

Versuchsergebnisse aus Bayern 2009 bis 2011

Biogasdüngungsversuch zu Winterweizen mit Kornnutzung (Versuch 549)



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, K. Aigner, K. Offenberger, F. Lichti
Kontakt: Tel.: 08161 71-5499, Fax: 08161 71-5089
E-Mail: Matthias.Wendland@LfL.bayern.de
<http://www.LfL.bayern.de/>

Inhaltsverzeichnis

Versuchsbeschreibung	1
Standortbeschreibung	1
Düngeplan	2
Untersuchungsergebnisse der organischen Dünger	5
Speichersdorf	5
Puch.....	5
Ausbringungsmengen (kg Gesamt-N/ha), Erträge und Rohproteingehalte (RP)	6
Speichersdorf	6
Puch.....	9
Mittel aus Puch und Speichersdorf der Jahre 2009 - 2011	12
Kommentar	13
Einfluss der Ausbringungsmenge auf die Nährstoffwirkung.....	13
Hohe Ausbringungsmengen verringern die Nutzungseffizienz von Gärresten	14
Sichere Erträge durch die Kombination von organischer und mineralischer Düngung	15
N _{min} -Gehalte in Abhängigkeit der Ausbringungsmenge	16
N-Salden in Abhängigkeit der Ausbringungsmenge	17
Wirkung von Nitrifikationshemmstoffen bei Biogasgärresten (Entec, Piadin)	18
Nährstoffwirkung von Gärresten im Herbst.....	19
N _{min} -Gehalte sind im Herbst nach einer Herbstdüngung hoch	20
Einfluss des TS-Gehalts der Dünger auf die Nährstoffwirkung	21
Vergleich verschiedener Applikationstechniken.....	22

Versuchsbeschreibung

Mit der starken Zunahme der Biogasanlagen in Bayern fallen auch zunehmend höhere Mengen an Biogasgärrest an. In Bayern wurden 2011 durchschnittlich 15 kg N/ha aus Biogasanlagen auf landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht. Durch die Ausbringung von Gärresten sollen die enthaltenen Nährstoffe möglichst effektiv genutzt und mineralische Düngemittel ersetzt werden. Zur Optimierung der Stickstoffwirkung von Gärresten wurden von 2009 bis 2011 an zwei Standorten in Bayern Versuche zu Winterweizen (Kornnutzung) angelegt. Geprüft wurden Fragen zur Gärrestdüngung wie z.B. unterschiedliche Ausbringmengen, Gärreste flüssig und fest, verschiedene Ausbringzeiten, mit und ohne mineralische Ergänzungsdüngung, Zusätze zur Stabilisierung des Stickstoffs im Gärrest und als Vergleich wurde zusätzlich Rindergülle eingesetzt.

Standortbeschreibung

Ort	Speichersdorf			Puch		
Landkreis	Bayreuth			Fürstenfeldbruck		
Landschaft	Nordbayerisches Hügelland			Moränenhügelland, Schotter		
Ø Jahresniederschlag (mm)	733			920		
Ø Jahrestemperatur (°C)	8,2			8		
Höhe über NN (m)	450			550		
Bodentyp	Braunerde			Parabraunerde		
Bodenart	Lehmiger Sand, sandiger Lehm			Lehm		
Geologische Herkunft	Keuper, Muschelkalk/Alluvium			Löss		
Ackerzahl	ca. 38			ca. 66		
Versuchsjahr	2009	2010	2011	2009	2010	2011
pH-Wert	k. A.	6,7	6,8	6,6	6,6	6,3
P ₂ O ₅ (mg/100 g Boden)	24	26	29	16	13	17
K ₂ O (mg/100 g Boden)	23	18	29	18	12	24
N _{min} -Gehalt im Frühjahr (kg/ha)						
0 - 30 cm	21	34	30	36	28	21
30 - 60 cm	18	30	15	39	33	19
60 - 90 cm	19	19	10	23	26	16
0 - 90 cm	58	83	55	98	87	56

Düngeplan

Vgl.- Nr. *	Ausbringtechnik der organischen Düngung	Art der organischen Düngung	Ausbringmenge der organ. Düngung			Mineralische Düngung		
			Herbst	% *** Vegetations- beginn	BBCH 31	kg N/ha		
						Vegetations- beginn	BBCH 31	BBCH 39
1	Breitverteilung	Biogasgärrest Standard	0	100	0	0	0	0
2	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	100	0	0	0	0
3	Schleppschuh	Biogasgärrest Standard	0	100	0	0	0	0
4	Breitverteilung	Biogasgärrest Standard	0	0	100	0	0	0
5	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	0	100	0	0	0
6	Schleppschuh	Biogasgärrest Standard	0	0	100	0	0	0
7	Schleppschlauch	Rindergülle	0	100	0	0	0	0
8	Schleppschlauch	Biogasgärrest flüssig	0	100	0	0	0	0
9	Schleppschlauch	Biogasgärrest flüssig	0	50	50	0	0	0
10	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	50	50	0	0	0
11	Schleppschlauch	Biogasgärrest verdünnt	0	100	0	0	0	0
12	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	50	0	0	0	0
13	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	75	0	0	0	0
14	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	75	0	0	0	30
15	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	75	0	0	30	30
16	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	75	0	0	45	45
17	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	75	0	30	45	45

Vgl.- Nr. *	Ausbringtechnik der organischen Düngung	Art der organischen Düngung	Ausbringmenge der organ. Düngung			Mineralische Düngung		
			Herbst	% *** Vegetations- beginn	BBCH 31	Vegetations- beginn	kg N/ha BBCH 31	BBCH 39
18	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	75	0	40	55	55
19	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	100	0	0	0	30
20	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	100	0	0	30	30
21	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	100	0	0	45	45
22	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	100	0	30	45	45
23	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	125	0	0	0	0
24	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	125	0	0	0	30
25	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	75	75	0	0	0
26	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	75	75	0	0	30
27	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	62,5	62,5	0	0	0
28	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	62,5	62,5	0	0	30
29	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	62,5	62,5	0	30	30
30	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	62,5	62,5	0	45	45
31	Breitverteilung	Biogasgärrest fest	50	50	0	0	0	0
32	Breitverteilung	Biogasgärrest fest	0	100	0	0	0	0
33	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	0	100	30	0	30
34	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	0	100	60	0	30
35	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	50	50	30	0	30
36	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	0	50	50	30	30	30

Vgl.- Nr. *	Ausbringtechnik der organischen Düngung	Art der organischen Düngung	Ausbringmenge der organ. Düngung			Mineralische Düngung		
			Herbst	% *** Vegetations- beginn	BBCH 31	Vegetations- beginn	kg N/ha BBCH 31	BBCH 39
37	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard + E	50 + Entec	50	0	0	0	0
38	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard	50	50	0	0	0	0
39	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard + E	0	100 + Entec	0	0	0	0
40	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard + E	0	100 + Entec	0	0	30	30
41**	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard + P	0	100 + Piadin	0	0	0	0
42	Schleppschlauch	Biogasgärrest Standard + P	0	100 + Piadin	0	0	30	30
43	-	ohne organ. Düngung	0	0	0	0	0	0
44	-	ohne organ. Düngung	0	0	0	40	30	20
45	-	ohne organ. Düngung	0	0	0	50	40	30
46	-	ohne organ. Düngung	0	0	0	55	50	45
47	-	ohne organ. Düngung	0	0	0	60	60	60
48	-	ohne organ. Düngung	0	0	0	70	70	70
49	-	ohne organ. Düngung	0	0	0	80	80	80

*) Vgl.- Nr. $\hat{=}$ Versuchsgliednummer

***) Versuchsglied wurde nur in Speichersdorf angelegt, nicht in Puch

***) 100 % entsprechen einer hohen, praxisüblichen Menge (siehe Ausbringmenge)

Untersuchungsergebnisse der organischen Dünger

Speichersdorf

Düngungstermin	Art der organischen Dünger	TS-Gehalt %			Organ. Substanz kg/m ³ *			pH-Wert			N-Gesamt kg/m ³ *			NH ₄ -N kg/m ³ *		
		2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Herbst	BGR Standard	5,4	6,8	6,5	39,8	52,0	77,3	7,7	7,6	7,2	3,7	4,5	3,9	2,0	2,5	2,1
Herbst	BGR fest	29,0	26,5	26,3	258,4	240,7	237,7	9,2	9,2	8,5	6,4	6,8	6,7	2,6	3,2	3,4
Vegetationsbeginn	BGR Standard	6,4	6,8	6,6	47,3	53,0	51,2	7,6	7,3	7,3	4,1	4,4	4,1	1,9	2,3	2,1
Vegetationsbeginn	Rindergülle	6,4	6,2	3,6	47,7	48,5	26,2	7,1	7,2	7,3	4,2	3,2	2,2	2,8	1,9	1,4
Vegetationsbeginn	BGR flüssig	5,3	5,1	7,2	37,3	35,3	45,6	7,7	7,7	7,8	5,1	5,5	6,3	3,4	3,7	4,3
Vegetationsbeginn	BGR fest	23,8	17,2	23,0	211,9	146,7	271,4	8,6	8,4	8,8	5,5	6,2	6,2	2,4	2,7	2,8
BBCH 31	BGR Standard	5,8	7,2	8,4	44,3	57,8	63,9	7,6	7,4	7,3	4,2	4,2	4,6	2,1	2,1	2,4
BBCH 31	BGR flüssig	7,5	6,5	7,0	53,7	46,2	48,8	7,9	7,7	7,8	6,3	6,0	5,9	3,7	3,7	3,6

Puch

Düngungstermin	Art der organischen Dünger	TS-Gehalt %			Organ. Substanz kg/m ³ *			pH-Wert			N-Gesamt kg/m ³ *			NH ₄ -N kg/m ³ *		
		2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Herbst	BGR Standard	4,9	5,1	7,1	34,7	33,6	49,7	7,8	8,3	7,8	3,7	4,8	4,2	2,3	3,2	2,4
Herbst	BGR fest	22,0	26,7	19,8	187,7	209,7	166,0	9,0	9,0	8,9	5,5	6,2	5,3	2,0	1,7	1,8
Vegetationsbeginn	BGR Standard	6,0	7,3	6,4	43,3	49,1	46,9	8,0	7,7	7,5	4,2	4,9	4,1	2,6	2,9	2,4
Vegetationsbeginn	Rindergülle	6,6	9,3	9,5	49,8	76,4	78,0	8,0	6,8	6,8	4,1	4,1	4,5	2,5	2,3	2,5
Vegetationsbeginn	BGR flüssig	6,3	6,1	5,1	43,9	41,4	34,5	8,0	7,7	7,7	4,8	4,8	3,9	3,4	2,8	2,3
Vegetationsbeginn	BGR fest	20,0	17,3	20,3	165,1	143,4	174,3	8,8	8,6	9,1	4,7	4,4	5,1	1,9	2,2	2,3
BBCH 31	BGR Standard	6,7	5,3	7,6	45,3	34,6	54,2	7,9	7,7	7,7	5,2	4,7	4,6	3,3	2,7	2,5
BBCH 31	BGR flüssig	6,4	6,2	4,9	43,7	41,5	33,5	7,9	7,7	7,6	4,9	4,8	3,8	2,9	2,8	2,2

*) Angaben beziehen sich auf die Frischsubstanz

Ausbringungsmengen (kg Gesamt-N/ha), Erträge und Rohproteingehalte (RP)

Speichersdorf

Vgl. Nr.	Technik**	Art der Düngung***	Erntejahr 2009		Erntejahr 2010		Erntejahr 2011		2009 - 2011	
			Herbst/VB/BBCH31* Ertrag dt/ha	RP %	Herbst/VB/BBCH31* Ertrag dt/ha	RP %	Herbst/VB/BBCH31* Ertrag dt/ha	RP %	Ertrag dt/ha	RP %
1	BV	100 % BGR	0/249/0 63,5	9,6	0/225/0 79,4	9,0	0/228/0 59,0	12,1	67,3	10,2
2	SL	100 % BGR	0/249/0 61,6	10,1	0/225/0 76,3	8,7	0/228/0 57,4	12,0	65,1	10,3
3	SU	100 % BGR	0/249/0 67,2	9,6	0/225/0 86,2	9,4	0/228/0 57,9	12,8	70,4	10,6
4	BV	100 % BGR	0/0/255 67,7	9,4	0/0/215 79,7	8,8	0/0/256 63,3	12,6	70,2	10,3
5	SL	100 % BGR	0/0/255 67,0	9,6	0/0/215 81,3	9,0	0/0/256 58,6	12,2	69,0	10,3
6	SU	100 % BGR	0/0/255 63,6	9,4	0/0/215 83,7	9,6	0/0/256 63,1	12,3	70,1	10,4
7	SL	100 % Rindergülle	0/219/0 65,3	10,2	0/199/0 78,5	8,8	0/124/0 57,4	11,0	67,1	10,0
8	SL	100 % BGR flüssig	0/175/0 69,2	8,7	0/194/0 91,5	9,5	0/203/0 58,5	11,2	73,1	9,8
9	SL	100 % BGR flüssig	0/87/108 69,6	9,3	0/97/100 91,6	9,5	0/101/89 66,8	11,0	76,0	9,9
10	SL	100 % BGR	0/124/128 67,6	10,4	0/112/107 81,5	8,7	0/114/128 60,5	12,2	69,9	10,4
11	SL	100 % BGR verdünnt	0/249/0 64,6	10,2	0/225/0 84,5	9,5	0/244/0 60,7	11,5	69,9	10,4
12	SL	50 % BGR	0/124/0 55,2	10,3	0/112/0 69,0	8,5	0/114/0 52,0	11,3	58,7	10,0
13	SL	75 % BGR	0/187/0 61,8	9,7	0/169/0 73,5	8,4	0/171/0 54,2	11,4	63,2	9,8
14	SL	75 % BGR + 30 N	0/187/0 67,4	9,9	0/169/0 83,9	9,0	0/171/0 60,1	12,5	70,5	10,5
15	SL	75 % BGR + 60 N	0/187/0 84,8	11,2	0/169/0 87,9	9,8	0/171/0 66,8	13,5	79,8	11,5
16	SL	75 % BGR + 90 N	0/187/0 91,4	11,2	0/169/0 94,6	10,9	0/171/0 71,7	13,9	85,9	12,0
17	SL	75 % BGR + 120 N	0/187/0 97,5	11,6	0/169/0 96,6	11,9	0/171/0 75,8	14,6	90,0	12,7

Ausbringungsmengen (kg Gesamt-N/ha), Ertrag und Rohproteingehalte (RP) in Speichersdorf – Fortsetzung

Vgl. Nr.	Technik**	Art der Düngung***	Erntejahr 2009			Erntejahr 2010			Erntejahr 2011			2009 - 2011	
			Herbst/VB/BBCH31* Ertrag dt/ha	RP %		Herbst/VB/BBCH31* Ertrag dt/ha	RP %		Herbst/VB/BBCH31* Ertrag dt/ha	RP %		Ertrag dt/ha	RP %
18	SL	75 % BGR + 150 N	0/187/0	100,3	12,2	0/169/0	89,0	12,8	0/171/0	78,2	15,1	89,2	13,4
19	SL	100 % BGR + 30 N	0/249/0	76,2	9,5	0/225/0	88,4	9,8	0/278/0	66,1	12,7	76,9	10,7
20	SL	100 % BGR + 60 N	0/249/0	89,4	10,7	0/225/0	92,2	10,6	0/256/0	70,8	13,3	84,1	11,5
21	SL	100 % BGR + 90 N	0/249/0	93,6	10,5	0/225/0	92,6	11,3	0/278/0	74,0	14,2	86,7	12,0
22	SL	100 % BGR + 120 N	0/249/0	94,2	10,8	0/225/0	95,6	11,9	0/278/0	71,0	15,1	86,9	12,6
23	SL	125 % BGR	0/311/0	66,3	8,6	0/282/0	88,4	9,4	0/258/0	59,4	12,2	71,4	10,1
24	SL	125 % BGR + 30 N	0/311/0	76,4	9,3	0/282/0	94,1	10,3	0/258/0	63,8	13,0	78,1	10,9
25	SL	150 % BGR	0/187/191	79,4	9,1	0/169/161	92,8	10,2	0/171/192	65,9	12,7	79,4	10,7
26	SL	150 % BGR + 30 N	0/187/191	81,2	9,6	0/169/161	95,1	10,6	0/171/192	72,4	12,8	82,9	11,0
27	SL	125 % BGR	0/156/159	68,0	8,6	0/141/134	88,7	9,8	0/142/160	63,7	11,9	73,5	10,1
28	SL	125 % BGR + 30 N	0/159/156	83,5	8,8	0/141/134	94,4	11,0	0/142/160	69,7	13,2	82,5	11,0
29	SL	125 % BGR + 60 N	0/156/159	90,4	9,5	0/141/134	92,1	11,9	0/142/160	70,5	14,2	84,3	11,9
30	SL	125 % BGR + 90 N	0/156/159	95,1	11,6	0/141/134	94,8	12,2	0/142/160	72,3	15,0	87,4	12,9
31	BV	BGR fest 50 % Herbst	73/129/0	49,6	9,4	83/156/0	61,8	9,0	82/140/0	50,8	10,3	54,1	9,6
32	BV	100 % BGR fest	0/266/0	56,5	9,2	0/202/0	66,1	8,1	0/216/0	51,0	10,4	57,9	9,2
33	SL	100 % BGR + 60 N	0/0/255	89,3	10,3	0/0/215	95,1	10,7	0/0/235	75,1	13,7	86,5	11,6
34	SL	100 % BGR + 90 N	0/0/255	94,6	10,9	0/0/215	95,9	11,8	0/0/235	78,0	14,0	89,5	12,2
35	SL	100 % BGR + 60 N	0/124/128	89,6	10,5	0/112/107	91,8	10,8	0/114/118	72,4	13,8	84,6	11,7
36	SL	100 % BGR + 90 N	0/124/128	94,5	11,1	0/112/107	92,6	11,1	0/114/118	77,4	14,5	88,2	12,2

Ausbringungsmengen (kg Gesamt-N/ha), Ertrag und Rohproteingehalte (RP) in Speichersdorf – Fortsetzung

Vgl. Nr.	Technik**	Art der Düngung***	Erntejahr 2009			Erntejahr 2010			Erntejahr 2011			2009 - 2011	
			Herbst/VB/BBCH31* Ertrag dt/ha	RP %		Herbst/VB/BBCH31* Ertrag dt/ha	RP %		Herbst/VB/BBCH31* Ertrag dt/ha	RP %		Ertrag dt/ha	RP %
37	SL	BGR fest 50 % Herbst	79/160/0	65,6	8,8	73/112/0	76,4	8,3	68/158/0	60,5	11,5	67,5	9,5
38	SL	BGR Herbst + Entec	79/160/0	61,6	8,8	73/112/0	74,3	8,3	68/158/0	58,5	11,3	64,8	9,5
39	SL	100 % BGR + Entec	0/249/0	60,7	8,9	0/225/0	77,8	8,5	0/228/0	52,3	11,7	63,6	9,7
40	SL	100 % BGR + 60 N + Entec	0/249/0	85,7	10,3	0/225/0	93,6	10,1	0/228/0	63,5	13,7	80,9	11,4
41	SL	100 % BGR + Piadin	0/249/0	62,9	9,2	0/225/0	79,6	8,7	0/228/0	53,7	12,1	65,4	10,0
42	SL	100 % BGR + 60 N + Piadin	0/249/0	85,2	10,3	0/225/0	92,8	10,2	0/228/0	67,3	13,2	81,8	11,2
43	-	0 N	0/0/0	38,4	9,2	0/0/0	48,2	8,0	0/0/0	44,0	10,2	43,5	9,1
44	-	90 N	0/0/0	77,3	9,7	0/0/0	85,5	9,1	0/0/0	65,2	12,5	76,0	10,4
45	-	120 N	0/0/0	86,0	10,6	0/0/0	89,0	10,4	0/0/0	71,2	13,2	82,1	11,4
46	-	150 N	0/0/0	90,0	11,4	0/0/0	94,3	11,0	0/0/0	73,1	14,5	85,8	12,3
47	-	180 N	0/0/0	95,4	11,8	0/0/0	96,3	11,9	0/0/0	76,8	15,1	89,5	12,9
48	-	210 N	0/0/0	97,2	12,7	0/0/0	87,8	12,8	0/0/0	76,5	16,2	87,2	13,9
49	-	240 N	0/0/0	97,7	13,5	0/0/0	88,5	13,5	0/0/0	80,3	16,5	88,8	14,5
t-test GD (5%)												4,2	0,06

*) Ausbringungsmengen der organischen Düngung (kg Gesamt-N/ha) zu den Terminen Herbst/Vegetationsbeginn/BBCH 31

***) Techniken: BV ≙ Breitverteilung; SL ≙ Schleppschlauch; SU ≙ Schleppschuh

****) Art der Düngung: BGR ≙ Biogasgärrest

Ausbringungsmengen (kg Gesamt-N/ha), Erträge und Rohproteingehalte (RP)

Puch

Vgl. Nr.	Technik**	Art der Düngung***	Erntejahr 2009		Erntejahr 2010		Erntejahr 2011		2009 - 2011	
			Herbst/VB/BBCH31* Ertrag dt/ha	RP %	Herbst/VB/BBCH31* Ertrag dt/ha	RP %	Herbst/VB/BBCH31* Ertrag dt/ha	RP %	Ertrag dt/ha	RP %
1	BV	100 % BGR	0/197/0 82,3	10,3	0/198/0 74,2	10,4	0/207/0 82,9	9,1	79,8	9,9
2	SL	100 % BGR	0/197/0 83,9	10,3	0/198/0 71,8	10,3	0/207/0 83,1	9,5	79,6	10,0
3	SU	100 % BGR	0/197/0 85,6	10,4	0/198/0 72,8	11,3	0/207/0 90,2	9,6	82,9	10,4
4	BV	100 % BGR	0/0/245 89,0	11,5	0/0/198 71,4	12,5	0/0/232 84,7	9,9	81,7	11,3
5	SL	100 % BGR	0/0/245 88,3	11,7	0/0/198 68,8	12,7	0/0/232 86,7	9,8	81,3	11,4
6	SU	100 % BGR	0/0/245 86,2	12,1	0/0/198 69,5	12,7	0/0/232 91,0	10,6	82,2	11,8
7	SL	100 % Rindergülle	0/207/0 77,6	10,1	0/223/0 68,0	11,3	0/222/0 84,5	10,1	76,7	10,5
8	SL	100 % BGR flüssig	0/176/0 83,9	10,3	0/209/0 72,2	11,1	0/206/0 84,6	9,2	80,2	10,2
9	SL	100 % BGR flüssig	0/88/90 87,4	11,4	0/105/104 75,3	12,0	0/103/100 96,4	9,9	86,4	11,1
10	SL	100 % BGR	0/98/122 90,1	11,6	0/99/99 67,7	11,3	0/103/116 81,1	9,3	79,6	10,7
11	SL	100 % BGR verdünnt	0/197/0 90,2	10,8	0/177/0 73,0	10,2	0/171/0 82,1	8,9	81,8	10,0
12	SL	50 % BGR	0/98/0 79,5	10,5	0/99/0 69,8	10,0	0/103/0 73,8	8,6	74,4	9,7
13	SL	75 % BGR	0/147/0 80,6	10,4	0/149/0 73,2	10,0	0/155/0 77,3	9,1	77,0	9,8
14	SL	75 % BGR + 30 N	0/147/0 89,5	11,5	0/149/0 73,3	11,9	0/155/0 87,1	9,7	83,3	11,0
15	SL	75 % BGR + 60 N	0/147/0 95,2	12,2	0/149/0 76,6	13,1	0/155/0 93,8	10,8	88,5	12,0
16	SL	75 % BGR + 90 N	0/147/0 97,6	13,1	0/149/0 77,1	13,7	0/155/0 100,0	12,3	91,6	13,0
17	SL	75 % BGR + 120 N	0/147/0 94,2	13,6	0/149/0 80,5	14,0	0/155/0 104,0	12,0	92,9	13,2

Ausbringungsmengen (kg Gesamt-N/ha), Ertrag und Rohproteingehalte (RP) in Puch – Fortsetzung

Vgl. Nr.	Technik**	Art der Düngung***	Erntejahr 2009			Erntejahr 2010			Erntejahr 2011			2009 - 2011	
			Herbst/VB/BBCH31* Ertrag dt/ha	RP %		Herbst/VB/BBCH31* Ertrag dt/ha	RP %		Herbst/VB/BBCH31* Ertrag dt/ha	RP %		Ertrag dt/ha	RP %
18	SL	75 % BGR + 150 N	0/147/0	95,3	14,1	0/149/0	77,9	14,1	0/155/0	105,1	12,8	92,8	13,7
19	SL	100 % BGR + 30 N	0/197/0	92,5	11,6	0/198/0	77,5	12,0	0/207/0	86,2	9,7	85,4	11,1
20	SL	100 % BGR + 60 N	0/197/0	95,6	12,5	0/198/0	79,9	13,4	0/207/0	96,1	10,4	90,5	12,1
21	SL	100 % BGR + 90 N	0/197/0	92,9	13,6	0/198/0	81,3	14,3	0/207/0	101,8	11,8	92,0	13,2
22	SL	100 % BGR + 120 N	0/197/0	99,2	13,6	0/198/0	80,3	14,8	0/207/0	107,7	12,0	95,7	13,5
23	SL	125 % BGR	0/246/0	86,0	10,6	0/247/0	76,8	11,1	0/258/0	86,3	9,5	83,0	10,4
24	SL	125 % BGR + 30 N	0/246/0	93,1	11,6	0/247/0	74,6	12,6	0/258/0	92,5	10,4	86,7	11,5
25	SL	150 % BGR	0/147/184	92,0	12,7	0/149/149	75,5	13,5	0/155/174	92,7	10,1	86,7	12,1
26	SL	150 % BGR + 30 N	0/147/184	90,6	13,1	0/149/149	77,5	15,2	0/155/174	95,9	10,8	88,0	13,0
27	SL	125 % BGR	0/123/153	87,5	11,8	0/124/124	76,9	12,9	0/129/232	86,3	9,6	83,6	11,4
28	SL	125 % BGR + 30 N	0/123/153	92,5	12,9	0/124/124	80,1	14,6	0/129/232	96,0	10,5	89,5	12,7
29	SL	125 % BGR + 60 N	0/123/153	91,6	14,2	0/124/124	78,2	14,9	0/129/145	100,2	11,3	90,0	13,5
30	SL	125 % BGR + 90 N	0/123/153	93,3	14,4	0/124/124	76,9	15,8	0/129/145	105,2	12,5	91,8	14,2
31	BV	BGR fest 50 % Herbst	81/132/0	69,6	10,3	64/186/0	68,8	10,0	82/183/0	71,7	9,3	70,0	9,9
32	BV	100 % BGR fest	0/164/0	81,6	10,4	0/224/0	65,6	10,0	0/248/0	67,5	9,0	71,6	9,8
33	SL	100 % BGR + 60 N	0/0/245	84,8	13,0	0/0/198	75,7	14,4	0/0/232	97,1	10,9	85,9	12,8
34	SL	100 % BGR + 90 N	0/0/245	92,1	13,7	0/0/198	76,1	14,7	0/0/232	102,0	11,6	90,1	13,3
35	SL	100 % BGR + 60 N	0/98/122	92,2	12,9	0/99/99	73,8	13,9	0/103/116	99,1	11,0	88,4	12,6
36	SL	100 % BGR + 90 N	0/98/122	96,5	14,3	0/99/99	76,4	15,0	0/103/116	105,0	11,5	92,6	13,6

Ausbringungsmengen (kg Gesamt-N/ha), Ertrag und Rohproteingehalte (RP) in Puch – Fortsetzung

Vgl. Nr.	Technik**	Art der Düngung***	Erntejahr 2009			Erntejahr 2010			Erntejahr 2011			2009 - 2011	
			Herbst/VB/BBCH31* Ertrag dt/ha	RP %		Herbst/VB/BBCH31* Ertrag dt/ha	RP %		Herbst/VB/BBCH31* Ertrag dt/ha	RP %		Ertrag dt/ha	RP %
37	SL	BGR fest 50 % Herbst	67/98/0	85,5	11,0	53/147/0	68,6	10,3	70/138/0	84,9	9,3	79,7	10,2
38	SL	BGR Herbst + Entec	67/98/0	85,9	10,6	53/144/0	72,9	10,5	70/138/0	82,4	9,1	80,4	10,1
39	SL	100 % BGR + Entec	0/197/0	84,7	10,3	0/202/0	71,5	9,9	0/207/0	82,7	9,2	79,6	9,8
40	SL	100 % BGR + 60 N + Entec	0/197/0	92,1	12,9	0/202/0	78,7	12,8	0/207/0	96,4	10,8	89,1	12,1
42	SL	100 % BGR + 60 N + Piadin	0/197/0	93,4	12,8	0/206/0	75,7	12,9	0/207/0	95,8	11,6	88,3	12,4
43	-	0 N	0/0/0	65,8	10,1	0/0/0	54,9	9,6	0/0/0	56,1	9,4	58,9	9,7
44	-	90 N	0/0/0	76,2	11,5	0/0/0	72,9	11,7	0/0/0	93,3	9,8	80,8	11,0
45	-	120 N	0/0/0	84,4	12,3	0/0/0	75,8	12,5	0/0/0	99,6	10,8	86,6	11,9
46	-	150 N	0/0/0	92,4	13,2	0/0/0	75,0	13,1	0/0/0	105,5	11,7	90,9	12,7
47	-	180 N	0/0/0	89,5	12,8	0/0/0	77,0	14,2	0/0/0	109,7	12,6	92,1	13,2
48	-	210 N	0/0/0	94,3	14,6	0/0/0	75,7	14,8	0/0/0	113,7	13,3	94,6	14,2
49		240 N	0/0/0	92,6	15,2	0/0/0	75,6	14,6	0/0/0	113,1	14,2	93,8	14,7
t-test GD (5%)												4,0	0,08

*) Ausbringungsmengen der organischen Düngung (kg Gesamt-N/ha) zu den Terminen Herbst/Vegetationsbeginn/BBCH 31

***) Techniken: BV \triangleq Breitverteilung; SL \triangleq Schleppschlauch; SU \triangleq Schleppschuh

***) Art der Düngung: BGR \triangleq Biogasgärrest

Erträge und Ausbringmengen (kg Gesamt-N/ha)

Mittel aus Puch und Speichersdorf der Jahre 2009 - 2011

Vgl. Nr.	Technik	Art der Düngung **	2009 - 2011		
			Organ. kg N/ha * Ertrag dt/ha	RP %	
1	BV	100 % BGR, VB	217	73,5	10,1
2	SL	100 % BGR, VB	217	72,4	10,1
3	SU	100 % BGR, VB	217	76,6	10,5
4	BV	100 % BGR, BBCH 31	233	75,9	10,8
5	SL	100 % BGR, BBCH 31	233	75,1	10,9
6	SU	100 % BGR, BBCH 31	233	76,2	11,1
7	SL	100 % Rindergülle, VB	199	71,9	10,2
8	SL	100 % BGR flüssig, VB	194	76,7	10,1
9	SL	100 % BGR flüssig, geteilt	195	81,2	10,5
10	SL	100 % BGR, geteilt	225	74,8	10,6
11	SL	100 % BGR verdünnt, VB	211	75,8	10,2
12	SL	50 % BGR, VB	109	66,6	9,9
13	SL	75 % BGR, VB	163	70,1	9,8
14	SL	75 % BGR, VB + 30 N	163	76,9	10,8
15	SL	75 % BGR, VB + 60 N	163	84,2	11,7
16	SL	75 % BGR, VB + 90 N	163	88,7	12,5
17	SL	75 % BGR, VB + 120 N	163	91,4	13,0
18	SL	75 % BGR, VB + 150 N	163	91,0	13,5
19	SL	100 % BGR, VB + 30 N	222	81,1	10,9
20	SL	100 % BGR, VB + 60 N	222	87,3	11,8
21	SL	100 % BGR, VB + 90 N	226	89,4	12,6
22	SL	100 % BGR, VB + 120 N	226	91,3	13,0
23	SL	125 % BGR, VB	272	77,2	10,2
24	SL	125 % BGR, VB + 30 N	177	82,4	11,2
25	SL	150 % BGR, geteilt	338	83,1	11,4
26	SL	150 % BGR, geteilt + 30 N	338	85,5	12,0
27	SL	125 % BGR, geteilt	296	78,5	10,8

Vgl. Nr.	Technik	Art der Düngung **	2009 - 2011		
			Organ. kg N/ha * Ertrag dt/ha	RP %	
28	SL	125 % BGR, geteilt + 30 N	296	86,0	11,8
29	SL	125 % BGR, geteilt + 60 N	282	87,2	12,7
30	SL	125 % BGR, geteilt + 90 N	282	89,6	13,6
31	BV	100 % BGR fest Herbst, geteilt	232	62,0	9,7
32	BV	100 % BGR fest, VB	220	64,7	9,5
33	SL	100 % BGR, BBCH 31 + 60 N	148	86,2	12,2
34	SL	100 % BGR, BBCH 31 + 90 N	148	89,8	12,8
35	SL	100 % BGR, geteilt + 60 N	223	86,5	12,2
36	SL	100 % BGR, geteilt + 90 N	181	90,4	12,9
37	SL	100 % BGR Herbst, geteilt + E	204	73,6	9,9
38	SL	100 % BGR Herbst, geteilt	203	72,6	9,8
39	SL	100 % BGR, VB + E	218	71,6	9,8
40	SL	100 % BGR, VB + 60 N + E	218	85,0	11,8
41	SL	100 % BGR, VB + P	234	65,4	10,0
42	SL	100 % BGR, VB + 60 N + P	219	85,0	11,8
43	-	0 N	51,2		9,4
44	-	90 N	78,4		10,7
45	-	120 N	84,4		11,6
46	-	150 N	88,4		12,5
47	-	180 N	90,8		13,1
48	-	210 N	90,9		14,1
49	-	240 N	91,3		14,6

*) Jährliche Ausbringmengen (kg Gesamt-N/ha) im Mittel der Jahre und Orte
 **) VB ≙ Vegetationsbeginn; geteilt ≙ geteilte Gabe (50 %VB + 50 % BBCH 31); E ≙ Entec flüssig, P ≙ Piadin

Kommentar

Einfluss der Ausbringungsmenge auf die Nährstoffwirkung

Bei einer Biogasafruchtfolge mit hohen Erträgen werden im Durchschnitt ca. 200 bis 250 kg Stickstoff (N) je ha von den Flächen abgefahren. Da während der Fermentation nur geringe gasförmige Verluste entstehen (ca. 5 %), wird in Betrieben ohne Zu- und Verkauf die gesamte N-Menge (= 100 %) als Biogasgärrest (BGR) wieder auf die Flächen zurückgeführt. Im Versuch wurden geringe Gärrestmengen von ca. 50 % (109 kg Gesamt-N/ha) bis hohe Gärrestmengen von ca. 150 % (338 kg Gesamt-N/ha) ausgebracht.

Der in dieser Versuchsserie verwendete Standard-Gärrest enthielt in der Frischmasse durchschnittlich 4,4 kg Gesamt-N und 2,5 kg NH₄-N je Kubikmeter.

Die Düngung erfolgte im zeitigen Frühjahr (Vegetationsbeginn), bei der Variante mit sehr hoher Gärrestmenge von 150 % wurde die Düngung in zwei Teilgaben zu Vegetationsbeginn und zu BBCH 31 ausgebracht. Der Ertrag konnte mit steigender Düngemenge (bis 338 kg Gesamt-N/ha) gesteigert werden (Abb. 1 + 2). Die deutliche Erhöhung des Rohproteingehaltes der Variante mit 150 % BGR ist nicht nur durch die hohe Düngemenge, sondern auch durch die Aufteilung der Düngung auf zwei Gaben zu erklären. Das höhere Ertragsniveau in Puch ist sowohl auf einen schwereren Boden als auch auf eine bessere Wasserversorgung zurückzuführen.

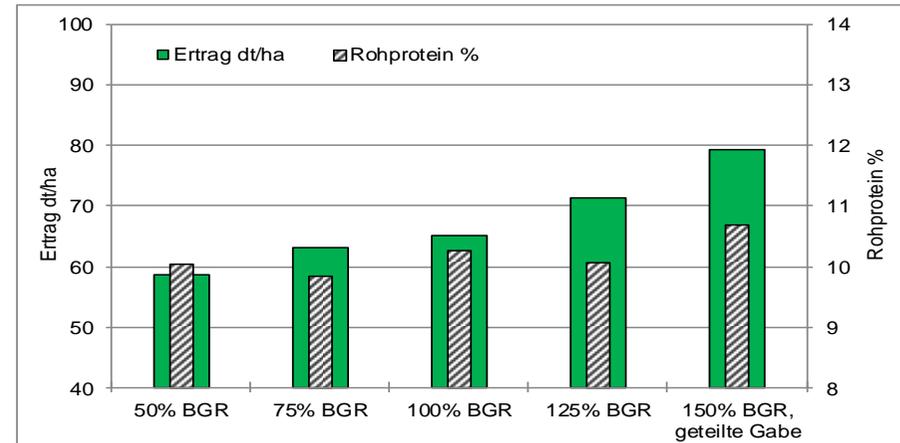


Abb. 1: Erträge und Rohproteingehalte in Speichersdorf in Abhängigkeit der ausgebrachten Nährstoffmenge (Mittel 2009 – 2011, n=12)

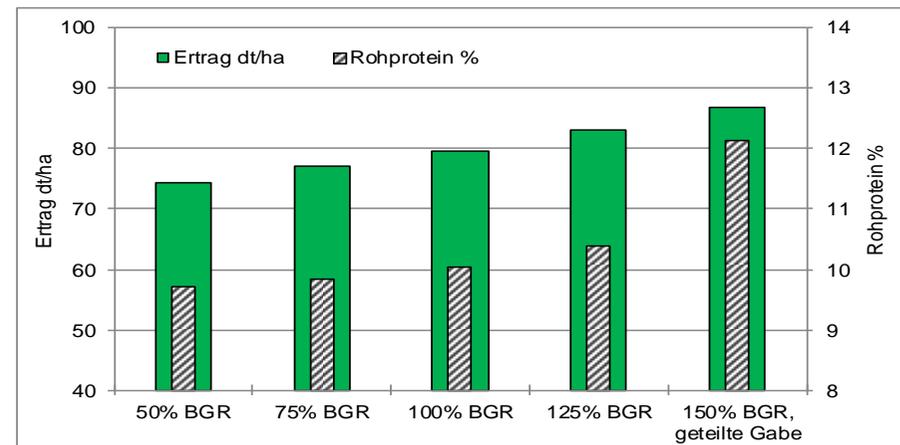


Abb. 2: Erträge und Rohproteingehalte in Puch in Abhängigkeit der ausgebrachten Nährstoffmenge (Mittel 2009 - 2011, n=12)

Hohe Ausbringungsmengen verringern die Nutzungseffizienz von Gärresten

Bei einer angepassten Düngung sollen die Nährstoffe möglichst effizient von der Pflanze ausgenutzt werden. Vergleicht man die Mineraldüngeräquivalente (MDÄ)* unterschiedlicher Düngemengen (Abbildung 3 + 4), zeigt sich, dass der Ausnutzungsgrad des Gesamt- und Ammonium-Stickstoffs mit steigendem Aufwand sinkt: bei den Varianten mit geringer Biogasgärrestdüngung (50 % BGR) kann in Speichersdorf 50 % und in Puch 93 % des ausgebrachten Ammoniumstickstoffs (NH₄-N) wie der eines Mineraldüngers von der Pflanze genutzt werden. Bei einer hohen Gärrestdüngung von 125 % BGR konnte in Speichersdorf nur noch 41 % und in Puch 65 % der mineralischen N-Wirkung erreicht werden. Die Nährstoffeffizienz ist in diesem Versuch bei geringen Gärrestgaben höher, als bei hohen Gärrestgaben.

Eine Ausnahme stellt die Variante mit 150 % BGR, aufgeteilt in zwei Gaben, in Speichersdorf dar: deren Düngewirkung von 51 % ist höher als die Variante mit 125 % BGR-Düngung, die nur 41 % des Ertrags einer mineralisch gedüngten Variante erreicht. Die Ursache der höheren N-Effizienz könnte bei einem leichteren Standort wie Speichersdorf an der Aufteilung der Düngung in zwei Gaben und nicht an der Düngemenge liegen.

*) MDÄ = Stickstoffmenge aus organischen Düngern, die die gleiche Wirkung auf den Ertrag hat wie die Stickstoffmenge aus mineralischen Düngern.

Beispiel: bei einer organ. N-Gesamtdüngung von 100 kg N/ha wird der gleiche Ertrag erreicht, wie mit einer mineralischen Düngung von 40 kg N/ha → 40 von 100 = MDÄ von 40 %.

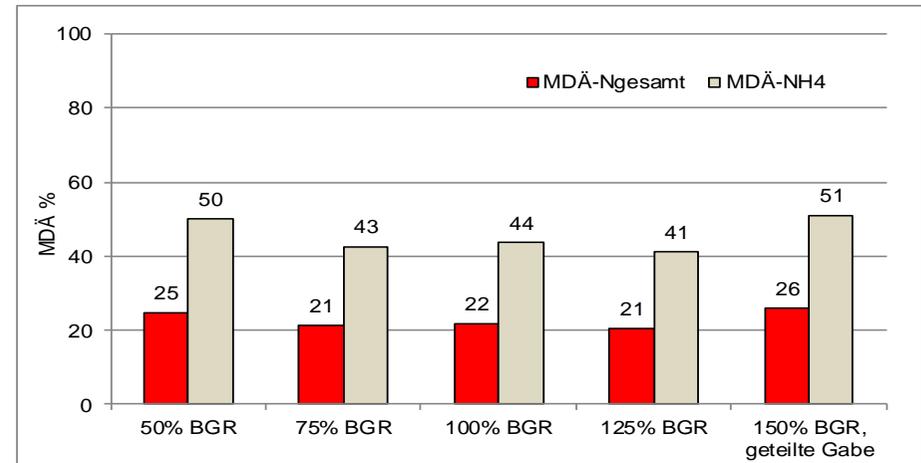


Abb. 3: Mineraldüngeräquivalente in Speichersdorf in Abhängigkeit der Düngemenge (Mittel 2009 - 2011, n=12)

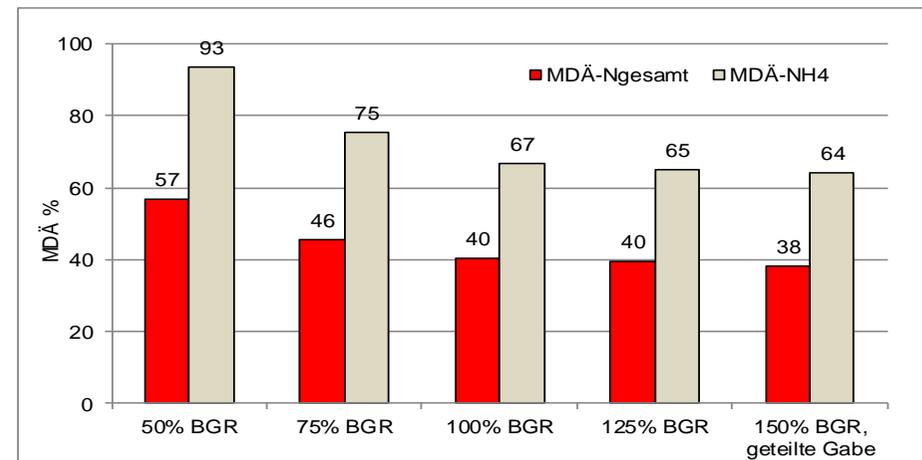


Abb. 4: Mineraldüngeräquivalente in Puch in Abhängigkeit der Düngemenge (Mittel 2009 - 2011, n=12)

Sichere Erträge durch die Kombination von organischer und mineralischer Düngung

Da die Nährstoffwirkung von organischen Düngern zwischen den Standorten, Ausbringzeitpunkten, Fruchtarten und der Witterung stark schwanken kann, ist die Erstellung einer Düngebedarfsplanung schwierig. Eine reine organische Düngung zum Erreichen hoher wirtschaftlicher Erträge ist daher kaum möglich.

Bei einer Mineraldüngung ist die Nährstoffversorgung der Pflanze durch die gute N-Wirkung in der Regel sichergestellt. Durch eine Kombination von mineralischen und organischen Düngern können in etwa die gleichen Erträge erreicht werden, wie mit reiner Mineraldüngung (Abb. 5 und 6). Mit zunehmendem Anteil an organischen Düngern nimmt jedoch die N-Wirkung ab.

Bei einer hohen Ertragserwartung empfiehlt es sich den Düngebedarf unter Berücksichtigung des N_{min} -Gehaltes nicht nur organisch, sondern auch durch eine mineralische Ergänzungsdüngung abzudecken.

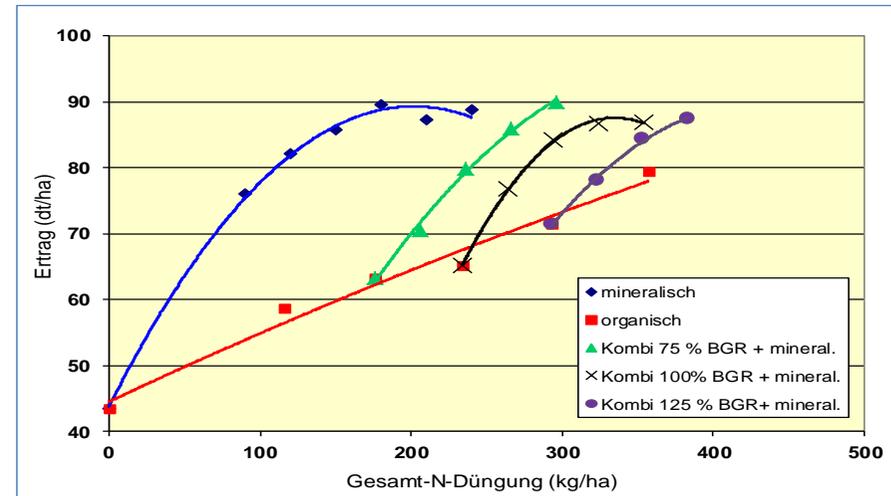


Abb. 5: Ertragssteigerung durch die Kombination von organischer und mineralischer Düngung in Speichersdorf (Mittel 2009 - 2011, n=12)

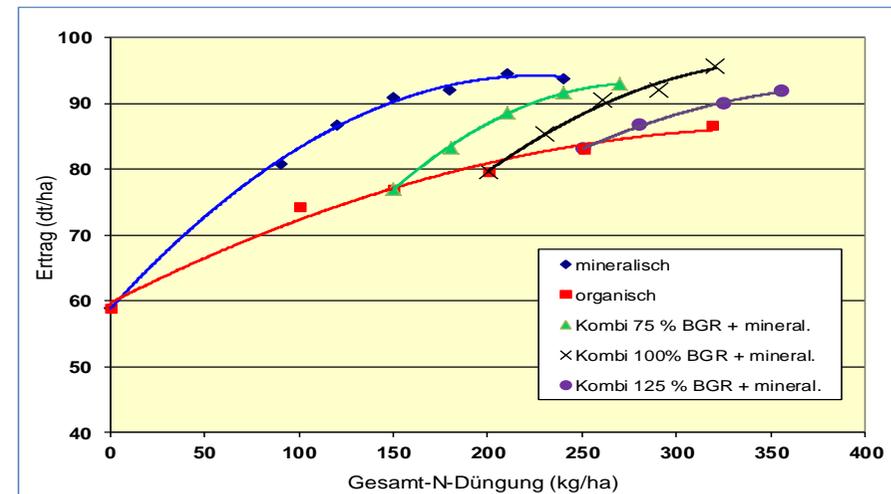


Abb 6: Ertragssteigerung durch die Kombination von organischer und mineralischer Düngung in Puch (Mittel 2009 - 2011, n=12)

N_{min}-Gehalte in Abhängigkeit der Ausbringungsmenge

Die N_{min}-Gehalte nach der Getreideernte unterscheiden sich zwischen den beiden Standorten Speichersdorf und Puch sehr deutlich (Abb. 7 und 8).

Am Standort Puch konnten durch hohe Erträge die im Boden vorhandenen Nährstoffe vom Weizen weitgehend aufgenommen werden. Unabhängig von der organischen und mineralischen Düngung liegt der N_{min}-Gehalt mit 40 kg bis 50 kg N/ha im normalen bzw. niedrigen Bereich. Der Versuchsstandort Puch ist ein viehloser Betrieb, weshalb in den Jahren vor der Versuchsanlage kein organischer Dünger ausgebracht wurde.

Auf der Versuchsfläche in Speichersdorf sind unabhängig von der organischen und mineralischen Düngung die N_{min}-Werte nach der Ernte mit 95 kg bis 120 kg N/ha sehr hoch. Eine Ursache dafür könnte der geringere Ertrag und damit der geringere N-Entzug sein. Ein weiterer Grund ist die langjährige organische Düngung, die ein höheres N-Mineralisationspotenzial zur Folge hat. Insbesondere in Jahren mit geringeren Erträgen ist deshalb in Speichersdorf mit erhöhten N_{min}-Gehalten zu rechnen. Durch den Anbau von Zwischenfrüchten kann ein hoher N-Gehalt im Boden gebunden und damit vor der Auswaschung über den Winter geschützt werden.

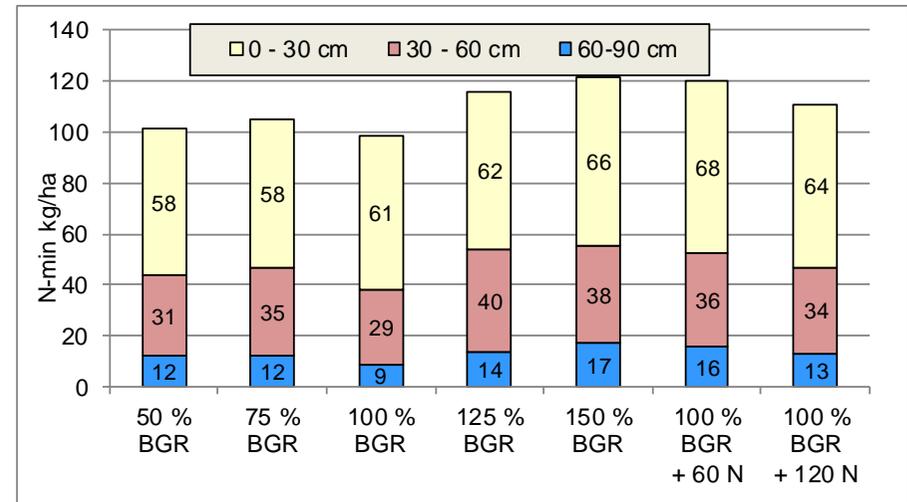


Abb. 7: N_{min}-Gehalte nach der Ernte in Speichersdorf (Mittel 2009 - 2010/11, n=12)

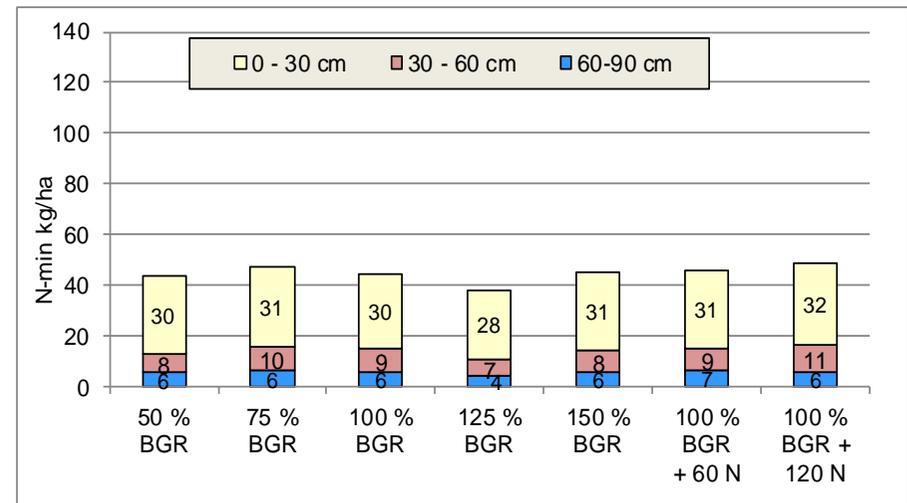


Abb. 8: N_{min}-Gehalte nach der Ernte in Puch (Mittel 2009 - 2011, n=12)

N-Salden in Abhängigkeit der Ausbringungsmenge

Der N-Saldo gibt an, wie viel kg Stickstoff aus der Düngung durch den Ertrag dem Boden entzogen wurde: $N\text{-Saldo} = N_{(\text{kg/ha Düngung})} - N_{(\text{kg/ha Abfuhr Korn})}$. Für Biogasgärreste können bei der Düngung Ausbringungsverluste in Höhe von 14,3 % angesetzt werden. Ein positiver N-Saldo birgt Gefahren von N-Verlusten über z. B. Nitratauswaschung.

Die N-Salden zeigen im Allgemeinen einen Überschuss an Stickstoff (Abb. 9 + 10). An beiden Standorten wurde durch eine zunehmende Düngung auch der N-Überschuss höher. Eine reine BGR-Düngung zeigt vor allem bei hohen Düngemengen von 125 % bzw. 150 % sehr hohe Überhänge von über 60 kg N/ha. Bei der Kombinationsdüngung mit Gärresten und Mineraldüngern sind die Überhänge geringer.

Vor allem in Speichersdorf wird ein erheblicher Teil der ausgegebenen Nährstoffe nicht von den Pflanzen aufgenommen und bleibt als Bilanzüberhang zurück.

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

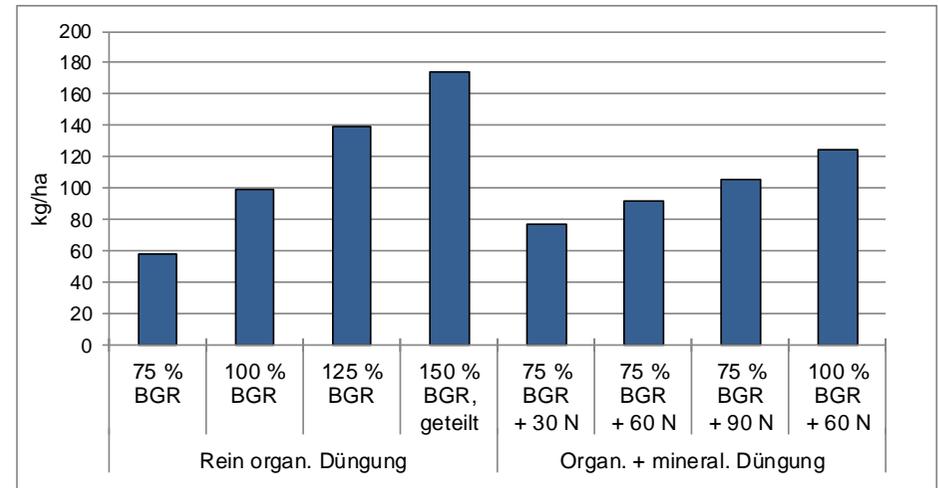


Abb. 9: N-Salden von Speichersdorf (Mittel 2009 - 2011, n=12)

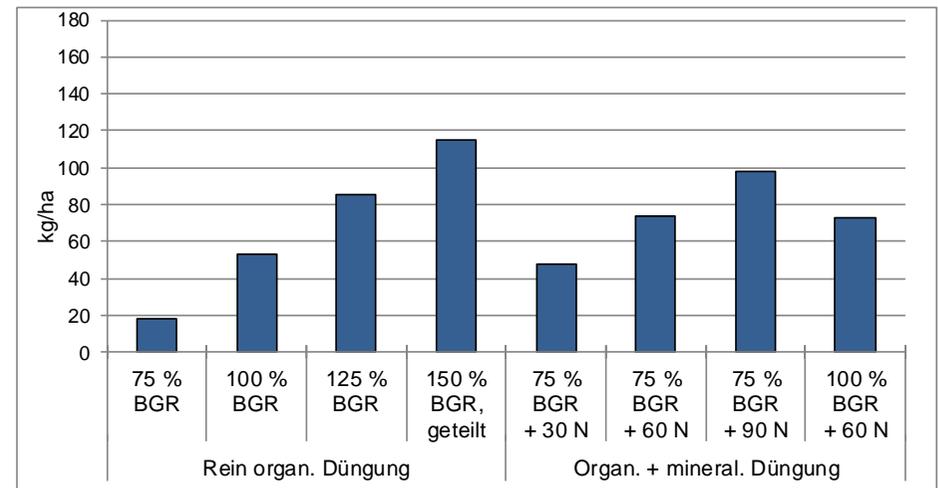


Abb. 10: N-Salden von Puch (Mittel 2009 - 2011, n=12)

Wirkung von Nitrifikationshemmstoffen bei Biogasgärresten (Entec, Piadin)

Nitrifikationshemmstoffe verzögern die Umsetzung von Ammonium zu Nitrat. Die Wirkung ist temperaturabhängig; bei höheren Temperaturen und guten Wachstumsbedingungen erfolgt die Umwandlung schneller. Ammonium wird im Boden nicht ausgewaschen. Mit Nitrifikationshemmstoffen können eventuell Stickstoffverluste durch Nitratauswaschung verhindert werden. Bei vier Versuchsgliedern (drei in Puch) wurde dem unbehandelten Biogasgärrest Piadin und Entec-flüssig zugegeben, der zum Vegetationsbeginn ausgebracht wurde. Außerdem erhielten die Versuchsglieder eine zusätzliche mineralische Düngung von 60 kg N/ha. Die Aufwandmenge betrug bei Piadin 5 l/ha bzw. 10 l/ha bei Entec-flüssig.

Im Mittel der beiden Standorte konnte sowohl bezüglich des Kornertrags, als auch bezüglich des Rohproteingehalts kein positiver Effekt durch stabilisierte Dünger festgestellt werden (Abb. 11 + Abb.12). Der Einsatz von Nitrifikationshemmstoffen bei der Ausbringung von BGR zu Winterweizen ist deshalb auf den geprüften Standorten nicht zu empfehlen. Inwieweit eine positive Wirkung bei sehr durchlässigen Standorten (Sand-, Kiesböden) zu erwarten ist, kann mit diesem Versuch nicht beantwortet werden.

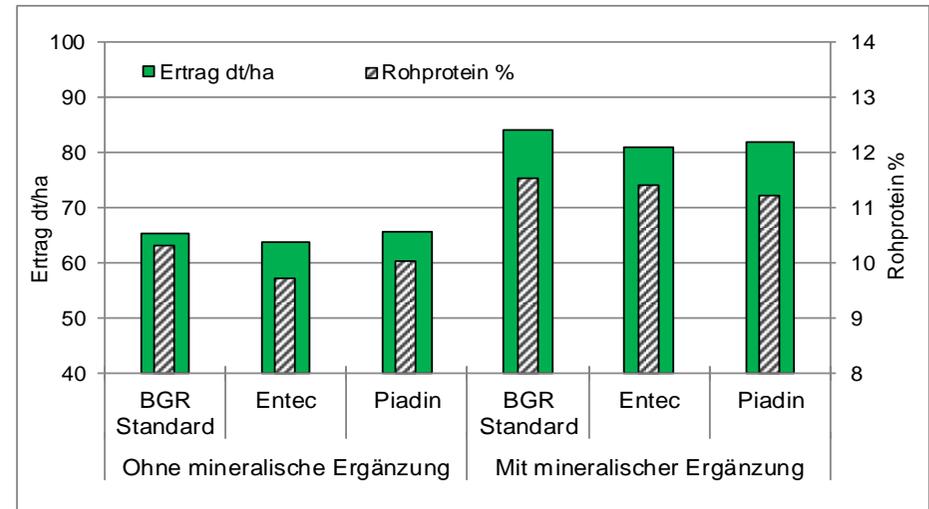


Abb. 11: Erträge und Rohproteingehalte in Speichersdorf durch Nitrifikationshemmstoffe mit und ohne mineralische Ergänzung (Mittel 2009 - 2011, n=12)

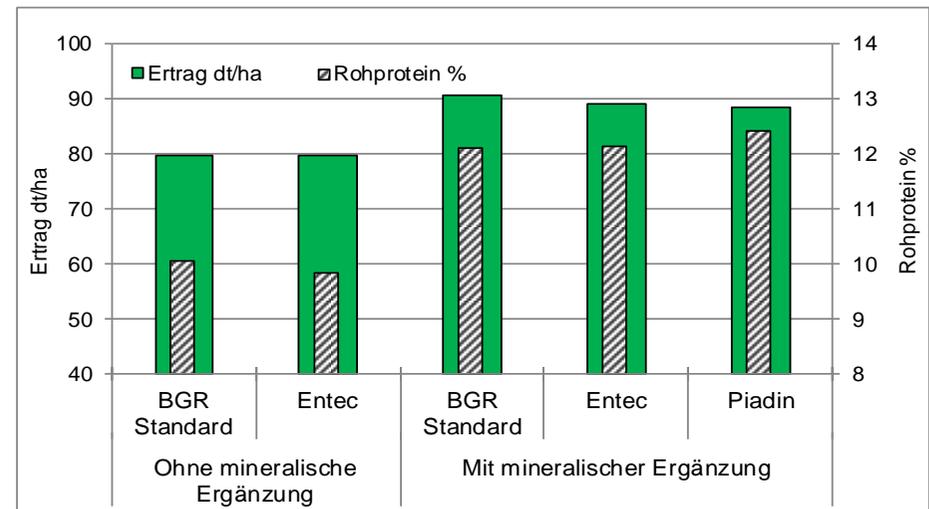


Abb. 12: Erträge und Rohproteingehalte in Puch durch Nitrifikationshemmstoffe mit und ohne mineralische Ergänzung (Mittel 2009 - 2011, n=12)

Nährstoffwirkung von Gärresten im Herbst

An beiden Standorten führte die Herbstdüngung zu keinen signifikant höheren Korn- bzw. Rohproteinträgen (Abbildung 13 + 14). Eine Düngung mit separiert festen Biogasgärrest hat aufgrund der hohen TS-Gehalte eine schlechtere Düngewirkung als der Standard-Gärrest (BGR).

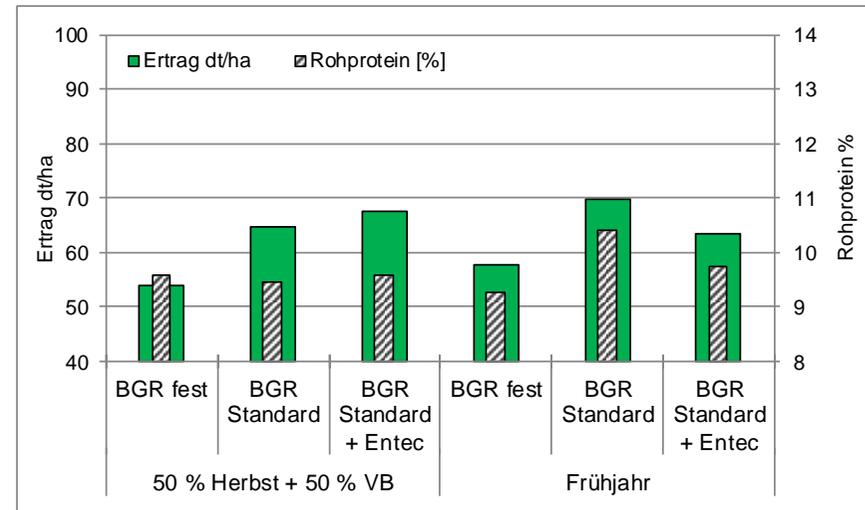


Abb. 13: Erträge und Rohproteingehalte durch Herbst- bzw. Frühjahrsdüngung am Standort Speichersdorf (Mittel 2009 - 2011, n=12)

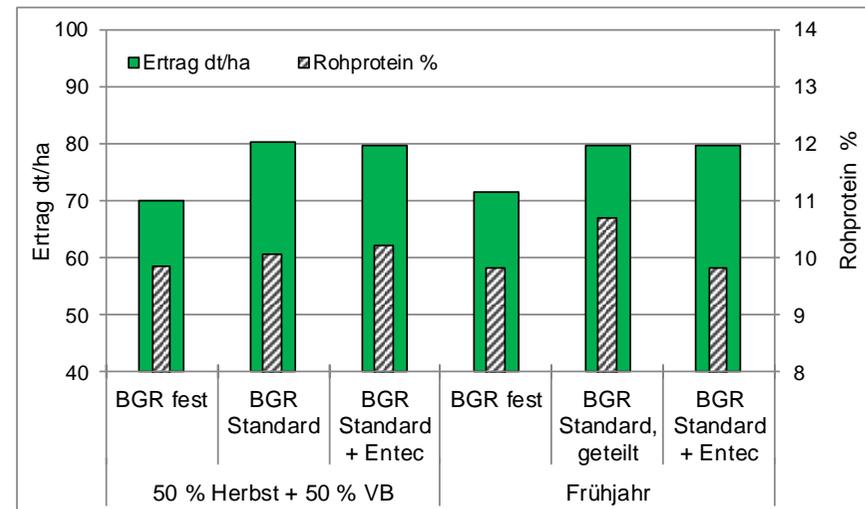


Abb. 14: Erträge und Rohproteingehalte durch Herbst- bzw. Frühjahrsdüngung am Standort Puch (Mittel 2009 - 2011, n=12)

N_{min}-Gehalte sind im Herbst nach einer Herbstdüngung hoch

Die Düngung im Herbst wirkte sich negativ auf die N_{min}-Gehalte aus. Diese sind in einer Tiefe von 0 - 90 cm mit ca. 90 - 130 kg N/ha in Speichersdorf und 70 kg N/ha in Puch hoch, so dass eine hohe Auswaschungsgefahr besteht. Aus Gründen des Wasserschutzes ist daher von einer Herbstdüngung abzuraten. Auch mit dem Einsatz von stabilisierten Dünger „Entec“ ist mit Grundwasserbelastungen zu rechnen.

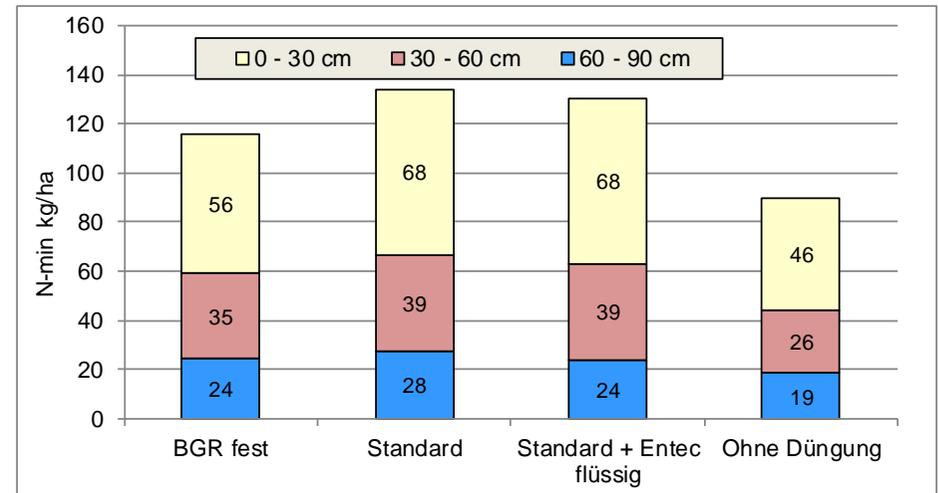


Abb. 15: N_{min}-Werte im November in Speichersdorf nach einer Herbstdüngung (Mittel 2009 - 2011, n=12)

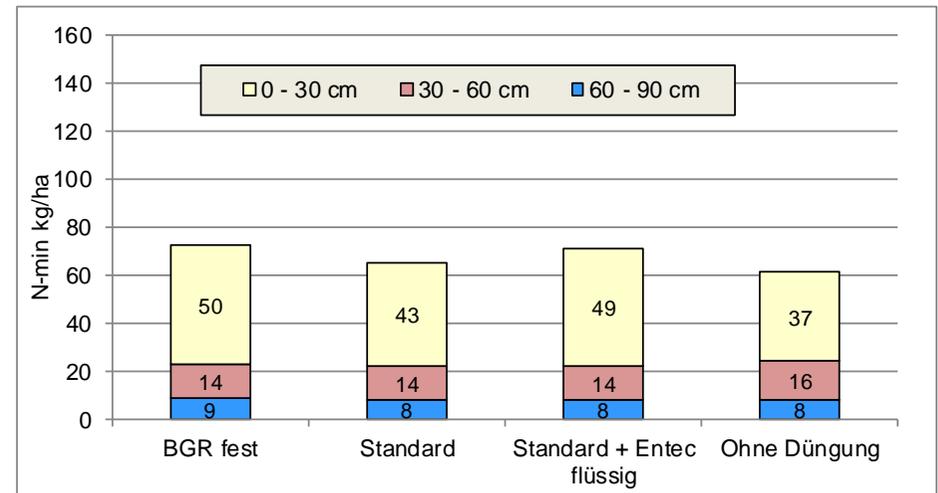


Abb. 16: N_{min}-Werte im November in Puch nach einer Herbstdüngung (Mittel 2009 - 2011, n=12)

Einfluss des TS-Gehalts der Dünger auf die Nährstoffwirkung

Eine wichtige Eigenschaft von organischen Düngern ist der Trockensubstanzgehalt. Er beeinflusst die Infiltrationsgeschwindigkeit (Einsickerung in den Boden) und hat daher einen entscheidenden Einfluss auf das Risiko zu Ammoniak-Verflüchtigungen.

Die durchschnittlichen TS-Werte der im Versuch verwendeten organischen Dünger sind in Tabelle 1 dargestellt. Durch eine Separierung wurden Phasen mit hohen TS-Gehalten (ca. 25 % bei der festen Phase) bzw. mit niedrigen TS-Gehalten (ca. 6 % bei der flüssigen Phase) hergestellt. Durch eine Verdünnung von Biogasgärrest-Standard mit Wasser (Verhältnis 1:1) entsteht die zusätzliche Variante „BGR Standard verdünnt“.

Tabelle 1: TS-Gehalte von Gärresten und Rindergülle

Art der Düngung	TS %	
	Puch	Speichersdorf
Biogasgärrest Standard	6	7
Biogasgärrest separiert fest	21	25
Biogasgärrest separiert flüssig	6	6
Rindergülle	9	5

Wie in Abbildung 17 und 18 zu sehen ist, steigt die Nährstoffwirkung von organischen Düngern mit sinkendem Trockensubstanzgehalt: ein verdünnter Gärrest bzw. die flüssige Phase weist sowohl in Speichersdorf als auch in Puch ein höheres MDÄ-NH₄ auf als das Standardsubstrat. Die Rindergülle aus Speichersdorf hat eine geringere Trockensubstanz als die Rindergülle in Puch, was sich dort auch in einer niedrigeren Düngewirkung widerspiegelt. Durch einen hohen Wassergehalt sickern die Nährstoffe schneller in den Boden. Eine kürzere Verweilzeit des Gärrests an der Bodenoberfläche reduziert die N-Verflüchtigungen

durch Wind, Sonneneinstrahlung und Austrocknung. Daher empfiehlt sich v.a. bei Gärresten mit hohen TS-Gehalten eine bodennahe Technik bzw. sofortige und gründliche Einarbeitung. Eine bessere N-Effizienz bei organischen Düngern mit hohem Wasseranteil führte auch zu höheren Erträgen.

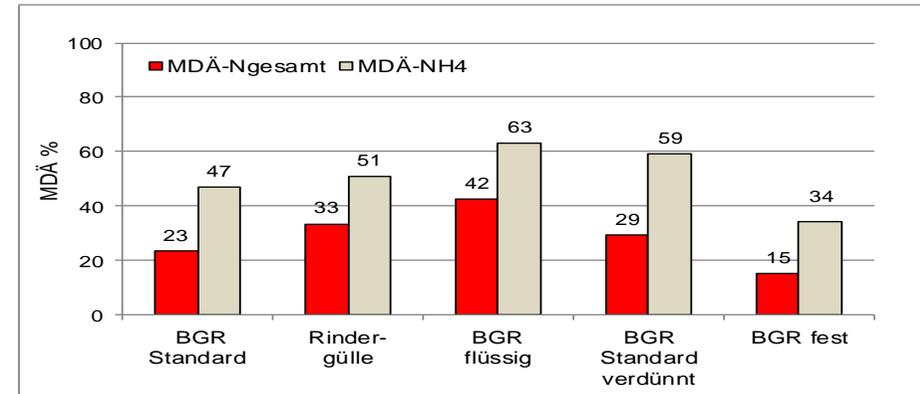


Abb. 17: Mineraldüngeräquivalente von Gärresten und Rindergülle aus Speichersdorf (Mittel 2009 - 2011, n=12)

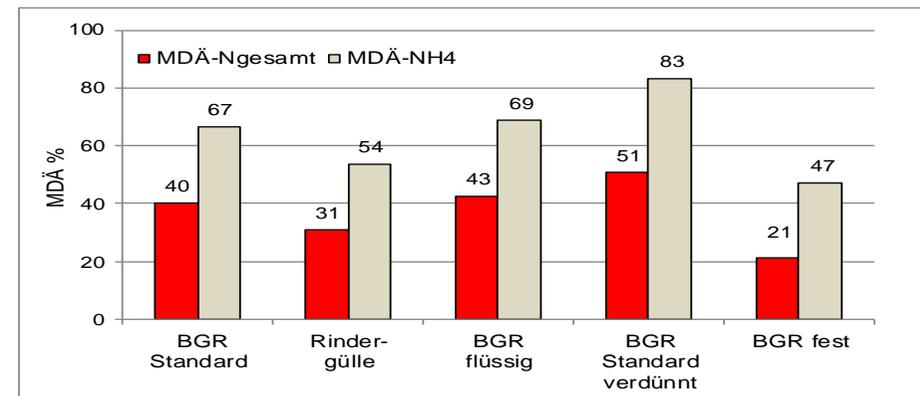


Abb. 18: Mineraldüngeräquivalente von Gärresten und Rindergülle aus Puch (Mittel 2009 - 2011, n=12)

Vergleich verschiedener Applikationstechniken

Zur Erfassung des Einflusses unterschiedlicher Applikationstechniken auf den TM- und RP-Ertrag wurde Gärrest mittels Breitverteilung, Schleppschauch und Schleppschuh ausgebracht.

Bei der Breitverteilung tropfte der organische Dünger aus den Verteilerschläuchen über ein Leitblech auf die Bodenoberfläche. Der Abstand zwischen Leitblech und Boden war nur ca. 40 cm, in der Praxis ist der Flugweg vom Güllefass zum Boden deutlich länger. Der Schleppschauch legte den Dünger bodennah in Streifen ab, durch den Schleppschuh konnte er teilweise durch oberflächliches Aufschlitzen der Ackerkrume in den Boden eingebracht werden.

Alle Techniken wurden entweder zum Vegetationsbeginn oder zum Schossen mit dem Standardsubstrat durchgeführt. Eine zusätzliche Variante wurde an beiden Terminen (50 % VB und 50 % BBCH 31) mit dem Schleppschauch gedüngt.

Durch die hier sehr bodennahe Ausbringung bei der Breitverteilung konnte kein signifikanter Unterschied zu den Varianten mit Schleppschauchausbringung festgestellt werden. Auch der Schleppschuh hat keinen signifikanten Einfluss auf die Trockenmasse und Rohproteingehalte, führt aber tendenziell zu höheren Erträgen (Abbildung 19 und 20).

Eine Beurteilung des geeigneten Düngetermins (Vegetationsbeginn oder BBCH 31) kann aus den Ergebnissen nicht abgeleitet werden. Der Zeitpunkt der Düngung sollte grundsätzlich von der Befahrbarkeit des Bodens abhängig gemacht werden.

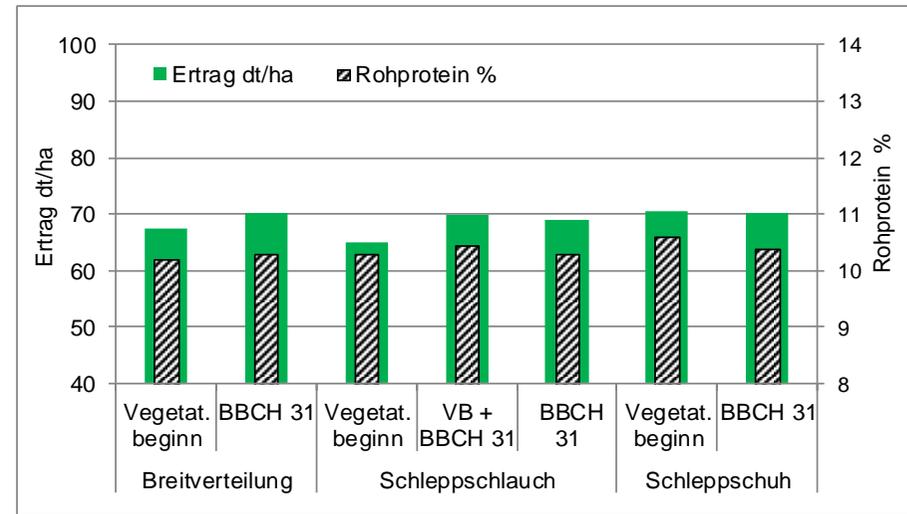


Abb. 19: Erträge und Rohproteingehalte in Abhängigkeit der Technik (Mittel 2009 - 2011, n=12) in Speichersdorf

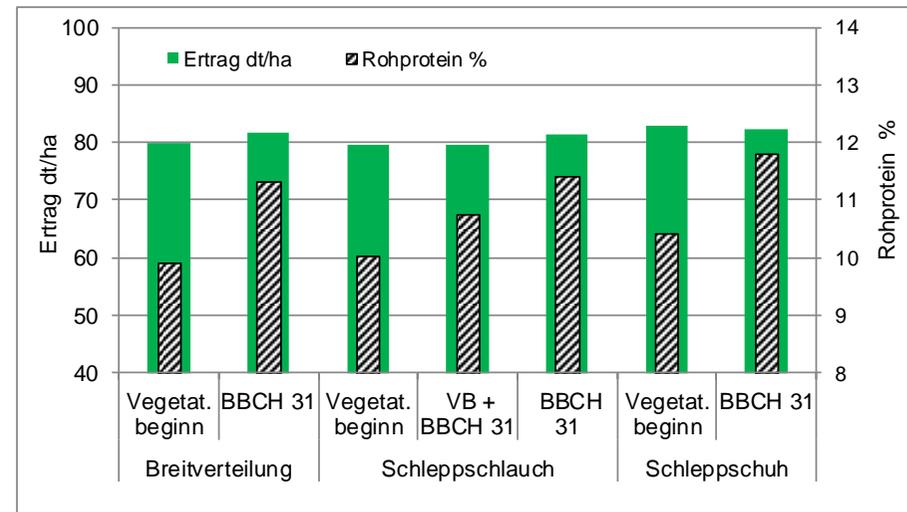


Abb. 20: Erträge und Rohproteingehalte in Abhängigkeit der Technik (Mittel 2009 - 2011, n=12) in Puch

Bei der Beurteilung der Ausbringtechnik nach der N-Wirkung (MDÄ) ist die höchste Stickstoffwirkung durch die Ausbringung mit dem Schleppschuh zu erreichen: in Speichersdorf steigt das MDÄ (bezogen auf NH₄) auf 61 %, in Puch auf bis zu 81 % (siehe Abb. 21 und 22). Die oberflächliche Einarbeitung durch den Schleppschuh vermindert das Risiko von Ammoniak-Verflüchtigungen und führt zu einer besseren N-Ausnutzung durch den Pflanzenbestand.

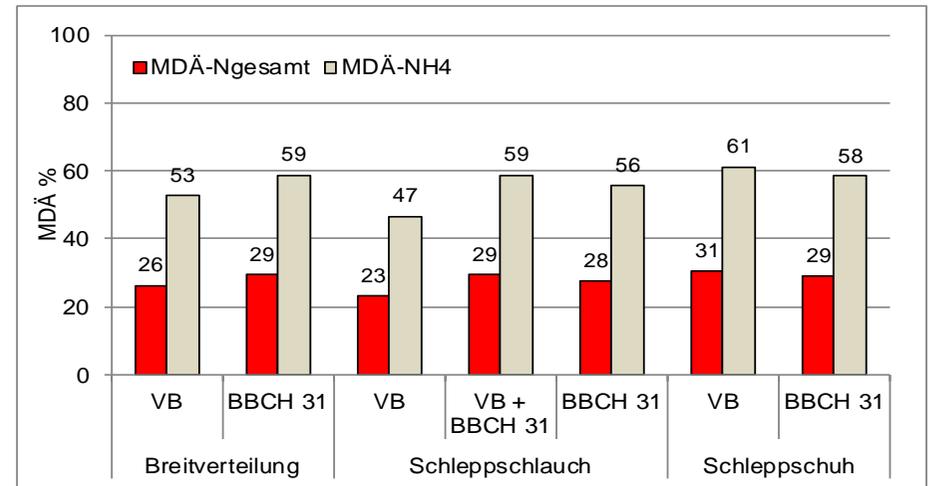


Abb. 21: Mineraldüngeräquivalente in Abhängigkeit der Technik in Speichersdorf (Mittel 2009 - 2011, n=12)

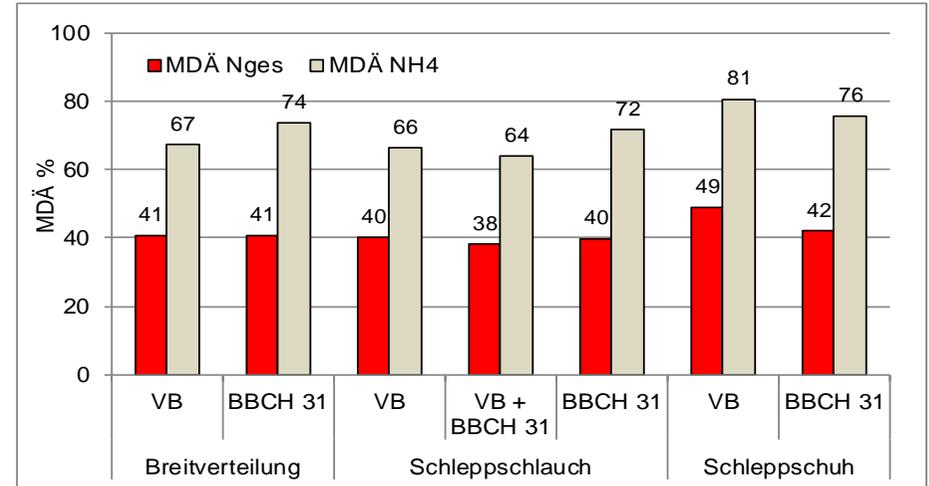


Abb. 22: Mineraldüngeräquivalente in Abhängigkeit der Technik in Puch (Mittel 2009 - 2011, n=12)