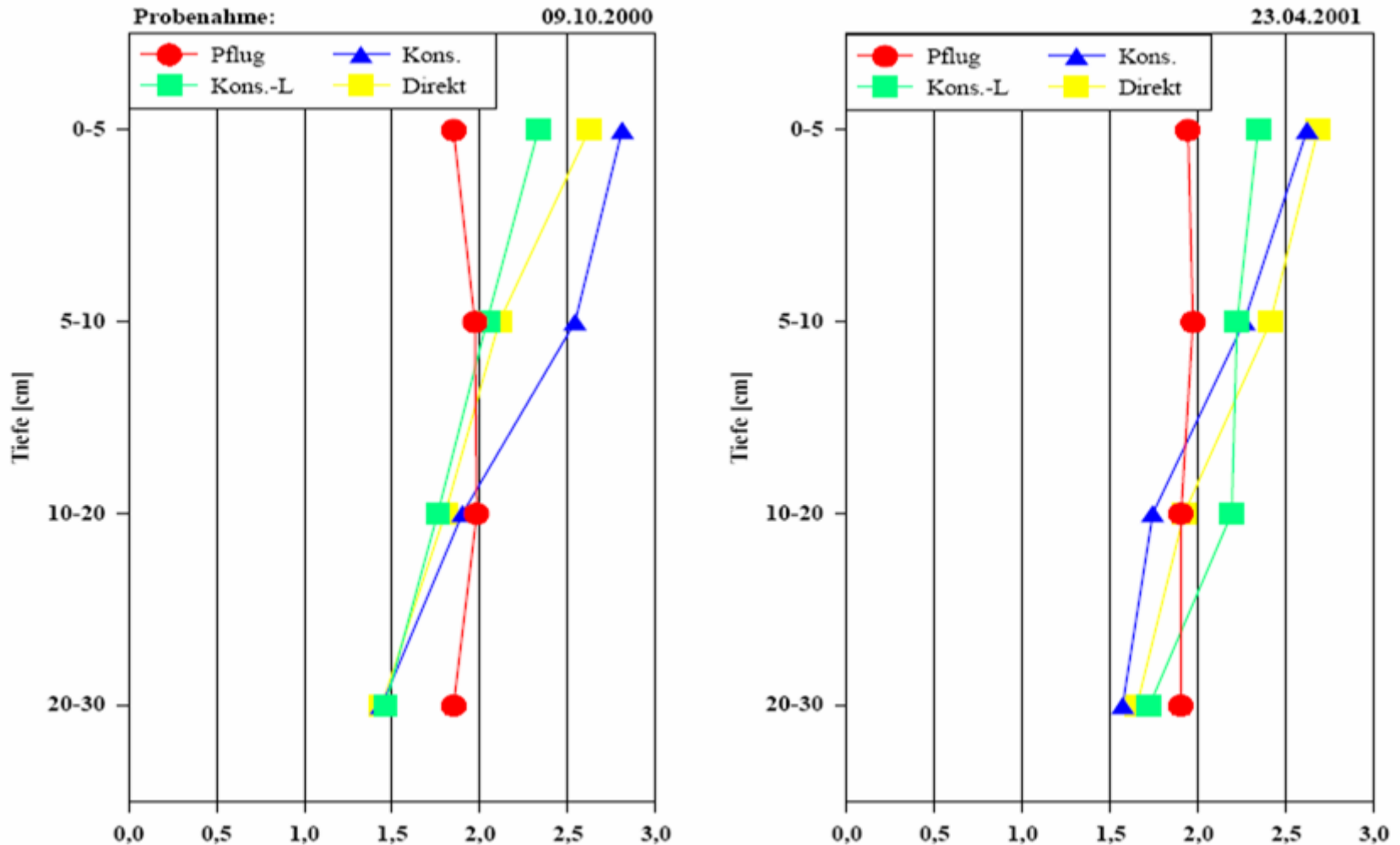
# Prinzip der Humusbilanzierung

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

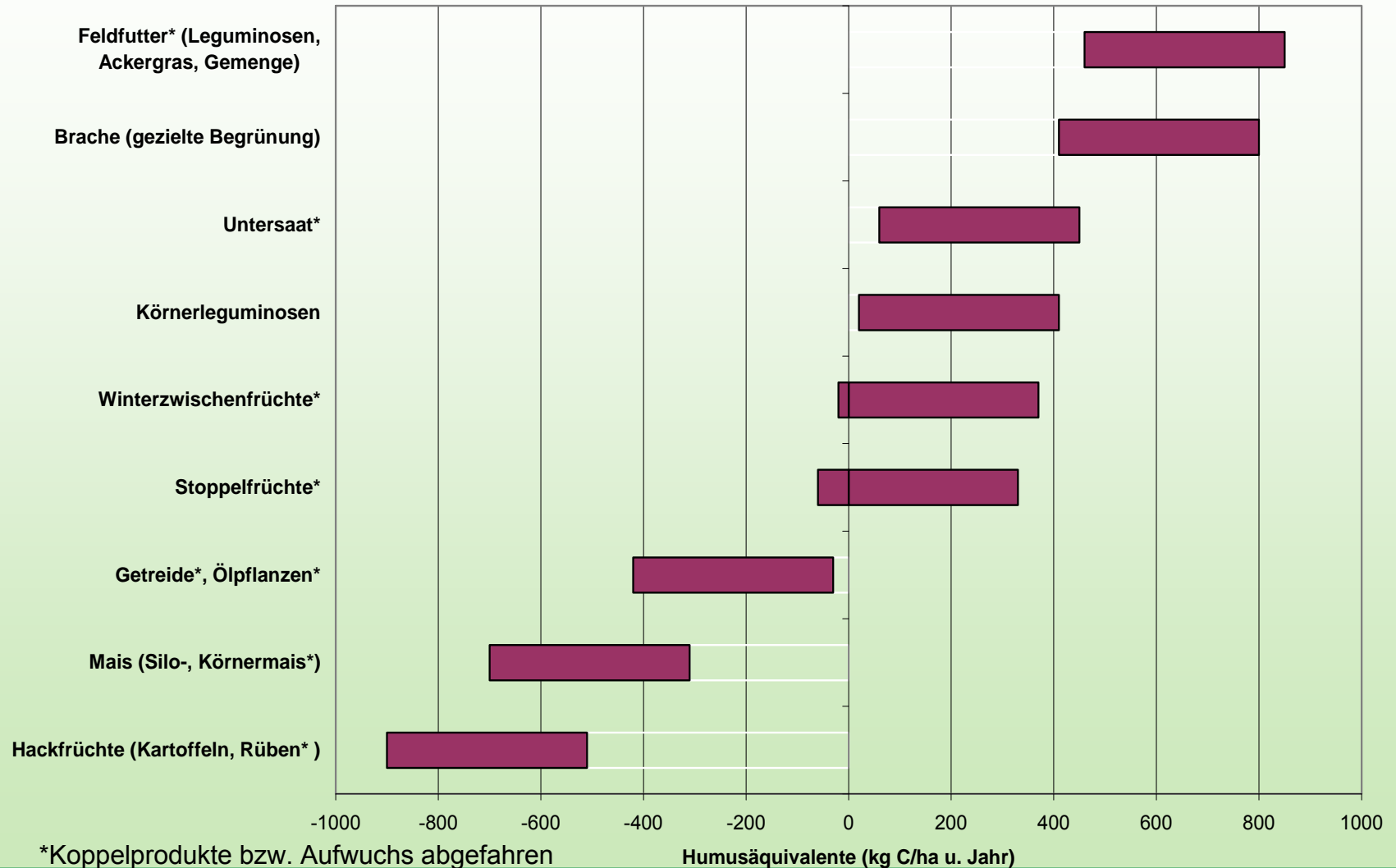
## Einflussfaktoren der Humusumsetzung:

- Temperatur
- Niederschläge / Wassergehalt des Bodens / etc.
- Tongehalt / Feingehalt / Schluffgehalt des Bodens
- Weitere Bodenfaktoren / Bodenarten ?
- Strukturparameter / Porenvolumen / etc.
- Bodenchemische Parameter / Humusqualität / C/N-Verhältnis / etc.
- Durchschnittl. TM-Zufuhrhöhe
- ?

# Einfluss der Bodenbearbeitung auf Humusgehalt (%) und Humusverteilung im Bodenprofil (Zschortau, Sachsen)



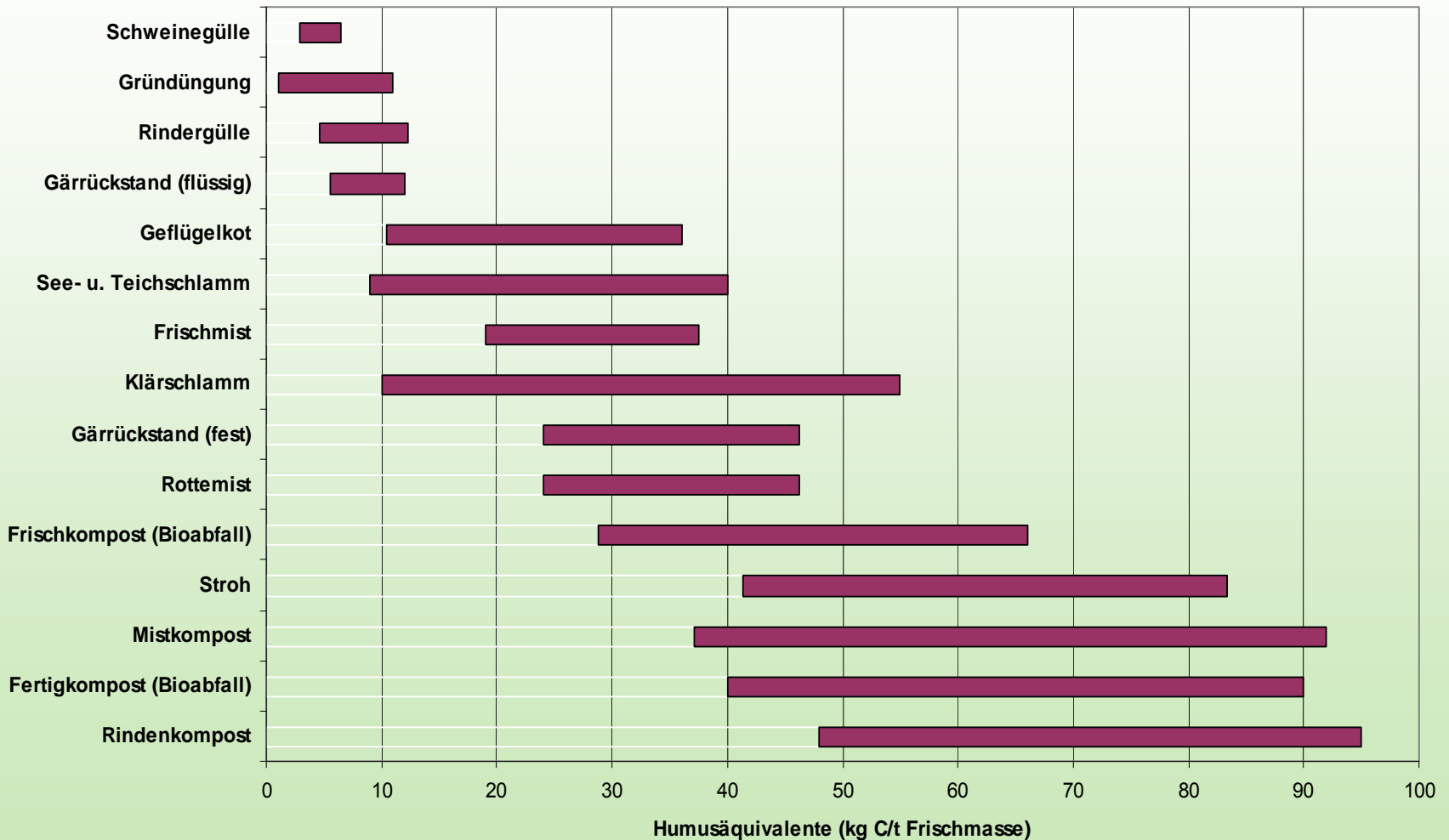
# Fruchtartenspezifische Veränderung der Humusvorräte (standortangepasste Methode )



# Humusproduktion der organischen Materialien

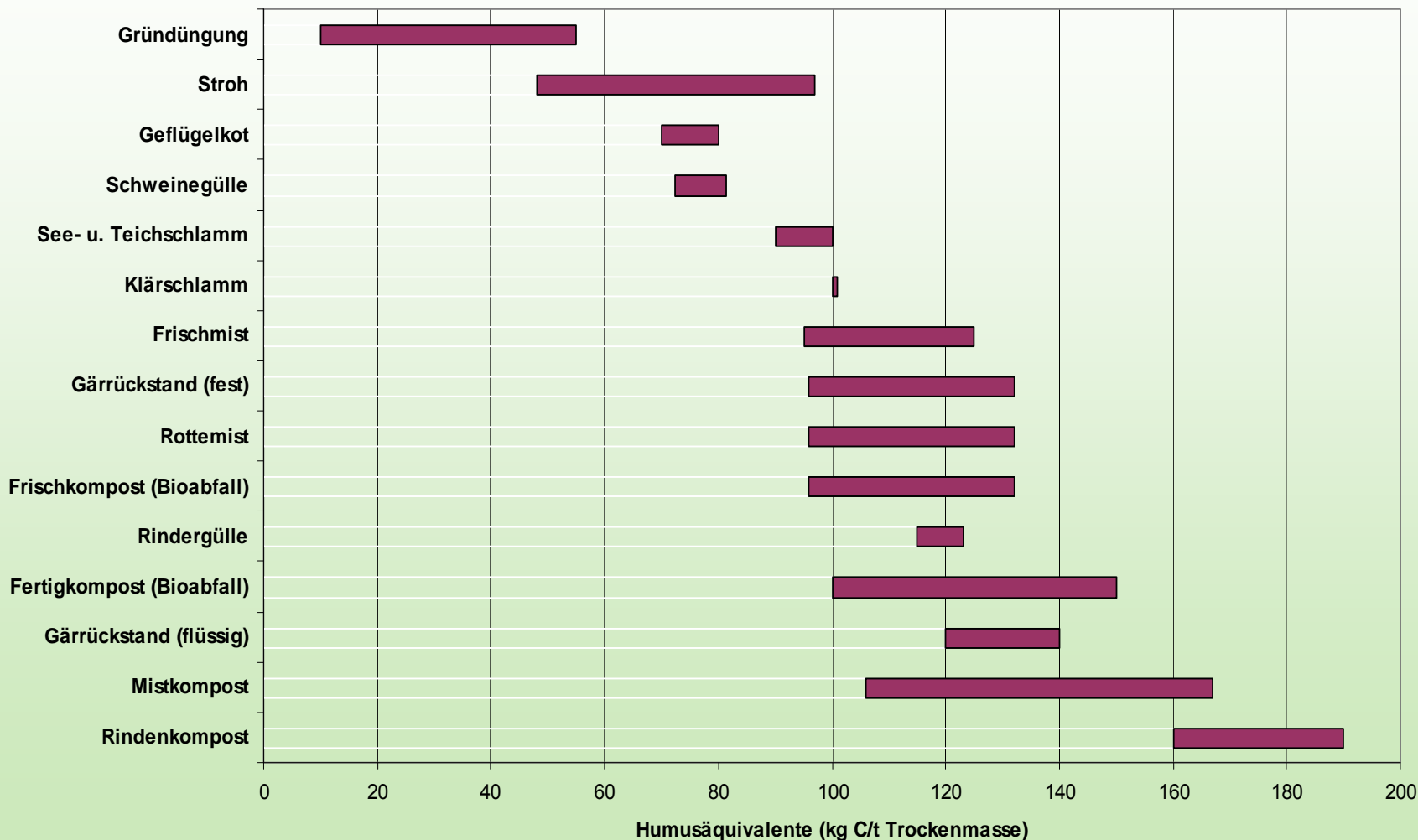
(standortangepasste Methode)

Rangfolge der organischen Materialien nach Frischmasse



# Humusproduktion der organischen Materialien (standortangepasste Methode)

Rangfolge organischer Materialien nach Trockenmasse



# Bilanzierungsbeispiele für Humus für verschiedene Anbaukonzepte

## Maisanbauverfahren

Num-mer	Anbaukonzept	Humusbilanz (HÄQ in kg C/ha u. Jahr)		
		Fruchtart	Organ. Materialien	Saldo
<b>Maisanbauverfahren</b>				
1	Silomais	-560	0	-560
2	Körnermais 80 dt/ha + Stroh 8 t/ha	-560	+330	-230
3	Silomais 450 dt/ha + Gärrückstand 40 m <sup>3</sup> /ha	-560	+224 bis +324	-336 bis - 236
4	Silomais 650 dt/ha + Gärrückstand 60 m <sup>3</sup> /ha	-560	+336 bis +486	-224 bis -74
5	Silomais 450 dt/ha + Gärrückstand 40 m <sup>3</sup> /ha + Untersaat + Gründüngung 10 t/ha	-560 +200	+224 bis +324 +55	-81 bis +19
6	Silomais + Kompost 17 t/ha (120 kg N/ha)	-560	+850	+290

# Bilanzierungsbeispiele für Humus für verschiedene Anbaukonzepte

## Kartoffelanbauverfahren

Num- mer	Anbaukonzept	Humusbilanz (HÄQ in kg C/ha u. Jahr)		
		Fruchtart	Organ. Materialien	Saldo
<b>Kartoffelanbauverfahren</b>				
1	Speise- oder Verarbeitungskartoffeln	-760	0	-760
2	Speise- oder Verarbeitungskartoffeln +35 m <sup>3</sup> /ha Rindergülle +Zwischenfrucht +Gründüngung 10 t/ha	-760  +80	+284 bis +301  +10 bis +55	-386 bis -324
3	Speise- oder Verarbeitungskartoffeln + 300 dt/ha Stalldung	-760	+855 bis +1125	+95 bis +365



# Bilanzierungsbeispiele für Humus für verschiedene Anbaukonzepte

## Rapsanbauverfahren

Nummer	Anbaukonzept	Humusbilanz (HÄQ in kg C/ha u. Jahr)		
		Fruchtart	Organ. Materialien	Saldo
<b>Rapsanbauverfahren (nach GRUNERT, 2007)</b>				
1	Raps Ganzpflanzenverwertung (Energiegewinnung)	-280	0	-280
2	Raps Ganzpflanzenverwertung (Energiegewinnung) + 35 m <sup>3</sup> /ha Rindergülle	-280	+284	+4
3	Raps 35 dt/ha Korn + Strohzufuhr 6 t/ha	-280	+404	+124
4	Raps 35 dt/ha Korn + Stroh + Presskuchenverwertung u. Rückführung über Gülle	-280	+404 +37 bis +114	+161 bis +238

# Bilanzierungsbeispiele für Humus für verschiedene Anbaukonzepte

## Getreideanbauverfahren

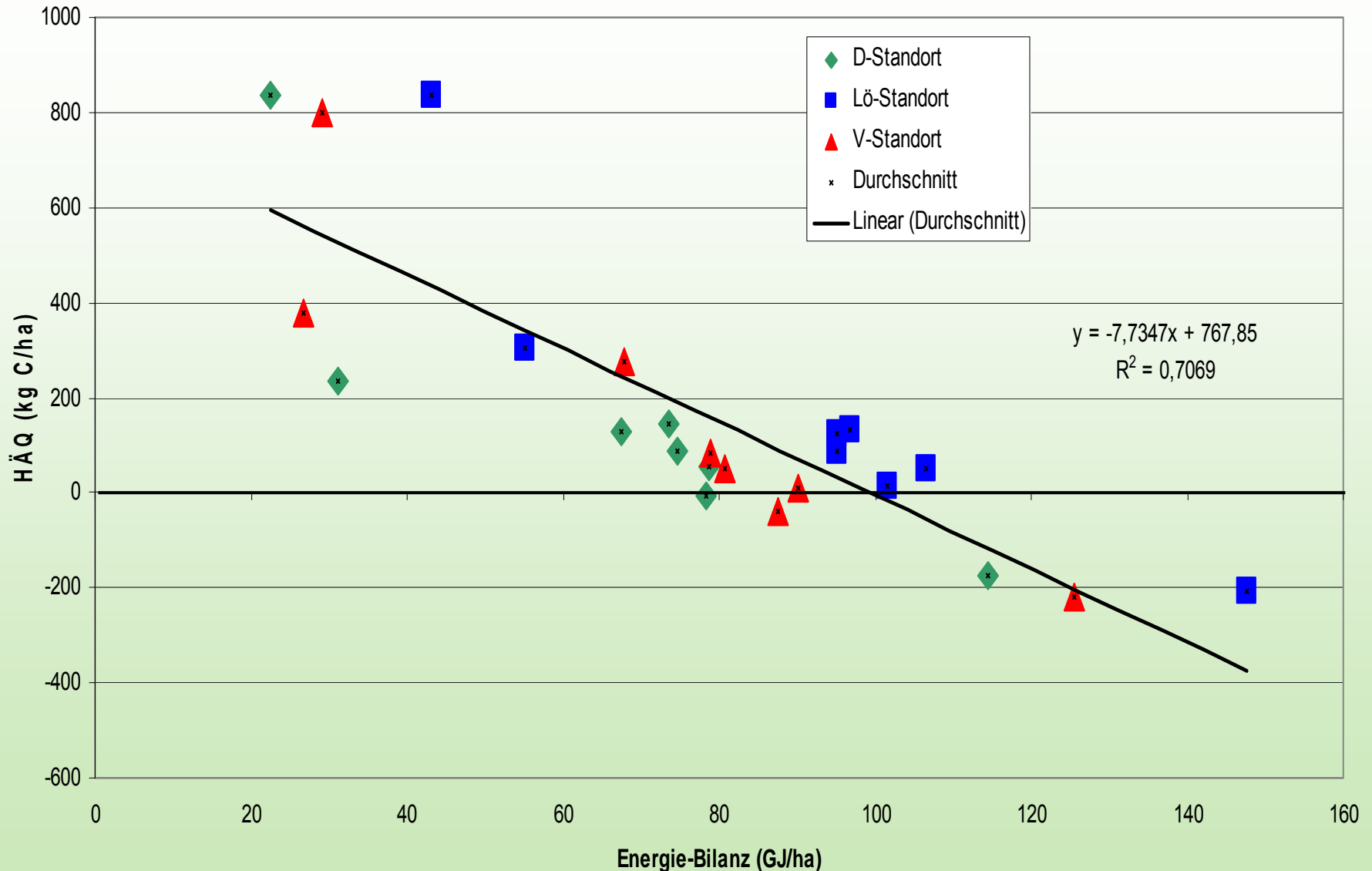
Nummer	Anbaukonzept	Humusbilanz (HÄQ in kg C/ha u. Jahr)		
		Fruchtart	Organ. Materialien	Saldo
<b>Getreideanbauverfahren (Weizen)</b>				
1	Getreide Ganzpflanzensilage bzw. Getreide 70 dt/ha u. Strohverkauf	-280	0	-280
2	Getreide Ganzpflanzensilage bzw. Getreide 70 dt/ha u. Strohverkauf + 35 m <sup>3</sup> /ha Schweinegülle + Stoppelsaat + Gründüngung 10 t/ha	-280  +80	+203  +55	+58
3	Getreide 70 dt/ha u. Strohverkauf + Stalldung 150 dt/ha	-280	+375	+95
4	Getreide 70 dt/ha + Strohzufuhr 5,6 t/ha	-280	+380	+100

# Bilanzierungsbeispiele für Humus für verschiedene Anbaukonzepte

## Leguminosenanbauverfahren

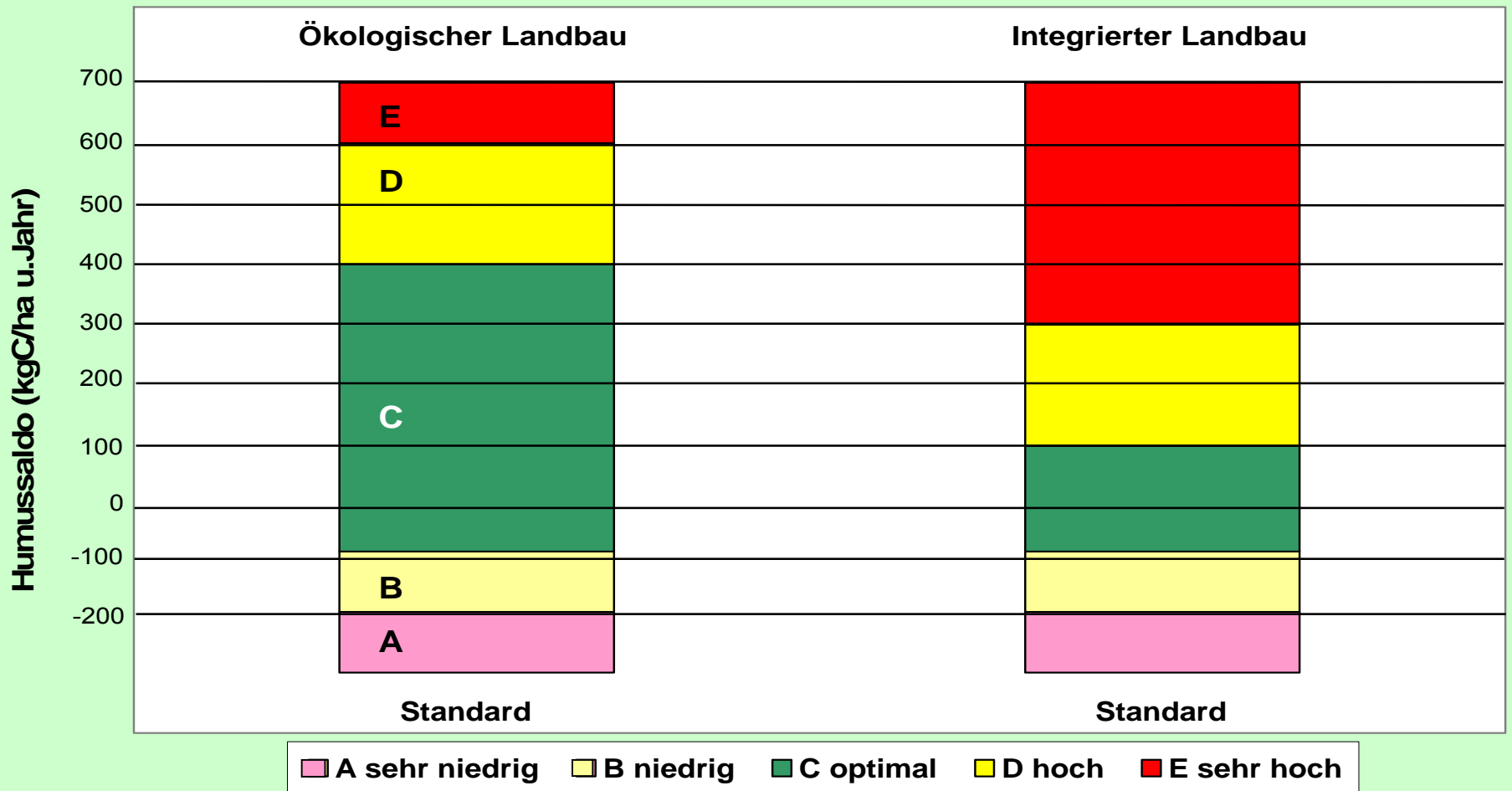
Num- mer	Anbaukonzept	Humusbilanz (HÄQ in kg C/ha u. Jahr)		
		Fruchtart	Organ. Materialien	Saldo
<b>Leguminosenanbauverfahren</b>				
1	Körnerleguminosen (incl. Stroh)	+160		+160
2	Futterleguminosen (Klee, Luzerne), Hauptnutzungsjahr, Abfuhr	+600		+600
3	Futterleguminosen (Klee, Luzerne), Hauptnutzungsjahr +Gründüngung/Stilllegung 400 dt/ha	+600	+40 bis +220	+640 bis +820

# Beziehung zwischen Humus-Bilanz und Energie-Bilanz



# Versorgungsgruppen für Humus

Unterschiedliche Bewertung der Humussalden im konventionellen und ökologischen Landbau



# Beispiel für eine Humusbilanz Ökologischer Landbau (1 v. 2)

## Beispiel für eine Humusbilanz Ökologischer Landbau:

Schlaggröße: 10 ha; sechsgliedrige Fruchtfolge,

Bodenart: sandiger Lehm, Temperatur > 8,5 °C = Standortgruppe 5 (SG 5),

organische Düngung auf dem Schlag in der Fruchtfolge über 6 Jahre: Stallmist 33 t, Stroh (Weizen, Hafer-Erbesen-Gemenge): 15 t, Gülle: 50 m<sup>3</sup>.

### Berechnung der Humusbilanz:

#### I. Humusbedarf der Fruchtarten:

Anbau-jahr	Fruchtart (Schlag 1)	Anbau (ha/Jahr)	Reproduktionskoeffizient der Fruchtart (SG 5) (kg HÄQ/ha)	Summen (kg HÄQ) (+/-)
1	Kleegras	10	+ 600	+ 6000
2	Kleegras	10	+ 600	+ 6000
3	Winterweizen	10	- 280	- 2800
4	Kartoffeln	10	- 760	- 7600
5	Hafer/Erbesen-Gemenge	10	- 120	- 1200
6	Wintergerste	10	- 280	- 2800
<b>Gesamt/Schlag je Fruchtfolge</b>				<b>- 2400</b>
<b>Gesamt/Schlag je Jahr</b>				<b>- 400</b>

# Beispiel für eine Humusbilanz Ökologischer Landbau (2 v. 2)

## II. Reproduktionsleistung der organischen Materialien:

Material	Menge (t,m <sup>3</sup> / Schlag)	Reproduktionskoeffizient <sup>11</sup> (kg HÄQ/ha)	Summen (kg HÄQ)
Stroh (W.-Weizen)	8,3 t	84	697
Stroh (Hafer/Erbsen-Gemenge)	6,3 t	84	532
Stallmist	33 t	32	1056
Gülle	50 m <sup>3</sup>	9,8	490
<b>Gesamt/Schlag je Jahr</b>			<b>+ 2775</b>

## III. Humussaldo (I - II):

kg HÄQ/Schlag	<b>2375</b>
kg HÄQ/ha je Jahr	<b>+ 238</b>

**Dieses Beispiel ergibt für den Schlag einen durchschnittlichen Humussaldo von 238 kg HÄQ/ha und Jahr und liegt in der Humusgruppe C.**

# Fazit

## Die Humusbilanzierung sollte nach folgendem Muster durchgeführt werden:

- Die für die Aufgabenstellung passende Methode zur Humusbilanzierung aussuchen
- Vor jeder Planung alternativer Betriebskonzepte mit Änderungen der Fruchtfolge, Verwertung der Haupt- und Nebenprodukte, der organischen Düngung etc. möglichst genaue, standortgerechte Berechnungen zur Humusbilanzierung u. U. mit Hilfe der Beratung anstellen
- Besondere Beachtung von einseitigen Fruchtfolgen mit hohen Anteilen an Humuszehrern und nachwachsenden Rohstoffen
- Bilanzierungen immer über mindestens eine bis zwei Fruchtfolgerotationen erstellen
- Für jeden Ackerschlag mindestens eine ausgeglichene Humusbilanz anstreben (Versorgungsgruppe C)
- Die Bewertung der Humussalden entsprechend dem Anbausystem des Betriebes vornehmen
- Die Humusbilanzierung sollte auf jedem Betrieb zur Standardausrüstung des Nährstoffmanagements gehören!