

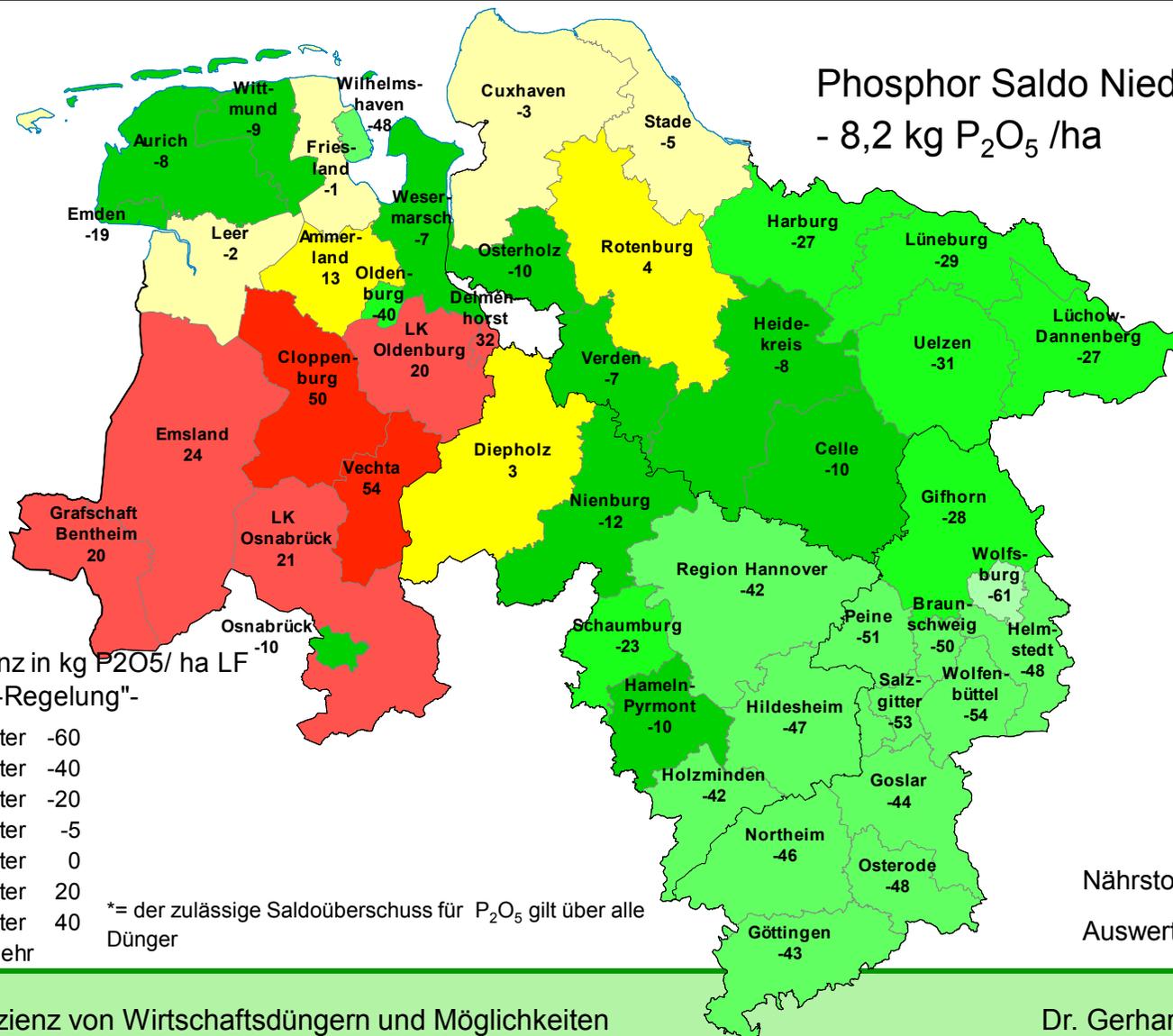
Düngeeffizienz von Wirtschaftsdüngern und Möglichkeiten zu ihrer Verbesserung

Dr. Gerhard Baumgärtel
Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Phosphorsaldo aus org.-Düngern

ohne 20kg Regelung §6 Abs. 2 Nr. 2 DüV*

Phosphor Saldo Niedersachsen =
- 8,2 kg P₂O₅ /ha



Phosphorbilanz in kg P₂O₅/ ha LF
-ohne "20-kg-Regelung"-

- 80 bis unter -60
- 60 bis unter -40
- 40 bis unter -20
- 20 bis unter -5
- 5 bis unter 0
- 0 bis unter 20
- 20 bis unter 40
- 40 und mehr

*= der zulässige Saldoüberschuss für P₂O₅ gilt über alle
Dünger

Nährstoffbericht Niedersachsen 2013

Auswertung R.Oltmanns u.a.

Düngeeffizienz von Wirtschaftsdüngern und Möglichkeiten
zu ihrer Verbesserung

Dr. Gerhard Baumgärtel
Fachbereich Pflanzenbau, Saatgut

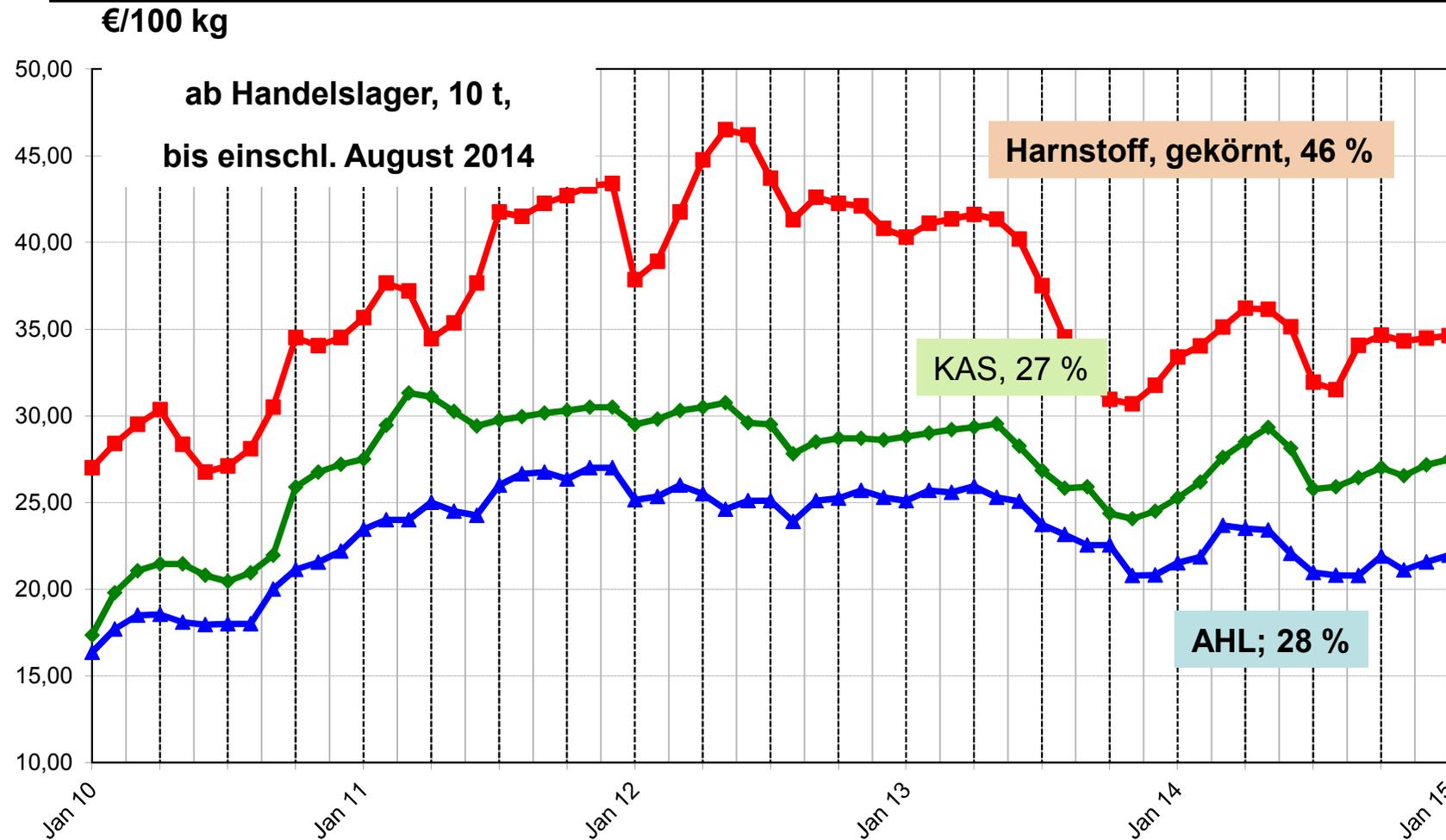
Folgende Punkte werde ich ansprechen:

- **Anlass für den effizienten Einsatz von Wirtschaftsdüngern**
- **Besonderheiten bei organischer Düngung**
- **Nährstoffgehalte von organischen Düngern**
- **Ergebnisse von Feldversuchen zur Ermittlung der Stickstoffwirkung organischer Dünger**
 - **Geflügelmiste und Rindermist**
 - **Gärreste**
- **P- und K-Wirkung von organischen Düngern**

Anlass für den effizienten Einsatz von organischen Düngern

- Düngemittelpreise
- Düngeverordnung

N-Düngerpreise in Niedersachsen

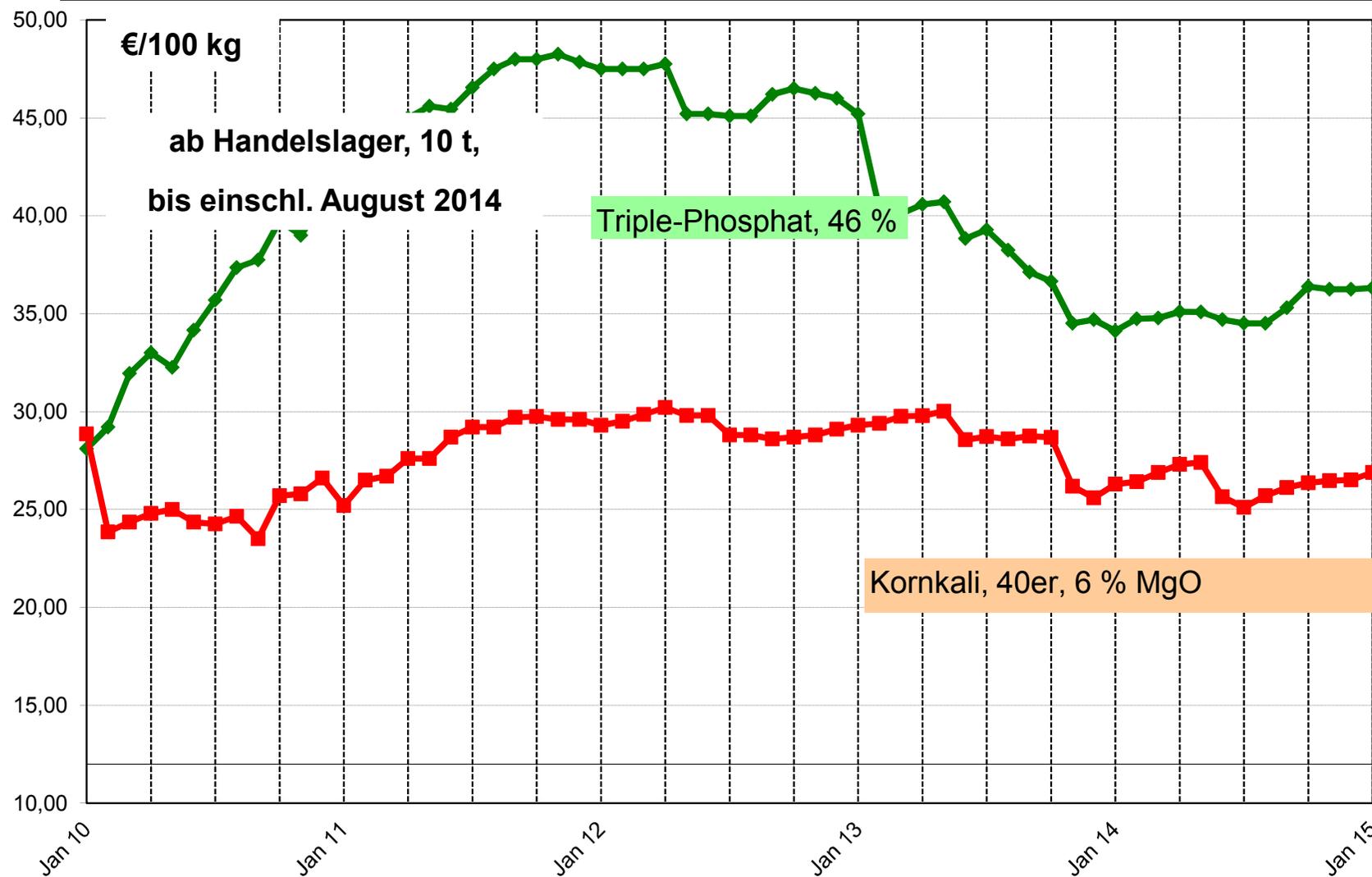


Funk, 2015

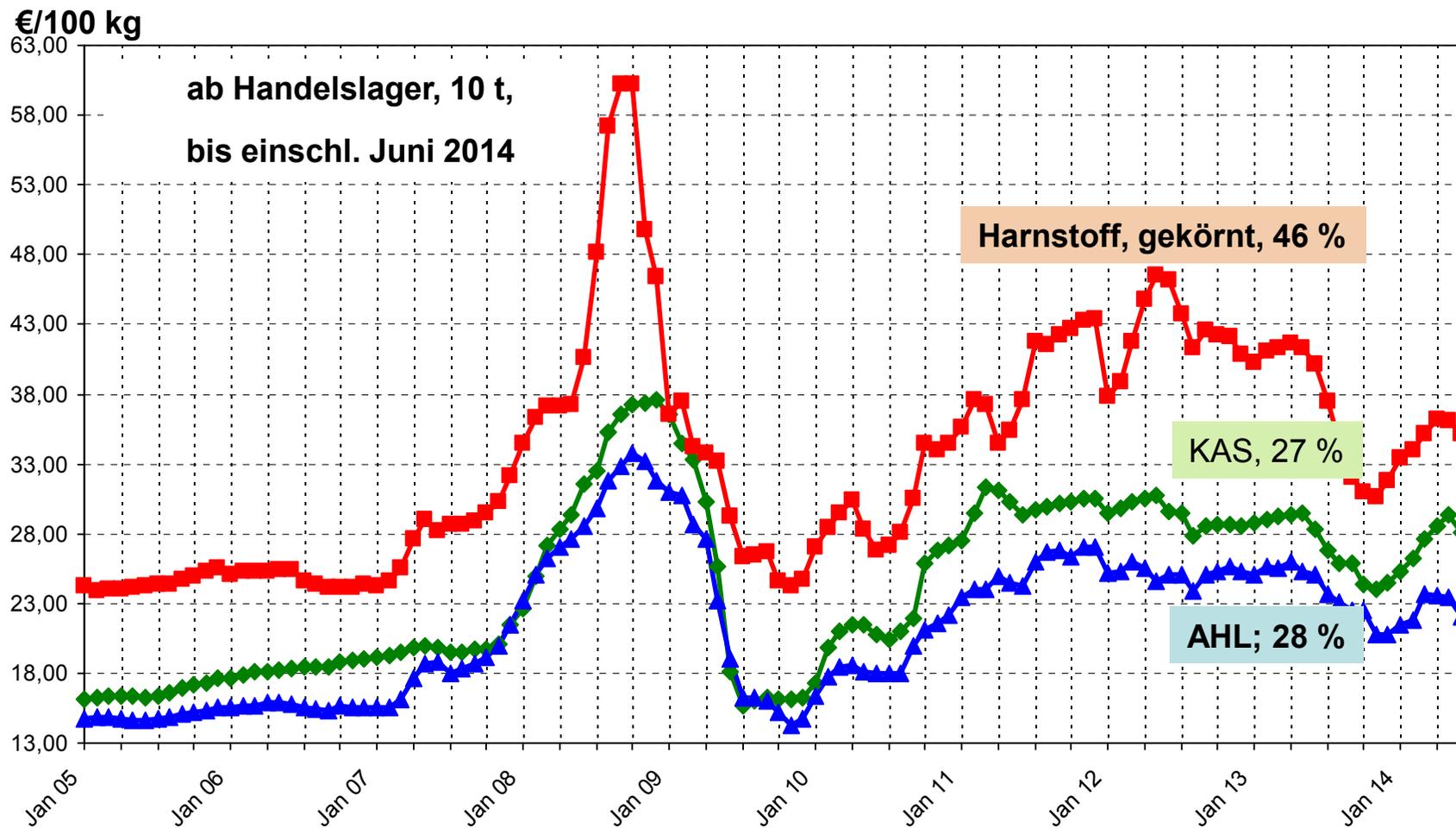
Düngeeffizienz von Wirtschaftsdüngern und Möglichkeiten
zu ihrer Verbesserung

Dr. Gerhard Baumgärtel
Fachbereich Pflanzenbau, Saatgut

Preise für Grunddünger in Niedersachsen



N-Düngerpreise in Niedersachsen

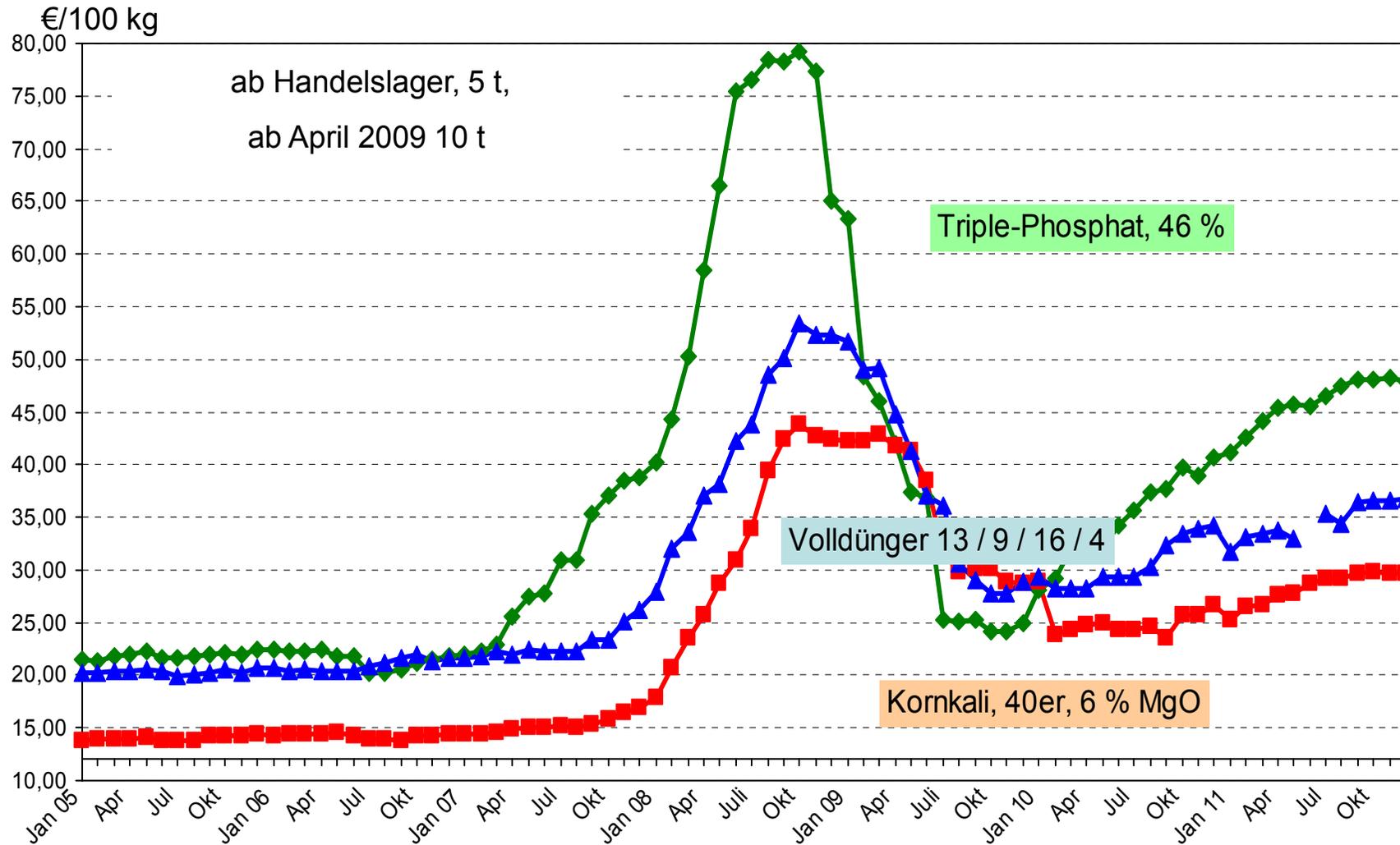


Funk, 2014

Düngereffizienz von Wirtschaftsdüngern und Möglichkeiten
zu ihrer Verbesserung

Dr. Gerhard Baumgärtel
Fachbereich Pflanzenbau, Saatgut

Preise für Grunddünger in Niedersachsen



Funk, 2011

Düngeneffizienz von Wirtschaftsdüngern und Möglichkeiten
zu ihrer Verbesserung

Dr. Gerhard Baumgärtel
Fachbereich Pflanzenbau, Saatgut

Düngeverordnung gibt den Rahmen ...

....für eine effiziente Düngung

Gute fachliche Praxis bei der Düngung bedeutet:

Düngermengen am Bedarf der Pflanzen unter Berücksichtigung der verfügbaren Nährstoffvorräte im Boden ausrichten

Mindestanforderungen an Gewässer- und Atmosphärenschutz erfüllen

Die Düngeverordnung gibt Grenzen für Stickstoffsalden vor!

Nährstoffsalden auf Betriebsebene für N im Mittel
der letzten 3 Jahre

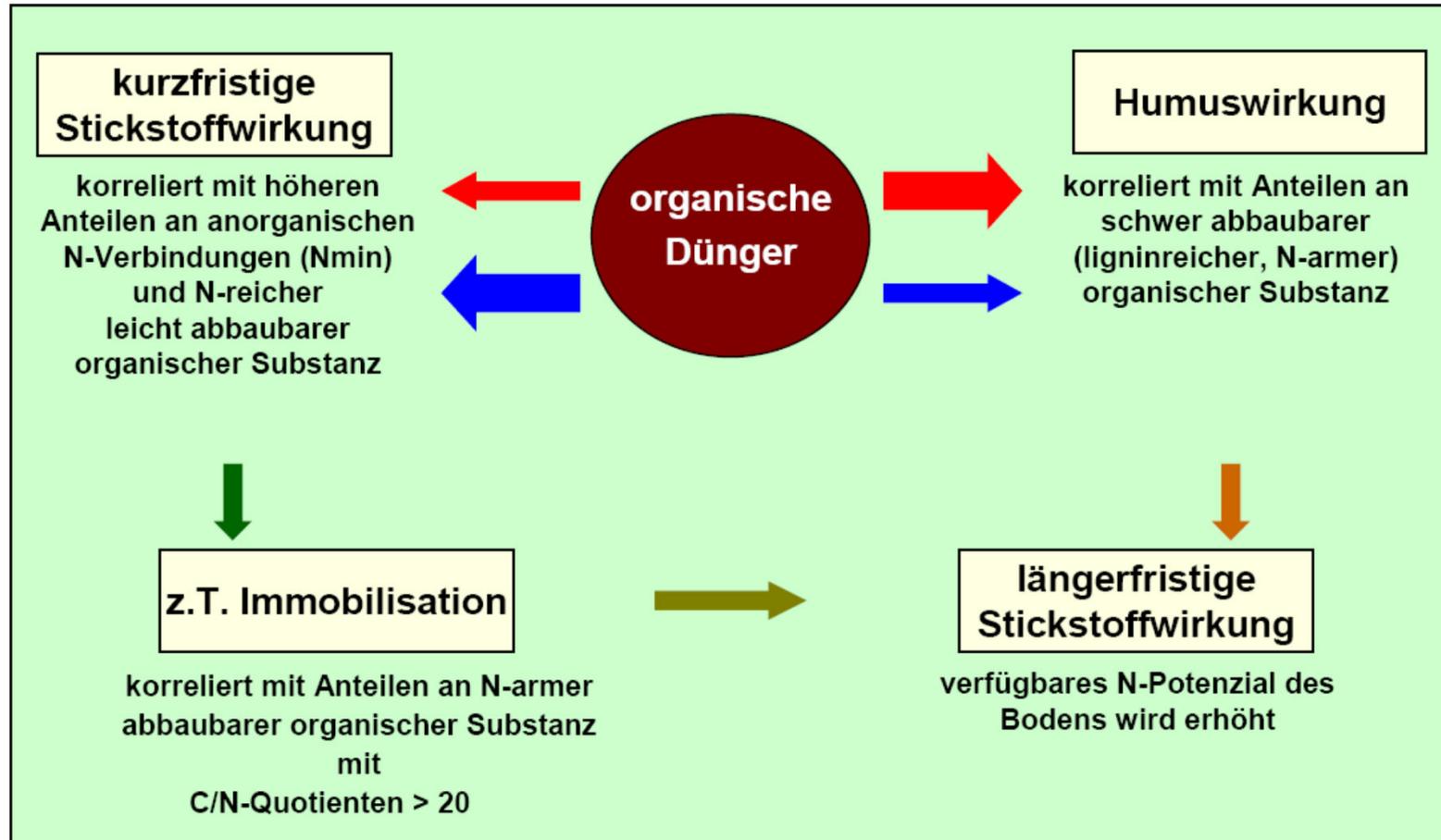
kleiner 60 kg N/ha

und ab 2018

kleiner 50 kg N/ha

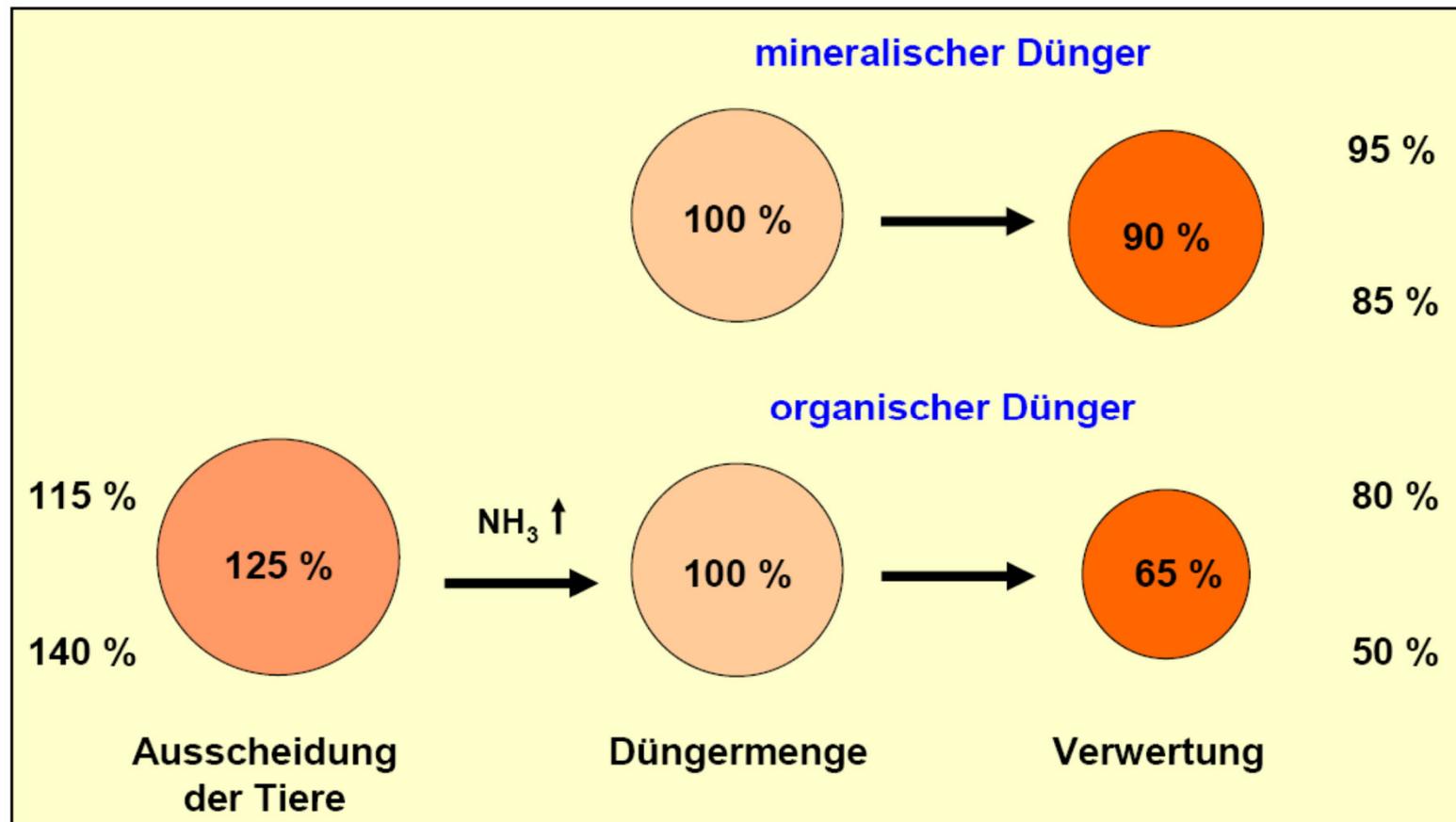
Zentrale Frage: Wie kann ich die N-Verfügbarkeit von organischen Düngern verbessern??

Stickstoff- und Humuswirkung organischer Dünger



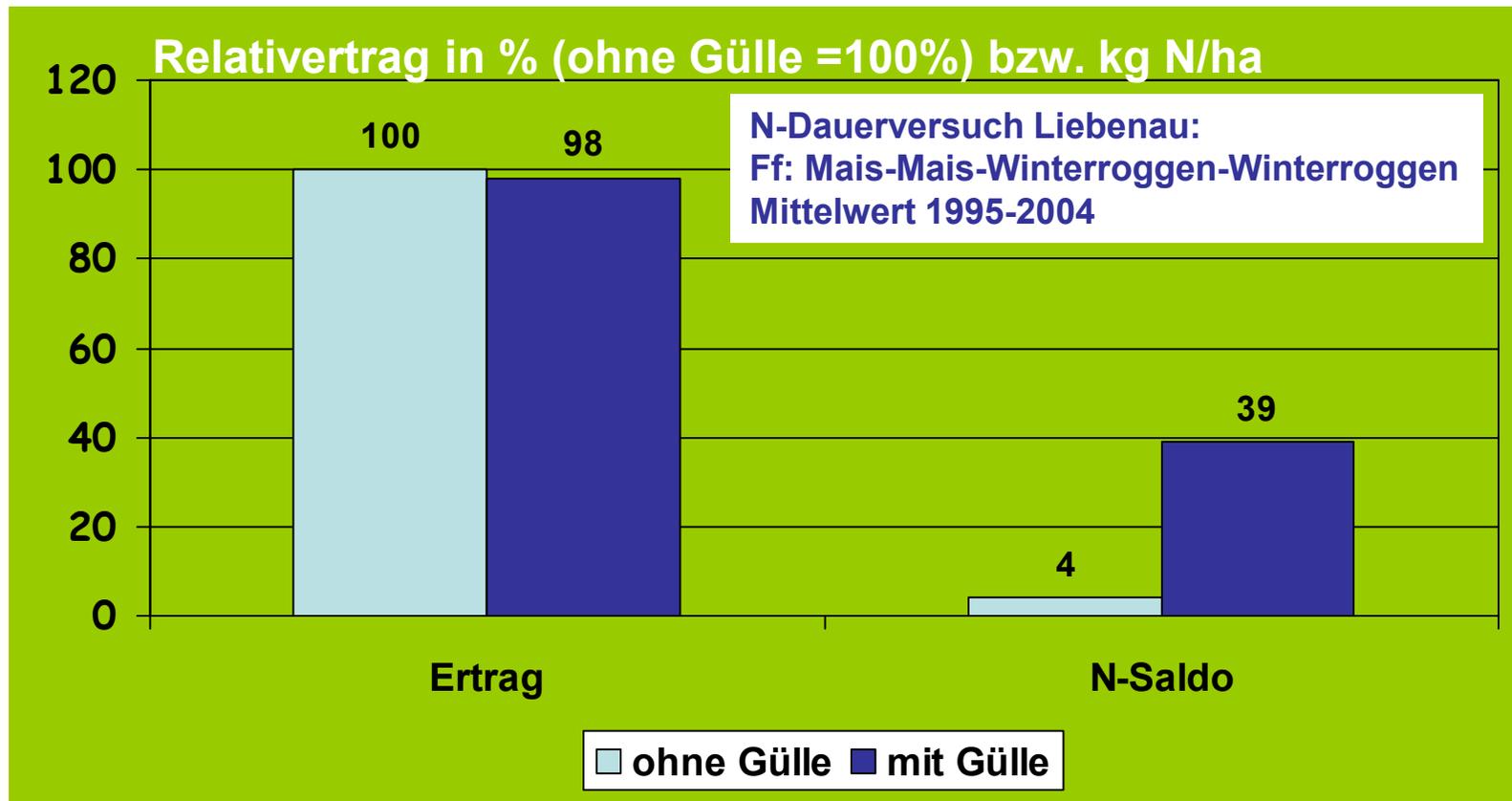
Gutser und Ebertseder, 2006

Verwertung der N-Düngung durch Pflanzen (langfristige Betrachtung und optimaler Einsatz)



Gutser und Ebertseder, 2002

N-Salden mit organischer Düngung höher!



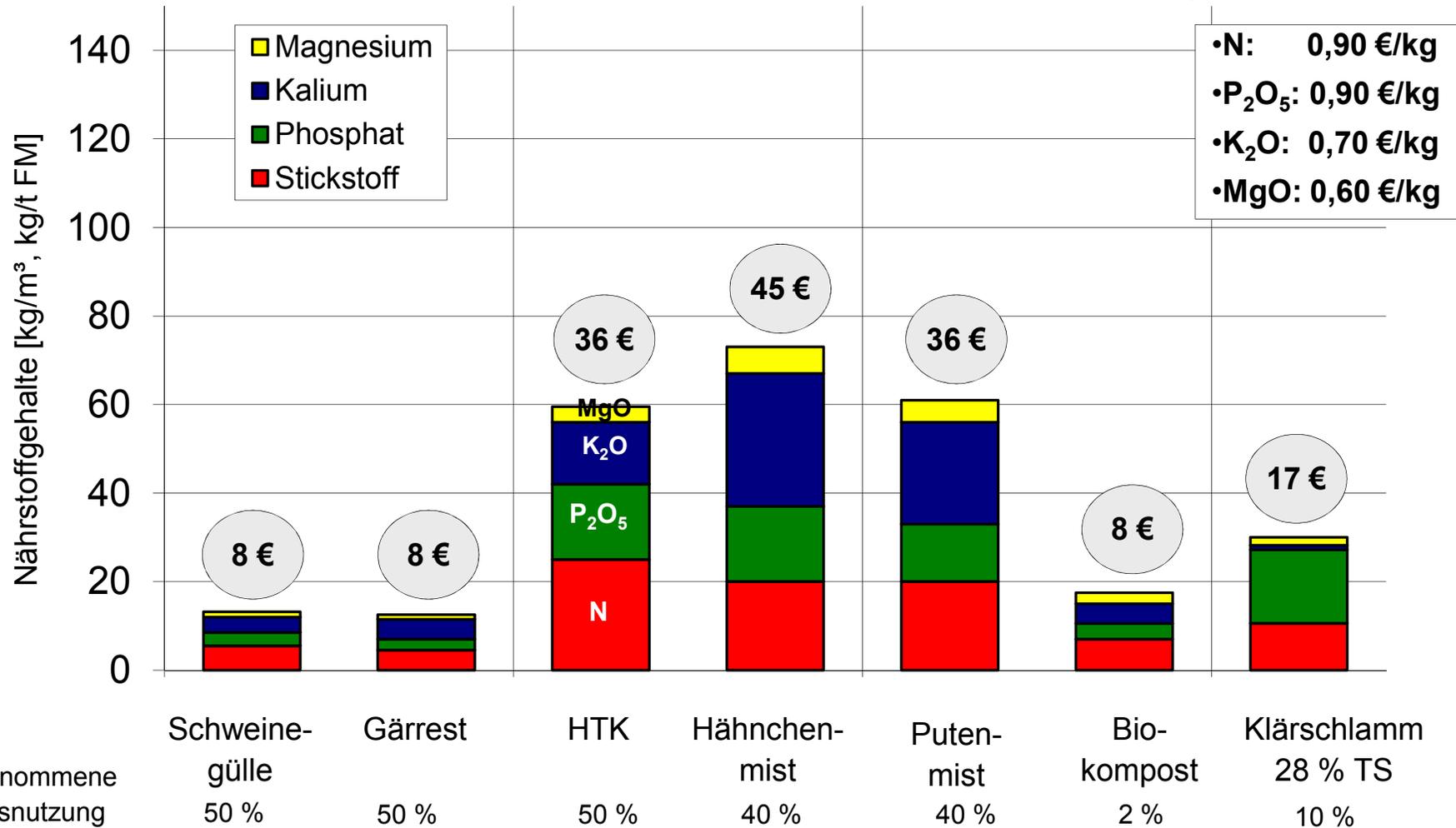
Ursachen für geringere Mineraldüngeräquivalente

- **Denitrifikation**
- **Auswaschung**
- **Immobilisation**
- **Ammoniakverflüchtigung**

Nährstoffgehalte und -werte organischer Dünger

(unterschiedliche N-Ausnutzung berücksichtigt)

Zusammenstellung K. Möller, 2014



Düngereffizienz von Wirtschaftsdüngern und Möglichkeiten zu ihrer Verbesserung

Dr. Gerhard Baumgärtel
Fachbereich Pflanzenbau, Saatgut

N-Wirkung verschiedener organischer Dünger im Anwendungsjahr



Quelle: Gutser, TUM Weihenstephan

Stickstoff aus organischen Düngern schwer kalkulierbar !



ohne N	Rinder-gülle	Klär-schlamm	separierte Gülle-feststoffe	Stallmist	reifer Bioabfall-kompost	unreifer Bioabfall-kompost
$\text{NH}_4^+\text{-N}$ (% N_t):	64	45	33	13	8	4
C/N:	7	5	15	20	12	20

Düngereffizienz von Wirtschaftsdüngern und Möglichkeiten zu ihrer Verbesserung

Dr. Gerhard Baumgärtel
Fachbereich Pflanzenbau, Saatgut

Wie viel Stickstoff kann man bei der Düngeplanung ansetzen, wie hoch sind die „Mineraldüngeräquivalente“ ?

N-Mineraldüngeräquivalente beziehen sich auf die Ertragswirkung. Sie geben an, wie der Wirtschaftsdünger-N im Vergleich zum Mineraldünger-N wirkt.

(Def. Koriath et al., 1975)

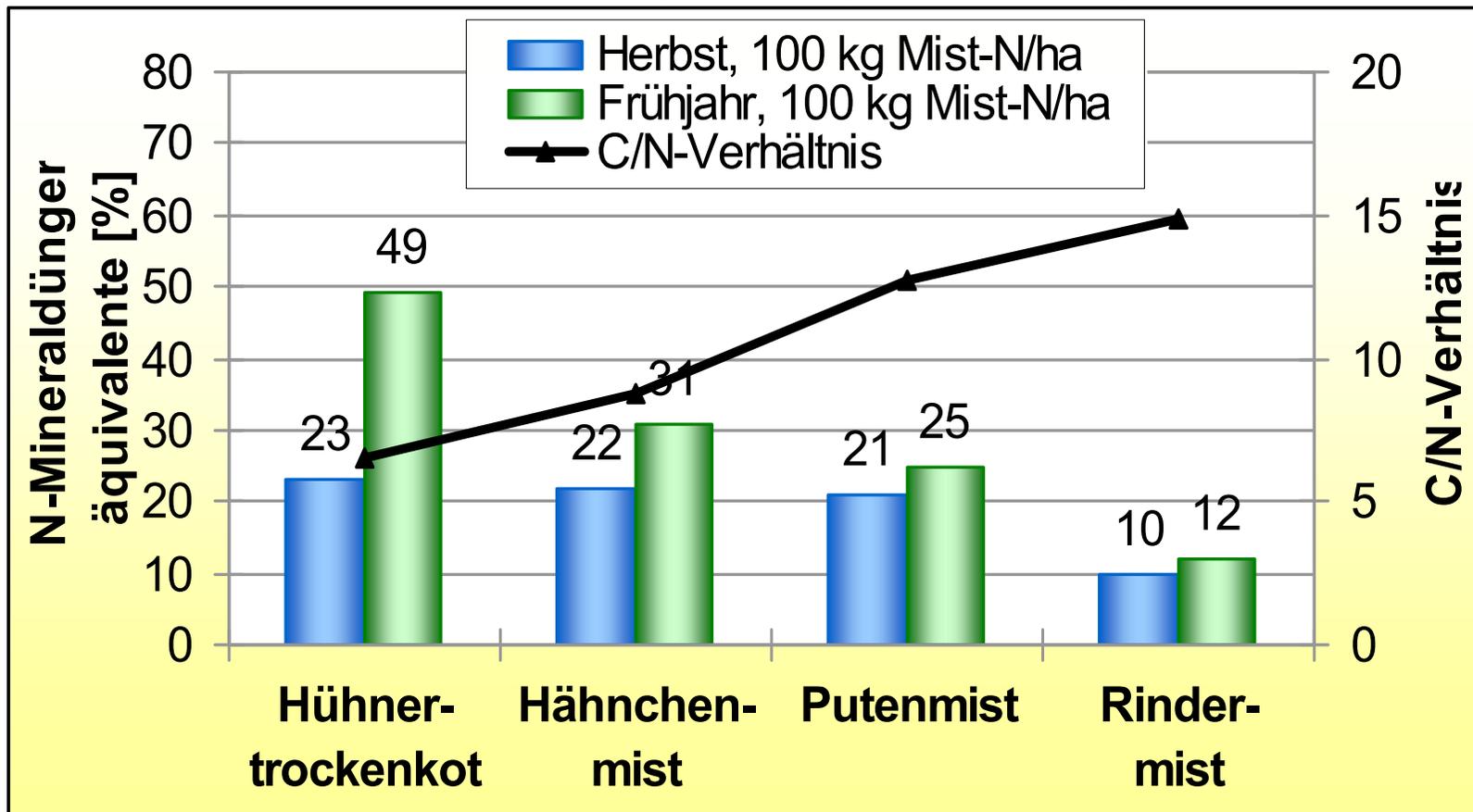
100 kg N/ha als Gülle-N bewirken den selben Ertrag wie 50 kg N/ha als Mineraldünger:

$$\text{N-MDÄ} = \frac{\text{N kg/ha Mineraldünger}}{\text{N kg/ha organische Düngung}} \times 100$$

$$\text{N-MDÄ} = \frac{50}{100} \times 100$$

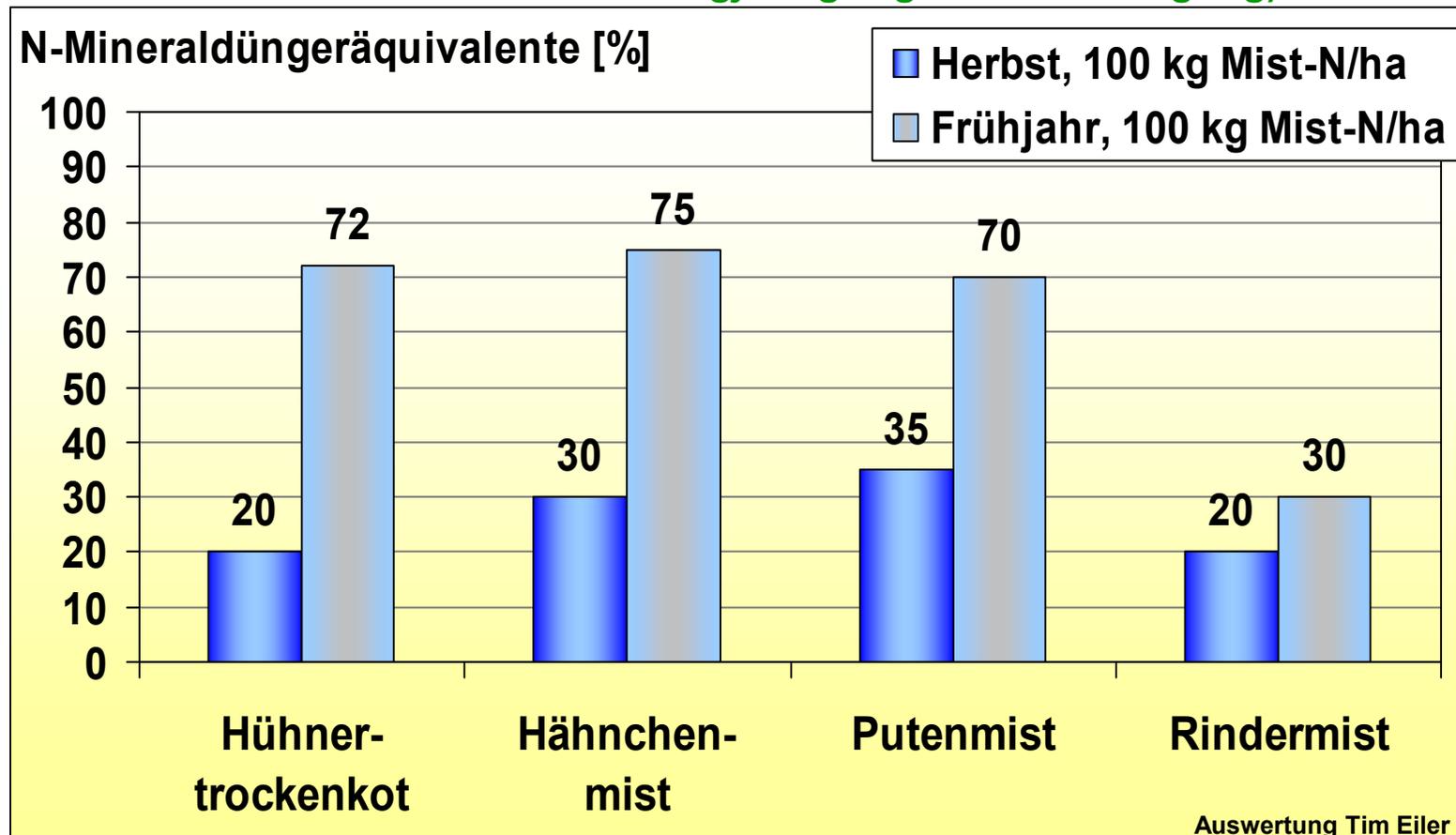
$$\text{N-MDÄ} = \text{N-Anrechenbarkeit: } 50\%$$

N-Mineraldüngeräquivalente von Festmisten zu Wintergetreide
(n = 12; ohne Mineral-N-Ergänzung, Wehnen im LK Oldenburg, humoser Sandboden mit langjährig organischer Düngung)

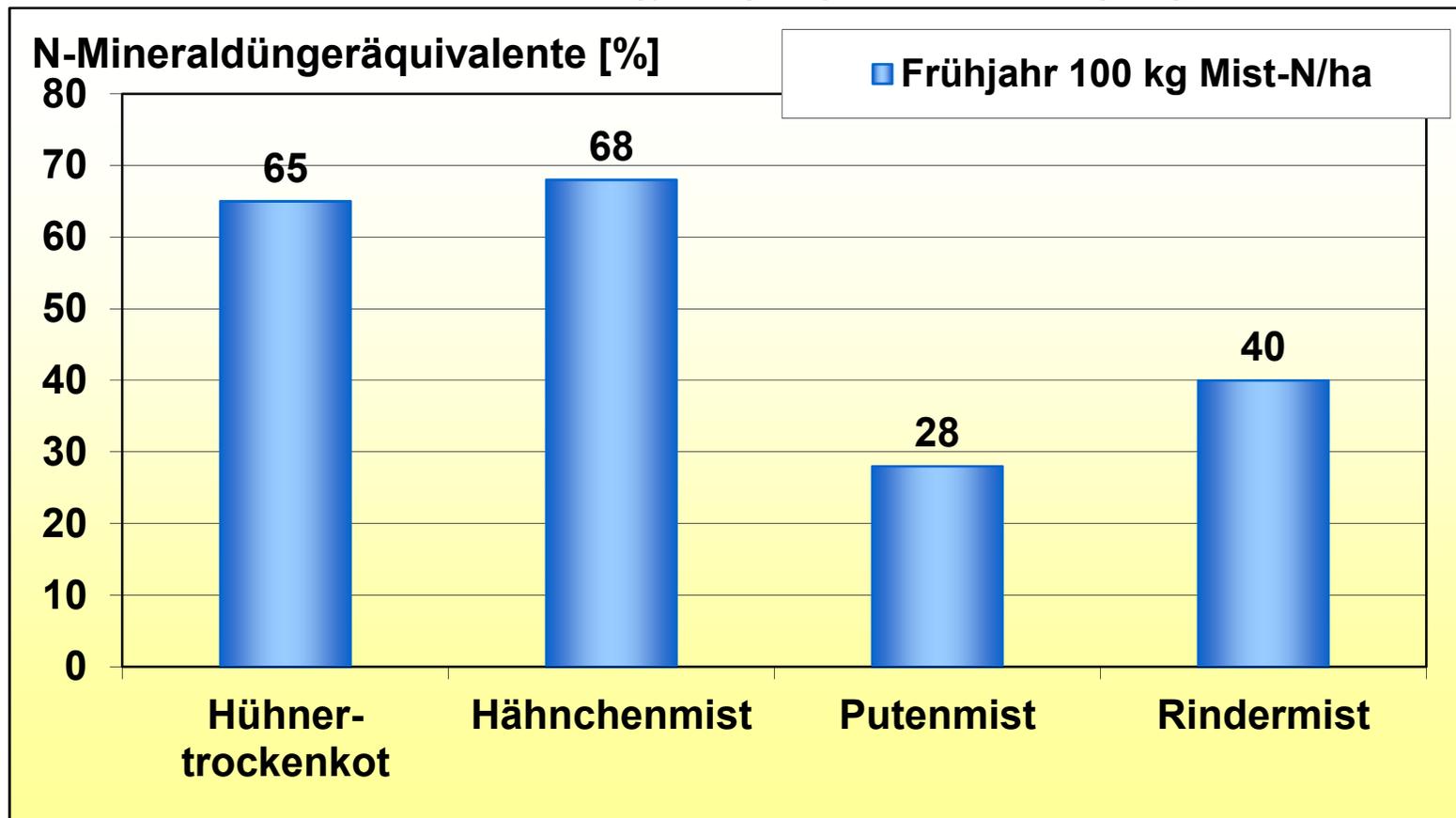


Auswertung Tim Eiler

N-Mineraldüngeräquivalente von Festmisten zu Mais
(Mittel aus 4 Versuchen; ohne Mineral-N-Ergänzung, Wehnen im LK Oldenburg,
humoser Sandboden mit langjährig organischer Düngung)



N-Mineraldüngeräquivalente von Festmisten zu Kartoffeln (n = 4; ohne Mineral-N-Ergänzung, Wehnen im LK Oldenburg, humoser Sandboden mit langjährig organischer Düngung)



Auswertung Tim Eiler

Zwischenfazit

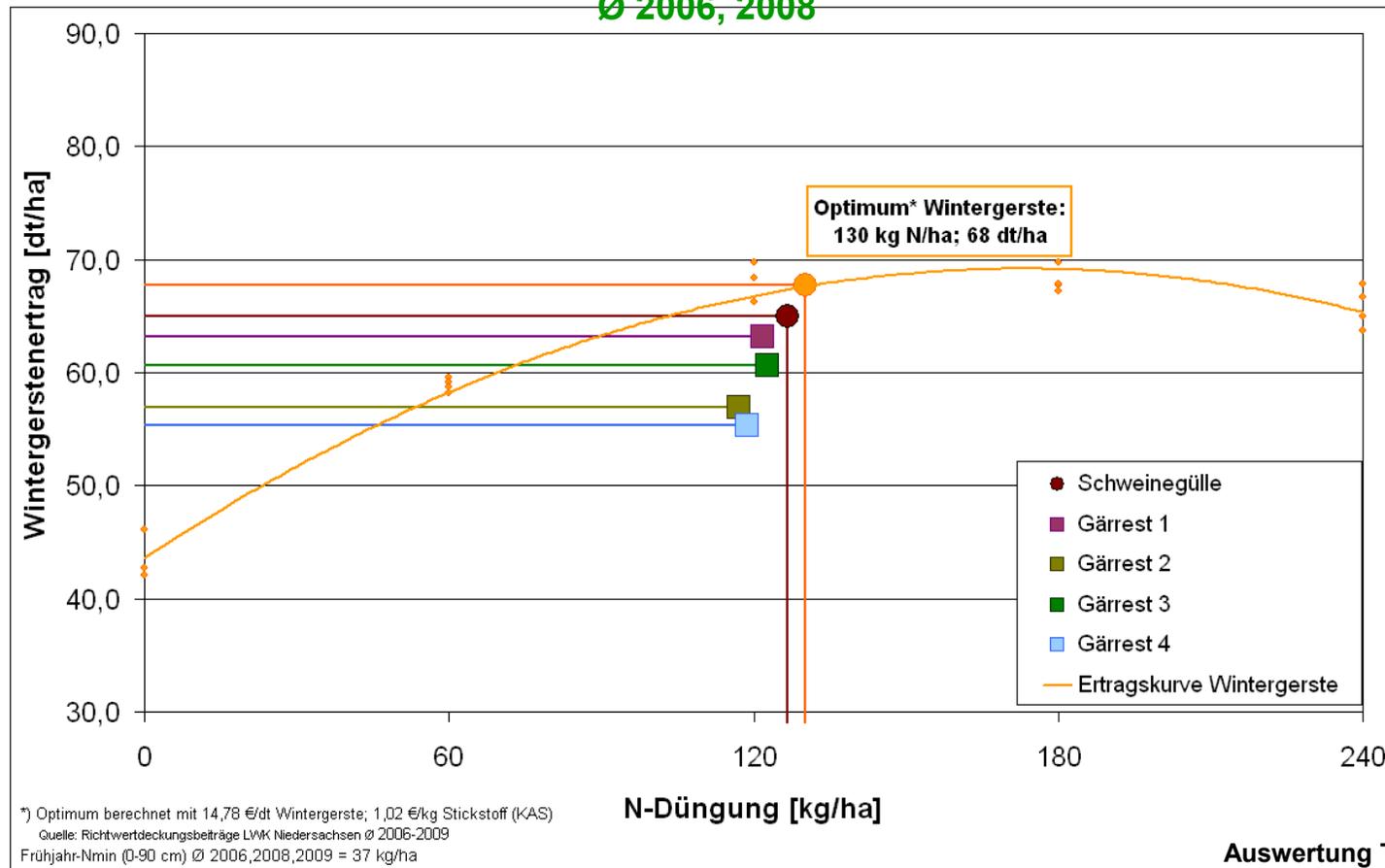
- Die Düngewirkung der Festmiste nimmt in der Reihenfolge: Rindermist, Entenmist < Putenmist < Hähnchenmist < Hühnertrockenkot zu.
- Die Frühjahrsanwendung von Festmistern war auf dem Sandboden in Wehnen bei der Herbstanwendung in der Regel ertraglich überlegen.
- Bei einer kombinierten Festmist- und Mineral-N-Düngung führt eine Erhöhung der Festmistgabe von 100 auf 200 kg N/ha bei Wintergetreide lediglich zu einem geringen Ertragsanstieg.

Analysen Gärrestversuch Wehnen (Ø 2006-2009)

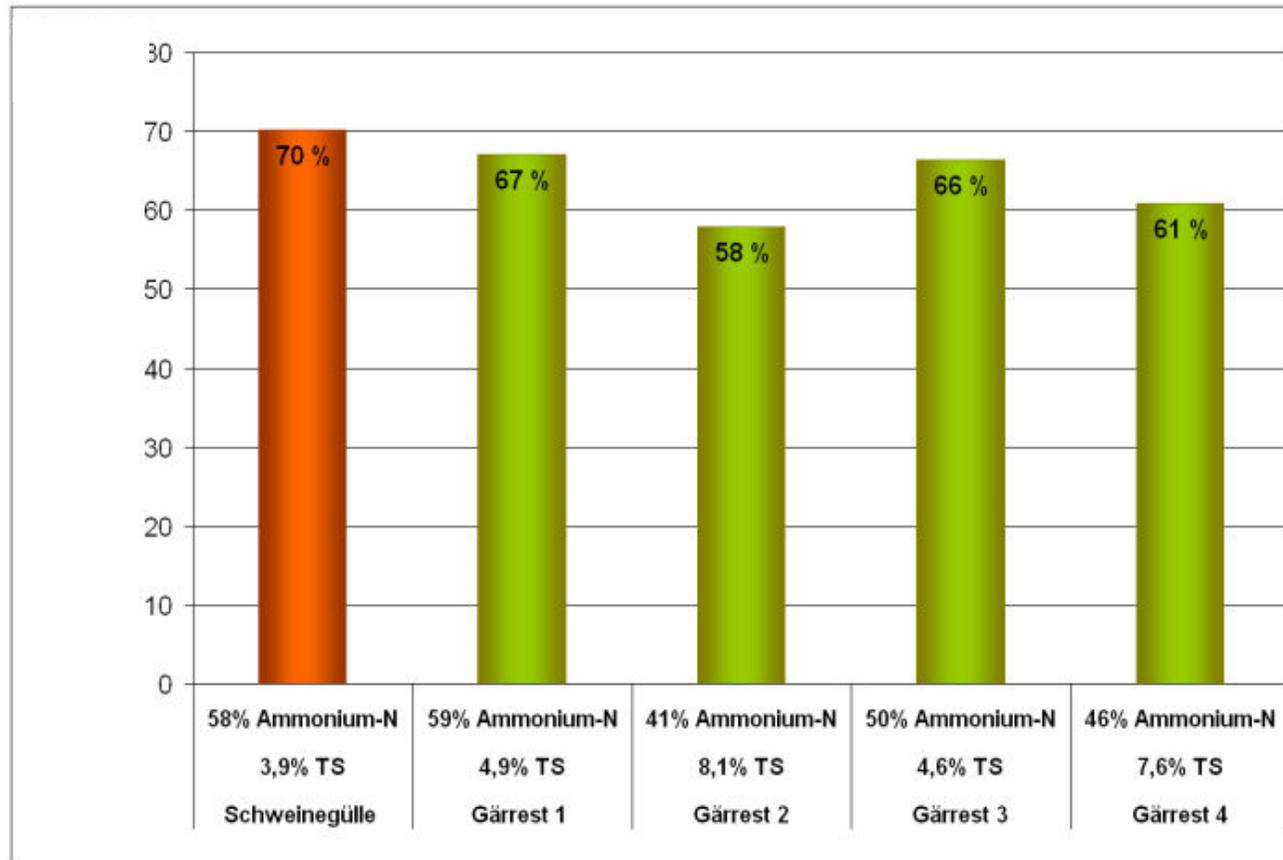
Schweinegülle	Gärrest 1	Gärrest 2	Gärrest 3	Gärrest 4
Wehnen	Werlte	Grabstederfeld	Emstek/ Wiefelstede	Edeweicht
	jährlich: <ul style="list-style-type: none"> • 2/3 Gülle • 1/3 Kofermente 	täglich: 20 t Maissilage 6 m ³ Rinder- und Schweinegülle	täglich: 30 t Maissilage 15 m ³ Sauen- und Mastschweinegülle (2008 Wechsel 21/12)	jährlich: ¼ Sauenmist ¾ Maissilage zu Beginn (06) 200 m ³ Rindergülle zum Start
Gehalte				
4,4 % TS	5,3 % TS	8,1 % TS	4,6 % TS	7,6 % TS
4,8 kg/m ³ Ges.-N	6,1 kg/m ³ Ges.-N	5,6 kg/m ³ Ges.-N	4,7 kg/m ³ Ges.-N	5,3 kg/m ³ Ges.-N
2,8 kg/m ³ NH ₄ -N	3,4 kg /m ³ NH ₄ -N	2,2 kg/m ³ NH ₄ -N	2,2 kg/m ³ NH ₄ -N	2,2 kg/m ³ NH ₄ -N
2,0 kg/m ³ P ₂ O ₅	2,3 kg/m ³ P ₂ O ₅	2,3 kg/m ³ P ₂ O ₅	1,4 kg/m ³ P ₂ O ₅	2,2 kg/m ³ P ₂ O ₅
2,9 kg/m ³ K ₂ O	3,1 kg/m ³ K ₂ O	5,0 kg/m ³ K ₂ O	4,2 kg/m ³ K ₂ O	5,3 kg/m ³ K ₂ O

Wintergerstenertrag und Erträge der Gärrestvarianten sowie der Schweinegüllevariante

Vf Wehnen im LK Oldenburg, humoser Sandboden mit langjährig organischer Düngung,
Ø 2006, 2008



N-Mineraldüngeräquivalente (N-MDÄ) Wintergerste Vf Wehnen im LK Oldenburg, humoser Sand mit langjährig organischer Düngung, Ø 2006 und 2008



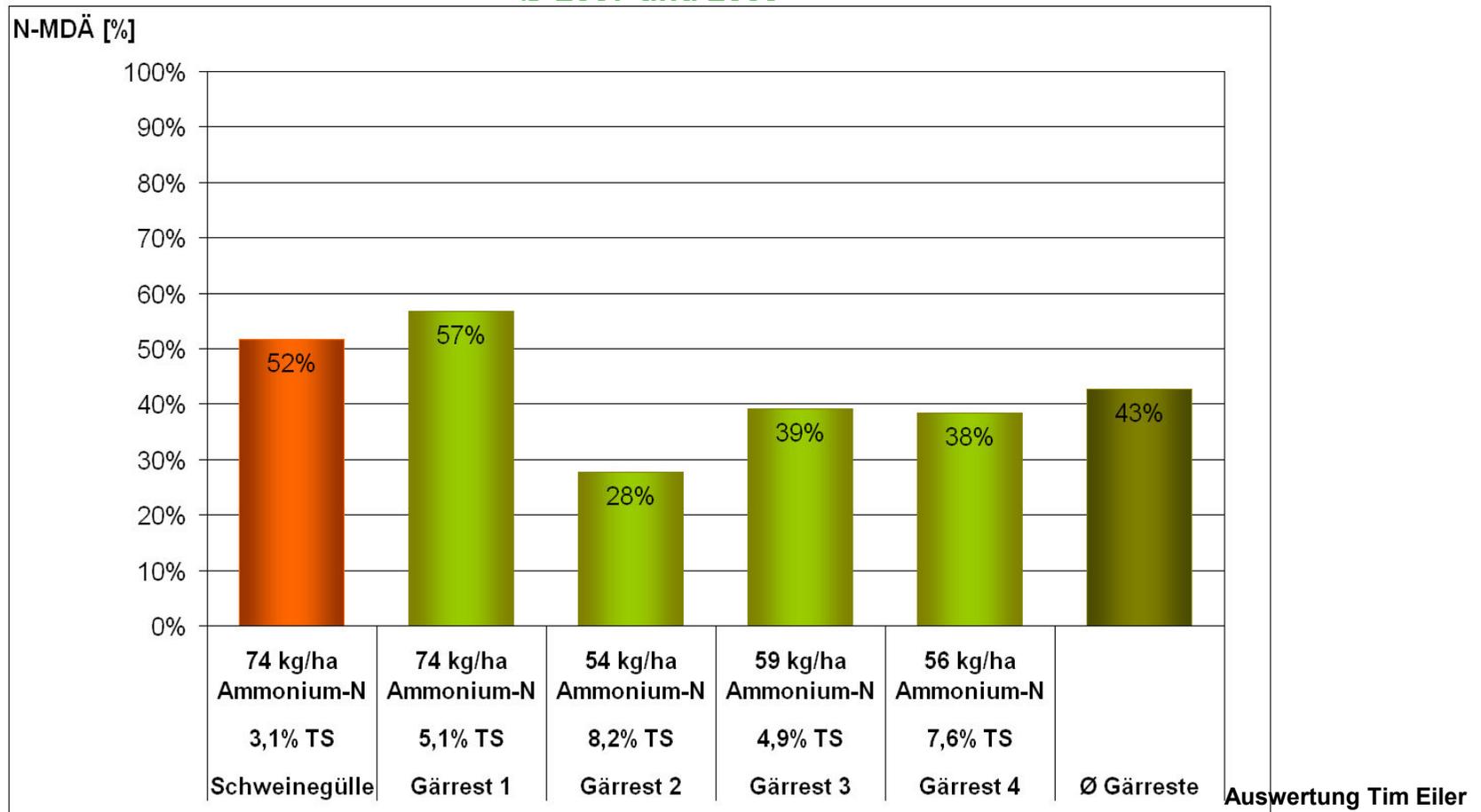
Auswertung Tim Eiler

Düngeeffizienz von Wirtschaftsdüngern und Möglichkeiten
zu ihrer Verbesserung

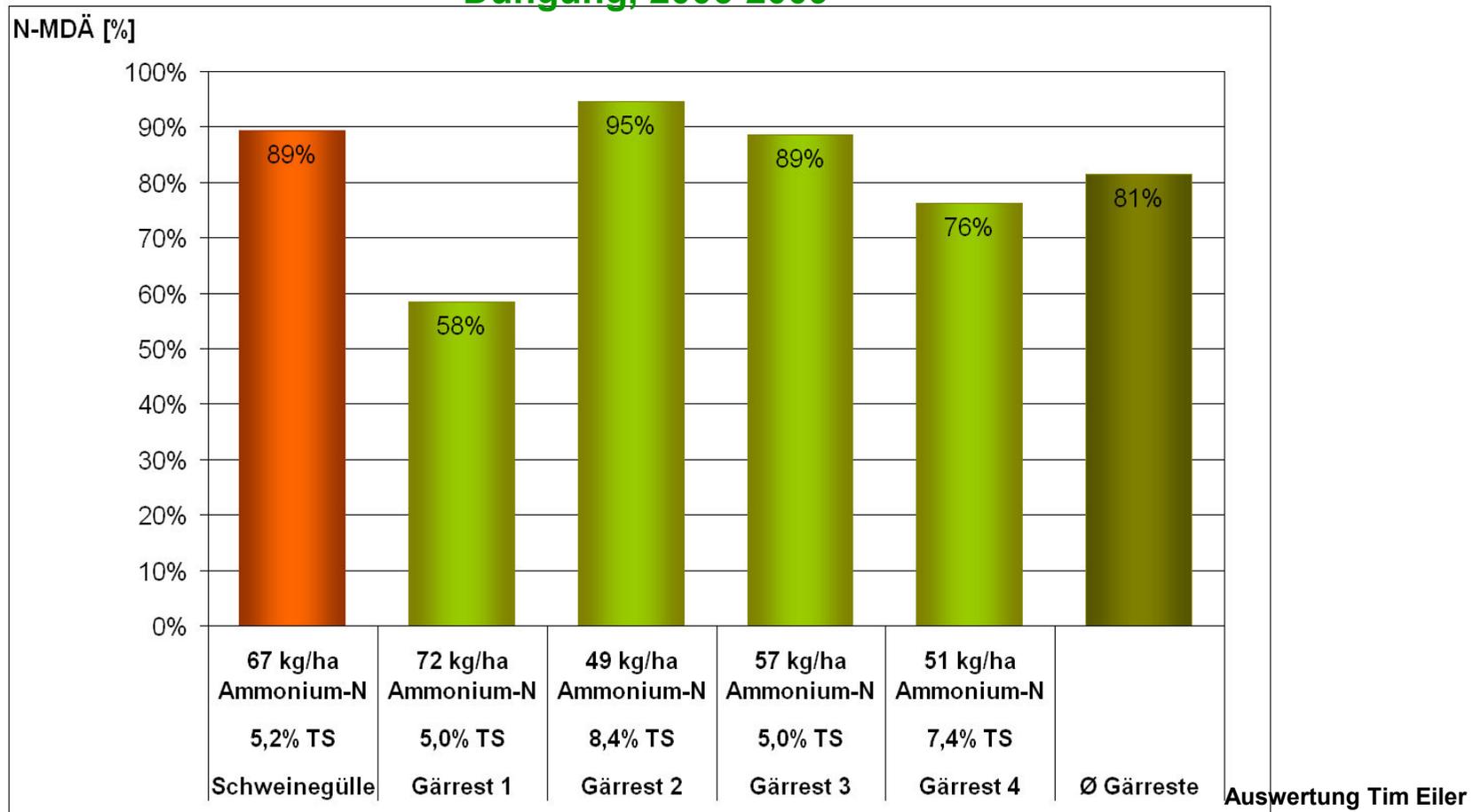
Dr. Gerhard Baumgärtel
Fachbereich Pflanzenbau, Saatgut

N-Mineraldüngeräquivalente (N-MDÄ) Winterraps

Vf Wehnen im LK Oldenburg, humoser Sandboden mit langjährig organischer Düngung
Ø 2007 und 2009



N-Mineraldüngeräquivalente (N-MDÄ) Silomais Vf Wehnen im LK Oldenburg, humoser Sandboden mit langjährig organischer Düngung, 2006-2009



Das bleibt festzuhalten zur Düngewirkung der Gärreste auf einem langjährig organisch gedüngten Sandboden:

1. Ausbringung auf die Pflugfurche mit anschließender Einarbeitung führt zur besten Stickstoffwirkung
2. Die N-Düngewirkung liegt zwischen 52 % (Raps), 64 % (Getreide) und 89 % (Mais)
3. Abhängigkeit der N-Wirkung von der TS bzw. den Ammonium-N-Gehalten: TS-reiche/ Ammonium-N-arme Gärreste = häufig schlechtere Wirkung

Wie ist die N-Düngewirkung von Gärresten auf langjährig mineralisch gedüngten Standorten ohne „Güllevergangenheit“?

Versuchsstandorte

Standort	Kreis	Bodentyp/-art	Ackerzahl	Niederschlag	Temperatur	NN	Laufzeit
Höckelheim	Northeim	Parabraunerde / uL	75	635mm	8,6°C	125m	seit 09
Königslutter	Helmstedt	Parabraunerde/ uL	65	620mm	8,4°C	70m	seit 09
Poppenburg	Hildesheim	Parabraunerde/ L	89	669mm	8,7°C	95m	nur 09
Mollenfelde	Göttingen	Rendzina/ tL	60	634mm	8,4°C	300m	seit 10
Harlingerode	Goslar	Pseudogley / sL	45	811mm	8,5°C	261m	nur 11

Düngeneffizienz von Wirtschaftsdüngern und Möglichkeiten zu ihrer Verbesserung

Dr. Gerhard Baumgärtel
Fachbereich Pflanzenbau, Saatgut

Versuchsplan

Kultur	Variante	N-Düngermenge in kg N/ha			
		Vegetationsbeginn Februar/ März	Schossphase März/April	Spätgabe	Gesamt-N + Nmin ≙ Sollwert
Winterraps	Mineral-N	(130) Mineral-N	70	-	200
	Gärrest + Mineral-N	100 Gärrest-N + (100) Mineral-N	-	-	200
Winterweizen Blatt	Mineral-N	60 Mineral-N	(90)	80	230
	Gärrest + Mineral-N	(50 - 100) Gärrest-N	50 - 100	80	230
Winterweizen Stoppel	Mineral-N	60 Mineral-N	(110)	80	250
	Gärrest + Mineral-N	(70 - 120) Gärrest-N	50 - 100	80	250
Wintergerste	Mineral-N	50 Mineral-N	(90)	50	190
	Gärrest + Mineral-N	50 Gärrest-N	(90)	50	190

(Wert in Klammern = Düngermenge incl. Nmin in kg/ha zum jeweiligen Düngungstermin)

Mittlere Ertragsdifferenzen der Gärrestvarianten zu mineralisch gedüngten Sollwertvarianten in dt/ha

Jahre	N-Anrechenbarkeit in %	Kulturen		
		Winterraps	Wintergerste	Winterweizen
2009	70	--	- 1,9	- 6,0
2010	50 - 60	0,6	0,1	- 0,2
2011	60	- 4,0	- 1,6	- 7,2
2012	60	- 4,1	--	- 0,5

Standorte in Südniedersachsen:

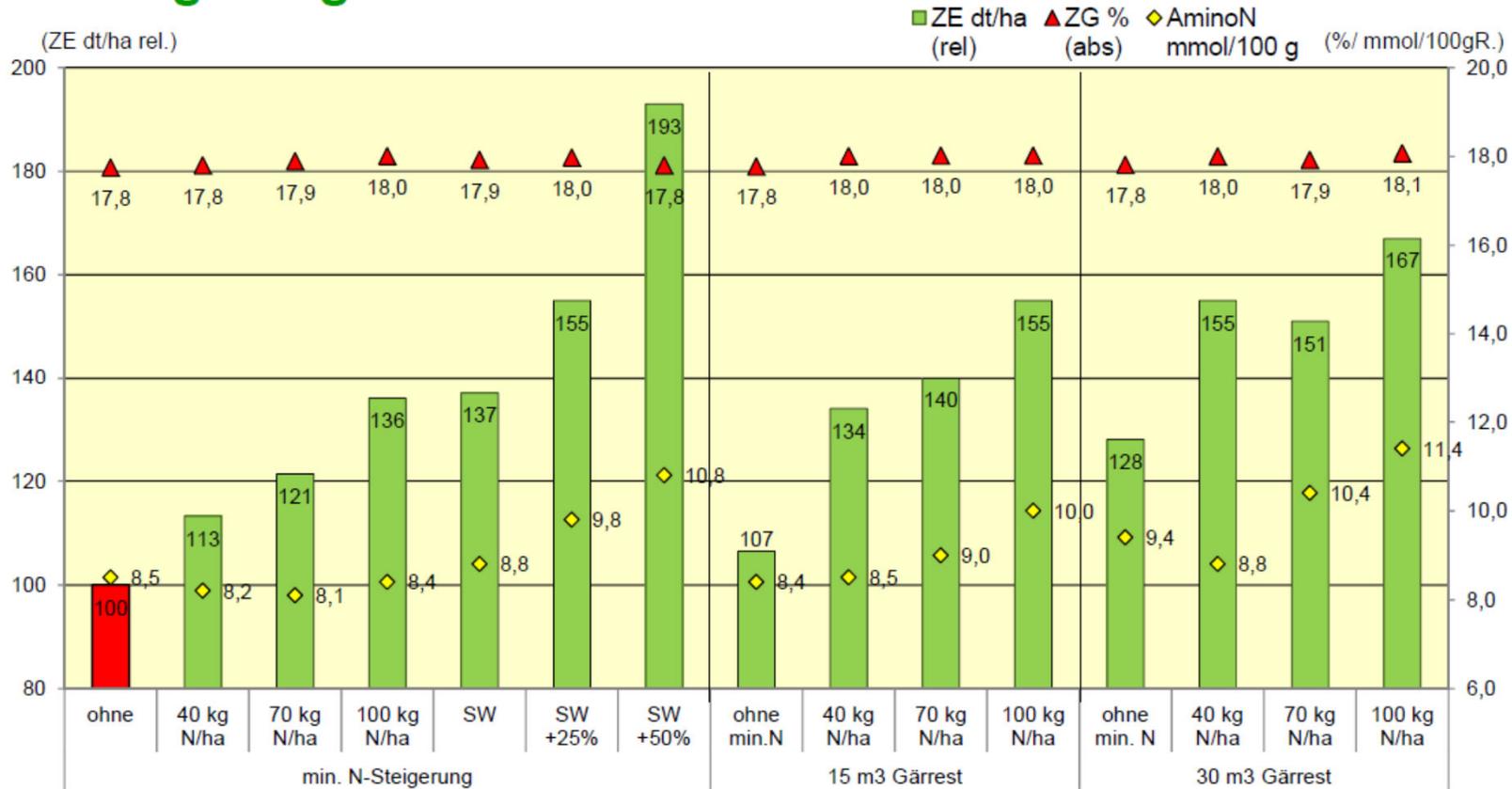
RAW: Königsutter, Mollenfelde, Harlingerode

WG und WW: Königsutter, Höckelheim, Poppenburg

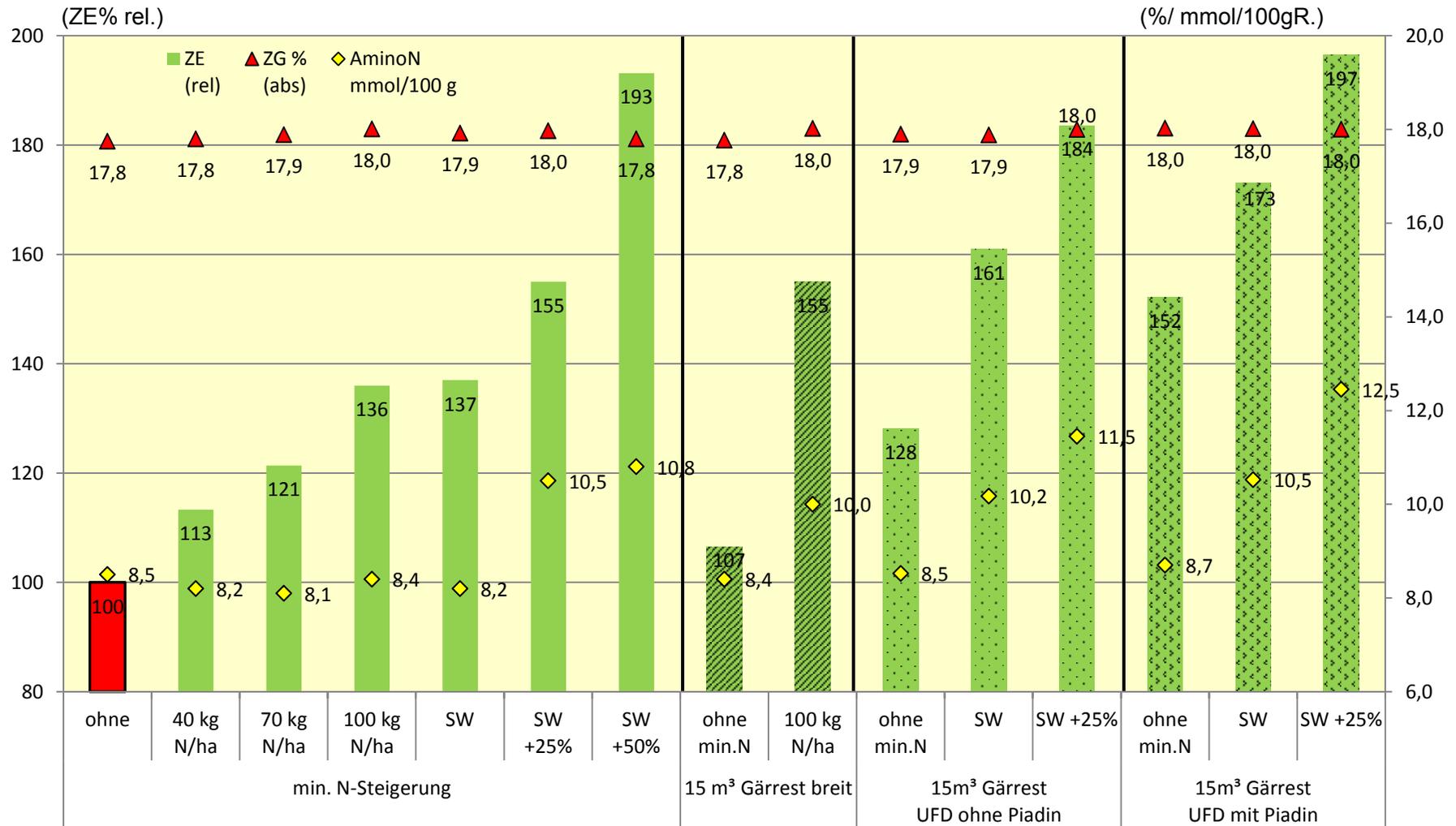
Wie ist die N-Düngewirkung von Gärresten auf langjährig mineralisch gedüngten Standorten?

- kombinierte Gärrest-Mineral-N-Düngung führte mit den unterstellten Ausnutzungsgraden bei Winterraps und Wintergetreide überwiegend zu Mindererträgen
- Die angenommenen Ausnutzungsgrade von 50 bis 70 % erscheinen für diese Böden zu hoch
- In Trockenjahren wie 2009 und 2011 konnte der N-Mangel nicht durch die N-Nachlieferung des Bodens ausgeglichen werden

N-Steigerung / Gärrest 15/30m³ Vinstedt 2013



Unter-Fuß-Düngung (UFD) im Vergleich; Vinstedt (LK Uelzen) 2013



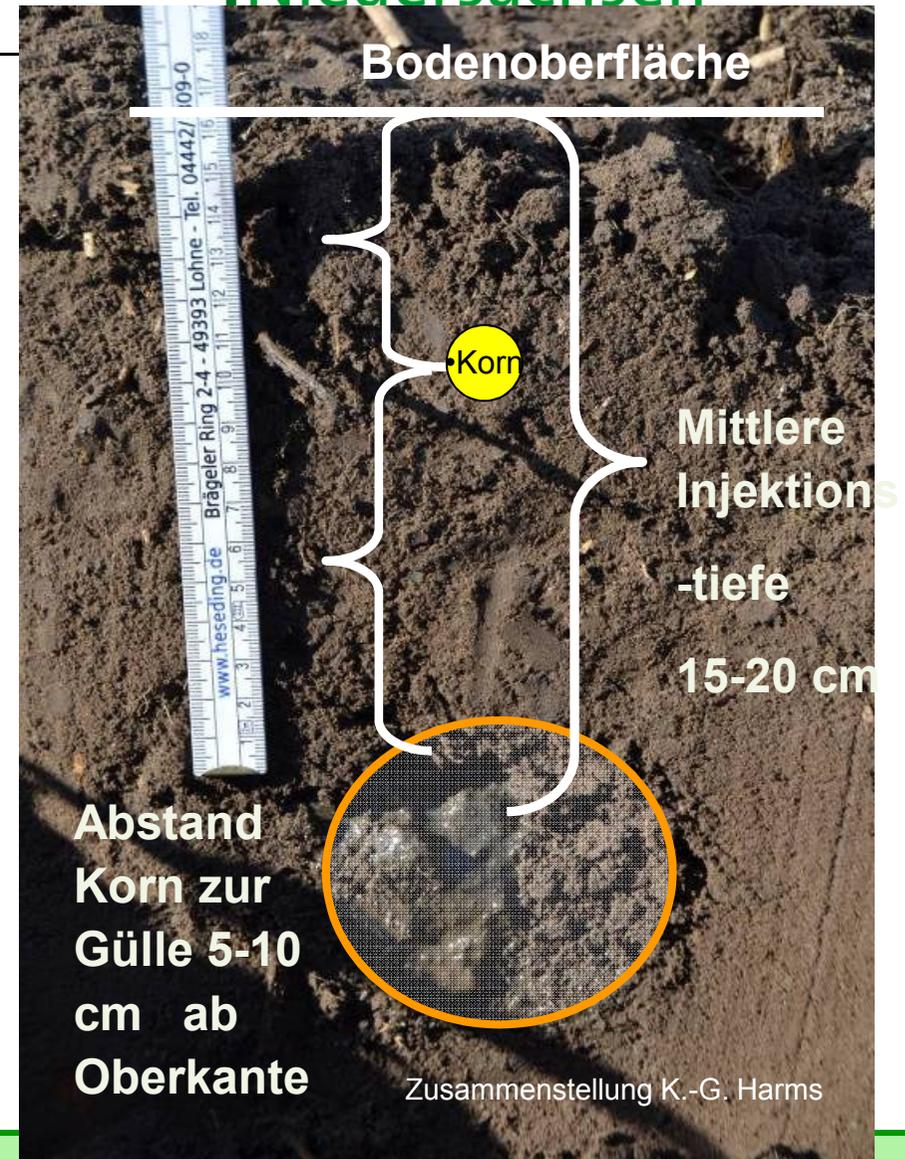
Düngeneffizienz von Wirtschaftsdüngern und Möglichkeiten
zu ihrer Verbesserung

Dr. Gerhard Baumgärtel
Fachbereich Pflanzenbau, Saatgut

Historie der Gülle-UFD-Versuche der LWK

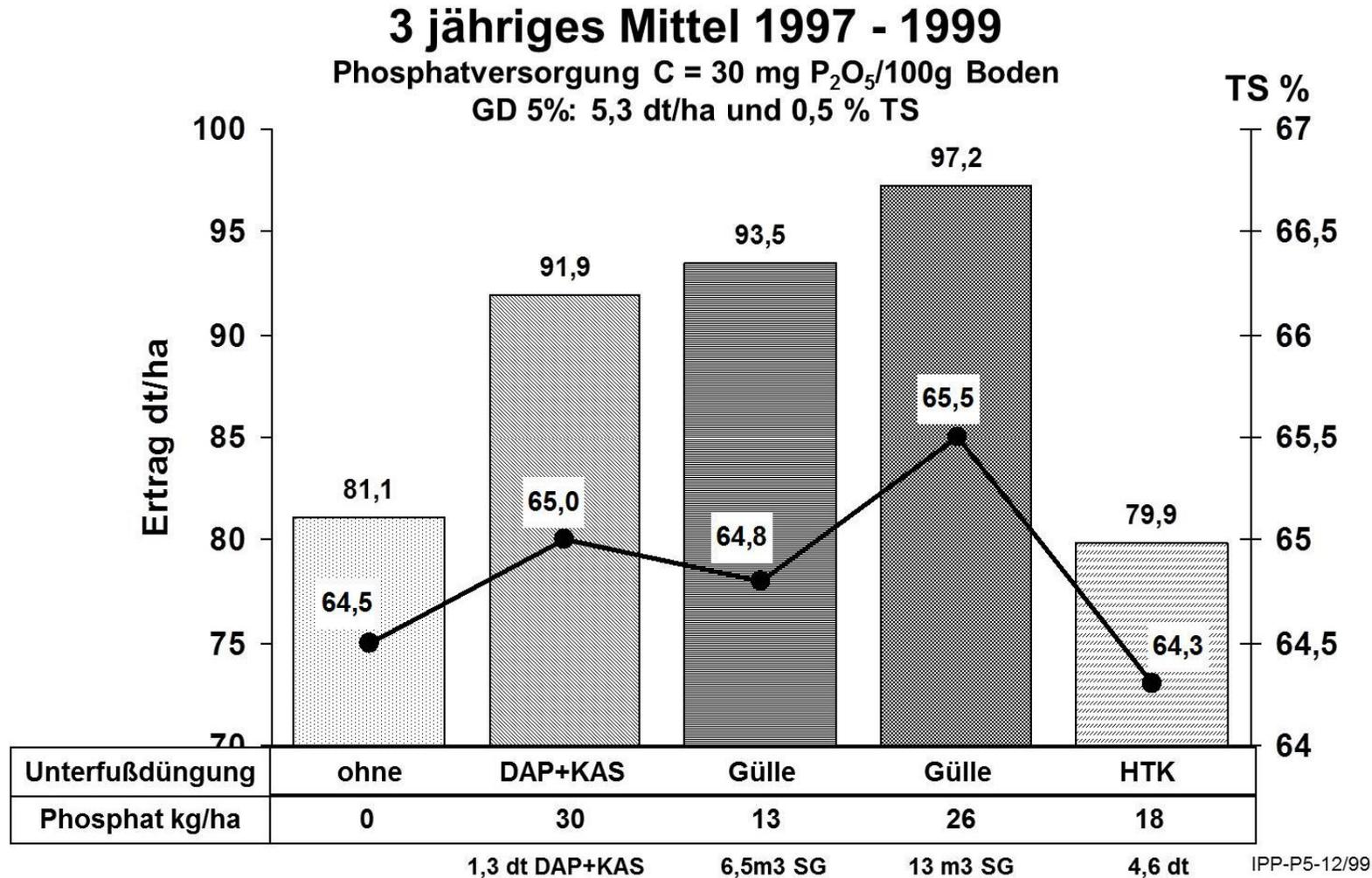
- LWK Weser Ems hatte erste Versuche mit Gülle als UFD seit Mitte der neunziger Jahre
- erste Versuchsreihe über 3 Jahre von 1997 – 1999 im Körnermais
- weitere Tastversuche waren die Folge
- größere Versuchsreihen im Silo- und Körnermais ab 2007
- ab 2011 Umstellung der Gülleapplikation:
 - vorher: eingeschlitzt beidseitig der Maisreihe
(kombiniertes Verfahren mit der Aussaat)
 - ab 2011: Injektion unter der Maisreihe
(absetziges Verfahren kurz vor der Aussaat)

Bodenquerschnitt



Düngeneffizienz von Wirtschaftsdüngern und Möglichkeiten zu ihrer Verbesserung

Dr. Gerhard Baumgärtel
Fachbereich Pflanzenbau, Saatgut

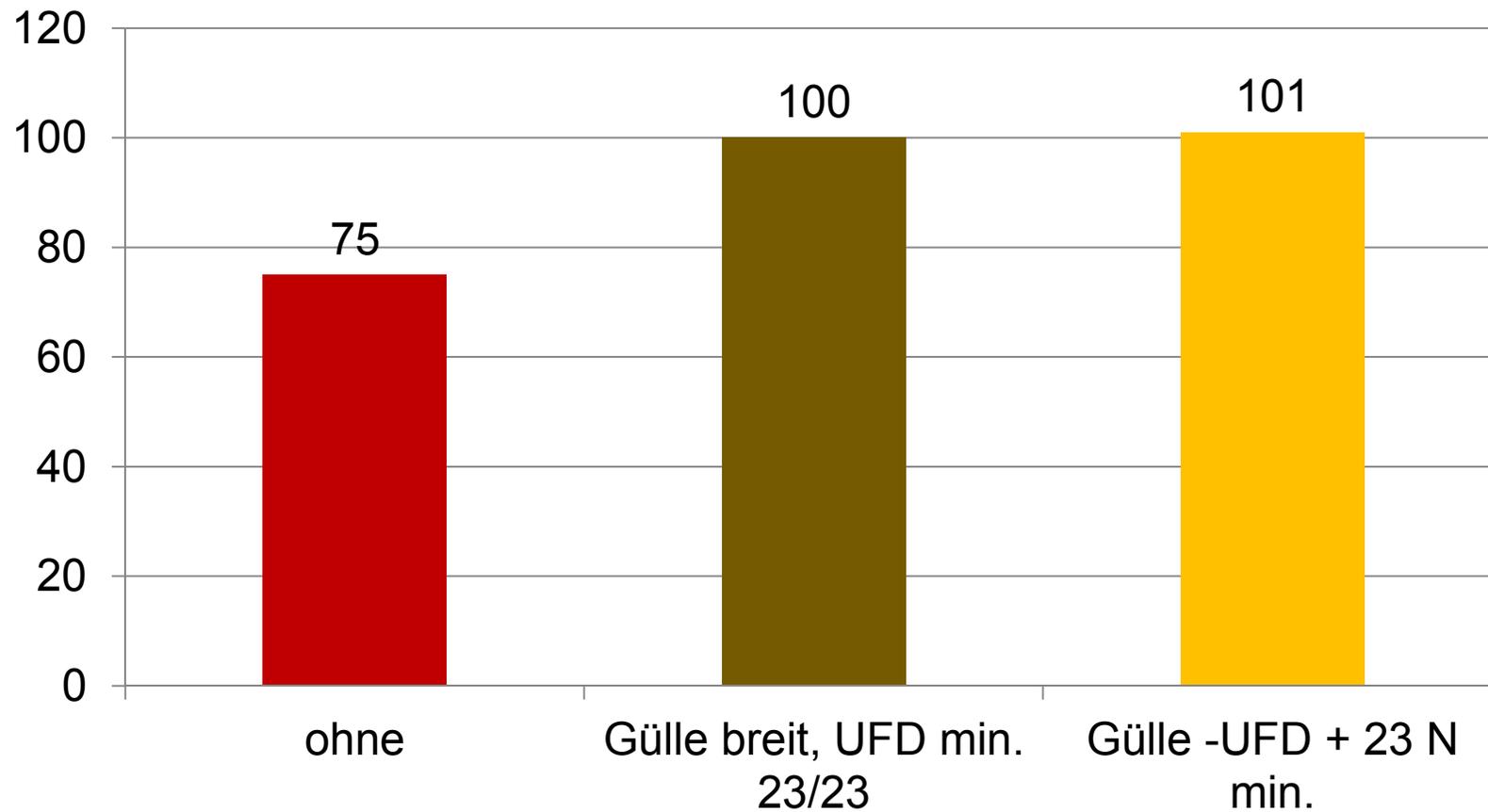


Düngeneffizienz von Wirtschaftsdüngern und Möglichkeiten zu ihrer Verbesserung

Dr. Gerhard Baumgärtel
 Fachbereich Pflanzenbau, Saatgut

Gülle-Depotdüngung zu Mais im Frühjahr

Energieertrag rel. (100 % = 137,5 GJ/ha)
Mittel 2011 und 2012, Standorte Wehnen, Sandkrug, Bassum

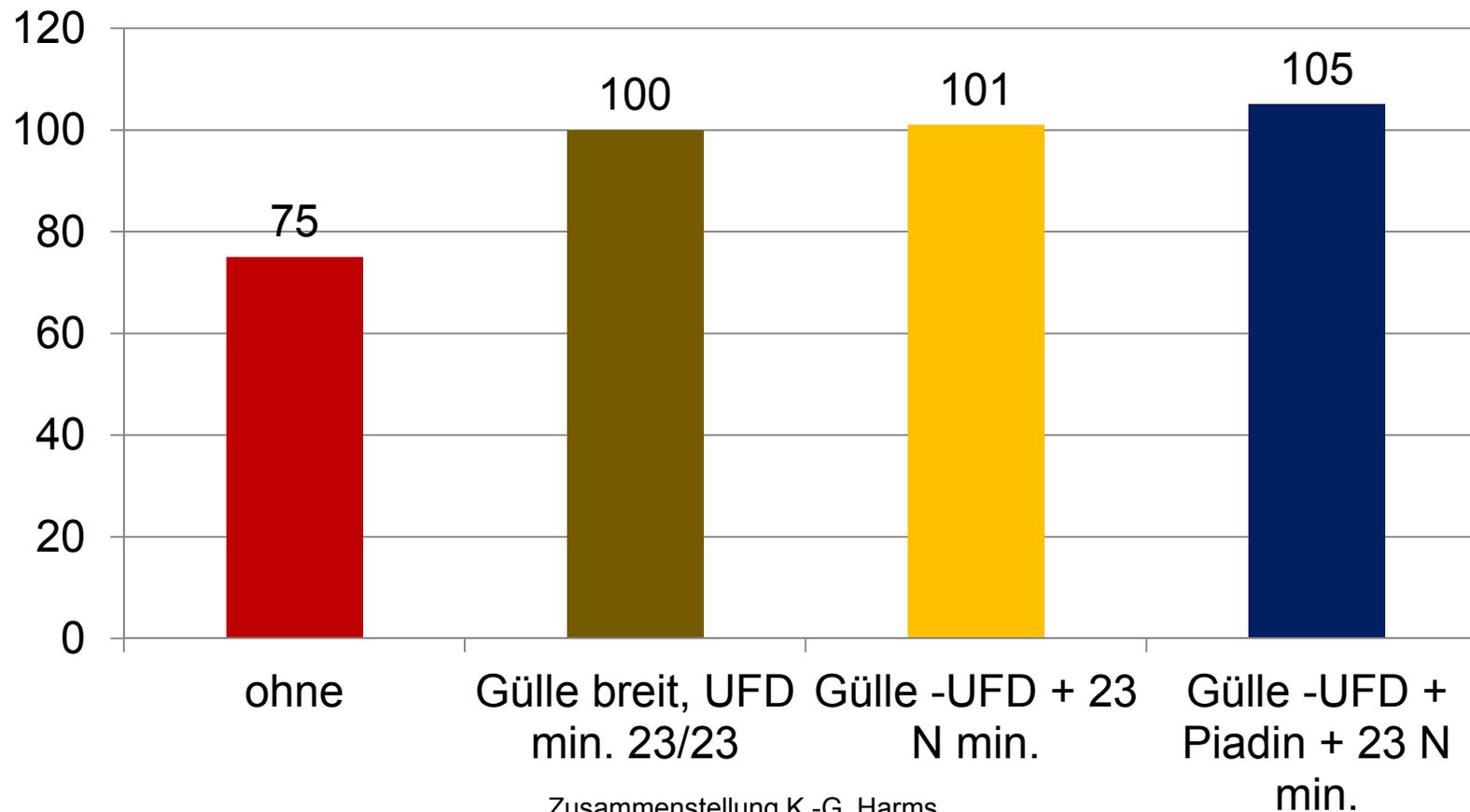


Zusammenstellung K.-G. Harms

Gülle-Depotdüngung mit Piadin zu Mais im Frühjahr

Energieertrag rel. (100 % = 137,5 GJ/ha)

Mittel 2011 und 2012, Standorte Wehnen, Sandkrug, Bassum



Zusammenstellung K.-G. Harms

Düngeneffizienz von Wirtschaftsdüngern und Möglichkeiten
zu ihrer Verbesserung

Dr. Gerhard Baumgärtel
Fachbereich Pflanzenbau, Saatgut

Zur P-Wirkung organischer Düngemittel

Bewertungsmaßstab: Wirkung von wasser- oder citratlöslichen Mineraldüngern				
Bewertung:		+++ gut	++ mittel	+ langsam / ungenügend
Düngemittel	Besonderheiten	Wirkung		
		kurzfristig	langfristig	
Gülle (Rind, Schwein)	(Schwein: Phytin-P)	+++	+++	
Stallmist (Rind, Schwein)		++	+++	
Hühnertrockenkot	Phytin-P 30 – 60 %	++	+++	
Fleischknochenmehl	Apatit-P im Knochen	+(+)	++	
Kompost	(Ausgangsmaterialien!)	+	++(+)	
Klärschlamm	Fe-, Al-Zusätze			
	ohne	+++	+++	
	mit	+(+)	++	

Quelle: Gutser, TUM Weihenstephan

P und K aus organischen Düngern

Phosphor in Wirtschaftsdüngern ist zum Teil organisch gebunden. Dieser P-Anteil wird erst mit einsetzender Mineralisation pflanzenverfügbar.

Auf zu niedrig mit P versorgten Böden (Gehaltsklassen A und B) und bei Kulturen mit einem geringen N-Aneignungsvermögen (Mais) darf deshalb nicht mit der gesamten P-Menge gerechnet werden. In diesen Fällen muss ergänzend eine P-Düngung mit wasserlöslichen Mineraldüngern (ca. 60 bis 70 kg P₂O₅/ha) erfolgen.

Auf ausreichend mit P versorgten Böden werden die mit den Wirtschaftsdüngern zugeführten P-Mengen bei der Düngeplanung voll einbezogen. Mit der regelmäßigen Bodenuntersuchung wird diese Strategie überprüft.

Kalium wird grundsätzlich nicht in die organischen Verbindungen der Pflanze eingebaut und ist daher i.d.R. sofort pflanzenverfügbar, also zu 100 % anzurechnen.

Wege zum effizienten Einsatz von Wirtschaftsdüngern

-Teil 1 -

- Düngebedarf der Feldfrüchte exakt ermitteln
- auszubringende Wirtschaftsdüngermenge wird durch den Nährstoff begrenzt, dessen Düngebedarf zu erst abgedeckt ist. Dies i.d.R. Phosphor
- Nährstoffgehalte der Wirtschaftsdünger exakt ermitteln.
- zugeführte P-, K- und Mg-Mengen sind bei der Düngeplanung voll anzurechnen
- Auf Standorten mit sehr niedrigen und niedrigen P-Gehalten (GK A und B) empfiehlt sich bei P-bedürftigen Früchten (Mais, Kartoffel, Zuckerrübe) eine mineralische P-Ergänzungsdüngung

N-Wirkung von organischen Düngern



Wirkung des Stickstoffs in organischen Nährstoffträgern (% von Gesamt-N) unter optimalen Bedingungen

		Getreide, Raps, Grünland, Zwischenfrücht e	Hackfrücht e, Mais
*) auf Flächen ohne langjährig organische Düngung: 50 %			
Gärrückstände	flüssig \leq 15 % TS	60 % *)	70 %
	fest > 15 % TS	30 %	50 %
Klärschlamm	flüssig \leq 15 % TS	30 %	30 %
	> 15 % TS, > 10 % NH ₄ - Anteil	25 %	25 %
	> 15 % TS, \leq 10 % NH ₄ -Anteil	20 %	20 %
Kompost		10 %	10 %
Gülle	Rind	60 %	70 %
	Schwein, Geflügel	70 %	80 %
Jauche		90 %	90 %
Mist	Schwein	30 %	50 %
	Rind, Pferd, Schaf, Ziege, Ente, Gans	20 %	40 %
	Pute	25 %	50 %
	Hähnchen	30 %	60 %
	HTK	60 %	80 %

Wege zum effizienten Einsatz von Wirtschaftsdüngern -Teil 2 -

- Stickstoffwirkung optimieren – evtl. mit Piadin!

Düngungszeitpunkt:

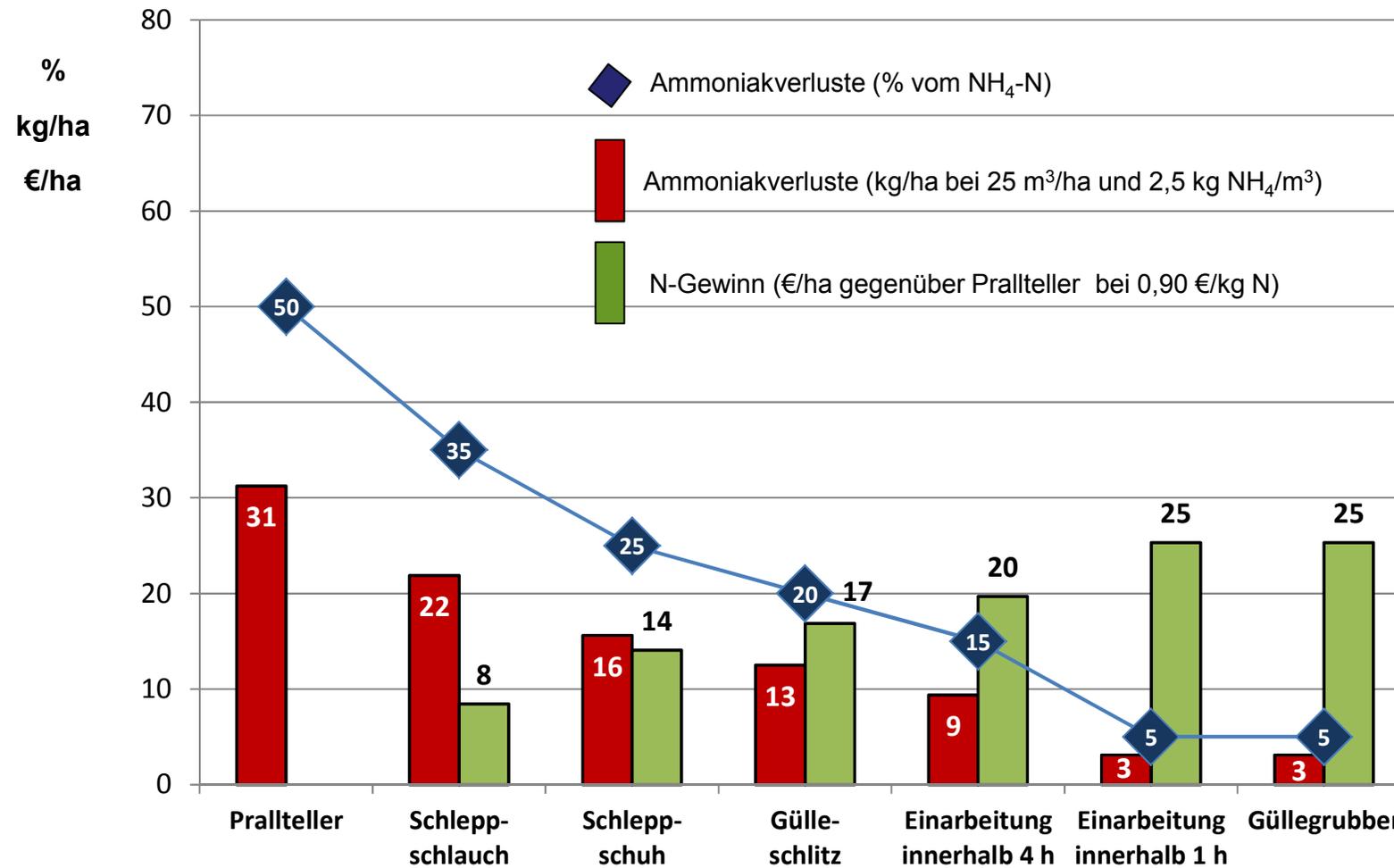
- zu Winterraps und Wintergetreide zu Vegetationsbeginn mit emissionsmindernder Ausbringungstechnik mit mineralischer Stickstoffergänzung
- Frühjahrsanwendung zu Mais und Rüben bei direkter Einarbeitung
- Optimal sind kühle Temperaturen (früh) und nachfolgende Niederschläge

Emissionsmindernder Ausbringungstechnik

- Soweit der Boden es zulässt, ist eine Reihen-Depotdüngung möglich (auf schweren, nicht schütffähigen Böden evtl. im Herbst)

Techniken zur Minderung der Ammoniakverluste nach Gülle- bzw. Gärrestausbringung auf Ackerland

Durchschnittswerte nach Döhler, KTBL



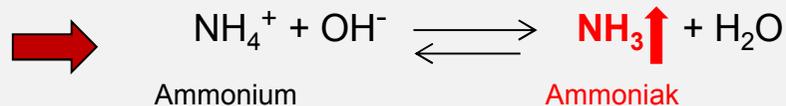
Düngeneffizienz von Wirtschaftsdüngern und Möglichkeiten zu ihrer Verbesserung

Dr. Gerhard Baumgärtel
Fachbereich Pflanzenbau, Saatgut

Inhaltsstoffe von Gülle und Gärrest im Vergleich Landwirtschaftskammer Niedersachsen

(Beispielwerte)

	Ausgangsgülle (Gemisch Rinder- /Schweinegülle)	Gärrest (Gülleanlage)	Gärrest (Nawaro-Anlage)
TS-Gehalt [%]	6,5	5,1	7,0
org. Substanz [%]	4,8	3,5	5,1
pH-Wert	7,3	8,0	8,3
N [kg/m ³]	3,9	4,0	4,7
NH ₄ -N [kg/m ³]	2,2	2,4	2,7
P ₂ O ₅ [kg/m ³]	1,7	1,6	1,8
K ₂ O [kg/m ³]	4,6	4,8	5,0



NH₃ -Anteil steigt mit zunehmenden pH-Wert und steigender Temperatur!

bei Gärresten ist das Verlustpotential besonders hoch, daher besondere Sorgfalt bei der Ausbringung erforderlich!

Lösung: Ansäuern mit Schwefelsäure
(Absenkung des pH-Wertes auf 6 – vgl. Dänemark)

Dünge
zu ihre

d Baumgärtel
h Pflanzenbau, Saatgut

Wege zum effizienten Einsatz von Wirtschaftsdüngern

-Teil 3 -

Weiterer Klärungsbedarf zur UFD-Düngung mit Gülle und Gärresten:

- Ablagetiefe
- Einsatz von Piadin
- Einsatzzeitpunkt (Zeitspanne zwischen Güllendüngung und Maisaussaat)
- Einsatzmenge / Anrechenbarkeit des Gülle-N
- Gülleart
- **Düngung bereits im Herbst mit Piadin!**
-

Für die Prüfung dieser Details sind weitere Versuche erforderlich.

Wege zum effizienten Einsatz von Wirtschaftsdüngern -Teil 4 -

- Stickstoffwirkung optimieren.
- Die tatsächliche N-Ausnutzung kann nicht exakt vorausgesagt werden, da Anwendungsbedingungen und nachfolgende Witterung einen erheblichen Einfluss haben.
- Um die tatsächliche N-Wirkung einschätzen und gegebenenfalls mit der Höhe der mineralischen Ergänzung reagieren zu können, sollten Nmin-Proben, N-Tester- bzw. Nitrachek-Messungen durchgeführt oder Düngefenster angelegt werden.