

Versuchsergebnisse aus Bayern 2015 bis 2017

N-Düngung zu Winterweizen



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/>

Inhaltsverzeichnis

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

Versuchsfrage

N-Düngung zu Winterweizen

Standortbeschreibung

Ort	Osterseeon	Piering	Wöllershof
Landkreis	Ebersberg	Straubing	Neustadt a.d. Waldnaab (NEW)
Landschaft	Oberbayerisches Moränen-Hügelland	Niederbayerisches Gäu	Ostbayerisches Mittelgebirge
Ø Jahresniederschläge (mm)	1007	630	672
Ø Jahrestemperatur (°C)	8,4	8,2	7,7
Höhe über NN (m)	560	344	439
Bodentyp	Braunerde	Parabraunerde	Braunerde
Bodenart	sL	sU	IS
Geologische Herkunft	Diluvium	Diluvium	Tiefengestein
Ackerzahl	47	74	36

Bodenuntersuchung

Versuchsjahr	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	--
pH-Wert	6,6	6,0	6,2	6,7	7,1	6,8	6,6	6,3	
P ₂ O ₅ (mg/100 g Boden)	32	20	11	26	23	14	21	16	
K ₂ O (mg/100 g Boden)	42	14	12	27	16	12	34	24	
N _{min} -Gehalt im Frühjahr (kg/ha)									
0 – 30 cm	17	16		18	17	34	17	16	
30 – 60 cm	5	5		10	19	24	15	5	
60 – 90 cm	4	4		9	35	15	18	13	
0 – 90 cm	26	25		37	71	73	50	34	

Versuchsfrage

N-Düngung zu Winterweizen

Standortbeschreibung

Ort

Weiterndorf

Günzburg

Landkreis
Landschaft

Ansbach
Nordbayerisches Hügelland

Günzburg
Tertiär-Hügelland

Ø Jahresniederschläge (mm)
Ø Jahrestemperatur (°C)
Höhe über NN (m)

690
7,7
400

751
7,3
470

Bodentyp
Bodenart
Geologische Herkunft
Ackerzahl

Parabraunerde
sL
Keuper, Muschelkalk
45

Parabraunerde
uL
Löss
65

Bodenuntersuchung

Versuchsjahr	2015	2016	2017	2015	2016	2017
pH-Wert	7,0	6,8	6,9	6,2	7,1	6,4
P ₂ O ₅ (mg/100 g Boden)	10	7	12	7	13	16
K ₂ O (mg/100 g Boden)	14	20	25	11	21	18

N_{min}-Gehalt im Frühjahr (kg/ha)

0 – 30 cm	19	17	34	23	24	24
30 – 60 cm	13	6	51	27	14	15
60 – 90 cm	38	22	18	37	22	10
0 – 90 cm	70	45	103	87	60	49

Düngeplan

Vgl.	Düngungsstufe	N-Düngung (kg/ha)				
		org. Düng. N zeit. Frühjahr	org. Düng. N BBCH 30	N 1.Gabe zeit. Frühj.	N 2.Gabe BBCH 31	N 3.Gabe BBCH 37-39
1	Ohne N			0	0	0
2	KAS 100			40	40	20
3	KAS 150			50	50	50
4	KAS 180			60	60	60
5	KAS 210			70	70	70
6	DSN			DSN	DSN	DSN
7	N – Simulation			N-Sim	N-Sim	N-Sim
8	N - Sensor 1			N-Sensor 1	N-Sensor 1	N-Sensor 1
9	Gü85+DSN	85		DSN	DSN	DSN
10	Gü85+N-Sim.	85		N-Sim	N-Sim	N-Sim
11	Gü85+Sens 1	85		N-Sensor 1	N-Sensor 1	N-Sensor 1
12	Gü170+DSN	170		DSN	DSN	DSN
13	Gü170+N-Sim	170		N-Sim	N-Sim	N-Sim
14	Gü170+N-Sens1	170		N-Sensor 1	N-Sensor 1	N-Sensor 1
15	Gü170+DSN		170	DSN	DSN	DSN
16	Gü170+N-Sim		170	N-Sim	N-Sim	N-Sim
17	Gü170+Sens 1		170	N-Sensor 1	N-Sensor 1	N-Sensor 1
18	Gü85+85+DSN	85	85	DSN	DSN	DSN
19	Gü85+85+Sim	85	85	N-Sim	N-Sim	N-Sim
20	Gü85+85+Sens1	85	85	N-Sensor 1	N-Sensor 1	N-Sensor 1
21	N-Sensor 2			N-Sensor 2	N-Sensor 2	N-Sensor 2
22	Gü85+Sens 2	85		N-Sensor 2	N-Sensor 2	N-Sensor 2
23	Gü170+ Sens 2	170		N-Sensor 2	N-Sensor 2	N-Sensor 2
24	Gü170 + Sens 2		170	N-Sensor 2	N-Sensor 2	N-Sensor 2
25	Gü85+85+Sens2	85	85	N-Sensor 2	N-Sensor 2	N-Sensor 2

Stickstoffdüngung zu Winterweizen

Versuch 534

Erträge, RP, N-Abfuhr N-Düngung zu Winterweizen

Osterseeton

Ernte 2015 - 2017

Vgl	Düngungsstufe	2015					2016					2017					2015 - 2017				
		Düngung		Ertrag	RP	N-Abf.	Düngung		Ertrag	RP	N-Abf.	Düngung		Ertrag	RP	N-Abf.	Düngung		Ertrag	RP	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	--	0	43,6	9,8	64,5	--	0	26,5	9,9	39,6	--	0	44,7	7,9	53,3	--	0	38,3	9,2	52,5
2	KAS 100	--	100	86,8	9,6	125,7	--	100	68,4	8,9	91,8	--	100	84,0	9,4	119,2	--	100	79,7	9,3	112,2
3	KAS 150	--	150	101,0	11,3	172,2	--	150	81,1	9,1	111,3	--	150	95,3	11,0	158,1	--	150	92,5	10,5	147,2
4	KAS 180	--	180	106,2	12,2	195,5	--	180	84,9	9,3	119,1	--	180	97,6	11,9	175,2	--	180	96,2	11,1	163,3
5	KAS 210	--	210	107,4	12,6	204,2	--	210	87,0	10,1	132,6	--	210	100,7	12,5	190,0	--	210	98,4	11,7	175,6
6	DSN	--	210	106,4	12,9	207,1	--	220	85,2	12,3	158,1	--	175	98,2	11,5	170,5	--	202	96,6	12,2	178,6
7	N – Simulation	--	185	105,4	12,7	202,0	--	205	83,2	11,9	149,4	--	225	101,2	12,8	195,4	--	205	96,6	12,5	182,3
8	N - Sensor 1	--	210	109,2	13	214,2	--	210	86,3	11,9	154,9	--	215	100,6	12,5	189,8	--	212	98,7	12,5	186,3
9	Gü85+DSN	94	165	105,7	12,4	197,8	74	185	85,7	11,9	153,9	87	140	97,7	11,4	168,1	85	163	96,4	11,9	173,2
10	Gü85+N-Sim.	94	150	106,7	12	193,2	74	165	86,8	11,8	154,5	87	195	100,8	12,5	190,1	85	170	98,1	12,1	179,3
11	Gü85+Sens 1	94	190	107,7	12,9	209,6	74	185	86,5	12	156,6	87	190	99,5	12,5	187,7	85	188	97,9	12,5	184,6
12	Gü170+DSN	187	115	104,9	12,3	194,7	148	150	88,0	11,6	154,0	175	105	94,2	11,2	159,1	170	123	95,7	11,7	169,3
13	Gü170+N-Sim	187	120	104,4	11,8	185,9	148	125	83,4	11	138,4	175	160	101,6	12,2	186,9	170	135	96,5	11,7	170,4
14	Gü170+N-Sens1	187	165	106,7	12,6	202,8	148	165	85,9	11,9	154,2	175	145	98,8	12,1	180,3	170	158	97,1	12,2	179,1
15*	Gü170+DSN	170	115	104,5	12,0	190,5	159	150	83,8	11,9	150,5	170	105	97,4	11,2	164,5	166	123	95,2	11,7	168,5
16*	Gü170+N-Sim	170	135	107,1	12,3	198,8	159	130	84,8	11	140,7	170	175	100,5	12,6	191,1	166	147	97,5	12,0	176,9
17*	Gü170+Sens 1	170	140	105,7	12,6	200,9	159	165	86,4	12,2	159,0	170	135	98,9	11,8	176,1	166	147	97,0	12,2	163,3
18	Gü85+85+DSN	179	115	102,9	11,9	184,8	153	150	86,2	11,5	149,6	173	105	89,5	10,5	141,7	168	123	92,9	11,3	158,7
19	Gü85+85+Sim	179	125	106,6	12,2	196,2	153	130	84,8	10,8	138,2	173	170	101,0	12,3	187,5	168	142	97,5	11,8	174,0
20	Gü85+85+Sens1	179	155	110,0	12,8	212,4	153	170	90,4	11,6	158,2	173	145	101,1	12,1	184,5	168	157	100,5	12,2	185,1
21	N-Sensor 2	--	200	108,8	12,5	205,2	--	195	82,7	11,3	141,0	--	190	99,7	11,9	179,1	--	195	97,1	11,9	175,1
22	Gü85+Sens 2	94	170	108,5	12,7	207,9	74	165	83,9	11,2	141,8	87	160	97,7	11,8	173,9	85	165	96,7	11,9	174,5
23	Gü170+ Sens 2	187	140	107,8	12,6	204,9	148	130	84,2	11,3	143,6	175	130	96,4	11,6	168,7	170	133	96,1	11,8	172,4
24*	Gü170 + Sens 2	170	125	104,4	12,2	192,2	159	145	84,6	11,4	145,5	170	110	98,5	11,2	166,4	166	127	95,8	11,6	168,0
25	Gü85+85+Sens2	179	130	106,4	12,1	194,2	153	145	86,7	11,2	146,5	173	130	44,7	7,9	167,4	168	138	96,8	11,6	169,4
GD 5%				3,5					3,3					4,5					3,4	1,1	15,7

* Güllegabe in BBCH 30;

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

Stickstoffdüngung zu Winterweizen

Versuch 534

Erträge, RP, N-Abfuhr

N-Düngung zu Winterweizen

Piering

Ernte 2015 - 2017

Vgl	Düngungsstufe	2015					2016					2017					Mittel 2015 und 2017				
		Düngung		Ertrag	RP	N-Abf.	Düngung		Ertrag	RP	N-Abf.	Düngung		Ertrag	RP	N-Abf.	Düngung		Ertrag	RP	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	--	0	46,7	8,3	58,5	--	0	57,5	9,3	80,5	--	0	64,9	8,4	82,1	--	0	56,4	8,7	73,7
2	KAS 100	--	100	87,0	10,5	137,8	--	100	93,5	10,2	143,3	--	100	101,0	10,1	153,1	--	100	93,8	10,2	144,8
3	KAS 150	--	150	95,4	11,4	164,1	--	150	102,3	11,3	174,4	--	150	110,0	11,5	191,0	--	150	102,6	11,4	176,5
4	KAS 180	--	180	100,7	12,6	191,4	--	180	105,8	11,9	190,1	--	180	113,8	12,0	205,4	--	180	106,8	12,2	195,6
5	KAS 210	--	210	103,8	12,9	202,0	--	210	109,1	12,5	206,4	--	210	117,3	12,9	227,9	--	210	110,1	12,8	212,1
6	DSN	--	220	106,0	13,2	211,1	--	175	107,4	12,6	204,0	--	175	111,7	12,0	201,6	--	198	108,4	12,6	205,6
7	N – Simulation	--	205	105,0	13,0	205,9	--	180	107,3	12,5	201,7	--	190	113,4	12,4	212,0	--	198	108,6	12,6	206,6
8	N - Sensor 1	--	235	106,4	13,4	215,1	--	150	108,0	12,7	206,6	--	175	112,7	11,7	198,6	--	205	109,0	12,6	206,8
9	Gü85+DSN	86	175	103,1	12,6	196,0	85	140	106,7	12,3	197,7	85	140	111,7	11,7	196,7	85	158	107,2	12,2	196,8
10	Gü85+N-Sim.	86	180	104,9	12,7	201,0	85	150	107,7	12,1	196,5	85	160	115,4	12,1	210,2	85	170	109,3	12,3	202,5
11	Gü85+Sens 1	86	200	105,4	13,2	209,9	85	120	108,1	12,5	204,0	85	145	114,4	11,6	200,9	85	173	109,3	12,5	205,0
12	Gü170+DSN	172	135	99,8	12,3	185,2	170	105	105,0	12,1	192,0	170	110	111,2	11,6	195,3	171	123	105,3	12,0	190,8
13	Gü170+N-Sim	172	150	104,1	12,9	202,6	170	115	105,6	11,9	188,8	170	130	113,6	11,6	198,5	171	140	107,8	12,1	196,6
14	Gü170+N-Sens1	172	165	102,2	13,0	200,5	170	90	105,8	12,3	196,3	170	115	112,5	11,5	195,4	171	140	106,8	12,3	197,4
15*	Gü170+DSN	172	135	107,0	13,4	216,3	170	110	107,2	12,3	198,6	170	105	111,5	11,1	186,9	171	120	108,6	12,3	200,6
16*	Gü170+N-Sim	172	160	108,1	13,5	220,2	170	120	108,5	12,1	198,6	170	135	114,8	11,9	205,9	171	148	110,5	12,5	208,2
17*	Gü170+Sens 1	172	130	107,2	13,2	213,5	170	110	107,1	12,2	197,1	170	110	110,7	11,2	187,4	171	120	108,3	12,2	199,3
18	Gü85+85+DSN	172	130	102,1	12,3	189,5	170	110	106,3	12,0	192,1	170	105	112,0	11,5	194,2	171	118	106,8	11,9	191,9
19	Gü85+85+Sim	172	155	105,1	12,7	201,4	170	120	107,2	11,9	192,5	170	135	114,0	11,9	204,2	171	145	108,8	12,2	199,3
20	Gü85+85+Sens1	172	165	106,0	13,3	212,7	170	100	107,3	12,2	197,5	170	115	112,0	11,2	188,6	171	140	108,4	12,2	199,6
21	N-Sensor 2	--	205	104,0	13,0	204,0	--	125	80,4	12,5	151,6	--	145	108,9	10,9	179,1	--	175	106,5	12,0	191,5
22	Gü85+Sens 2	86	180	104,0	13,0	204,0	85	100	82,6	12,6	157,0	85	120	110,4	11,1	184,9	85	150	107,2	12,1	194,4
23	Gü170+ Sens 2	172	145	100,9	12,6	191,8	170	75	81,5	12,5	153,7	170	100	109,3	11,2	184,7	171	123	105,1	11,9	188,3
24*	Gü170 + Sens 2	172	120	105,9	12,9	206,1	170	85	81,3	12,8	157,0	170	85	108,1	10,8	176,1	171	103	107,0	11,9	191,1
25	Gü85+85+Sens2	172	135	101,8	12,4	190,5	170	80	82,2	12,5	155,0	170	90	106,9	10,7	172,6	171	113	104,4	11,6	181,5
GD 5%				2,4										2,5					5,5	1,1	22,7

* Güllegabe in BBCH 30;

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

Stickstoffdüngung zu Winterweizen

Versuch 534

Erträge, RP, N-Abfuhr

N-Düngung zu Winterweizen

Wöllershof

Ernte 2015 - 2017

Vgl	Düngungsstufe	2015					2016					2017					2015 - 2016				
		Düngung		Ertrag	RP	N-Abf.	Düngung		Ertrag	RP	N-Abf.	Düngung		Ertrag	RP	N-Abf.	Düngung		Ertrag	RP	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	--	0	24,6	8,5	31,4	--	0	31,0	9,3	43,5		0	32,7	8,9	43,8	--	0	29,4	8,9	39,6
2	KAS 100	--	100	61,7	9,4	87,7	--	100	66,8	9,3	93,7		100	68,2	10,2	105,2	--	100	65,6	9,6	95,5
3	KAS 150	--	150	68,7	11,5	119,3	--	150	78,1	10,7	126,1		150	77,3	11,6	135,2	--	150	74,7	11,3	126,9
4	KAS 180	--	180	70,4	12,3	131,1	--	180	79,8	11,7	140,9		180	78,9	12,3	146,5	--	180	76,4	12,1	139,5
5	KAS 210	--	210	71,8	13,3	144,3	--	210	84,7	12,7	162,3		210	81,8	12,8	158,5	--	210	79,4	13,0	155,0
6	DSN	--	195	76,9	13,1	152,3	--	210	84,9	12,5	160,1		203	82,4	12,2	152,2	--	203	81,4	12,6	154,9
7	N – Simulation	--	195	78,1	12,5	147,1	--	195	84,5	12,2	155,5		195	83,2	12,6	158,4	--	195	81,9	12,4	153,7
8	N - Sensor 1	--	215	76,7	13,3	153,3	--	220	86,3	13,0	169,3		218	83,7	12,7	160,6	--	218	82,2	13,0	161,1
9	Gü85+DSN	84	155	73,8	12,1	134,3	80	170	86,7	12,4	162,2	82	163	82,1	11,9	147,3	82	163	80,9	12,1	147,9
10	Gü85+N-Sim.	84	170	78,1	13,0	153,7	80	160	81,4	11,6	142,5	82	165	82,1	12,2	150,5	82	165	80,5	12,3	148,9
11	Gü85+Sens 1	84	185	77,8	13,4	157,6	80	190	86,4	12,4	161,6	82	188	84,3	12,6	159,9	82	188	82,8	12,8	159,7
12	Gü170+DSN	168	110	75,8	11,1	126,6	160	140	81,9	12,0	148,3	164	125	80,7	11,7	142,8	164	125	79,5	11,6	139,2
13	Gü170+N-Sim	168	145	75,6	12,5	142,1	160	120	76,4	11,4	131,4	164	133	79,6	11,8	141,8	164	133	77,2	11,9	138,5
14	Gü170+N-Sens1	168	150	77,0	12,8	148,4	160	160	83,4	12,1	152,3	164	155	82,5	12,4	154,0	164	155	81,0	12,4	151,5
15*	Gü170+DSN	168	110	75,5	12,1	138,1	160	135	82,1	12,0	148,6	164	123	80,8	11,9	145,2	164	123	79,5	12,0	144,0
16*	Gü170+N-Sim	168	150	76,2	13,6	156,0	160	125	82,2	11,7	145,1	164	138	81,5	12,4	151,9	164	138	80,0	12,5	151,0
17*	Gü170+Sens 1	168	140	78,0	12,4	146,3	160	135	83,2	11,9	149,4	164	138	82,7	12,3	152,8	164	138	81,3	12,2	149,5
18	Gü85+85+DSN	168	115	76,2	12,2	140,5	160	135	83,3	12,0	150,8	164	125	80,7	11,5	140,3	164	125	80,1	11,9	143,9
19	Gü85+85+Sim	168	150	77,5	13,2	154,0	160	125	81,5	11,4	140,2	164	138	82,0	12,1	149,7	164	138	80,3	12,2	148,0
20	Gü85+85+Sens1	168	140	77,9	12,8	150,0	160	145	81,9	12,2	150,8	164	143	82,3	12,3	152,2	164	143	29,4	8,9	151,0
21	N-Sensor 2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
22	Gü85+Sens 2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
23	Gü170+ Sens 2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
24*	Gü170 + Sens 2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
25	Gü85+85+Sens2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
GD 5%				5,5					4,6										4,4	1,1	15,1

* Güllegabe in BBCH 30;

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

Stickstoffdüngung zu Winterweizen

Versuch 534

Erträge, RP, N-Abfuhr

N-Düngung zu Winterweizen

Weiterndorf

Ernte 2015 - 2017

Vgl	Düngungsstufe	2015					2016					2017					2015 - 2017				
		Düngung		Ertrag	RP	N-Abf.	Düngung		Ertrag	RP	N-Abf.	Düngung		Ertrag	RP	N-Abf.	Düngung		Ertrag	RP	N-Abf.
		org	min	dt/ha	%	kg/ha	org	min	dt/ha	%	kg/ha	org	min	dt/ha	%	kg/h	org	min	dt/ha	%	kg/ha
1	Ohne N	--	0	62,6	8,7	82,6	--	0	66,4	9,6	96,2	--	0	72,3	8,8	96,5	--	0	67,1	9,1	91,7
2	KAS 100	--	100	93,1	9,8	137,9	--	100	96,1	10,8	156,6	--	100	94,7	10,9	155,0	--	100	94,6	10,5	149,8
3	KAS 150	--	150	100,9	11,2	170,5	--	150	103,7	12,0	187,8	--	150	101,2	12,5	190,5	--	150	101,9	11,9	182,9
4	KAS 180	--	180	102,0	12,1	186,8	--	180	104,3	12,4	195,1	--	180	99,7	13,5	203,4	--	180	102,0	12,7	195,1
5	KAS 210	--	210	104,2	12,6	198,7	--	210	108,7	12,7	208,3	--	210	100,3	13,8	209,4	--	210	104,4	13,1	205,5
6	DSN	--	160	102,7	12,6	194,5	--	190	105,7	12,5	199,3	--	130	97,3	12,2	178,6	--	160	101,9	12,4	190,8
7	N – Simulation	--	180	102,8	12,3	191,1	--	175	103,7	12,2	190,9	--	155	100,0	12,9	195,2	--	170	102,2	12,5	192,4
8	N - Sensor 1	--	175	105,1	12,8	203,1	--	195	106,8	12,7	204,6	--	165	101,8	13,2	202,9	--	1 ^{^^}	104,6	12,9	203,6
9	Gü85+DSN	90	115	101,8	12,0	184,3	88	150	104,4	12,3	193,7	88	90	98,3	11,8	175,0	89	118	101,5	12,0	184,4
10	Gü85+N-Sim.	90	145	102,3	12,1	186,8	88	135	102,4	12,1	186,9	88	125	100,5	12,6	190,9	89	135	101,7	12,3	188,2
11	Gü85+Sens 1	90	130	103,6	12,7	198,2	88	150	103,7	12,4	194,0	88	135	101,7	12,9	197,2	89	138	103,0	12,6	196,5
12	Gü170+DSN	179	70	100,3	11,7	176,6	175	115	101,9	12,4	190,6	179	55	97,0	11,7	171,6	178	80	99,7	11,9	179,6
13	Gü170+N-Sim	179	110	101,0	12,0	182,1	175	90	97,7	12,2	179,8	179	85	101,3	12,0	184,1	178	95	100,0	12,1	182,0
14	Gü170+N-Sens1	179	100	101,4	12,4	190,3	175	115	100,4	12,4	187,8	179	110	99,9	12,7	191,6	178	108	100,6	12,5	189,9
15*	Gü170+DSN	179	75	101,7	12,1	186,1	170	115	103,9	12,4	194,4	170	65	97,5	11,7	172,1	173	85	101,0	12,1	184,2
16*	Gü170+N-Sim	179	140	103,5	12,6	197,2	170	110	104,1	12,5	196,3	170	100	100,0	12,6	190,5	173	117	102,5	12,6	194,7
17*	Gü170+Sens 1	179	100	103,4	12,3	191,4	170	105	103,4	12,0	187,2	170	95	102,2	12,5	193,4	173	100	103,0	12,3	190,7
18	Gü85+85+DSN	179	70	100,4	11,7	177,2	173	115	103,8	12,3	192,6	173	55	95,9	11,4	165,0	175	80	100,0	11,8	178,3
19	Gü85+85+Sim	179	125	103,4	12,2	190,5	173	100	103,8	12,2	191,1	173	95	101,0	12,5	189,7	175	107	102,7	12,3	190,4
20	Gü85+85+Sens1	179	110	103,4	12,5	194,5	173	115	103,6	12,3	192,3	173	105	72,3	8,8	186,4	175	110	102,5	12,4	191,1
21	N-Sensor 2						--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
22	Gü85+Sens 2						--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
23	Gü170+ Sens 2						--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
24*	Gü170 + Sens 2						--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
25	Gü85+85+Sens2						--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
GD 5%									3,6					3,9		8,4			5,4	0,9	14,9

* Güllegabe in BBCH 30;

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

Stickstoffdüngung zu Winterweizen

Versuch 534

Erträge, RP, N-Abfuhr

N-Düngung zu Winterweizen

Günzburg

Ernte 2015 - 2017

Vgl	Düngungsstufe	2015					2016					2017					2015 - 2017				
		Düngung		Ertrag	RP	N-Abf.	Düngung		Ertrag	RP	N-Abf.	Düngung		Ertrag	RP	N-Abf.	Düngung		Ertrag	RP	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	--	0	53,5	8,8	71,0	--	0	84,8	9,5	121,5	--	0	66,0	9,3	92,6	--	0	68,1	9,2	95,1
2	KAS 100	--	100	88,1	10,0	132,9	--	100	105,3	11,9	189,1	--	100	102,6	10,5	162,5	--	100	98,7	10,8	161,5
3	KAS 150	--	150	95,2	11,2	160,9	--	150	109,6	13,1	216,6	--	150	112,1	11,4	192,8	--	150	105,6	11,9	190,1
4	KAS 180	--	180	99,5	12,6	189,2	--	180	110,1	13,5	224,3	--	180	114,4	11,7	201,9	--	180	108,0	12,6	205,1
5	KAS 210	--	210	100,6	12,8	194,3	--	210	111,2	14,1	236,6	--	210	116,0	11,9	208,3	--	210	109,3	12,9	213,0
6	DSN	--	195	98,6	12,6	187,4	--	175	109,6	13,5	223,2	--	180	114,8	11,6	200,9	--	183	107,7	12,6	203,9
7	N – Simulation	--	190	98,0	12,0	177,4	--	155	110,4	13,4	223,2	--	155	112,4	12,1	205,2	--	167	106,9	12,5	201,9
8	N - Sensor 1	--	220	101,7	13,2	202,5	--	140	108,3	12,9	210,8	--	210	117,1	12,5	220,8	--	190	109,0	12,9	211,4
9	Gü85+DSN	85	150	96,3	12,1	175,8	85	140	110,2	13,2	219,5	83	140	114,9	11,2	194,2	84	143	107,1	12,2	196,5
10	Gü85+N-Sim.	85	155	94,1	11,8	167,5	85	100	108,8	12,7	208,5	83	115	109,6	10,8	178,6	84	123	104,2	11,8	184,9
11	Gü85+Sens 1	85	190	99,3	12,9	193,3	85	105	109,2	13,0	214,2	83	170	118,4	12,3	219,7	84	155	109,0	12,7	209,1
12	Gü170+DSN	170	110	96,1	11,7	169,6	170	100	110,8	13,3	222,3	170	105	114,5	11,2	193,5	170	105	107,1	12,1	195,2
13	Gü170+N-Sim	170	125	98,9	12,3	183,5	170	60	108,0	12,7	206,9	170	80	109,4	10,4	171,7	170	88	105,4	11,8	187,4
14	Gü170+N-Sens1	170	150	98,1	12,9	190,9	170	55	108,4	12,6	206,1	170	120	115,8	12,3	214,9	170	108	107,4	12,6	204,0
15*	Gü170+DSN	159	110	95,3	12,3	176,9	157	105	110,3	13,3	221,3	182	100	113,3	12,1	206,8	166	105	106,3	12,6	201,7
16*	Gü170+N-Sim	159	155	100,8	13,4	203,8	157	70	107,1	12,4	200,4	182	85	109,1	11,4	187,7	166	103	105,7	12,4	197,3
17*	Gü170+Sens 1	159	130	94,3	12,2	173,6	157	75	108,3	12,5	204,3	182	140	115,1	12,6	218,8	166	115	105,9	12,4	198,9
18	Gü85+85+DSN	165	105	93,8	11,5	162,8	164	105	111,3	13,0	218,3	174	100	113,0	11,0	187,5	167	103	106,0	11,8	189,5
19	Gü85+85+Sim	165	135	99,0	12,6	188,2	164	65	108,3	12,5	204,3	174	85	110,7	11,0	183,7	167	95	106,0	12,0	192,1
20	Gü85+85+Sens1	165	145	98,1	13,0	192,4	164	65	108,0	12,3	200,4	174	130	114,9	12,5	216,7	167	113	107,0	12,6	203,2
21	N-Sensor 2		195	97,4	12,7	186,6		115	106,4	12,4	121,5		180	113,8	12,2	209,5		163	105,9	12,4	198,4
22	Gü85+Sens 2	85	155	98,7	12,3	183,2	85	70	105,4	12,1	189,1	83	140	114,1	11,6	199,7	84	122	106,1	12,0	191,8
23	Gü170+ Sens 2	170	125	98,4	11,8	175,2	170	40	107,4	12,2	216,6	170	105	113,6	11,4	195,4	170	90	106,5	11,8	189,4
24	Gü170 + Sens 2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
25	Gü85+85+Sens2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
GD 5%				3,0					2,5					2,9					5,8	0,9	17,5

* Güllegabe in BBCH 30;

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

Stickstoffdüngung zu Winterweizen

Versuch 534

Erträge, RP, N-Abfuhr

N-Düngung zu Winterweizen

Alle Orte

Ernte 2015 - 2017

Vgl	Düngungsstufe	2015					2016					2017					2015 - 2017					
		Düngung		Ertrag	RP	N-Abf.	Düngung		Ertrag	RP	N-Abf.	Düngung		Ertrag	RP	N-Abf.	Düngung		Ertrag	RP	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	--	0	46,2	8,8	61,6	--	0	53,2	9,5	76,3	--	0	56,1	8,7	73,7	--	0	51,9	9,0	70,5	
2	KAS 100	--	100	83,3	9,9	124,4	--	100	86,0	10,2	134,9	--	100	90,1	10,2	139,0	--	100	86,5	10,1	132,8	
3	KAS 150	--	150	92,2	11,3	157,4	--	150	95,0	11,2	163,2	--	150	99,2	11,6	173,5	--	150	95,5	11,4	164,7	
4	KAS 180	--	180	95,8	12,4	178,8	--	180	97,0	11,8	173,9	--	180	100,9	12,3	186,5	--	180	97,9	12,1	179,7	
5	KAS 210	--	210	97,6	12,9	188,7	--	210	100,1	12,4	189,2	--	210	103,2	12,8	198,8	--	210	100,3	12,7	192,2	
6	DSN	--	196	98,1	12,9	190,5	--	194	98,6	12,7	189,0	--	173	100,9	11,9	180,7	--	188	99,2	12,5	186,7	
7	N – Simulation	--	191	97,9	12,5	184,7	--	182	97,8	12,4	184,1	--	184	102,0	12,6	193,2	--	186	99,2	12,5	187,4	
8	N - Sensor 1	--	211	99,8	13,1	197,7	--	183	99,1	12,6	189,3	--	197	103,2	12,5	194,6	--	197	100,7	12,8	193,8	
9	Gü85+DSN	88	152	96,1	12,2	177,6	82	157	98,7	12,4	185,4	85	135	100,9	11,6	176,2	85	148	98,6	12,1	179,8	
10	Gü85+N-Sim.	88	160	97,2	12,3	180,4	82	142	97,4	12,1	177,8	85	152	101,7	12,0	184,1	85	151	98,8	12,1	180,8	
11	Gü85+Sens 1	88	179	98,8	13,0	193,7	82	150	98,8	12,5	186,1	85	166	103,7	12,4	193,1	85	165	100,4	12,6	191,0	
12	Gü170+DSN	175	108	95,4	11,8	170,5	164	122	97,5	12,3	181,5	172	100	99,5	11,5	172,5	170	110	97,5	11,9	174,8	
13	Gü170+N-Sim	175	130	96,8	12,3	179,2	164	102	94,2	11,8	169,1	172	118	101,1	11,6	176,6	170	117	97,4	11,9	175,0	
14	Gü170+N-Sens1	175	146	97,1	12,7	186,6	164	117	96,8	12,3	179,3	172	129	101,9	12,2	187,2	170	131	98,6	12,4	184,4	
15*	Gü170+DSN	170	109	96,8	12,4	181,6	163	123	97,5	12,4	182,7	171	100	100,1	11,6	175,1	168	111	98,1	12,1	179,8	
16*	Gü170+N-Sim	170	148	99,1	13,1	195,2	163	111	97,3	11,9	176,2	171	127	101,2	12,2	185,4	168	129	99,2	12,4	185,6	
17*	Gü170+Sens 1	170	128	97,7	12,5	185,1	163	118	97,7	12,2	179,4	171	124	101,9	12,1	185,7	168	123	99,1	12,3	183,4	
18	Gü85+85+DSN	172	107	95,1	11,9	170,9	164	123	98,2	12,2	180,7	171	98	98,2	11,2	165,7	169	109	97,2	11,8	172,5	
19	Gü85+85+Sim	172	138	98,3	12,6	186,1	164	108	97,1	11,8	173,2	171	125	101,8	11,9	183,0	169	124	99,1	12,1	180,8	
20	Gü85+85+Sens1	172	143	99,1	12,9	192,4	164	119	98,2	12,1	179,8	171	128	102,2	12,1	185,7	169	130	99,8	12,3	186,0	
21	N-Sensor 2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
22	Gü85+Sens 2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
23	Gü170+ Sens 2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
24*	Gü170 + Sens 2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
25	Gü85+85+Sens2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
GD 5%																				2,2	0,34	6,1

* Güllegabe in BBCH 30; organische Düngung: Nges. in kg N/ha; Düngung mineralisch: Summe der 1., 2. und 3. N-Gabe; Var. 21 bis 25 nur an 2 Standorten

Kommentar

Allgemeine Versuchsbeschreibung

Eine optimierte Stickstoffdüngung zu landwirtschaftlichen Kulturen ist eine Grundvoraussetzung für hohe Erträge und gleichzeitig geringe Stickstoffverluste. Grundlage hierfür ist eine den Ertragserwartungen angepasste 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 ortswechselnde Versuche mit mindestens 20 Düngevarianten an den Standorten Osterseeon, Piering, Wöllershof, Weiterndorf und Günzburg zu Winterweizen mit einer Laufzeit von jeweils drei Jahren durchgeführt. An den Orten Osterseeon, Piering und Günzburg wurden zusätzliche Varianten (Sensor 2, Var. 21 bis 25) 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. N_{min}-Gehalte, N-Bilanz) geprüft. Dabei erfolgt die Aufteilung der N-Gaben variabel und nach unterschiedlichen Kriterien. Zum Vergleich wurde eine starre Minereraldüngersteigerung mit 5 N-Stufen (0 -210 kg N/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, Piering, Wöllershof und Weiterndorf kam Rindergülle (ca. 7,5 % TS), in Günzburg Biogasgärrest (ca. 6 % TS) zum Einsatz.

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 Düngesysteme

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 (z.B. Vorfrucht, Boden, Ertragserwartung) der Düngebedarf errechnet.

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 sind die Winterweizenerträge in dt/ha (86 % TM) sowie die ausgebrachten N-Mengen (organisch und mineralisch) im Mittel aus 3 Jahren der Varianten 1 – 20 dargestellt. Dabei gng in der Mineraldüngersteigerung (0 bis 210 kg N/ha) 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 100,6 dt/ha und lag damit über dem der DSN- und N-Simulationsvariante, wo 99,1 dt/ha ermittelt wurden. Allerdings wurden in der Sensorvariante 12 bzw. 15 kg N/ha mehr gedüngt. Insgesamt konnten in den Dünagesystemen im Vergleich zur starren Mineraldüngung mit geringerer N-Düngung dieselben Erträge erzielt werden.

In den Güllevarianten (85 bzw. 170 kg N/ha) kamen die Dünagesysteme ebenfalls zum Einsatz. Auch hier konnten mit dem N-Sensor im Vergleich zu den beiden anderen Dünagesystemen Mehrerträge erzielt werden. Dazu war eine um ca. 10 bis 22 kg höhere N-Menge nötig.

Obwohl in einer kombinierten Variante (170 kg N/ha über Gülle mit zusätzlicher Mineraldüngung nach Sensor 1) mit 305 kg N/ha die höchste N-Menge ausgebracht wurde, konnte der Höchstertrag von 100,2 dt in der reinen Mineraldüngervariante (210 kg N/ha) nicht erreicht werden. Durch den Einsatz von Gülle in Kombination mit Mineraldünger konnte jedoch ein Ertrag auf hohem Niveau der Mineraldüngersteigerung erreicht werden und dadurch Mineraldünger eingespart werden.

Die Erträge der an drei Standorten zusätzlich angelegten Varianten mit einer reduzierten Düngung nach N-Sensor 2 sind in Abbildung 2 dargestellt. Bei diesem Dünagesystem erfolgt eine Reduzierung der N-Menge im Vergleich zu einer Düngung nach N-Sensor 1. In diesem Versuch wurden, je nach Variante, ca. 12 bis 26 kg N/ha weniger gedüngt. Somit soll die Gefahr einer Nitratverlagerung in tiefere Schichten gemindert werden und zum Wasserschutz beitragen. Die Erträge fielen um 1,4 bis 2,7 dt /ha ab.

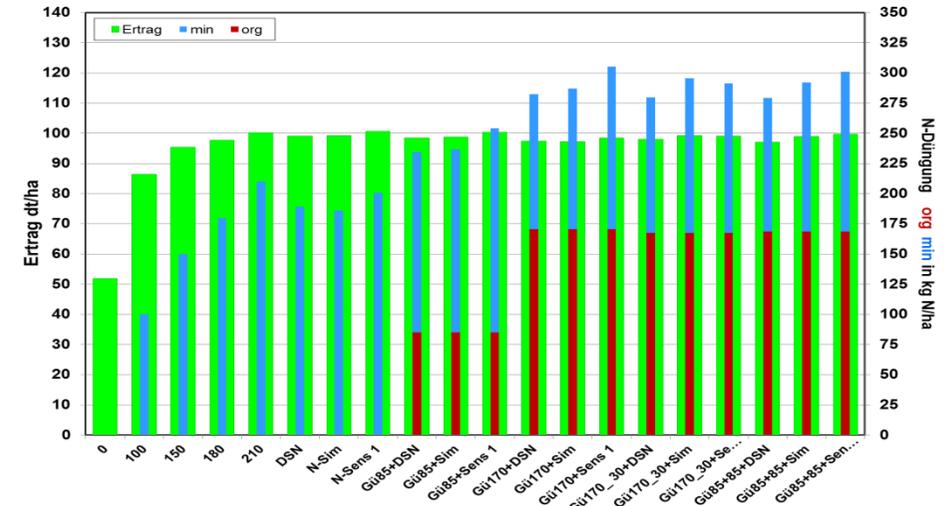


Abb. 1: Erträge bei verschiedenen Dünagesystemen zu Winterweizen, Mittel aus 2015 bis 2017, alle Orte, n=15

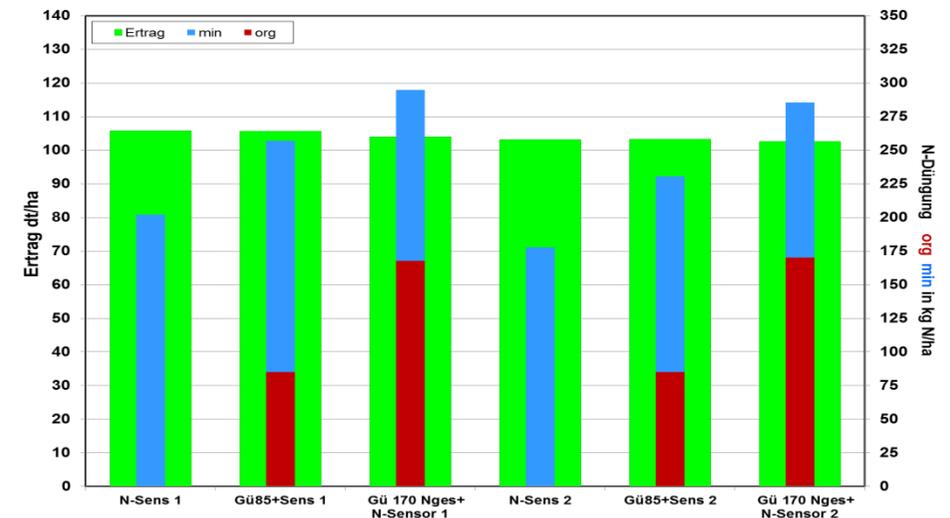


Abb. 2: Erträge bei reduzierter N-Düngung zu Wi-Weizen, Vergleich Sensor1 mit Sensor2, Mittel aus 2015 bis 2017, 3 Orte, n=9

Rohprotein

Aus Abbildung 3 wird ersichtlich, dass sich die Rohproteingehalte in diesem Versuch zwischen 9,0 und 12,6 % bewegten. Die höchsten Werte wurden in den rein mineralischen Varianten erreicht. Mit steigendem N-Angebot konnten die Rohproteingehalte angehoben werden. Kommt Gülle zum Einsatz fallen die Gehalte etwas ab. Aber auch die kombinierte Düngung mit mineralischem und organischem Dünger erreichte Rohproteingehalte von 11,8 bis 12,5 %. Auf diese Weise konnten hohe Rohproteingehalte bei reduziertem Mineraldüngereinsatz erzielt werden. Die Variante mit dem höchsten N-Angebot (Gü170+Sensor 1) erreichte den Wert, der mit ca. 180 - 190 kg N/ha mineralisch erzielt wurde.

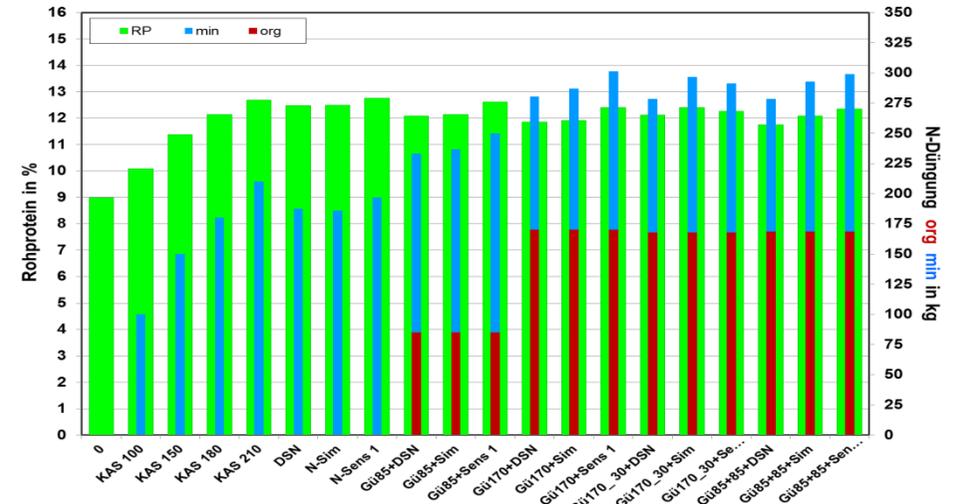


Abb. 3: Rohproteingehalte bei verschiedenen Düngesystemen zu Winterweizen, Mittel aus 2015 bis 2017, alle Orte, n=15

Die Rohproteingehalte der an drei Standorten zusätzlich angelegten Varianten mit reduzierter Düngung nach N-Sensor 2 sind in Abbildung 4 dargestellt. Hier wurden, je nach Variante, ca. 12 bis 26 kg N/ha weniger mineralisch gedüngt als in den Vergleichsvarianten mit N-Sensor 1. Somit soll die Gefahr einer Nitratverlagerung in tiefere Schichten gemindert werden und zum Wasserschutz beitragen. Die Rohproteingehalte fielen um ca. 0,5 % ab.

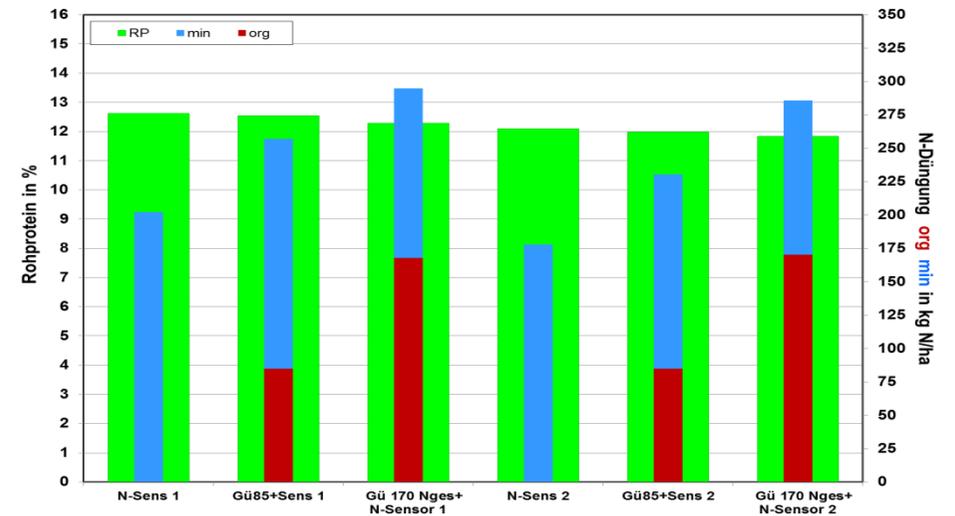


Abb. 4: Rohproteingehalte bei reduzierter N-Düngung zu Winterweizen, Vergleich Sensor1 mit Sensor 2, Mittel aus 2015 bis 2017, 3 Orte, n=9

N-Abfuhr

Die N-Abfuhr ist neben der ausgebrachten N-Menge der entscheidende Faktor zur Berechnung des N-Saldos. Abbildung 5 zeigt die N-Abfuhr sowie die ausgebrachten N-Mengen (organisch und mineralisch) im Mittel aus 3 Jahren der Varianten 1 – 20 in kg N/ha. Die höchsten Gesamt-N-Mengen wurden in den Varianten mit organischer Düngung mit bis zu 305 kg N/ha ausgebracht. Obwohl in den Mineraldüngervarianten zum Teil deutlich weniger gedüngt wurde, konnte mehr Stickstoff abgefahren werden. Insgesamt führen die ausgebrachten hohen N-Mengen in den Güllevarianten und den niedrigen N-Abfuhr zu hohen N-Überhängen.

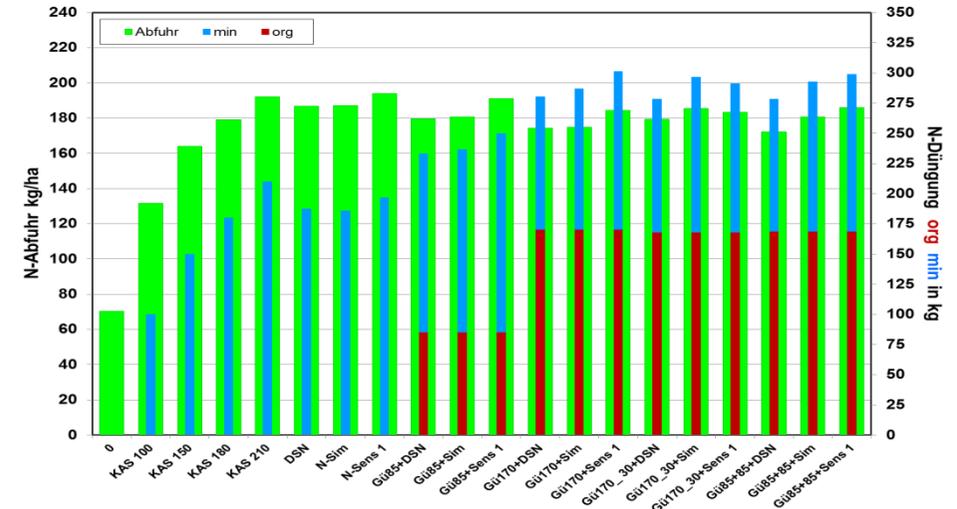


Abb. 5: N-Abfuhr bei verschiedenen Düngesystemen zu Winterweizen, Mittel aus 2015 bis 2017, alle Orte, n=15

Die N-Abfuhr der an drei Standorten zusätzlich angelegten Varianten mit einer Düngung nach N-Sensor 2 ist in Abbildung 6 dargestellt. Bei diesem Düngesystem erfolgt eine Reduzierung der N-Menge im Vergleich zu einer Düngung nach N-Sensor 1. In diesem Versuch wurden, je nach Variante, ca. 12 bis 26 kg N/ha weniger mineralisch gedüngt als in den Vergleichsvarianten mit N-Sensor 1. Die N-Abfuhr nahm jedoch nur um 9 bis 12 kg N/ha ab.

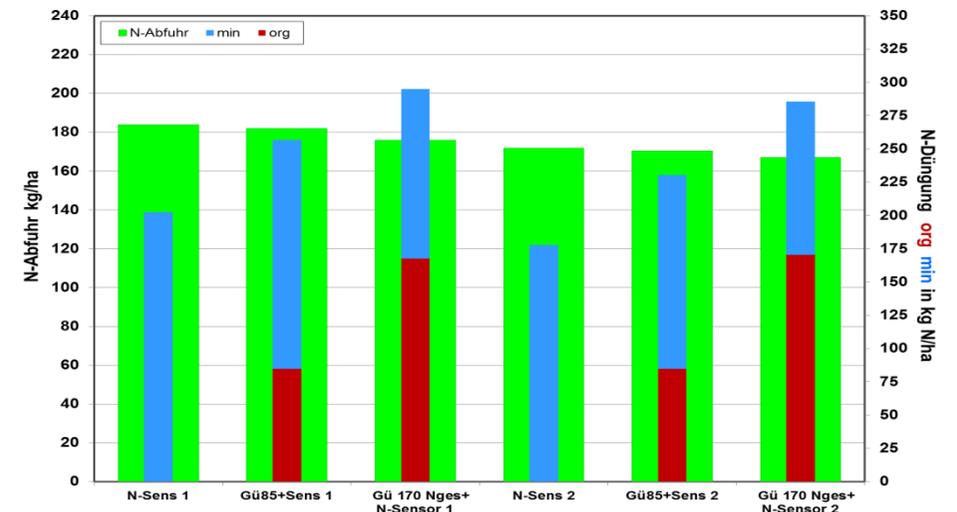


Abb. 6: N-Abfuhr bei reduzierter N-Düngung zu Wi-Weizen, Vergleich Sensor1 mit Sensor 2, Mittel aus 2015 bis 2017, 3 Orte, n=9

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 7) sind deutliche Unterschiede erkennbar. In den Mineraldüngervarianten kamen Bilanzwerte von -70 bis 18 kg N/ha zustande. Bei den Kombinationen Gülle mit Mineraldüngung traten in den Varianten mit hohen Güllemengen (170 kg N/ha) Überhänge von 72 bis 89 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 39 bis 45 kg N/ha. Viehhaltende Betriebe mit hohem Gülleanfall können den Grenzwert von 50 kg (DüV) nur bei einem effizienten Einsatz der Wirtschaftsdünger, einer optimalen mineralischen N-Ergänzung und nur im Mittel über die Fruchtfolge einhalten.

Mineraldüngeräquivalent (MDÄ):

Abbildung 8 zeigt das Mineraldüngeräquivalent bei unterschiedlichen Güllemengen und Ausbringterminen. Hier zeigte sich, dass bei einer organischen Düngung mit 85 kg N/ha eine N-Effizienz von 38 % (bezogen auf N-Gesamt) erreicht wurde. Bei einer Ausbringung von 170 kg N/ha sank die N-Effizienz geringfügig ab. Eine späte Güllegabe (BBCH 30) mit 170 kg N/ha führte wiederum zu einem MDÄ von ca. 38 %. Bei einer Aufteilung in 2 Gaben änderte sich das MDÄ nur geringfügig. Obwohl die Gülle bodennah ausgebracht wurde, konnte insgesamt nur eine niedrige N-Effizienz erzielt werden. Wenn eine Einarbeitung der Gülle nicht möglich ist, sind 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 aber bei der Düngebedarfsermittlung mindestens 50 % (je nach Art des org. Düngers) der ausgebrachten organischen N-Menge (Mindestwirksamkeit) angerechnet werden.

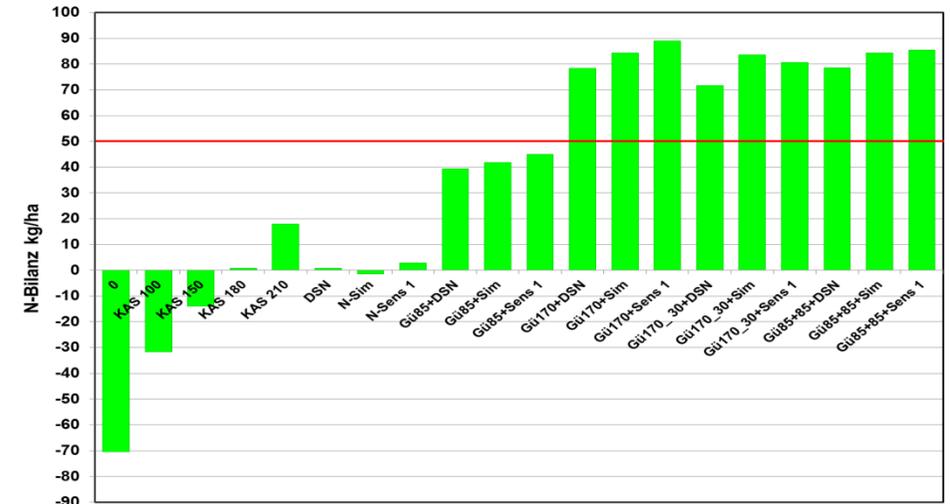


Abb. 7: N-Bilanz bei verschiedenen Düngesystemen zu Winterweizen, Mittel aus 2015 bis 2017, alle Orte, n=15

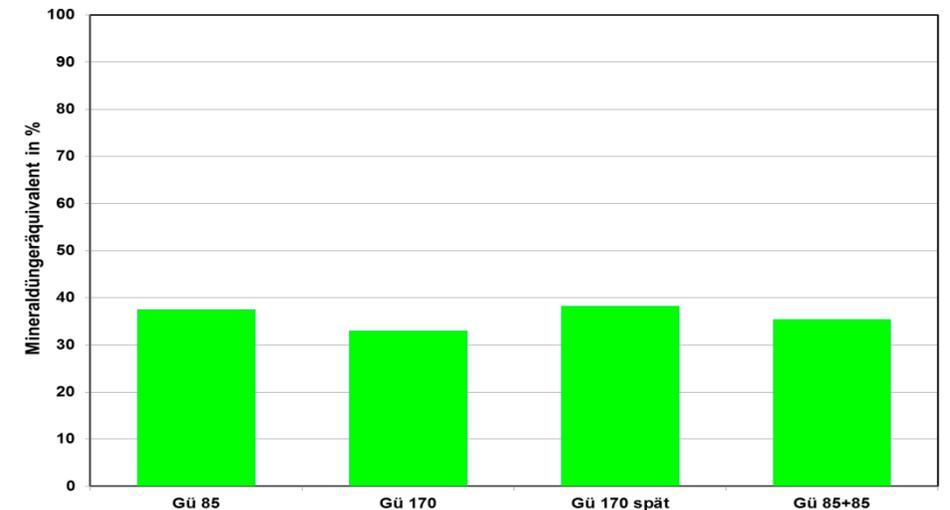


Abb. 8: MDÄ bei verschiedenen Güllemengen zu Winterweizen, Mittel aus 2015 bis 2017, alle Orte n=15

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 60 - 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 9 sind die Nmin-Werte nach Ernte des Winterweizens dargestellt. Diese lagen über alle Varianten mit ca. 40 - 50 kg N/ha im normalen Bereich. Der Vergleich einer Güllegabe im zeitigen Frühjahr zu einer Gabe in BBCH 30 zeigte bei der späten Güllegabe (BBCH 30) geringfügig höhere Werte.

Abbildung 10 zeigt die Nmin-Werte nach der Ernte mit und ohne reduzierter Düngung. Ziel einer reduzierten Düngung ist es, die Gefahr einer Nitratverlagerung zu verringern. Die ermittelten Werte unterschieden sich nur unwesentlich und lagen mit ca. 45 kg N/ha im normalen Bereich.

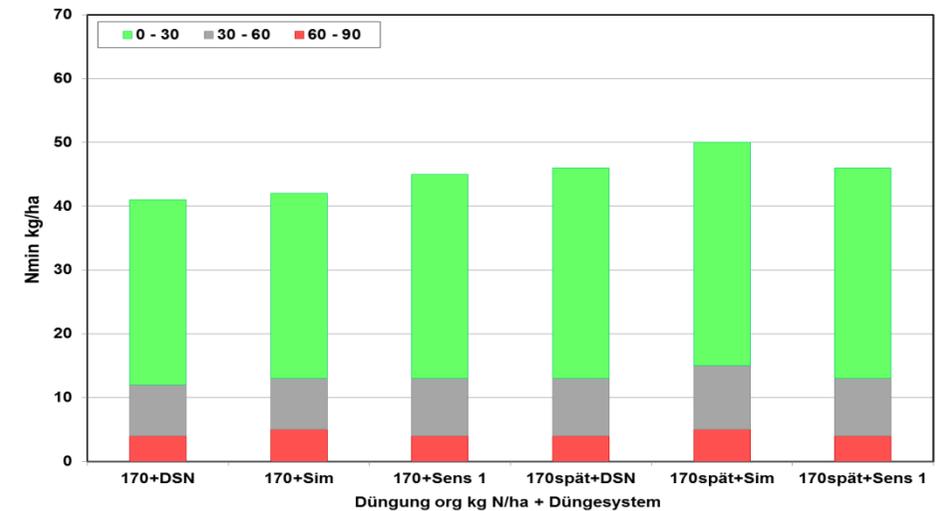


Abb. 9: Nmin-Werte nach der Ernte bei versch. Düngesystemen zu Winterweizen, Mittel aus 2015 bis 2017, alle Orte, n=15

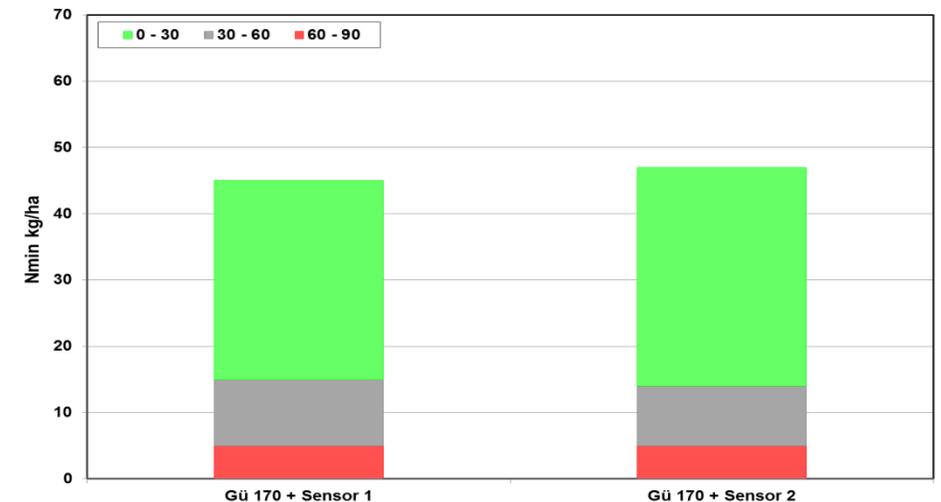


Abb. 10: Nmin-Werte nach der Wi-Weizen-Ernte, Vergleich Sensor 1 mit Sensor 2, Mittel aus 2015 bis 2017, 3 Orte, n=9

Eine Gegenüberstellung der gemessenen Nmin-Werte (0 – 90 cm) mit den simulierten Werten ist in Abbildung 11 dargestellt. Die Probenahme bzw. Simulation erfolgte jeweils im Frühjahr vor der Düngung.

Es zeigte sich, dass die Simulation der Nmin-Werte an drei von fünf Standorten eine hohe Übereinstimmung mit den gemessenen Werten erzielte. Bei der Ermittlung der Simulationswerte werden verschiedene Parameter wie z.B. Wetterdaten, Vorfrucht, Bodenart, usw. berücksichtigt.

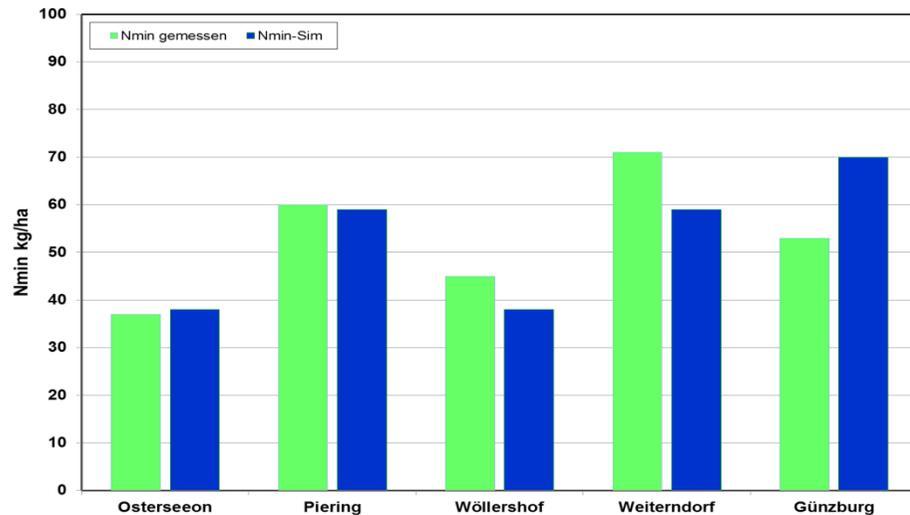


Abb. 11: Nmin-Werte im Frühjahr vor der Düngung, Vergleich Nmin gemessen zu Nmin simuliert, Mittel aus 2015 bis 2017, 5 Orte, n=15

Zusammenfassung

- **Düngesysteme**

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

- **Organische Düngung**

Die Kombinationen Gülle mit Mineraldünger konnten trotz hoher ausgebrachter Ges.-N-Mengen (bis zu 305 kg) nur Erträge erreichen, die z. B. bereits mit 180 kg N mineralisch erzielt wurden. Trotz bodennaher Ausbringung konnte nur ein MDÄ von 35 - 40 % erzielt werden. Der Zeitpunkt der Ausbringung (Frühjahr oder Stad. 30) bzw. eine Aufteilung in 2 Güllegaben übte kaum einen Einfluss auf die Erträge, MDÄ oder die N-Bilanz aus. Laut aktueller DüV müssen aber bei der Düngbedarfsermittlung mind. 50 % (je nach Art des organischen Düngers) der ausgebrachten organischen Ges.-N-Menge angerechnet werden.

- **Reduzierte Düngung**

Ziel einer reduzierten Düngung ist es, die Gefahr einer Nitratverlagerung zu mindern. Die mit dem Sensor 2 ermittelten N-Mengen lagen im Mittel um ca. 25 kg N/ha niedriger als bei Düngung nach Sensor 1. Die Erträge fielen um 3 dt/ha, der Rohproteingehalt um 0,6 % ab. Die N-Abfuhr verringerte sich um 10 bis 15 kg N/ha.

- **Nmin-Werte**

nach der Ernte lagen diese unabhängig der eingesetzten N-Mengen mit ca. 40 bis 50 kg N/ha im normalen Bereich.

Fazit

- Die geprüften Düngesysteme erreichten bei alleiniger Mineraldüngung den Optimalertrag
- Insgesamt war nur eine schwache N-Wirkung der Gülle mit ca. 35 bis 40% der ausgebrachten N-Menge festzustellen (MDÄ)
- Es 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 von 50 kg N/ha einzuhalten
- Mit der Düngbedarfsermittlung nach den geprüften Systemen ist es möglich, größere Bilanzüberhänge zu vermeiden