

Düngung mit Biogasgärresten -effizient und nachhaltig gestalten-

Institut für Agrarökologie,
Ökologischen Landbau und Bodenschutz

Fabian Lichti

Pflanzenbautag Nossen, 22.02.2013

Nährstoffanfall in Biogasgärresten



Deutschland 2012:

- ca. 7500 Biogasanlagen
- **ca. 3200 MW installierte el. Leistung**

nach BBD Bayern 130 kg N Anfall je kW_{el}

→ **ca. 416'000 t N in Biogasgärrest in D**

- bei durchschnittlich 5,1 kg N je m³
!!! große Schwankungsbreite!!!
!!! nur Mittelwert !!!

→ **ca. 82 Mio m³ Biogasgärrest in D**

diese Nährstoffe gilt es effizient im Sinne eines „möglichst“ geschlossenen Nährstoffkreislaufes wieder in die Pflanze zu bringen!

Nährstoffanfall in Biogasanlagen



650 dt FM/ha $\hat{=}$ 100 ha Silomais



350 dt FM/ha $\hat{=}$ 30 ha GPS



2000 m³ Rindergülle



anaerobe Fermentation:

anfallende Nährstoffe:

- >40000 kg Stickstoff
- >15000 kg Phosphor (P₂O₅)
- >45000 kg Kali (K₂O)
- ~8000 kg Magnesium (MgO)



anfallender Gärrest:

9700 m³ Gärrest

- 7,7** TS %
- 4,3** N kg/m³
- 1,7** P₂O₅ kg/m³
- 4,7** K₂O kg/m³
- 0,8** MgO kg/m³

Wert des Biogasgärrestes

anfallender Gärrest:

9700 m³ Gärrest

4,3 N kg/m³
 1,7 P₂O₅ kg/m³
 4,7 K₂O kg/m³
 0,8 MgO kg/m³



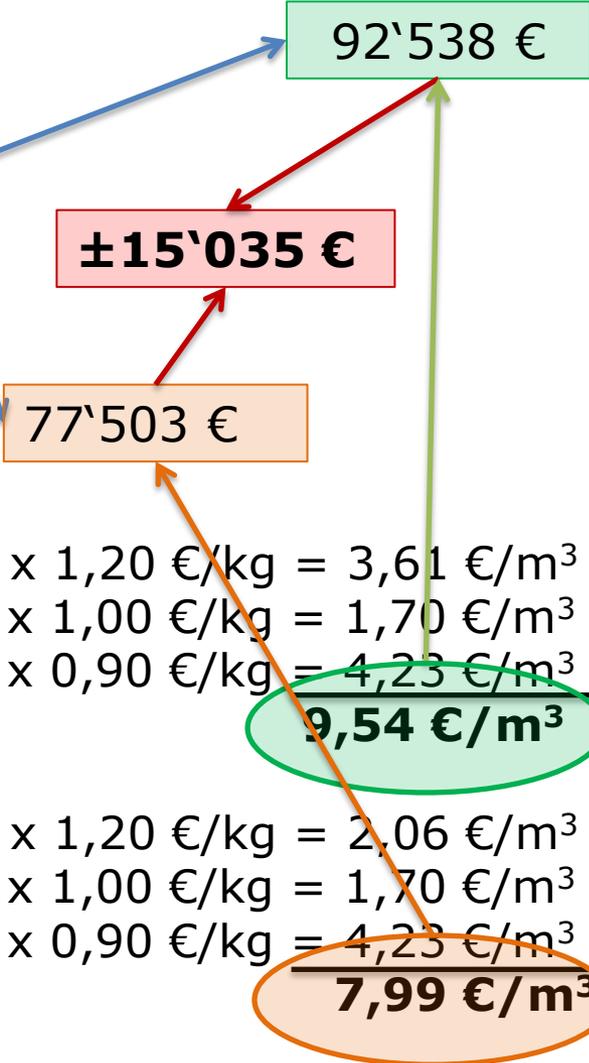
Wirksamkeit

optimale Verwertung:

N **70 %** x 4,3 kg/m³ x 1,20 €/kg = 3,61 €/m³
 P₂O₅ 100 % x 1,7 kg/m³ x 1,00 €/kg = 1,70 €/m³
 K₂O 100 % x 4,7 kg/m³ x 0,90 €/kg = 4,23 €/m³
9,54 €/m³

suboptimale Verwertung:

N **40 %** x 4,3 kg/m³ x 1,20 €/kg = 2,06 €/m³
 P₂O₅ 100 % x 1,7 kg/m³ x 1,00 €/kg = 1,70 €/m³
 K₂O 100 % x 4,7 kg/m³ x 0,90 €/kg = 4,23 €/m³
7,99 €/m³

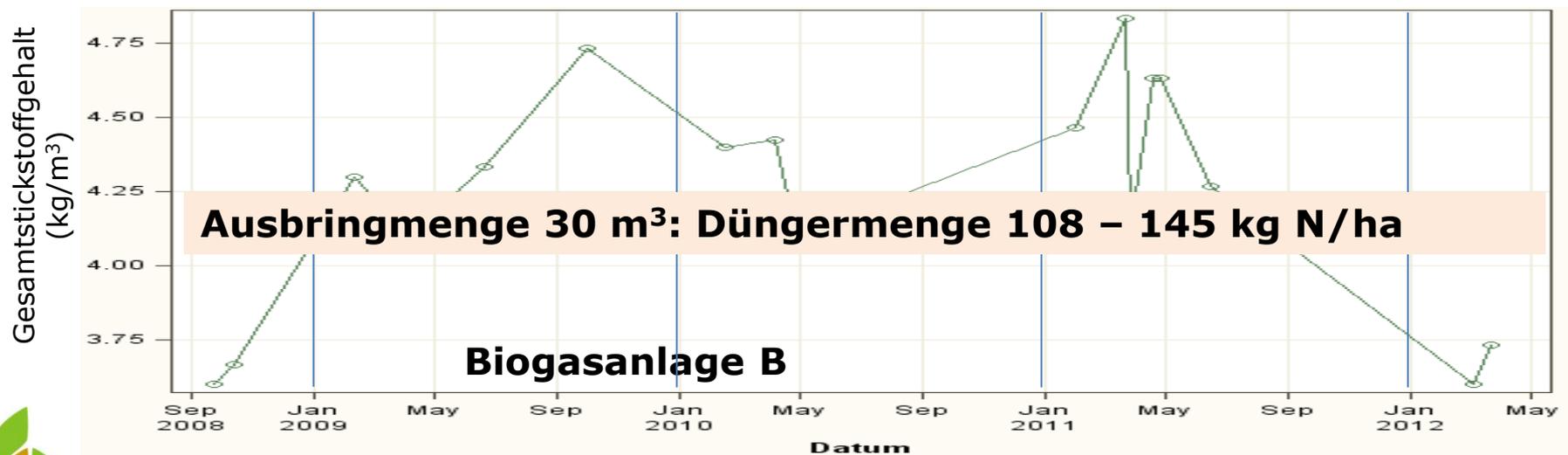
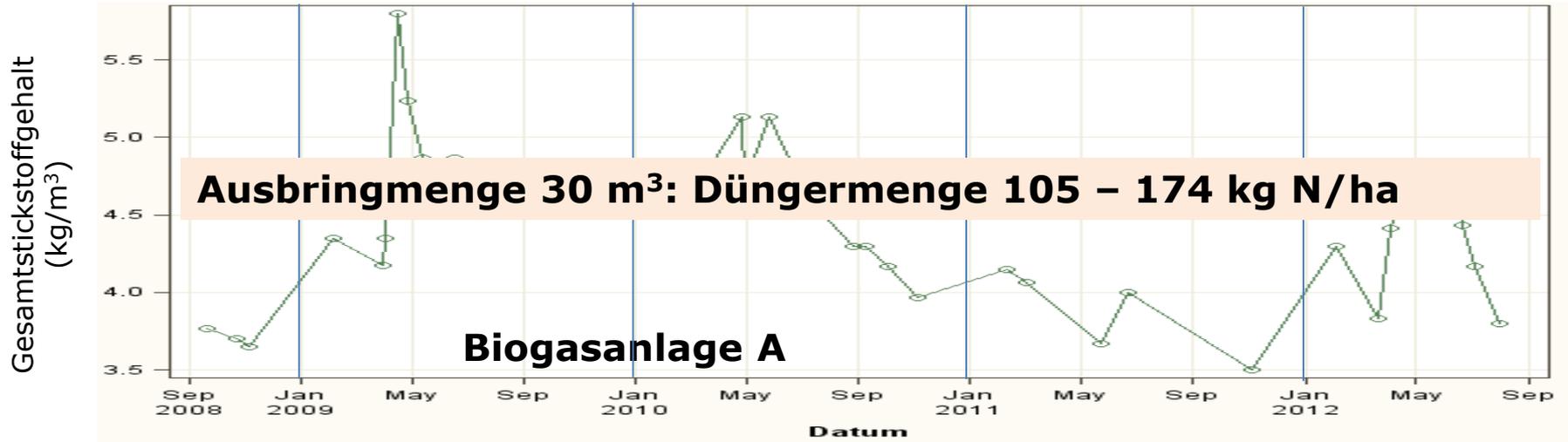


Nährstoffgehalte im Biogasgärrest

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

Nährstoffvariabilität im Biogasgärrest



Versuche zur Nährstoffwirkung von Biogasgärrest

Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum
Versuchsstation → Puch (FFB)

- Klima und Lage Höhenlage 500-550 m ü .NN
- Niederschlagsmenge 882 mm
- Durchschnittstemperatur 8,8 °C
- Ackerzahl 55 - 66; Grünlandzahl 55 - 66
- Bodentyp Braunerde - Pseudogley

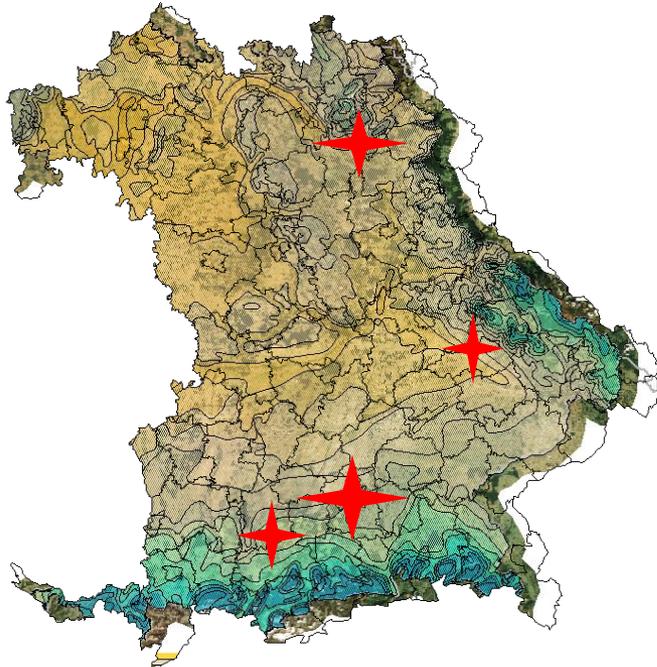


Abbildung: Trockenheitsindex Bayern nach BIS Bayern

Ämter für Landwirtschaft und Forsten
(Sachgebiet 2.1 P)

- BT:
 - Gemeinden Speichersdorf; Eckersdorf (Schwarzjuragebiet)
 - Höhenlage 460; 430 m ü. NN
 - Niederschlagsmenge 710 mm
 - Durchschnittstemp. 7,7 °C
 - Bodenart stark sandiger Lehm (sL)
 - Bodentyp Braunerde – Gley IS4V; Kolluvisol LIII3
- LL:
 - Höhenlage: von 550 m über NN (Altmoränengebiet)
 - durchschnittliche Jahrestemperatur: 7,4 °C
 - Jahresniederschlagsmenge: 970 l/m²
 - Bodentyp Ackerparabraunerde
- SR:
 - Gebiet nördlich der Donau Löß, Lößlehm
 - Höhenlage 370 - 420 m
 - Bodenzahlen 40 - 82
 - Niederschläge 780 mm
 - Durchschnittliche Jahrestemperaturen 8,3°C
 - Bodentyp Ackerbraunerde – Pseudogley L5D

Versuche zur Nährstoffwirkung von Biogasgärrest



Fabian Lichti

Versuche zur Nährstoffwirkung von Biogasgärrest



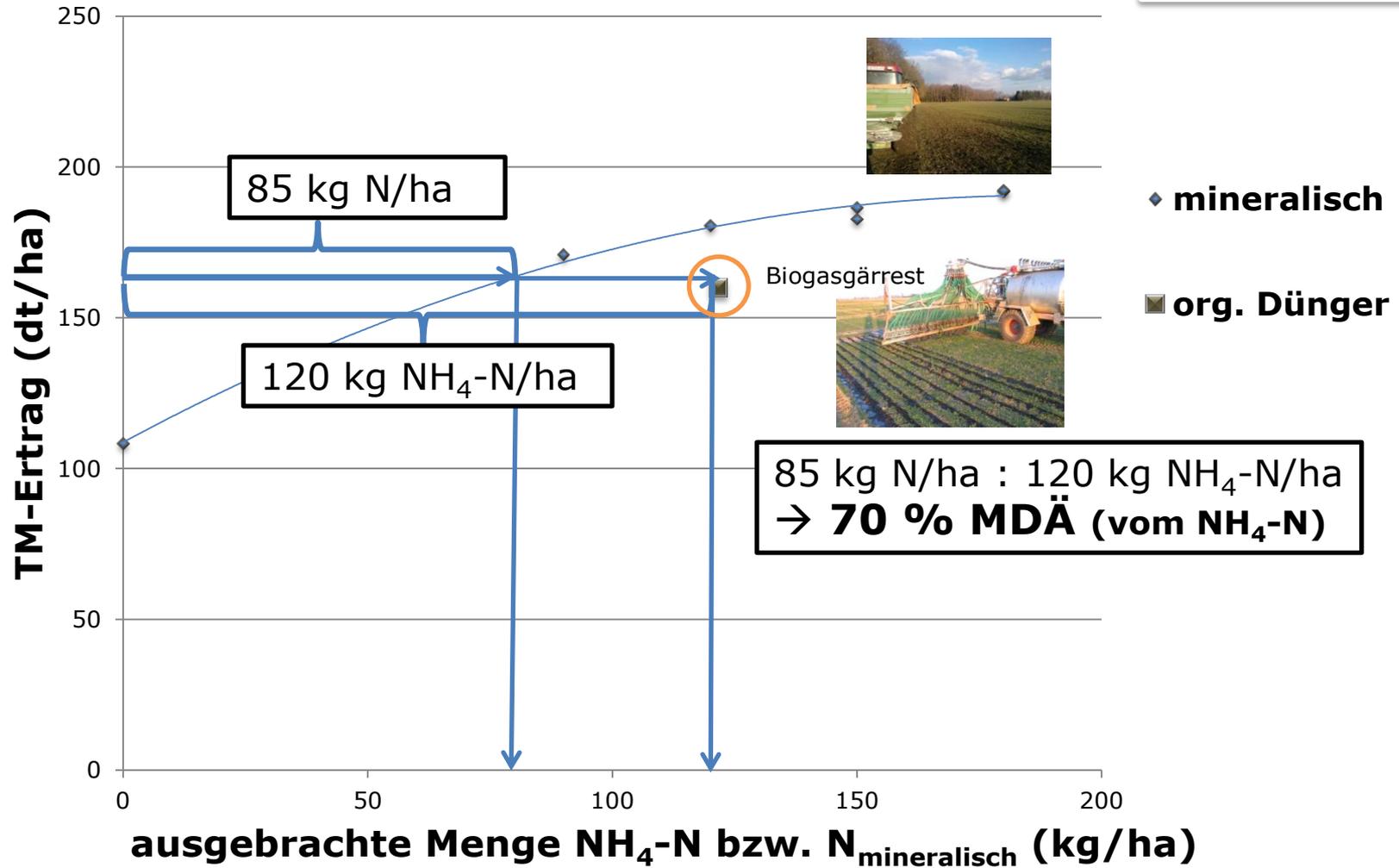
Versuchsaufbau: Vergleich organischer Dünger

- Biogasgärrest wird verglichen mit Rindergülle, BGR separiert flüssig, BGR separiert fest (beide aus Pressschneckenseparator)
- Fruchtfolge: 2009 Silomais – 2010 Wintertriticale GPS, Weidelgras – 2011 Silomais;
- Applikationsrate immer 120 kg NH₄-N/ha
- Applikationstechnik: Schleppschlauch zu Getreide bzw. sofortige Einarbeitung vor Mais
- Düngung zu Vegetationsbeginn bzw. vor Saat

→ **Dünger werden verglichen anhand von Mineraldüngeräquivalenten (MDÄ)**

MDÄ verschiedener Wirtschaftsdünger

MDÄ Beispiel

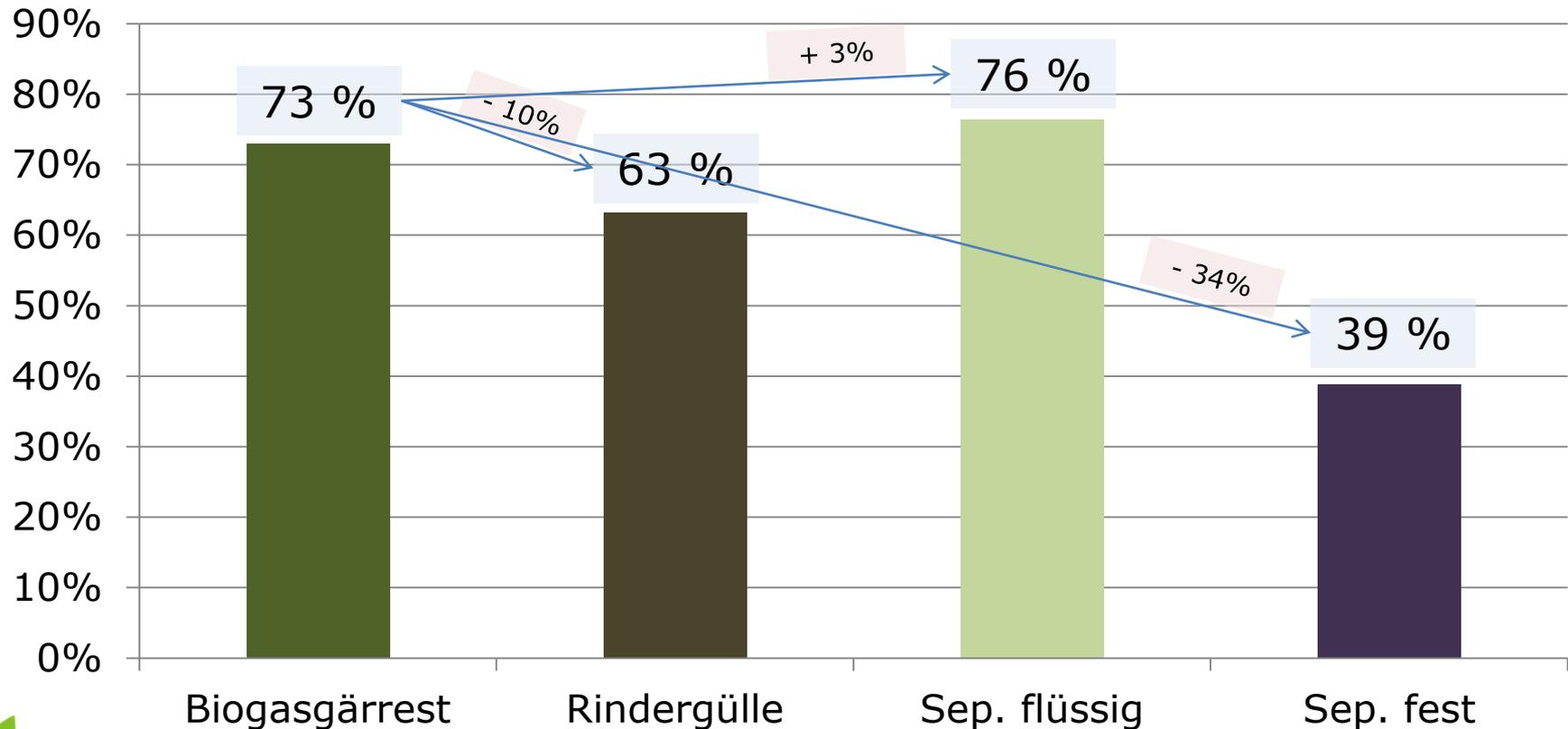


MDÄ verschiedener Wirtschaftsdünger

MDÄ (von $\text{NH}_4\text{-N}$)

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

Mineraldüngeräquivalent organischer Dünger



Düngungszeitpunkt Biogasgärrest

MDÄ (von NH₄-N)

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		

MDÄ von NH₄-N nach Kulturart

MDÄ (von NH₄-N)

Organischer Dünger	Wintergetreide	Silomais
	MDÄ (NH ₄ -N)	MDÄ (NH ₄ -N)
Biogasgärrest	60 %	90 %
Rindergülle	50 %	70 %
BGR Sep. flüssig	70 %	90 %
BGR Sep. fest	40 %	30 %

gerundeter Mittelwert der einzeln geprüften Kulturarten 2009 – 2011 Puch, Bayreuth (TIW, WW, MS)

Wie Biogasgärrest optimal einsetzen?

Düngeempfehlung

1. Gabe
**60–180 kg
NH₄-N/ha**



Biogasgärrest
Düngung

und

1. Gabe
0-75 kg N/ha



2. Gabe
0-75 kg N/ha



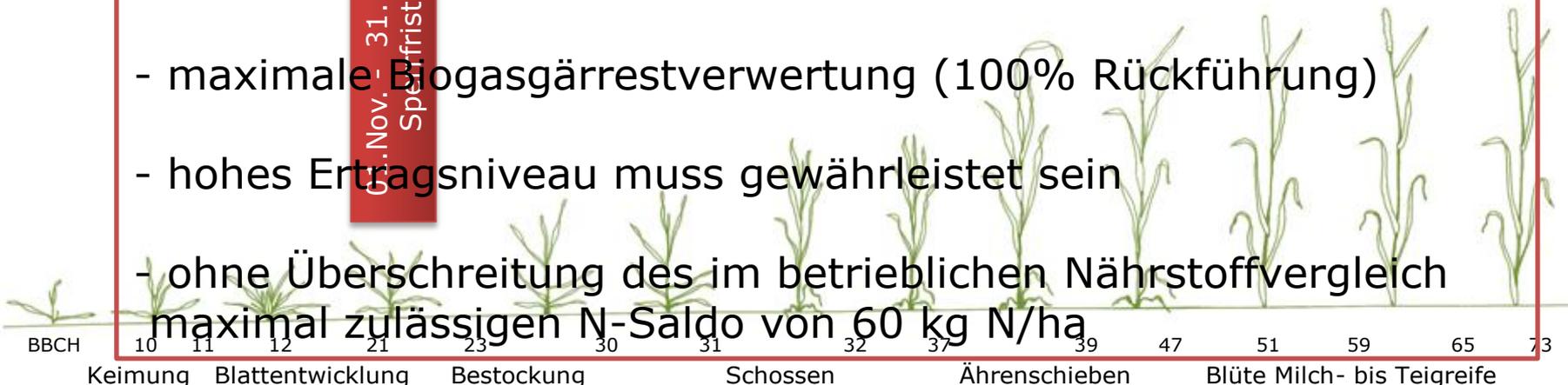
mineralische
Düngung

1. Okt. 15. Okt. 31. Okt. 15. Nov. 28.Feb. 15.-31. Mrz. 15. Apr. 30. Apr. 15. Mai. 31. Mai. 1.Jun 15. Jun. 30. Jun. 15. Jul.

Zielsetzung:

31. Jan. Spätfrucht

- maximale Biogasgärrestverwertung (100% Rückführung)
- hohes Ertragsniveau muss gewährleistet sein
- ohne Überschreitung des im betrieblichen Nährstoffvergleich maximal zulässigen N-Saldo von 60 kg N/ha



Wintergetreide und GPS

- durch kurze Vegetationszeit Ergänzung mit Mineraldünger für hohe Erträge notwendig
- flüssige Gärreste möglichst zeitig im Frühjahr
- Schossergabe mit bodennaher Ausbringtechnik
- Gärrestgaben bis zu 120 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ und eine mineralische Ergänzung je nach Nmin-Gehalt und Bestandsentwicklung
- Herstdüngung nicht notwendig und sinnvoll

Biogasgärrest zu Wintertriticale GPS

Beispiel:
40 kg N_{min}

Gesamtsollwert:
190 kg N/ha

Düngeempfehlung

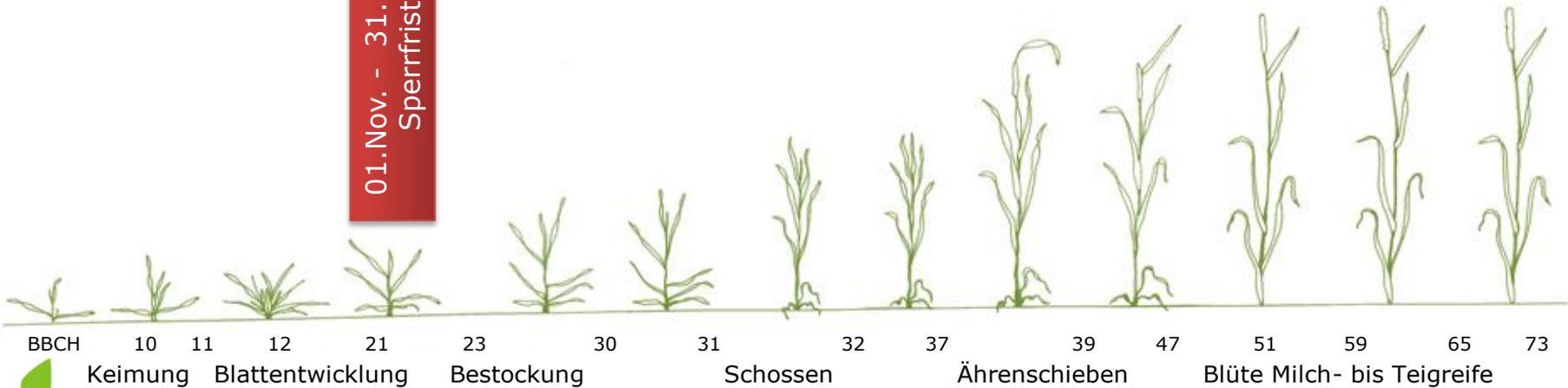
- Bodenart
- Vorfrucht
- N-Nachlieferung aus langjähriger org. Düngung

Biogasgärrest Düngung

+
mineralische Düngung

1. Okt. 15. Okt. 31. Okt. 15. Nov. 28. Feb. 15.-31. Mrz. 15. Apr. 30. Apr. 15. Mai. 31. Mai. 1. Jun. 15. Jun. 30. Jun. 15. Jul.

01. Nov. - 31. Jan.
Sperrfrist



Biogasgärrest zu Wintertriticale GPS

Beispiel:
40 kg N_{min}

Gesamtsollwert:
190 kg N/ha

Düngeempfehlung

1. Gabe **120 kg NH₄-N**

* 0,7 = 84 kg N (entspricht MDÄ 70%)

Biogasgärrest Düngung

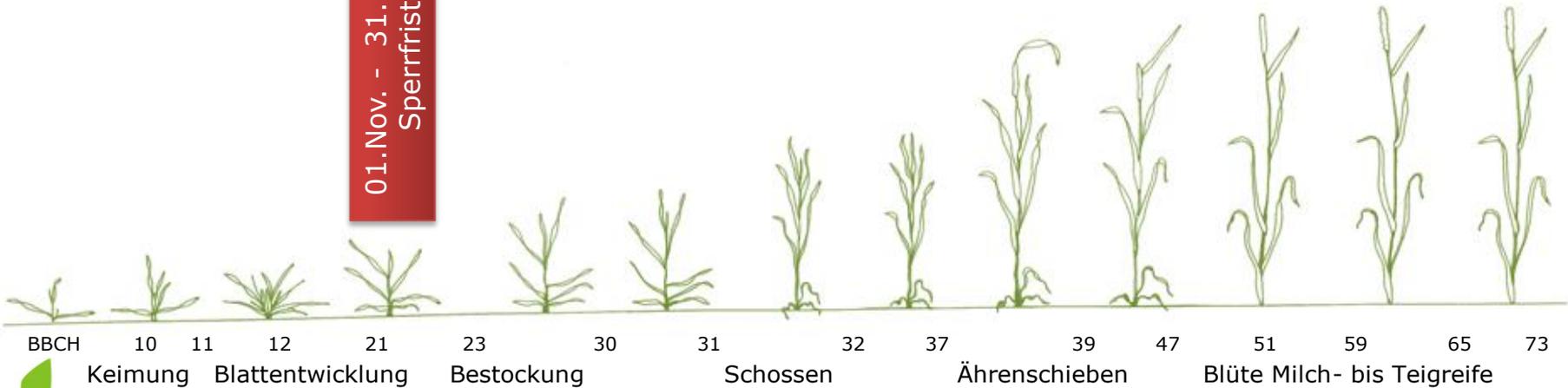
und

1. Gabe **30 kg N** + 2. Gabe **40 kg N**

mineralische Düngung

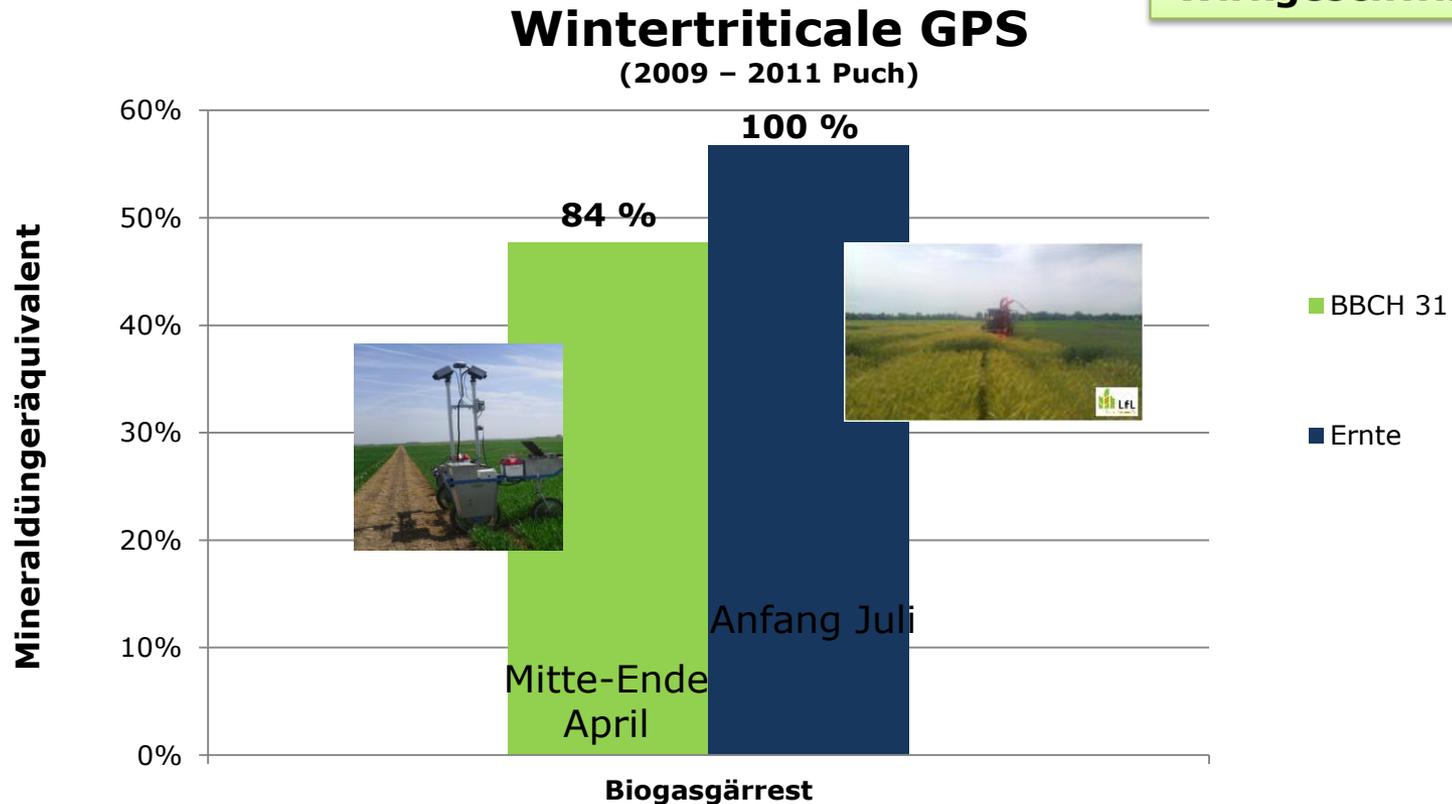
1. Okt. 15. Okt. 31. Okt. 15. Nov. 28. Feb. 15.-31. Mrz. 15. Apr. 30. Apr. 15. Mai. 31. Mai. 1. Jun. 15. Jun. 30. Jun. 15. Jul.

01. Nov. - 31. Jan.
Sperrfrist



Wie schnell wirken BGR (MDÄ)

Wirkgeschwindigkeit



Düngung zu VB
(mineralisch und Biogasgärrest)

Messung mit N-Sensor
(mineralisch und Biogasgärrest)

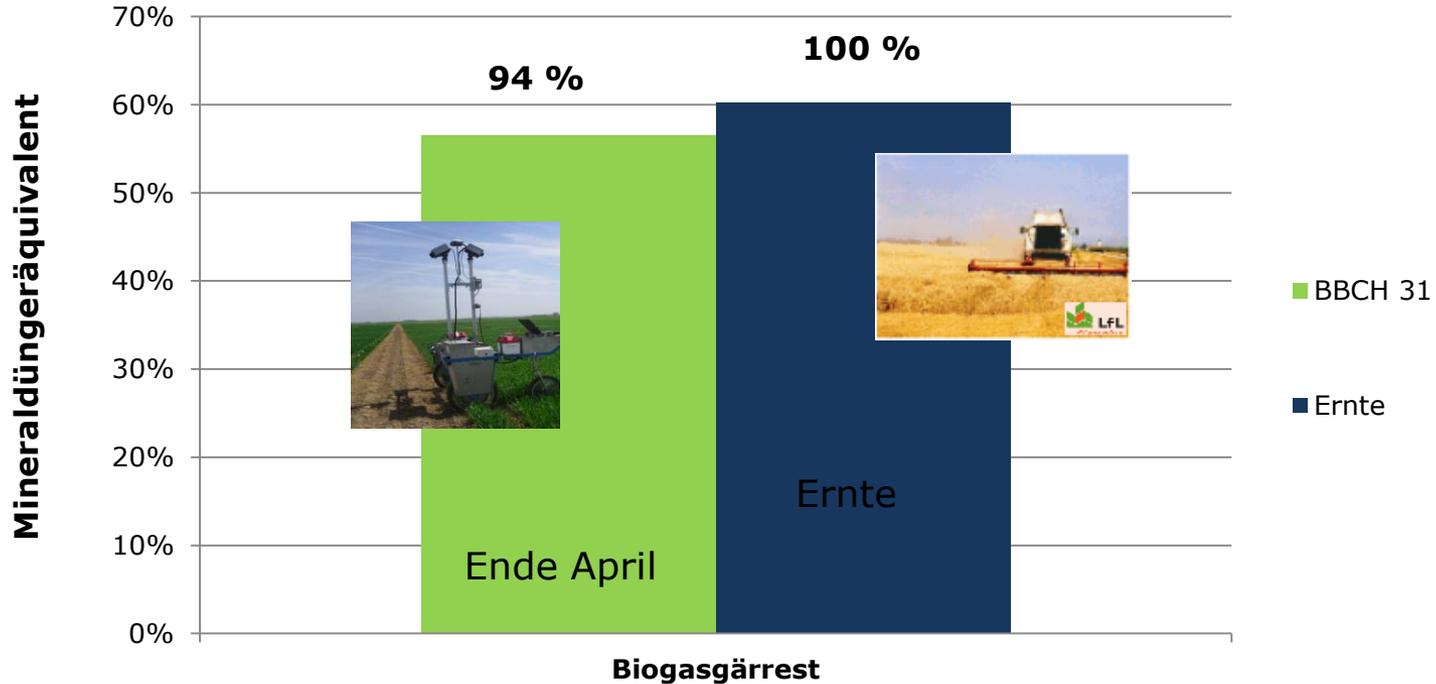
Ernte der Parzellen
(mineralisch und Biogasgärrest)

ca. 4-5 Wochen

Wie schnell wirken BGR (MDÄ)

Wirkgeschwindigkeit

Winterweizen
(2009 – 2011 Puch, Bayreuth)



Düngung zu VB
(mineralisch und Biogasgärrest)

Messung mit N-Sensor
(mineralisch und Biogasgärrest)

Ernte der Parzellen
(mineralisch und Biogasgärrest)

ca. 6-8 Wochen

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**

Biogasgärrest zu Silomais

Beispiel:
70 kg N_{min}

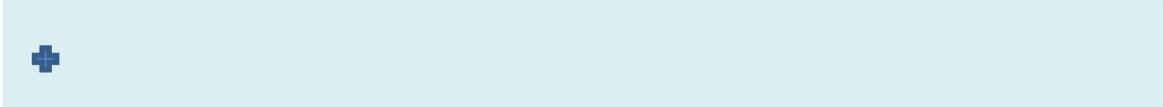
Gesamtsollwert:
220 kg N/ha

Düngeempfehlung

- Bodenart
- Vorfrucht
- N-Nachlieferung aus langjähriger org. Düngung



Biogasgärrest
Düngung



mineralische
Düngung

15-30. Apr. 15. Mai.

31. Mai. 1. Jun.

15. Jun.

30. Jun.

15. Jul.

31. Jul.

15. Aug.

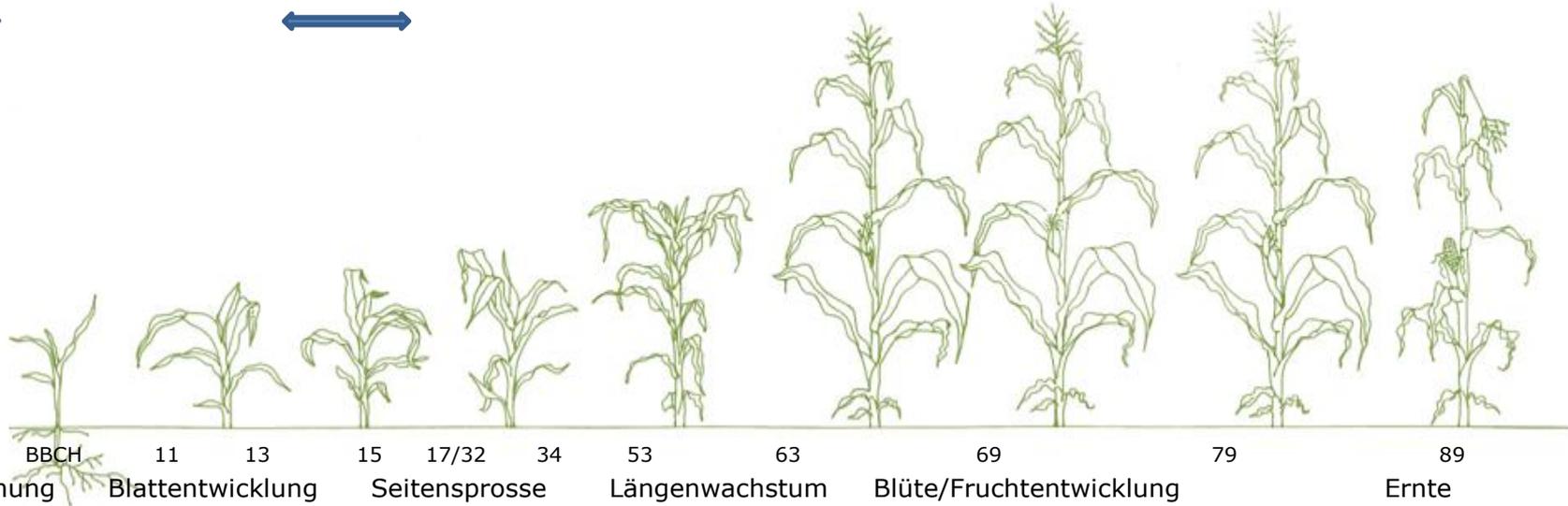
31. Aug.

1. Sep.

15. Sep.

30. Sep.

15. Okt. 31. Okt.



Biogasgärrest zu Silomais

Beispiel:
70 kg N_{min}

* 0,8 = 96 kg N
(entspricht MDÄ 80%)

Gesamtsollwert:
220 kg N/ha

Düngeempfehlung

1. Gabe
120 kg NH₄-N
Biogasgärrest



Biogasgärrest
Düngung

und

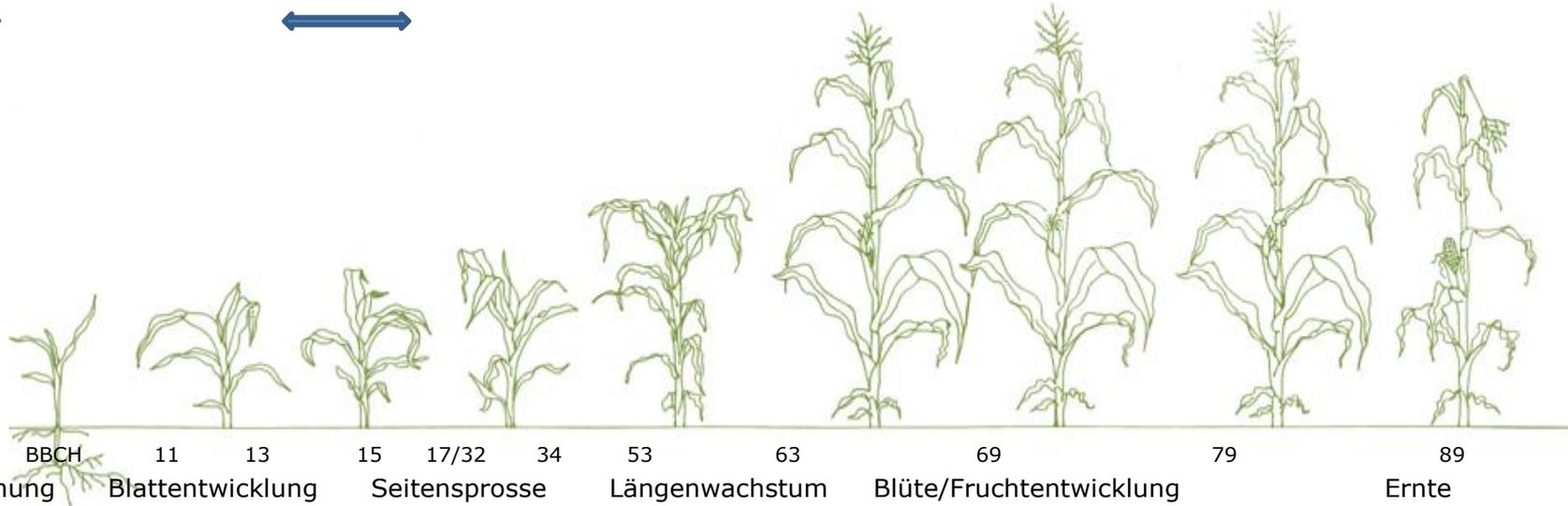
1. Gabe
Unterfußdüngung
30 kg N/ha



2. Gabe
30 kg N/ha

mineralische
Düngung

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.



Biogasgärrest zu Silomais

Beispiel:
70 kg N_{min}

* 0,8 = 96 kg N
(entspricht MDÄ 80%)

Gesamtsollwert:
220 kg N/ha

Düngeempfehlung

1. Gabe
120 kg NH₄-N
Biogasgärrest

+

2. Gabe
40 kg NH₄-N
Biogasgärrest

* 0,8 = 32 kg N
(entspricht MDÄ 80%)

Biogasgärrest
Düngung

und

oder

1. Gabe
Unterfußdüngung
30 kg N/ha

+

2. Gabe
30 kg N/ha

mineralische
Düngung

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.



BBCH 11 13 15 17/32 34 53 63 69 79 89
Keimung Blattentwicklung Seitensprosse Längenwachstum Blüte/Fruchtentwicklung Ernte

Separiert fester Biogasgärrest

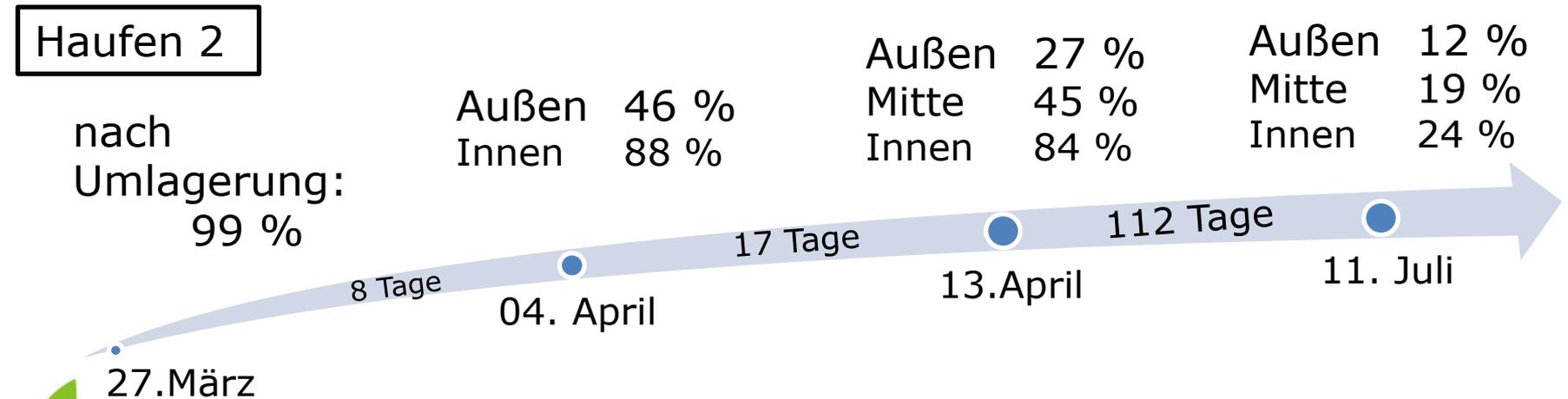
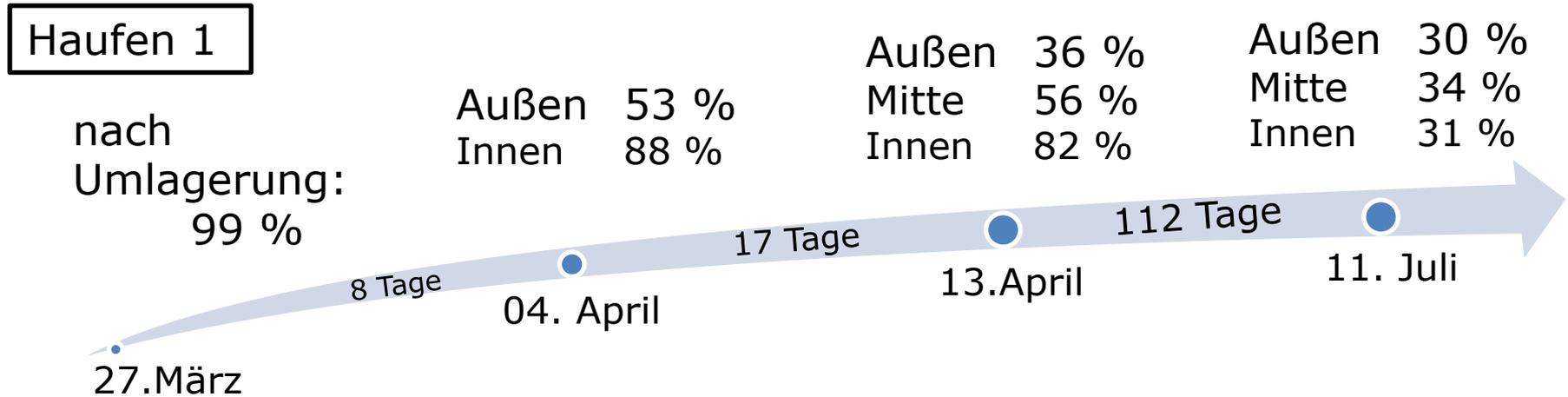
n= 20	N Ges	NH ₄ -N	% N Ges	P ₂ O ₅	pH	MDÄ
BGR sep. fest	6,1	2,8	46%	3,65	8,6	39%
BGR sep. flüssig	6,0	3,4	57%	2,27	8,1	76%

(nach Heigl Lorenz, LfL IAB)

- Auch in der festen Phase noch erhebliche Anteile an Ammoniumstickstoff
- Lediglich Phosphor akkumuliert vorwiegend in der festen Phase
- Aufgrund hoher pH-Werte erhöhtes Potential gasförmiger Stickstoffverluste
- Separierung verändert die N-Verfügbarkeit deutlich
 → MDÄ: sep. feste Phase ↘ sep. flüssige Phase ↗

Verlustpotential sep. fester Biogasgärreste

verbliebener $\text{NH}_4\text{-N}$ gegenüber der Probenahme am Separator



Fazit „Nährstoffwirkung Biogasgärrest“

- im Biogasgärrest erhöhter Anteil mineralischer Nährstoffe
→ verbesserte Düngewirkung (gesteigerter Anteil $\text{NH}_4\text{-N}$);
- laufende Gärrestuntersuchungen sind notwendig zur Bestimmung der Nährstoffgehalte;
- MDÄ der bayerischen Versuche zu Biogasgärrest zwischen 72–76% vom $\text{NH}_4\text{-N}$;
- bei **Getreide** etwas niedrigere MDÄ (**70% vom $\text{NH}_4\text{-N}$**) als zu **Silomais (80% vom $\text{NH}_4\text{-N}$)** ;

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

