

Versuchsergebnisse aus Bayern 2009 - 2014

Dauerversuch zur Biogasgärrestdüngung: Gärrestmenge, Gärrestart, stabilisierte Dünger



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	2
Düngeplan	3
Inhaltsstoffe der Biogasgärreste (BGR) und von Rindergülle (RG)	4
N-Düngung (min. oder org. N-Gesamt kg/ha) und Erträge	6
Mais 2009, 2011, 2013.....	6
Wintertriticale 2012, 2014	7
Weidelgras 2010, 2012	8
Mittel 2009-2014	9
Kommentar	10
Wirkung von Biogasgärresten bei einer zweijährigen Biogasfruchtfolge in Abhängigkeit der Ausbringmenge	10
Wirkung von Biogasgärresten bei Mais	12
Wirkung von Biogasgärresten bei Wintertriticale	13
Wirkung von Biogasgärresten bei Weidelgras	14
Vergleich verschiedener Biogasgärreste und Rindergülle im Mittel der Fruchtfolge	15
Wirkung von Biogasgärresten nach dem Einsatz von Nitrifikationshemmstoffen im Mittel der Fruchtfolge	16
N _{min} -Gehalte nach einer Biogasgärrestdüngung und Mineraldüngung im Mittel der Fruchtfolge	18
Fazit.....	19

Versuchsbeschreibung

Um die langfristige Wirkung von Biogasgärresten (BGR) beurteilen zu können, wurde im Landkreis Deggendorf von 2009 - 2014 ein Dauerversuch angelegt. Die zweijährige Fruchtfolge entspricht mit den Kulturarten Silomais, Wintertriticale mit der nachfolgenden Zwischenfrucht Deutschem Weidelgras einer intensiven Biogasfruchtfolge. Im Jahr 2010 ist Wintertriticale ausgewintert, daher wurde Weidelgras (Saat: 21.06.2010) als Hauptfrucht bewirtschaftet.

In der Variante „100 % BGR“ wurde eine hohe praxisübliche Gärrestmenge (ca. 44 m³/ha) mit einem durchschnittlichen N-Gehalt von 5,4 kg N-Gesamt/m³ ausgebracht. Der Gärrest wurde mit Schleppschlauch ausgebracht, die Einarbeitung erfolgte beim Mais nach ca. 2 Stunden. Geprüft wurde außerdem der Einfluss unterschiedlicher BGR-Mengen (50 % bis 150 %) auf den Ertrag und die Qualität, sowie die Nährstoffwirkung verschiedener Biogasgärreste und die Zugabe von Nitrifikationshemmstoffen. Zum Vergleich wurde Rindergülle (RG) eingesetzt.

Bei den organischen Düngungsvarianten (BGR und RG) erfolgte keine mineralische N-Düngung. Die Erträge dieser Varianten beziehen sich somit auf die alleinige organische Düngung. Bei der Düngung ist es in der Regel sinnvoll die organische Düngung mit einer mineralischen Düngung zu ergänzen. Die Ergebnisse dieses Versuchs sollten unter diesem Gesichtspunkt beurteilt werden.

Ausgangsstoffe der im Versuch eingesetzten Biogasgärreste:

Biogasgärrest 1	Grassilage, Maissilage, Grasgrüngut, Entenmist
Biogasgärrest 2	Hähnchenkot, Silomais
Biogasgärrest 3	Silomais, Grassilage, Zuckerrüben, Biertreber, Kartoffelabfälle
Biogasgärrest 4	Rindergülle Milchvieh, Grassilage, Maissilage

Standortbeschreibung

Ort	Steinach
Landkreis	Straubing
Landschaft	Tertiär-Hügelland
Ø Jahresniederschlag (mm)	840
Ø Jahrestemperatur (°C)	7,7
Höhe über NN (m)	344
Bodentyp	Pseudogley
Bodenart	Sandiger Lehm
Geologische Herkunft	Diluvium
Ackerzahl	57
Versuchsjahr	2009-2014
pH-Wert	6,2
P₂O₅ (mg/100 g Boden)	13
K₂O (mg/100 g Boden)	30
Fruchtfolge	
2009	Silomais
2010	Weidelgras (Wintertriticale ist ausgewintert)
2011	Silomais
2012	Wintertriticale GPS und Weidelgras als Zwischenfrucht
2013	Silomais
2014	Wintertriticale GPS

Düngeplan

Vgl. Nr.	Art der organischen Düngung	N-Gabe Mais			N-Gabe Triticale			N-Gabe Weidelgras			
		Organ.* Vor Saat	Mineralisch		Organ.* Frühjahr	Mineralisch		Organ.*		Mineralisch	
			Vor Saat	BBCH 31		Vor Saat	BBCH 31	vor Saat	nach 1. Schnitt	Vor Saat	nach 1. Schnitt
1	Biogasgärrest 1	100 %	0	0	100 %	0	0	50 %	50 %	0	0
2	Biogasgärrest 2	100 %	0	0	100 %	0	0	50 %	50 %	0	0
3	Biogasgärrest 3	100 %	0	0	100 %	0	0	50 %	50 %	0	0
4	Biogasgärrest 4	100 %	0	0	100 %	0	0	50 %	50 %	0	0
5	Rindergülle	100 %	0	0	100 %	0	0	50 %	50 %	0	0
6	Biogasgärrest separiert fest	100 %	0	0	100 %	0	0	50 %	50 %	0	0
7	Biogasgärrest 1	50 %	0	0	50 %	0	0	25 %	25 %	0	0
8	Biogasgärrest 1	75 %	0	0	75 %	0	0	37,5 %	37,5 %	0	0
9	Biogasgärrest 1	125 %	0	0	125 %	0	0	62,5 %	62,5 %	0	0
10	Biogasgärrest 1	150 %	0	0	150 %	0	0	75 %	75 %	0	0
11	Biogasgärrest 1 + Entec	100 %	0	0	100 %	0	0	50 %	50 %	0	0
12	Biogasgärrest 1 + Piadin	100 %	0	0	100 %	0	0	50 %	50 %	0	0
13	Ohne organische Düngung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Ohne organische Düngung	0	30	30	0	30	30	0	0	30	30
15	Ohne organische Düngung	0	30	60	0	55	35	0	0	45	45
16	Ohne organische Düngung	0	60	60	0	75	45	0	0	60	60
17	Ohne organische Düngung	0	90	60	0	90	60	0	0	75	75
18	Ohne organische Düngung	0	120	60	0	100	80	0	0	90	90

*) 100 % entsprechen einer hohen, praxisüblichen Menge

Inhaltsstoffe der Biogasgärreste (BGR) und von Rindergülle (RG)

Ausbringjahr & Fruchtart	Organ. Substanz kg/m ³						pH-Wert						TS-Gehalt (%)					
	BGR 1	BGR 2	BGR 3	BGR 4	BGR fest	RG	BGR 1	BGR 2	BGR 3	BGR 4	BGR fest	RG	BGR 1	BGR 2	BGR 3	BGR 4	BGR fest	RG
2009 Mais	37,1	58,8	34,5	59,0	230,1	55,9	8,0	8,3	7,6	8,0	9,3	7,1	5,0	9,1	5,0	7,7	25,9	7,2
2010 Triticale	51,2	36,4	38,4	50,0	199,3	71,4	7,6	8,0	7,3	7,6	8,5	7,1	6,8	5,5	5,5	6,7	22,8	9,2
2010 Zwfr.	39,3	31,7	31,4	44,2	177,1	57,2	8,0	8,4	7,2	7,6	8,5	7,1	5,2	5,2	4,5	5,9	22,0	7,6
2011 Mais	16,8	42,9	42,9	44,9	218,2	67,2	7,8	8,2	7,1	7,8	8,7	7,3	3,2	7,4	6,1	6,2	24,8	8,9
2012 Triticale	35,4	37,7	40,0	66,3	218,2	64,8	7,9	8,2	7,5	7,6	8,7	6,9	5,1	6,0	6,1	9,0	25,0	8,2
2012 Zwfr.	35,5	36,9	32,5	44,7	268,3	58,1	7,8	8,1	7,6	7,9	8,3	7,1	5,0	7,0	4,9	6,1	26,9	7,6
2013 Mais	44,7	30,8	35,0	39,8	220,0	56,4	8,0	8,6	7,3	8,3	9,3	7,4	6,9	5,0	5,0	5,7	26,2	7,4
2014 Triticale	58,5	42,9	40,7	46,7	199,6	48,8	7,6	8,2	7,5	8,1	8,5	7,6	7,9	6,9	5,0	6,3	22,3	6,7
2014 Zwfr.	67,4	49,5	34,7	52,0	213,5	45,6	7,9	8,1	7,5	7,9	8,7	7,4	8,4	9,0	5,2	6,9	24,5	6,3

Angaben beziehen sich auf die Frischsubstanz

Inhaltsstoffe der Biogasgärreste (BGR) und Rindergülle (RG) - Fortsetzung

Ausbringjahr & Fruchtart	N-Gesamt kg/m ³						NH ₄ -N kg/m ³					
	BGR 1	BGR 2	BGR 3	BGR 4	BGR fest	Rinder-gülle	BGR 1	BGR 2	BGR 3	BGR 4	BGR fest	Rinder-gülle
2009 Mais	3,8	9,1	3,0	5,3	7,8	3,8	2,3	6,7	1,7	2,8	5,4	2,2
2010 Triticale	5,2	7,7	3,7	4,8	8,6	4,6	2,7	5,7	2,1	2,9	5,4	2,7
2010 Zwfr.	4,3	8,0	3,1	4,5	7,2	4,0	2,5	6,3	1,7	2,8	1,0	2,6
2011 Mais	3,1	10,0	3,5	4,9	8,7	4,3	1,8	7,5	1,8	3,3	5,4	2,8
2012 Triticale	4,1	7,4	3,8	5,6	7,3	3,9	2,5	5,7	2,1	3,4	4,3	2,3
2012 Zwfr.	4,5	6,3	3,4	4,8	7,4	3,6	3,0	4,8	2,1	3,3	2,4	2,1
2013 Mais	5,2	6,9	3,2	4,6	7,6	3,7	3,5	5,2	1,6	3,1	4,3	2,3
2014 Triticale	5,0	8,6	3,4	4,7	8,9	3,1	3,1	6,2	1,9	3,2	5,6	2,0
2014 Zwfr.	5,4	8,0	3,2	5,1	8,2	3,1	3,6	5,8	1,8	3,5	4,5	1,9

Angaben beziehen sich auf die Frischsubstanz

N-Düngung (min. oder org. N-Gesamt kg/ha) und Erträge
Mais 2009, 2011, 2013

Vgl. Nr.	Vgl. Beschreibung	2009			2011			2013			Mittel		
		N-Gabe	dt/ha	GJ NEL/ha									
1	100 % BGR 1	175	215,0	150,5	211	211,6	148,0	208	73,9	55,1	198	166,8	117,9
2	100 % BGR 2	179	225,6	155,3	160	205,9	142,7	166	79,3	59,3	168	170,3	119,1
3	100 % BGR 3	207	222,6	149,6	238	227,5	165,9	250	86,9	64,3	232	179,0	126,6
4	100 % BGR 4	222	220,4	150,5	181	212,9	149,9	189	68,9	52,0	197	167,4	117,5
5	100 % Rindergülle	184	213,6	147,8	198	197,7	136,1	205	77,9	59,3	196	163,1	114,4
6	100 % sep. fest	280	180,2	120,8	191	177,3	125,0	212	62,2	47,6	228	139,9	97,8
7	50 % BGR 1	87	200,2	137,4	105	193,5	135,4	104	54,7	40,2	99	149,5	104,3
8	75 % BGR 1	131	210,3	144,5	158	210,1	148,3	156	64,2	46,8	148	161,5	113,2
9	125 % BGR 1	218	210,8	143,3	265	215,7	152,2	263	79,4	59,2	249	168,6	118,2
10	150 % BGR 1	265	222,7	152,7	366	210,7	147,4	312	93,7	70,5	314	175,7	123,5
11	100 % BGR 1 + E	175	211,4	144,9	211	212,4	150,1	208	91,5	68,9	198	171,8	121,3
12	100 % BGR 1 + P	175	218,0	144,2	211	216,3	150,9	208	87,6	66,4	198	174,0	120,5
13	0 N	0	164,4	110,6	0	135,9	96,6	0	45,5	34,3	0	115,3	80,5
14	60 N KAS	60	211,9	143,9	60	192,3	130,6	60	77,8	58,3	60	160,7	110,9
15	90 N KAS	90	217,3	146,3	90	196,7	136,3	90	104,6	78,0	90	172,9	120,2
16	120 N KAS	120	236,7	163,9	120	206,8	142,1	120	136,0	101,4	120	193,2	135,8
17	150 N KAS	150	242,7	166,5	150	231,4	166,8	150	135,8	101,0	150	203,3	144,8
18	180 N KAS	180	252,6	174,5	180	220,8	153,4	180	154,5	117,0	180	209,3	148,3
t-Test GD (5 %)												10,8	9,4

N-Düngung (min. oder org. N-Gesamt kg/ha), Erträge (TM dt/ha) und Rohproteingehalte (% in TM)Wintertriticale 2012, 2014

Vgl. Nr.	Vgl. Beschreibung	2012			2014			Mittel		
		N-Gabe	dt/ha	RP %	N-Gabe	dt/ha	RP %	N-Gabe	dt/ha	RP %
1	100 % BGR 1	197	124,4	5,5	193	108,6	5,2	195	116,5	5,4
2	100 % BGR 2	170	119,2	5,3	175	124,6	5,3	173	121,9	5,3
3	100 % BGR 3	224	121,0	5,3	216	121,8	5,5	220	121,4	5,4
4	100 % BGR 4	207	105,5	5,2	182	116,6	5,4	195	111,1	5,3
5	100 % Rindergülle	242	104,7	5,3	247	114,2	5,4	245	109,5	5,4
6	100 % sep. fest	190	67,3	5,1	202	87,0	5,4	196	77,2	5,3
7	50 % BGR 1	98	94,7	5,1	97	81,6	5,2	98	88,2	5,2
8	75 % BGR 1	148	105,4	4,9	145	96,3	5,4	147	100,9	5,2
9	125 % BGR 1	246	126,3	5,7	241	118,9	5,7	244	122,6	5,7
10	150 % BGR 1	287	133,5	6,1	290	134,2	5,9	289	133,9	6,0
11	100 % BGR 1 + E	220	114,6	5,6	200	107,2	5,3	210	110,9	5,5
12	100 % BGR 1 + P	217	121,3	5,4	193	113,6	5,4	205	117,5	5,4
13	0 N	0	45,0	5,5	0	42,4	5,2	0	43,7	5,4
14	60 N KAS	60	116,2	5,0	60	99,0	5,3	60	107,6	5,2
15	90 N KAS	90	133,8	6,2	90	101,2	5,8	90	117,5	6,0
16	120 N KAS	120	146,4	6,7	120	128,4	7,2	120	137,4	7,0
17	150 N KAS	150	147,4	7,6	150	143,6	7,8	150	145,5	7,7
18	180 N KAS	180	148,2	8,5	180	146,6	8,8	180	147,4	8,7
t-Test GD (5 %)									6,5	0,06

N-Düngung (min. oder org. N-Gesamt kg/ha), Erträge (TM dt/ha) und Rohproteingehalte (% in TM)

Weidelgras 2010, 2012

Vgl. Nr.	Vgl. Beschreibung	2010			2012			Mittel		
		N-Gabe	dt/ha	RP %	N-Gabe	dt/ha	RP %	N-Gabe	dt/ha	RP %
1	100 % BGR 1	301	66,4	11,2	140	28,9	13,6	221	47,7	12,4
2	100 % BGR 2	228	67,2	11,6	98	31,5	14,2	163	49,4	12,9
3	100 % BGR 3	315	69,0	11,0	162	32,1	14,1	239	50,6	12,6
4	100 % BGR 4	284	65,5	10,9	146	29,8	13,5	215	47,7	12,2
5	100 % Rindergülle	273	60,8	11,0	163	33,2	14,1	218	47,0	12,6
6	100 % sep. fest	270	57,2	10,2	163	27,2	13,6	217	42,2	11,9
7	50 % BGR 1	150	55,9	10,7	71	22,0	13,0	111	39,0	11,9
8	75 % BGR 1	226	60,6	10,6	105	25,8	13,5	166	43,2	12,1
9	125 % BGR 1	375	73,5	10,7	176	31,8	14,4	276	52,7	12,6
10	150 % BGR 1	451	78,5	11,4	211	37,2	15,2	331	57,9	13,3
11	100 % BGR 1 + E	301	68,6	10,9	139	30,6	14,0	220	49,6	12,5
12	100 % BGR 1 + P	301	68,6	10,9	120	29,9	13,5	211	49,3	12,2
13	0 N	0	42,1	10,2	0	14,3	13,0	0	28,2	11,6
14	60 N KAS	90	62,9	10,8	60	33,7	13,6	75	48,3	12,2
15	90 N KAS	135	72,9	11,6	90	37,0	15,3	113	55,0	13,5
16	120 N KAS	180	79,9	12,1	120	44,2	17,9	150	62,1	15,0
17	150 N KAS	225	84,0	12,2	150	46,1	20,3	188	65,1	16,3
18	180 N KAS	270	85,4	12,4	180	46,8	24,3	225	66,1	18,4
t-Test GD (5 %)									4,5	0,1

N-Düngung (min. oder org. N-Gesamt kg/ha), Erträge (TM dt/ha) und Rohproteingehalte (% in TM)

Mittel 2009-2014

Vgl. Nr.	Vgl. Beschreibung	2009 - 2014		
		N-Gabe je Jahr	dt/ha je Jahr	RP %
1	100 % BGR 1	237	138	7,4
2	100 % BGR 2	196	142	7,4
3	100 % BGR 3	269	147	7,4
4	100 % BGR 4	235	137	7,2
5	100 % Rindergülle	252	134	7,2
6	100 % sep. fest	251	110	6,9
7	50 % BGR 1	119	117	7,0
8	75 % BGR 1	178	129	7,2
9	125 % BGR 1	297	143	7,6
10	150 % BGR 1	364	152	7,9
11	100 % BGR 1 + E	242	139	7,4
12	100 % BGR 1 + P	237	143	7,3
13	0 N	0	82	6,9
14	60 N KAS	75	132	7,0
15	90 N KAS	113	144	7,9
16	120 N KAS	150	163	8,6
17	150 N KAS	188	172	9,4
18	180 N KAS	225	176	10,5
t-Test GD (5 %)			6,2	0,3

Kommentar

Wirkung von Biogasgärresten bei einer zweijährigen Biogasfruchtfolge in Abhängigkeit der Ausbringungsmenge

Trockenmasseerträge und Rohproteingehalte

Wie in Abb. 1 dargestellt, steigen die Durchschnittserträge einer Biogasfruchtfolge aus Mais – Wintertriticale – Weidelgras (Zwfr.) mit zunehmender N-Aufwandmenge. Die Steigung (bzw. die N-Wirkung) bei einer Biogasgärrestdüngung ist flacher als bei einer Mineraldüngung. Bei einer Düngung von ca. 120 kg N_{ges}/ha und Jahr (= 50 % BGR) wurden durchschnittlich 117 dt Trockenmasse/ha und Jahr geerntet. Mit einer hohen, praxisüblichen Düngung (= 100 % BGR) von ca. 240 kg N-Gesamt/ha konnten Trockenmasseerträge von ca. 140 dt/ha und Jahr erzeugt werden und bis zu 150 dt/ha gesteigert werden (bei 150 % BGR und 360 kg N_{ges}/ha). Es ist davon auszugehen, dass sich die Ertragskurve der Biogasgärrestdüngung langfristig durch zunehmendes Mineralisierungspotenzial bei dauerhaft organischer Düngung an die der Mineraldüngung nähert.

Die Rohproteingehalte steigen bei zunehmenden Gärrestmengen von sieben auf acht Prozent in der Trockensubstanz an (Abb. 2).

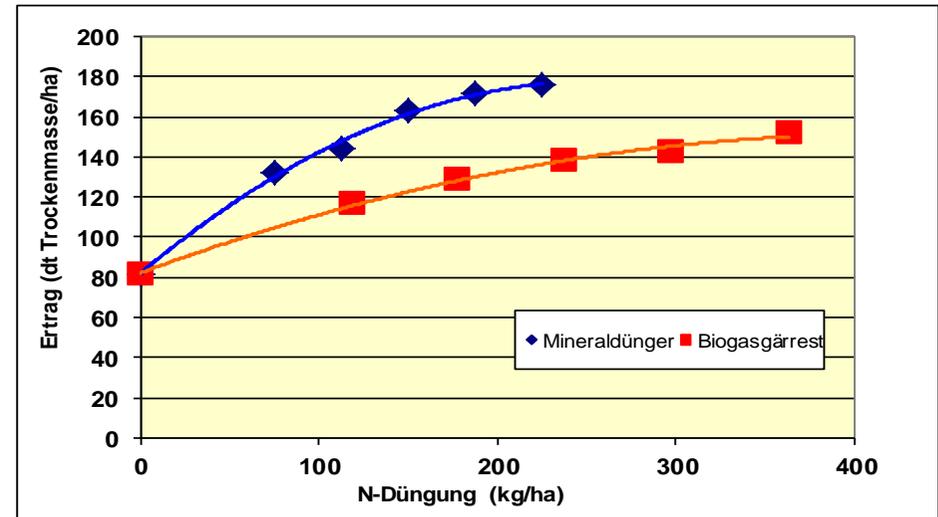


Abb. 1: N-Wirkung von Biogasgärresten (N-Gesamt) auf den Ertrag einer zweijährigen Biogasfruchtfolge; Mittel der Jahre; n=6

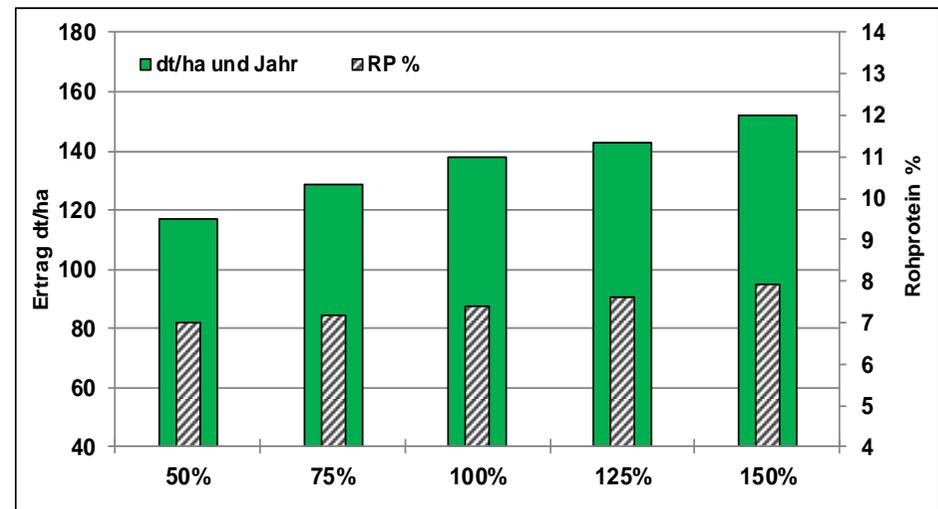


Abb. 2: Trockenmasseerträge (dt/ha) und Rohproteingehalte (%) einer zweijährigen Biogasfruchtfolge; Mittel der Jahre; n=6; GD TM-Ertrag (5%)= 6,2 und GD RP (5%)=0,3

N-Effizienz

Betrachtet man das Mineraldüngeäquivalent (MDÄ)* der gesamten Fruchtfolge (siehe Abbildung 3), so zeigt sich, dass die N-Effizienz bei steigender Aufwandmenge sinkt: bei einer Düngung von 120 kg N_{ges}/ha (= 50% BGR) kann ein MDÄ von 45 % erreicht werden (bezogen auf N-Gesamt), bei einer Düngung von 360 N_{ges}/ha (= 150 % BGR) nur noch von 34 %. Das Mineraldüngeäquivalent von NH₄-N verhält sich simultan. Die Nährstoffeffizienz ist demnach bei niedrigen Gärrestgaben höher als bei hohen Gaben: mit steigender Ausbringungsmenge erhöht sich der Anteil an Stickstoff, der nicht von den Pflanzen aufgenommen wird und einem Verlustrisiko unterliegt.

*) 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 %.

Stickstoffbilanz

Die N-Bilanzen (Abb.4) zeigen bei hohen Düngemengen (125 % und 150 %) extrem hohe Bilanzüberhänge bis zu 200 kg N/ha. Der Nährstoffsaldo wird durch die ausgebliebene N-Abfuhr im Jahr 2010 wegen der untergemulchten Wintertriticale sehr weit nach oben geschoben. Ein positiver N-Saldo birgt Gefahren von N-Verlusten über z. B. Nitratauswaschung.

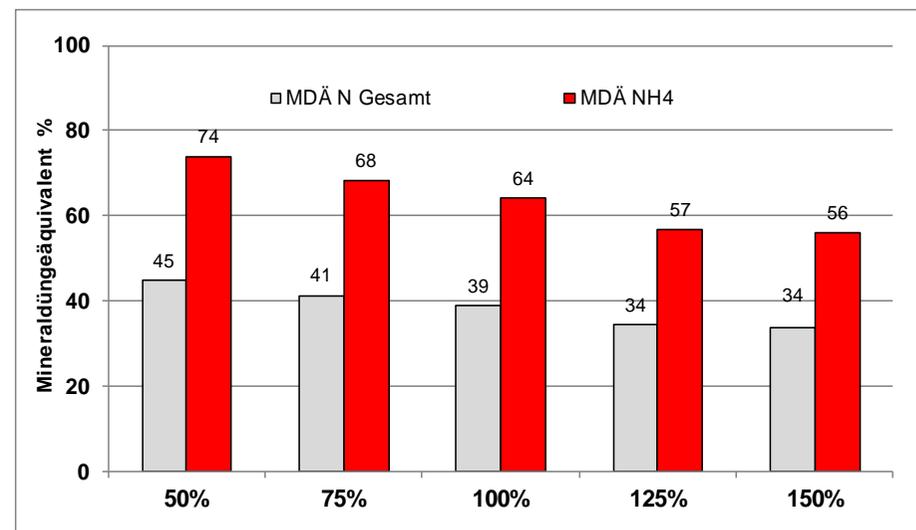


Abb. 3: Mineraldüngeäquivalente (%) im Mittel der Fruchtfolge und Mittel der Jahre, n=6;

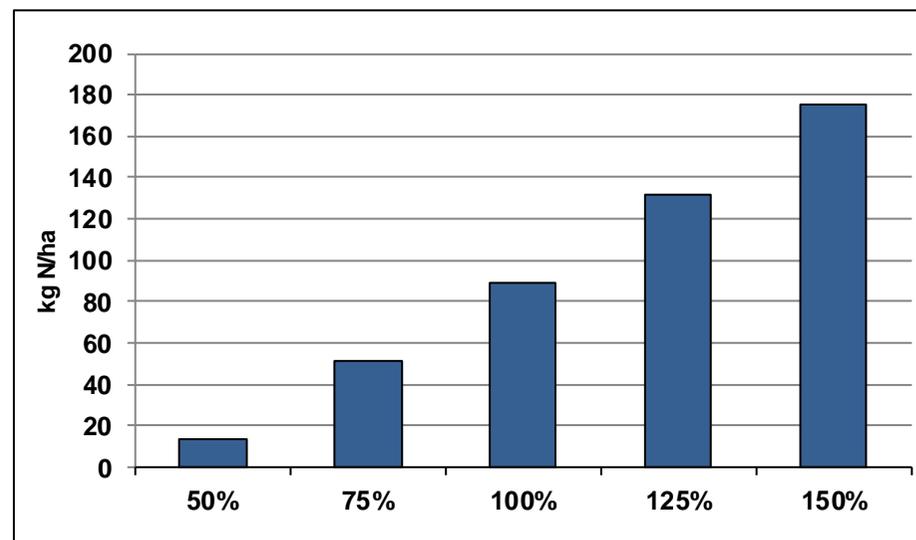


Abb. 4: N-Salden im Mittel der Fruchtfolge und Mittel der Jahre, n=6;

Wirkung von Biogasgärresten bei Mais

Trockenmasseerträge und Rohproteingehalte

Zum Mais wurden N-Gaben von 100 (=50 % BGR) bis zu 315 (=150 % BGR) kg N-Gesamt/ha und Jahr ausgebracht. Wie in Abbildung 5 dargestellt ist, kann Mais solide Ernteerträge erzielen: zw. 150 und 175 dt/ha mit Rohproteingehalten von 4,3 bis 4,8 % in der Trockenmasse.

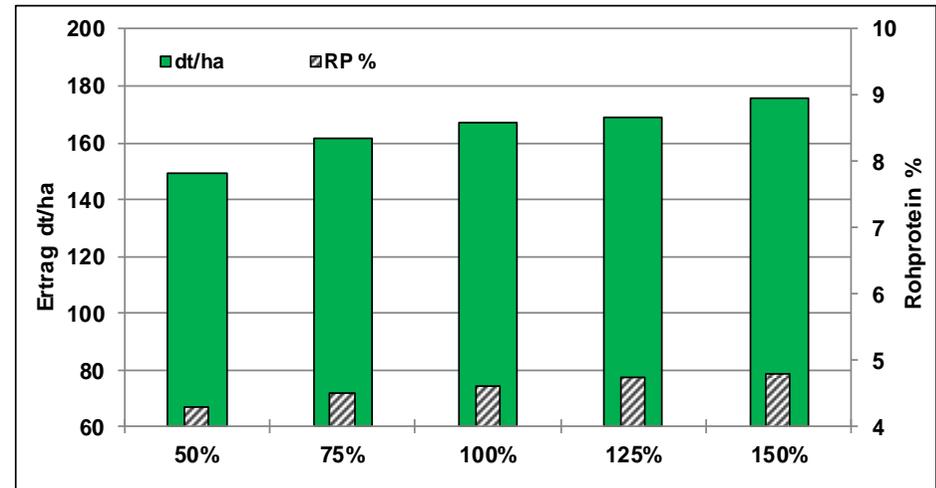


Abb.5: Trockenmasseerträge (dt/ha) und Rohproteingehalte (%) von Mais; Mittel der Jahre; n=3; GD TM-Ertrag (5%)= 10,8 und GD RP (5%)=0,05

N-Effizienz

Bei einer Deckung mit „50 % BGR“ wirkt Biogasgärrest mit einer N-Effizienz von 47 % im Vergleich zu Mineraldünger, bei einer Ausbringung von „150 % BGR“ nur mit einer Effizienz von 28 % (siehe Abbildung 6). Die abnehmende N-Effizienz bei höheren Güllegaben (ca. 150 % = 55 cbm) kann beim Mais auch durch auftretende Strukturschäden erklärt werden, die während der Einarbeitung entstehen können.

Der Mais stellt in der Regel bei geringeren Mengen (bis 100 %) eine Fruchtart mit hoher N-Ausnutzung dar, weil der Gärrest vor der Saat ausgebracht werden kann und stickstoffförmigen Verluste durch Einarbeitung vermieden werden können.

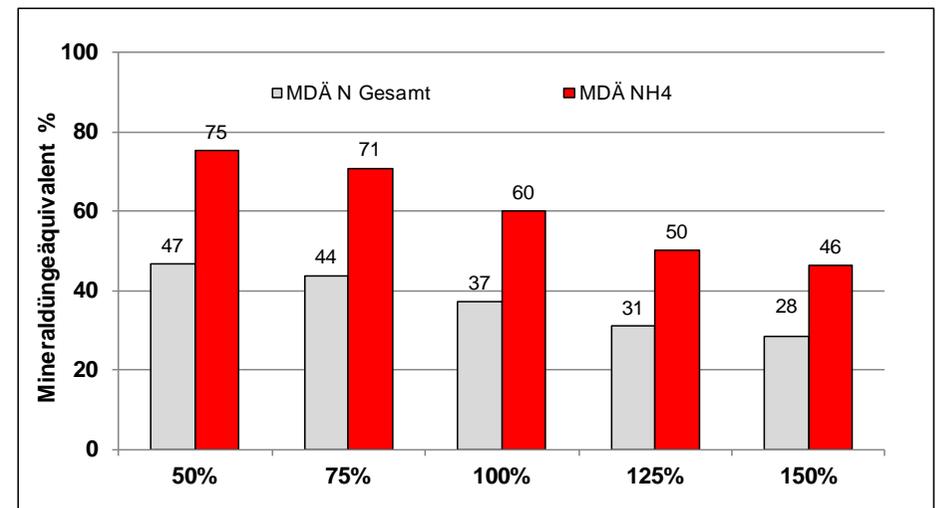


Abb. 6: Mineraldüngeräquivalente (%) von Mais; Mittel der Jahre; n=3;

Wirkung von Biogasgärresten bei Wintertriticale

Trockenmasseerträge und Rohproteingehalte

Der Ertrag von Wintertriticale schwankt in Abhängigkeit der Ausbringmenge zwischen 88 und 134 dt/ha. Der Rohproteingehalt in der Trockenmasse liegt bei einer Düngung von 98 N_{ges}/ha (=50 %) bei 4,4 %, durch eine hohe N-Gabe von 288 N_{ges}/ha (=150 %) bei 5,1 % (Abb. 7).

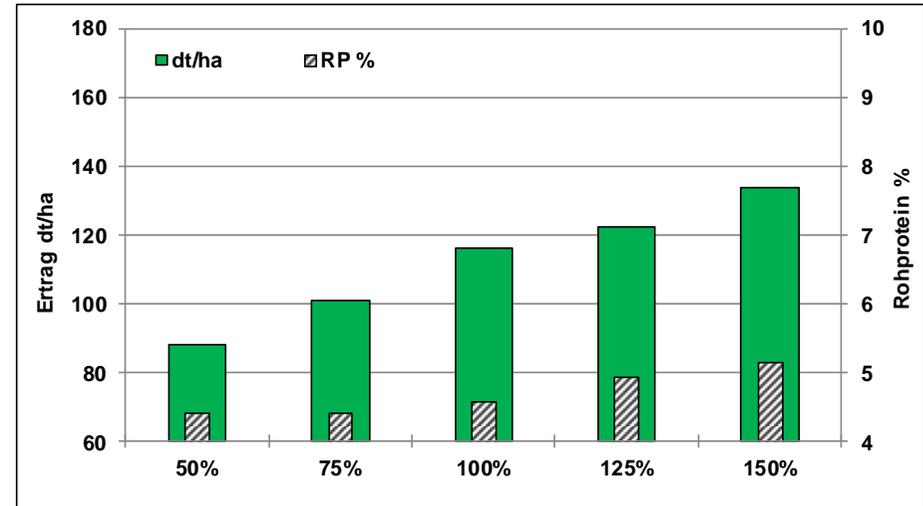


Abb. 7: Trockenmasseerträge (dt/ha) und Rohproteingehalte (%) von Wintertriticale; Mittel der Jahre; n=2; GD TM-Ertrag (5%)= 6,5 und GD RP (5%)=0,06

N-Effizienz

Bei der Triticale liegt das Mineraldüngeäquivalent zwischen 37 und 44 %, bezogen auf N-Gesamt (Abb. 8). Da der Gärrest nicht eingearbeitet wird, führen auch hohe Ausbringmengen (125 %- und 150%-Varianten) nicht zu Strukturschäden, wodurch der Abfall der MDÄs geringer ist als beim Mais. Die abnehmende Wirkung von Biogasgärresten gegenüber Mineraldüngern entsteht vor allem durch NH₃-Verflüchtigungen, die sich im Frühjahr durch die Ausbringung in den Bestand und einer daraus resultierenden langen Verweilzeit an der Bodenoberfläche ergeben.

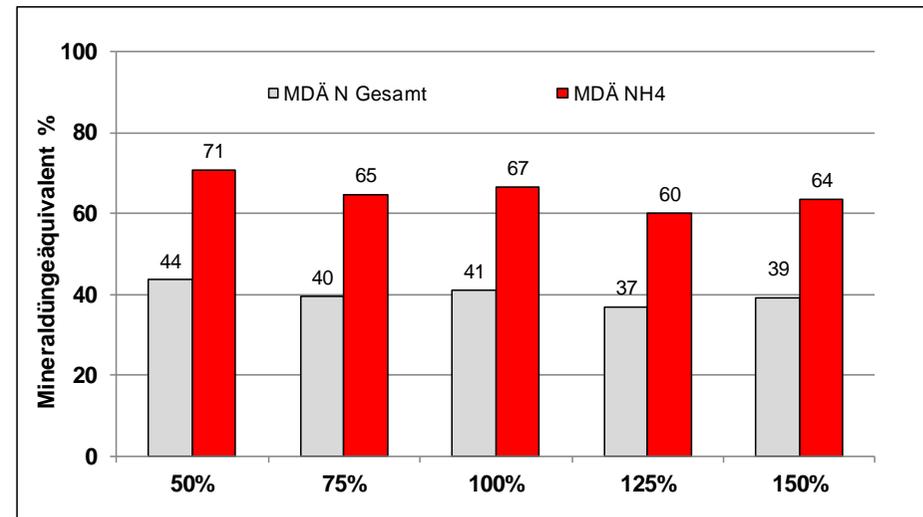


Abb. 8: Mineraldüngeäquivalente (%) von Wintertriticale; Mittel der Jahre; n=2;

Wirkung von Biogasgärresten bei Weidelgras

Trockenmasseerträge und Rohproteingehalte

Weidelgras (Abb.9) stellt eine gute Winterzwischenfrucht in Biogasfruchtfolgen dar. Durch das Ausbringen von Biogasgärresten (zw. 111 und 331 kg Gesamt-N/ha) vor der Saat bzw. nach dem ersten Schnitt können Erträge zw. 38 und 58 dt/ha erzielt werden. Die Rohproteingehalte reichen von 10,2 bis 11,5 % in der Trockenmasse.

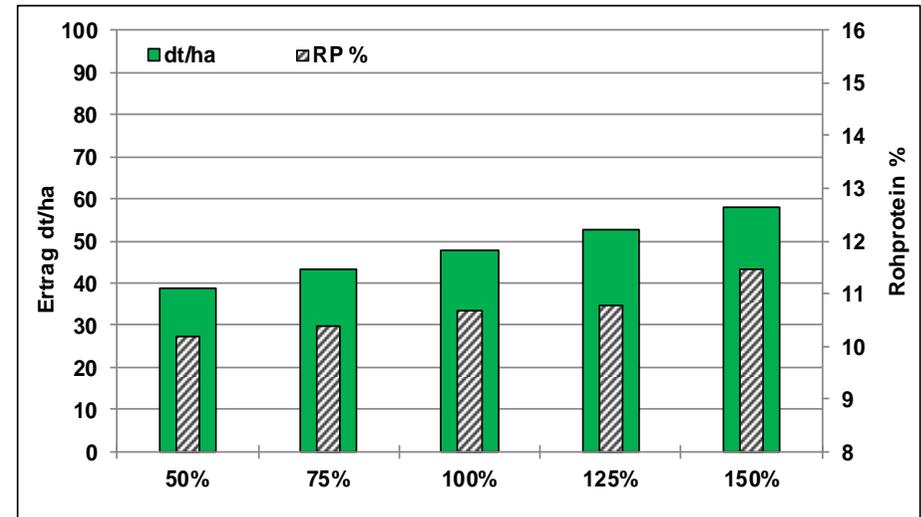


Abb. 9: Trockenmasseerträge (dt/ha) und Rohproteingehalte (%) von Weidelgras; Mittel der Jahre; n=2; GD TM-Ertrag (5%)= 4,5 und GD RP (5%)=0,1

N-Effizienz

Das MDÄ von Weidelgras ist unabhängig von der Ausbringmenge mit ca. 35 % (bezogen auf N-Gesamt) relativ gering, siehe Abbildung 10.

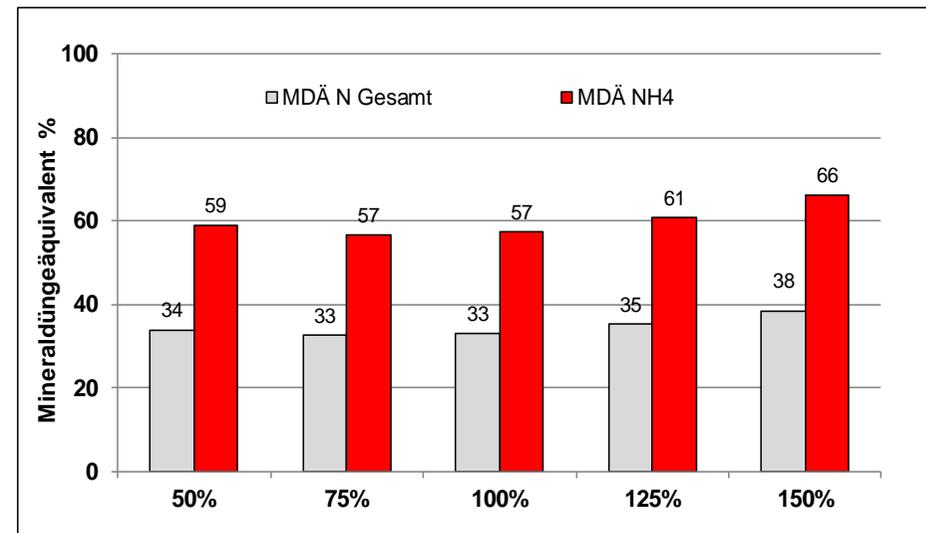


Abb. 10: Mineraldüngeräquivalente (%) von Mais; Mittel der Jahre; n=2;

Vergleich verschiedener Biogasgärreste und Rindergülle im Mittel der Fruchtfolge

Trockenmasseerträge und Rohproteingehalte

Im Versuch wurden fünf Biogasgärreste unterschiedlicher Herkünfte getestet, wobei eine der Varianten aus einer separiert festen Phase bestand. Bei allen Versuchsgliedern wurden hohe Gärrestmengen (100 % BGR) ausgebracht, im Mittel der Jahre zw. 196 und 269 kg Gesamt-N/ha und Jahr. Zum Vergleich wurde auch Rindergülle eingesetzt, siehe Abbildung 11.

N-Effizienz

Die Mineraldüngeäquivalente der vier Standard-Biogasgärreste (BGR 1 bis BGR 4) schwanken im Mittel der Fruchtfolge zwischen ca. 39 – 51 % (bezogen auf N-Gesamt). BGR 2 wirkt bezogen auf N-Gesamt tendenziell besser, BGR 3 wirkt bezogen auf NH₄-N tendenziell besser und Rindergülle in der Tendenz schlechter (bezogen auf N-Gesamt und NH₄-N). Nur die separiert feste Phase unterscheidet sich durch eine schlechte Nährstoffwirkung signifikant von den anderen: dies ist durch den hohen pH-Wert (im Mittel 8,7) und dem hohen TS-Gehalt (im Mittel 24,5 %) zu erklären; beides führt zu hohen Ammoniakverlusten, die die N-Effizienz des Gärrestes vermindern. BGR 3 ist in seiner Wirkung tendenziell besser, weil der TS-Gehalt mit durchschnittlich 5,3 % relativ gering ist und der Gärrest gut in den Boden einsickert. Außerdem ist dessen pH-Wert mit 7,4 geringer als der pH-Wert der anderen geprüften Gärreste, wodurch Ammoniakverluste geringer ausfallen. Gärrest 1 und 4 liegen mit pH-Werten von 7,8 und 7,9 und TS-Gehalten zwischen 5,9 und 6,8 im mittleren Bereich (Abb. 12).

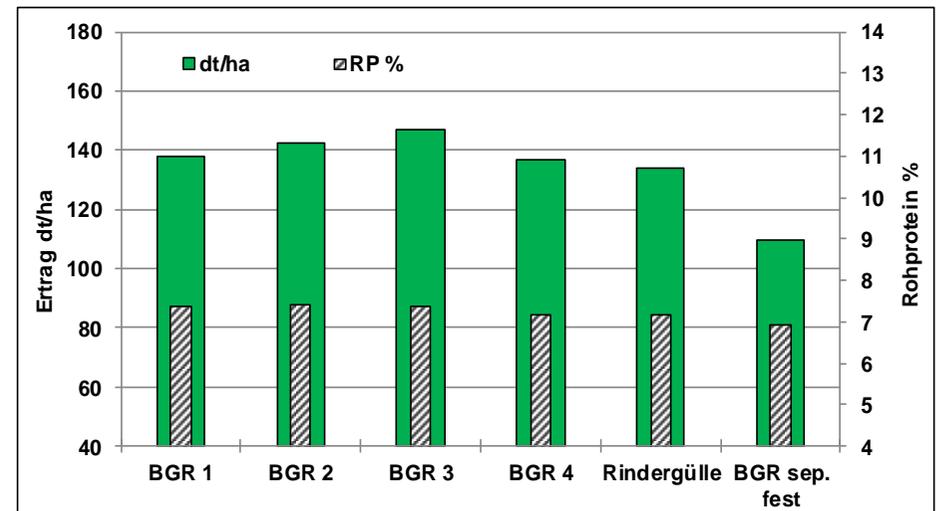


Abb. 11: Trockenmasseerträge (dt/ha) und Rohproteingehalte (%) im Mittel der Fruchtfolge und im Mittel der Jahre; n=6; GD TM-Ertrag (5%)= 6,2 und GD RP (5%)=0,3

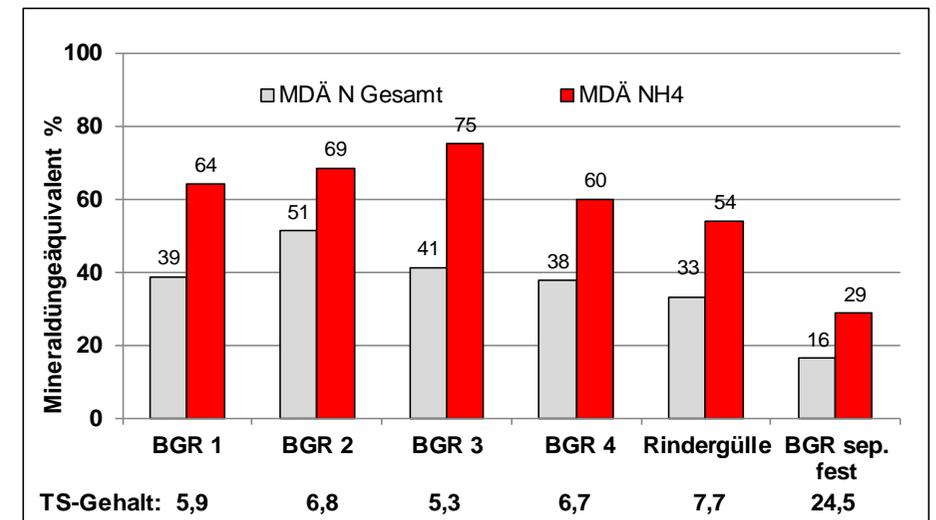


Abb. 12: Mineraldüngeäquivalente (%) im Mittel der Fruchtfolge und im Mittel der Jahre; n=6

Wirkung von Biogasgärresten nach dem Einsatz von Nitrifikationshemmstoffen im Mittel der Fruchtfolge

Trockenmasseerträge und Rohproteingehalte

Durch den Einsatz der Nitrifikationshemmstoffe Entec flüssig und Piadin konnten im Mittel der Fruchtfolge keine signifikant höheren Erträge erzielt werden. Auch der Rohproteinерtrag ist nicht verschieden gegenüber der Standardvariante „BGR 1“, siehe Abbildung 13.

N-Effizienz

Die Mineraldüngeräquivalente zeigen ebenfalls keine signifikant höhere Nutzungseffizienz des Stickstoffs durch die Zugabe von Nitrifikationshemmstoffen, siehe Abbildung 14.

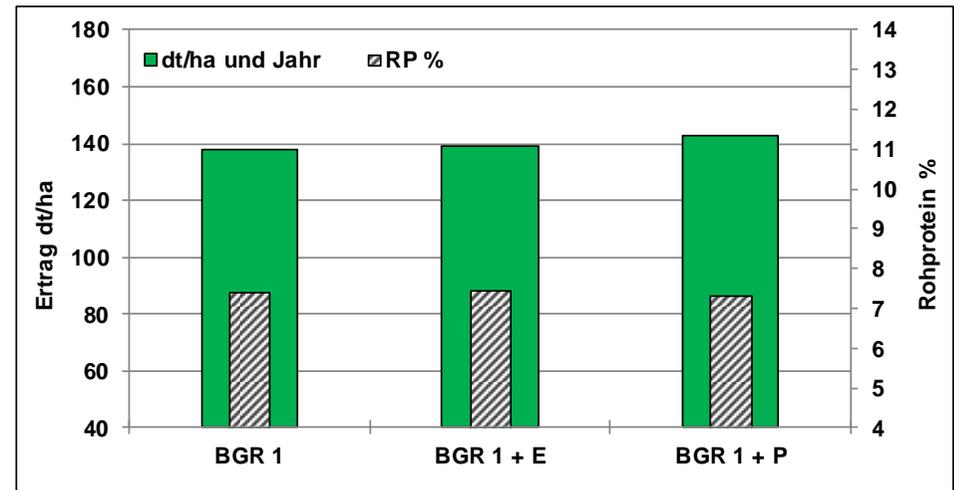


Abb. 13: Trockenmasseerträge (dt/ha) und Rohproteingehalte (%) im Mittel der Fruchtfolge und im Mittel der Jahre; n=6; GD TM-Ertrag (5%)= 6,2 und GD RP (5%)=0,3

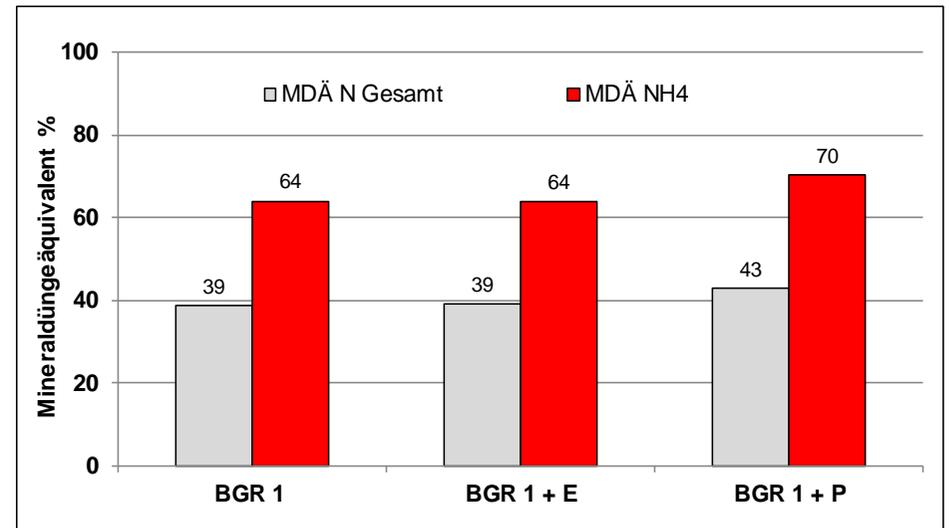


Abb. 14: Mineraldüngeräquivalente (%) im Mittel der Fruchtfolge und im Mittel der Jahre; n=6

Nährstoffbilanz

Die Stickstoffsalden unterscheiden sich nicht durch die Zugabe der Nitrifikationshemmstoffen Entec flüssig und Piadin, siehe Abbildung 15.

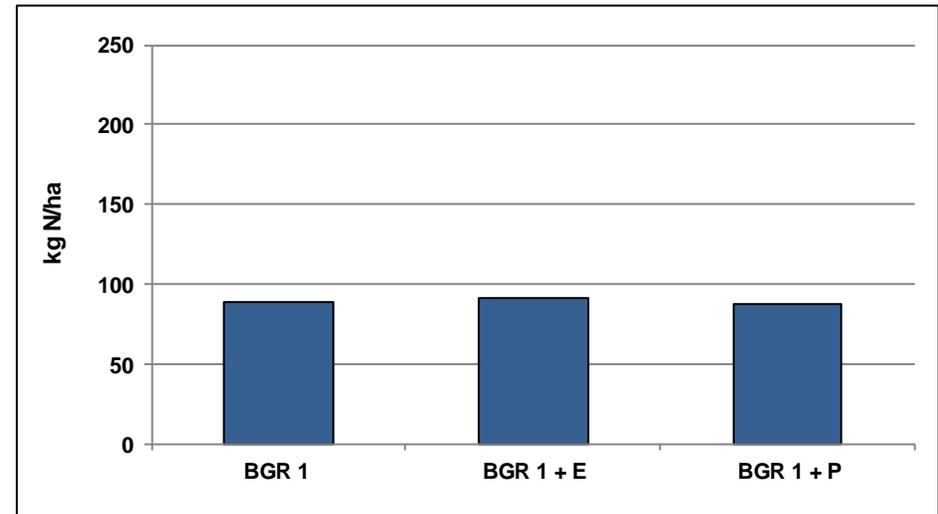


Abb. 15: N-Salden im Mittel der Fruchtfolge mit und ohne Nitrifikationsinhibitor; Mittel der Jahre, n=6;

N_{min}-Gehalte nach einer Biogasgärrestdüngung und Mineraldüngung im Mittel der Fruchtfolge

Die N_{min}-Proben, die im November gezogen wurden, zeigen geringe Unterschiede zwischen den Versuchsgliedern (Abb.16). Eine Gefährdung des Grundwassers ist bei einer bedarfsgerechten Düngung sowohl mit Biogasgärresten, als auch bei einer Mineraldüngung relativ gering. Sehr hohe Ausbringungsmengen (150 % BGR bzw. 55 BGR m³/ha) verursachen in der Tendenz höhere N_{min}-Gehalte. Der Einsatz von Entec führt zu keiner signifikanten Veränderung im N_{min}-Gehalt.

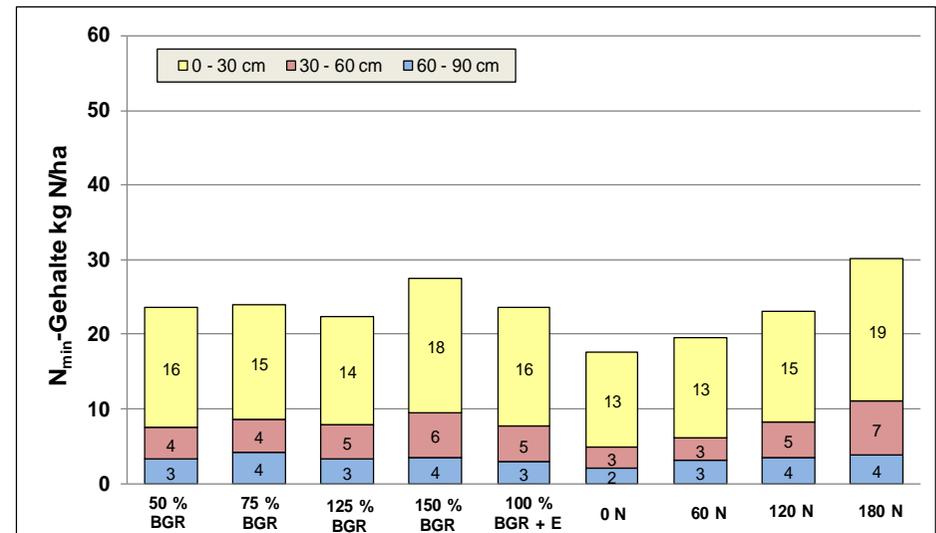


Abb. 16: N_{min}-Gehalte im November; Mittel der Fruchtfolge und Jahre; n=6

Fazit

- Gärrestmenge:
das Mineraldüngeäquivalent sinkt mit steigender BGR-Ausbringmenge, besonders beim Silomais
- Gärrestart:
 - der TS-Gehalt hat einen deutlichen Einfluss auf die N-Verwertung in organischen Düngern. Je geringer der TS-Gehalt, desto höher die N-Effizienz
 - 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
- stabilisierte Dünger:
durch den Einsatz von Entec flüssig oder Piadin können bei den geprüften Bodenarten und Terminen (zeitnahe Ausbringung zur Saat) keine signifikanten Mehrerträge erreicht werden
- Wirkung von Biogasgärresten in Abhängigkeit der Fruchtart:
Mais verwertet Gärrestmengen bis 170 kg N/ha besser als Triticale