



Effiziente und ökologische Verwertung von Gärrückständen



Nicole Schneider-Götz
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenber
Außenstelle Forchheim
Kutschenweg 20, 76287 Rheinstetten



Gliederung

- **Was sind Gärreste aus Biogasanlagen?**
- **Inhaltsstoffe von Gärresten**
- **Versuchsvorstellung Düngung mit Biogasgärresten in Mais und Winterweizen**
- **Nmin-Werte vor und nach der Ernte**
- **Schlussfolgerung zur Düngung mit Biogasgülle**



Gärreste aus Biogasanlagen

- sind flüssige Düngemittel und
- weisen wesentliche Nährstoffgehalte an N ($> 1,5\%$ in TS) und P_2O_5 ($> 0,5\%$ in TS) und wesentliche Gehalte an verfügbarem N ($> 10\%$ bez. auf Ges.-N) auf.

daher

Gelten die Vorschriften (z B. DüV) und Empfehlungen wie für Gülle:

- Nährstoffuntersuchungen in Boden und Gärresten (insbesondere NH_4 -N)
- Ausbringungsgeräte
- Sperrfristen
- Mindestabstände zu Gewässern
- Einarbeitungsgebot

*: DüV: Düngeverordnung



Nährstoffgehalte in Gülle und Gärresten

org.-mineral. Dünger	TS	pH	N _{ges}	NH ₄ -N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	S
	[% FM]		[kg/t FM]						
Gülle (n=53)	9,1 (6,5 - 9,1)	7,4 (6,9 - 7,4)	4,2 (1,1 - 6,5)	1,8 (0,3 - 4,3)	1,7 (0,1 - 6,1)	4,0 (1,4 - 7,0)	0,95 (0,2 - 2,5)	2,0 (0,6 - 6,8)	0,4 (0,1 - 0,8)
NaWaRo (n=173)	7,1 (7,9 - 8,6)	8,3 (7,9 - 8,6)	4,6 (1,3 - 8,5)	2,7 (0,7 - 5,5)	1,7 (0,4 - 5,3)	4,8 (1,0 - 12,0)	0,8 (0,1 - 4,4)	2,0 (0,6 - 5,8)	0,3 (0,1 - 0,7)
BioAbf (n=25)	6,3 (4,1 - 7,7)	8,2 (7,9 - 8,7)	4,5 (2,1 - 10,6)	2,7 (1,5 - 6,6)	1,8 (0,7 - 4,0)	4,2 (1,2 - 7,0)	0,6 (0,1 - 1,5)	2,0 (0,6 - 4,5)	0,3 (0,1 - 0,7)



allg. Kenngrößen

plus 1 Einheit

minus 20 - 40%

org.-mineral. Dünger	pH	
Gülle (n=53)	7,4 (6,9 - 7,4)	
NaWaRo (n=223)	8,3 (7,9 - 8,6)	
BioAbf (n=26)	8,2 (7,9 - 8,7)	

Tr. Masse	[% FM]	
	9,1 (6,5 - 9,1)	
	7,1 (5,0 - 8,5)	
	6,3 (4,1 - 7,7)	



Gesamt- und lösliche Gehalte

Produkt	Ges. N	NH ₄ -N	
	[kg/t FM]	[% v. Ges.N]	
NaWaRo (n=223)	4,6 (1,3-8,5)	2,7 (0,7-5,5)	60 (30-100)
BioAbf. (n=26)	4,5 (2,1-10,6)	2,7 (1,5-6,6)	65 (35-80)
Gülle (n=53)	4,2 (1,1-6,5)	1,8 (0,3-4,3)	45 (25-80)

+10 - 20%

+40 - 60%

NH₃-Emissionen

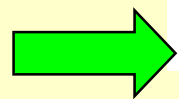
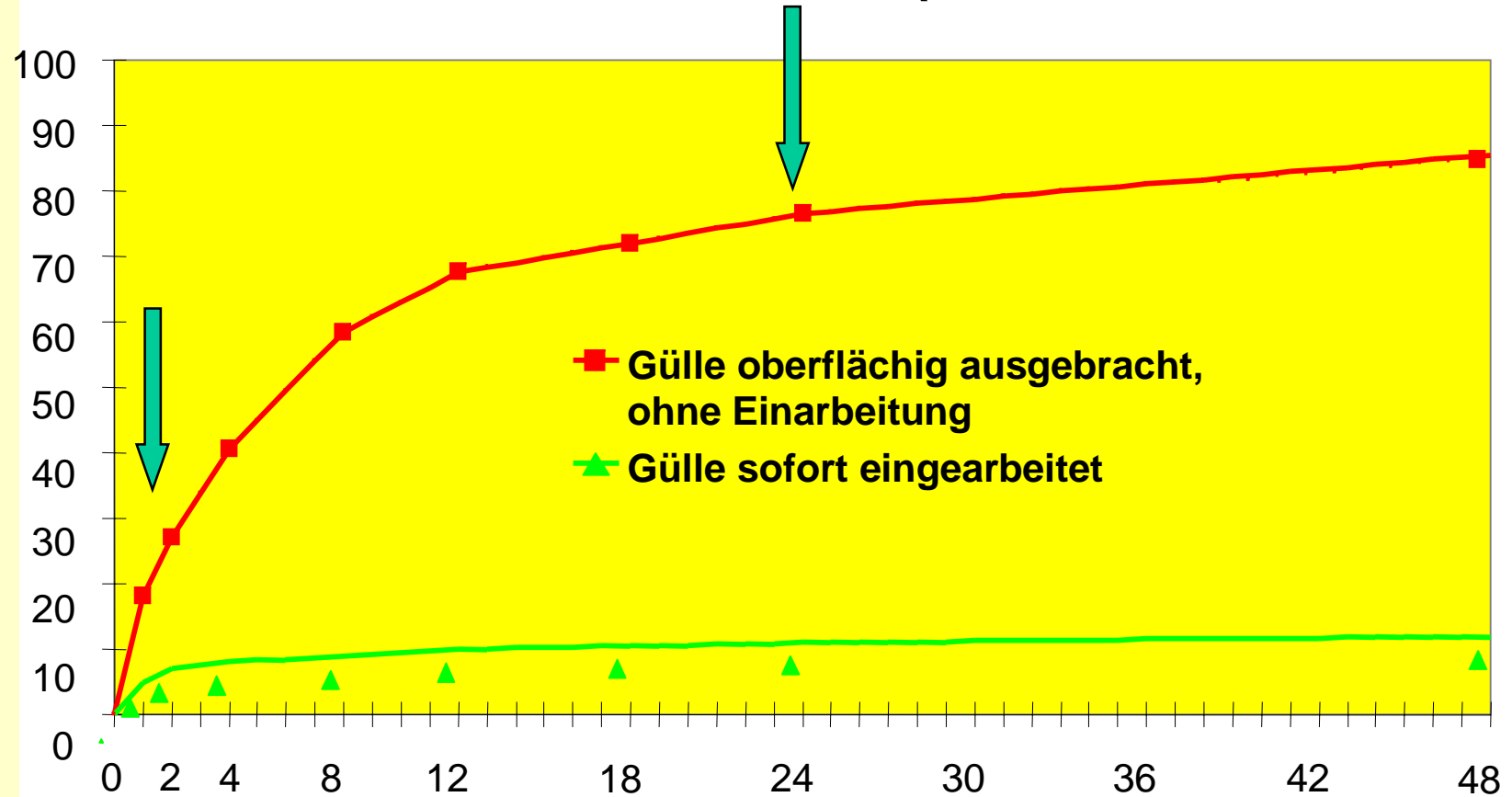
**Ausbringungsverluste [% des aufgebrauchten Stickstoffs]
Laborversuch (23 h; 19°C)**

Prüfprodukte	Emission	
	NH ₄ -N	Gesamt-N
Gärrest	40 - 50	25 - 30
Schweinegülle	50 - 60	40 - 45
Rindergülle	40 - 50	20 - 25

N-Zufuhr: 40 kg/ha als NH₄-N



% Ammoniumstickstoffverluste (nach Horlacher, 1992)



Überbetriebliche Gülleausbringung
notwendig ?!

Fazit

Bewertung als Mineraldüngeräquivalent (MDÄ)

organischer Dünger	N-Verfügbarkeit in % des Gesamt-N
Gülle-Schwein > Gärrest fl. > Gülle-Rind	80 - 50%
Gründüngung > Festmist-Rind = Gärrest fest	50 - 30%
Stroh	N-Fixierung

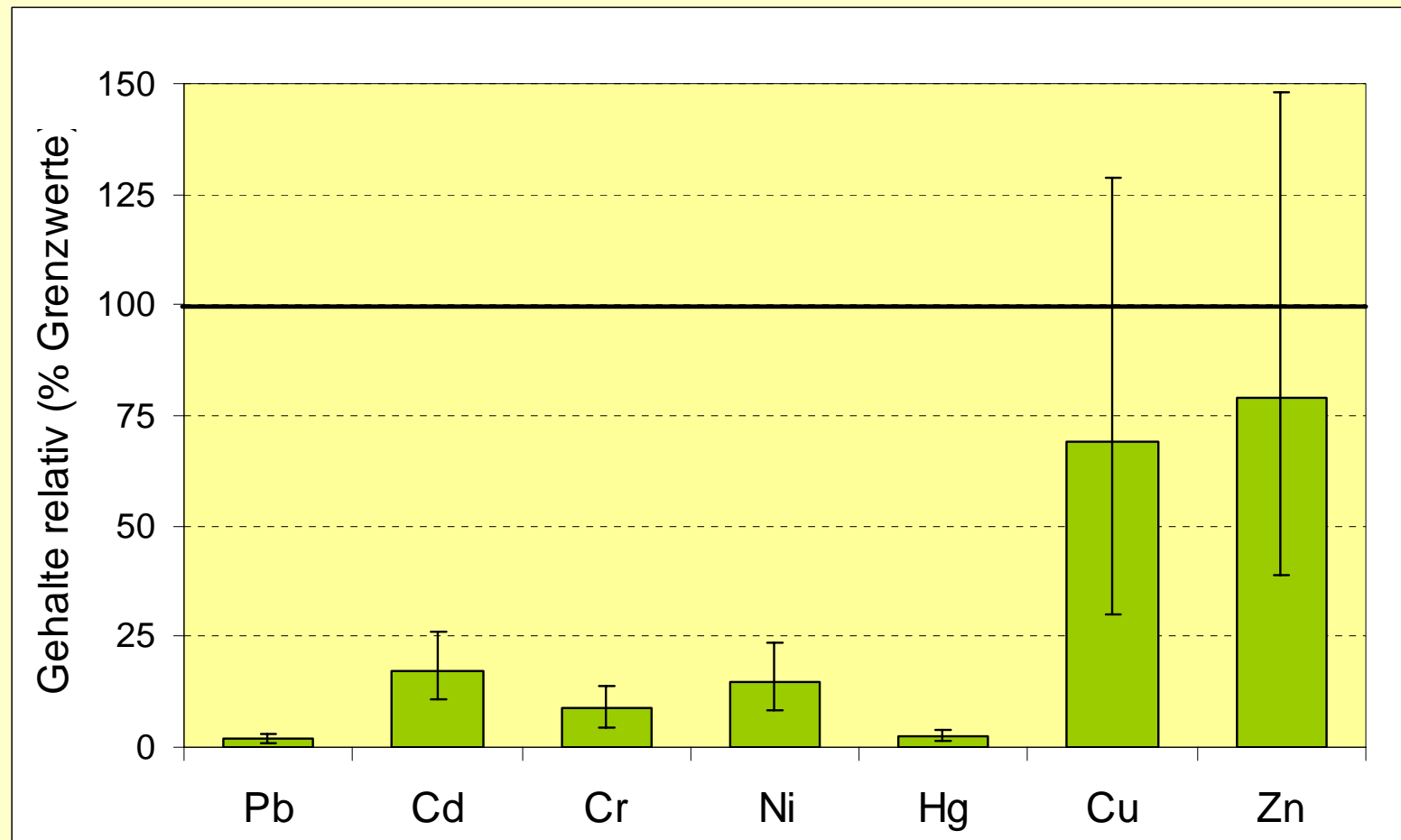
lösliche Gehalte

Produkt	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
	[% v. Gesamtgehalt]		
NaWaRo (n=223)	66	98	16
BioAbf (n=26)	64	100	11
Gülle (n=53)	64	98	44



Schwermetallgehalte von Gärresten

Ausschöpfung der Grenzwerte n. BioAbfV

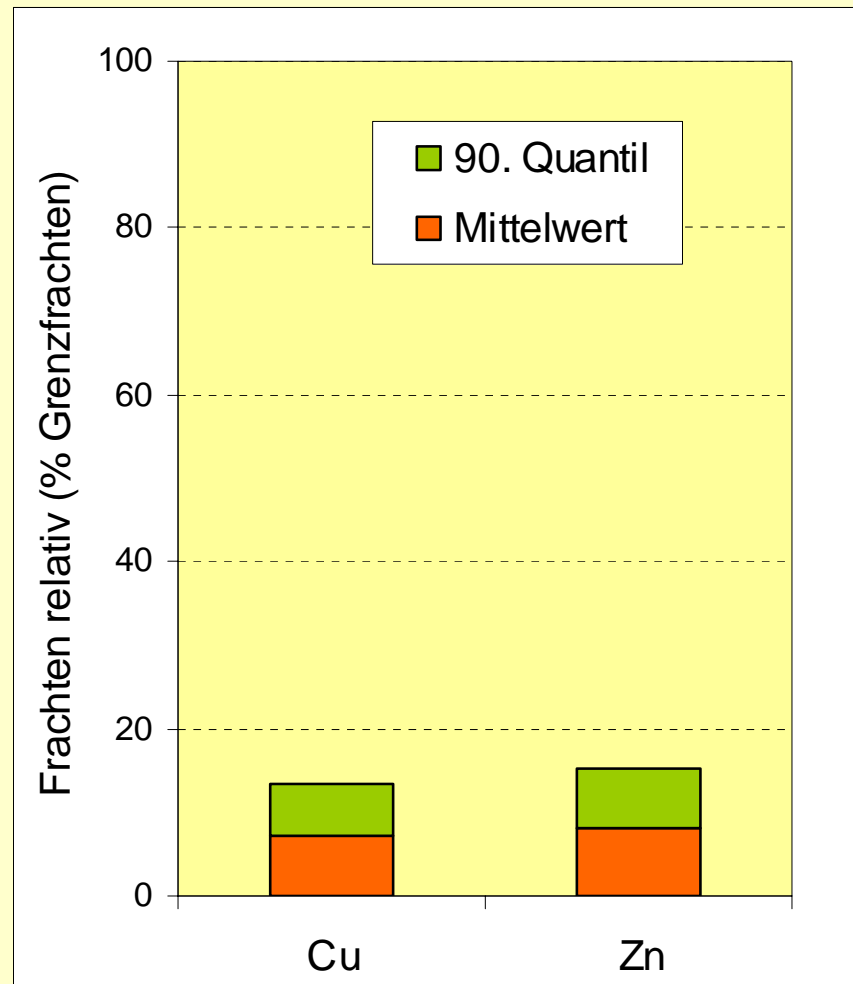


Für Gaben von 20 t/ha TM im 3jährigen Turnus
Stichprobe 130 Proben (**111 NawaRo, 19 Bioabfall**)



Cu- u. Zn-Frachten bei Zufuhr von 20 t FM/ha

Ausschöpfung der Grenzfrachten n. BioAbfV



3jähriger Tumus
Stichprobe 130 Proben (111 NawaRo, 19 Bioabfall)



Phytohygiene (n = 115)

Indikatororganismen

- *Helminthosporium*
- *Sclerotinia sclerotiorum*
- *Pythium intermedium*
- *Fusarium oxysporum*
- *Rhizoctonia solani*

- Hefen
- Schwärzepilze
- Schimmelpilze

Befunde

Gärreste:

- keine Befunde
- Hygienisierung im Reaktor der untersuchten Anlagen gewährleistet (Fusarium!)



Seuchenhygiene (n = 245 GR; n = 51 Gü)

Salmonellen GR: *vereinzelt* *Positivbefunde*
(3,2 % NaWaRo; 11,1 % BioAbf.)
Gülle: keine Befunde!

Clostridien *Mittelwerte unauffällig (10.000 KBE/ml);*
große Schwankungen (90 % der Proben zwischen
1.000 und 200.000 KBE/ml)
Keine Unterschiede zw. Gülle und Gärresten!

Fremdstoffe (> 2mm) und **Steine** (> 5mm)
Gehalte deutlich < Grenzwerte (< 0,5 bzw. 5%)



Einschätzung der Gärrückstände

- Reduzierung der **Trockenmasse**; Gehalte deutlich unter 10 % FM
- Reduzierung der **organischen Substanz**
- **Humusreproduktionsleistung** relativ gering → nur 20 – 30 % der C-Zufuhr
- **pH-Anstieg** → **Gefahr der Ammoniakausgasung**
- **Kalkzufuhr** → nicht ausreichend (bei 30 t/ha FM nur 1 dt/ha CaO)
- **Schwermetalle**: Gehalte deutlich < Grenzwerte **außer Cu und Zn**
- reale Cu- und Zn-Frachten deutlich < Grenzfrachten → kein Problem für den Bodenschutz; als Spurennährstoffe bei Bedarf sogar erwünscht
- **Salmonellen**: vereinzelt Positivbefunde (auf Anlagenführung zurückzuschließen)
- **Clostridien**: Mittelwerte unauffällig, aber starke Einzelwertschwankungen

Nährstoffe:

- **Löslichkeit** allgemein hoch, abnehmend in Reihenfolge
 $K > N \approx NH_4-N > P_2O_5 > MgO$
- enges C/N-Verhältnis → vorteilhaft für N-Mineralisierung
- gute Düngewirkung (auch N !)

Deshalb

(weitgehend) vollständige Anrechnung in der Düngebilanz



Schema zur Düngedbedarfsermittlung

Entzugswerte (kg/ha)

Energiemais		N		P ₂ O ₅		K ₂ O
Ertragserwartung: 500 dt FM/ha	x	0,4	x	0,17	x	0,48
Abfuhr	=	204		86		241
Zuschlag nicht erntbare Restpflanze:	+	20				
= Nährstoffbedarf:	=	224	=	86	=	241
= Düngung nach guter fachlicher Praxis:	=	104	=	86	=	241

Düngeplanung:

50% Wirtschaftsdünger (BGG) / 50% Mineraldünger

Biogasgülle: 4,4 kg N_{ges.}/m³ (60%) = **2,7 kg N/m³**

1,9 kg P₂O₅/m³

5,0 kg K₂O/m³

50 % d. N-Bedarfs aus BGG: 19 m³ X 2,7 kg N/m³ = **52 kg N** **36 kg P₂O₅** **96 kg K₂O**

Mineralische Ausgleichsdüngung: 52 kg N 49 kg P₂O₅ 145 kg K₂O



P und K: Bilanzierung über eine Musterfruchtfolge

Kulturart	Einheit	Berechnung 50 % Bgg		Berechnung 100 % Bgg	
		P2O5	K2O	P2O5	K2O
Energiemais 500 dt/ha					
= Düngbedarf	kg/ha	86	241	86	241
- Nährstoffe aus org. Düngung					
Biogasgülle	m ³ /ha	19	19	38	38
Nährstoffe je ha	kg/ha	36	96	73	192
= Mineraldüngerbedarf	kg/ha	49	145	13	49
Zufuhr	kg/ha	86	241	86	241
Abfuhr	kg/ha	86	241	86	241
Saldo	kg/ha	0	0	0	0
Winterweizen 85 dt/ha					
= Düngbedarf	kg/ha	88	146	108	166
- Nährstoffe aus org. Düngung					
Biogasgülle	m ³ /ha	29	29	58	58
Nährstoffe je ha	kg/ha	55	144	110	289
= Mineraldüngerbedarf	kg/ha	34	2	-1	-123
Zufuhr 2008	kg/ha	88	146	110	289
Abfuhr (nur Korn)	kg/ha	68	51	68	51
Saldo	kg/ha	20	95	42	238
Wintergerste 75 dt/ha					
= Düngbedarf	kg/ha	76	134	76	154
- Nährstoffe aus org. Düngung					
Biogasgülle	m ³ /ha	20	20	41	41
Nährstoffe je ha	kg/ha	39	102	77	204
= Mineraldüngerbedarf	kg/ha	37	32	-2	-49
Zufuhr	kg/ha	76	134	77	204
Abfuhr (nur Korn)	kg/ha	60	45	60	45
Saldo 2009	kg/ha	16	89	17	159
Gründüngung: Biogasgülleausbringung 15 m³					
Saldo 2009 inkl. Gründüngung		28	74	28	74
Mittel 3 Jahre					
Zufuhr	kg/ha	99	205	100	269
Abfuhr	kg/ha	78	119	71	112
Saldo	kg/ha	21	86	29	157



Düngung mit Biogas-Gärresten zu Mais und Winterweizen

Versuchsdauer: 2006 - 2008

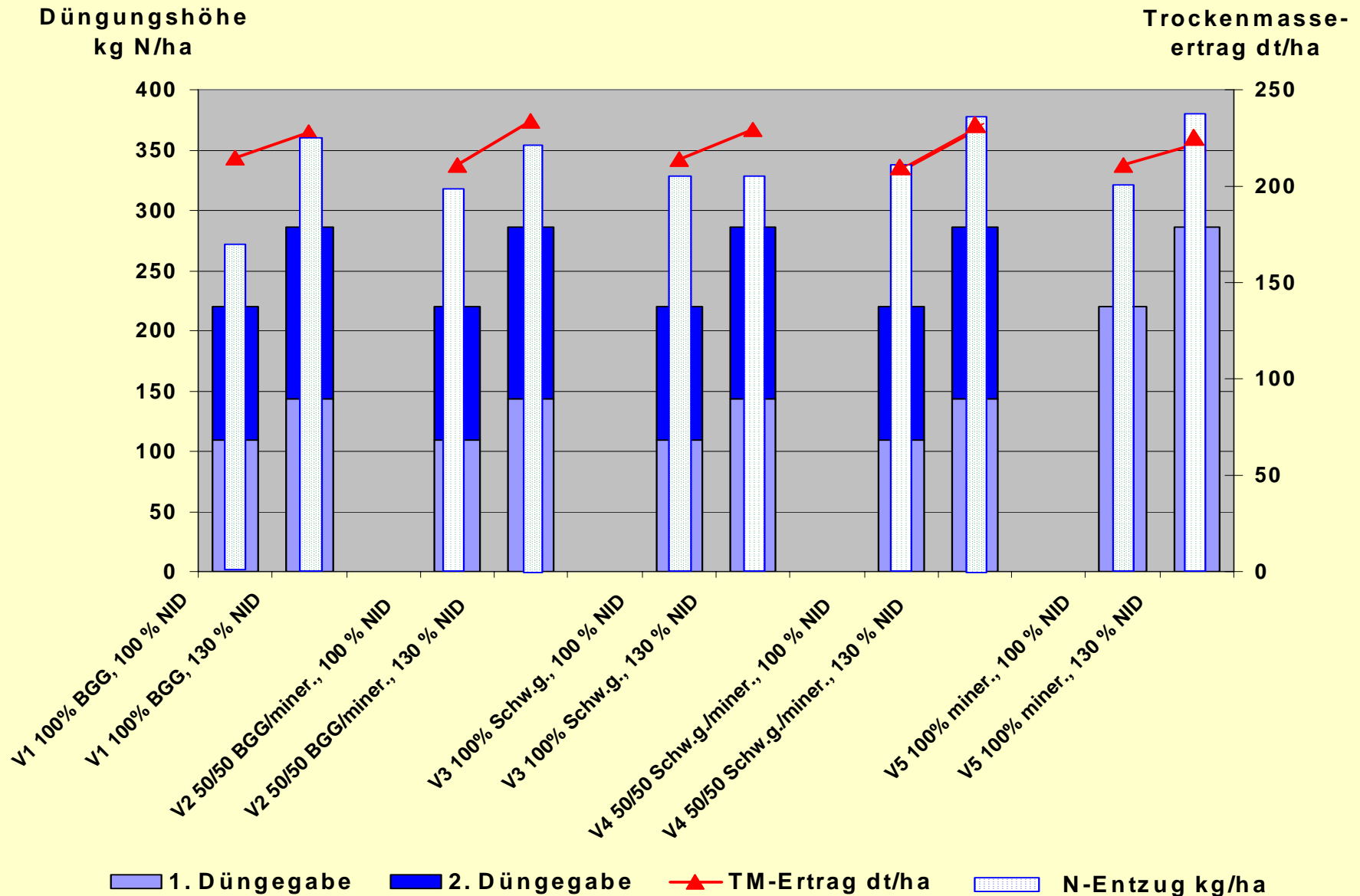
Standorte Mais: Forchheim, Krauchenwies

Standorte WW: Forchheim, Biberach und Bremelau

Faktor	Faktorstufen
N-Düngungssystem	100 % Biogasgülle, 2 Gaben
	50 % Biogasgülle / 50 % mineralisch
	100 % Rinder- oder Schweinegülle, 2 Gaben
	50 % Rinder- o. Schweinegülle / 50 % mineralisch
	100 % mineralisch, 2 Gaben
Düngungshöhe	100 % NID
	130 % NID



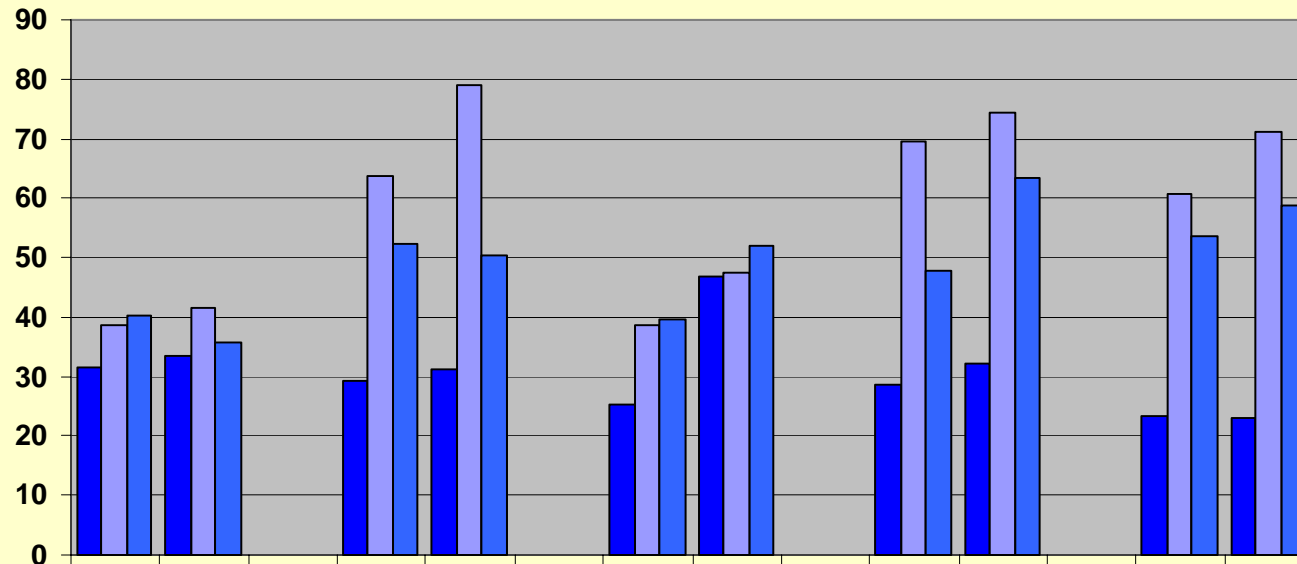
Düngung und Erträge Mais Forchheim





Entwicklung Nmin-Gehalt im Boden (Forchheim)

kg N/ha



100% Bi
100% Biogasgülle(BGG), 130% NID
50%/50% BGG/KAS
50%/50% BGG/NID

100% Ri
100% Rind.o.Schw.gülle(G), 130% NID
50%/50% G/KAS, 100% NID
50%/50% G/KAS, 130% NID

100% KAS, 100% NID
100% KAS, 130% NID

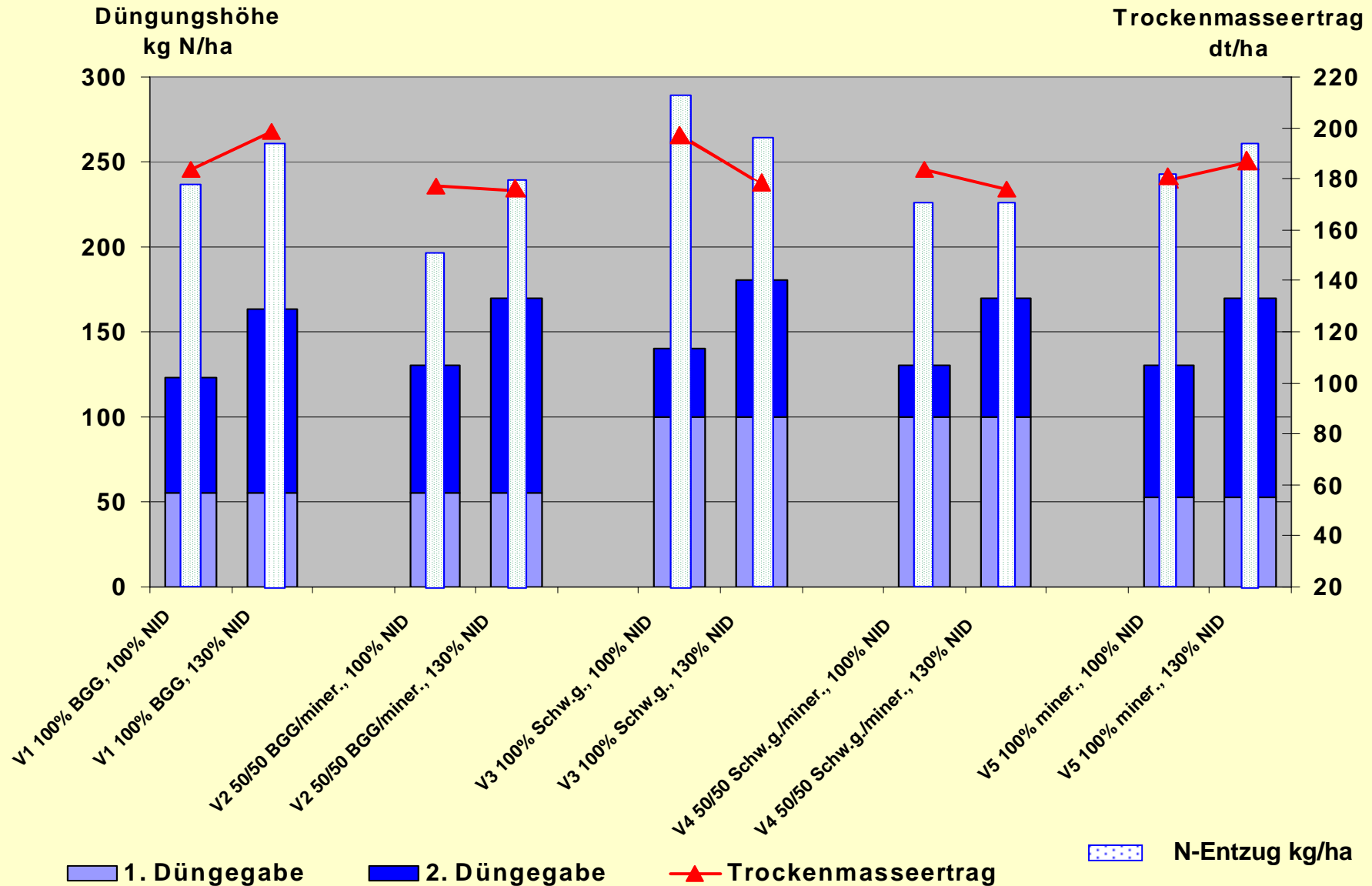
■ Frühjahr, 04.04.07

■ nach Grünguternte, 06.09.06

■ nach Körnermaisernte, 20.10.06

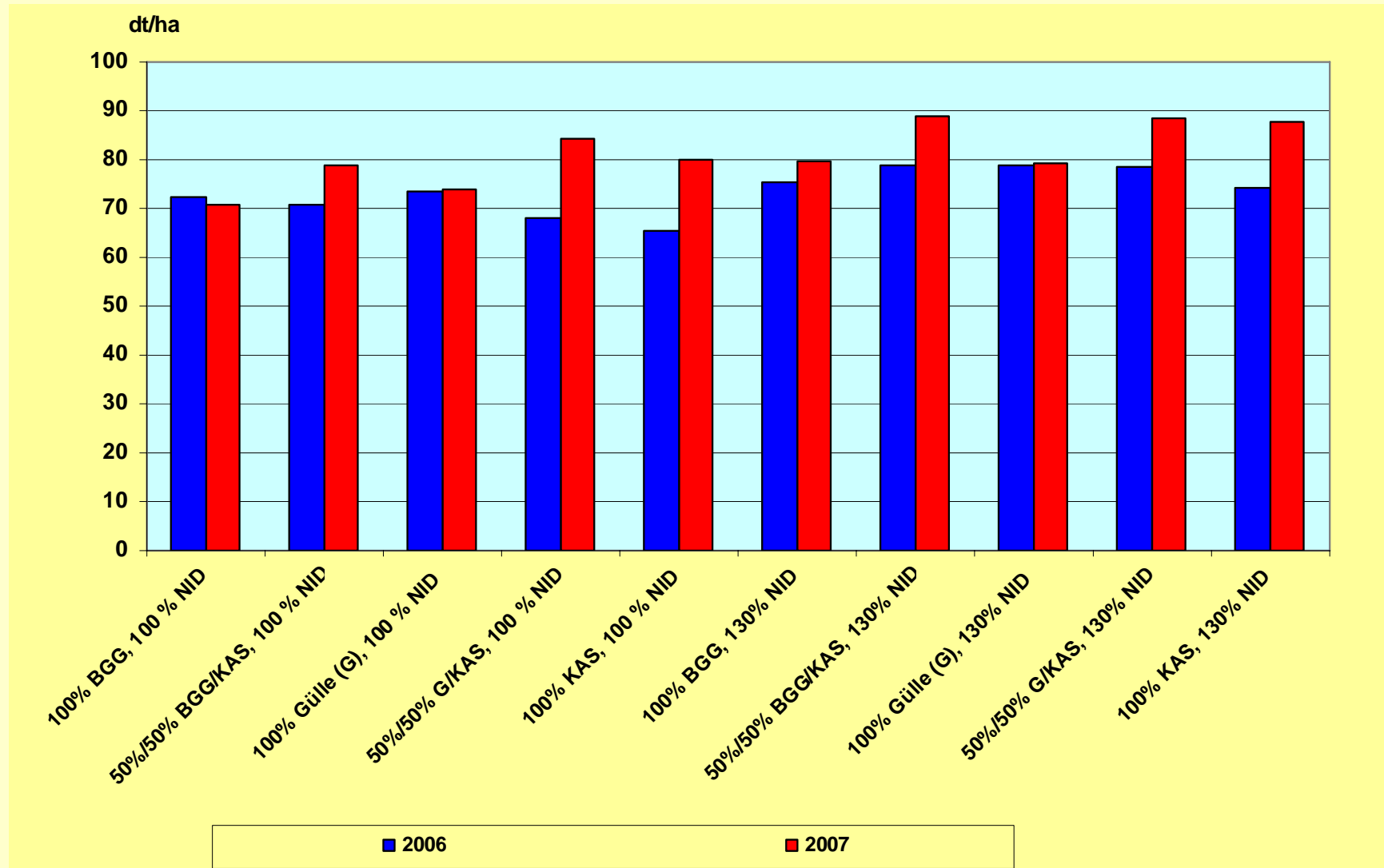


Düngung und Erträge Mais Krauchenwies



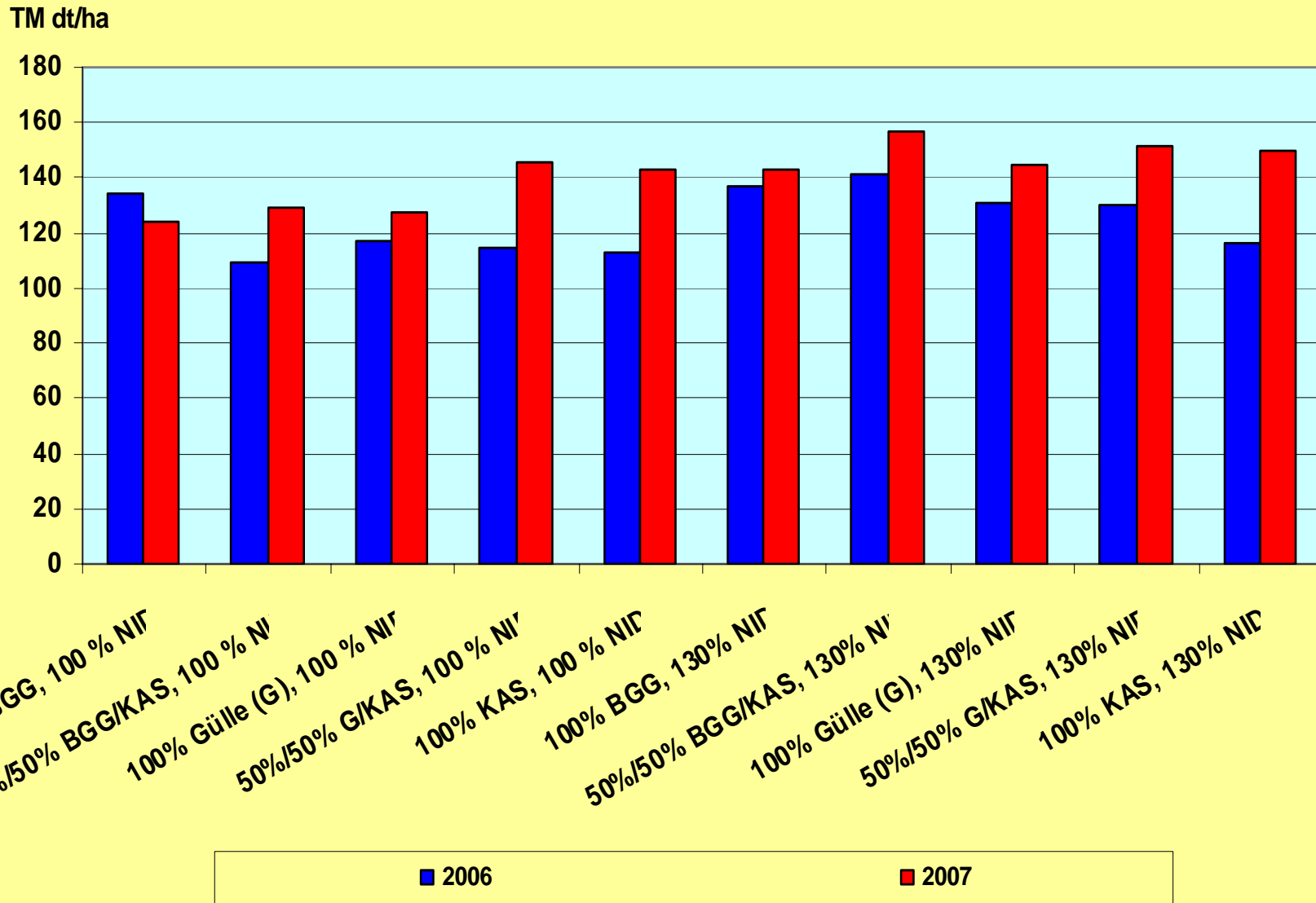


Kornertrag Winterweizen (Forchheim)



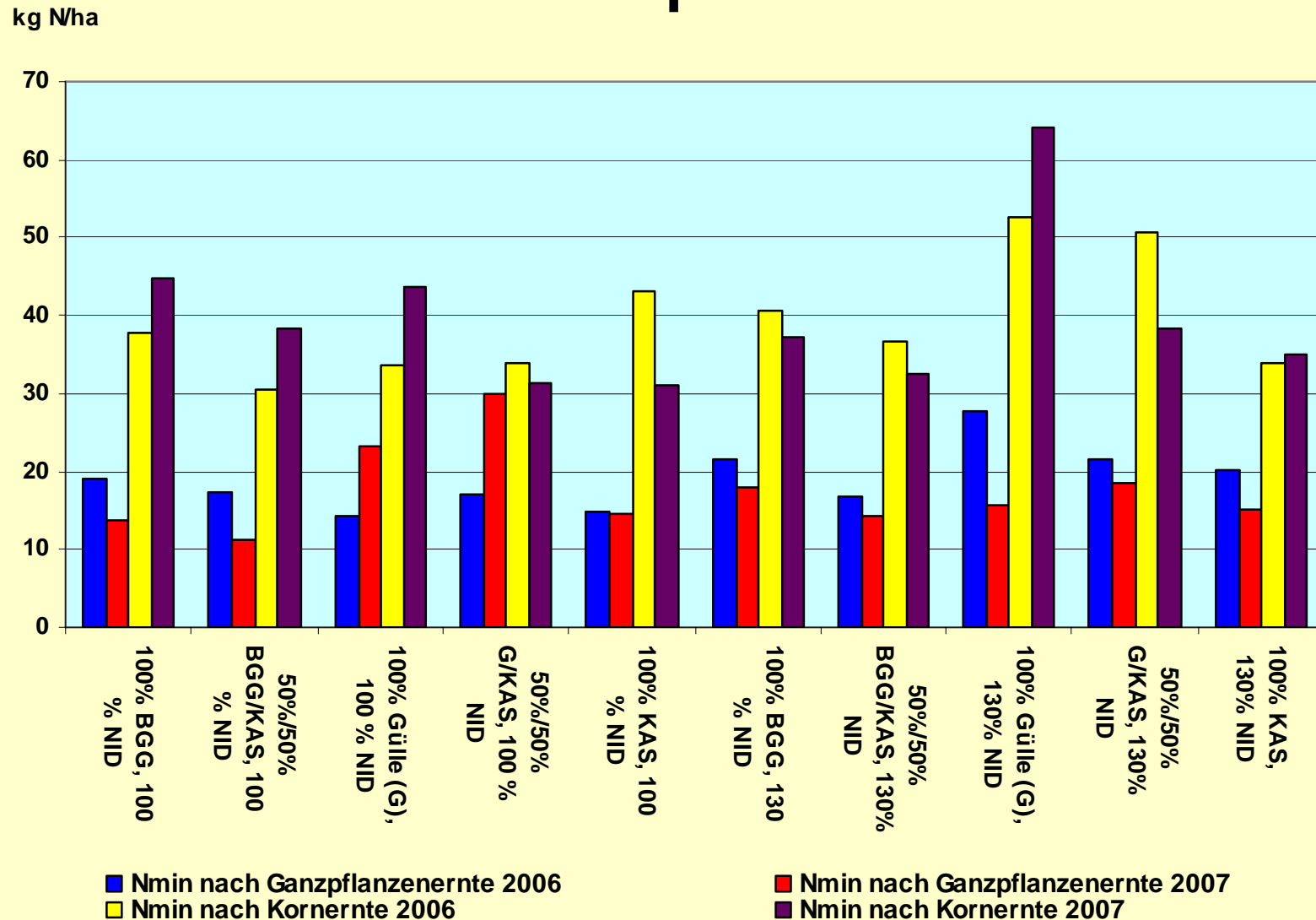


Ganzpflanzenertrag Winterweizen (Forchheim)





Nmin-Werte (Winterweizen) bei unterschiedlichen Erntezeitpunkten





Schlussfolgerungen zur Düngung mit Biogasgülle

- Die Nährstoffverfügbarkeit, aber auch die Gefahr von Ausbringungsverlusten bei Biogasgülle ist hoch.
- Da der anrechenbare N aus Gärresten min. 60 % des Ges-N beträgt, muss im Vergleich zu früher, die mineralische Ergänzungsdüngung reduziert werden.
- 3-jährige Bilanzierung: hohe Überschüsse bei P und K, bei P nicht konform mit DüV, N-Überschüsse idR DüV-konform.
- Exakte Düngung ist schwieriger als mineralische Düngung.
- Mit Biogasgülle lassen sich die ähnliche Ergebnisse erzielen, wie bei mineralischer Düngung.



Schlussfolgerungen zur Düngung mit Biogasgülle

- Nährstoffe in Biogasgülle sollte bekannt sein;
- Nährstoffbedarf und Düngbedarf sollte berechnen werden
- optimale Ausnutzung der Nährstoffe durch verlustmindernde und sorgfältige Ausbringung
- Ausbringung der Gärreste sollte an den Bedarf der Pflanzen angepasst und entsprechend der DüV eingesetzt werden.



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

www.landwirtschaft-bw.de
www.ltz-augustenberg.de