

Nutzung von Gärresten und Komposten in der Landwirtschaft

ein Beitrag von

Dr. Jürgen Reinhold

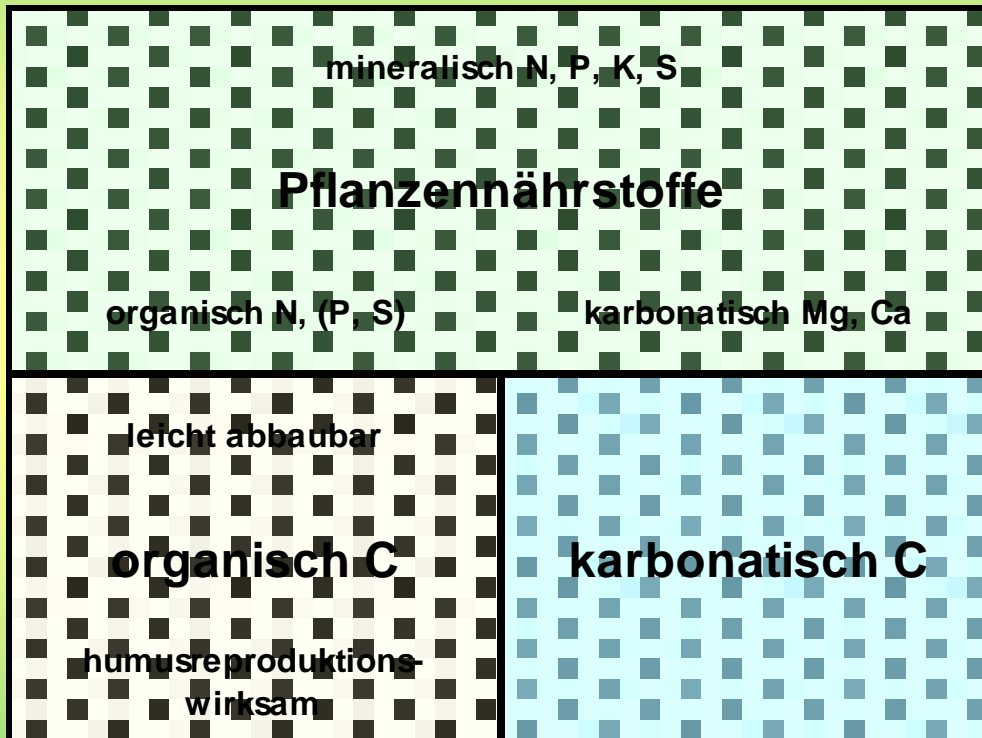
Förderverband Humus e.V.

**Sitzung des wissenschaftlichen Beirats vom FVH gemeinsam mit
der VDI-AG "ProcessNet - Ressourceneffizienz und Wertstoffrückgewinnung"**

am 22. November 2011 in Zossen

Grundsätzliches zur organischen Düngung und zu Bioabfallströmen

Wertgebende Substanzen von Dünge- und Bodenverbesserungsmitteln



Pflanzenernährung

Bodenverbesserung

Aussagen von Dauerfeldversuchen zur organischen Düngung

**Ertragssteigerungen bei standort- und nutzungstypischer
Humusversorgung:**

Ertragssteigerung (Festmist 100 dt/ha*a)	= 0 ... 10 %
Basiserlöse	= 1.000 ... 3.000 €/ha
Düngungs-Mehrerlöse	= 0 ... 300 €/ha*a
Düngungs-Mehrkosten	= 25 €/ha*a
Düngungs-Effizienz	= -25 ... 275 €/ha*a

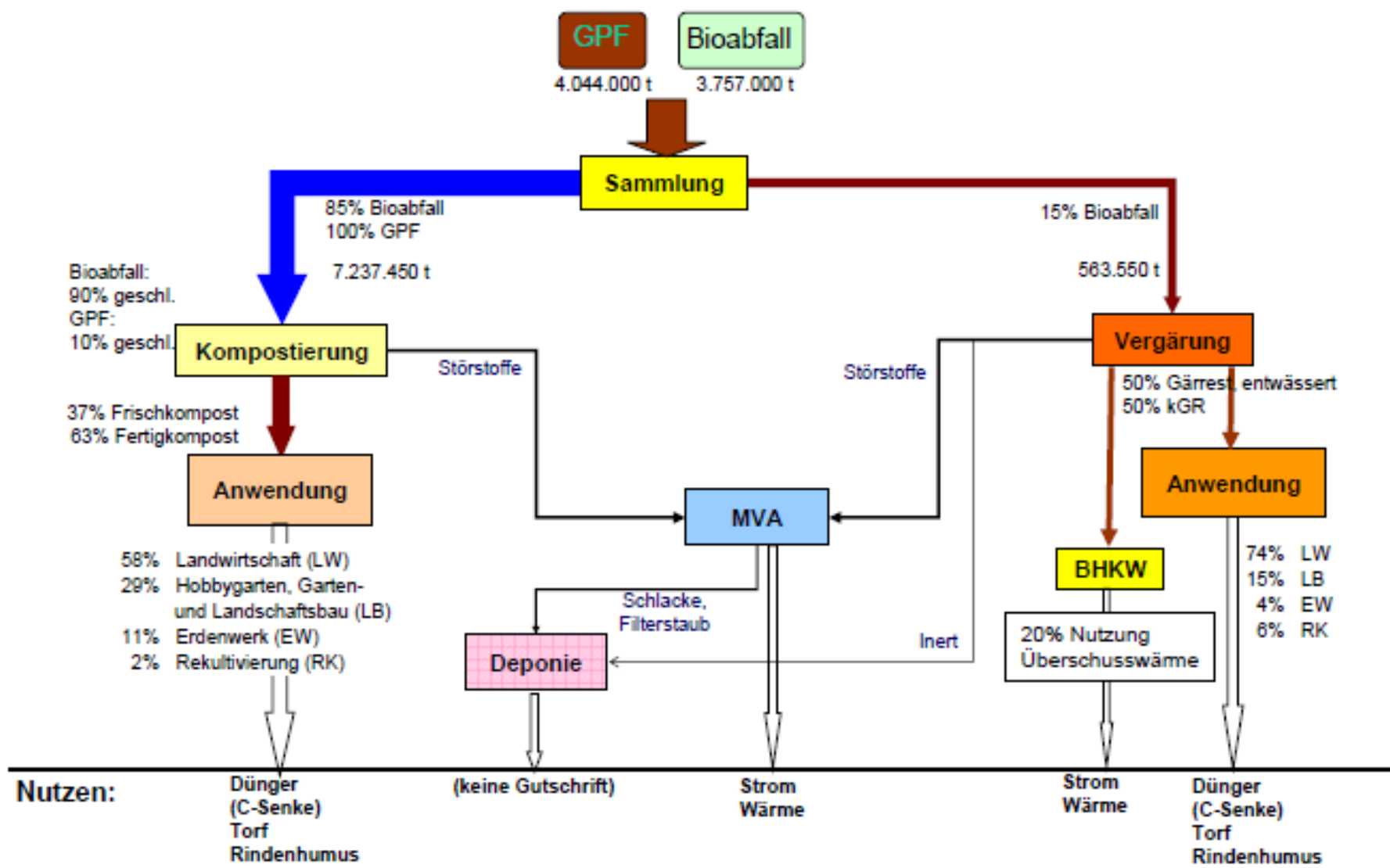
**Eine gesonderte Zuweisung der Düngungs-Effizienz auf
Pflanzenernährung und Bodenverbesserung ist nur bei
hohem versuchstechnischen Aufwand möglich**

**Dauerfeldversuche mit organischen Düngern werden vor
allem zur Bewertung der Humusreproduktionsleistung
organischer Primärsbstanzanzen benötigt**

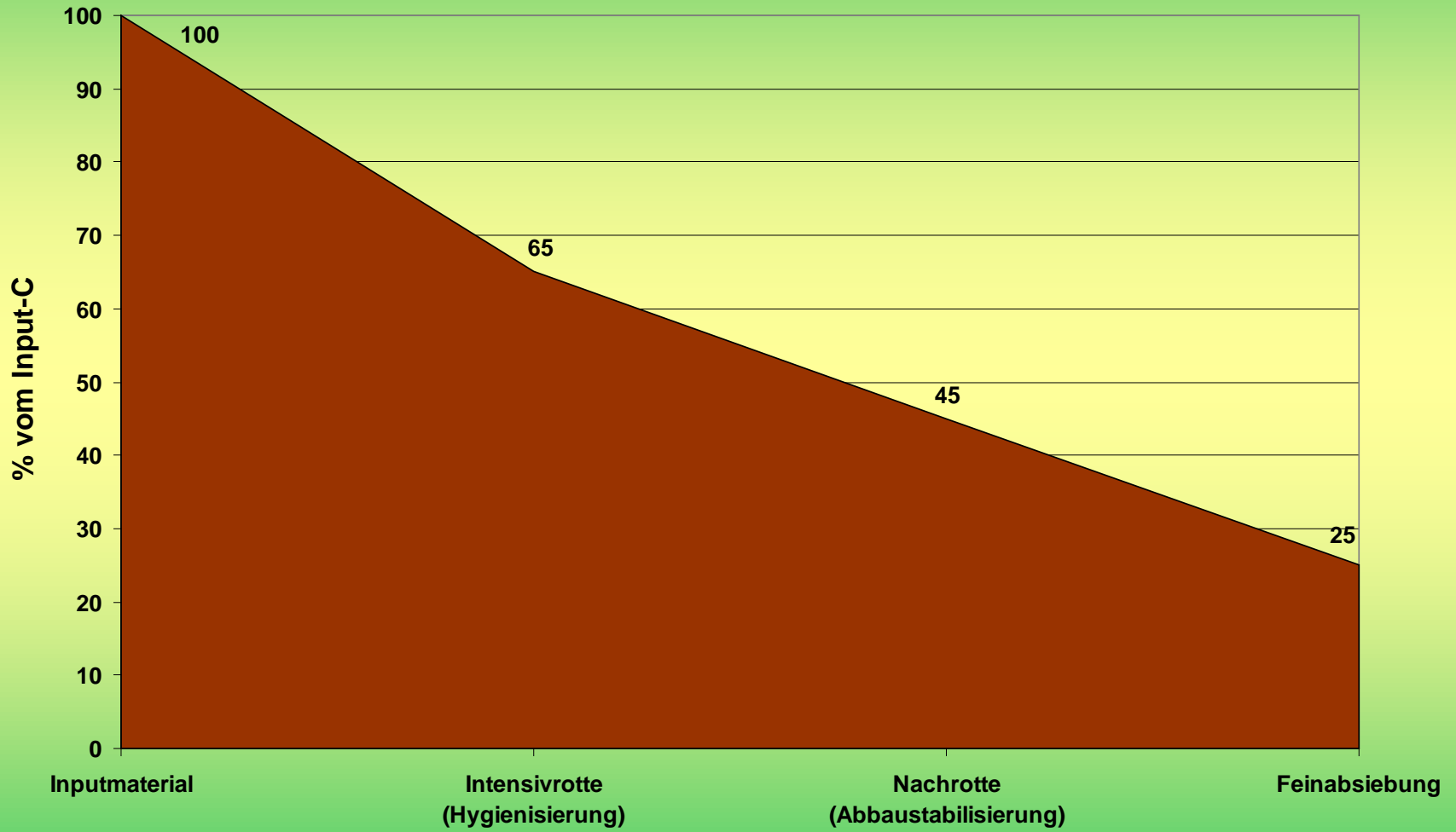
Abfallaufkommen gemäß Abfallbilanz 2006

Abfälle	in 1.000 t
Siedlungsabfälle insgesamt	46.426
Haushaltsabfälle	40.827
Hausmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle gemeinsam über die öffentliche Müllabfuhr eingesammelt	14.260
Sperrmüll	2.247
Abfälle aus der Biotonne	3.757
Garten- und Parkabfälle biologisch abbaubar	4.044
Glas	1.929
Papier, Pappe, Kartonagen	8.080
Leichtverpackungen / Kunststoffe	4.532
Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle getrennt vom Hausmüll angeliefert oder eingesammelt	3.821
Summe⁵	42.670

Stoffströme der Bio- und Grünabfallverwertung in Deutschland (2006) (Ifeu 2010)



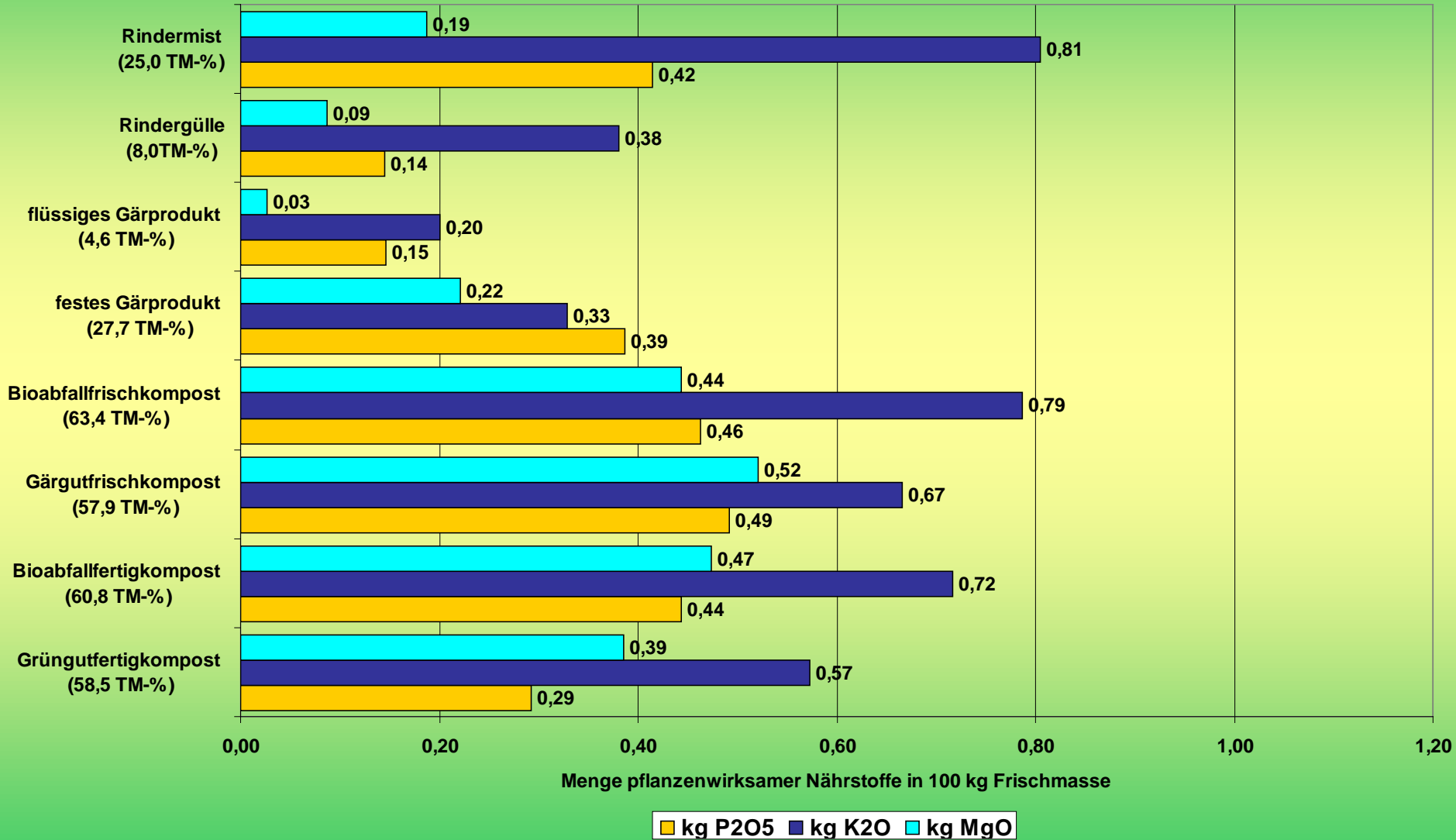
Prinzipdarstellung einer TOC-Bilanz bei der Biotonnenkompostierung (nach Reinhold 2008)



Nährstoffwirkungen (NPK) von Bioabfallprodukten

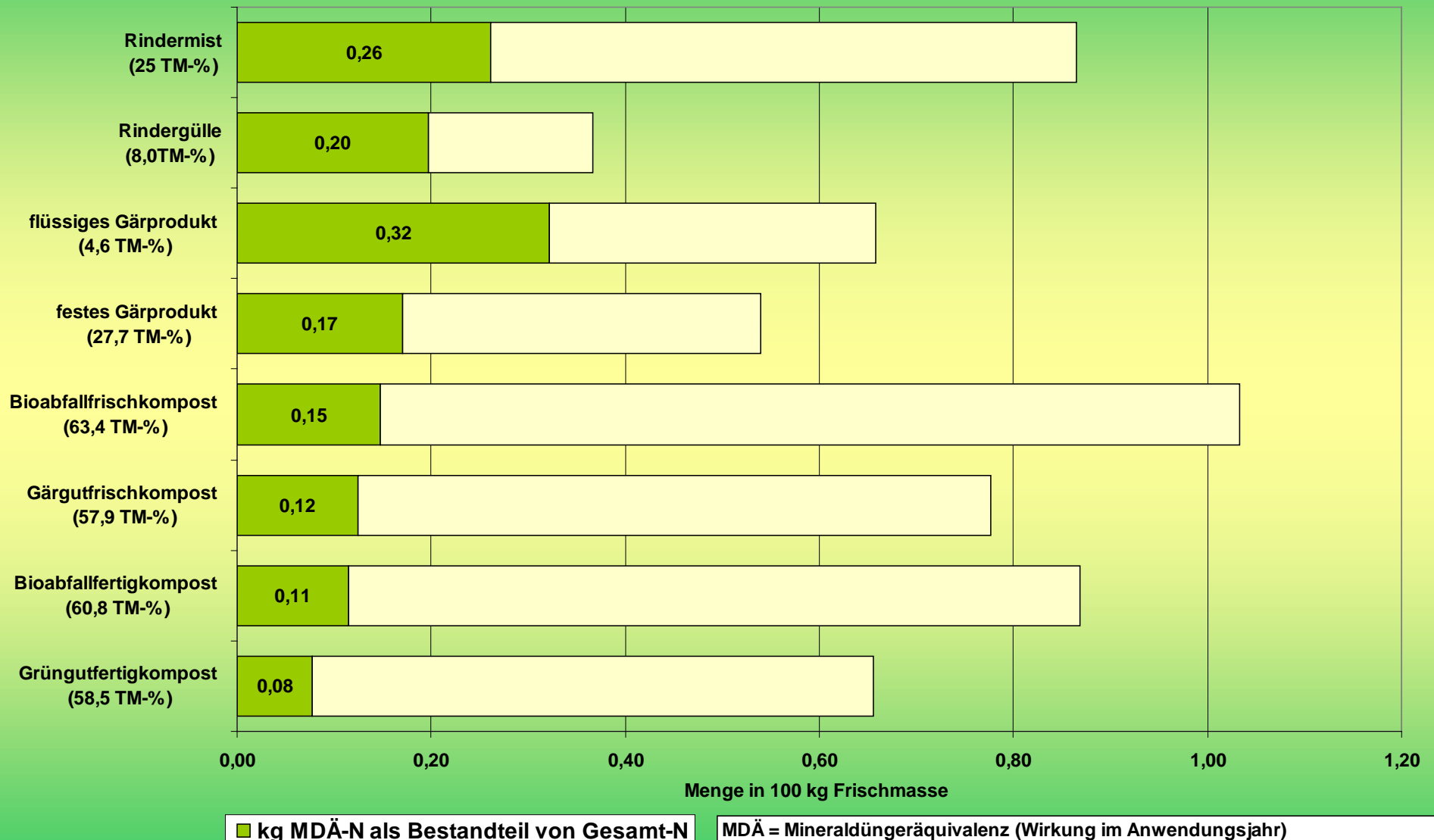
Pflanzenernährende Grunddüngungswirkung organischer Dünger aus Bioabfall

(nach Angaben der BGK aus RAL-Fremdüberwachung 2010)



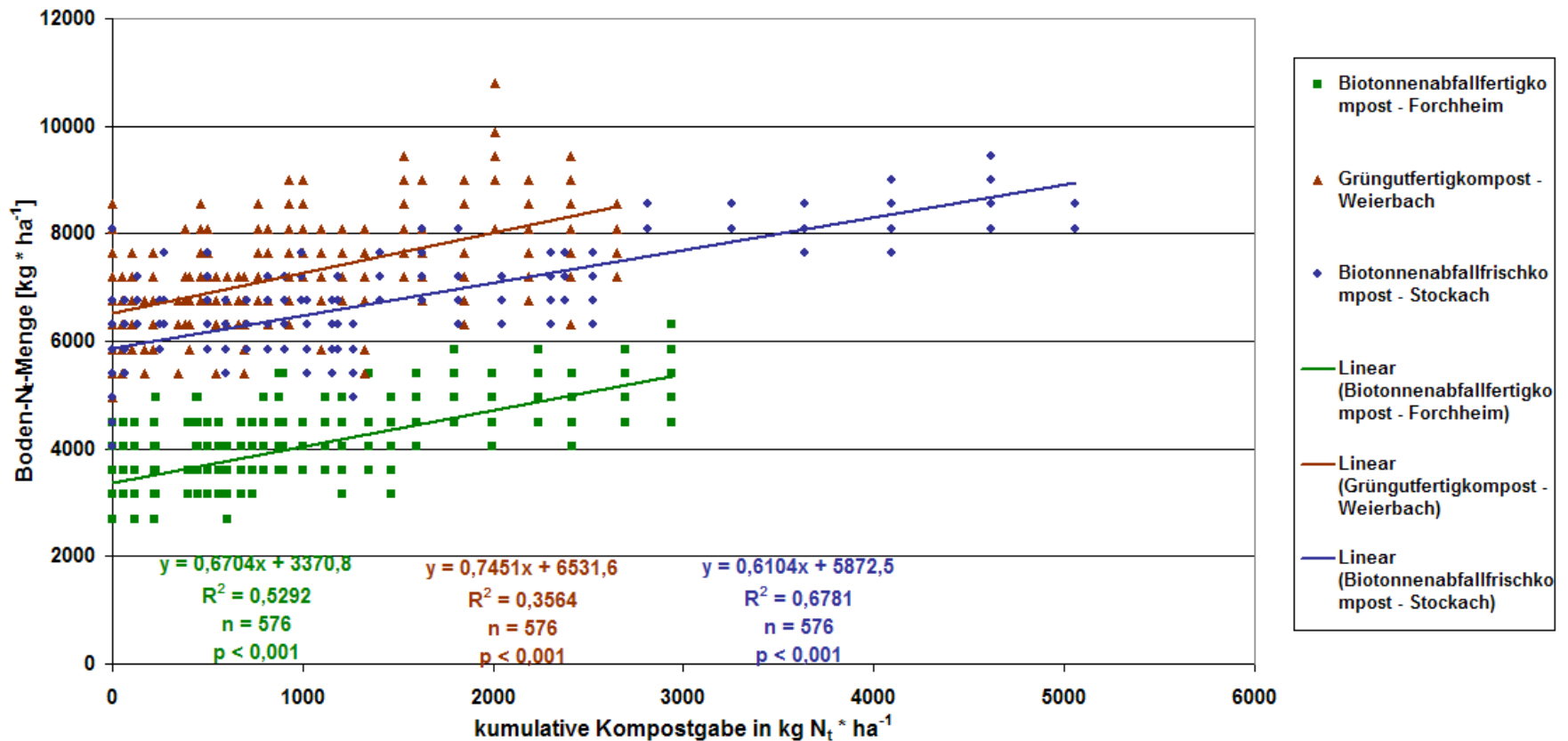
Gehalte von MDÄ-N als Bestandteil von Gesamt-N in organischen Düngern aus Bioabfall

(nach Angaben der BGK aus der RAL-Fremdüberwachung 2010)



Anreicherung von organisch gebundenem Stickstoff durch Kompostgaben in einem 12-jährigen Langzeitversuch zur Kompostanwendung auf drei Standorten in Baden-Württemberg (Reinhold, 2010)

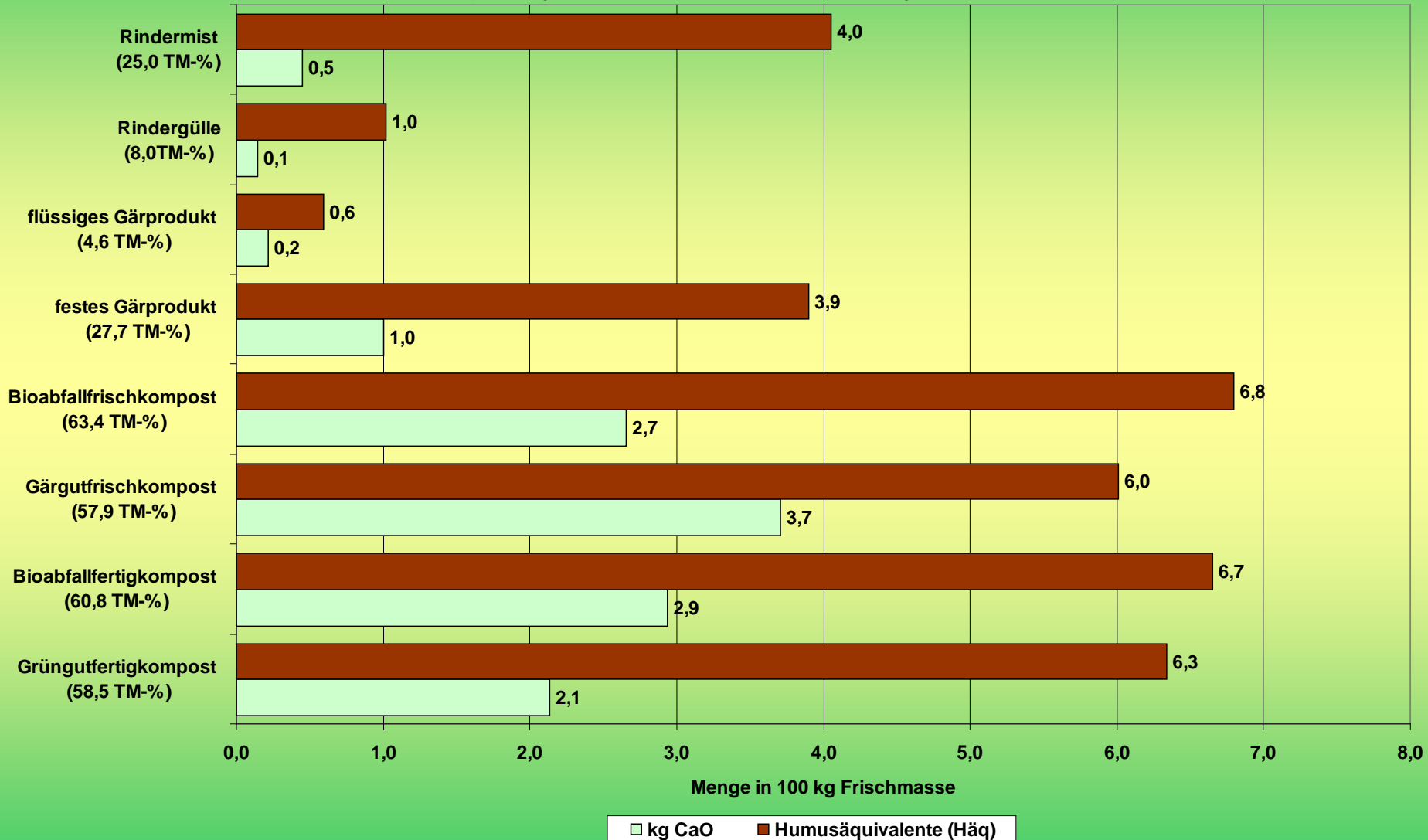
Einfluss der kumulativen Kompoststickstoffversorgung auf die Bodengesamtstickstoffmengen bei Einsatz unterschiedlicher Bioabfallkomposte



**Bodenverbessernde
Wirkungen (Kalk, Humus)
von Bioabfallprodukten**

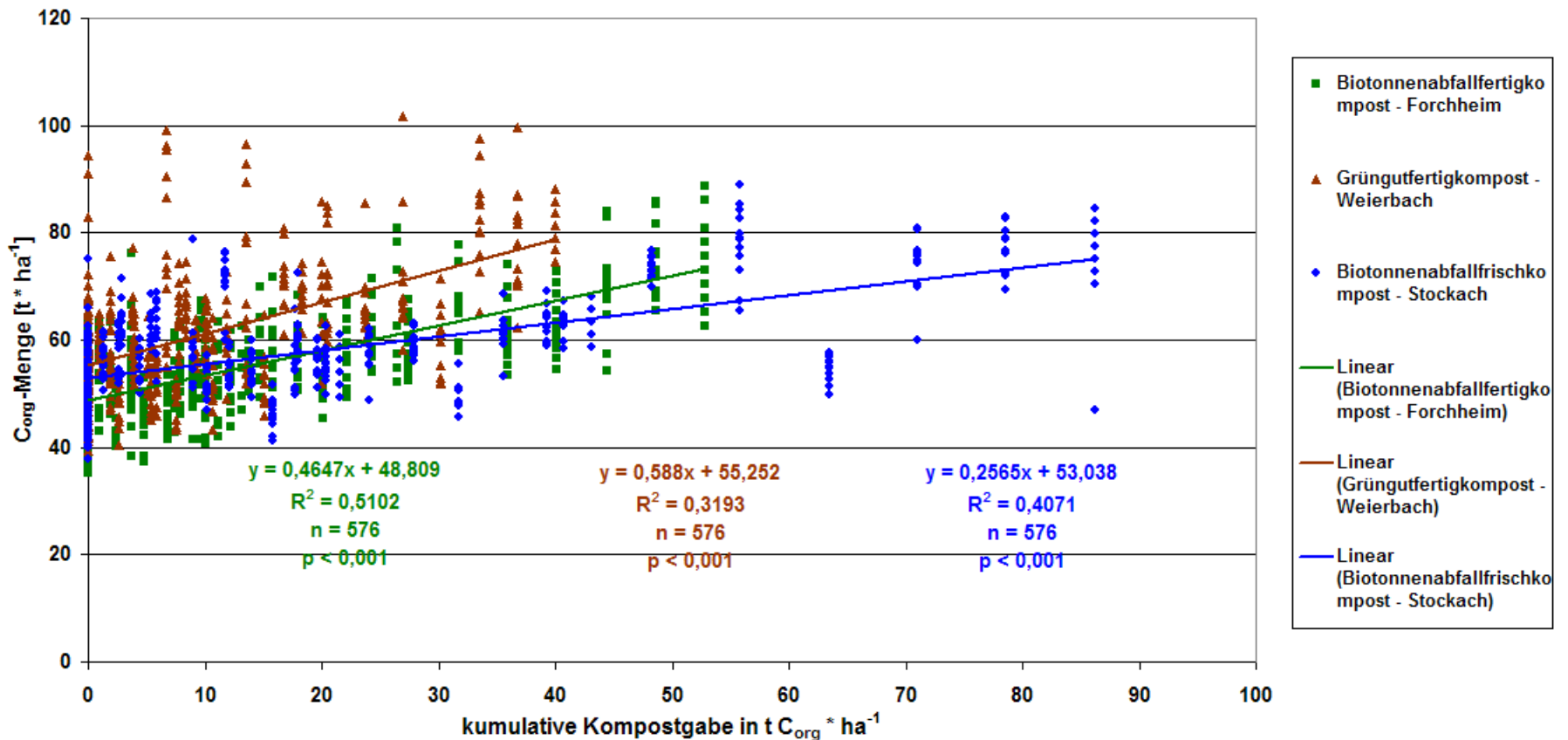
Bodenverbessernde Wirkungen organischer Dünger aus Bioabfällen

(nach Angaben der BGK aus RAL-Fremdüberwachung 2010)



Humusanreicherung durch Kompostgaben in einem 12-jährigen Langzeitversuch zur Kompostanwendung auf drei Standorten in Baden-Württemberg (Reinhold, 2010)

Einfluss der kumulativen Humusversorgung auf die Bodenhumusmengen bei Einsatz unterschiedlicher Bioabfallkomposte



Potenzial von Grünabfällen bei der Torfsubstitution in der Erdenherstellung und im Landschaftsbau

(nach Kehres, 2011)

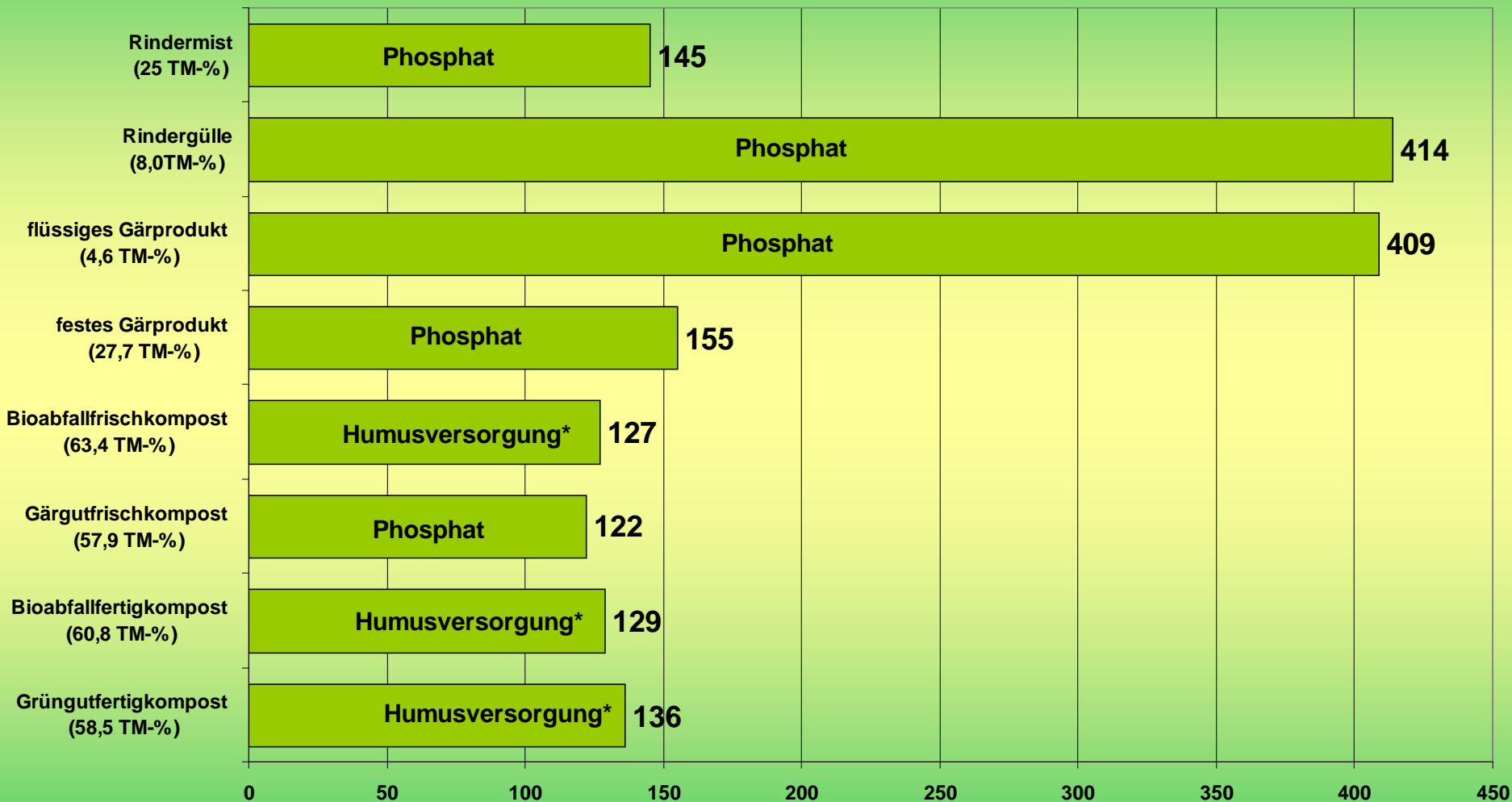
Grünabfälle	OM % TM	Hu MJ/kg FM	Torfersatz Faktor ¹⁾
Fast ausschließlich holziges Material	96	8 - 12	0,7
Vorwiegend holziges, wenig krautiges Material	80	7 - 9	0,6
Vorwiegend krautiges, wenig holziges Material	60	3 - 6	0,5
Fast ausschließlich krautig/ grasiges Material	60	2	0,4

1) 1 m³ Grünabfall ergibt die angezeigte Menge Kompost, die die gleiche Menge Torf ersetzt

Gesamtbewertung der wertgebenden Inhaltsstoffe von Bioabfällen

Langfristig ausreichende Gabenhöhe (Frischmasse) von Bioabfällen

(mit Angabe des aufwandbestimmenden Faktors, Magensium und Kalk sind unberücksichtigt)



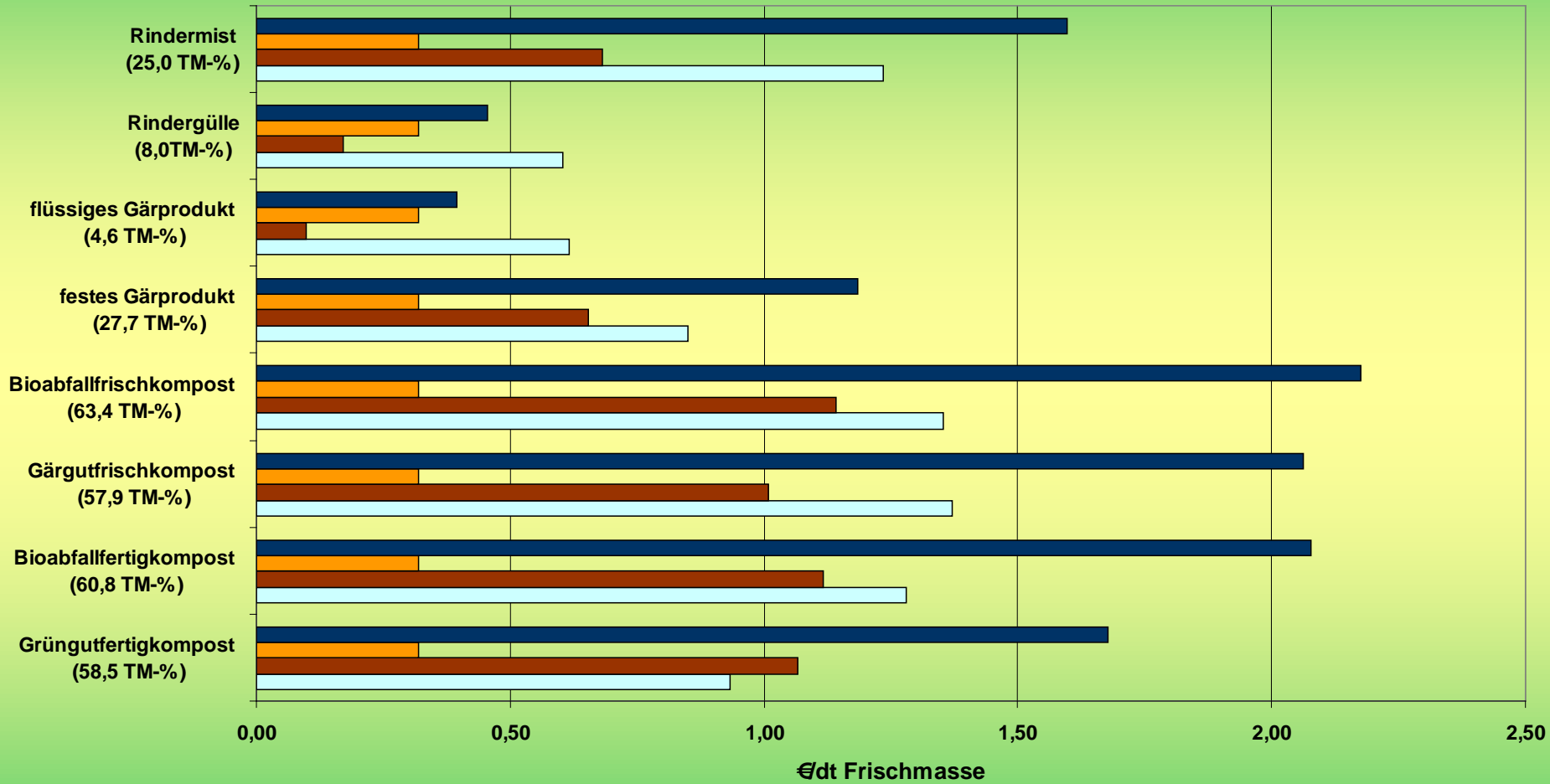
Humusversorgung* = oberer Bedarfswerte nach VDLUFA, Stand 2004
(unter Berücksichtigung eines zulässigen Humussaldos von +300 Häq/ha*a)

Gaben in dt/ha*a

Substitutionspotenziale durch stoffliche Bioabfallverwertung

substituierbares Gut	Materialgruppe	Substitutionspotenzial in %
Phosphatdünger	Mineraldünger	10
Kalidünger		9
Kalkdünger		8
Humusversorgung	landwirtschaftliche Biomasse	8

Monetäre Bewertung der stofflichen Verwertung von Bioabfällen auf Ackerflächen



□ Wert der eingespartenMineraldünger

■ Ausbringungskosten

■ Wert der landwirtschaftsinternen Humusversorgung

■ Verrechnungswert der Produktanwendung

Monetärer Wert von Komposten und Gärprodukten

(nach Kehres, 2011)

Nährstoff	Kompost kg/t FM	Gärrest flüssig kg/m ³ FM	ange- rech- net %	Nähr- stoff Wert €/kg	Dünge- wert Kompost €/t FM	Düngewert Gärpro- dukt €/t FM
Stickstoff (N)	8,7	5,9	30 / 70	0,64	1,67	2,46
Phosphat (P ₂ O ₅)	4,3	2,7	100	0,55	2,37	1,49
Kalium (K ₂ O)	7,3	3,4	100	0,67	4,89	2,28
Kalk (CaO)	28,6	5,4	100	0,07	2,00	0,38
Monetärer Wert (Pflanzennährstoffe)					10,93 ¹⁾ 13,80 ²⁾ + 26 %	6,78 ¹⁾ 9,10 ²⁾ + 34 %
Humus- äquivalente	68	12	100	0,17	11,56	2,02
Monetärer Wert (Pflanzennährstoffe und Humusproduktionsleistung)					22,49	8,81

¹⁾ Werte für 4. Quartal 2009 ²⁾ Werte für 4. Quartal 2010 und Veränderung gegenüber 2009 in %

Ökonomische Bewertung der Anwendung von Bioabfallprodukten zur landwirtschaftlichen Humusversorgung

Humussaldo positiv ⇒ Bemessung nach Nährstoffwert

**Humussaldo negativ ⇒ Bemessung nach Nährstoffwert
und nach Humusreproduktionsleistung**

Fazit:

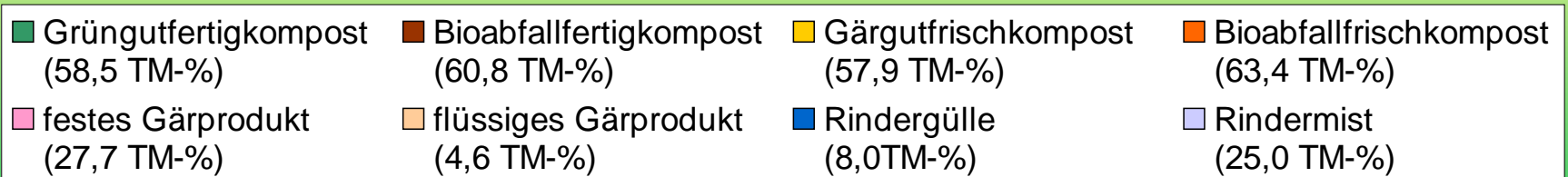
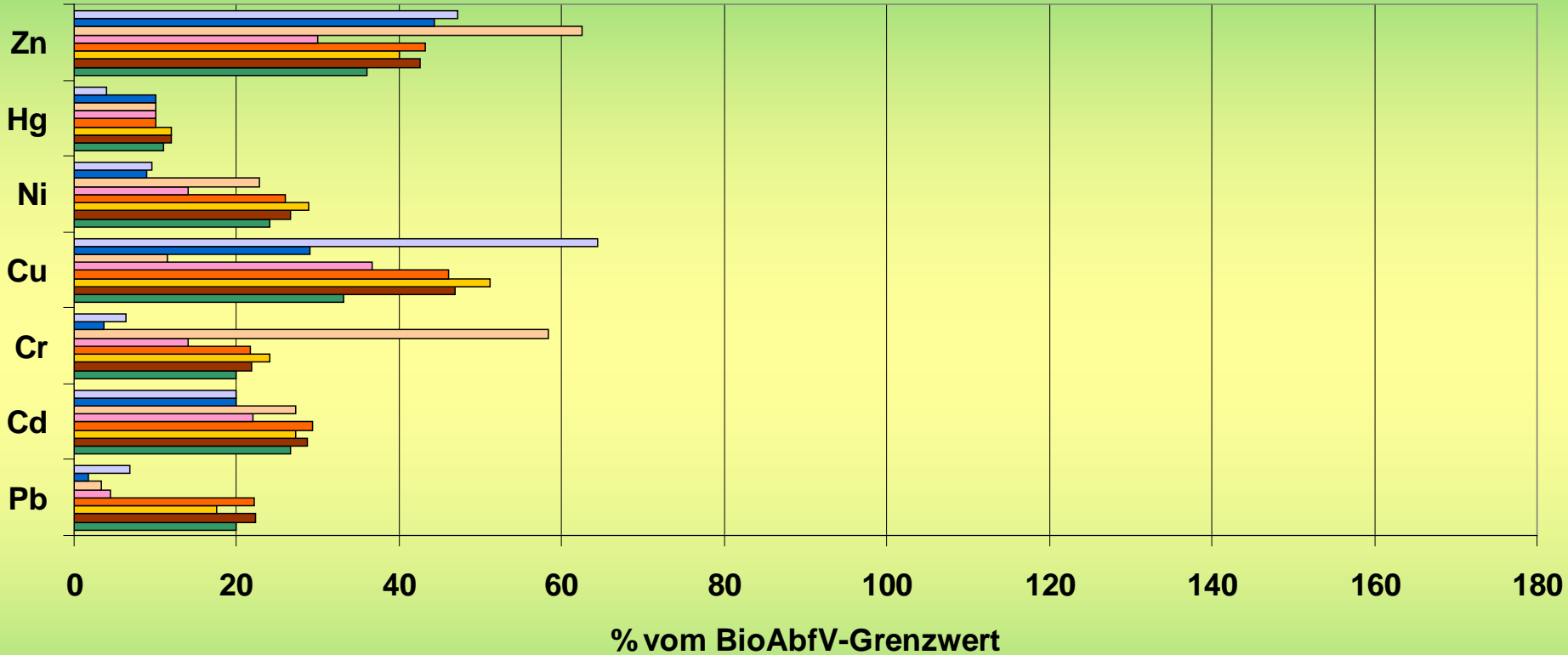
Eine monetäre Bewertung der stofflichen Verwertung von Bioabfallprodukten kann direkt nur schlagbezogen und lediglich orientierend im gesamten Landwirtschaftsbetrieb erfolgen

**Schadstoffe und
Klimagasemissionen
bei der stofflichen
Bioabfallverwertung**

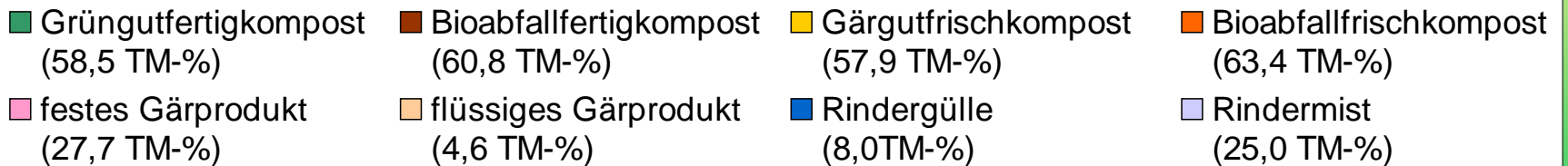
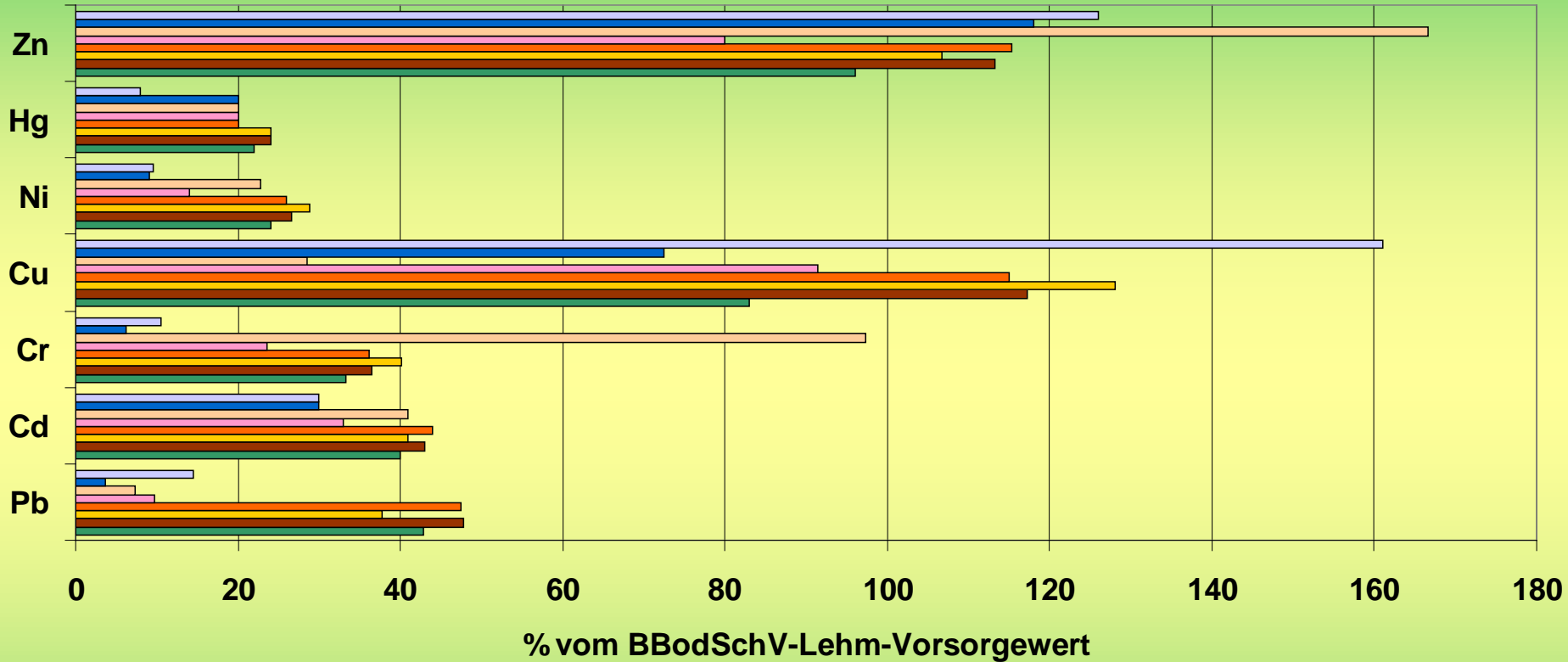
Für die Bioabfallverwertung zu berücksichtigende Schwermetallvorgaben

Verordnung	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Tl	Zn
	in mg/kg Trockenmasse								
Grenzwert BioAbfV	k.A.	150,0	1,50	100,0	100,0	50,0	1,00	k.A.	400
Vorsorgewert (Lehm) BBodSchV	(20,0)	70,0	1,00	60,0	40,0	50,0	0,50	(1,10)	150,0
Grenzwert nach DüMV	40	150,0	1,50	2,0 Cr _{VI}	k.A.	80,0	1,00	1,00	k.A.
Legende:	k.A. - keine Angaben () - Entwurfstadium								

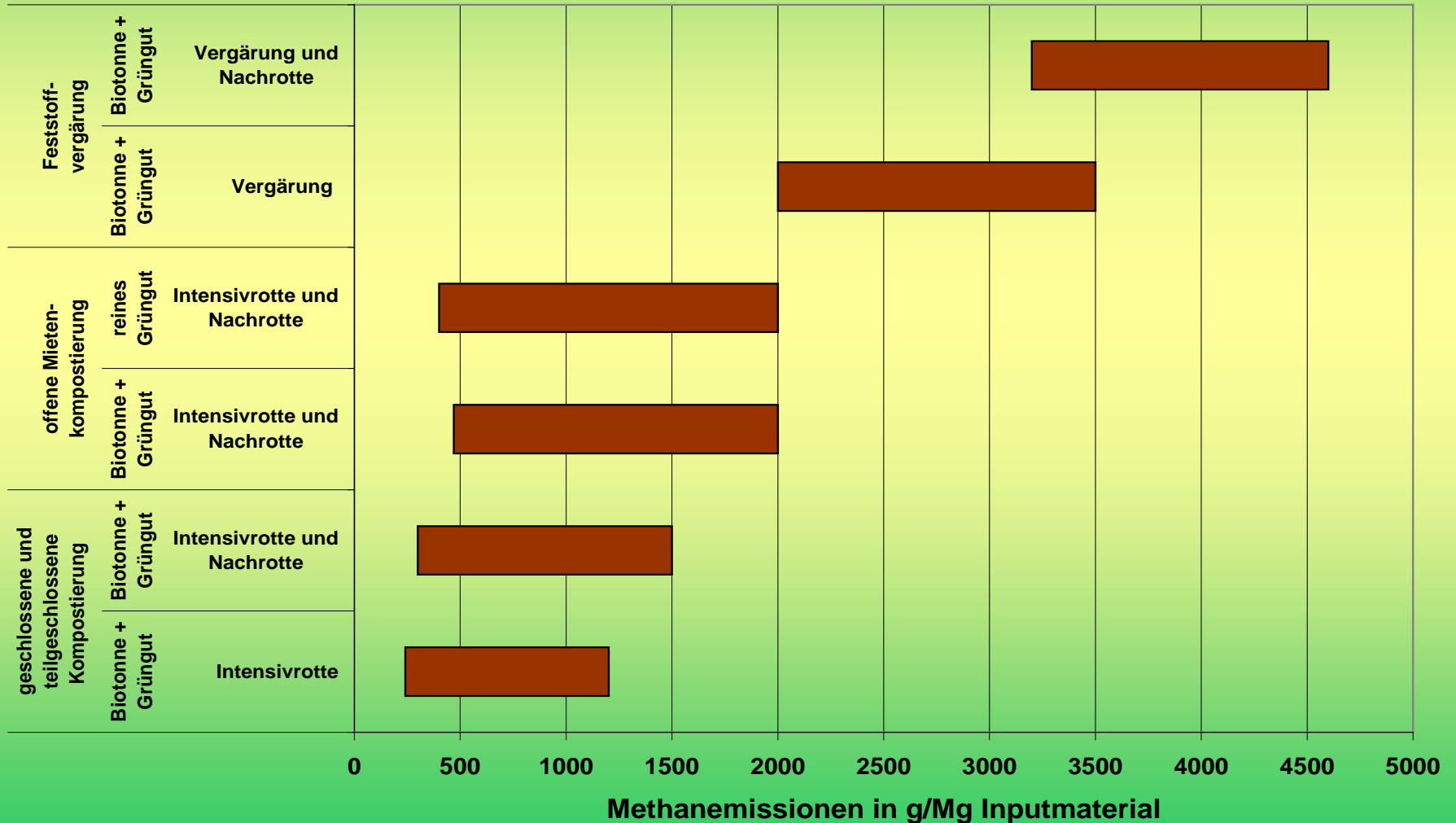
Ausschöpfung der Schwermetallgrenzwerte nach BioAbfV durch Bioabfälle



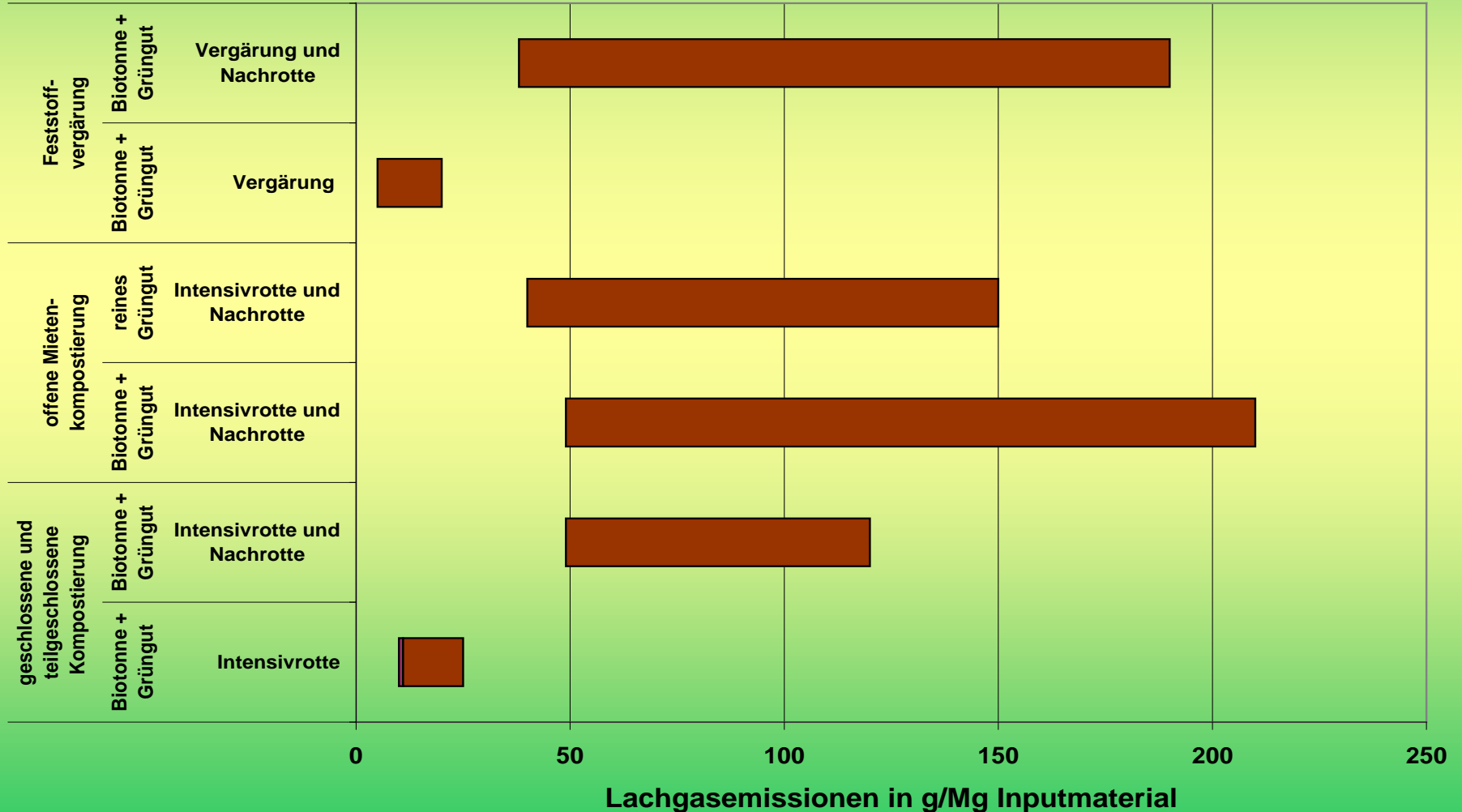
Ausschöpfung der Schwermetallvorsorgewerte nach BBodSchV (Lehmboden) durch Bioabfälle



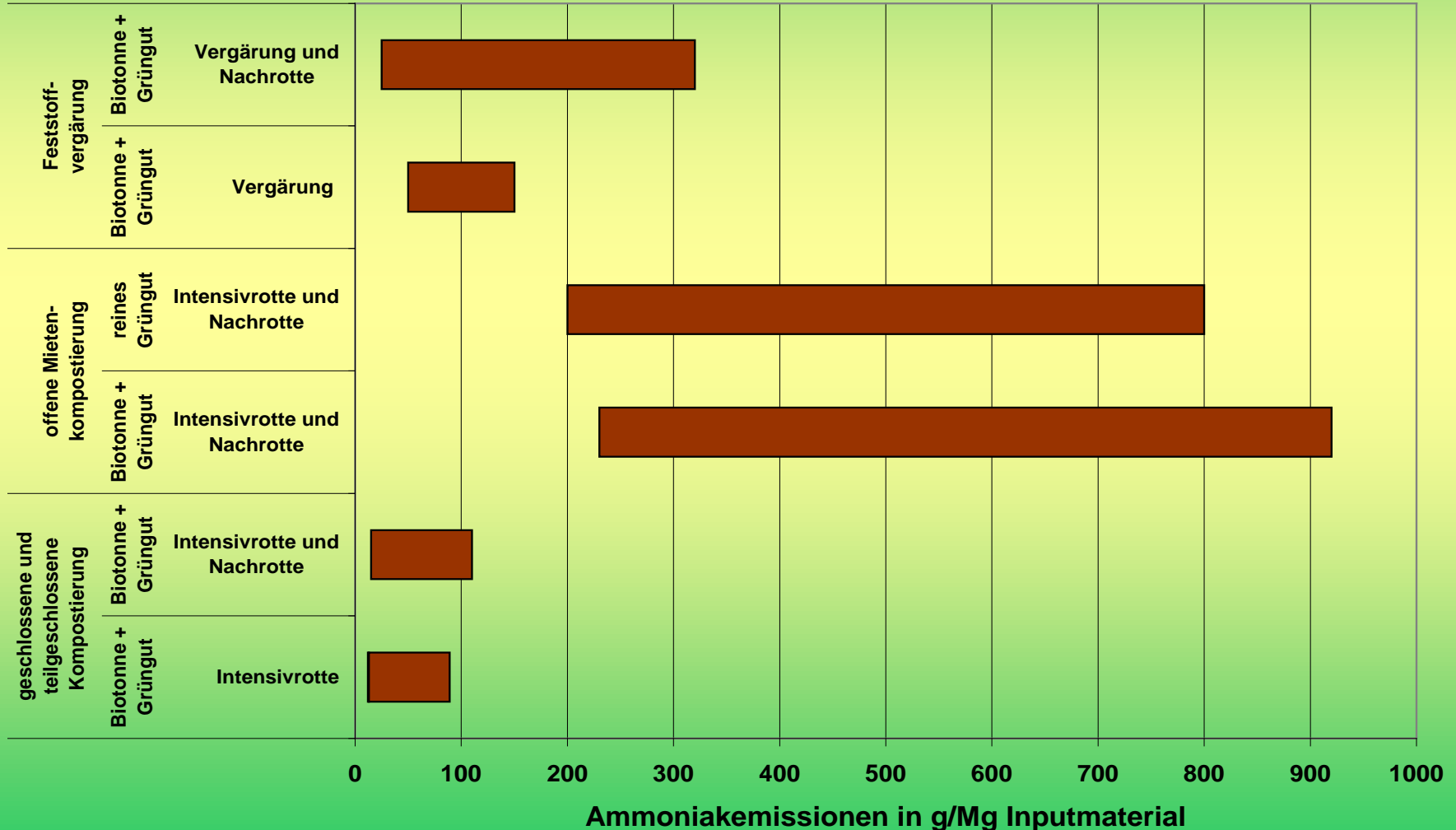
Spannweite der Methanemissionen bei der Bioabfallbehandlung differenziert nach Behandlungsverfahren, Inputmaterial und Prozessstufen (nach Cuhls et al., 2008)



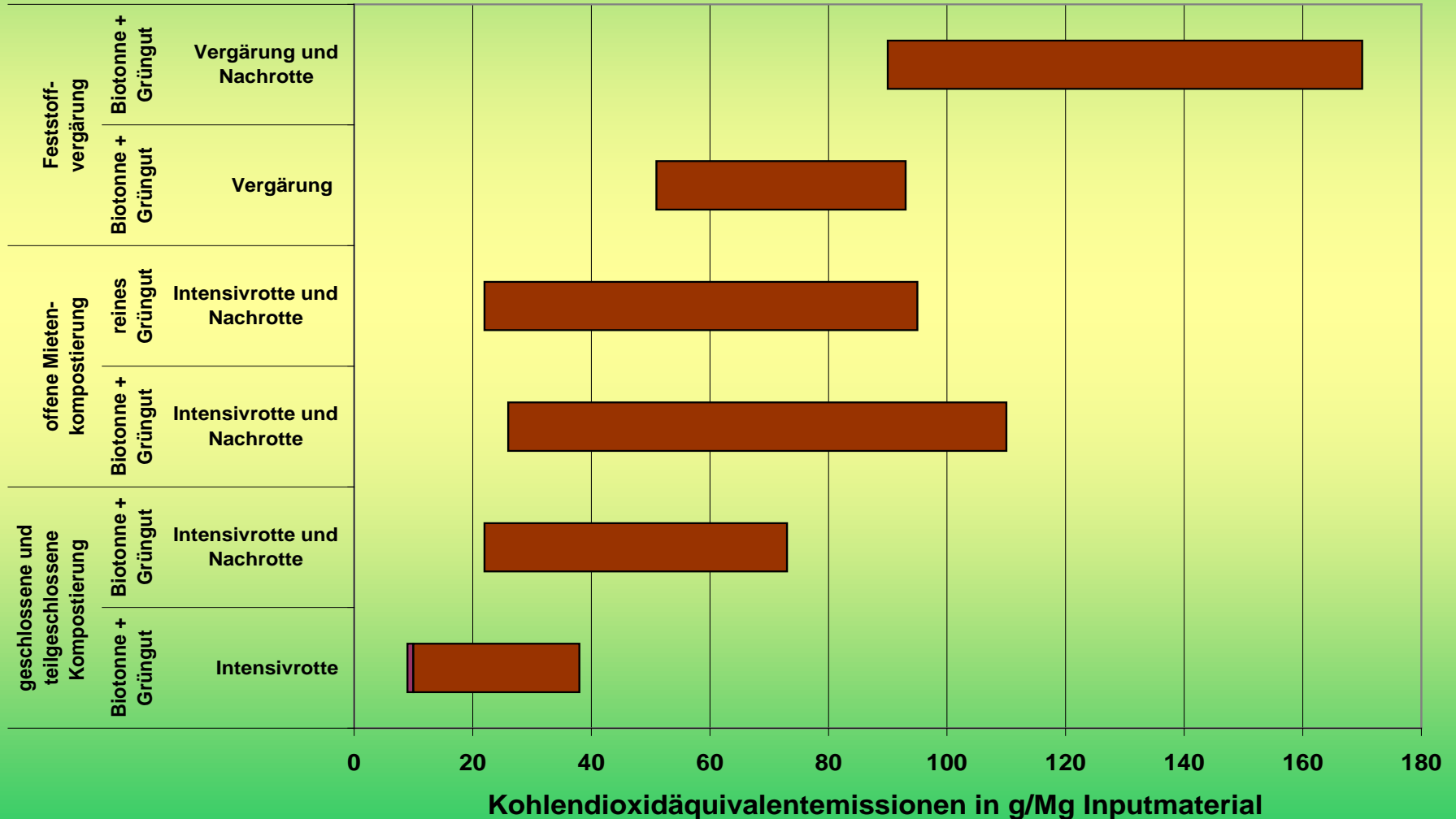
Spannweite der Lachgasemissionen bei der Bioabfallbehandlung differenziert nach Behandlungsverfahren, Inputmaterial und Prozessstufen (nach Cuhls et al., 2008)



Spannweite der Ammoniakemissionen bei der Bioabfallbehandlung differenziert nach Behandlungsverfahren, Inputmaterial und Prozessstufen (nach Cuhls et al., 2008)

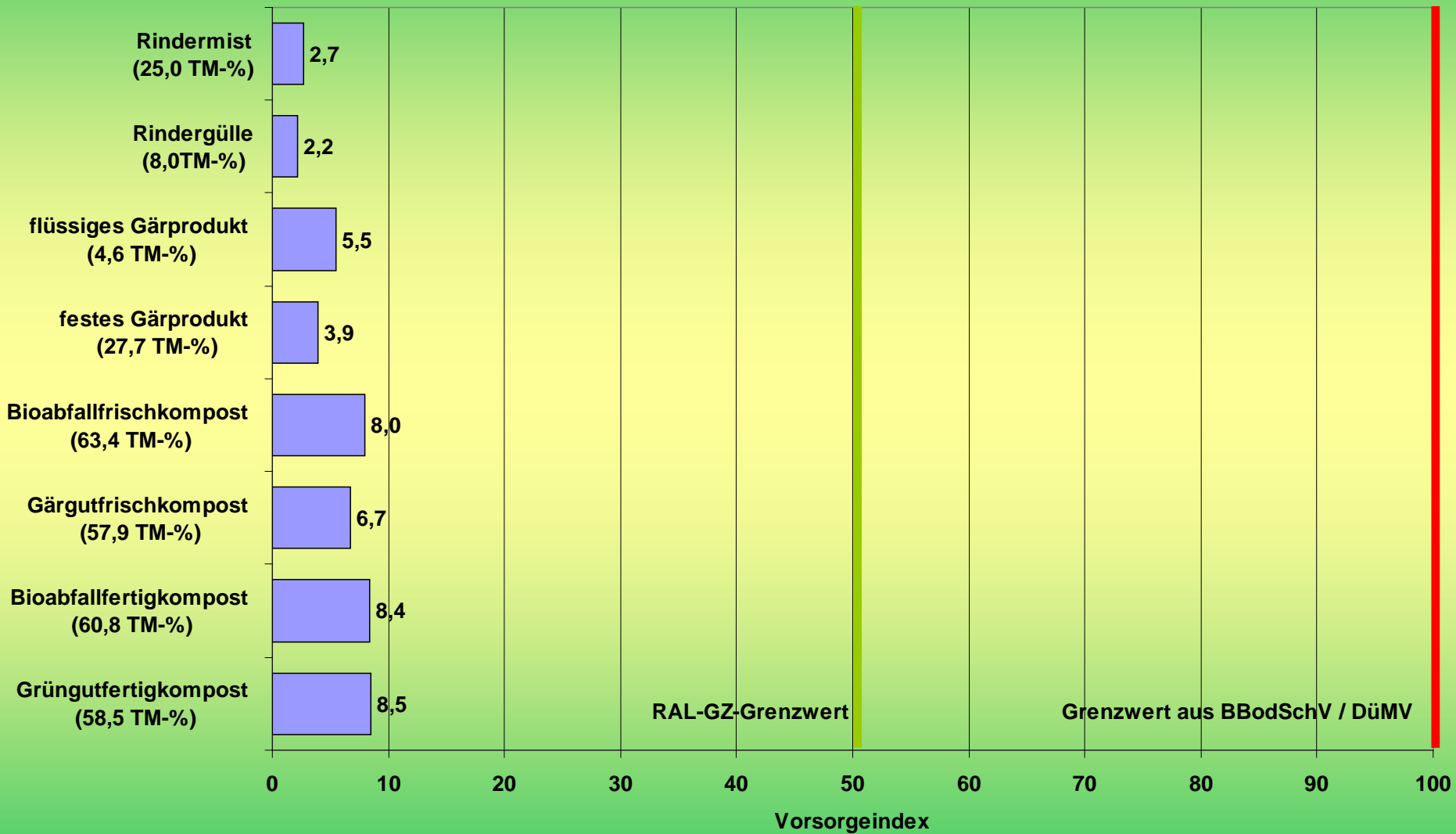


Spannweite der Kohlendioxidäquivalentemissionen bei der Bioabfallbehandlung differenziert nach Behandlungsverfahren, Inputmaterial und Prozessstufen (nach Cuhls et al., 2008)



**Vergleichende Betrachtung
zur stofflichen
Bioabfallverwertung**

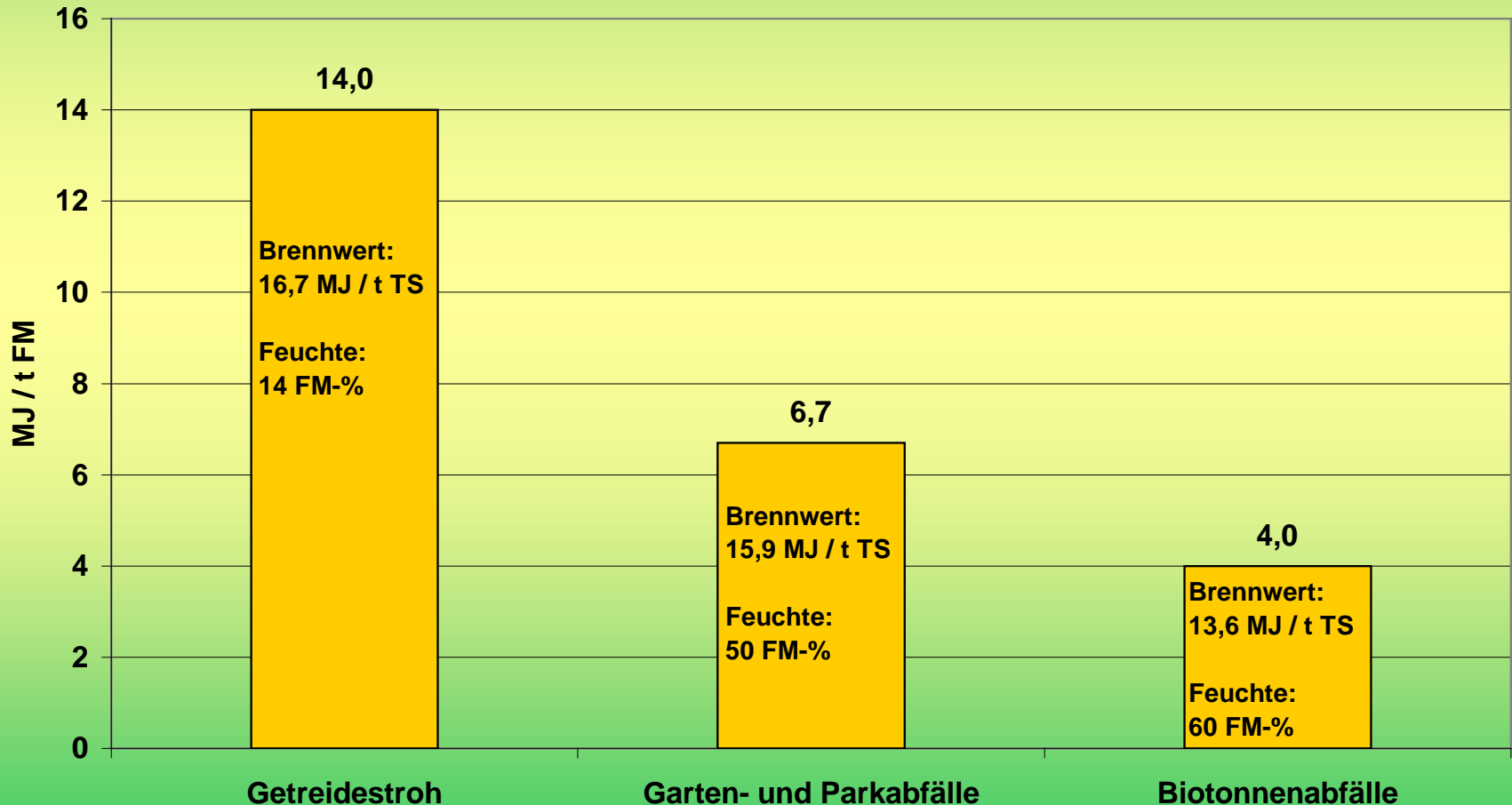
Produktbewertung durch einen trockenmassebezogenen Vorsorgeindex von Bioabfällen (Verhältnis BBodSchV-vorsorgenormierter Schadstoffgehalte zu DüMV-mindestgehaltsnormierten Nährstoffgehalten)



Verhältnis der Leistungsfähigkeit von Stroh und Bioabfällen bei der Humusreproduktion und der Energiegewinnung

(nach Reinhold & Körschens 2004)

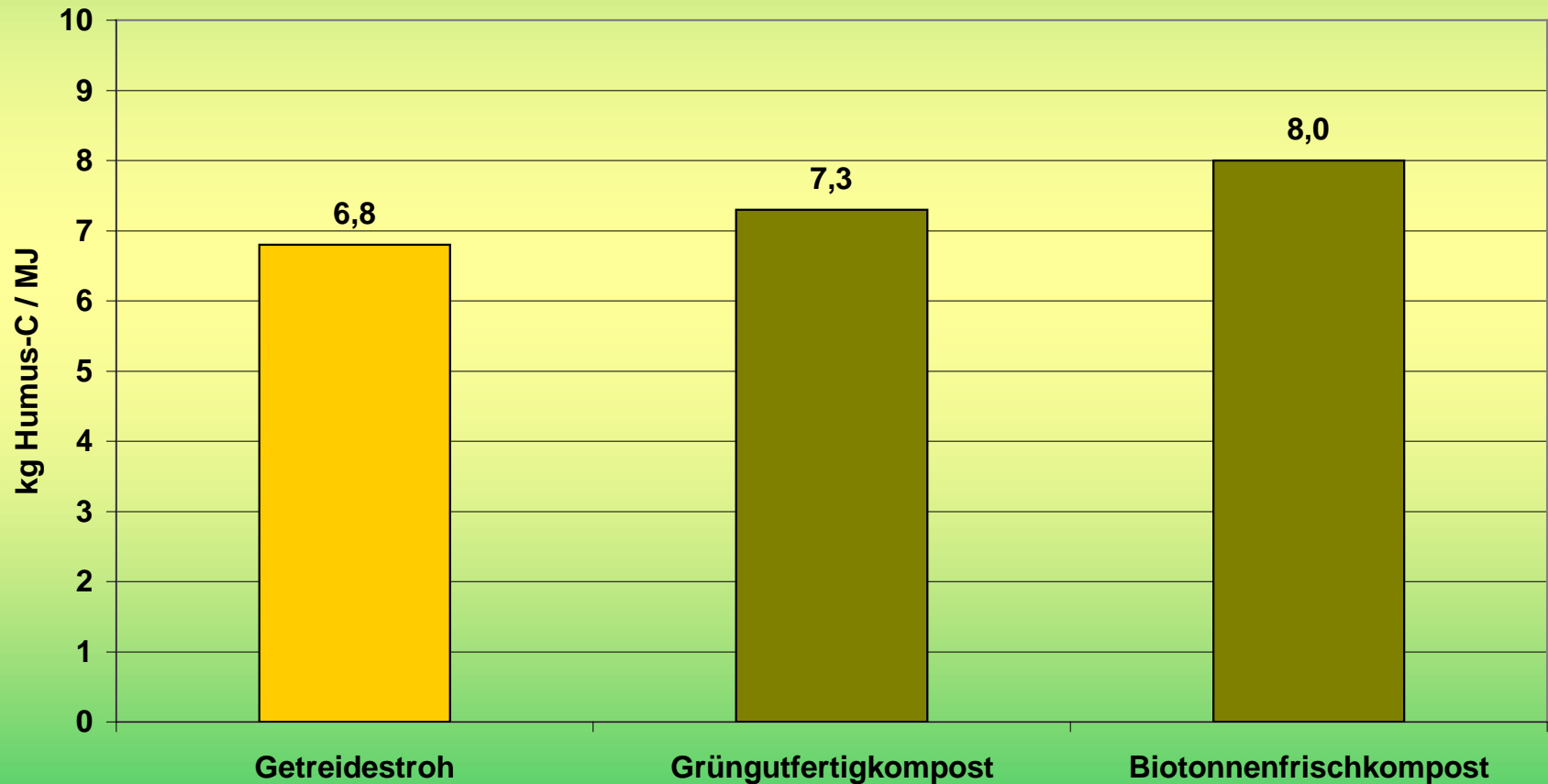
Heizwert von Getreidestroh und Bioabfällen



Verhältnis der Leistungsfähigkeit von Stroh und Bioabfällen bei der Humusreproduktion und der Energiegewinnung

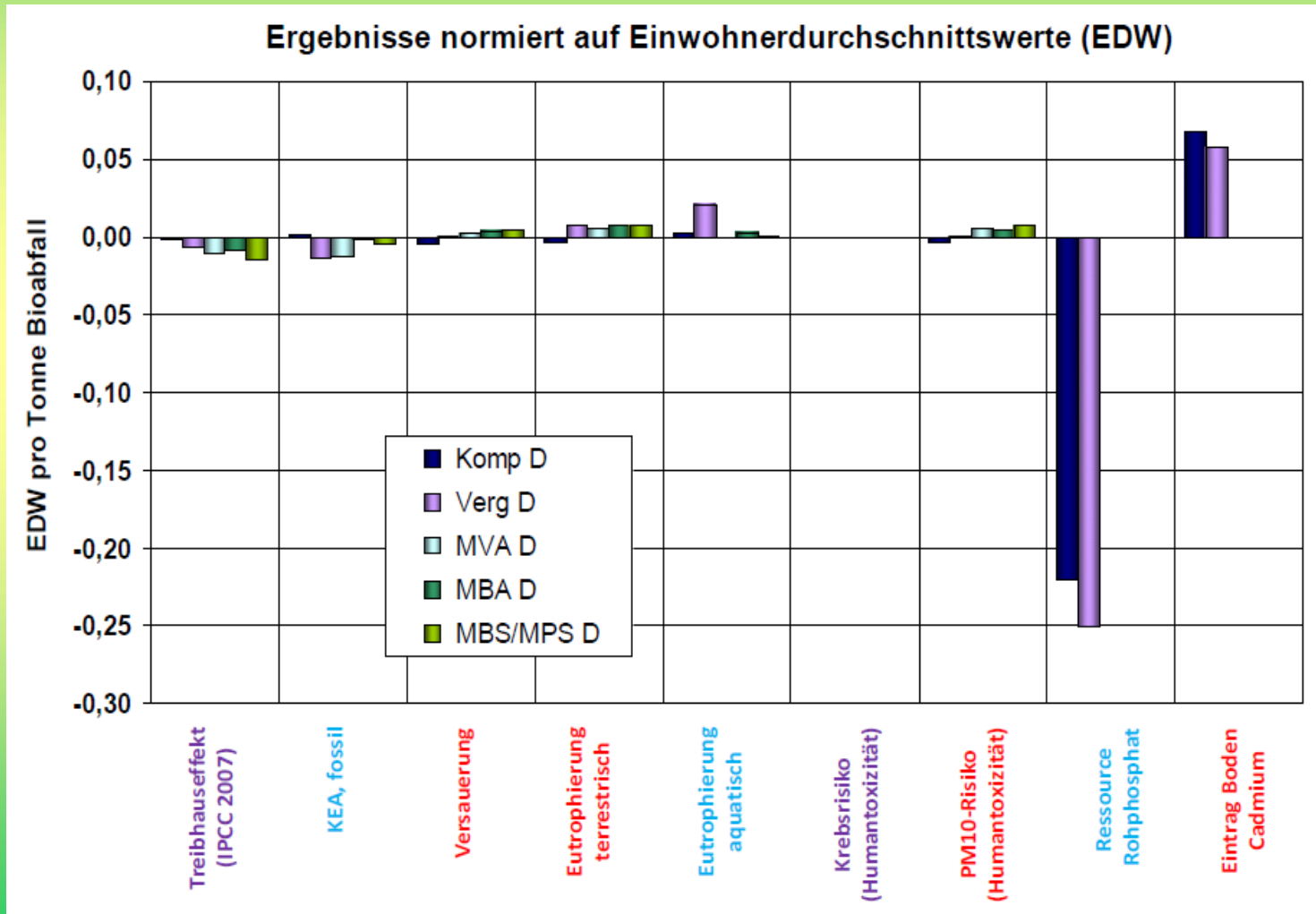
(nach Reinhold & Körschens 2004)

Humusreproduktionsleistung von Getreidestroh und Bioabfällen bezogen auf den Heizwert der Ausgangsstoffe



Optimierung der Verwertung organischer Abfälle

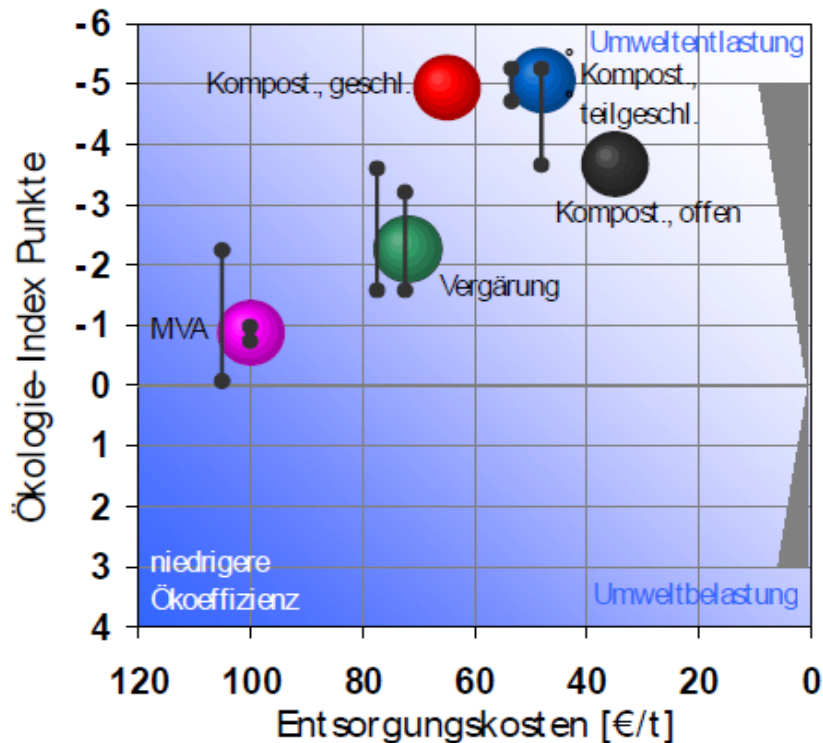
Abschluss-Workshop zum Vorhaben FKZ 3709 33 340 am 02.11.2011 in Dessau
(Knappe & Vogt, 2011)



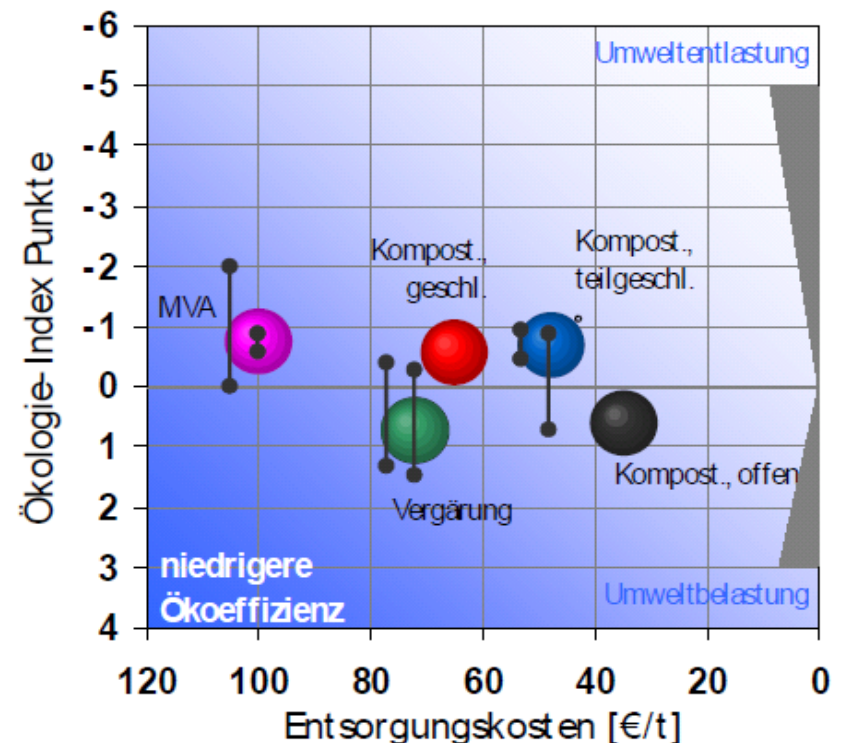
Bioabfallentsorgung: Ökoeffizienzportfolio

(Kreibe, 2010)

Mit Berücksichtigung Wirkungskategorie
Ressourcenbeanspruchung



Ohne Berücksichtigung Wirkungskategorie
Ressourcenbeanspruchung



Balken: links - Sensitivität Energienutzung, **rechts** - Sensitivität Emissionen

Energie- und CO₂-Bilanz von Kompostierungsanlagen

(Springer, 2011)

**Bei lediglich anteiliger thermischer Verwertung von heizwertreichen Fraktionen
(> 11.000 kJ/kg = 10 % vom Inputmaterial)
ergeben sich aus der Substitution von**

**Torf (zur Erdenherstellung) und
Stroh (bei der Humusreproduktion)**

**durch die Herstellung und Anwendung von Bioabfallkomposten
je t Endprodukt (≈ etwa 2 t Inputmaterial)
mittlere Vorteilswirkungen in Höhe von:**

**100 kJ Primärenergie und
200 kg Kohlendioxid**

⇒ Einführung von anlagenbezogenen Effizienzpässen

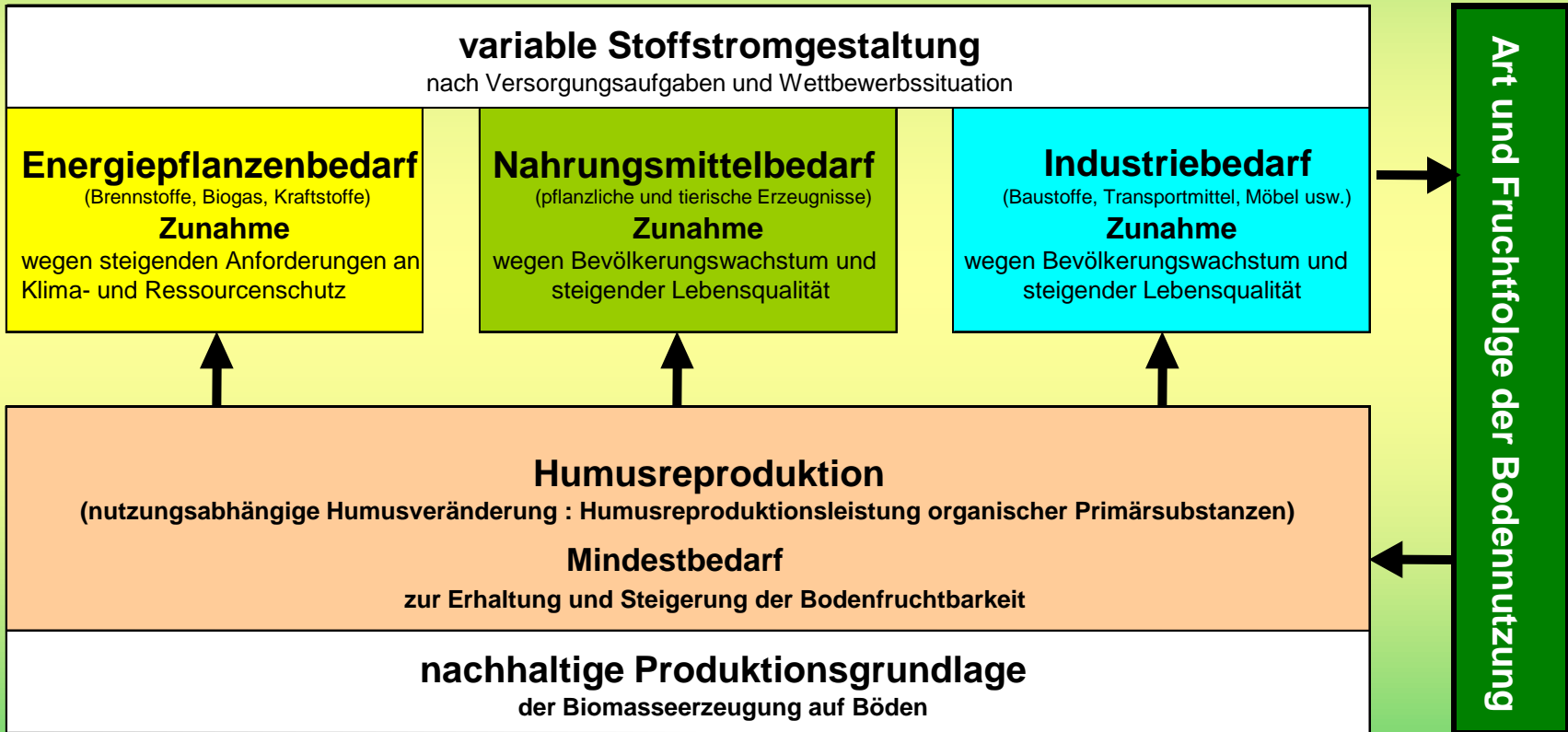
Fazit

Die stoffliche Verwertung von Bioabfällen muss neu bewertet werden. Das gilt insbesondere für die Wirkungsfelder:

- Gewährleistung der natürlichen Bodenfunktionen
- Humusproduktion auf Ackerstandorten
- C-Sequestrierung auf humusverarmten Standorten
- Phosphorrückführung auf Bodenflächen
- Emissionsminderung klimarelevanter Gase
- Energieeffizienz bei der Verwertung

Einseitige Bewertungen zur energetischen Verwertung von Biomasse bringen auch nur einseitige Aussagen hervor

Struktur der konkurrierenden Bedarfsbereiche für terrestrische Biomasse



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit