



# 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**

LfL - Berechnung Biogasgärrest - Windows Internet Explorer

http://www.lfl.bayern.de/lab/duengung/39709/index.htm

LfL - Berechnung Biogasgärrest

**LfL Agrarökologie**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Über uns Kontakt Publikationen Presse StMELF-Termin-Datenbank Impressum/Datenschutz Druckversion

Landesanstalt für Landwirtschaft → Agrarökologie → Düngung

### Berechnung Biogasgärrest

Substratmenge/Jahr	Substrate	TM-Gehalt in %	oTM-Gehalt in %	l <sub>N</sub> /kg oTM	m <sub>N</sub> <sup>3</sup> /t FM	Methan-Gehalt in %	N kg/t, m <sup>3</sup> FM	P2O5 kg/t, m <sup>3</sup> FM	K2O kg/t, m <sup>3</sup> FM	MgO kg/t, m <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>	Milchviehgülle (Acker)	7,5	85,0	350,0	22,3	55,0	3,5	1,4	5,0	1,0
Neues Substrat: (wird nur übernommen, wenn alle Felder ausgefüllt wurden und die Substratmenge >0 ist)										
0 m <sup>3</sup>	Wassereinleitung in Fermenter	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>1900 Substratmenge gesamt</b>										

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 <sup>3</sup>
Raumbelastung (kg oTM/m <sup>3</sup> Fermenter und Tag)	0,0 kg
Biogasertrag ändern	0 % (nur zwischen -10 und +20 veränderbar)
Biogasertrag je Jahr ca.	284660 m <sup>3</sup>
Durchschnittlicher Methangehalt ca.	52,6 %
<b>Gärrestvolumen</b>	<b>1525 m<sup>3</sup></b>
Wassereinleitung ins Gärrestlager	0 m <sup>3</sup>
<b>Gärrestvolumen inkl. Wasser</b>	<b>1525 m<sup>3</sup></b>
Lagerdauer	180 Tage
<b>Bedarf Gärrestlager</b>	<b>752 m<sup>3</sup></b>

Nährstofffraktion	Gärrest Menge je Jahr in m <sup>3</sup>	Bei Separation	Annahme: t=1 m <sup>3</sup>
N in kg	9110	Flüssige Phase TM-Gehalt %	6
P2O5 in kg	3460	Verbleibende flüssige Phase m <sup>3</sup>	1150
K2O in kg	10780	Feste Phase TM-Gehalt %	25
MgO in kg	1700	Verbleibende feste Phase t	375
		<b>Bedarf Gärrestlager flüssige Phase m<sup>3</sup></b>	<b>567</b>

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 m<sup>3</sup> erfassen.  
 N-Gehalte sind abzüglich gasförmiger Verluste in Stall und Lager.  
 Wenn Übergang zur Gärrestlagerung eingestellt wird: 25 m<sup>3</sup> / Person u. Jahresumsatz

**Aktualisieren**

**Zur Substrat-Auswahl**

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

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

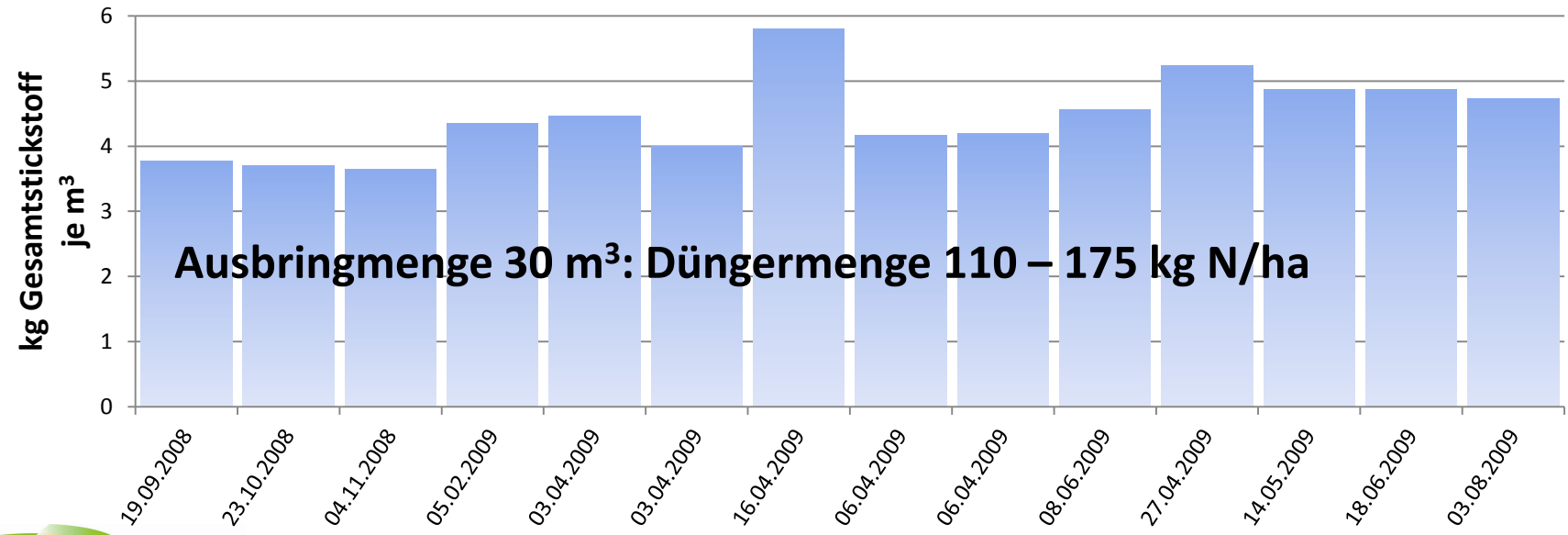
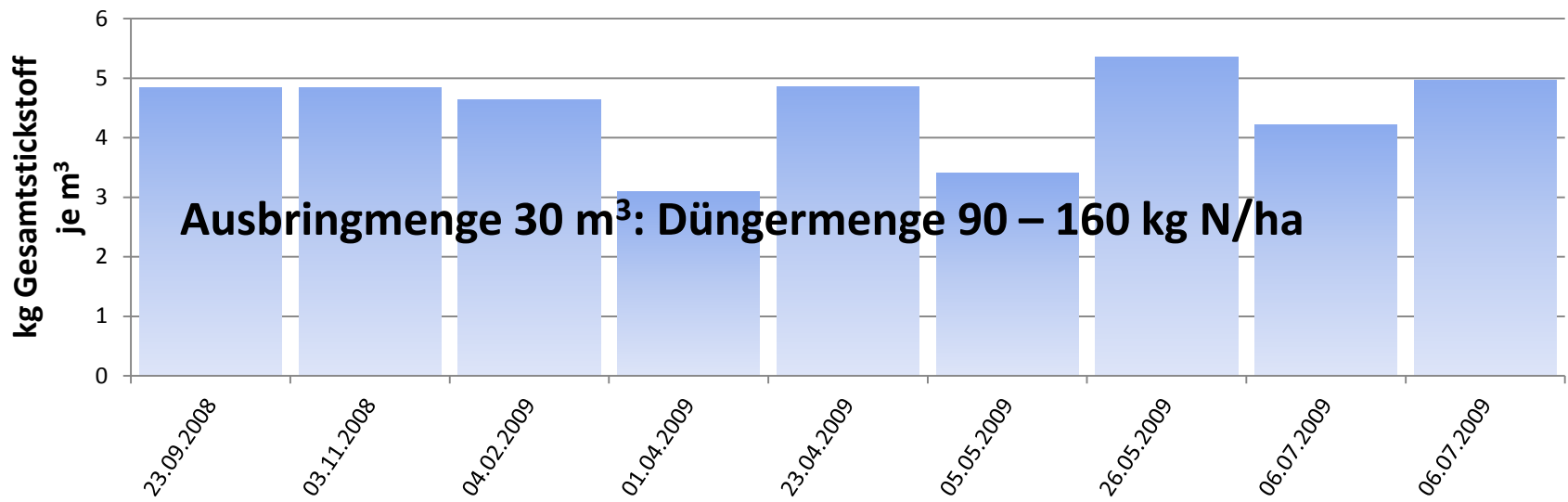
Nährstoffgehalte ausgewählter Biogassubstrate	<i>TM %</i>	<i>oTM %</i>	<i>m<sub>N</sub><sup>3</sup>/t FM</i>	<i>Methan- gehalt</i>	<i>N kg/t FM</i>	<i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kg/t FM</i>	<i>K<sub>2</sub>O kg/t FM</i>	<i>MgO kg/t FM</i>
Grassilage	35 %	89 %	182	54 %	8,8	3,1	12,6	3,8
GPS Getreide	40 %	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

	<b>TS-Gehalt</b> %	<b>Ngesamt</b> (kg/m <sup>3</sup> )	<b>NH<sub>4</sub></b> (kg/m <sup>3</sup> )		<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> (kg/m <sup>3</sup> )	<b>K<sub>2</sub>O</b> (kg/m <sup>3</sup> )
<b>Ø</b>	<b>6,5</b>	<b>5,1</b>	<b>3,2</b>		<b>2,3</b>	<b>5,5</b>
<b>Min.</b>	<b>2,9</b>	<b>2,4</b>	<b>1,4</b>		<b>0,9</b>	<b>2,0</b>
<b>Max.</b>	<b>13,2</b>	<b>9,1</b>	<b>6,8</b>		<b>6,0</b>	<b>10,9</b>

### Anhaltswerte für Nährstoffe Biogasgärreste separiert

	<b>TS-Gehalt %</b>	<b>Ngesamt (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>NH<sub>4</sub> (kg/m<sup>3</sup>)</b>		<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>K<sub>2</sub>O (kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Ø „normal“</b>	<b>6,5</b>	<b>5,1</b>	<b>3,2</b>		<b>2,3</b>	<b>5,5</b>
<b>Flüssige Phase</b>	<b>5,7</b>	<b>4,9</b>	<b>3,1</b>		<b>2,0</b>	<b>5,4</b>
<b>Feste Phase</b>	<b>24,3</b>	<b>5,8</b>	<b>2,7</b>		<b>5,0</b>	<b>5,8</b>







5000 t Silomais

0,7 % N i. TM →

11200 kg N

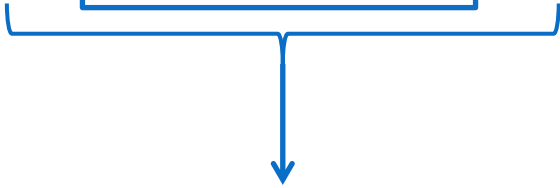
32 % TM



5000 t Silomais

1,3 % N i. TM →

20800 kg N

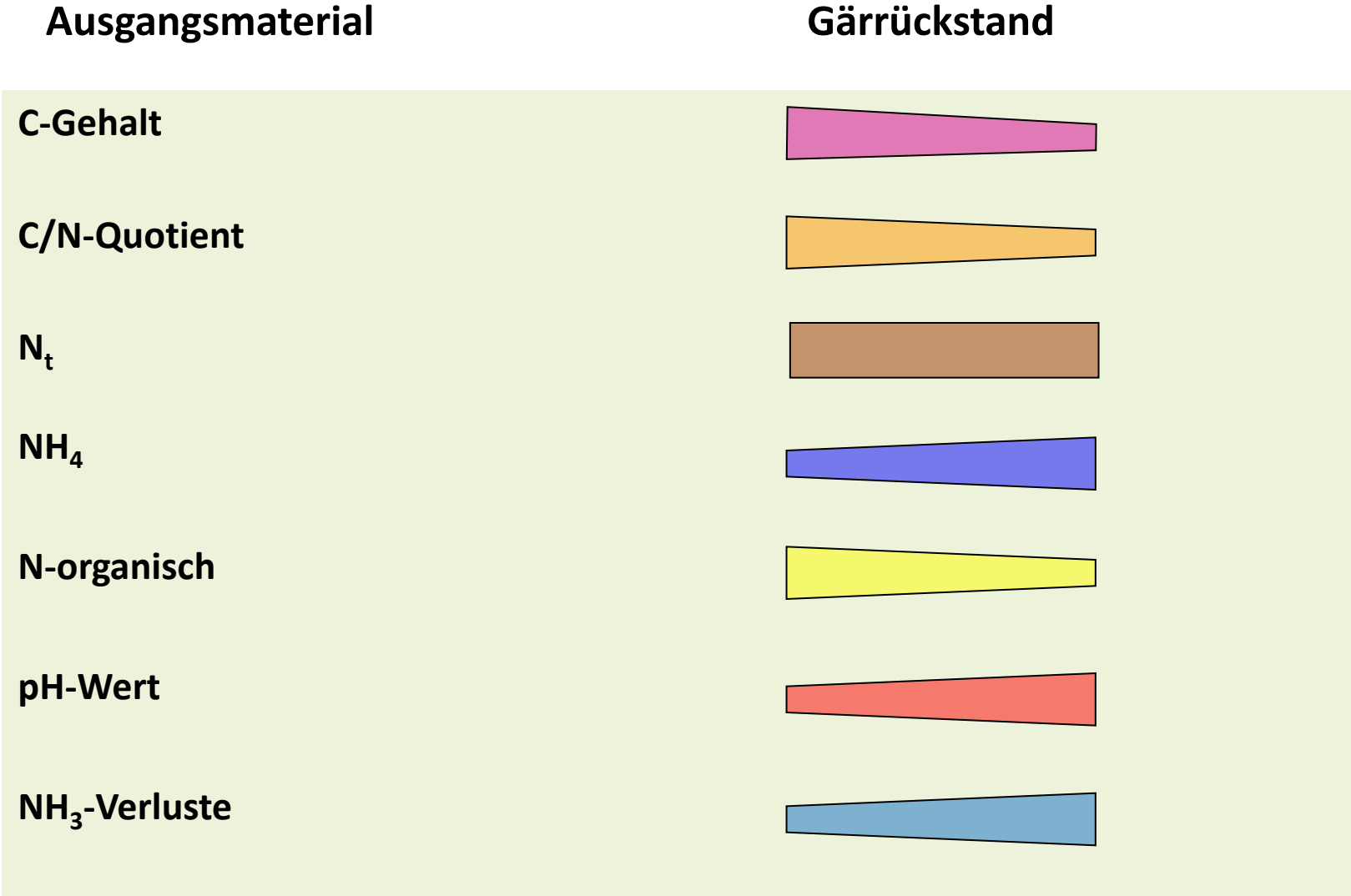


vor allem schwankende N-Gehalte im Eingangssubstrat machen die Berechnung der anfallenden Nährstoffe im Gärrest unsicher.

**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**



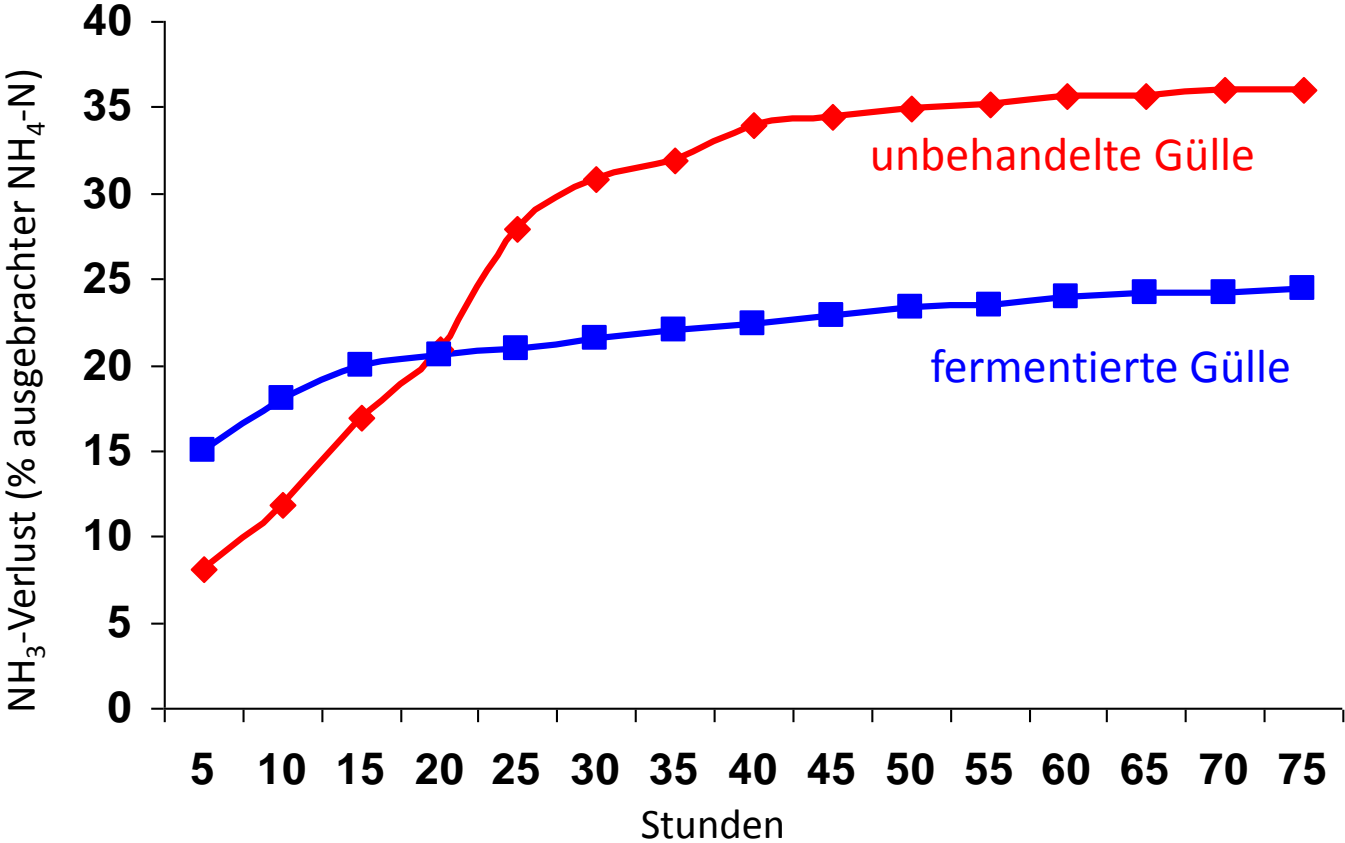
### Ammoniumgehalt Gärprodukte

	<b>TS-Gehalt %</b>	<b>Ngesamt (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>NH<sub>4</sub> (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>% des Ngesamt</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>K<sub>2</sub>O (kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Ø</b>	<b>6,5</b>	<b>5,1</b>	<b>3,2</b>	<b>63</b>	<b>2,3</b>	<b>5,5</b>
<b>Min.</b>	<b>2,9</b>	<b>2,4</b>	<b>1,4</b>	<b>58</b>	<b>0,9</b>	<b>2,0</b>
<b>Max.</b>	<b>13,2</b>	<b>9,1</b>	<b>6,8</b>	<b>75</b>	<b>6,0</b>	<b>10,9</b>

### Ammoniumgehalt separierte Gärprodukte

	TS-Gehalt %	Ngesamt (kg/m <sup>3</sup> )	NH <sub>4</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	% des Ngesamt	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	K <sub>2</sub> O (kg/m <sup>3</sup> )
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

### NH<sub>3</sub>-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**

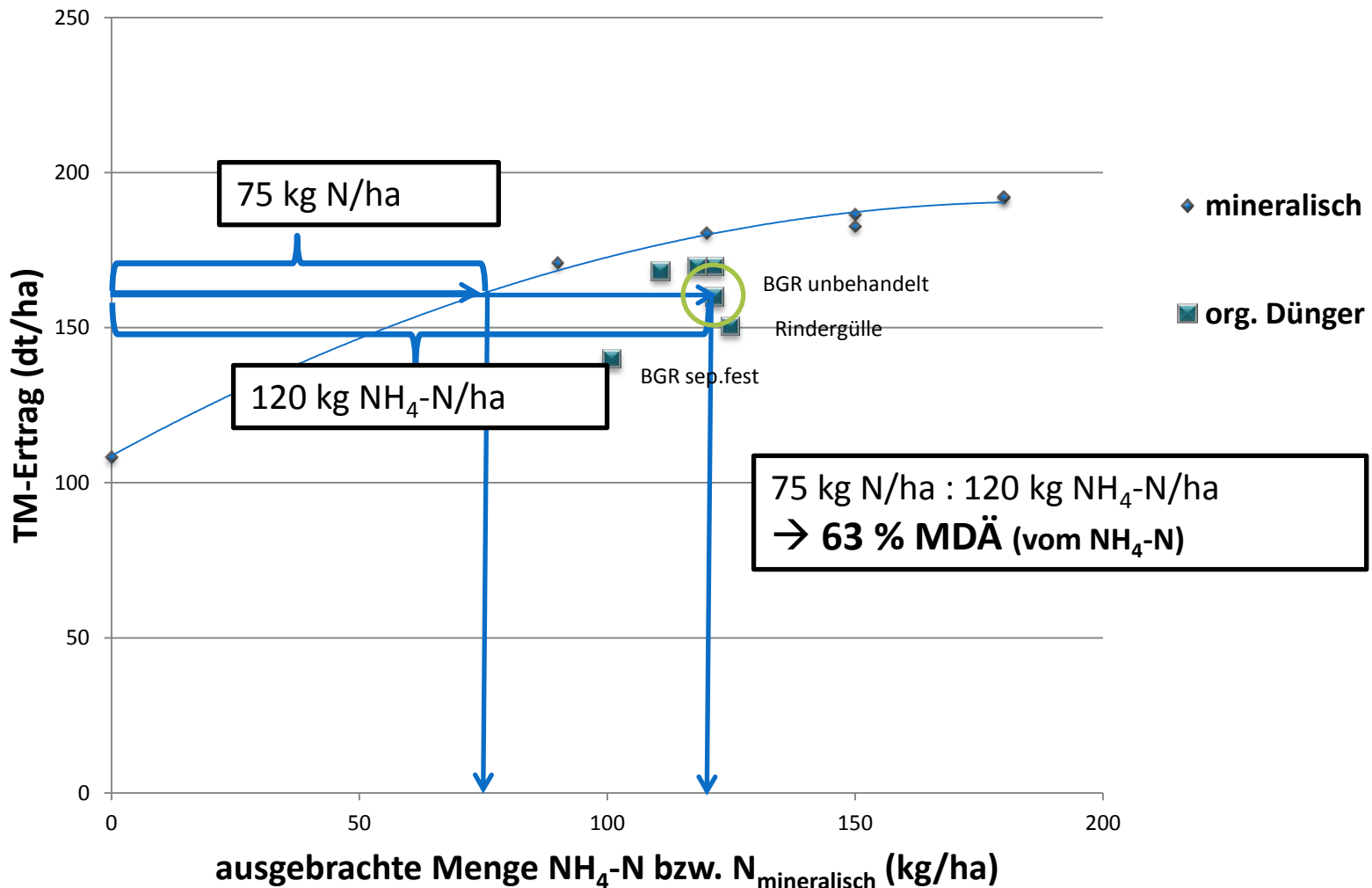
	TS-Gehalt %	Ngesamt (kg/m <sup>3</sup> )	NH <sub>4</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	% des Ngesamt	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	K <sub>2</sub> O (kg/m <sup>3</sup> )
Ø	6,5	5,1	3,2	63	2,3	5,5

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 <sub>4</sub> -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 <sub>4</sub> -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 <sub>4</sub> -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 %

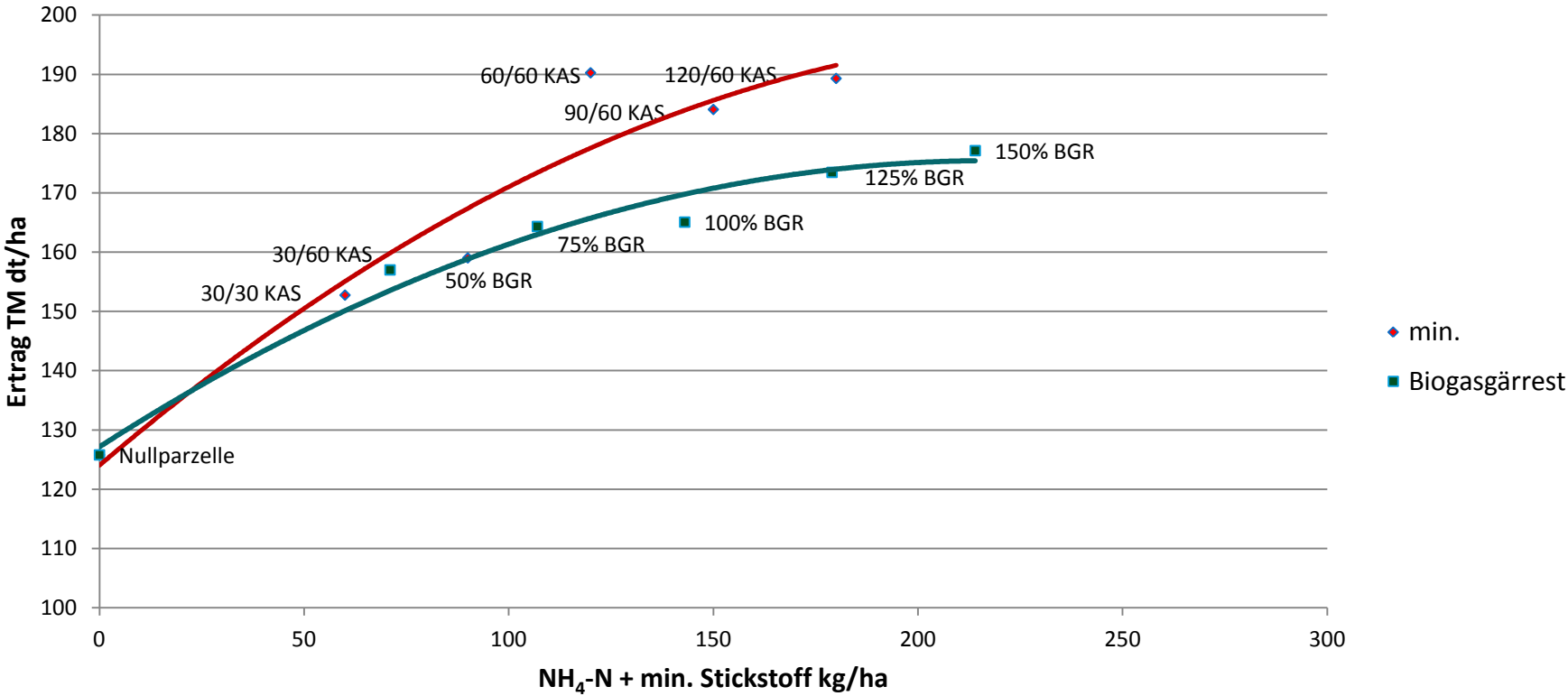
### N-Wirkung im Anwendungsjahr in % vom Nschnell

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

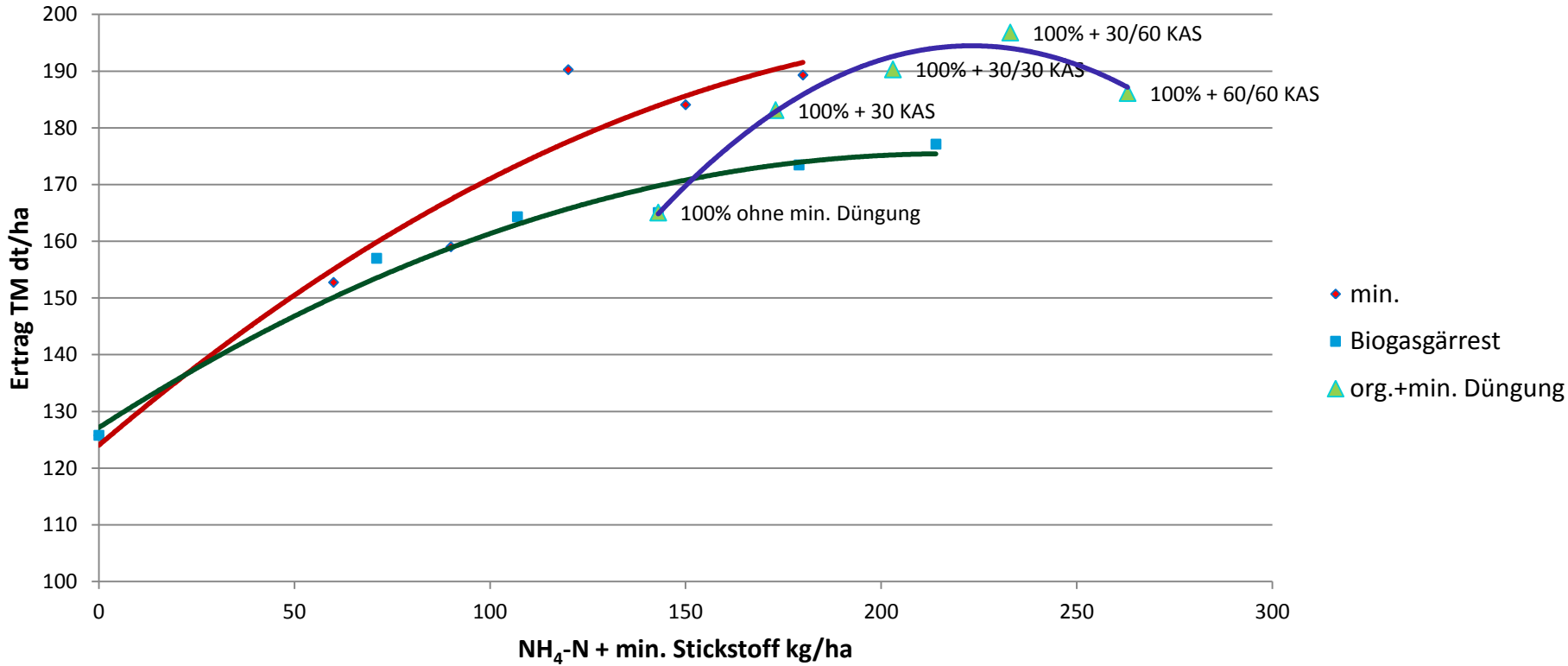
Organischer Dünger	Winterweizen	Wintertriticale GPS
	MDÄ (% NH <sub>4</sub> -N)	MDÄ (% NH <sub>4</sub> -N)
Biogasgärrest	55 %	60 %
BGR sep. flüssig	65 %	76 %
BGR sep. fest	39 %	34 %
Rindergülle	51 %	45 %

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)

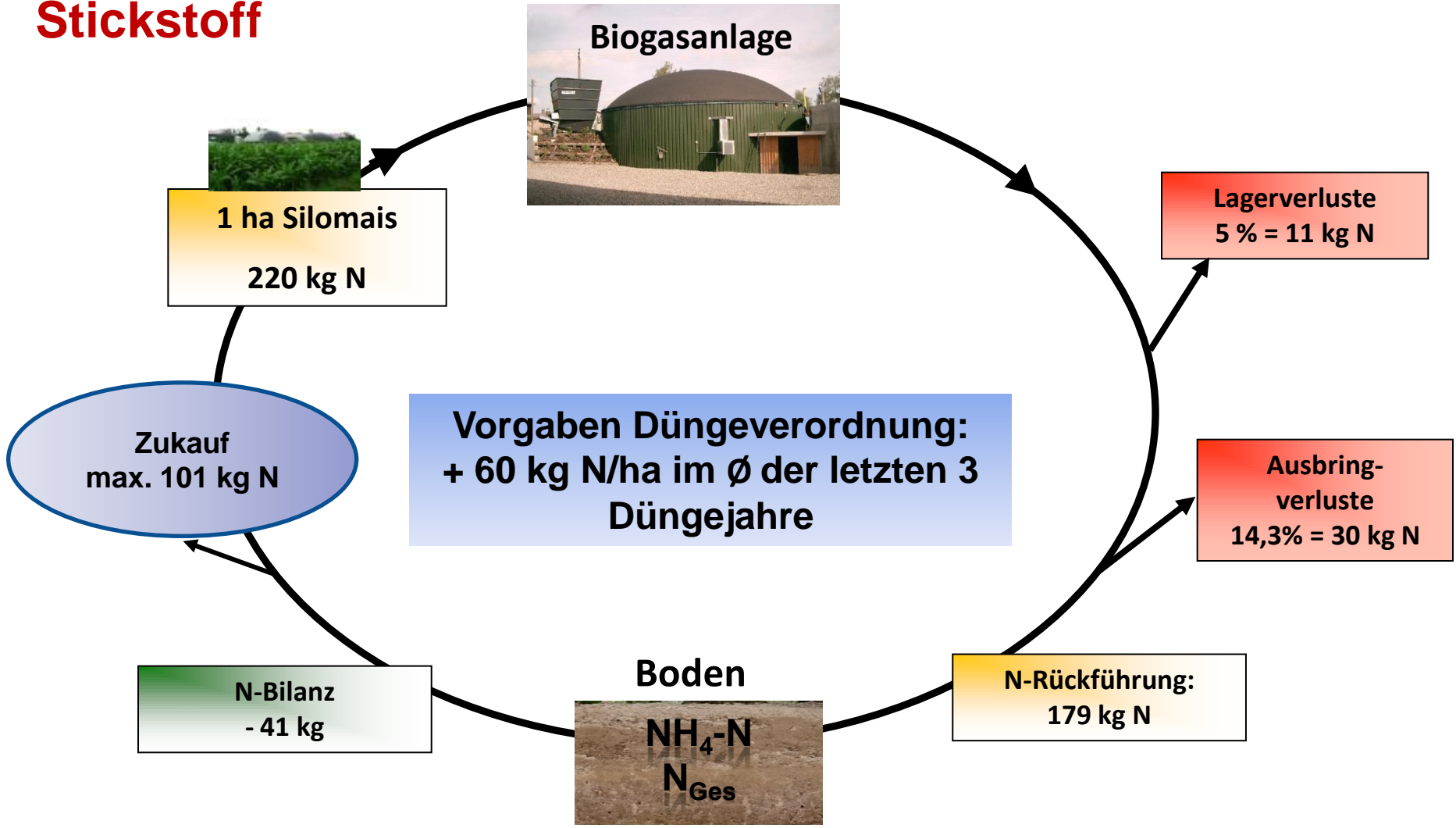




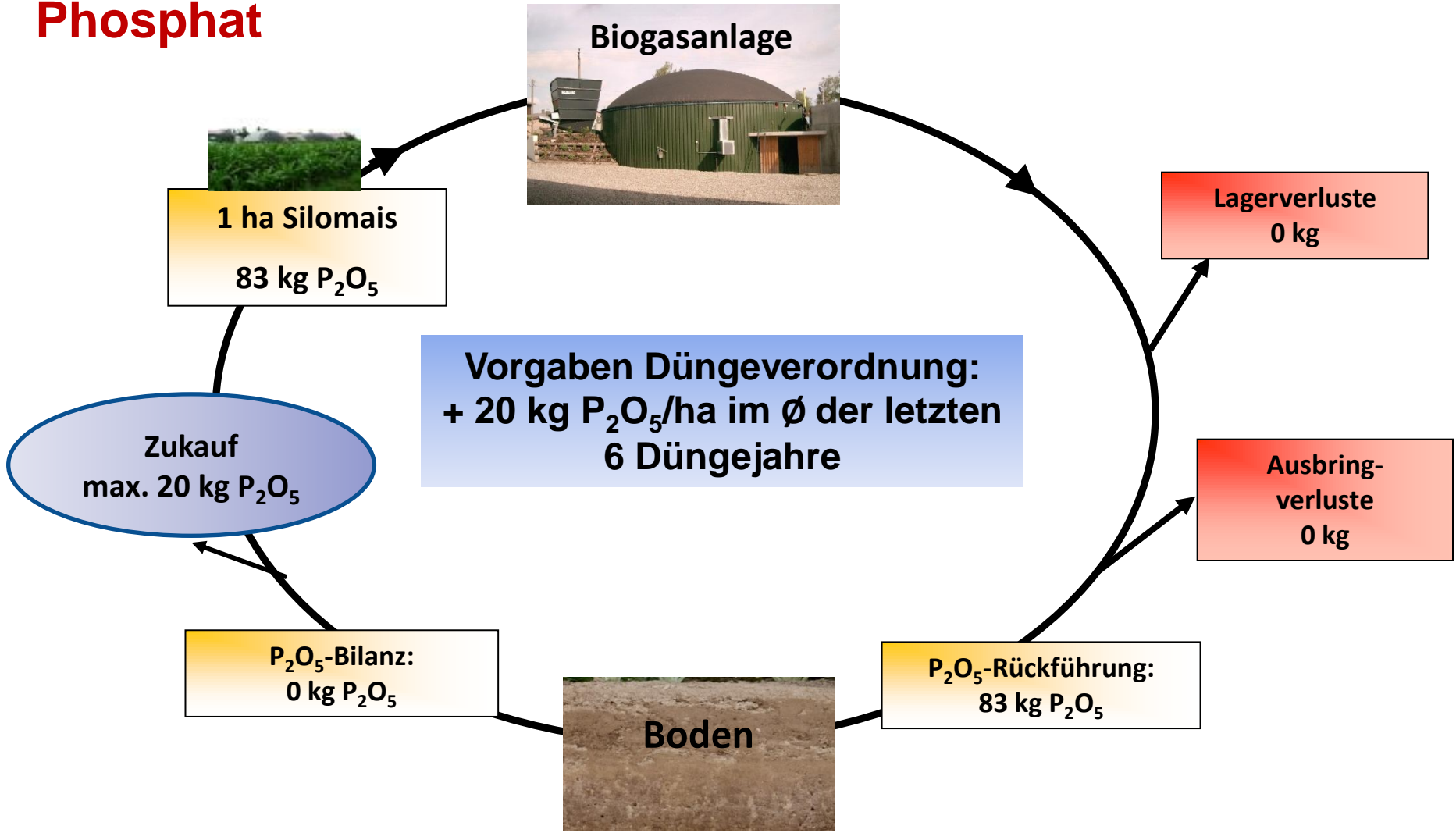
### Fazit:

- 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 abgefahrenen 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 NH<sub>4</sub>-N und eine mineralische Ergänzung je nach Nmin-Gehalt und Bestandesentwicklung**
- **Herbstdüngung nicht notwendig und sinnvoll**

### GPS - Triticale

Beispiel:  
40 kg N<sub>min</sub>

Gesamtsollwert:  
190 kg N/ha

\* 0,7 = 84 kg N  
(entspricht MDÄ 70%)

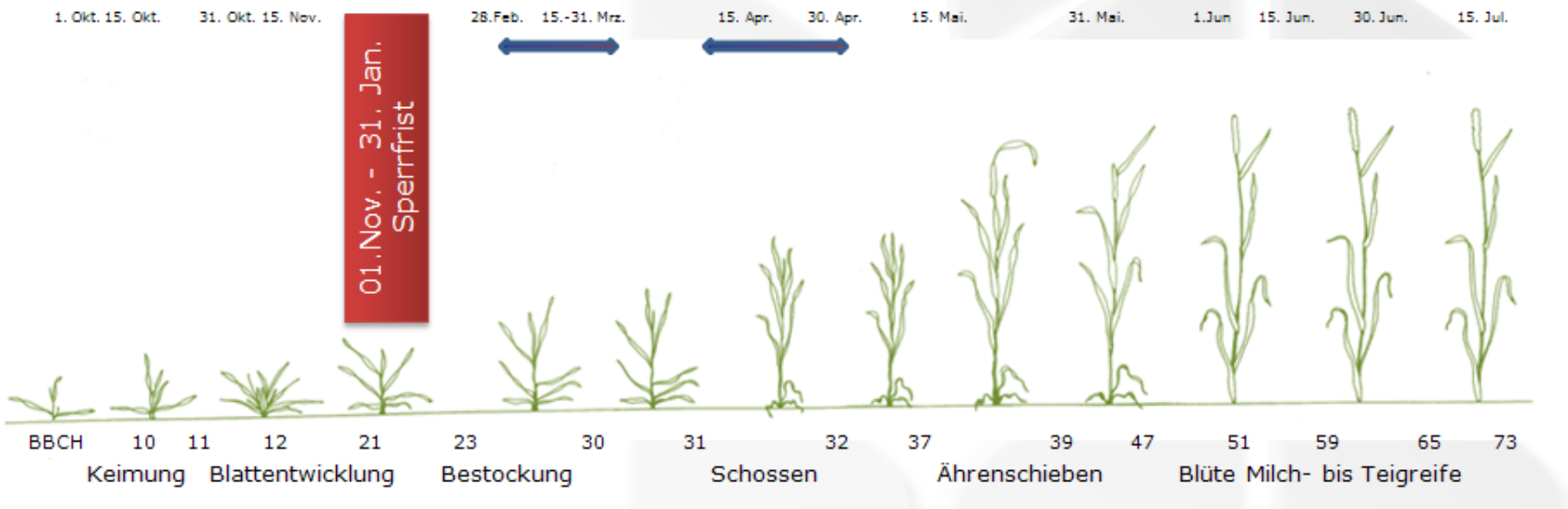
1. Gabe  
**120 kg NH<sub>4</sub>-N**  
und

Biogasgärrest  
Düngung

1. Gabe  
**30 kg N**

2. Gabe  
**40 kg N**

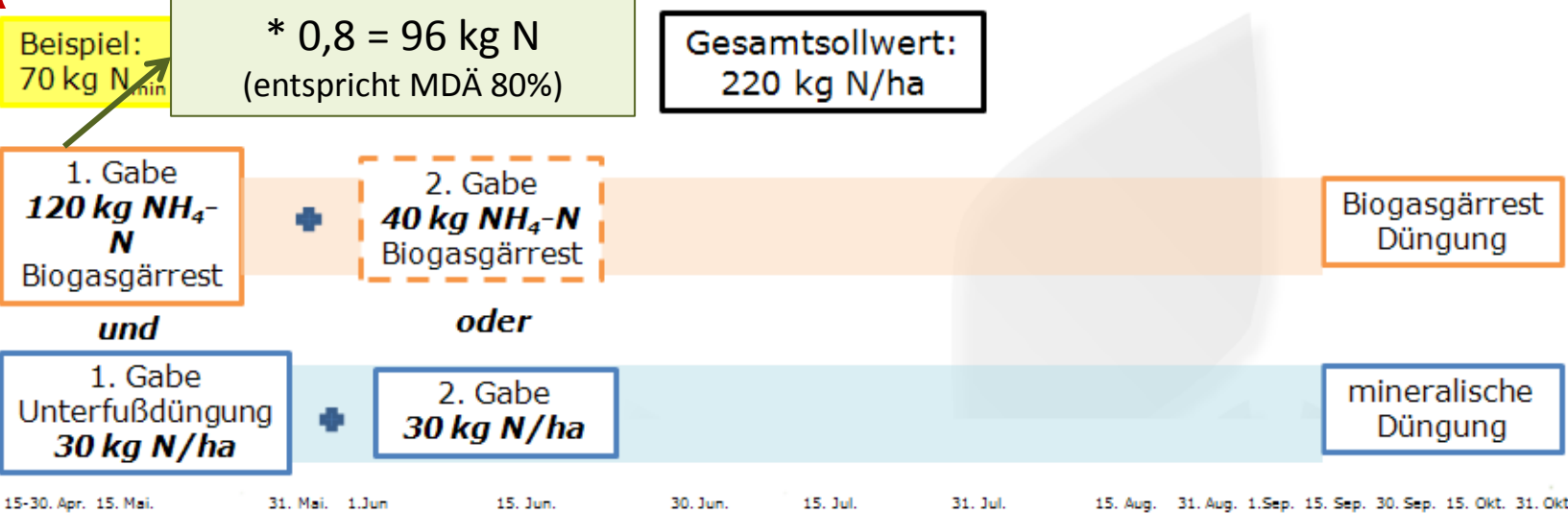
mineralische  
Düngung



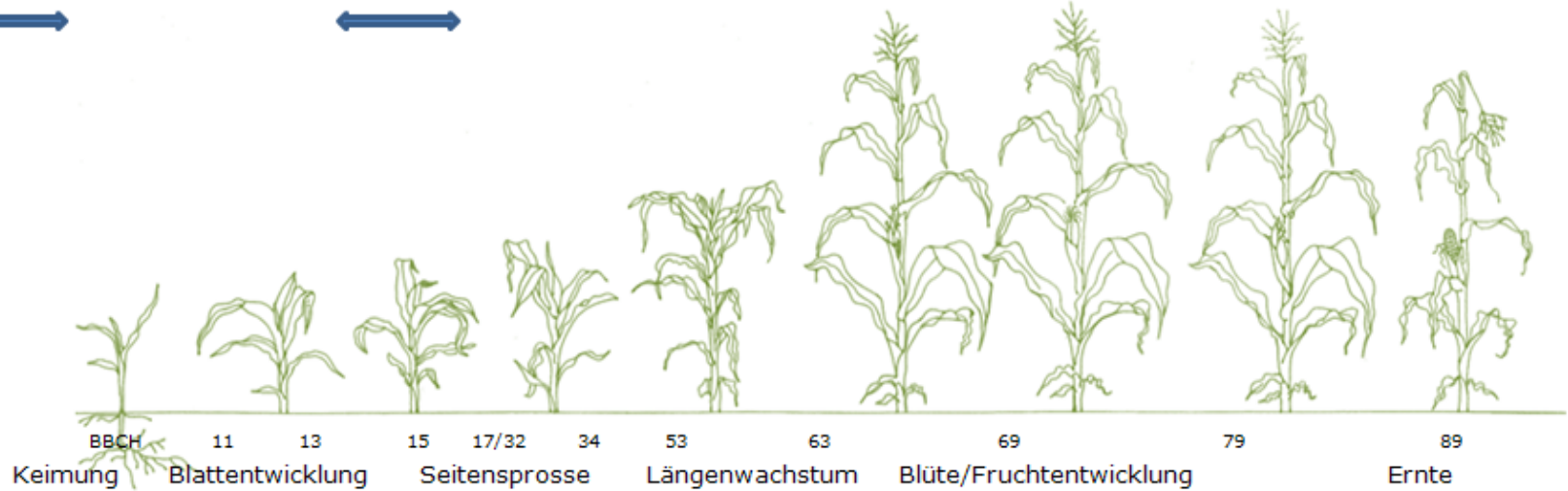
### Mais

- **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)



15-30. Apr. 15. Mai. 31. Mai. 1. Jun. 15. Jun. 30. Jun. 15. Jul. 31. Jul. 15. Aug. 31. Aug. 1. Sep. 15. Sep. 30. Sep. 15. Okt. 31. Okt.





### 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**
- **Schossergabe mit bodennaher Ausbringtechnik**
- **Gärrestgaben bis zu 90 kg NH<sub>4</sub>-N und eine mineralische Ergänzung je nach Nmin-Gehalt und Bestandesentwicklung**

### Winterweizen

Gesamtsollwert:  
240 kg N/ha

Beispiel:  
50 kg N<sub>min</sub>

\* 0,7 = 63 kg N  
(entspricht MDÄ 70%)

1. Gabe  
**90 kg NH<sub>4</sub>-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.

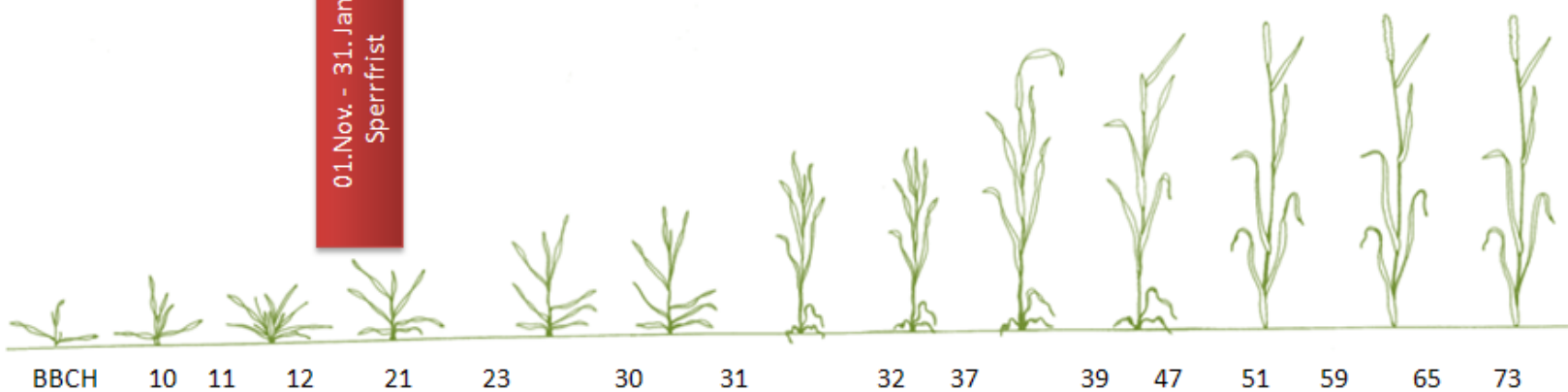
01. Nov. - 31. Jan.  
Sperrfrist

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  $\text{NH}_4$ -Gehalt, daher ist das Risiko der Verluste bei der Ausbringung höher**
- **Im Anwendungsjahr ist der  $\text{NH}_4$ -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?**