

Versuchsergebnisse aus Bayern 2015 bis 2017

N-Düngung zu Wintergerste



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. Offenberger, L. Heigl, T. Eckl,
Kontakt: Tel.: 08161/8640-5499, Fax: 08161/8640-5089
E-Mail: Matthias.Wendland@LfL.bayern.de
<http://www.LfL.bayern.de/>

Standortbeschreibung	3
Düngeplan	5
Erträge, N-Abfuhr.....	6
Osterseeon	6
Rotthalmünster.....	7
Landsberg.....	8
Wöllershof.....	9
Weiterndorf	10
Gelchsheim	11
Günzburg	12
Alle Orte.....	13
Kommentar.....	14
Allgemeine Versuchsbeschreibung	14
Funktion und Beschreibung der Düngesysteme:	14
Ergebnisse	15
Erträge:	15
N-Abfuhr:.....	16
N-Bilanz	17
Mineraldüngeräquivalent (MDÄ):.....	17
Nmin-Werte.....	18
Zusammenfassung	19
Fazit	19

Stickstoffdüngung zu Wintergerste

Versuch 525

Versuchsfrage

N-Düngung zu Wintergerste

Standortbeschreibung

Ort	Osterseeon	Rotthalmünster	Landsberg	Wöllershof
Landkreis	Ebersberg	Passau	Landsberg	Neustadt a.d. Waldnaab
Landschaft	Oberbayerisches Moränen-Hügelland	Tertiär-Hügelland	Moränen-Hügelland, Schotter	Ostbayer. Mittelgebirge
Ø Jahresniederschläge (mm)	1007	750	973	672
Ø Jahrestemperatur (°C)	8,4	8,1	7,4	7,7
Höhe über NN (m)	560	375	632	439
Bodentyp	Braunerde	Parabraunerde	Braunerde	Braunerde
Bodenart	sL	sL	uL	IS
Geologische Herkunft	Diluvium	Diluvium	Löss	Tiefengestein
Ackerzahl	47	ca. 70	70	ca. 55

Bodenuntersuchung

Versuchsjahr	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
pH-Wert	6,6	6,5	6,5	5,7	5,7	6,5	6,8	6,8	6,8	6,6	6,3	6,4
P ₂ O ₅ (mg/100 g Boden)	32	24	9	13	13	23	8	8	8	21	16	25
K ₂ O (mg/100 g Boden)	42	15	11	11	11	15	22	22	22	34	24	30
N _{min} -Gehalt im Frühjahr (kg/ha)												
0 – 30 cm	20	20	23	48	31	46	17	21	26	20	17	28
30 – 60 cm	6	5	17	6	8	16	9	12	14	10	5	20
60 – 90 cm	4	4	17	5	4	11	4	9	12	11	6	19
0 – 90 cm	30	29	57	59	43	73	30	42	52	41	28	67

Stickstoffdüngung zu Wintergerste

Versuch 525

Versuchsfrage

N-Düngung zu Wintergerste

Standortbeschreibung

Ort	Weiterndorf			Gelchsheim			Günzburg		
Landkreis	Ansbach			Würzburg			Günzburg		
Landschaft	Nordbayerisches Hügelland			Fränkisches Gäu			Tertiär-Hügelland		
Ø Jahresniederschläge (mm)	690			622			751		
Ø Jahrestemperatur (°C)	7,7			9,1			7,3		
Höhe über NN (m)	400			298			470		
Bodentyp	Parabraunerde			Parabraunerde			Parabraunerde		
Bodenart	sL			uL			sL		
Geologische Herkunft	Keuper und Muschelkalk			Löss			Löss		
Ackerzahl	ca. 45			84			65		
Bodenuntersuchung									
Versuchsjahr	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
pH-Wert	6,9	7	6,8	7,1	7,4		6,5	6,8	6,4
P ₂ O ₅ (mg/100 g Boden)	12	7	6	12	99		14	16	19
K ₂ O (mg/100 g Boden)	16	30	21	15	45		19	25	20
N _{min} -Gehalt im Frühjahr (kg/ha)									
0 – 30 cm	17	17	34	17	13	26	31	29	29
30 – 60 cm	8	6	24	7	6	21	10	13	20
60 – 90 cm	8	22	33	7	4	20	10	12	12
0 – 90 cm	33	45	91	30	23	67	51	54	61

Versuchsfrage

N-Düngung zu Wintergerste

Düngeplan

Vgl.	Düngungsstufe	N-Düngung (kg/ha)				Bemerkung
		org. Düng. zeitig. Frühj.	1.Gabe zeitig. Frühj.	2.Gabe BBCH 31	3.Gabe BBCH 37 - 39	
1	ohne N-Düngung		0	0	0	
2	KAS 100		50	30	20	
3	KAS 140		70	40	30	
4	KAS 170		80	50	40	
5	KAS 200		90	60	50	
6	N nach DSN		DSN	DSN	DSN	
7	N nach Simulation		N-Sim	N-Sim	N-Sim	
8	N nach Sensor 1		N-Sensor 1	N-Sensor 1	N-Sensor 1	
9	Gülle 85 + DSN	85	DSN	DSN	DSN	
10	Gülle 85 + N-Simulaton	85	N-Sim	N-Sim	N-Sim	
11	Gülle 85 + N-Sensor 1	85	N-Sensor 1	N-Sensor 1	N-Sensor 1	
12	Gülle 170 + DSN	170	DSN	DSN	DSN	
13	Gülle 170 + N-Simulaton	170	N-Sim	N-Sim	N-Sim	
14	Gülle 170 + N-Sensor 1	170	N-Sensor 1	N-Sensor 1	N-Sensor 1	
*15	N-Sensor 2		N-Sensor 2	N-Sensor 2	N-Sensor 2	Anhang
*16	Gülle 85 + N-Sensor 2	85	N-Sensor 2	N-Sensor 2	N-Sensor 2	Anhang
*17	Gülle 170 + N-Sensor 2	170	N-Sensor 2	N-Sensor 2	N-Sensor 2	Anhang

Vgl. 15 bis 17 nur in Osterseeon, Landsberg, Rothalmünster und Gelchsheim

Stickstoffdüngung zu Wintergerste

Versuch 525

Erträge, N-Abfuhr

N-Düngung zu Wintergerste

Osterseeon

Erträge, N-Abfuhr, N-Düngung

Ernte 2015 - 2017

Vgl.	Düngungsstufe	2015				2016				2017				2015 - 2017			
		Düngung		Ertrag	N-Abf.	Düngung		Ertrag	N-Abf.	Düngung		Ertrag	N-Abf.	Düngung		Ertrag	N-Abf.
		org.	min.	dt/ha	kg/ha	org.	min.	dt/ha	kg/ha	org.	min.	dt/ha	kg/ha	org.	min.	dt/ha	kg/ha
1	ohne N-Düngung	--	0	26,3	37,4	--	0	29,8	36,1	--	0	37,2	43,9	--	0	31,1	39,1
2	KAS 100	--	100	62,0	92,0	--	100	78,3**	103,3	--	100	86,9	116,9	--	100	75,7	104,1
3	KAS 140	--	140	66,5	103,2	--	140	86,0**	120,8	--	140	97,7	140,8	--	140	83,4	121,6
4	KAS 170	--	170	75,8	127,3	--	170	93,9**	142,5	--	170	104,1	160,5	--	170	91,3	143,4
5	KAS 200	--	200	76,6	141,8	--	200	94,5**	153,9	--	200	104,6	166,6	--	200	91,9	154,1
6	N nach DSN	--	150	76,9	128,3	--	165	89,3	134,4	--	135	97,6	140,2	--	150	87,9	134,3
7	N nach Simulation	--	135	66,9	106,7	--	160	88,8	128,2	--	185	105,8	170,7	--	160	87,2	135,2
8	N nach Sensor 1	--	170	76,2	127,8	--	175	89,5	138,8	--	195	104,4	173,0	--	180	90,0	146,5
9	Gülle 85 + DSN	94	105	66,8	103,2	77	125	91,7	130,9	87	100	92,0	128,2	86	110	83,5	120,8
10	Gü 85+N-Simulation	94	100	68,6	106,3	77	120	90,5	127,0	87	150	103,7	155,8	86	123	87,6	129,7
11	Gü 85+N-Sensor 1	94	145	76,0	124,8	77	135	92,8	138,3	87	165	103,8	166,2	86	148	90,9	143,0
12	Gü 170 + DSN	187	65	66,2	98,9	153	95	90,2	130,5	174	65	87,2	116,5	171	75	81,2	115,3
13	Gü 170+N-Simulation	187	75	66,4	103,6	153	80	86,2	117,8	174	120	100,3	146,8	171	92	84,3	122,7
14	Gü 170+N-Sensor 1	187	115	77,1	123,8	153	110	93,5	133,1	174	160	106,6	169,7	171	128	92,4	142,2
15	N-Sensor 2	--	165	71,5	116,2	--	150	86,4	124,3	--	165	101,5	159,2	--	160	86,5	133,2
16	Gü 85+N-Sensor 2	94	110	69,5	104,2	77	110	89,2	123,0	87	145	103,1	158,4	86	122	87,3	128,5
17	Gü. 170+N-Sensor 2	187	80	72,8	111,3	153	90	91,9	127,9	174	125	106,7	161,2	171	98	90,5	133,4
GD 5%				3,6	5,9			4,5				5,2				2,8	5,5

Düngung organisch: Nges. in kg N/ha; Düngung mineralisch: Summe der 1., 2. und 3. N-Gabe

** adjustierte Werte

Stickstoffdüngung zu Wintergerste

Versuch 525

Erträge

N-Düngung zu Wintergerste

Rotthalmünster

Erträge, N-Abfuhr, N-Düngung

Ernte 2015 - 2017

Vgl.	Düngungsstufe	2015				2016				2017				2015 - 2017			
		Düngung		Ertrag	N-Abf.	Düngung		Ertrag	N-Abf.	Düngung		Ertrag	N-Abf.	Düngung		Ertrag	N-Abf.
		org.	min.	dt/ha	kg/ha	org.	min.	dt/ha	kg/ha	org.	min.	dt/ha	kg/ha	org.	min.	dt/ha	kg/ha
1	ohne N-Düngung	--	0	23,9	24,8	--	0	29,5	35,2	--	0	45,6	45,6	--	0	33,0	35,2
2	KAS 100	--	100	57,0	73,9	--	100	68,3	94,5	--	100	91,8	113,9	--	100	72,4	94,1
3	KAS 140	--	140	63,1	90,2	--	140	76,0	116,1	--	140	106,6	149,6	--	140	81,9	118,6
4	KAS 170	--	170	70,8	107,8	--	170	78,1	131,2	--	170	106,4	150,2	--	170	85,1	129,7
5	KAS 200	--	200	77,4	133,6	--	200	84,2	144,5	--	200	109,7	164,4	--	200	90,4	147,5
6	N nach DSN	--	130	65,8	93,4	--	150	73,4	116,4	--	160	101,3	141,0	--	147	80,2	116,9
7	N nach Simulation	--	145	62,4	90,1	--	165	78,9	131,9	--	170	104,8	149,0	--	160	82,0	123,6
8	N nach Sensor 1	--	195	70,1	115,9	--	155	77,0	122,6	--	155	102,9	142,0	--	168	83,3	126,8
9	Gülle 85 + DSN	84	80	61,3	82,4	85	105	79,4	124,2	85	115	108,8	152,3	85	100	83,2	119,6
10	Gü 85+N-Simulation	84	105	67,5	95,1	85	105	78,9	122,7	85	110	106,9	150,0	85	107	84,4	122,6
11	Gü 85+N-Sensor 1	84	140	68,2	108,5	85	110	78,5	119,6	85	100	106,5	158,6	85	117	84,4	128,9
12	Gü 170 + DSN	168	30	58,1	76,3	170	60	80,5	121,0	170	70	111,3	165,0	169	53	83,3	120,8
13	Gü 170+N-Simulation	168	75	68,0	99,1	170	55	78,3	116,8	170	50	105,2	135,7	169	60	83,8	117,2
14	Gü 170+N-Sensor 1	168	80	73,8	110,3	170	65	81,2	122,6	170	70	112,0	163,2	169	72	89,0	132,0
15	N-Sensor 2	--	175	70,0	111,9	--	125	73,7	108,0	--	125	98,2	125,8	--	142	80,6	115,2
16	Gü 85+N-Sensor 2	84	110	68,0	99,5	85	80	72,9	101,8	85	80	103,5	141,2	85	90	81,5	114,2
17	Gü. 170+N-Sensor 2	168	65	69,7	100,4	170	35	76,3	105,9	170	50	104,5	144,6	169	50	83,5	117,0
GD 5%				4,6				3,9	6,4			4,9	12,6			2,5	5,2

Düngung organisch: Nges. in kg N/ha; Düngung mineralisch: Summe der 1., 2. und 3. N-Gabe

Stickstoffdüngung zu Wintergerste

Versuch 525

Erträge

N-Düngung zu Wintergerste

Landsberg

Erträge, N-Abfuhr, N-Düngung

Ernte 2015 - 2017

Vgl.	Düngungsstufe	2015				2016				2017				2015 - 2017			
		Düngung		Ertrag	N-Abf.	Düngung		Ertrag	N-Abf.	Düngung		Ertrag	N-Abf.	Düngung		Ertrag	N-Abf.
		org.	min.	dt/ha	kg/ha	org.	min.	dt/ha	kg/ha	org.	min.	dt/ha	kg/ha	org.	min.	dt/ha	kg/ha
1	ohne N-Düngung	--	0	52,6	64,1	--	0	45,8	52,7	--	0	51,8	61,6	--	0	50,1	59,5
2	KAS 100	--	100	84,7	105,4	--	100	90,9	127,3	--	100	92,2	122,2	--	100	89,3	118,2
3	KAS 140	--	140	90,3	132,1	--	140	90,6	136,	--	140	103,9	149,0	--	140	95,0	139,1
4	KAS 170	--	170	93,0	150,1	--	170	90,8	142,0	--	170	109,0	166,9	--	170	97,6	153,0
5	KAS 200	--	200	97,5	167,0	--	200	95,4	157,6	--	200	113,4	183,8	--	200	102,1	169,5
6	N nach DSN	--	80	78,3	109,0	--	155	86,3	142,7	--	145	101,3	146,1	--	127	88,6	132,7
7	N nach Simulation	--	120	95,5	145,6	--	165	93,3	157,0	--	135	101,0	145,1	--	140	96,6	149,3
8	N nach Sensor 1	--	150	101,9	161,2	--	170	94,0	158,3	--	195	110,1	176,7	--	172	102,0	165,5
9	Gülle 85 + DSN	86	25	71,7	97,9	69	125	94,6	154,9	83	115	101,0	148,7	79	88	89,1	133,8
10	Gü 85+N-Simulation	86	75	85,1	122,7	69	130	93,6	154,2	83	105	97,1	135,5	79	103	91,9	137,5
11	Gü 85+N-Sensor 1	86	105	98,5	159,2	69	130	92,3	147,7	83	165	108,1	174,4	79	133	99,6	160,5
12	Gü 170 + DSN	172	0	78,9	107,7	137	85	89,4	139,5	166	80	95,8	134,5	128	55	88,0	127,2
13	Gü 170+N-Simulation	172	30	88,8	129,4	137	90	87,8	138,8	166	70	91,3	124,8	158	63	89,3	130,9
14	Gü 170+N-Sensor 1	172	45	91,5	132,0	137	105	93,1	153,5	166	135	106,6	168,1	158	95	97,1	151,2
15	N-Sensor 2	--	120	92,5	138,7	--	140	95,6	156,9	--	180	104,8	165,8	--	147	97,6	153,8
16	Gü 85+N-Sensor 2	86	65	88,3	125,9	69	105	88,8	143,7	83	145	103,5	161,7	79	105	93,5	143,7
17	Gü. 170+N-Sensor 2	172	35	90,5	128,1	137	95	95,2	150,2	166	120	100,8	156,0	158	83	95,5	144,7
GD 5%				6,0	12,8			11,0	16,6			3,7	7,8			3,6	6,7

Düngung organisch: Nges. in kg N/ha; Düngung mineralisch: Summe der 1., 2. und 3. N-Gabe

Stickstoffdüngung zu Wintergerste

Versuch 525

Erträge

N-Düngung zu Wintergerste

Wöllershof

Erträge, N-Abfuhr, N-Düngung

Ernte 2015 - 2017

Vgl.	Düngungsstufe	2015				2016				2017				2015 - 2017			
		Düngung		Ertrag	N-Abf.	Düngung		Ertrag	N-Abf.	Düngung		Ertrag	N-Abf.	Düngung		Ertrag	N-Abf.
		org.	min.	dt/ha	kg/ha	org.	min.	dt/ha	kg/ha	org.	min.	dt/ha	kg/ha	org.	min.	dt/ha	kg/ha
1	ohne N-Düngung	--	0	32,7	38,6	--	0	29,5	33,7	--	0	47,1	56,5	--	0	36,4	42,9
2	KAS 100	--	100	65,6	90,5	--	100	67,1	88,0	--	100	77,8	106,3	--	100	70,2	94,9
3	KAS 140	--	140	74,9	113,1	--	140	78,2	114,8	--	140	84,0	123,7	--	140	79,0	117,2
4	KAS 170	--	170	78,8	129,7	--	170	82,2	127,4	--	170	87,3	138,4	--	170	82,8	131,8
5	KAS 200	--	200	84,0	147,7	--	200	85,0	139,4	--	200	88,9	151,1	--	200	86,0	146,0
6	N nach DSN	--	150	79,4	126,5	--	165	82,3	128,6	--	125	88,5	132,7	--	147	83,4	129,3
7	N nach Simulation	--	145	78,8	119,9	--	155	79,9	118,9	--	150	88,2	133,1	--	150	82,3	124,0
8	N nach Sensor 1	--	170	82,8	134,2	--	210	84,5	142,9	--	150	92,7	143,9	--	177	86,7	140,4
9	Gülle 85 + DSN	84	110	75,8	114,9	85	130	77,6	115,6	85	90	90,1	133,9	85	110	81,2	121,5
10	Gülle 85 + N-Simulation	84	125	80,5	122,4	85	115	77,9	110,4	85	115	91,6	134,7	85	118	83,3	122,5
11	Gülle 85 + N-Sensor 1	84	135	83,1	127,4	85	160	84,7	136,4	85	115	91,9	137,5	85	137	86,6	133,8
12	Gülle 170 + DSN	168	65	66,6	98,5	170	95	76,8	110,4	170	55	84,9	118,9	169	72	76,1	109,2
13	Gülle 170+N-Simulation	168	100	78,3	117,4	170	90	79,8	109,7	170	85	90,7	130,1	169	92	82,9	119,1
14	Gülle 170 + N-Sensor 1	168	110	81,1	124,3	170	135	84,9	133,3	170	90	91,2	137,4	169	112	85,7	131,7
15	N-Sensor 2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
16	Gülle 85 + N-Sensor 2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
17	Gülle 170 + N-Sensor 2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
GD 5%				4,1	8,0			3,8	6,6			6,5	11,2			4,1	8,1

Düngung organisch: Nges. in kg N/ha; Düngung mineralisch: Summe der 1., 2. und 3. N-Gabe

Stickstoffdüngung zu Wintergerste

Versuch 525

Erträge

N-Düngung zu Wintergerste

Weiterndorf

Erträge, N-Abfuhr, N-Düngung

Ernte 2015 - 2017

Vgl.	Düngungsstufe	2015				2016				2017				2015 - 2017			
		Düngung		Ertrag	N-Abf.	Düngung		Ertrag	N-Abf.	Düngung		Ertrag	N-Abf.	Düngung		Ertrag	N-Abf.
		org.	min.	dt/ha	kg/ha	org.	min.	dt/ha	kg/ha	org.	min.	dt/ha	kg/ha	org.	min.	dt/ha	kg/ha
1	ohne N-Düngung	--	0	75,1	90,3	--	0	53,6	60,8	--	0	94,9	132,2	--	0	74,5	94,4
2	KAS 100	--	100	101,1	147,0	--	100	92,4	128,7	--	100	112,6	197,5	--	100	102,0	157,6
3	KAS 140	--	140	102,8	164,4	--	140	103,4	157,0	--	140	110,6	206,4	--	140	105,6	175,9
4	KAS 170	--	170	104,9	174,9	--	170	108,6	176,0	--	170	109,5	210,1	--	170	107,7	187,0
5	KAS 200	--	200	104,5	184,7	--	200	107,7	179,2	--	200	111,6	223,1	--	200	107,9	195,7
6	N nach DSN	--	135	102,4	162,9	--	145	107,8	164,4	--	85	106,4	188,7	--	122	105,5	172,0
7	N nach Simulation	--	115	103,5	155,6	--	120	96,8	139,0	--	95	107,8	184,7	--	110	102,7	159,8
8	N nach Sensor 1	--	150	104,5	168,5	--	155	108,9	168,3	--	105	111,7	200,2	--	137	108,4	179,0
9	Gülle 85 + DSN	90	95	103,8	154,3	87	110	100,8	144,2	88	55	110,5	188,4	88	87	105,0	162,3
10	Gülle 85 + N-Simulation	90	85	105,3	154,6	87	85	94,2	131,6	88	60	108,1	184,4	88	77	102,5	156,9
11	Gülle 85 + N-Sensor 1	90	120	104,0	163,9	87	125	105,6	159,2	88	60	109,1	186,6	88	102	106,2	169,9
12	Gülle 170 + DSN	179	50	98,1	134,6	175	75	99,8	144,2	176	25	107,0	176,3	177	50	101,6	151,7
13	Gülle 170+N-Simulation	179	55	96,8	141,2	175	30	88,7	112,9	176	35	110,9	186,3	177	40	98,8	146,8
14	Gülle 170 + N-Sensor 1	179	85	101,7	156,1	175	100	105,0	157,1	176	55	108,9	192,3	177	80	105,2	168,5
15	N-Sensor 2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
16	Gülle 85 + N-Sensor 2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
17	Gülle 170 + N-Sensor 2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
GD 5%				4,6	8,8			4,3	9,4			4,9	12,5			2,8	6,5

Düngung organisch: Nges. in kg N/ha; Düngung mineralisch: Summe der 1., 2. und 3. N-Gabe

Stickstoffdüngung zu Wintergerste

Versuch 525

Erträge

N-Düngung zu Wintergerste

Gelchsheim

Erträge, N-Abfuhr, N-Düngung

Ernte 2015 - 2017

Vgl.	Düngungsstufe	2015				2016				2017				2015 - 2017			
		Düngung		Ertrag	N-Abf.	Düngung		Ertrag	N-Abf.	Düngung		Ertrag	N-Abf.	Düngung		Ertrag	N-Abf.
		org.	min.	dt/ha	kg/ha	org.	min.	dt/ha	kg/ha	org.	min.	dt/ha	kg/ha	org.	min.	dt/ha	kg/ha
1	ohne N-Düngung	--	0	62,8	69,2	--	0	40,4	49,5	--	0	70,4	88,1	--	0	57,9	69,0
2	KAS 100	--	100	99,8	150,2	--	100	76,9	110,4	--	100	98,3	161,5	--	100	91,6	140,7
3	KAS 140	--	140	107,9	177,8	--	140	87,0	131,7	--	140	91,4	169,6	--	140	95,4	159,7
4	KAS 170	--	170	111,1	188,5	--	170	91,2	143,7	--	170	86,2	170,5	--	170	96,2	167,6
5	KAS 200	--	200	110,5	188,6	--	200	91,1	149,0	--	200	87,4	175,1	--	200	96,3	170,9
6	N nach DSN	--	160	109,4	182,7	--	160	88,3	136,8	--	120	102,7	172,9	--	147	100,1	164,1
7	N nach Simulation	--	125	104,0	165,0	--	165	89,2	142,1	--	120	104,8	174,7	--	137	99,3	160,6
8	N nach Sensor 1	--	200	111,6	192,4	--	175	90,1	144,2	--	125	93,4	166,0	--	167	98,4	167,6
9	Gülle 85 + DSN	86	115	111,8	179,5	83	125	90,0	138,7	85	80	101,1	166,4	85	107	101,0	161,5
10	Gülle 85 + N-Simulation	86	90	103,7	158,1	83	115	88,6	135,4	85	85	102,3	167,3	85	97	98,2	153,6
11	Gülle 85 + N-Sensor 1	86	155	113,2	192,6	83	135	88,6	139,0	85	95	95,8	162,1	85	128	99,2	164,6
12	Gülle 170 + DSN	172	75	107,7	164,0	166	85	86,3	131,4	170	55	101,7	168,2	169	72	98,6	154,5
13	Gülle 170+N-Simulation	172	55	101,5	151,0	166	75	85,0	127,1	170	55	101,5	163,7	169	62	96,0	147,3
14	Gülle 170 + N-Sensor 1	172	115	114,5	189,6	166	90	87,3	134,6	170	75	99,6	168,9	169	93	100,5	164,4
15	N-Sensor 2	--	180	111,4	187,5	--	150	86,6	134,0	--	95	99,1	159,6	--	142	99,0	160,4
16	Gülle 85 + N-Sensor 2	86	130	112,4	184,6	83	110	85,8	127,0	85	60	99,0	154,6	85	100	99,1	155,4
17	Gülle 170 + N-Sensor 2	172	95	113,5	184,9	166	65	81,4	119,2	170	45	96,6	153,8	169	68	97,2	152,6
GD 5%				5,2	9,7			4,3	4,3			6,9	10,3			9,6	14,7

Düngung organisch: Nges. in kg N/ha; Düngung mineralisch: Summe der 1., 2. und 3. N-Gabe

Stickstoffdüngung zu Wintergerste

Versuch 525

Erträge

N-Düngung zu Wintergerste

Günzburg

Erträge, N-Abfuhr, N-Düngung

Ernte 2015 - 2017

Vgl.	Düngungsstufe	2015				2016				2017				2015 - 2017			
		Düngung		Ertrag	N-Abf.	Düngung		Ertrag	N-Abf.	Düngung		Ertrag	N-Abf.	Düngung		Ertrag	N-Abf.
		org.	min.	dt/ha	kg/ha	org.	min.	dt/ha	kg/ha	org.	min.	dt/ha	kg/ha	org.	min.	dt/ha	kg/ha
1	ohne N-Düngung	--	0	75,2	102,5	--	0	72,6	103,5	--	0	60,7	78,2	--	0	69,5	94,7
2	KAS 100	--	100	99,1	155,5	--	100	82,0	146,3	--	100	88,9	138,3	--	100	90,0	146,7
3	KAS 140	--	140	103,3	170,3	--	140	87,1	162,7	--	140	94,9	154,0	--	140	95,1	162,3
4	KAS 170	--	170	103,7	179,4	--	170	84,3	162,4	--	170	99,8	171,5	--	170	95,9	171,2
5	KAS 200	--	200	104,2	191,3	--	200	86,3	163,8	--	200	104,6	187,9	--	200	98,4	181,0
6	N nach DSN	--	150	105,3	172,2	--	135	86,4	152,2	--	150	95,4	159,9	--	145	95,7	161,5
7	N nach Simulation	--	150	101,5	164,9	--	145	87,2	156,9	--	150	99,2	161,3	--	148	96,0	161,0
8	N nach Sensor 1	--	120	102,4	160,6	--	110	87,1	150,0	--	135	96,9	158,6	--	122	95,5	156,4
9	Gülle 85 + DSN	85	105	102,3	164,8	83	100	87,3	149,8	83	110	96,1	158,8	84	105	95,2	157,9
10	Gülle 85 + N-Simulation	85	115	105,3	168,1	83	95	87,1	153,0	83	110	97,3	159,3	84	107	96,6	160,1
11	Gülle 85 + N-Sensor 1	85	80	100,0	152,8	83	70	87,4	150,3	83	90	87,4	143,6	84	80	91,6	148,9
12	Gülle 170 + DSN	170	65	99,7	159,1	166	60	85,7	152,4	166	75	93,7	156,4	167	67	93,0	156,0
13	Gülle 170+N-Simulation	170	80	103,7	165,9	166	55	84,0	149,4	166	70	94,2	155,0	167	68	94,0	156,8
14	Gülle 170 + N-Sensor 1	170	60	101,9	161,4	166	55	86,5	148,2	166	70	93,2	153,4	167	62	93,9	154,4
15	N-Sensor 2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
16	Gülle 85 + N-Sensor 2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
17	Gülle 170 + N-Sensor 2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
GD 5%				3,7	12,0			5,5	9,7			3,8	7,1			2,5	5,6

Düngung organisch: Nges. in kg N/ha; Düngung mineralisch: Summe der 1., 2. und 3. N-Gabe

Stickstoffdüngung zu Wintergerste

Versuch 525

Erträge

N-Düngung zu Wintergerste

Alle Orte

Erträge, N-Abfuhr, N-Düngung

Ernte 2015 - 2017

Vgl.	Düngungsstufe	2015				2016				2017				2015 - 2017			
		Düngung		Ertrag	N-Abf.	Düngung		Ertrag	N-Abf.	Düngung		Ertrag	N-Abf.	Düngung		Ertrag	N-Abf.
		org.	min.	dt/ha	kg/ha	org.	min.	dt/ha	kg/ha	org.	min.	dt/ha	kg/ha	org.	min.	dt/ha	kg/ha
1	ohne N-Düngung	--	0	49,8	61,0	--	0	43,0	53,1	--	0	58,2	72,3	--	0	50,4	62,1
2	KAS 100	--	100	81,3	116,4	--	100	79,4	113,9	--	100	92,6	136,7	--	100	84,5	122,3
3	KAS 140	--	140	86,9	135,8	--	140	86,9	134,1	--	140	98,4	156,2	--	140	90,8	142,0
4	KAS 170	--	170	91,2	151,1	--	170	89,9	146,4	--	170	100,3	166,9	--	170	93,8	154,8
5	KAS 200	--	200	93,5	164,9	--	200	92,0	155,3	--	200	102,9	178,9	--	200	96,2	166,4
6	N nach DSN	--	136	88,2	139,3	--	154	87,7	139,4	--	131	99,0	154,5	--	141	91,6	144,4
7	N nach Simulation	--	134	87,5	135,4	--	154	87,7	139,1	--	144	101,7	159,8	--	144	92,3	144,8
8	N nach Sensor 1	--	165	92,8	151,5	--	164	90,2	146,5	--	151	101,7	165,8	--	160	94,9	154,6
9	Gülle 85 + DSN	87	91	84,8	128,1	81	117	88,8	136,9	85	95	99,9	153,8	85	101	91,2	139,6
10	Gülle 85 + N-Simulation	87	99	88,0	132,4	81	109	87,3	133,5	85	105	101,0	155,3	85	105	92,1	140,4
11	Gülle 85 + N-Sensor 1	87	126	91,9	147,0	81	124	90,0	141,5	85	113	100,4	161,3	85	121	94,1	149,9
12	Gülle 170 + DSN	174	50	82,2	119,9	162	79	87,0	132,8	170	61	97,4	148,0	169	63	88,8	133,5
13	Gülle 170+N-Simulation	174	67	86,2	129,6	162	68	84,3	124,7	170	69	99,2	148,9	169	68	89,9	134,4
14	Gülle 170 + N-Sensor 1	174	87	91,7	142,5	162	94	90,2	140,4	170	94	102,6	164,7	169	92	94,8	149,2
*15	N-Sensor 2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
*16	Gülle 85 + N-Sensor 2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
*17	Gülle 170 + N-Sensor 2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
GD 5%																1,5	2,9

Düngung organisch: Nges. in kg N/ha; Düngung mineralisch: Summe der 1., 2. und 3. N-Gabe; *Var. 15 -17 nur an 4 Standorten

Allgemeine Versuchsbeschreibung

Eine optimierte Stickstoffdüngung zu landwirtschaftlichen Kulturen ist eine Grundvoraussetzung für hohe Erträge und gleichzeitig geringe Stickstoffverluste. Grundlage hierfür ist eine an den Ertragserwartungen angepasste Stickstoff (N)-Düngemenge. Dies betrifft sowohl die mineralische als auch die organische Düngung.

Um den Einfluss dieser Faktoren erforschen und optimieren zu können, wurden in Bayern Versuche mit mindestens 14 Düngevarianten an den Standorten Osterseeon, Landsberg, Rotthalmünster, Wöllershof, Weiterndorf, Gelchsheim und Günzburg ortswechselnde Versuche zu Wintergerste mit einer Laufzeit von jeweils drei Jahren durchgeführt. An den Orten Osterseeon, Landsberg, Rotthalmünster und Gelchsheim wurden zusätzlich 3 Düngevarianten (Sensor 2, Var. 15 bis 17) geprüft. In diesen Varianten wird, je nach Pflanzenbestand, die N-Menge reduziert und soll somit zu einer geringeren Nitratverlagerung führen (Wasserschutz).

Es wurden die Systeme DSN (Düngeberatungssystem Stickstoff), N-Sensor und N-Simulation jeweils mit bzw. ohne organischer Düngung auf den Ertrag, Qualität und die Einflüsse auf die Umwelt (z.B. Nmin-Gehalt, N-Bilanz) geprüft. Dabei erfolgt die Aufteilung der N-Gaben variabel und nach unterschiedlichen Kriterien. Zum Vergleich wurde eine starre Mineraldüngersteigerung mit 5 N-Stufen (0 -200 kg/ha) angelegt. Die Gülle wurde mit Gießkannen auf die Parzellen ausgebracht wobei das Gülleband in jede zweite Drillreihe gelegt wurde. Auf diese Art wurde die Ausbringtechnik Schleppschlauch nachgestellt. Auf den Standorten Osterseeon, Landsberg, Wöllershof und Weiterndorf kam Rindergülle (ca. 7,1 % TS), in Gelchsheim und Günzburg Biogasgärrest (ca. 6,1 % TS) zum Einsatz. In Rotthalmünster wurde Schweinegülle (3,1 % TS) ausgebracht.

Um die N-Wirkung organischer Dünger im Anwendungsjahr einzustufen und vergleichen zu können, ist das Mineraldüngeräquivalent (MDÄ)

ein guter Parameter. Die N-Verfügbarkeit organischer Düngemittel wird dabei in Beziehung zur N-Verfügbarkeit mineralischer Dünger gesetzt und ist somit ein Indiz für die Ausnutzung organischer Düngemittel im Vergleich zu Mineraldünger. In der Regel wird das MDÄ in % relativ zur Wirkung von N-Mineraldünger dargestellt.

Funktion und Beschreibung der Düngeysteme:**DSN**

Das Düngeberatungssystem Stickstoff (DSN) ist die in Bayern am meisten eingesetzte Methode, um genaue Beratungsaussagen treffen zu können. Aufbauend auf einen N-Sollwert wird unter Berücksichtigung des N_{\min} -Wertes im Frühjahr und weiteren Zu- und Abschlägen (Vorfrucht, Boden, Ertragserwartung, ...) der Düngebedarf errechnet. Des Weiteren wird dann die zu düngende Gesamt-N-Menge berechnet.

N-Sensor

Der in diesen Versuchen verwendete Sensor stammt von der Firma YARA. Die berührungsfreie Messung der N-Versorgung der Pflanzen mittels Sensoren (online) beruht auf der Lichtreflektion der Blattmasse und erfolgte vor der 2. (BBCH 31) und 3. N-Gabe (BBCH 37-39). Die Höhe der auszubringenden N-Mengen wurde von der an der LfL entwickelten Düngeableitung aus dem Sensorwert berechnet. Die Höhe der 1. N-Gabe wurde unter Berücksichtigung des N_{\min} -Gehaltes bestimmt

N-Simulation

Bei der N-Simulation erfolgt die Berechnung des Düngebedarfs ähnlich wie bei DSN. Im Gegensatz zu DSN wird der N_{\min} -Wert im Frühjahr zu Vegetationsbeginn nicht gemessen, sondern aus verschiedenen Einflussfaktoren wie Witterung, Boden, Vorfrucht usw. berechnet. Zusätzlich wird die N-Wirkung der org. Düngung nicht nach einem festen Schema sondern anhand verschiedener Witterungsdaten der nächstgelegenen Wetterstation abgeschätzt.

Ergebnisse

Erträge:

In Abbildung 1 ist der Ertrag in dt/ha (86 % TM) sowie die ausgebrachten N-Mengen (organisch und mineralisch) im Mittel aus 3 Jahren der Varianten 1 – 14 dargestellt. Dabei ging in den Mineraldüngervarianten mit einer Erhöhung der N-Menge eine Steigerung des Ertrages einher. Die Erträge der drei Düngeberatungssysteme DSN, N-Simulation und N-Sensor unterschieden sich nur geringfügig. Eine Düngung nach Empfehlung des N-Sensors brachte einen Ertrag von 95 dt/ha und lag damit über dem der DSN-Variante, wo 92 dt/ha ermittelt wurden. Allerdings wurden in der Sensor-Variante 20 kg N/ha mehr gedüngt.

In den Güllevarianten (85 bzw. 170 kg N/ha) kamen die Dünagesysteme ebenfalls zum Einsatz. Auch hier konnte mit dem N-Sensor im Vergleich zu den beiden anderen Dünagesystemen Mehrerträge erzielt werden. Dazu war eine um ca. 20 bis 30 kg höhere N-Menge nötig. Obwohl in einer kombinierten Variante (Gülle mit Mineraldüngung) mit 260 kg N/ha die höchste N-Menge ausgebracht wurde, konnte der Höchstertrag von 96,2 dt in der reinen Mineraldüngervariante (200 kg N/ha) nicht erreicht werden.

Die Erträge sowie die ausgebrachten N-Mengen (organisch und mineralisch) der an 4 Orten zusätzlich angelegten Varianten mit einer Düngung nach N-Sensor 2 sind in Abbildung 2 dargestellt. Bei diesem Dünagesystem erfolgt eine Reduzierung der N-Menge je nach Pflanzenbestand, im Vergleich zu einer Düngung nach N-Sensor 1. In diesem Versuch wurden, je nach Variante, nach Empfehlung von Sensor2 ca. 25 kg N/ha weniger gedüngt. Somit soll die Gefahr einer Nitratverlagerung in tiefere Schichten gemindert werden und zum Wasserschutz beitragen. Die Erträge fielen um 2,5 bis 3 dt /ha ab.

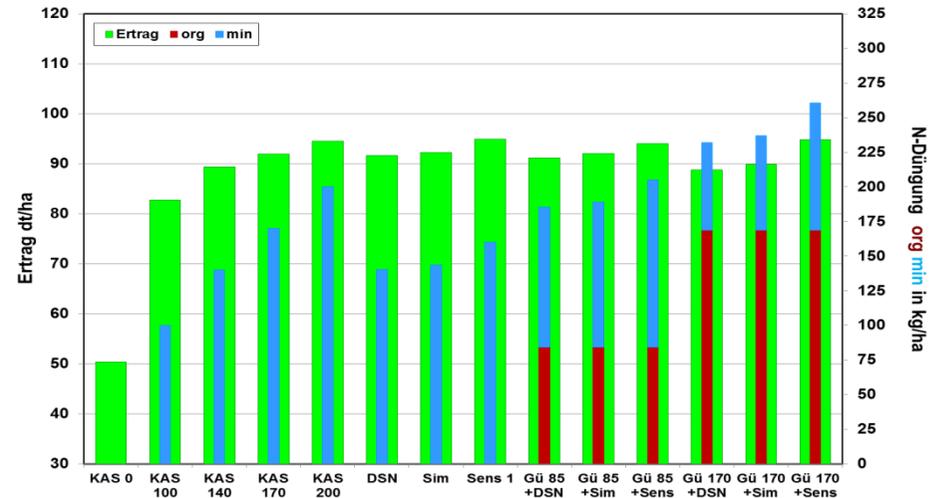


Abb. 1: Erträge bei verschiedenen Dünagesystemen zu Wintergerste, Mittel aus 2015 bis 2017, alle Orte, n=21

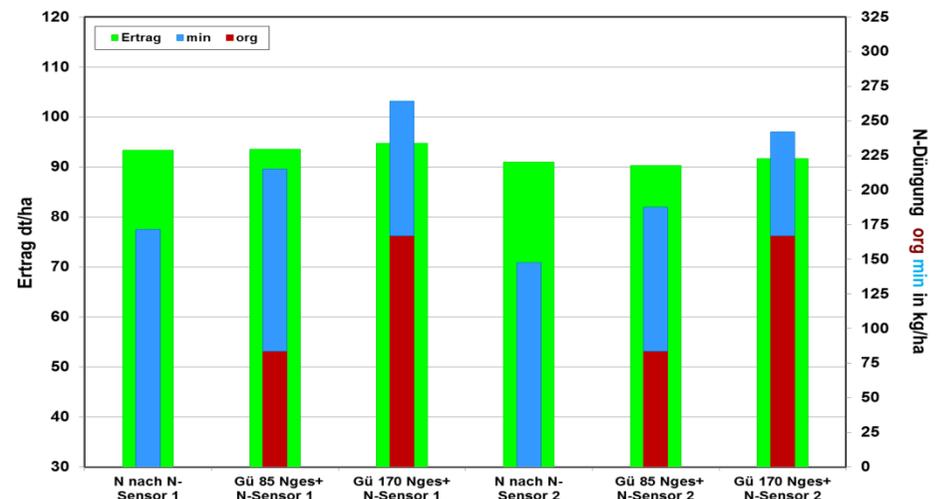


Abb. 2: Erträge bei reduzierter N-Düngung zu Wi-Gerste, Vergleich Sensor1 mit Sensor2, Mittel aus 2015 bis 2017, 4 Orte, n=12

N-Abfuhr:

Die N-Abfuhr ist neben der ausgebrachten N-Menge (org. und min.) der entscheidende Faktor zur Berechnung des N-Saldos. Abbildung 3 zeigt die N-Abfuhr sowie die ausgebrachten N-Mengen (organisch und mineralisch) im Mittel aus 3 Jahren der Varianten 1 – 14 in kg N/ha. Dabei ist zu sehen, dass in den Varianten mit organischer Düngung mit bis zu 260 kg N/ha die höchsten Gesamt-N-Mengen ausgebracht wurden. Obwohl in den Mineraldüngervarianten zum Teil deutlich weniger gedüngt wurde, konnte mehr Stickstoff abgefahren werden. Insgesamt führten die ausgebrachten hohen N-Mengen in den Güllevarianten und den niedrigen N-Abfuhr zu hohen N-Überhängen.

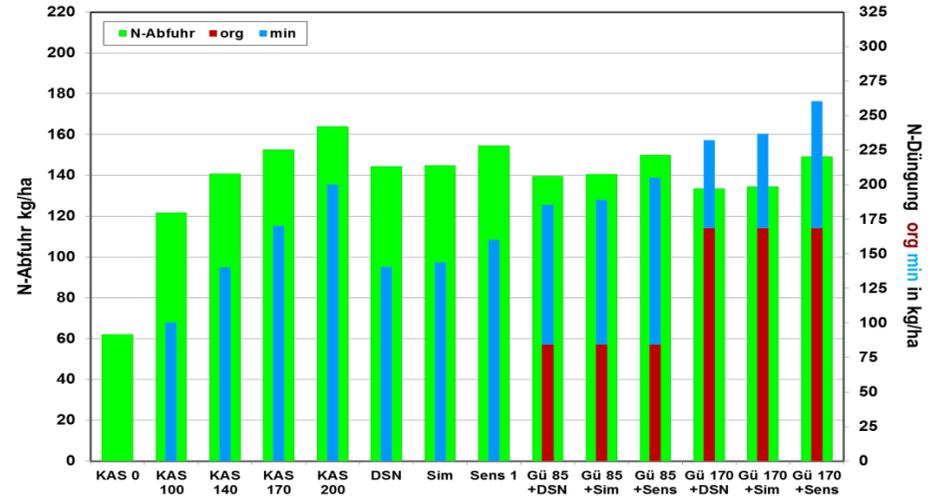


Abb. 3: N-Abfuhr bei verschiedenen Düngesystemen zu Wintergerste, Mittel aus 2015 bis 2017, alle Orte, n=21

Die N-Abfuhr und die ausgebrachten N-Mengen (org. und min.) der an 4 Standorten zusätzlich angelegten Varianten mit einer Düngung nach N-Sensor 1 bzw. Sensor 2 sind in Abbildung 4 dargestellt. Bei diesem Düngesystem erfolgt eine Reduzierung der N-Menge, je nach Pflanzenbestand, im Vergleich zu einer Düngung nach N-Sensor 1. In diesem Versuch wurden, je nach Variante, ca. 25 kg N/ha weniger gedüngt. Die N-Abfuhr nahm jedoch nur um 10 bis 14 kg N/ha ab.

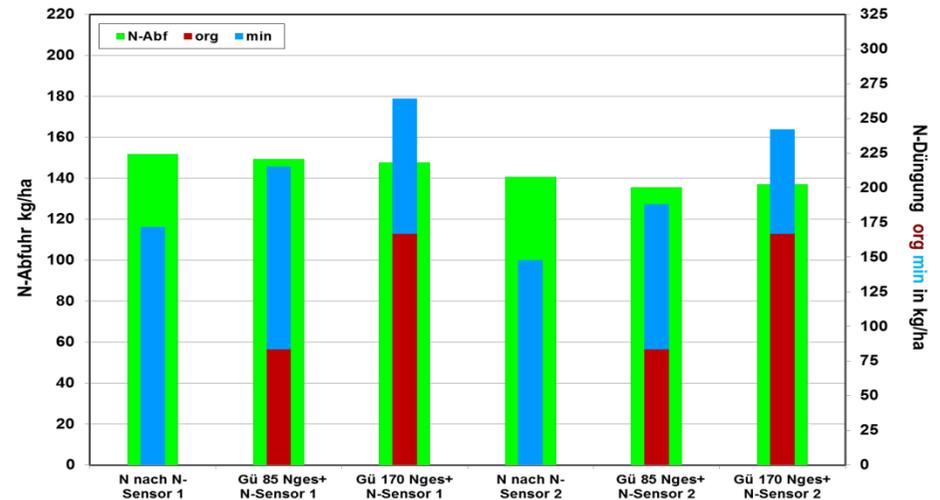


Abb. 4: N-Abfuhr bei reduzierter N-Düngung zu Wi-Gerste, Vergleich Sensor1 mit Sensor2, Mittel aus 2015 bis 2017, 4 Orte, n=12

N-Bilanz

Ziel der Bilanzierung ist es, einen Überblick über die der Fläche (Betrieb) zugeführten Nährstoffe zu gewinnen. Hohe Überschüsse können z.B. ein Indikator für einen nicht optimalen Einsatz von Wirtschaftsdüngern sein. Bei den N-Salden (Abbildung 5) sind deutliche Unterschiede erkennbar. In den Mineraldüngervarianten kamen Bilanzwerte von -62 bis 34 kg N/ha zustande. Bei den Kombinationen Gülle mit Mineraldüngung traten in den Varianten mit hohen Güllemengen (170 kg N/ha) Überhänge von 74 bis 86 kg N/ha auf. Aufgrund der schwachen Gülle-N-Wirkung und der damit verbundenen niedrigen N-Abfuhr, kamen diese hohen Bilanzüberhänge zustande. Bei einer Düngung mit 85 kg N/ha über Gülle lagen die Überhänge bei 33 bis 43 kg N/ha. Viehhaltende Betriebe können den Grenzwert von 50 kg (DüV) nur bei einem effizienten Einsatz der Wirtschaftsdünger und einer optimalen mineralischen N-Ergänzung einhalten.

Mineraldüngeräquivalent (MDÄ):

Abbildung 6 zeigt das Mineraldüngeräquivalent bei unterschiedlichen Güllemengen. Hier zeigt sich, dass bei einer organischen Düngung mit 85 kg N/ha eine N-Effizienz von 49 % (bezogen auf N-Gesamt) erreicht wurde. Bei einer Ausbringung von 170 kg N/ha sank die N-Effizienz auf 45 %. Obwohl die Gülle mit einer bodennahen Technik ausgebracht wurde, ist hier eine insgesamt niedrige N-Effizienz ersichtlich. Wenn eine Einarbeitung der Gülle nicht möglich ist, sind die Ausbringetechnik sowie die Witterungsbedingungen bei der Ausbringung für eine effiziente N-Ausnutzung entscheidend. Dies bedeutet, dass die Gülle z.B. bei kühlen Temperaturen ausgebracht werden sollte. Laut aktueller Düngeverordnung (DüV) müssen bei der Düngebedarfsermittlung mindestens 50 % (je nach Art des org. Düngers, Mindestwirksamkeit) der ausgebrachten organischen N-Menge angerechnet werden. Je höher das MDÄ, desto mehr Stickstoff wird aus der org. Düngung wirksam und umso mehr Mineraldünger kann dadurch eingespart werden.

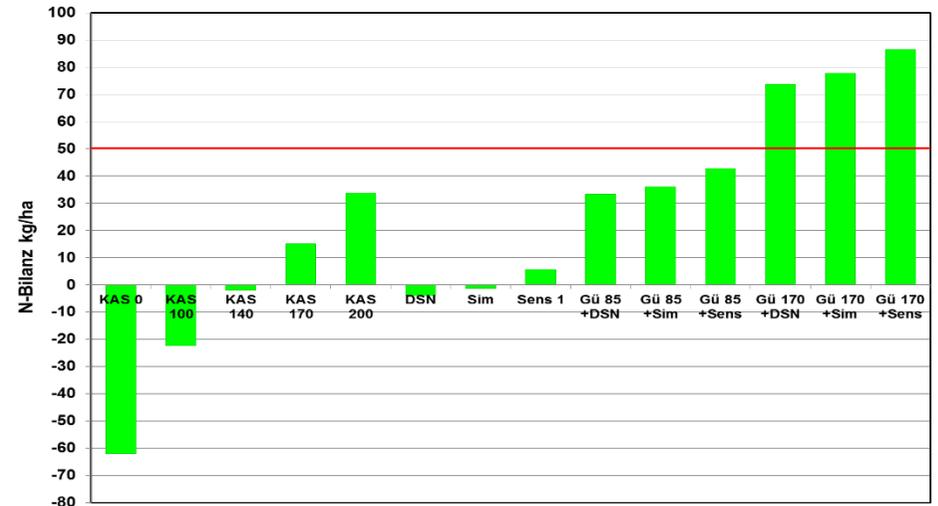


Abb. 5: N-Bilanz bei verschiedenen Düngesystemen zu Wintergerste, Mittel aus 2015 bis 2017, alle Orte, n=21

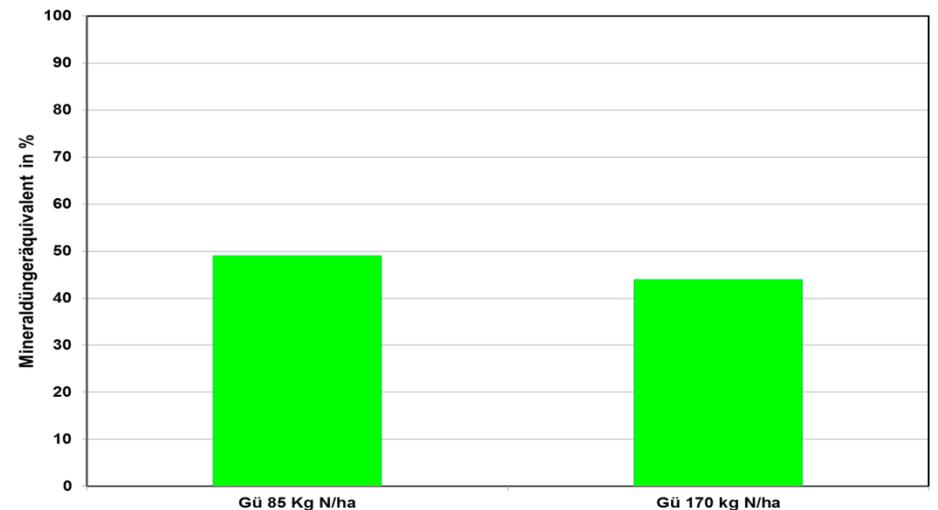


Abb. 6: MDÄ bei verschiedenen Güllemengen zu Wintergerste, Mittel aus 2015 bis 2017, alle Orte, n=21

Nmin-Werte

Die Untersuchung auf pflanzenverfügbaren Stickstoff ist nur auf Acker sinnvoll und erfolgt im Frühjahr bis auf eine Tiefe von 60 cm (0 - 30, 30 - 60 cm). Die Tiefe von 90 - 90 cm wird gegebenenfalls berechnet. Um den Rest-Nmin-Gehalt im Herbst zu bestimmen werden die Proben im November vor der Auswaschungsperiode gezogen. Der mineralische Stickstoff ist für die Pflanzen vollständig verfügbar und muss in der Düngebedarfsermittlung angerechnet werden.

In Abbildung 7 sind die Nmin-Werte nach Ernte der Wintergerste dargestellt. Diese lagen über alle Varianten mit ca. 45 kg N/ha im normalen Bereich. Trotz der zum Teil in einigen Varianten höher ausgebrachte N-Mengen unterschieden sie sich kaum (siehe Abbildung 7).

Abbildung 8 zeigt die Nmin-Werte nach der Ernte mit und ohne reduzierter Düngung. Diese unterschieden sich im Vergleich der Varianten kaum. Die Nmin-Werte bei Düngung nach Sensor 2 (reduzierte Düngung) lagen in etwa auf demselben Niveau wie bei der Düngung nach Sensor 1.

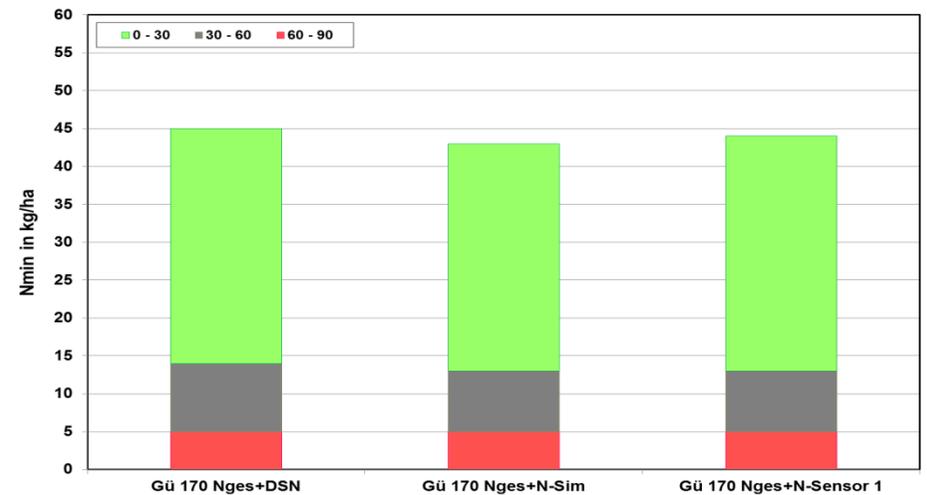


Abb. 7: Nmin-Werte nach der Ernte bei versch. Düngesystemen zu Wintergerste, Mittel aus 2015 bis 2017, alle Orte, n=21

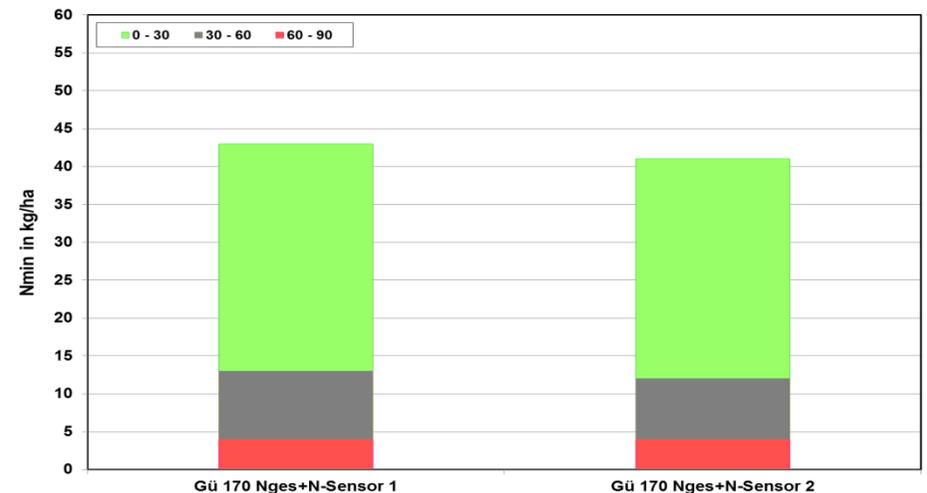


Abb. 8: Nmin-Werte nach Ernte der Wintergerste, Vergleich Sensor1 mit Sensor2, Mittel aus 2015 bis 2017, 4 Orte, n=12

Eine Gegenüberstellung der gemessenen Nmin-Werte (0 – 90cm) mit den simulierten Werten ist in Abbildung 9 dargestellt. Dabei zeigte sich, dass die festgestellten Werte überwiegend übereinstimmen. Bei der Ermittlung der Simulationswerte werden versch. Parameter wie z.B. Wetterdaten (Niederschlag, Verdunstung usw.), Vorfrucht, Bodenart, Bodentyp, Sickerwassermenge usw. berücksichtigt. Die Probenahme bzw. Simulation erfolgt jeweils im Frühjahr vor der Düngung.

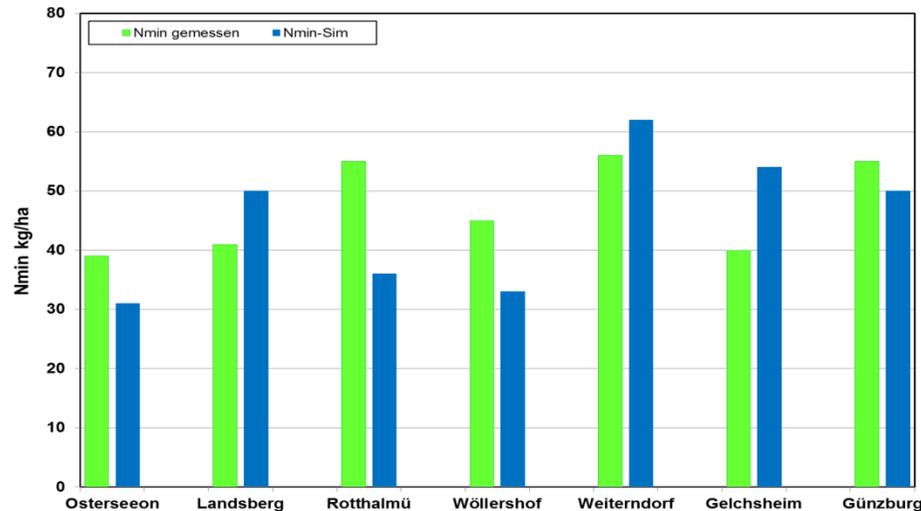


Abb. 9: Nmin-Werte im Frühj. v. d. Düngung, Vergleich Nmin gemessen zu Nmin simuliert, Mittel aus 2015 bis 2017, 7 Orte, n=21

Zusammenfassung

- Düngesysteme

Die Erträge der drei Düngesysteme DSN, N-Simulation und N-Sensor unterschieden sich nur geringfügig. Der Vergleich mit der herkömmlichen Mineraldüngersteigerung zeigte, dass in diesen höhere N-Mengen nötig waren um die Erträge der verschiedenen Düngesysteme zu erreichen.

- Organische Düngung

Trotz bodennaher Ausbringung ergab sich nur ein Mineraldüngeräquivalent von 45 bis 50%. Laut aktueller Düngerverordnung (DüV) muss eine Mindestwirksamkeit von 50 % (je nach Art des organischen Düngers) der ausgebrachten org. N-Menge angerechnet werden. Die Kombinationen Gülle mit Mineraldünger konnte trotz hoher ausgebrachter Ges.-N-Mengen (bis zu 260 kg) nur Erträge erreichen, die z. B. bereits mit 160 kg N mineralisch erzielt wurden.

- Reduzierte Düngung

Ziel einer reduzierten Düngung ist es, die Gefahr einer Nitratverlagerung zu verringern. Die mit dem Sensor 2 ermittelten N-Mengen lagen im Mittel ca. um 25 kg N/ha niedriger als bei Düngung nach Sensor 1. Aufgrund der etwas niedrigeren Erträge verringerte sich die N-Abfuhr um ca. 14 kg N/ha.

Fazit

- Die geprüften Düngesysteme erreichten bei alleiniger Mineraldüngung den Optimalertrag
- Aufgrund der schwachen N-Wirkung der Gülle ist moderne Gülletechnik (z.B. Schleppschuh, Injektion) einzusetzen und bei optimaler Witterung auszubringen
- In viehhaltenden Betrieben wird es schwierig sein, bei hohem Gülleanfall den in der DüV festgelegten Grenzwert (N-Bilanz) von 50 kg N/ha einzuhalten
- Mit der Düngedarfsermittlung nach den geprüften Systemen ist es möglich, größere Bilanzüberhänge zu vermeiden