LfL
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Versuchsergebnisse aus Bayern
2013 – 2014

Biogasgärrestdüngung zu Silomais II:
Gärrestart, stabilisierter Gärrest, angesäuerter Gärrest, Einarbeitung

Ergebnisse aus Versuchen in Zusammenarbeit mit den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Herausgeber: **Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft**
Institut für Agrarökologie-Düngung
Lange Point 12, 85354 Freising
©

Autoren: Dr. M. Wendland, C. Sperger, M. Schmidt, K. Offenberger
Kontakt: Tel.: 08161 71-5499, Fax: 08161 71-5089
E-Mail: Matthias.Wendland@LfL.bayern.de
http://www.LfL.bayern.de/

Inhaltsverzeichnis

Versuchsbeschreibung 2

Standortbeschreibung 3

Düngeplan 4

Inhaltsstoffe der organischen Dünger 6

Puch 6

Ausbringmengen (organ. + mineral. in kg Gesamt-N/ha), Erträge (dt/ha) und NEL (GJ/ha) 7

Puch 2013, 2014 7

Kommentar 10

Wirkung von Biogasgärresten in Abhängigkeit der Ausbringmenge 10

Wirkung von Biogasgärresten in Kombination mit Mineraldüngern 14

Wirkung von Biogasgärresten in Abhängigkeit der Gärrestart und der Einarbeitung von BGR Standard 17

Der Einsatz von Biogasgärresten mit Nitrifikationsinhibitoren (DOW und Piadin) 19

Fazit 20

Versuchsbeschreibung

Mit der starken Zunahme der Biogasanlagen in Bayern fallen auch hohe Mengen an Biogasgärrest an. In Bayern wurden 2014 durchschnittlich ca. 25 kg N/ha aus Biogasanlagen auf landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht. Silomais ist eine der wichtigsten Fruchtarten zur Substraterzeugung in Biogasanlagen. Zur Optimierung der Stickstoffwirkung von Gärresten zu Silomais wurde von 2013 bis 2014 in Fürstenfeldbruck (Puch) ein Versuch angelegt.

Durch die Ausbringung von Gärresten sollen die enthaltenen Nährstoffe möglichst effektiv genutzt und mineralische Düngemittel ersetzt werden. Geprüft wurden Fragen zur Gärrestdüngung wie z.B. unterschiedliche Ausbringmengen, Gärreste flüssig und fest, verschiedene Ausbringzeiten, mit und ohne mineralische Ergänzungsdüngung, Ansäuerung und Zusätze zur Stabilisierung des Stickstoffs im Gärrest. Als Vergleich wurde Rindergülle eingesetzt.

Ziel des Versuchs ist die Optimierung der Produktionstechnik sowohl in ökonomischer (hohe Erträge) als auch in ökologischer Sicht (geringe Umweltbelastung).

Die Standardvariante stellt einen Betrieb dar, dessen Gärrestanfall zu 100 % („100 % BGR“) auf die Flächen (mit Substratproduktion) ausgebracht wird. Zu der Standardvariante „100 % BGR“ wurde eine Gärrestemenge von ca. 49 m^3/ha mit einem durchschnittlichen N-Gehalt von 4,7 kg N-Gesamt/m^3 ausgebracht.

Standortbeschreibung

Ort	**Puch**	
Landkreis	Fürstenfeldbruck	
Landschaft	Moränenhügelland, Schotter	
∅ Jahresniederschlag (mm)	920	
∅ Jahrestemperatur (°C)	8	
Höhe über NN (m)	550	
Bodentyp	Parabraunerde	
Bodenart	Lehm	
Geologische Herkunft	Löss	
Ackerzahl	ca. 66	
Versuchsjahr	2013 - 2014	
pH-Wert	6,7	
P_2O_5 (mg/100 g Boden)	12	
K2O (mg/100 g Boden)	26	
N_{min}-Gehalt im Frühjahr (kg/ha)	**2013**	**2014**
0 - 30 cm	15	36
30 - 60 cm	6	21
60 - 90 cm	4	11

Düngeplan

Vgl. Nr.	Art der organischen Düngung	Ausbringtechnik	Einarbeitung	Düngemenge				
				Organisch*			Mineralisch kg N/ha	
				Frühjahr	Vor Saat	BBCH 17-32	Vor Saat	BBCH 17-32
1	Biogasgärrest Standard	Schleppschlauch	sofort	0	100 DOW	0	0	0
2	Biogasgärrest Standard	Schleppschlauch	sofort	100 DOW	100	0	0	0
3	Biogasgärrest Standard + Schwefelsäure	Schleppschlauch	4 Stunden	0	100+ H_2SO_4	0	0	0
4	Biogasgärrest Standard + Schwefelsäure	Schleppschlauch	sofort	0	100+ H_2SO_4	0	0	0
5	Biogasgärrest Standard	Schleppschlauch	4 Stunden	0	100	0	0	0
6	Rindergülle	Schleppschlauch	sofort	0	100	0	0	0
7	Biogasgärrest sep. flüssig	Schleppschlauch	sofort	0	100	0	0	0
8	Biogasgärrest sep. fest	Breitverteilung	sofort	0	100	0	0	0
9	Biogasgärrest Standard	Schleppschlauch	sofort	0	100	0	0	0
10	Biogasgärrest Standard	Breitverteilung	Ohne Einarb.	100	0	0	0	0
11	Biogasgärrest Standard	Schleppschlauch	sofort	0	100	0	0	30
12	Biogasgärrest Standard	Schleppschlauch	sofort	0	50	50	30	0
13	Biogasgärrest Standard	Schleppschuh	Ohne Einarb.	0	100	0	0	30
14	Biogasgärrest Standard	Schleppschuh	Ohne Einarb.	0	50	50	30	0
15	Biogasgärrest Standard	Schleppschlauch	Ohne Einarb.	0	0	100	30	0
16	Biogasgärrest sep. flüssig	Schleppschlauch	Ohne Einarb.	0	0	100	30	0
17	Biogasgärrest Standard	Schleppschuh	Ohne Einarb.	0	0	100	30	0
18	Biogasgärrest sep. flüssig	Schleppschuh	Ohne Einarb.	0	0	100	30	0
19	Biogasgärrest Standard	Schleppschlauch	sofort	0	50	0	0	0

Düngeplan - Fortsetzung

Vgl. Nr.	Art der organischen Düngung	Ausbringtechnik	Einarbeitung	Düngemenge				
				Organisch*			Mineralisch kg N/ha	
				Frühjahr	Vor Saat	BBCH 17-32	Vor Saat	BBCH 17-32
20	Biogasgärrest Standard	Schleppschlauch	sofort	0	75	0	0	0
21	Biogasgärrest Standard	Schleppschlauch	sofort	0	100	0	30	0
22	Biogasgärrest Standard	Schleppschlauch	sofort	0	100	0	30	30
23	Biogasgärrest Standard	Schleppschlauch	sofort	0	100	0	30	60
24	Biogasgärrest Standard	Schleppschlauch	sofort	0	125	0	0	0
25	Biogasgärrest Standard	Schleppschlauch	sofort	0	150	0	0	0
26	Biogasgärrest Standard + Piadin	Schleppschlauch	sofort	0	100 Piadin	0	0	0
27	Biogasgärrest Standard + Piadin	Schleppschlauch	sofort	100 Piadin	0	0	0	0
28	Ohne organ. Düngung	-	-	0	0	0	0	0
29	Ohne organ. Düngung	-	-	0	0	0	30	30
30	Ohne organ. Düngung	-	-	0	0	0	30	60
31	Ohne organ. Düngung	-	-	0	0	0	60	60
32	Ohne organ. Düngung	-	-	0	0	0	90	60
33	Ohne organ. Düngung	-	-	0	0	0	120	60
34	Ohne organ. Düngung	-	-	0	0	0	150	60

*) 100 % entsprechen einer hohen, praxisüblichen Menge

Inhaltsstoffe der organischen Dünger

Puch

Düngungstermin	Art der organischen Dünger	TS-Gehalt %		Organ. Substanz kg/m³ *		pH-Wert		N-Gesamt kg/m³ *		NH_4-N kg/m³ *	
		2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Frühjahr	BGR Standard	5,4	6,4	37,8	46,5	7,6	7,8	3,8	4,2	2,5	2,4
Vor Saat	BGR Standard	6,6	6,5	45,9	47,2	8,3	7,6	4,7	4,4	3,0	2,7
Vor Saat	BGR sep. fest	25,9	26,3	229,3	209,0	9,6	8,3	7,4	6,1	3,7	1,3
Vor Saat	BGR sep. flüssig	1,6	5,3	10,7	34,7	9,1	7,9	2,2	5,4	1,6	3,6
Vor Saat	Rindergülle	5,5	3,0	43,5	21,7	7,5	7,4	3,0	2,1	1,8	1,4
BBCH 17-32	BGR Standard	4,3	5,3	28,9	38,9	8,0	7,8	3,4	3,5	2,2	2,0
BBCH 17-32	BGR sep. flüssig	1,1	3,4	7,2	21,2	8,5	8,1	1,6	4,2	1,2	2,8

*) Angaben beziehen sich auf die Frischsubstanz

Ausbringmengen (organ. + mineral. in kg Gesamt-N/ha), Erträge (dt/ha) und NEL (GJ/ha)

Puch 2013, 2014

Fr / VS / 17-32 ≙ Düngegabe im Frühjahr / Vor Saat / zu BBCH 17-32 (organisch + mineralisch)

NEL GJ/ha ≙ GJ Netto-Energie-Laktation je Hektar

BV ≙ Breitverteilung

SL ≙ Schleppschlauch

SU ≙ Schleppschuh

DOW ≙ N-Lock, H_2SO_4 ≙ Schwefelsäure

Ohne / sofort / 4h ≙ Ohne Einarbeitung / sofortige Einarbeitung / Einarbeitung nach 4 Stunden

Vgl. Nr.	Art der Düngung*	2013					2014					Mittel 2013-2014				
		Fr	VS **	17-32	**dt/ha**	**NEL GJ/ha**	Fr	VS **	17-32	**dt/ha**	**NEL GJ/ha**	Fr	VS **	17-32	**dt/ha**	**NEL GJ/ha**
1	100 % BGR Standard, SL, sofort, DOW	0	232	0	**136**	103	0	200	0	**206**	**142**	0	216	0	**171**	**122**
2	100 %BGR Standard, SL, sofort, DOW	188	0	0	**129**	**96**	212	0	0	**216**	**146**	200	0	0	**173**	**121**
3	100 % BGR Standard, SL, 4 h, H_2SO_4	0	232	0	**135**	**98**	0	200	0	**209**	**143**	0	216	0	**172**	**120**
4	100 % BGR Standard, SL, sofort, H_2SO_4	0	232	0	**140**	**102**	0	200	0	**212**	**146**	0	216	0	**176**	**124**
5	100 % BGR Standard, SL, 4 h	0	232	0	**131**	**98**	0	200	0	**211**	**140**	0	216	0	**171**	**119**
6	100 % Rindergülle, SL, sofort	0	262	0	**132**	**97**	0	186	0	**227**	**152**	0	224	0	**180**	**125**
7	100 % BGR sep. flüssig, SL, sofort	0	144	0	**140**	**103**	0	175	0	**201**	**134**	0	160	0	**171**	**118**
8	100 % BGR sep. fest, BV, sofort	0	232	0	**130**	**97**	0	554	0	**216**	**144**	0	393	0	**173**	**121**
9	100 % BGR Standard, SL, sofort	0	232	0	**133**	**97**	0	200	0	**214**	**147**	0	216	0	**173**	**122**

Ausbringmengen (organ. + mineral. in kg Gesamt-N/ha), Erträge (dt/ha) und NEL (GJ/ha) - Fortsetzung

Puch 2013, 2014

Vgl. Nr.	Art der Düngung*	2013					2014					Mittel 2013-2014				
		Fr	VS **	17-32	dt/ha	NEL GJ/ha	Fr	VS **	17-32	dt/ha	NEL GJ/ha	Fr	VS **	17-32	dt/ha	NEL GJ/ha
10	100 % BGR Standard, BV, ohne	188	0	0	**142**	**105**	212	0	0	**203**	**140**	200	0	0	**173**	**123**
11	100 % BGR Standard, SL, sofort	0	232	30	**136**	**102**	0	200	30	**219**	**150**	0	216	30	**177**	**126**
12	100 % BGR Standard, SL, sofort	0	116 /30	80	**144**	**110**	0	100 /30	82	**206**	**143**	0	108 /30	81	**175**	**126**
13	100 % BGR Standard, SU, ohne	0	232	30	**136**	**101**	0	200	30	**212**	**145**	0	216	30	**174**	**123**
14	100 % BGR Standard, SU, ohne	0	116 /30	80	**142**	**106**	0	100 /30	82	**206**	**140**	0	106 /30	81	**174**	**123**
15	100 % BGR Standard, SL, ohne	0	30	161	**137**	**100**	0	30	163	**207**	**143**	0	30	162	**172**	**121**
16	100 % BGR sep. flüssig, SL, ohne	0	30	179	**137**	**103**	0	30	144	**207**	**142**	0	30	190	**172**	**123**
17	100 % BGR Standard, SU, ohne	0	30	161	**140**	**104**	0	30	200	**208**	**143**	0	30	181	**174**	**124**
18	100 % BGR sep. flüssig, SU, ohne	0	30	179	**132**	**99**	0	30	144	**206**	**143**	0	30	162	**169**	**121**
19	50 % BGR Standard, SL, sofort	0	116	0	**126**	**96**	0	100	0	**189**	**124**	0	108	0	**157**	**110**
20	75 % BGR Standard, SL, sofort	0	174	0	**133**	**101**	0	150	0	**206**	**136**	0	162	0	**170**	**118**
21	100 % BGR Standard, SL, sofort	0	232 /30	0	**138**	**105**	0	200 /30	0	**221**	**151**	0	216 /30	0	**180**	**128**
22	100 % BGR Standard, SL, sofort	0	232 /30	30	**142**	**110**	0	200 /30	30	**223**	**148**	0	216 /30	30	**182**	**129**
23	100 % BGR Standard, SL, sofort	0	232 /30	60	**146**	**111**	0	200 /30	60	**215**	**143**	0	216 /30	60	**180**	**127**
24	125 % BGR Standard, SL, sofort	0	290	0	**138**	**105**	0	250	0	**205**	**134**	0	270	0	**171**	**120**
25	150 % BGR Standard, SL, sofort	0	348	0	**144**	**108**	0	301	0	**222**	**149**	0	325	0	**183**	**129**

Ausbringmengen (organ. + mineral. in kg Gesamt-N/ha), Erträge (dt/ha) und NEL (GJ/ha) - Fortsetzung Puch 2013, 2014

Vgl. Nr.	Art der Düngung*	2013					2014					Mittel 2013-2014				
		Fr	VS **	17-32	dt/ ha	NEL GJ/ ha	Fr	VS **	17-32	dt/ ha	NEL GJ/ ha	Fr	VS **	17-32	dt/ ha	NEL GJ/ ha
26	100 % BGR Standard, SL, sofort, Piadin	0	232	0	**146**	**112**	0	200	0	**203**	**138**	0	216	0	**175**	**125**
27	100 % BGR Standard, SL, sofort, Piadin	188	0	0	**128**	**98**	212	0	0	**206**	**140**	200	0	0	**167**	**119**
28	Ohne organ. Düngung	0	0	0	**111**	**83**	0	0	0	**174**	**114**	0	0	0	**142**	**98**
29	Ohne organ. Düngung	0	30	30	**124**	**94**	0	30	30	**195**	**129**	0	30	30	**159**	**111**
30	Ohne organ. Düngung	0	30	60	**125**	**94**	0	30	60	**199**	**131**	0	30	60	**162**	**112**
31	Ohne organ. Düngung	0	60	60	**135**	**101**	0	60	60	**204**	**135**	0	60	60	**169**	**118**
32	Ohne organ. Düngung	0	90	60	**140**	**106**	0	90	60	**213**	**142**	0	90	60	**176**	**124**
33	Ohne organ. Düngung	0	120	60	**144**	**110**	0	120	60	**201**	**133**	0	120	60	**173**	**121**
34	Ohne organ. Düngung	0	150	60	**135**	**102**	0	150	60	**210**	**142**	0	150	60	**173**	**122**
t-test GD															10,2	8,8

*) 100 % entsprechen einer hohen, praxisüblichen Menge
**) Menge organische Düngung/ Menge mineralische Düngung

Kommentar

Wirkung von Biogasgärresten in Abhängigkeit der Ausbringmenge

N-Wirkung:

Die Erträge von Silomais können durch steigende Biogasgärrestmengen erhöht werden, siehe Abbildung 1: der Optimalertrag durch Biogasgärrest in Puch lag bei ca. 180 dt/ha bei höchster Düngestufe. Durch die rein mineralische Düngung konnten in etwa die gleichen Erträge erreicht werden.

Wird der Trockenmasseertrag bei gleich hoher Düngemenge von z. B. 150 kg N/ha sowohl mineralisch als auch organisch betrachtet, sind die Trockenmasseerträge bei der mineralischen Düngung höher. Dies ist auf Stickstoffverluste bei der Ausbringung und die Bindung von Stickstoff an die organische Substanz zurückzuführen. Im vorliegenden Fall werden die Stickstoffverluste bei der Ausbringung von hohen Mengen organischer Dünger durch die hohe ausgebrachte Stickstoffmenge kompensiert.

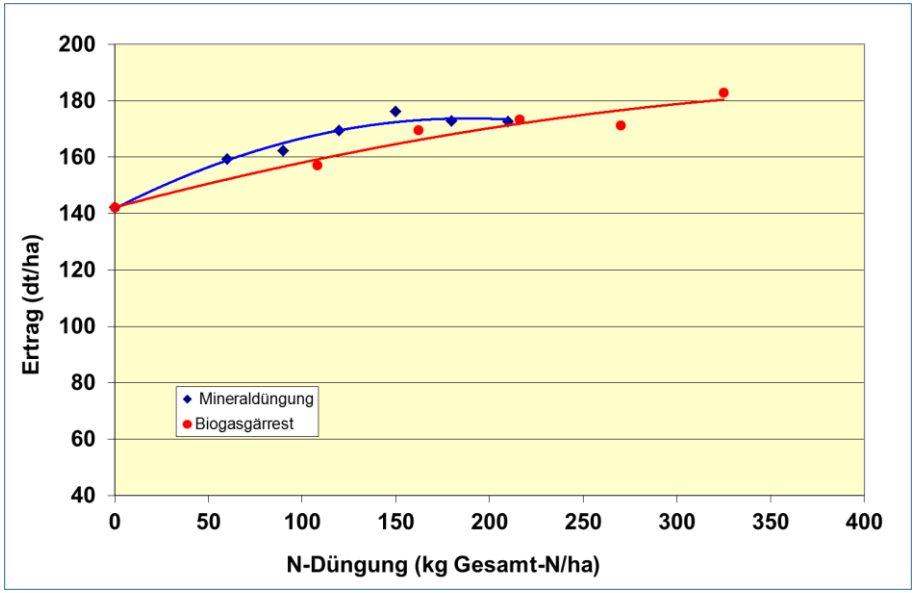

Abb. 1: N-Wirkung von Biogasgärresten (N-Gesamt) auf den Ertrag in Puch; Mittel der Jahre; n=2

Trockenmasseerträge:

Wie in Abbildung 2 zu sehen ist, kann der Ertrag mit steigender Ausbringmenge (zw. 108 kg N bei 50 % BGR und ca. 325 kg N bei 150 % BGR) von 157 dt/ha auf 183 dt/ha erhöht werden. Bei einer Düngung von 75 % BGR konnte aber bereits ein Ertrag von 169 dt/ha erzielt werden. Eine weitere Steigerung der Ausbringmenge hatte kaum eine ertragssteigernde Wirkung.

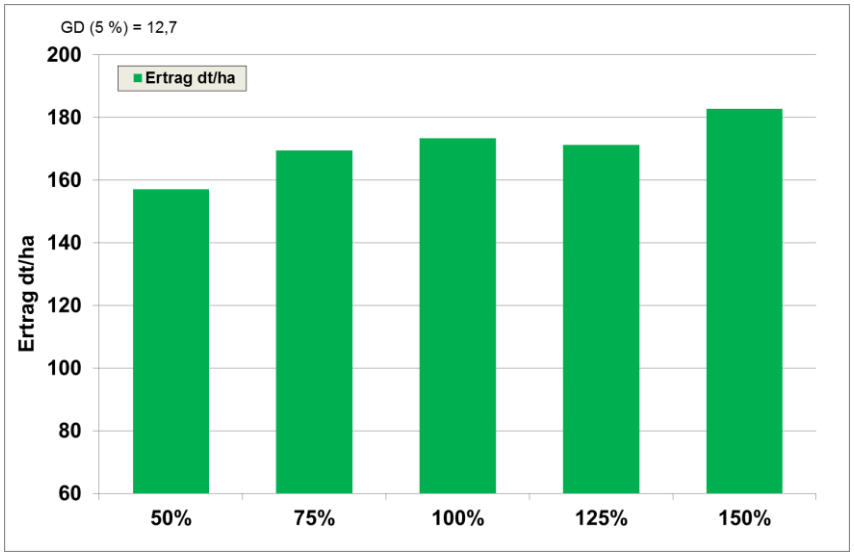

Abb. 2: Trockenmasseerträge (dt/ha) bei Gärrestdüngung in Puch; Mittel der Jahre; n=2

N_{min}-Werte:

Die N_{min}-Gehalte nach der Ernte in Puch waren zw. 24 und 31 kg N/ha, abhängig von der Ausbringmenge auf einem eher niedrigen Niveau, siehe Abb. 3. Dies liegt in den hohen Erträgen und den damit verbundenen höheren N-Abfuhren begründet.

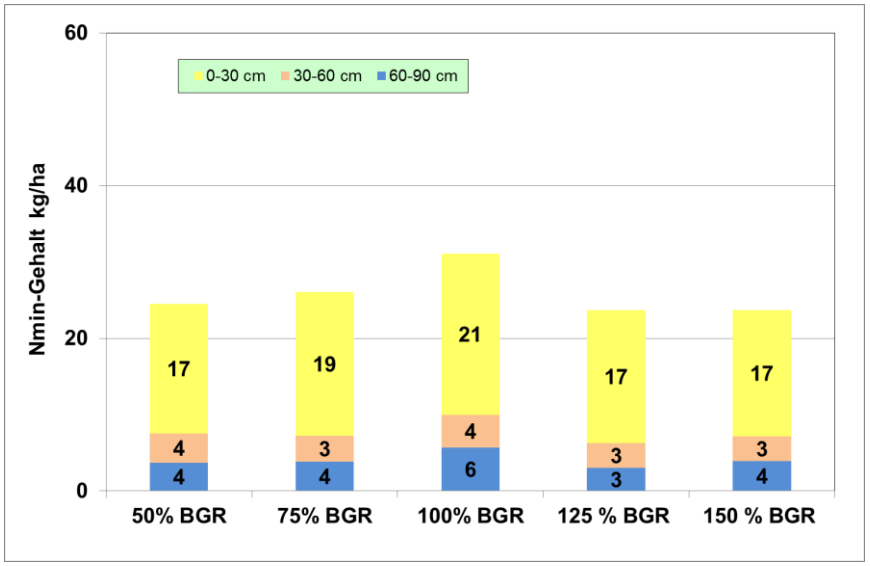

Abb. 3: N_{min}-Gehalte in Puch(kg/ha) nach der Ernte in Abhängigkeit der Ausbringmenge; Mittel der Jahre; n=2

N-Saldo:

Der Stickstoffsaldo (N-Zufuhr - N-Abfuhr) stellt ein Maß für die Ausgeglichenheit der Düngung dar. Ein hoher positiver N-Saldo birgt die Gefahr von N-Verlusten über die Nitratauswaschung.

Die Stickstoffbilanz stieg mit der Ausbringmenge und zeigte bei hohen Düngemengen (125 % und 150 %) Bilanzüberhänge bis zu 66 kg N/ha. Bei hoher Gärrestdüngung (über 125 %) muss darauf geachtet werden, dass der Grenzwert von 60 kg N/ha der Düngeverordnung nicht überschritten wird. Die Ursachen für einen hohen N-Saldo liegen vermutlich in den hohen N-Verlusten und an der N-Bindung in der organischen Substanz.

Um Bilanzüberhänge in der Praxis möglichst gering zu halten, sollte neben einer verlustmindernden Ausbringung nur ein Teil des Nährstoffbedarfs über organische Dünger gedeckt werden und der restliche Bedarf über eine mineralische Ergänzungsdüngung erfolgen. Zusätzlich ist es zwingend notwendig, die Düngemenge an den Ertrag anzupassen.

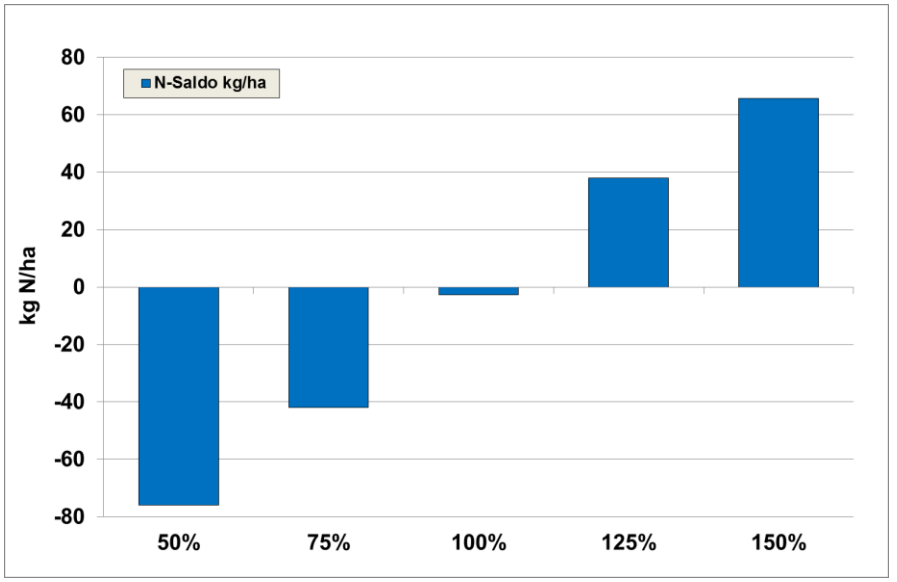

Abb. 4: N-Saldo in Puch bei Biogasgärrestdüngung in Abhängigkeit der Ausbringmenge; Mittel der Jahre, n=2

Wirkung von Biogasgärresten in Kombination mit Mineraldüngern

N-Wirkung:

Durch die Kombination von organischen und mineralischen Düngern konnten bei Mais bei gleicher Düngung höhere Erträge erreicht werden, als wie durch eine reine Gärrestdüngung, siehe Abbildung 5.
Der Ertragszuwachs war aber relativ gering. Der Grund dafür ist, dass am Standort Puch in diesen beiden Jahren durch die alleinige Gärrestdüngung bereits der Optimalertrag erreicht werden konnte. Die Stickstoffwirkung des Mineraldüngers war zwar höher als des BGR (steilere Ertragskurve), aber in beiden Fällen konnte der standorttypische Ertrag von ca. 180 dt/ha erreicht werden.

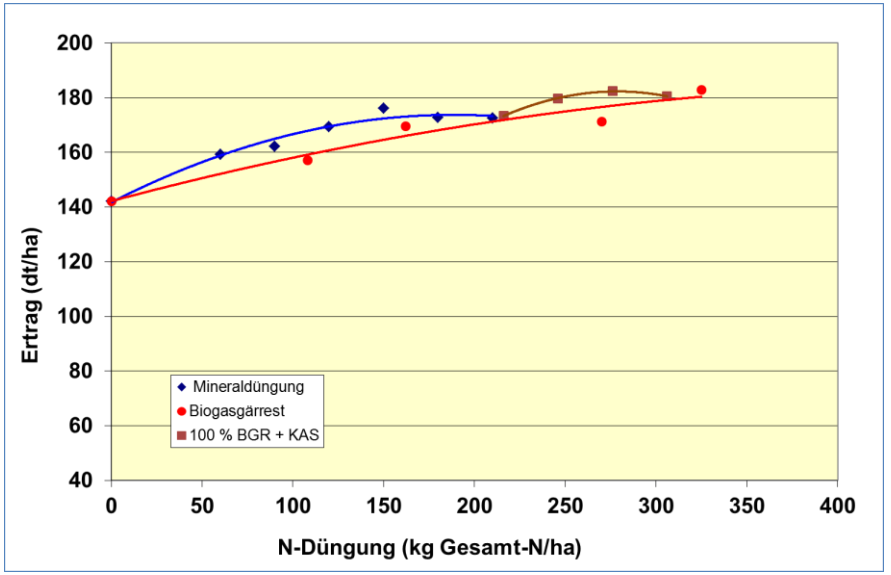

Abb. 5: N-Wirkung von reiner Mineraldüngung, reiner Biogasgärrestdüngung und der Kombination aus Gärrestdüngung mit KAS (N-Gesamt) auf den Ertrag;
Mittel aller Jahre; n=2

Trockenmasseerträge:

Der Ertrag stieg bei einer zusätzlichen N-Düngung von 30 kg N/ha über KAS von 173 dt/ha auf 180 dt/ha. Eine höhere KAS-Düngung (60 bzw. 90 kg N/ha) hatte keine ertragssteigernde Wirkung mehr.

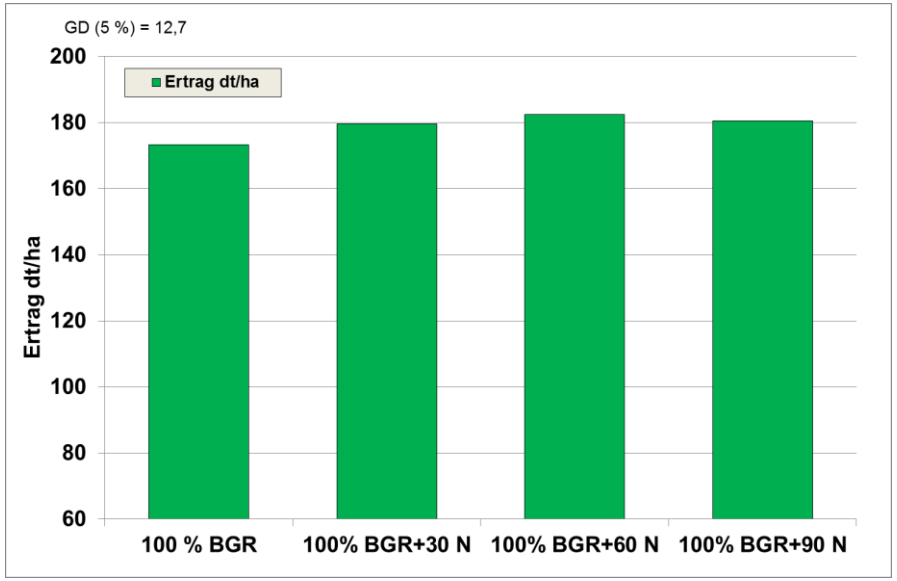

Abb. 6: Trockenmasseerträge (dt/ha) bei rein organischer und kombinierter Düngung in Puch; Mittel der Jahre; n=2

N-Saldo:

Der Stickstoffsaldo stieg mit einer zusätzlichen Ausbringmenge von 90 kg N/ha über KAS von -3 kg N/ha auf 51 kg N/ha gegenüber einer reinen 100 %-igen Gärrestdüngung (Abb. 7). Die zusätzlich zugeführten Stickstoffmengen können nicht in Ertrag umgesetzt werden (Abb. 6), was zu einem hohen N-Saldo führt. Um die Kontrollwerte der neuen Düngeverordnung einhalten zu können, ist sowohl die Höhe der organischen Düngung, als auch die Höhe der mineralischen Ergänzungsdüngung mit der Ertragserwartung abzustimmen. In diesem Versuch konnte der Optimalertrag mit „100% BGR + 30 N“ erreicht werden, der N-Saldo in dieser Variante liegt bei ca. 10 kg N/ha.

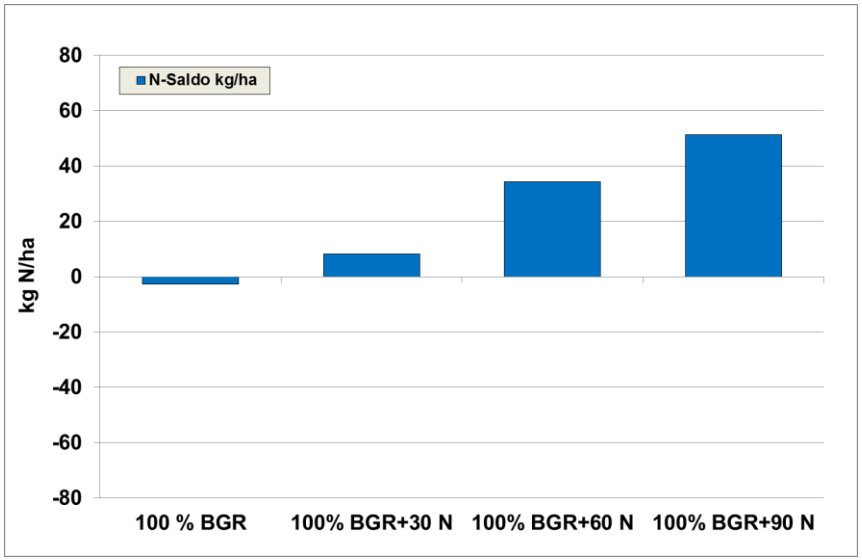

Abb. 7: Stickstoffsaldo bei rein organischer und kombinierter Düngung in Puch; Mittel der Jahre; n=2

Wirkung von Biogasgärresten in Abhängigkeit der Gärrestart und der Einarbeitung von BGR Standard

Trockenmasseerträge:

In Abbildung 8 sind die TM-Erträge in Abhängigkeit der Gärrestarten dargestellt. Im Jahr 2013 wurden 4,6 l H_2SO_4/cbm BGR bei Variante „BGR + H_2SO_4“ in das Güllefaß hinzugegeben. Im darauf folgenden Jahr wurden 5,6 l H_2SO_4/cbm BGR eingesetzt. In beiden Jahren konnte der pH-Wert von BGR durch Schwefelsäure nicht dauerhaft gesenkt werden, Grund hierfür ist vermutlich die zu geringe Einsatzmenge. Jedoch benötigt es noch weiteren Forschungsbedarf. Es konnte durch die Zugabe von Schwefelsäure kein höherer Trockenmasseertrag, als wie bei BGR Standard erreicht werden.

Durch den Einsatz von Rindergülle wurde ein Ertrag von 180 dt/ha erreicht. Hier wurden alle Gärrestarten vor der Saat mit Schleppschlauch ausgebracht und sofort eingearbeitet.
Der Trockensubstanzgehalt beeinflusst die Infiltrationsgeschwindigkeit (Einsickerung in den Boden) des Gärrests und hat daher einen großen Einfluss bzgl. Ammoniak-Verflüchtigungen. Ammoniak-Verflüchtigungen verringern die Düngewirkung von organischen Düngern. Diese entstehen auch durch Wind und Sonneneinstrahlung bei einer langen Verweilzeit der Gülle an der Bodenoberfläche. Um den Einfluss der Ammoniakverluste abschätzen zu können, wurde BGR Standard und mit Zusatz von Schwefelsäure miteinander untersucht. Wie aus Abbildung 9 ersichtlich wird, konnte mit dem Zusatz von Schwefelsäure keine signifikanten Ertragssteigerungen erreicht werden. Die sofortige Einarbeitung gegenüber nach vier Stunden brachte ebenfalls keine relevanten Ertragsunterschiede.

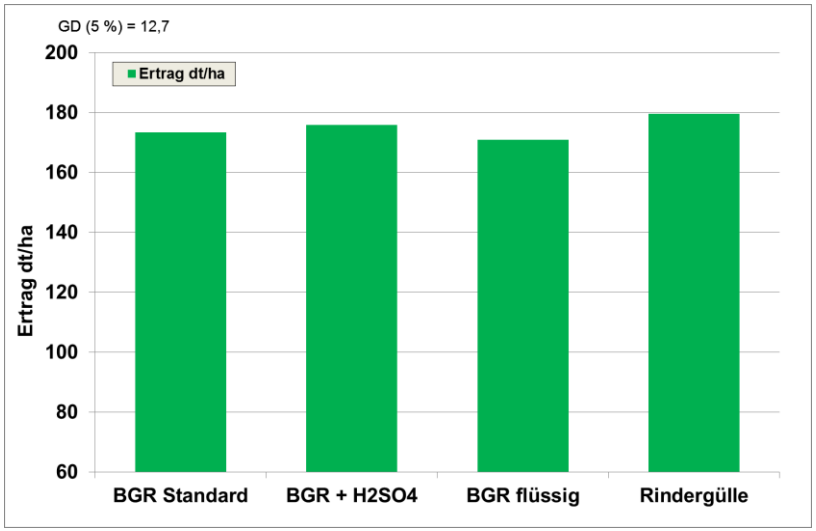

Abb. 8: Trockenmasseerträge (dt/ha) bei unterschiedlichen Gärrestarten; Puch, Mittel der Jahre; n=2

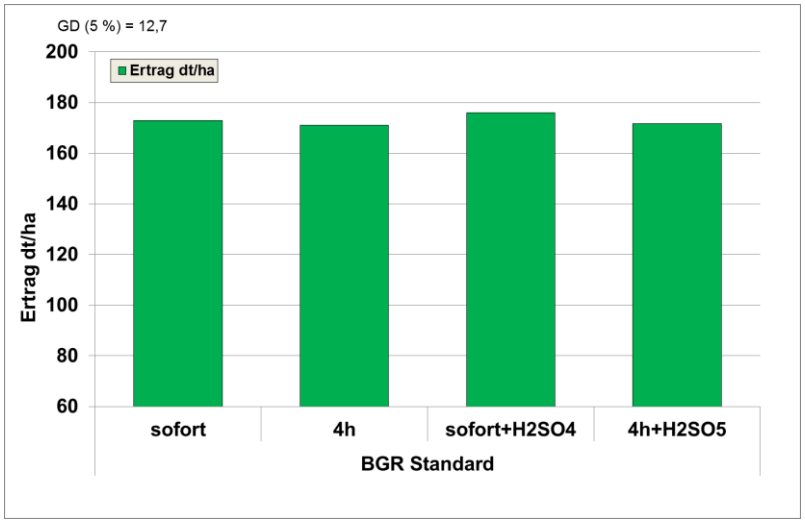

Abb. 9: Trockenmasseerträge (dt/ha) in Abhängigkeit der Einarbeitung bei BGR Standard; Puch; Mittel der Jahre; n=2

N-Saldo:

Aufgrund des niedrigeren TS-Gehaltes der separierten Phase und damit guter N-Wirkung, ist bei BGR flüssig der Stickstoffsaldo am niedrigsten und lag bei -53 kg/ha. Hingegen lag der N-Saldo bei BGR fest bei 155 kg/ha. Dies liegt sowohl an der schlechteren N-Wirkung des BGR fest, als auch darin begründet, dass bei diesen Versuchsparzellen eine sehr hohe N-Menge ausgebracht wurde. Damit die neuen DüV-Grenzwerte eingehalten werden können, ist die Düngung mit der Ertragserwartung genau abzustimmen.

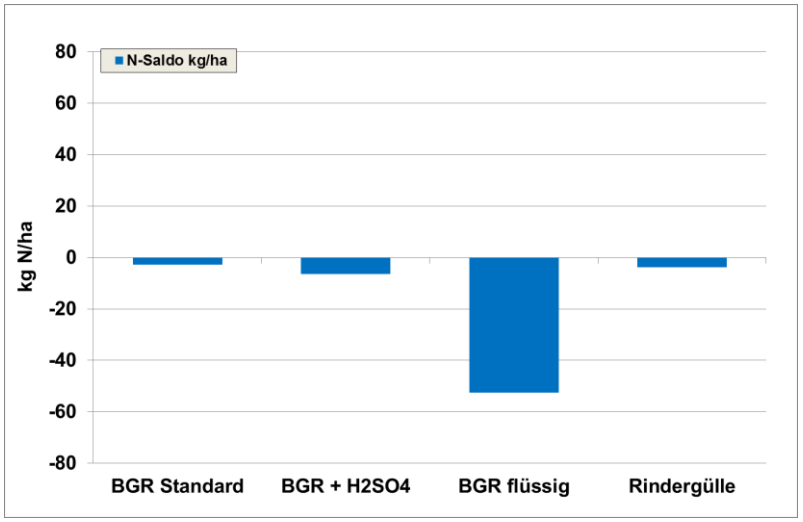

Abb. 10: Stickstoffsaldo unterschiedlichen Gärrestarten; Puch, Mittel der Jahre; n=2

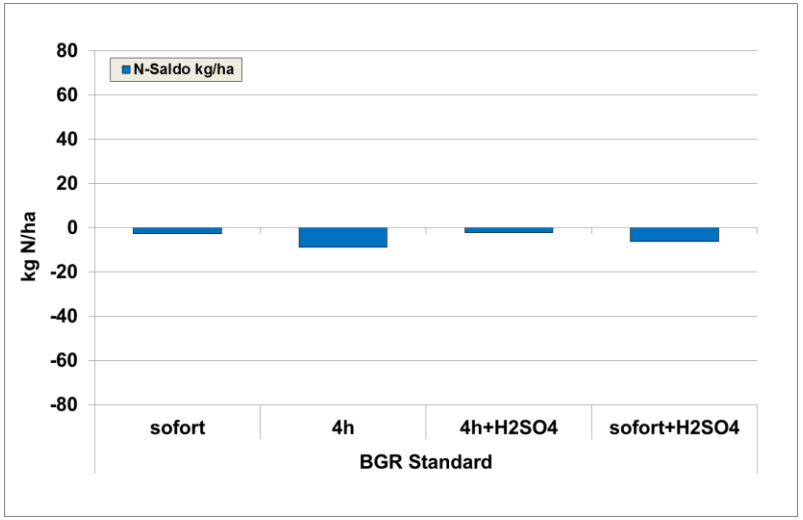

Abb. 11: Stickstoffsaldo unterschiedlicher Einarbeitungszeiten bei BGR Standard; Puch; Mittel der Jahre; n=2

Der Einsatz von Biogasgärresten mit Nitrifikationsinhibitoren (DOW und Piadin)

Trockenmasseerträge:

Durch Nitrifikationshemmstoffe wird die Umsetzung von Ammonium in Nitrat verzögert. Da Ammonium im Boden nicht ausgewaschen wird, können durch die Zugabe von Nitrifikationshemmstoffe eventuell Stickstoffverluste durch Nitratauswaschung vermieden werden. Der im Gärrest vorhandene Stickstoff kann dadurch länger für die Pflanze in verfügbaren Bodenschichten vorliegen. Vor allem Mais profitiert aufgrund seines späten Nährstoffbedarfs von einer langanhaltenden Nährstoffwirkung.

Wie in Abbildung 12 dargestellt, unterscheiden sich die Trockenmasseerträge der Varianten BGR im Frühjahr und BGR vor der Saat ausgebracht nicht voneinander. Ebenso wurde durch die Zugabe von DOW oder Piadin kein Mehrertrag erreicht

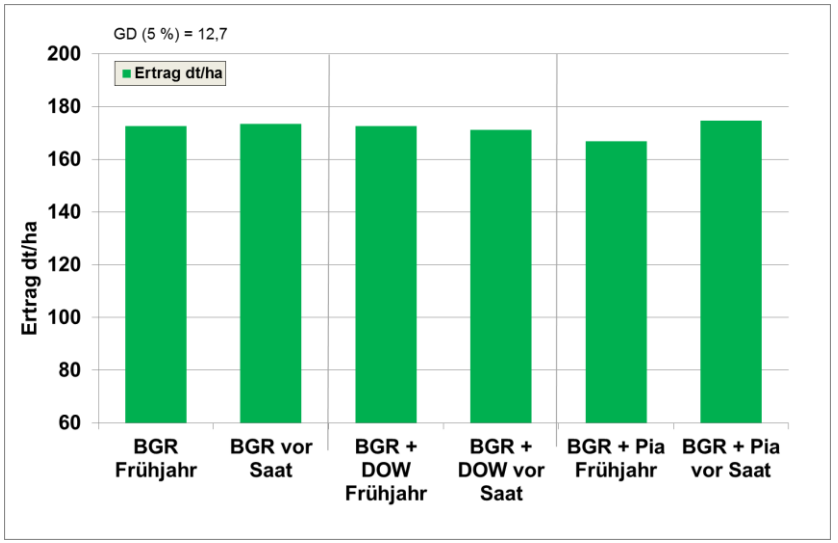

Abb. 12: Trockenmasseerträge (dt/ha) bei Gärrestdüngung mit Nitrifikationsinhibitoren in Puch; Mittel der Jahre; n=2

Fazit

- Düngung mit Biogasgärresten:
  - die ausgebrachten Gärrestmengen sollten sich am Gärrestanfall im Betrieb orientieren (100 % Anfall). Deutlich höhere Ausbringmengen führen zu höheren Nährstoffsalden (Kontrollwert der DüV beachten)
- Biogasgärrest in Kombination mit Mineraldüngern:
  - um einen standorttypischen Optimalertrag zu erreichen, ist eine kombinierte Düngung aus organischen und mineralischen Düngern sinnvoll, jedoch auf Ertragspotential abstimmen
- Gärrestart und Einarbeitung:
  - der TS-Gehalt hat einen deutlichen Einfluss auf die N-Verwertung in organischen Düngern.
  - die feste Phase von separierten Biogasgärresten hat eine sehr geringe N-Wirkung. Dies ist sowohl auf die hohen gasförmigen Ausbringverluste, als auch auf die N-Bindung in der organischen Substanz zurückzuführen

- Stabilisierter Gärrest:
  - Die Stabilisierung des Gärrestes mit Piadin oder DOW hatte bei diesem tiefgründigen Boden am Standort Puch keinen Einfluss auf den Trockenmasseertrag