



Düngung mit Biogasgärresten

Was Erwartet Sie

- **Informationen über**
 - Gärrestanfall**
 - Nährstoffgehalte**
 - Eigenschaften der Gärreste**
 - Nährstoffwirkung der Gärreste**
- **Nährstoffkreislauf**
- **Düngeempfehlungen**

WAS SOLLEN SIE BEHALTEN

- **bestimmende Faktoren für die Nährstoffgehalte der Gärreste**
- **wichtige Eigenschaften von Gärresten**
- **Bestimmung der Nährstoffwirkung von Gärresten**
- **Nährstoffkreislauf in Biogasbetrieben**
- **Düngeempfehlung für die wichtigsten Kulturen**

Berechnung Biogasgärrest

Substratmenge/Jahr	Substrate	TM-Gehalt in %	oTM-Gehalt in %	l _N /kg oTM	M _N 3/l FM	Methan-Gehalt in %	N kg/t, m ³ FM	P2O5 kg/t, m ³ FM	K2O kg/t, m ³ FM	MgO kg/t, m ³ FM
200 t	Grassilage	35,0	89,2	583,8	182,3	54,3	8,8	3,0	12,6	1,3
200 t	GPS Getreide mittl. Körnerant.	40,0	94,2	515,0	194,1	52,3	6,0	2,3	5,8	0,7
1000 t	Maissilage	35,0	96,2	588,8	198,2	52,2	4,4	1,7	4,6	0,8
500 m ³	Milchviehgülle (Acker)	7,5	85,0	350,0	22,3	55,0	35,0	1,4	5,0	1,0
Neues Substrat: (wird nur übernommen, wenn alle Felder ausgefüllt wurden und die Substratmenge >0 ist)										
0 m ³	Wassereinleitung in Fermenter	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1900 Substratmenge gesamt										

Durchschnittlicher TM-Gehalt (Input Fermenter)	28,3 %
Abbaugrad der oTM (näherungsweise)	74,0 %
Durchschnittlicher TM-Gehalt (Output Fermenter)	10,7 %
Durchschnittliche hydraulische Verweilzeit	0 Tage
Fermenterraum (Nutzvolumen aller Fermenter u. Nachgärer)	0 m ³
Raumbelastung (kg oTM/m ³ Fermenter und Tag)	0,0 kg
Biogasertrag ändern	0 % (nur zwischen -10 und +20 veränderbar)
Biogasertrag je Jahr ca.	284660 m ³
Durchschnittlicher Methangehalt ca.	52,6 %
Gärrestvolumen	1525 m³
Wassereinleitung ins Gärrestlager	0 m ³
Gärrestvolumen inkl. Wasser	1525 m³
Lagerdauer	180 Tage
Bedarf Gärrestlager	752 m³

Nährstoff	Gärrest	Annahme:
N in kg	9110	1t=1m ³
P2O5 in kg	3460	6
K2O in kg	10780	1150
MgO in kg	1700	25

Nährstoff	Gärrest	Annahme:
Flüssige Phase TM-Gehalt %	10,7	6
Verbleibende flüssige Phase m ³	1150	
Feste Phase TM-Gehalt %	2,3	25
Verbleibende feste Phase t	375	
Bedarf Gärrestlager flüssige Phase m³	567	

Stand: 11.08.2010 LfL IAB2a Anja Fischer
Berechnungsgrundlage: LfL ILB, Ulrich Keymer / LfL ILT, Andres Lehner / LfL ITE, Gruber Futterwerttabellen 2008
Gasausbeuten von Proteinen, Fetten und Kohlenhydraten nach Baserga U., 1998, Landwirtschaftliche Co-Vergärungs-Biogasanlagen, FAT-Bericht Nr. 512.

Benutzungshinweise:
Eingaben können mit der Enter-Taste oder über die Schaltfläche "Aktualisieren" gespeichert werden.
Eine Substratmenge von 0 löscht das jeweilige Substrat aus der Liste.
Feste Substrate in t, flüssige Substrate in m³ erfassen.
N-Gehalte sind abzüglich gasförmiger Verluste in Stall und Lager.
Wassereinleitung in Fermenter wird als 0 m³ / Fermenter / Tag angenommen.

**Optimierte Gärrestanwendung
erfordert ausreichenden
Lagerraum von mind. 6 Monaten**

Nährstoffgehalt hängt ab von:
verwendetem Gärsubstrat (Nährstoffgehalt)
Abbaubarkeit der oTM (Konzentrierung)
Verdünnung bzw. Trockenmassegehalt
Gärbedingungen

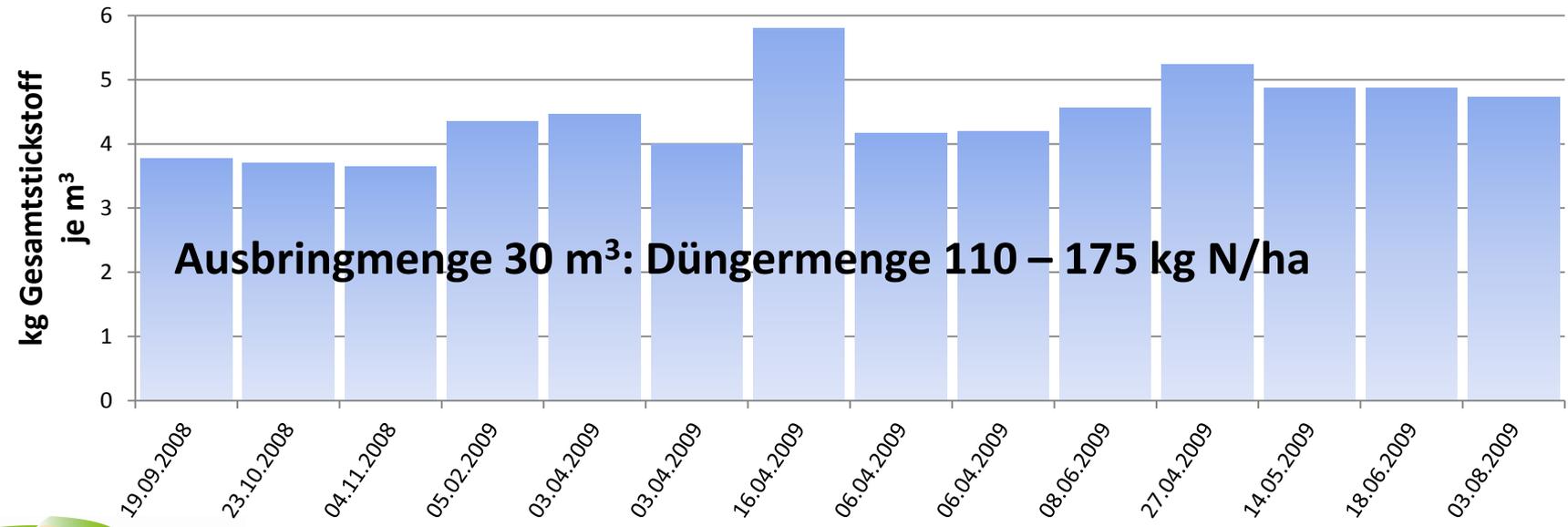
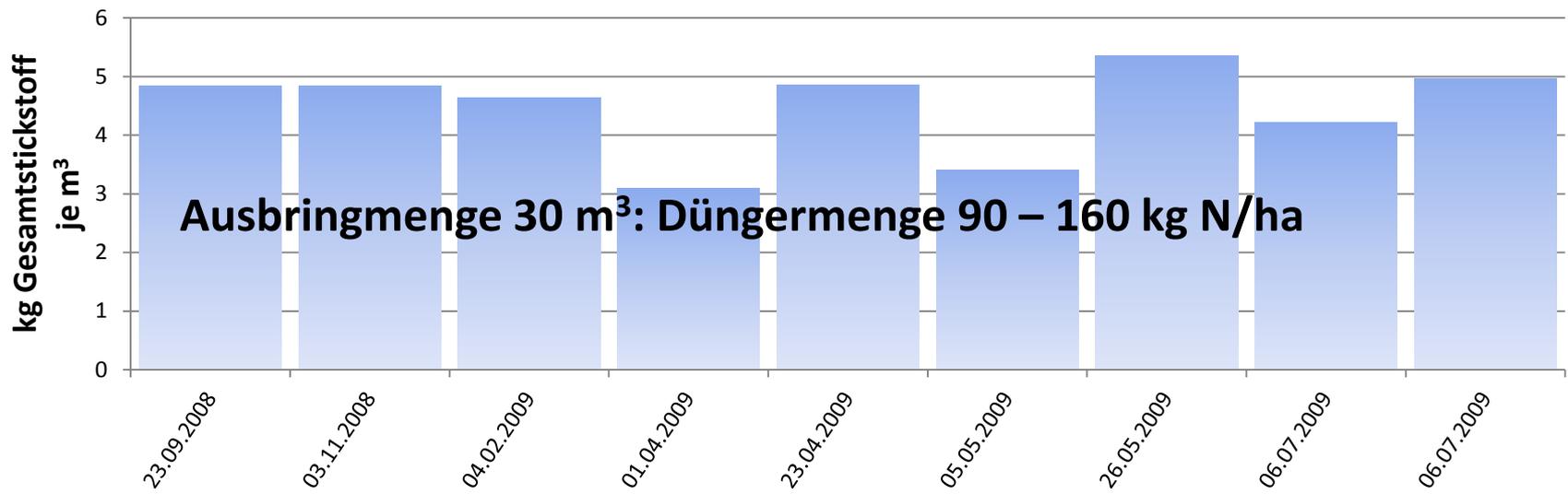
Nährstoffgehalte ausgewählter Biogassubstrate	<i>TM %</i>	<i>oTM %</i>	<i>m_N³/t FM</i>	<i>Methan- gehalt</i>	<i>N kg/t FM</i>	<i>P₂O₅ kg/t FM</i>	<i>K₂O kg/t FM</i>	<i>MgO kg/t FM</i>
Grassilage	35 %	89 %	182	54 %	8,8	3,1	12,6	3,8
GPS Getreide	40 %	94 %	194	52 %	5,9	2,3	5,8	1,7
Maissilage	35 %	96 %	198	52 %	4,4	1,7	4,6	2,2
Milchviehgülle	7,5 %	85 %	18	55 %	3,8	1,5	5,8	1,0
Hühnerkot	50 %	74 %	185	58 %	17,5	15	13,5	5,0

Anhaltswerte für Nährstoffe Biogasgärreste

	TS- Gehalt %	Ngesamt (kg/m³)	NH₄ (kg/m³)		P₂O₅ (kg/m³)	K₂O (kg/m³)
Ø	6,5	5,1	3,2		2,3	5,5
Min.	2,9	2,4	1,4		0,9	2,0
Max.	13,2	9,1	6,8		6,0	10,9

Anhaltswerte für Nährstoffe Biogasgärreste separiert

	TS-Gehalt %	Ngesamt (kg/m³)	NH₄ (kg/m³)		P₂O₅ (kg/m³)	K₂O (kg/m³)
Ø „normal“	6,5	5,1	3,2		2,3	5,5
Flüssige Phase	5,7	4,9	3,1		2,0	5,4
Feste Phase	24,3	5,8	2,7		5,0	5,8





5000 t Silomais

0,7 % N i. TM →

11200 kg N

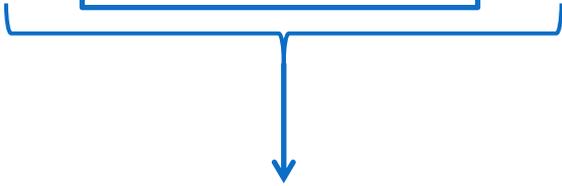
32 % TM



5000 t Silomais

1,3 % N i. TM →

20800 kg N

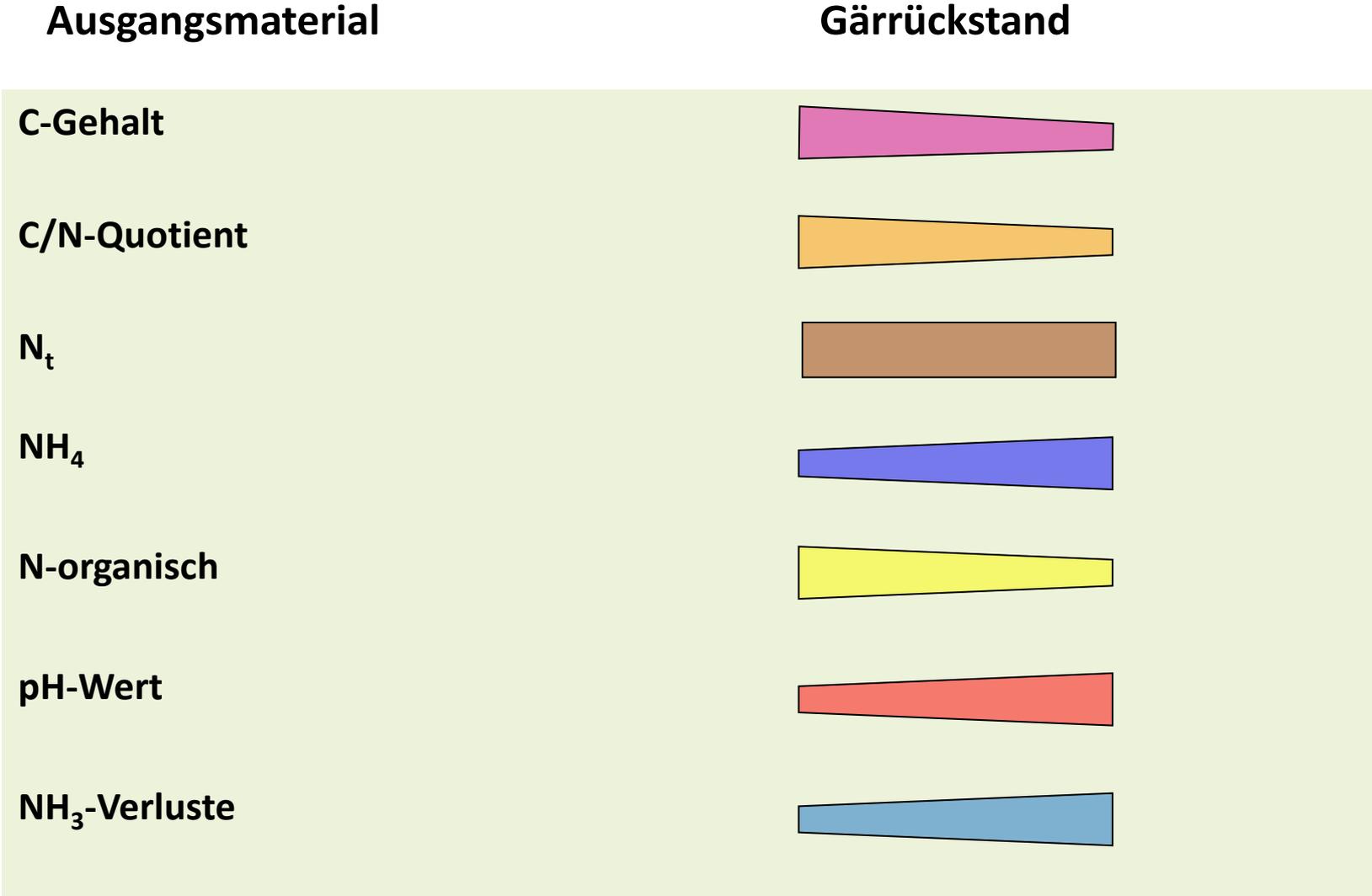


vor allem schwankende N-Gehalte im Eingangssubstrat machen die Berechnung der anfallenden Nährstoffe im Gärrest unsicher.

Dadurch sind eigene Untersuchungen des Gärrestes unabdingbar!

Fazit:

- **Nährstoffgehalte unterliegen starken Schwankungen**
- **Mindestens eine Untersuchung der Gärprodukte bei Eigenausbringung und konstanter Substratzufuhr**
- **Bei Abgabe der Gärprodukte aktuelle Untersuchungen an den Hauptabgabeterminen nach guter Homogenisierung**



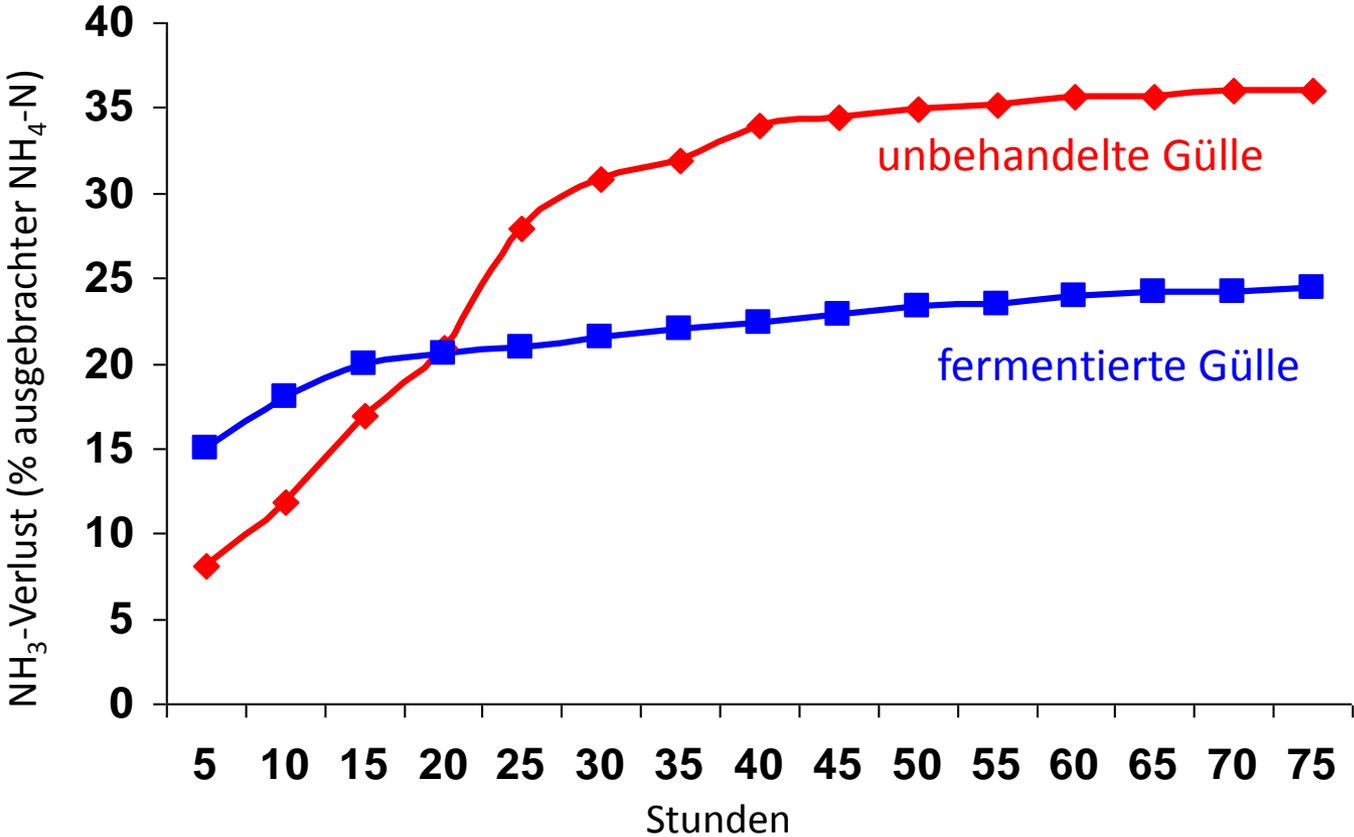
Ammoniumgehalt Gärprodukte

	TS-Gehalt %	Ngesamt (kg/m³)	NH₄ (kg/m³)	% des Ngesamt	P₂O₅ (kg/m³)	K₂O (kg/m³)
Ø	6,5	5,1	3,2	63	2,3	5,5
Min.	2,9	2,4	1,4	58	0,9	2,0
Max.	13,2	9,1	6,8	75	6,0	10,9

Ammoniumgehalt separierte Gärprodukte

	TS-Gehalt %	Ngesamt (kg/m ³)	NH ₄ (kg/m ³)	% des Ngesamt	P ₂ O ₅ (kg/m ³)	K ₂ O (kg/m ³)
Ø „normal“	6,5	5,1	3,2	63	2,3	5,5
Flüssige Phase	5,7	4,9	3,1	64	2,0	5,4
Feste Phase	24,3	5,8	2,7	47	5,0	5,8

NH₃-Verluste von Biogas-Gülle nach der Applikation



(Clemens, 2001)

Fazit:

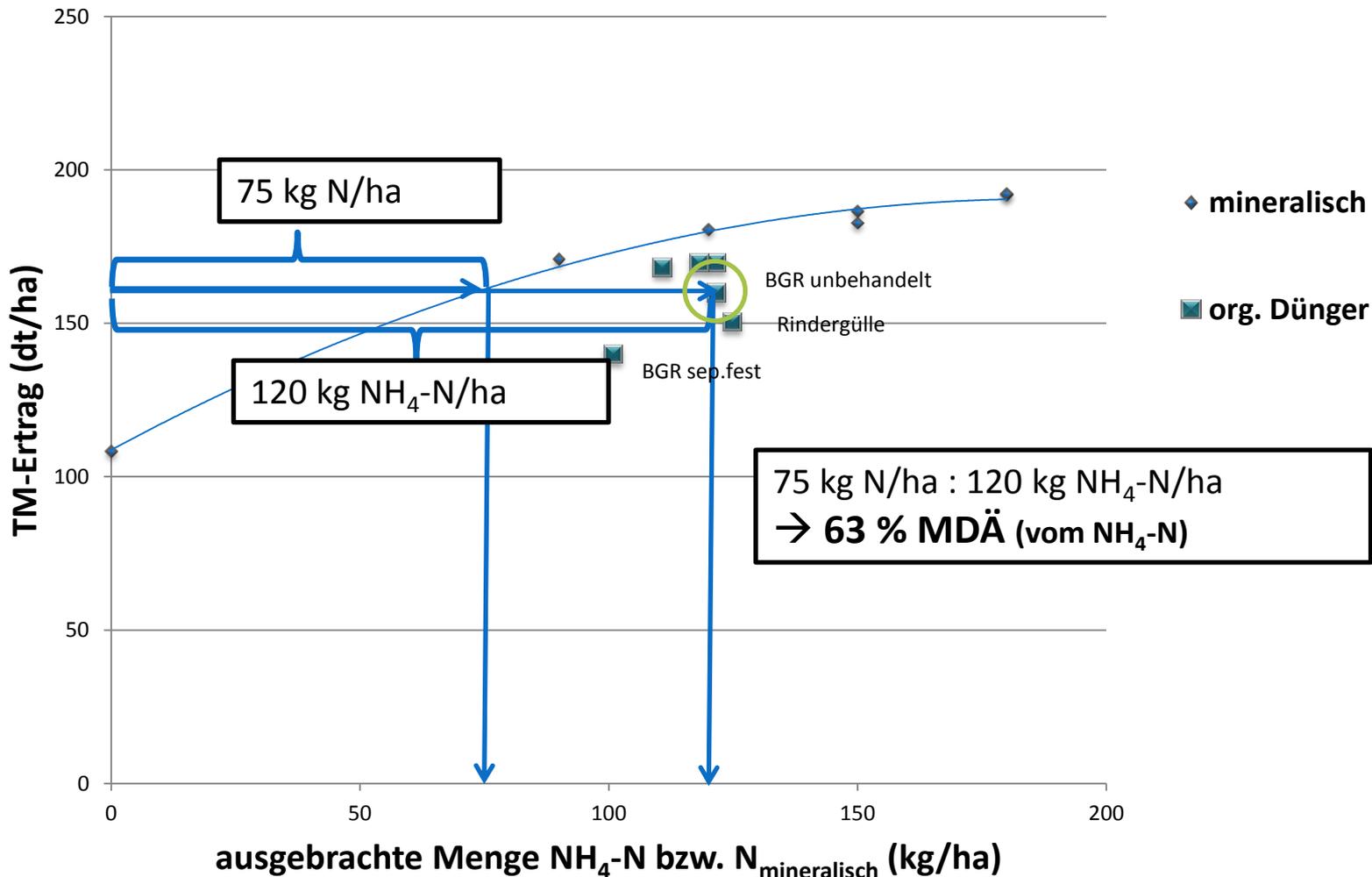
- **geringerer TS-Gehalt, geringere Viskosität führen zu schnellem Eindringen in den Boden**
- **hoher Ammoniumanteil und enges C/N-Verhältnis lassen eine gute und schnelle Stickstoffwirkung erwarten**
- **hoher Ammoniumanteil in Verbindung mit pH-Werten um 8 macht verlustarme Ausbringung notwendig; es kommt auf die Minute nach der Ausbringung an**

	TS-Gehalt %	Ngesamt (kg/m ³)	NH ₄ (kg/m ³)	% des Ngesamt	P ₂ O ₅ (kg/m ³)	K ₂ O (kg/m ³)
Ø	6,5	5,1	3,2	63	2,3	5,5

Im Anwendungsjahr verfügbar:

$\text{NH}_4 + 10\% \text{ des organisch gebunden N} = \text{Nschnell}$

$3,2 \text{ kg} + 10\% \text{ von } 1,9 \text{ kg} = 3,4 \text{ kg N}$



Fruchtfolge: 2009 Silomais – 2010 Wintertriticale GPS, Weidelgras – 2011 Silomais;
Mittelwerte 2009 – 2011;

	MDÄ (TM-Ertrag NH ₄ -N)			
	Puch	Bayreuth	Landsberg	Steinach
				Biogasgärrest 1 75 %
				Biogasgärrest 2 72 %
				Biogasgärrest 3 87 %
Biogasgärrest	72 %	76 %	55 %	Biogasgärrest 4 73 %

Fruchtfolge: 2009 Silomais – 2010 Wintertriticale GPS, Weidelgras – 2011 Silomais;
Mittelwerte 2009 – 2011;

	MDÄ (TM-Ertrag NH ₄ -N)				
	Puch	Bayreuth	Landsberg	Steinach	
Rindergülle	75 %	75 %	44 %	Biogasgärrest 1	75 %
				Biogasgärrest 2	72 %
				Biogasgärrest 3	87 %
Biogasgärrest	72 %	76 %	55 %	Biogasgärrest 4	73 %
				Rindergülle	59 %

Fruchtfolge: 2009 Silomais – 2010 Wintertriticale GPS, Weidelgras – 2011 Silomais;
Mittelwerte 2009 – 2011;

	MDÄ (TM-Ertrag NH ₄ -N)			
	Puch	Bayreuth	Landsberg	Steinach
Rindergülle	75 %	75 %	44 %	Biogasgärrest 1 75 %
Separiert flüssig	95 %	82 %	52 %	Biogasgärrest 2 72 %
Separiert fest	41 %	58 %	28 %	Biogasgärrest 3 87 %
Biogasgärrest	72 %	76 %	55 %	Biogasgärrest 4 73 %
				Rindergülle 59 %
				separiert fest 28 %

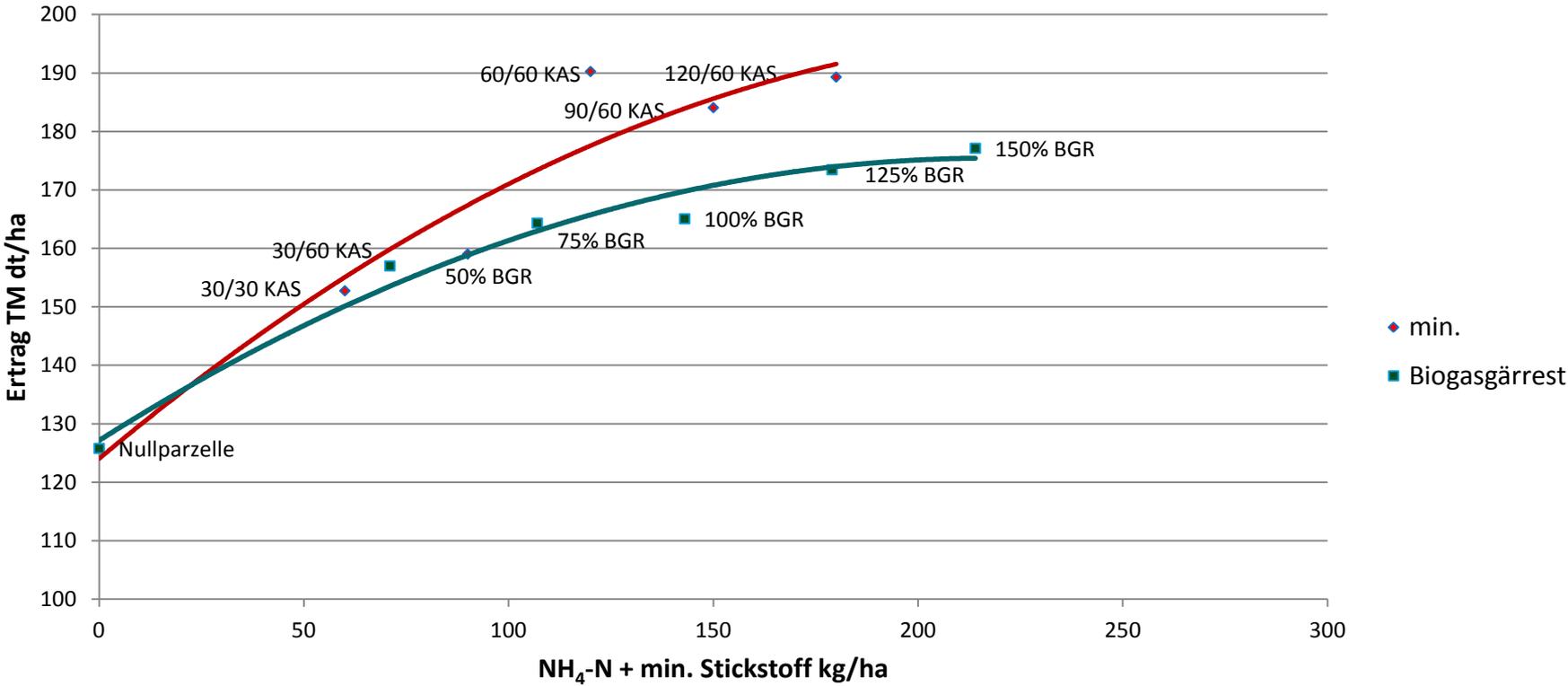
N-Wirkung im Anwendungsjahr in % vom Nschnell

	Monate											
	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06
Mais	40			30				60	70	75	75	70
Wintergerste/ GPS			40	40				70	75	75		
Winterweizen/ GPS			40	30				70	75	75		
Winterraps		50	60	40				70	75	75		
Grünland	60	60	70	70	60			80	80	80	80	80
ZWF	70	70	70	60								

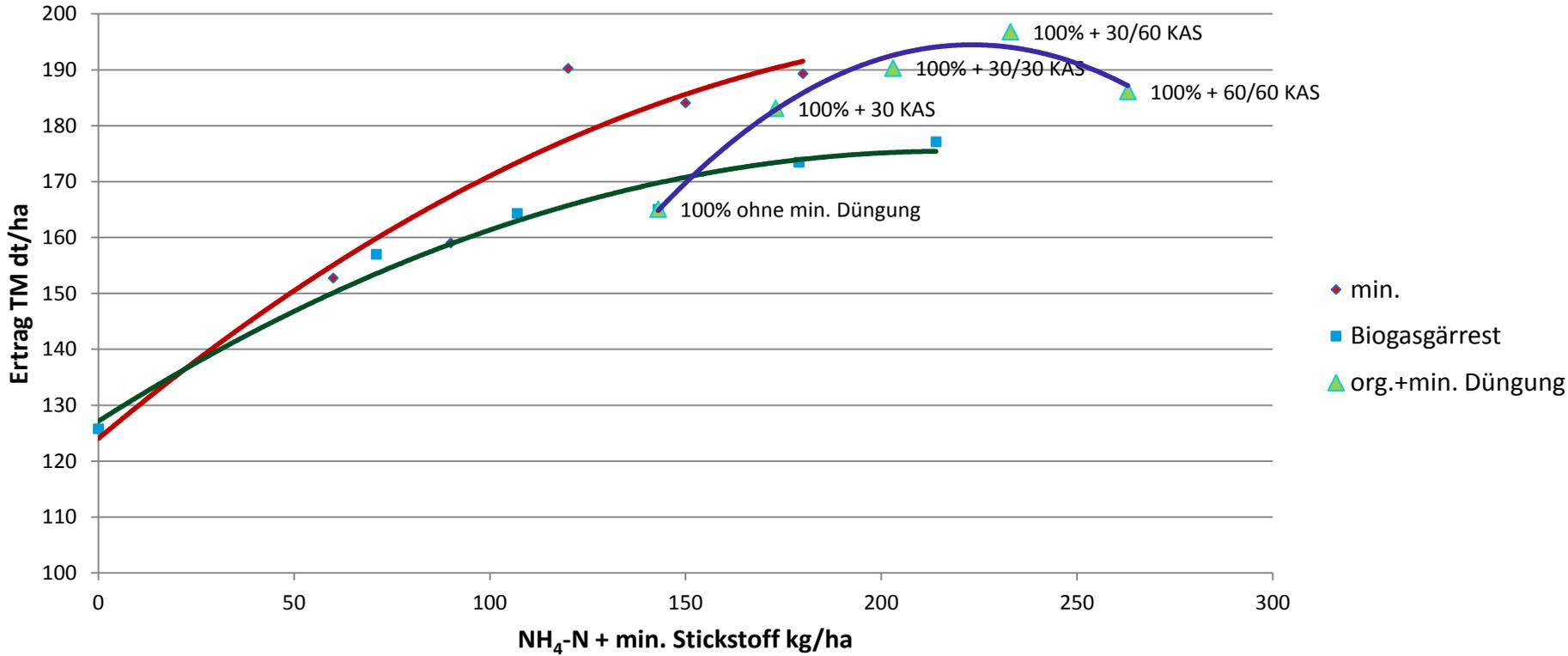
Organischer Dünger	Winterweizen	Wintertriticale GPS
	MDÄ (% NH ₄ -N)	MDÄ (% NH ₄ -N)
Biogasgärrest	55 %	60 %
BGR sep. flüssig	65 %	76 %
BGR sep. fest	39 %	34 %
Rindergülle	51 %	45 %

Mittelwert der einzeln geprüften Kulturarten 2009 – 2011 Puch, Bayreuth

Beispielhafter Vergleich Mineral- und Gärprodukt Düngung Silomais Puch (V554)



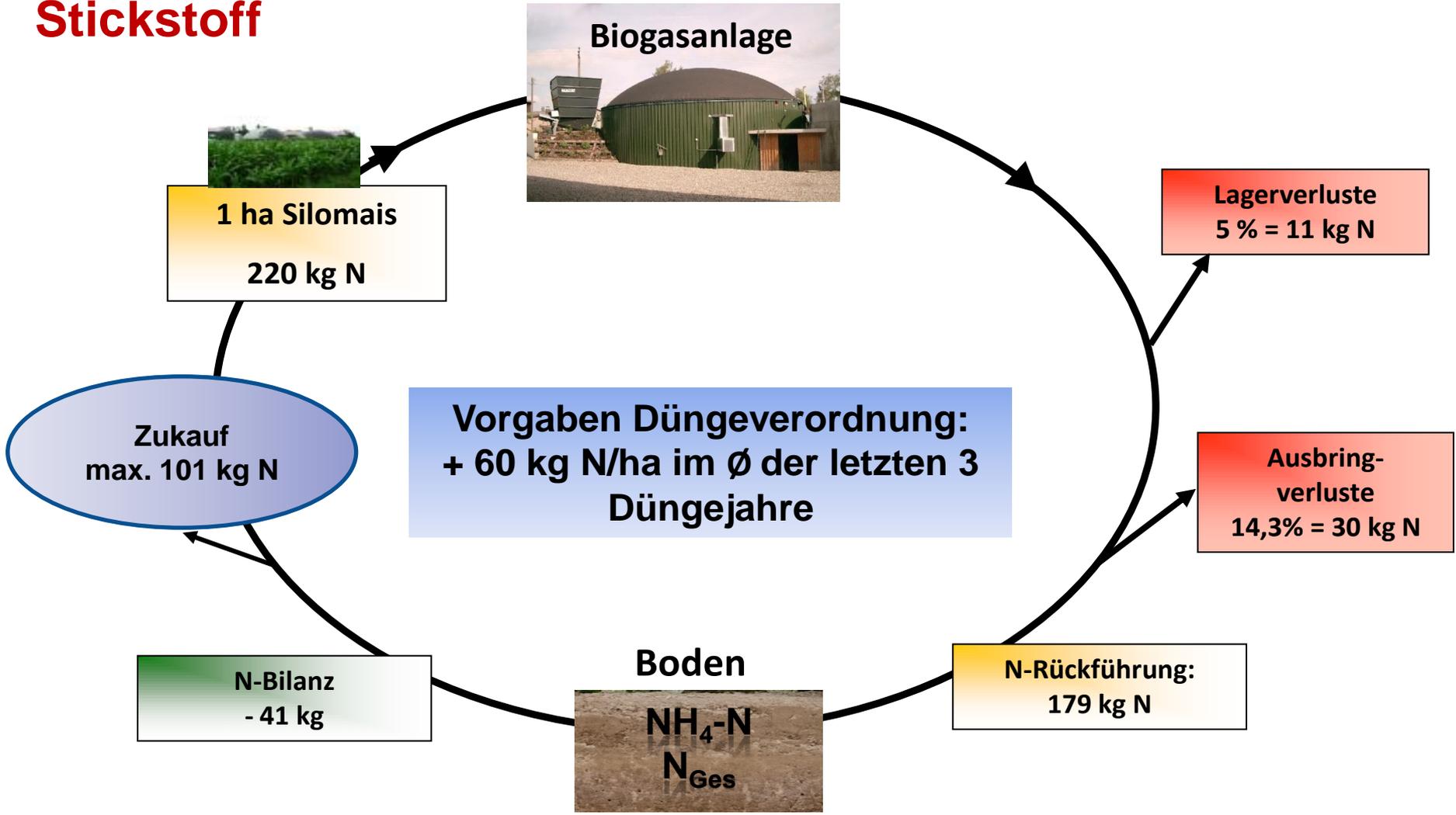
Beispielhafter Vergleich Mineral- und Gärproduktdüngung Silomais Puch (V554)



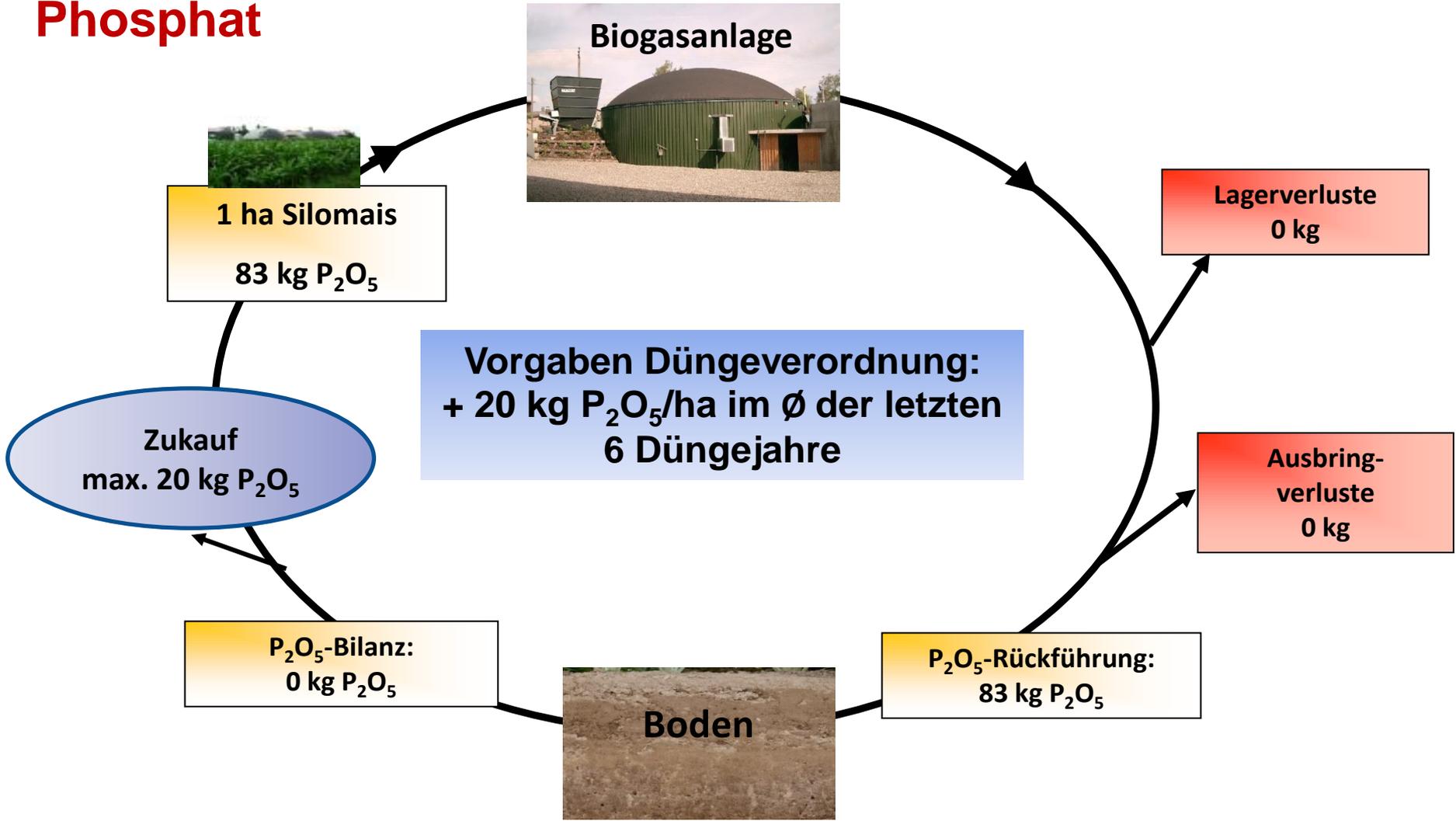
Fazit:

- im Durchschnitt über die Jahre und Kulturen kann der Ammoniumgehalt in der Wirkung mit Mineraldünger gleichgesetzt werden
- vom organisch gebundenen Anteil werden je Jahr ca. 10 % freigesetzt, Wirkung erst nach langjähriger Anwendung
- Wirkungsunterschiede in Abhängigkeit von der Kultur und vom Standort sind möglich
- Kombination mit mineralischen N-Düngern ist sinnvoll um ein hohes Ertragsniveau zu halten

Stickstoff



Phosphat



Fazit:

- die von der Fläche abefahrenen Nährstoffe können auch unter dem Aspekt der optimierten Gärproduktanwendung auf die Fläche zurückgefahren werden
- als Anhaltswert können die Stickstoffverluste mit einem Zuschlag für die unvermeidbaren Standortverluste in Form von Mineraldünger ersetzt werden
- Ausschließliche Düngung mit Gärresten kann zu hohen Nährstoffüberschüssen führen
- der Phosphatkreislauf ist bei Rückführung der Gärreste geschlossen

Wintergetreide und GPS

- **durch kurze Vegetationszeit Ergänzung mit Mineraldünger für hohe Erträge notwendig**
- **flüssige Gärreste möglichst zeitig im Frühjahr**
- **Schössergabe mit bodennaher Ausbringtechnik**
- **Gärrestgaben bis zu 120 kg NH₄-N und eine mineralische Ergänzung je nach Nmin-Gehalt und Bestandesentwicklung**
- **Herbstdüngung nicht notwendig und sinnvoll**

GPS - Triticale

Beispiel:
40 kg N_{min}

Gesamtsollwert:
190 kg N/ha

* 0,7 = 84 kg N
(entspricht MDÄ 70%)

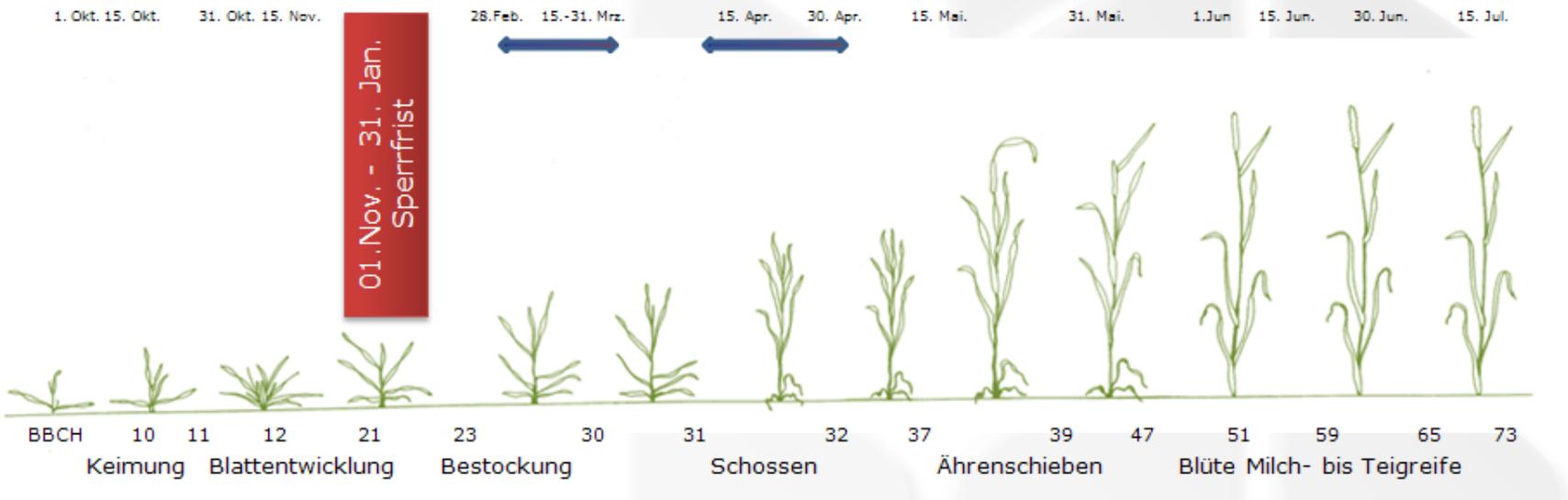
1. Gabe
120 kg NH₄-N
und

Biogasgärrest
Düngung

1. Gabe
30 kg N

2. Gabe
40 kg N

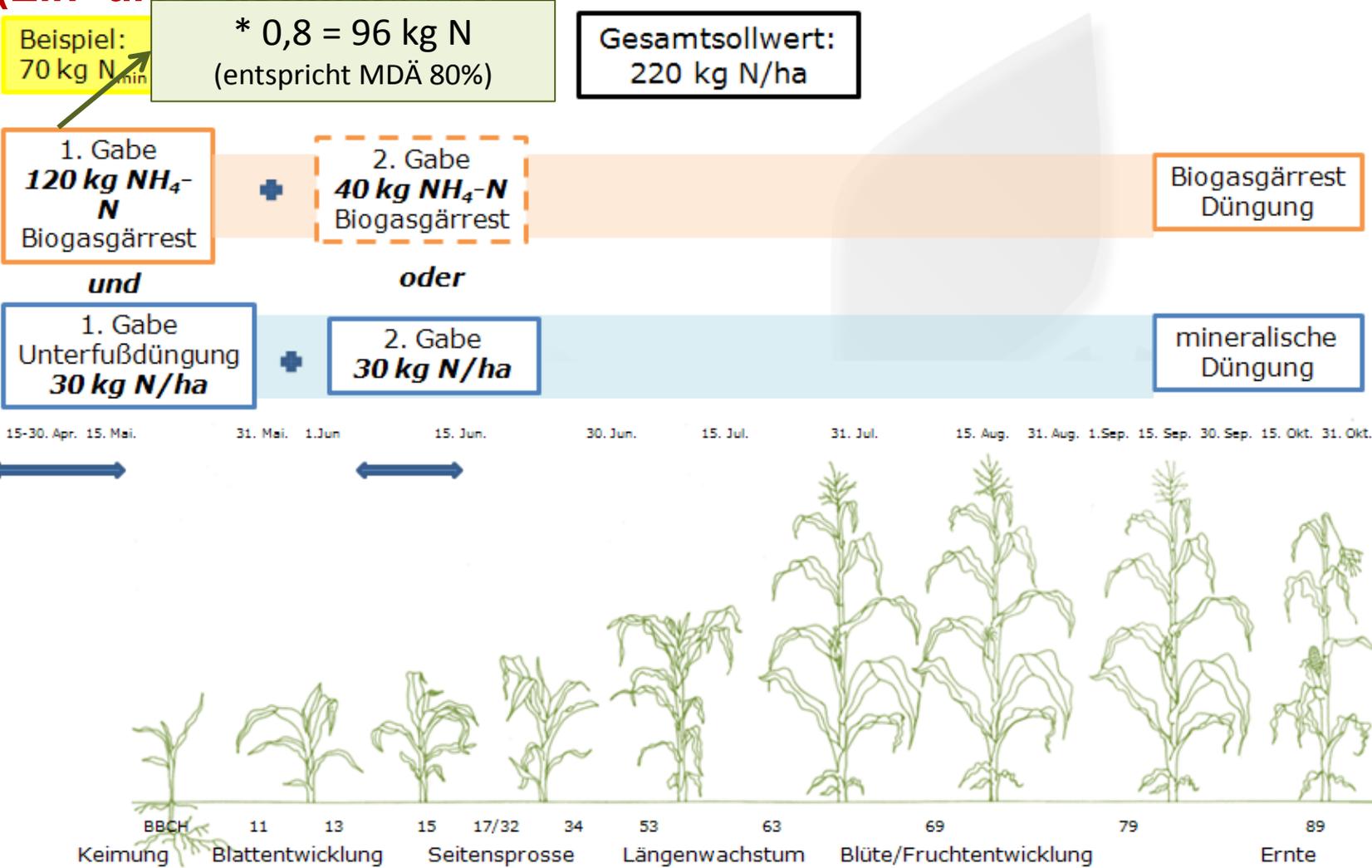
mineralische
Düngung



Mais

- **beste Ausnutzung durch lange Vegetationszeit**
- **Ausbringung und Einarbeitung möglichst kurz vor Maissaat**
- **Bedarfsdeckung über flüssige Gärreste unter Berücksichtigung des Nmin-Gehaltes und einer Unterfußdüngung möglich**

Mais (Ein- und Zweimalgabe)



Winterweizen (Marktf Fruchtbetrieb)

- **Stickstoffverwertung ähnlich der von Wintertriticale**
- **andere Verwertungsziele – Qualität, Rohprotein**
- **flüssige Gärreste möglichst zeitig im Frühjahr**
- **durch kurze Vegetationszeit Ergänzung mit Mineraldünger für hohe Erträge notwendig**
- **Schoss ergabe mit bodennaher Ausbringtechnik**
- **Gärrestgaben bis zu 90 kg NH₄-N und eine mineralische Ergänzung je nach Nmin-Gehalt und Bestandesentwicklung**

Winterweizen

Gesamtsollwert:
240 kg N/ha

Beispiel:
50 kg N_{min}

* 0,7 = 63 kg N
(entspricht MDÄ 70%)

1. Gabe
90 kg NH₄-N
Biogasgärrest

Biogasgärrest
Düngung

und

1. Gabe
35 kg N

2. Gabe
45 kg N

3. Gabe
50 kg N

mineralische
Düngung

1. Okt. 15. Okt. 31. Okt. 15. Nov.

01. Nov. - 31. Jan.
Sperrfrist

28. Feb. 15. - 31. Mrz.

15. Apr.

30. Apr.

15. Mai.

31. Mai.

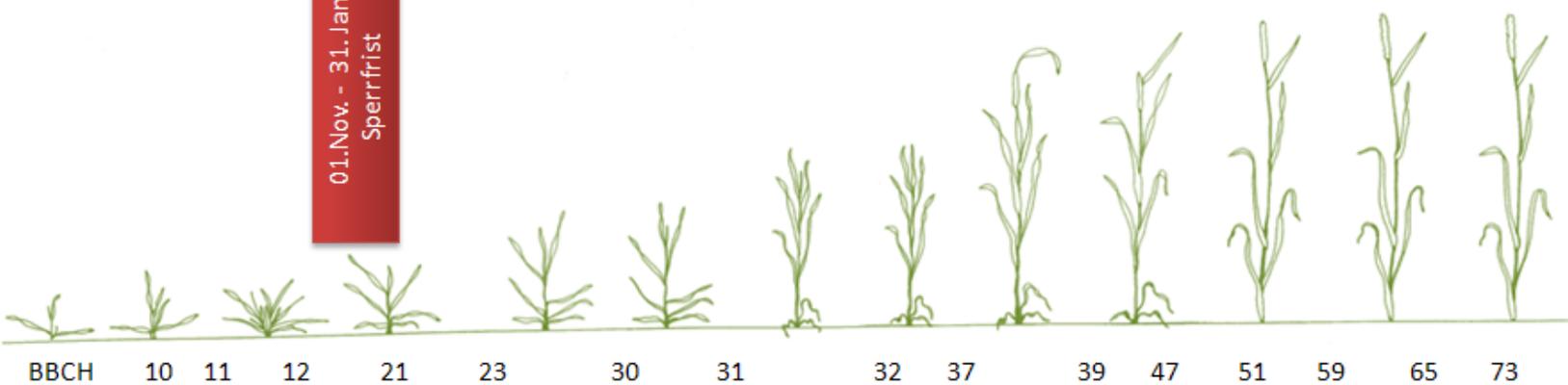
1. Jun.

15. Jun.

30. Jun.

15. Jul.

31. Jul. 10. Aug.



Keimung Blattentwicklung Bestockung Schossen Ährenschieben Blüte Reife

- **Der Anfall von Gärprodukten muss für die Düngeplanung bekannt sein**
- **Lagerkapazität von mind. 6 Monaten ist Voraussetzung für gute Nährstoffverwertung**
- **laufende Gärrestuntersuchungen sind notwendig zur Bestimmung der Nährstoffgehalte**
- **Gärprodukte haben höheren pH-Wert und NH_4 -Gehalt, daher ist das Risiko der Verluste bei der Ausbringung höher**
- **Im Anwendungsjahr ist der NH_4 -N-Anteil potentiell verfügbar, bei mehrjähriger Anwendung ist der sich akkumulierende org. N zusätzlich zu beachten**
- **Die Wirksamkeit wird wesentlich von der Anwendungszeit und der Kultur beeinflusst → MDÄ**

- Rückfuhr der Nährstoffe zur gleichen Kultur mit den entsprechenden Gärproduktmengen ist möglich
- Stickstoffverluste im Nährstoffkreislauf können durch Mineraldünger, aber nicht durch Gärprodukte ersetzt werden
- Der Nährstoffkreislauf für P_2O_5 und K_2O ist geschlossen, somit verbleibt für Mais bei der Unterfußdüngung nur ein Spielraum für 20 kg P_2O_5

Weiterführende Links:



<http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/>

<http://www.biogas-forum-bayern.de/>



Noch Fragen?