Versuchsergebnisse aus Bayern
2012 bis 2014

Organische und mineralische Düngung zu Winterweizen unter Einbeziehung von DSN, N-Sensoren und N-Simulation

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

Inhaltsverzeichnis

Standortbeschreibung **3**

Düngeplan **4**

Ausgebrachte Mengen **5**
Ernte 2012 5
Ernte 2013 6
Ernte 2014 7
Ernte 2012-2014 8

Erträge in dt/ha bei 86% TS, Rohproteingehalte in % **9**
Ernte 2012 9
Ernte 2013 10
Ernte 2014 11
Ernte 2012-2014 12

Kommentar **13**
Allgemeine Versuchsbeschreibung 13
Funktion und Beschreibung der Düngesysteme 13
N-Wirkung organischer Dünger 14
Zeitpunkt der Ausbringung 16
Verfahren zur N-Bedarfsermittlung 18

Fazit **20**

Versuchsfrage **Organische Düngung zu Wi-Weizen unter Einbeziehung von DSN, N-Sensor und N-Simulation**

Standortbeschreibung

Ort	**Kirchseeon**	**Piering**	**Weiterndorf**	**Günzburg**
Landkreis	Ebersberg	Straubing	Ansbach	Günzburg
Landschaft	Oberbayerisches Moränen Hügelland	Niederbayerisches Gäu	Nordbayeriches Hügelland	Schwäbisches Tertiär Hügelland
∅ Jahresniederschläge (mm)	995	630	690	470
∅ Jahrestemperatur (°C)	7,5	8,2	7,7	7,3
Höhe über NN (m)	560	344	400	751
Bodentyp	Braunerde	Parabraunerde	Parabraunerde	Parabraunerde
Bodenart	sL	sU	sL	uL
Geologische Herkunft	Diluvium	Diluvium	Keuper und Muschelkalk	Löss
Ackerzahl	ca. 65	ca. 75	ca. 45	ca. 65

Bodenuntersuchung

Versuchsjahr	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
pH-Wert	6,6	6,2	6,4	6,8	7,1	6,9	7,0	7,0	6,8	6,5	6,7	7,1
P_2O_5 (mg/100 g Boden)	23	18	17	22	22	27	11	10	13	16	14	24
K_2O (mg/100 g Boden)	18	31	12	26	26	33	16	14	19	8	13	23
N_{min}-Gehalt im Frühjahr (kg/ha)												
0 – 30 cm	18	19	17	21	18	20	27	19	19	18	16	28
30 – 60 cm	11	12	7	25	15	15	17	9	9	13	10	35
60 – 90 cm	7	9	8	25	12	15	24	10	12	13	11	35
0 – 90 cm	36	40	32	71	45	50	68	38	40	44	37	98

Stickstoffdüngung zu Winterweizen **Versuch 534**

Versuchsfrage **Organische Düngung zu Wi-Weizen unter Einbeziehung von DSN, N-Sensor und N-Simulation**

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	KAS 0	0	0	0	0	0
2	KAS 100	0	0	40	40	20
3	KAS 150	0	0	50	50	50
4	KAS 180	0	0	60	60	60
5	KAS 210	0	0	70	70	70
6	N-Simulation	0	0	N-Sim.	N-Sim.	N-Sim.
7	DSN	0	0	DSN	DSN	DSN
8	Gülle 80 + KAS	80 Nges	0	0	30	30
9	Gülle 80 + N-Sim.	80 Nges	0	N-Sim.	N-Sim.	N-Sim.
10	Gülle 80 + DSN	80 Nges	0	DSN	DSN	DSN
11	Gülle 160	160 Nges	0	0	0	0
12	Gülle 160 + KAS	160 Nges	0	0	30	30
13	Gülle 160 + N-Sim.	160 Nges	0	N-Sim.	N-Sim.	N-Sim.
14	Gülle 160 + DSN	160 Nges	0	DSN	DSN	DSN
15	Gülle 160 + N-Sensor	160 Nges	0	0	N-Sensor	N-Sensor
16	Gülle 80 + 80	80 Nges	80 kg Nges	0	0	0
17	Gülle 80 + 80 + N-Sim.	80 Nges	80 kg Nges	N-Sim.	N-Sim.	N-Sim.
18	Gülle 80 + 80 + DSN	80 Nges	80 kg Nges	DSN	DSN	DSN
19	Gülle 0 + 160 + N-Sim.	0	160 kg Nges	N-Sim.	N-Sim.	N-Sim.

Vgl. 16-19 nur in Kirchseeon und Weiterndorf

Stickstoffdüngung zu Winterweizen **Versuch 534**

Versuchsfrage **Organische Düngung zu Wi-Weizen unter Einbeziehung von DSN, N-Sensor und N-Simulation**

Ausgebrachte Mengen **Ernte 2012**

Vgl.	Düngungsstufe	Kirchseeon			Piering			Weiterndorf			Günzburg		
		org.*		min.**	org.*		min.**	org.*		min.**	org.*		min.**
		Frühj.	EC 30	N/ha	Frühj.	EC 30	N/ha	Frühj.	EC 30	N/ha	Frühj.	EC 30	N/ha
1	KAS 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	KAS 100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100
3	KAS 150	0	0	150	0	0	150	0	0	150	0	0	150
4	KAS 180	0	0	180	0	0	180	0	0	180	0	0	180
5	KAS 210	0	0	210	0	0	210	0	0	210	0	0	210
6	N-Simulation	0	0	175	0	0	215	0	0	210	0	0	190
7	DSN	0	0	200	0	0	205	0	0	190	0	0	220
8	Gülle 80 + KAS	84/44	0	60	96/55	0	60	81/48	0	60	80/54	0	60
9	Gülle 80 + N-Sim.	84/44	0	135	96/55	0	165	81/48	0	175	80/54	0	145
10	Gülle 80 + DSN	84/44	0	160	96/55	0	160	81/48	0	150	80/54	0	175
11	Gülle 160	165/91	0	0	192/110	0	0	162/95	0	0	159/108	0	0
12	Gülle 160 + KAS	165/91	0	60	192/110	0	60	162/95	0	60	159/108	0	60
13	Gülle 160 + N-Sim.	165/91	0	90	192/110	0	115	162/95	0	140	159/108	0	90
14	Gülle 160 + DSN	165/91	0	125	192/110	0	110	162/95	0	105	159/108	0	135
15	Gülle 160 + N-Sensor	165/91	0	117	192/110	0	26	162/95	0	72	159/108	0	91
16	Gülle 80 + 80	84/44	81/45	0	0	0	0	81/48	78/49	0	0	0	0
17	Gülle 80 + 80 + N-Sim.	84/44	81/45	100	0	0	0	81/48	78/49	130	0	0	0
18	Gülle 80 + 80 + DSN	84/44	81/45	122	0	0	0	81/48	78/49	80	0	0	0
19	Gülle 0 + 160 + N-Sim.	0	160/88	105	0	0	0	0	160/94	120	0	0	0

* organische Düngung: N_{ges} / NH_4-N in kg/ha ** mineralische Düngung: Summe der 1, 2. und 3. N-Gabe
Vgl. 16-19 nur in Kirchseeon und Weiterndorf

Stickstoffdüngung zu Winterweizen **Versuch 534**

Versuchsfrage **Organische Düngung zu Wi-Weizen unter Einbeziehung von DSN, N-Sensor und N-Simulation**

Ausgebrachte Mengen **Ernte 2013**

Vgl.	Düngungsstufe	Kirchseeon			Piering			Weiterndorf			Günzburg		
		org.*		min.**	org.*		min.**	org.*		min.**	org.*		min.**
		Frühj.	EC 30	N/ha	Frühj.	EC 30	N/ha	Frühj.	EC 30	N/ha	Frühj.	EC 30	N/ha
1	KAS 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	KAS 100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100
3	KAS 150	0	0	150	0	0	150	0	0	150	0	0	150
4	KAS 180	0	0	180	0	0	180	0	0	180	0	0	180
5	KAS 210	0	0	210	0	0	210	0	0	210	0	0	210
6	N-Simulation	0	0	200	0	0	220	0	0	185	0	0	215
7	DSN	0	0	200	0	0	220	0	0	200	0	0	220
8	Gülle 80 + KAS	81/51	0	60	80/48	0	60	75/49	0	60	72/45	0	60
9	Gülle 80 + N-Sim.	81/51	0	160	80/48	0	180	75/49	0	145	72/45	0	175
10	Gülle 80 + DSN	81/51	0	155	80/48	0	180	75/49	0	160	72/45	0	180
11	Gülle 160	160/102	0	0	160/95	0	0	151/98	0	0	144/90	0	0
12	Gülle 160 + KAS	160/102	0	60	160/95	0	60	151/98	0	60	144/90	0	60
13	Gülle 160 + N-Sim.	160/102	0	115	160/95	0	145	151/98	0	100	144/90	0	140
14	Gülle 160 + DSN	160/102	0	115	160/95	0	140	151/98	0	120	144/90	0	145
15	Gülle 160 + N-Sensor	160/102	0	131	160/95	0	72	151/98	0	63	144/90	0	98
16	Gülle 80 + 80	81/51	81/45	0	0	0	0	75/49	80/46	0	0	0	0
17	Gülle 80 + 80 + N-Sim.	81/51	81/45	115	0	0	0	75/49	80/46	110	0	0	0
18	Gülle 80 + 80 + DSN	81/51	81/45	115	0	0	0	75/49	80/46	120	0	0	0
19	Gülle 0 + 160 + N-Sim.	0	160/88	115	0	0	0	0	160/92	120	0	0	0

* organische Düngung: N_{ges} / NH_4-N in kg/ha ** mineralische Düngung: Summe der 1, 2. und 3. N-Gabe
Vgl. 16-19 nur in Kirchseeon und Weiterndorf

Stickstoffdüngung zu Winterweizen **Versuch 534**

Versuchsfrage **Organische Düngung zu Wi-Weizen unter Einbeziehung von DSN, N-Sensor und N-Simulation**

Ausgebrachte Mengen **Ernte 2014**

Vgl.	Düngungsstufe	Kirchseeon			Piering			Weiterndorf			Günzburg		
		org.*		min.**	org.*		min.**	org.*		min.**	org.*		min.**
		Frühj.	EC 30	N/ha	Frühj.	EC 30	N/ha	Frühj.	EC 30	N/ha	Frühj.	EC 30	N/ha
1	KAS 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	KAS 100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100
3	KAS 150	0	0	150	0	0	150	0	0	150	0	0	150
4	KAS 180	0	0	180	0	0	180	0	0	180	0	0	180
5	KAS 210	0	0	210	0	0	210	0	0	210	0	0	210
6	N-Simulation	0	0	180	0	0	210	0	0	180	0	0	155
7	DSN	0	0	205	0	0	220	0	0	200	0	0	150
8	Gülle 80 + KAS	80/45	0	60	78/48	0	60	80/46	0	60	80/50	0	60
9	Gülle 80 + N-Sim.	80/45	0	150	78/48	0	180	80/46	0	150	80/50	0	130
10	Gülle 80 + DSN	80/45	0	165	78/48	0	185	80/46	0	160	80/50	0	110
11	Gülle 160	160/90	0	0	156/95	0	0	160/91	0	0	160/100	0	0
12	Gülle 160 + KAS	160/90	0	60	156/95	0	60	160/91	0	60	160/100	0	60
13	Gülle 160 + N-Sim.	160/90	0	120	156/95	0	155	160/91	0	125	160/100	0	100
14	Gülle 160 + DSN	160/90	0	130	156/95	0	155	160/91	0	120	160/100	0	60
15	Gülle 160 + N-Sensor	160/90	0	120	156/95	0	88	160/91	0	115	160/100	0	47
16	Gülle 80 + 80	80/45	80/45	0	0	0	0	80/46	80/47	0	0	0	0
17	Gülle 80 + 80 + N-Sim.	80/45	80/45	125	0	0	0	80/46	80/47	125	0	0	0
18	Gülle 80 + 80 + DSN	80/45	80/45	125	0	0	0	80/46	80/47	120	0	0	0
19	Gülle 0 + 160 + N-Sim.	0	160/90	125	0	0	0	0	160/94	130	0	0	0

* organische Düngung: N_{ges} / NH_4-N in kg/ha ** mineralische Düngung: Summe der 1, 2. und 3. N-Gabe
Vgl. 16-19 nur in Kirchseeon und Weiterndorf

Stickstoffdüngung zu Winterweizen **Versuch 534**

Versuchsfrage **Organische Düngung zu Wi-Weizen unter Einbeziehung von DSN, N-Sensor und N-Simulation**

Ausgebrachte Mengen **Ernte 2012-2014**

Vgl	Düngungsstufe	Kirchseeon			Piering			Weiterndorf			Günzburg			Mittel der Orte		
		org.*		min**	org.		min.	org.		min.	org.		min.	org.		min.
		Frühj.	EC 30	N/ha	Frühj.	EC 30	N/ha	Frühj.	EC 30	N/ha	Frühj.	EC 30	N/ha	Frühj.	EC 30	N/ha
1	KAS 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	KAS 100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100
3	KAS 150	0	0	150	0	0	150	0	0	150	0	0	150	0	0	150
4	KAS 180	0	0	180	0	0	180	0	0	180	0	0	180	0	0	180
5	KAS 210	0	0	210	0	0	210	0	0	210	0	0	210	0	0	210
6	N-Simulation	0	0	185	0	0	215	0	0	192	0	0	187	0	0	195
7	DSN	0	0	202	0	0	215	0	0	197	0	0	197	0	0	203
8	Gü 80 + KAS	82/47	0	60	85/50	0	60	79/48	0	60	77/50	0	60	81/49	0	60
9	Gü 80 + N-Sim.	82/47	0	148	85/50	0	175	79/48	0	157	77/50	0	150	81/49	0	158
10	Gü 80 + DSN	82/47	0	160	85/50	0	175	79/48	0	157	77/50	0	155	81/49	0	162
11	Gü 160	162/94	0	0	169/99	0	0	158/95	0	0	154/99	0	0	161/97	0	0
12	Gü 160 + KAS	162/94	0	60	169/99	0	60	158/95	0	60	154/99	0	60	161/97	0	60
13	Gü 160 + N-Sim.	162/94	0	108	169/99	0	138	158/95	0	122	154/99	0	110	161/97	0	120
14	Gü 160 + DSN	162/94	0	123	169/99	0	135	158/95	0	115	154/99	0	113	161/97	0	122
15	Gü 160+N-Sensor	162/94	0	123	169/99	0	62	158/95	0	83	154/99	0	79	161/97	0	87
16	Gü 80 + 80	82/47	81/45	0	0	0	0	79/48	79/47	0	0	0	0	81/48	80/46	0
17	Gü 80+80+N-Sim	82/47	81/45	113	0	0	0	79/48	79/47	122	0	0	0	81/48	80/46	118
18	Gü 80+80 + DSN	82/47	81/45	121	0	0	0	79/48	79/47	107	0	0	0	81/48	80/46	114
19	Gü 0+160+N-Sim	0	160/89	115	0	0	0	0	160/93	123	0	0	0	0	160/91	119

* organische Düngung: N_{ges} / NH_4-N in kg/ha ** mineralische Düngung: Summe der 1, 2. und 3. N-Gabe
Vgl. 16-19 nur in Kirchseeon und Weiterndorf

Stickstoffdüngung zu Winterweizen **Versuch 534**

Versuchsfrage **Organische Düngung zu Wi-Weizen unter Einbeziehung von DSN, N-Sensor und N-Simulation**

Erträge in dt/ha bei 86% TS, Rohproteingehalte in % **Ernte 2012**

Vgl.	Düngungsstufe	Kirchseeon		Piering		Weiterndorf		Günzburg		Mittel 2012	
		Ertrag	RP	Ertrag	RP	Ertrag	RP	Ertrag	RP	Ertrag	RP
1	KAS 0	31,6	8,7	73,1	9,8	53,5	8,8	48,8	8,6	51,8	9,0
2	KAS 100	72,3	9,4	98,8	11,5	82,6	11,5	82,5	9,6	84,1	10,5
3	KAS 150	85,2	10,9	105,5	12,8	81,8	12,7	92,8	10,7	91,3	11,8
4	KAS 180	87,0	11,5	109,8	13,4	79,5	13,3	97,4	11,6	93,4	12,5
5	KAS 210	94,2	12,5	110,2	13,7	84,0	13,8	99,4	12,4	97,0	13,1
6	N-Simulation	86,0	11,3	109,5	13,9	82,7	13,7	98,7	11,9	94,2	12,7
7	DSN	91,7	11,7	110,7	13,7	81,7	13,5	99,2	12,4	95,8	12,8
8	Gülle 80 + KAS	65,2	9,7	97,8	11,6	74,8	10,9	81,6	9,8	79,9	10,5
9	Gülle 80 + N-Sim.	86,1	11,1	110,5	13,4	79,8	13,9	98,4	11,5	93,7	12,5
10	Gülle 80 + DSN	91,5	11,1	109,8	13,4	82,7	13,0	98,9	12,1	95,7	12,4
11	Gülle 160	53,9	8,9	87,8	10,5	68,9	9,3	75,6	9,2	71,6	9,5
12	Gülle 160 + KAS	74,3	10,0	101,5	11,8	80,3	11,1	93,2	10,6	87,3	10,9
13	Gülle 160 + N-Sim.	78,5	10,5	108,7	13,1	82,6	13,5	96,0	11,5	91,5	12,2
14	Gülle 160 + DSN	88,2	11,0	105,2	13,1	80,2	13,0	101,4	12,2	93,8	12,3
15	Gülle 160 + N-Sensor	89,1	11,1	92,6	11,4	78,6	12,0	95,3	11,3	88,9	11,5
16*	Gülle 80 + 80	59,4	9,5	-	-	68,4	9,2	-	-	63,9	9,4
17*	Gülle 80 + 80 + N-Sim.	89,5	10,9	-	-	79,3	13,6	-	-	84,4	12,3
18*	Gülle 80 + 80 + DSN	90,5	11,2	-	-	76,4	12,1	-	-	83,5	11,7
19*	Gülle 0 + 160 + N-Sim.	88,0	10,9	-	-	78,5	13,7	-	-	83,3	12,3
t-test (GD (5%)		5,2		3,2		5,5		3,2			

* Vgl. 16-19 nur in Kirchseeon und Weiterndorf (Mittelwerte ohne Piering und Günzburg)

Stickstoffdüngung zu Winterweizen **Versuch 534**

Versuchsfrage **Organische Düngung zu Wi-Weizen unter Einbeziehung von DSN, N-Sensor und N-Simulation**

Erträge in dt/ha bei 86% TS, Rohproteingehalte in % **Ernte 2013**

Vgl.	Düngungsstufe	Kirchseeon		Piering		Weiterndorf		Günzburg		Mittel 2013	
		Ertrag	RP	Ertrag	RP	Ertrag	RP	Ertrag	RP	Ertrag	RP
1	KAS 0	39,6	9,2	61,3	10,4	60,0	11,0	53,1	9,1	53,5	9,9
2	KAS 100	93,0	10,4	92,9	12,1	93,2	11,5	89,4	9,5	92,1	10,9
3	KAS 150	97,2	11,3	100,5	13,6	100,0	12,2	103,1	10,2	100,2	11,8
4	KAS 180	103,8	12,0	104,1	14,2	102,3	12,7	108,7	10,7	104,7	12,4
5	KAS 210	107,2	12,9	105,2	14,6	106,3	13,0	112,8	11,1	107,9	12,9
6	N-Simulation	108,1	14,2	104,5	14,8	103,2	12,7	114,6	11,1	107,6	13,2
7	DSN	107,8	13,7	106,1	14,8	105,8	12,6	115,9	11,5	108,9	13,2
8	Gülle 80 + KAS	82,8	10,6	87,8	12,0	91,9	11,5	85,7	9,8	87,1	11,0
9	Gülle 80 + N-Sim.	106,1	11,7	104,3	14,3	103,1	12,3	110,5	10,6	106,0	12,2
10	Gülle 80 + DSN	103,4	11,4	104,6	14,1	105,5	12,5	112,9	11,2	106,6	12,3
11	Gülle 160	68,9	9,2	72,7	11,0	83,4	10,7	76,1	9,2	75,3	10,0
12	Gülle 160 + KAS	90,9	10,2	91,1	12,3	96,3	11,5	94,8	9,5	93,3	10,9
13	Gülle 160 + N-Sim.	99,6	11,1	102,3	13,9	101,4	11,9	111,0	10,9	103,6	12,0
14	Gülle 160 + DSN	99,0	11,1	102,1	13,9	101,1	12,2	111,4	10,6	103,4	12,0
15	Gülle 160 + N-Sensor	99,0	12,2	93,3	12,6	97,1	11,7	106,8	10,5	99,1	11,8
16*	Gülle 80 + 80	75,2	9,8	-	-	84,6	11,3	-	-	79,9	10,6
17*	Gülle 80 + 80 + N-Sim.	102,3	10,7	-	-	103,7	12,2	-	-	103,0	11,5
18*	Gülle 80 + 80 + DSN	102,2	11,2	-	-	104,2	12,4	-	-	103,2	11,8
19*	Gülle 0 + 160 + N-Sim.	107,3	13,2	-	-	104,0	12,4	-	-	105,7	12,8
t-test (GD (5%)		4,1		2,4		3,2		5,7			

* Vgl. 16-19 nur in Kirchseeon und Weiterndorf (Mittelwerte ohne Piering und Günzburg)

Stickstoffdüngung zu Winterweizen **Versuch 534**

Versuchsfrage **Organische Düngung zu Wi-Weizen unter Einbeziehung von DSN, N-Sensor und N-Simulation**

Erträge in dt/ha bei 86% TS, Rohproteingehalte in % **Ernte 2014**

Vgl.	Düngungsstufe	Kirchseeon		Piering		Weiterndorf		Günzburg		Mittel 2014	
		Ertrag	RP	Ertrag	RP	Ertrag	RP	Ertrag	RP	Ertrag	RP
1	KAS 0	45,6	8,6	58,3	9,0	49,3	9,0	95,9	9,7	62,3	9,1
2	KAS 100	90,5	9,2	101,7	10,2	83,2	10,7	116,1	11,4	97,9	10,4
3	KAS 150	105,6	10,1	113,0	11,2	89,9	11,9	116,7	12,4	106,3	11,4
4	KAS 180	113,5	10,9	118,0	11,8	88,8	13,0	125,1	12,7	111,4	12,1
5	KAS 210	117,9	11,5	121,7	12,6	93,0	13,3	122,5	13,1	113,8	12,6
6	N-Simulation	114,9	11,0	120,8	12,6	90,7	13,0	120,5	12,6	111,7	12,3
7	DSN	118,4	11,6	122,3	12,6	90,4	13,3	120,0	12,4	112,8	12,5
8	Gülle 80 + KAS	79,5	9,2	95,7	10,2	80,3	10,0	118,9	11,6	93,6	10,3
9	Gülle 80 + N-Sim.	119,6	10,8	121,5	12,3	93,8	12,1	122,4	12,8	114,3	12,0
10	Gülle 80 + DSN	118,3	11,1	121,4	12,2	89,9	12,6	120,7	12,5	112,6	12,1
11	Gülle 160	67,7	8,5	78,6	9,4	65,9	9,0	111,1	10,6	80,8	9,4
12	Gülle 160 + KAS	94,2	9,1	100,7	10,4	82,0	10,4	120,5	12,0	99,4	10,5
13	Gülle 160 + N-Sim.	110,2	10,1	117,2	11,9	89,4	12,2	121,3	12,8	109,5	11,8
14	Gülle 160 + DSN	111,5	10,3	117,5	12,2	90,7	12,1	120,2	12,2	110,0	11,7
15	Gülle 160 + N-Sensor	113,8	10,8	107,7	10,9	89,5	12,3	116,7	11,9	106,9	11,5
16*	Gülle 80 + 80	68,3	9,0	-	-	66,9	9,5	-	-	67,6	9,3
17*	Gülle 80 + 80 + N-Sim.	114,3	10,9	-	-	90,0	12,0	-	-	102,2	11,5
18*	Gülle 80 + 80 + DSN	111,9	10,5	-	-	91,9	11,8	-	-	101,9	11,2
19*	Gülle 0 + 160 + N-Sim.	112,8	10,5	-	-	88,5	12,4	-	-	100,7	11,5
t-test (GD (5%)		5,3		3,4		4,3		7,9			

* Vgl. 16-19 nur in Kirchseeon und Weiterndorf (Mittelwerte ohne Piering und Günzburg)

Stickstoffdüngung zu Winterweizen **Versuch 534**

Versuchsfrage **Organische Düngung zu Wi-Weizen unter Einbeziehung von DSN, N-Sensor und N-Simulation**

Erträge in dt/ha bei 86% TS, Rohproteingehalte in % **Ernte 2012-2014**

Vgl.	Düngungsstufe	Kirchseeon		Piering		Weiterndorf		Günzburg		Mittel 2012-2014	
		Ertrag	RP	Ertrag	RP	Ertrag	RP	Ertrag	RP	Ertrag	RP
1	KAS 0	38,9	8,8	64,2	9,7	54,3	9,6	65,9	9,1	55,8	9,3
2	KAS 100	85,3	9,7	97,8	11,3	86,3	11,2	96,0	10,2	91,4	10,6
3	KAS 150	96,0	10,8	106,3	12,5	90,6	12,3	104,2	11,1	99,3	11,7
4	KAS 180	101,4	11,5	110,6	13,1	90,2	13,0	110,4	11,7	103,2	12,3
5	KAS 210	106,4	12,3	112,4	13,6	94,4	13,4	111,6	12,2	106,2	12,9
6	N-Simulation	103,0	12,2	111,6	13,8	92,2	13,1	111,3	11,9	104,5	12,8
7	DSN	106,0	12,3	113,0	13,7	92,6	13,1	111,7	12,1	105,8	12,8
8	Gülle 80 + KAS	75,8	9,8	93,8	11,3	82,3	10,8	95,4	10,4	86,8	10,6
9	Gülle 80 + N-Sim.	103,9	11,2	112,1	13,3	92,2	12,8	110,4	11,6	104,7	12,2
10	Gülle 80 + DSN	104,4	11,2	111,9	13,2	92,7	12,7	110,8	11,9	105,0	12,3
11	Gülle 160	63,5	8,9	79,7	10,3	72,7	9,7	87,6	9,7	75,9	9,7
12	Gülle 160 + KAS	86,5	9,8	97,8	11,5	86,2	11,0	102,8	10,7	93,3	10,8
13	Gülle 160 + N-Sim.	96,1	10,6	109,4	13,0	91,1	12,5	109,4	11,7	101,5	12,0
14	Gülle 160 + DSN	99,6	10,8	108,3	13,1	90,7	12,4	111,0	11,7	102,4	12,0
15	Gülle 160 + N-Sensor	100,6	11,4	97,9	11,6	88,4	12,0	106,3	11,2	98,3	11,6
16*	Gülle 80 + 80	67,6	9,4	-	-	73,3	10,0	-	-	70,5	9,7
17*	Gülle 80 + 80 + N-Sim.	102,0	10,8	-	-	91,0	12,6	-	-	96,5	11,7
18*	Gülle 80 + 80 + DSN	101,5	11,0	-	-	90,8	12,1	-	-	96,2	11,6
19*	Gülle 0 + 160 + N-Sim.	102,7	11,5	-	-	90,3	12,8	-	-	96,5	12,2

* Vgl. 16-19 nur in Kirchseeon und Weiterndorf (Mittelwerte ohne Piering und Günzburg)

Versuchsfrage **Organische Düngung zu Wi-Weizen unter Einbeziehung von DSN, N-Sensor und N-Simulation**

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, bei der sich organische und mineralische Dünger sinnvoll ergänzen. In der Praxis kommt es immer wieder zu überhöhten mineralischen N-Gaben, da sich die Wirkung der organischen Dünger sowohl von der Höhe als auch vom Zeitpunkt nur sehr schwer einschätzen lassen. Jahresbedingte Witterungsunterschiede erschweren treffsichere Kalkulationen. Die gebräuchlichen Verfahren zur Düngebedarfsermittlung berücksichtigen die Wirkung einer organischen Düngung anhand von langjährig in Feldversuchen ermittelter Ausnutzungsraten. In dem vorliegenden Versuch galt es zum einen, diese Raten unter Verwendung einer verlustarmen Ausbringtechnik (Schleppschlauch) zu überprüfen und zum anderen neue Systeme auf ihre Eignung beim Einsatz organsicher Dünger zu testen.

Dazu wurden an den Standorten Kirchseeon, Piering, Weiterndorf und Günzburg Versuche zu Winterweizen mit einer Laufzeit von jeweils drei Jahren angelegt. Dabei wurden unterschiedliche Rindergülle-Mengen, unter anderem aufgeteilt in zwei Gaben, zu verschiedenen Terminen ausgebracht. Meist erfolgte eine mineralische N-Ergänzung, nur in zwei Varianten wurde auf diese verzichtet. Um die N-Wirkung der organischen Dünger exakt abklären zu können, wurden fünf Mineraldüngervarianten mit N-Mengen von 0 bis 210 kg N/ha angelegt.

Zusätzlich wurden die Düngeberatungssysteme DSN, N-Sensor und N-Simulation vergleichend angewendet, um die Düngebedarfsermittlung hinsichtlich Ertrag, Qualität und Umweltverträglichkeit (z.B. Nmin, N-Bilanz) zu optimieren. Um Schwefeleffekte ausschließen zu können, wurde über die gesamte Versuchsfläche sowohl im Herbst als auch zu Vegetationsbeginn im Frühjahr eine Schwefeldüngung mit 100 kg/ha Kieserit (Magnesiumsulfat) durchgeführt.

Funktion und Beschreibung der Düngesysteme

DSN

Das Düngeberatungssystem Stickstoff (DSN) ist in Bayern die Standardmethode zur Berechnung des Düngebedarfs. Aufbauend auf einem ertragsabhängigen N-Sollwert wird unter Berücksichtigung des Nmin-Wertes im Frühjahr und weiteren schlagspezifischen Zu- und Abschlägen (Vorfrucht, Boden, Ertragserwartung) zu Vegetationsbeginn 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 erfolgt vor der 2. (BBCH 31) und 3. N-Gabe (BBCH 37-39). Die Höhe der auszubringenden N-Mengen zur zweiten und dritten Gabe wurde aus dem Sensorwert der an der LfL entwickelten Düngeableitung berechnet. Zur 1. N-Gabe wurde keine mineralische Düngung ausgebracht, da bei der N-Sensor Variante im zeitigen Frühjahr 160 kg Nges/ha über Gülle ausgebracht wurden (siehe Düngeplan).

N-Simulation

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

Organische Düngung

Gülle ist ein wertvoller Stickstoffdünger, der bei überlegtem Einsatz Düngerkosten sparen hilft. Deshalb ist es wichtig, eine hohe N-Wirkung (Effizienz) zu erzielen. Bedeutende Faktoren sind u. a. der Zeitpunkt der Ausbringung und bei höheren Mengen evtl. eine Aufteilung in mehrere Gaben. Entscheidend ist, die organische Düngung mit einer mineralischen N-Dünger überlegt und sinnvoll zu ergänzen, um Überversorgungen mit negativen ökologischen Folgen zu vermeiden.
Hierzu die richtigen Kriterien zu finden, war Ziel dieses Versuches, der mit insgesamt zwölf organischen Düngervarianten angelegt wurde. Mit 80 bzw. 160 kg Gesamt-N/ha konnten zwei unterschiedlich hohe Güllemengen, jeweils im zeitigen Frühjahr ausgebracht, geprüft werden.

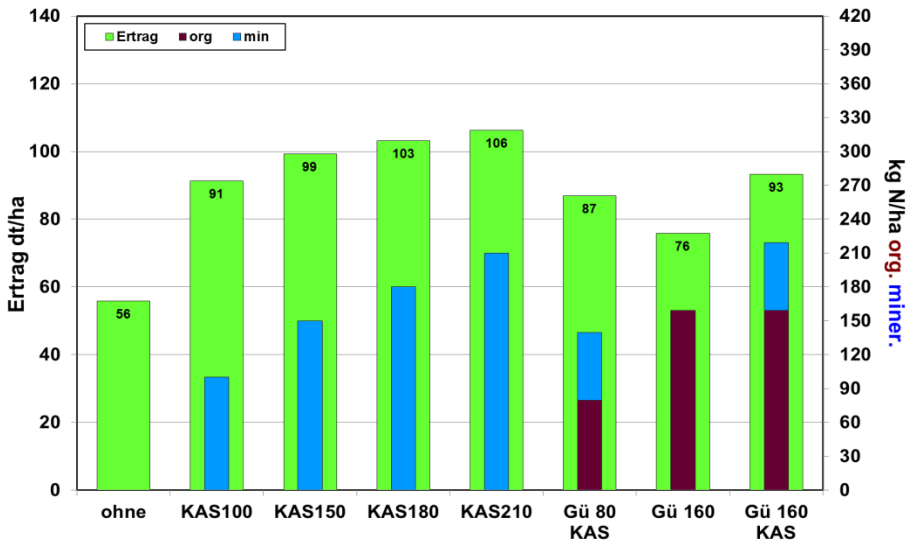

Abb. 1: Erträge mit und ohne Gülle, Mittel aller Orte und Jahre 2012 bis 2014, n=12

N-Wirkung organischer Dünger

Erträge

In Abb. 1 sind die Winterweizenerträge der einzelnen Varianten dargestellt. Die reinen Mineraldüngervarianten zeigten entsprechend des steigenden N-Angebotes (0 bis 210 kg N) die zu erwartenden Ertragszuwächse. Dagegen fielen die Erträge in den Güllevarianten im Vergleich zur Mineraldüngung bei gleichem N-Angebot deutlich ab. Wie aus Abb.2 ersichtlich ist, kamen von den 160 kg Ges-N über Gülle (ohne min. Ergänzung) nur ca. 55 kg zur Wirkung (ca. 35%). Auch die Variante, bei der mit 220 kg Ges-N/ha (160 aus Gülle) die höchste N-Menge ausgebracht wurde, erreichte nur den Ertrag, der mit ca. 115 kg N/ha über Mineraldünger erzielt wurde. Ähnliches trifft auch für die restlichen Güllevarianten zu. Diese Ergebnisse belegen die geringere N-Wirkung der organischen gegenüber der mineralischen Düngung. Bei einer gezielten Düngung aus org. und min. Düngern kann aber trotzdem der Optimalertrag erreicht werden (siehe untern „Verfahren zur N-Bedarfsermittlung).

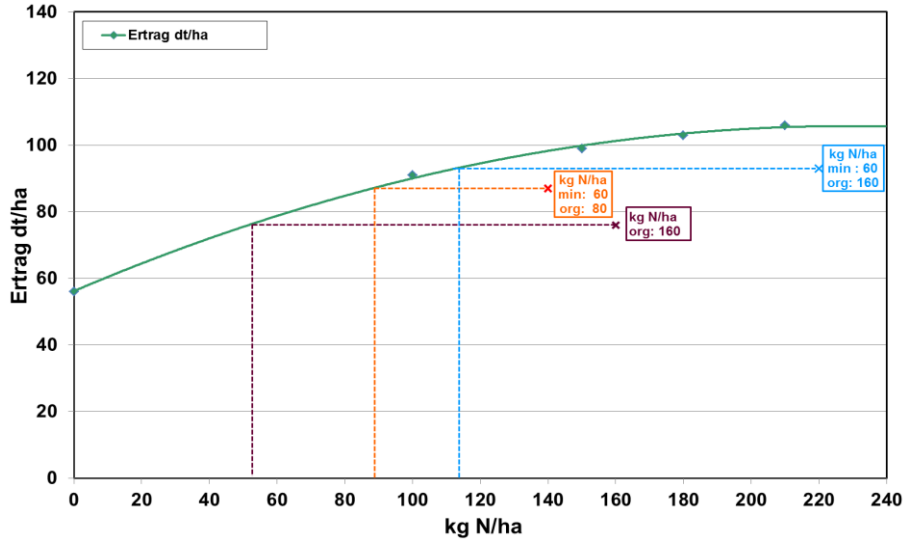

Abb. 2: N-Wirkung organischer Dünger auf den Ertrag, Mittel aller Orte und Jahre 2012 bis 2014, n=12

Rohprotein

Das entscheidende Vermarktungskriterium, insbesondere beim Backweizen, ist der Rohproteingehalt. Hohe Gehalte wirken sich positiv auf das Backverhalten aus und können ggf. bei Futterweizen den Zukauf von eiweißhaltigen Futtermitteln vermindern.

Wie in Abb. 3 ersichtlich, bewegen sich die Rohproteinwerte zwischen 9,3 und 12,9 %. Dabei lagen die Werte in den Varianten ohne Mineraldüngung unter 10 %. Mit steigendem N-Angebot konnten die Rohproteingehalte in den Mineraldüngervarianten entsprechend angehoben werden. Kommt Gülle zum Einsatz fallen die Gehalte ab. Die Variante mit dem höchsten N-Angebot (Gü160+KAS) erreichte nur in etwa den Wert, der mit 150 kg N/ha mineralisch erzielt wurde.

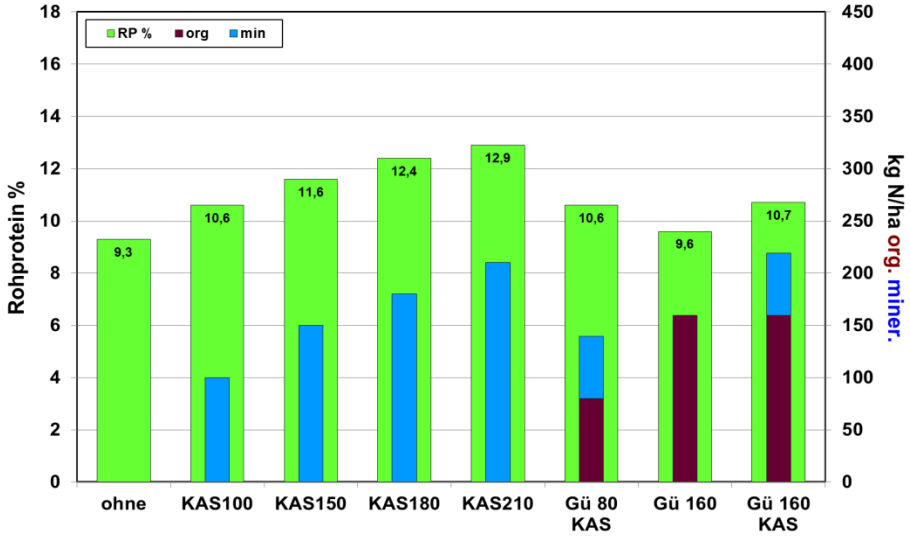

Abb. 3: Rohproteingehalte mit und ohne Gülle, Mittel aller Orte und Jahre 2012 bis 2014, n=12

Nmin Werte

Bei den Nmin-Werten (0 – 90 cm Tiefe) sind nur geringe Unterschiede zu erkennen. Diese bewegen sich nach der Winterweizenernte (Abb. 4) mit 38 bis 53 kg N/ha im normalen/mittleren Bereich, wobei die höheren Werte in den Mineraldüngervarianten mit 210 bzw. 180 kg N/ha zu finden sind. Die Werte innerhalb der Güllevarianten unterscheiden sich im Vergleich zu den niedrig bzw. zur nicht gedüngten Mineraldüngervariante nur geringfügig.

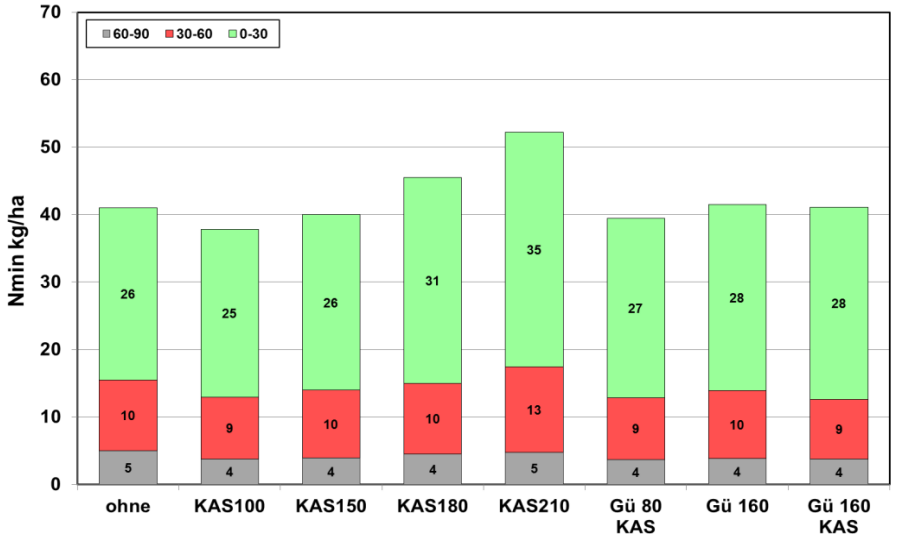

Abb. 4: Nmin Werte nach der Ernte mit und ohne Gülle, Mittel aus 2012 bis 2014, n=12

N-Bilanz

Ziel des Nährstoffsaldos in der Landwirtschaft ist es, die Ausgewogenheit von Nährstoffzufuhren und Abfuhren zu beurteilen und daraus abzuleiten, ob die Düngebedarfsermittlung richtig war. Er berechnet sich aus der Summe zugeführter organischer und mineralischer Düngemittel abzüglich der N-Abfuhr über die Ernteprodukte. Ziel muss es sein, den N-Bilanzüberschuss möglichst niedrig zu halten.

In Abb. 5 sind die N-Salden verschiedener Düngevarianten dargestellt. Dabei liegen die Werte in den Mineraldüngervarianten überwiegend im negativen Bereich. Aufgrund der schwachen Gülle-N-Wirkung bezüglich der Erträge (Abb. 2) und der damit verbundenen niedrigen N-Abfuhr, weisen die Varianten mit 160 kg Ges-N/ha mit 21 bzw. 40 kg N/ha bereits deutliche Bilanzüberhänge aus, obwohl bei diesen Varianten der Optimalertrag noch nicht erreicht wurde.

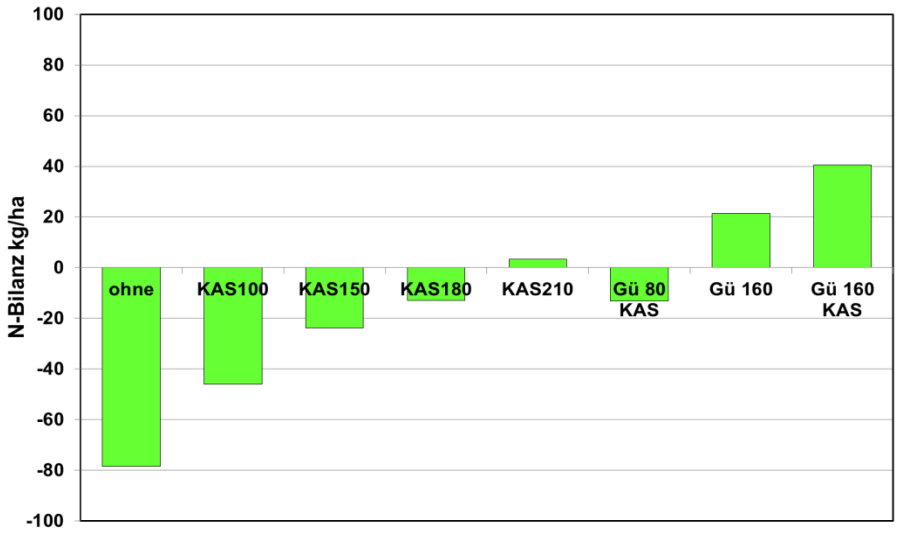

Abb. 5: N-Bilanz mit und ohne mineralischer N-Ergänzung, Mittel aus 2012 bis 2014, n=12

Zeitpunkt der Ausbringung

Erträge

In Abb. 6 sind die Winterweizenerträge bei unterschiedlichen Ausbringterminen sowie einer Aufteilung in zwei Gaben dargestellt. Dabei wird ersichtlich, dass diese Parameter die Höhe der Erträge kaum beeinflussen, wenn die 2. Gabe spätestens bis EC 30 erfolgt. Daran ändert auch eine gezielte mineralische N-Ergänzung (z.B. Sim) nichts.

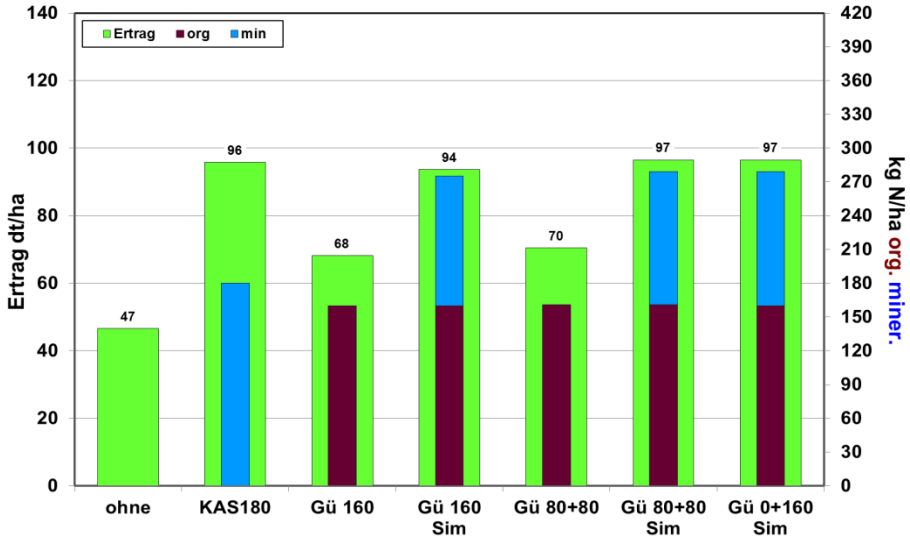

Abb. 6: Erträge bei versch. Ausbringzeitpunkten mit und ohne mineralischer N-Ergänzung, Mittel aus 2012 bis 2014, n=6

Rohprotein

In den Rohproteinwerten wird einmal mehr die mäßige Güllewirkung sichtbar (Abb. 7). Die reinen Güllevarianten, bei denen jeweils 160 kg Ges-N/ha gegeben wurden, erzielten nur geringfügig höhere Eiweißgehalte als die Variante ohne Düngung. Eine mineralische N-Ergänzung führte, unabhängig vom Termin der Gülleausbringung bzw. ob in einer oder zwei Gaben ausgebracht wurde, zu einer deutlichen Erhöhung der Rohproteinwerte auf ca. 12 %.

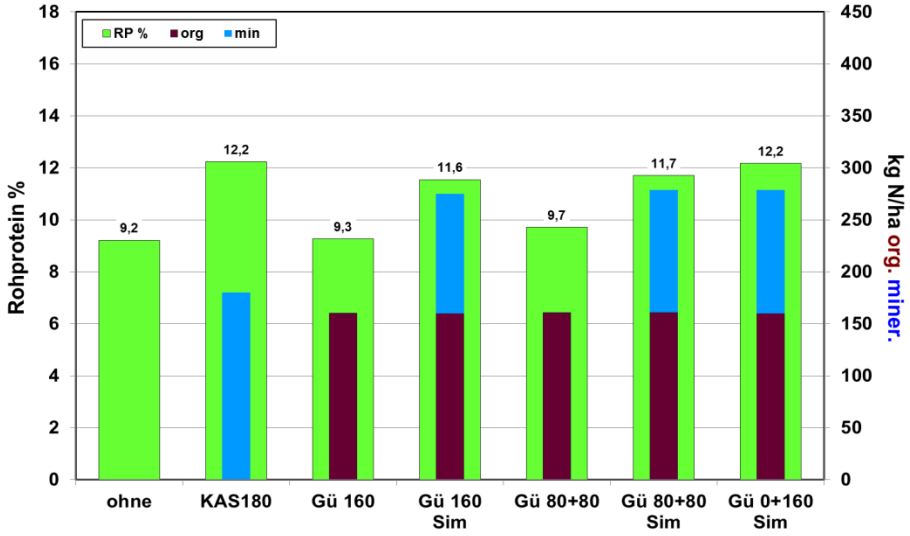

Abb. 7: Rohproteinwerte bei versch. Ausbringzeitpunkten mit und ohne min. N-Ergänzung, Mittel aus 2012 bis 2014, n=6

Nmin Werte

Bei den Nmin-Werten (0 – 90 cm Tiefe) nach der Winterweizenernte sind geringe Unterschiede zu erkennen. Diese bewegen sich mit 42 bis 52 kg N/ha (Abb. 8) im normalen/mittleren Bereich. Die etwas höheren Werte sind in den Varianten mit einer zweiten bzw. einer späten Güllegabe einschließlich mineralischer N-Ergänzung zu finden. Mit jeweils 52 kg N/ha liegen sie nur geringfügig über den restlichen Varianten.

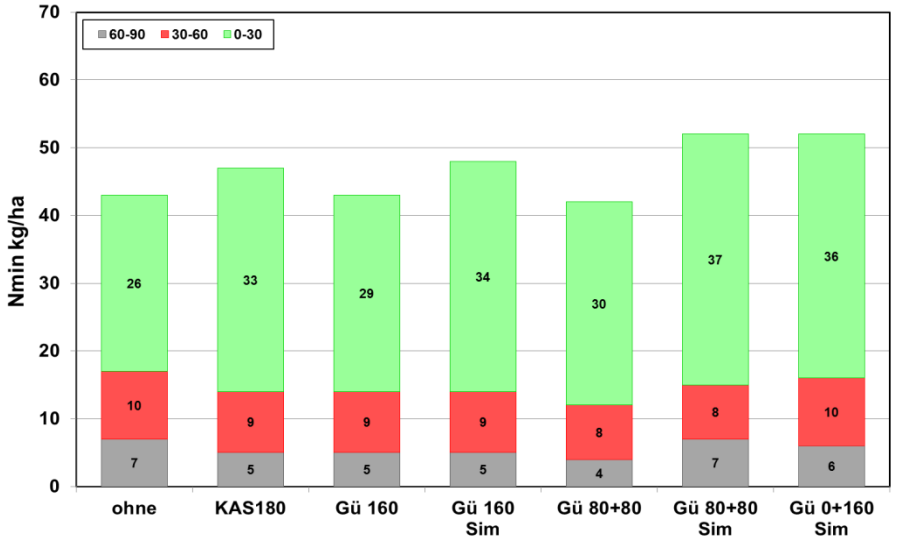

Abb. 8: Nmin-Werte bei versch. Ausbringzeitpunkten mit und ohne mineralischer N-Ergänzung, Mittel aus 2012 bis 2014, n=6

N-Bilanz

Bei den N-Salden (n = 6) in Abhängigkeit des Ausbringzeitpunktes (Abb. 9) der Gülle sind deutliche Unterschiede erkennbar. In den Varianten, die nur mit Gülle gedüngt wurden, traten Überhänge von ca. 20 - 40 kg N/ha auf. Bei einer zusätzlichen N-Ergänzung von 120 kg N/ha stiegen diese auf ca. 80 kg/ha an. Aufgrund der schwachen Gülle-N-Wirkung und der damit verbundenen niedrigen N-Abfuhr, kamen diese hohen Bilanzüberhänge zustande. Dabei spielte der Zeitpunkt der Ausbringung bzw. mit oder ohne Aufteilung keine Rolle. Viehhaltende Betriebe können den Bilanzgrenzwert von 60 kg nur bei einem überlegten, effizienten Einsatz der Wirtschaftsdünger, einer optimalen mineralischen N-Ergänzung und nur im Mittel der Fruchtfolge einhalten.

Verfahren zur N-Bedarfsermittlung

Erträge

In Abb. 10 sind die Erträge der verschiedenen Verfahren zur N-Bedarfsermittlung mit und ohne Gülle dargestellt. Sowohl bei mineralischer Düngung (ca. 200 kg N/ha nach DSN oder Simulation) als auch bei einer zusätzlichen Güllegabe im Frühjahr von 80 kg Nges/ha (mineralische N-Ergänzung von 160 kg/ha) waren im Vergleich der Düngesysteme DSN und N-Simulation nur minimale Ertragsunterschiede zu erkennen. Bei einer Güllegabe von 160 kg Ges.-N/ha fielen die Erträge trotz einer mineralischen Ergänzungsdüngung von 120 kg N/ha bei beiden Systemen etwas ab. Somit kamen bei beiden Güllevarianten nur ca. 40% vom ausgebrachten Ges.-N zur Wirkung. Die Ergebnisse zeigen, dass die Verfahren zur Düngebedarfsermittlung mit steigendem Anteil an organischen Düngern „ungenauer“ werden. Mit den derzeit hinterlegten Daten wird der Wirkungsgrad der organischen Düngung wohl überschätzt.

Der N-Sensor wurde zur Messung der notwendigen mineralischen Ergänzungsdüngung nur nach einer Gülledüngung von 160 kg Nges/ha eingesetzt. Der Sensor hat den Vorteil, dass die zum Messzeitpunkt wirksam gewordenen N-Mengen festgestellt werden. Sich in der Zukunft abspielende Prozesse müssen noch abgeleitet werden. In diesen Versuchen lagen die Erträge der Sensorvariante unter denen von DSN und Simulation, allerdings wurden um ca. 35 kg N/ha weniger ausgebracht. Das lässt den Schluss zu, dass an der Ableitung des Sensors noch Anpassungsbedarf besteht.

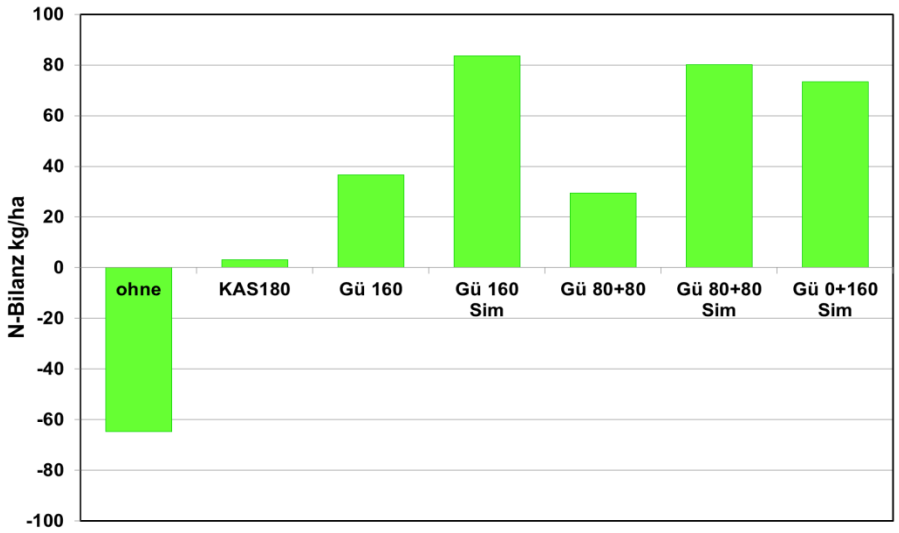

Abb. 9: N-Bilanz bei verschiedenen Ausbringzeitpunkten mit und ohne min. N-Ergänzung, Mittel aus 2012 bis 2014, n=6

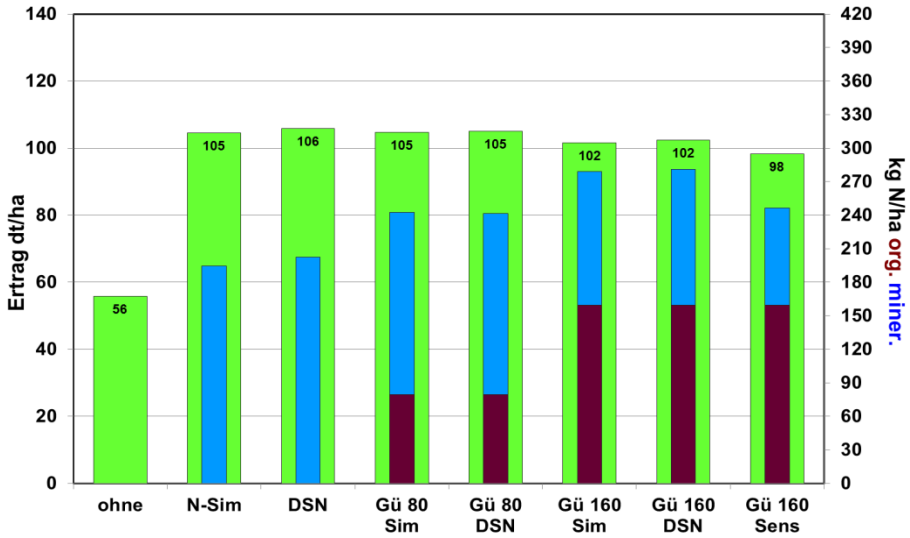

Abb.10: Erträge bei verschiedenen Düngesystemen mit und ohne Gülle, Mittel aller Orte und Jahre 2012 bis 2014, n=12

Rohprotein

In Abb. 11 sind die Rohproteingehalte sowie die ausgebrachten organischen und mineralischen N-Mengen dargestellt. Dabei wird einmal mehr die mäßige Güllewirkung sichtbar. Die Mineraldüngervarianten (N-Simulation, DSN) erzielten mit 12,8 % die höchsten Rohproteingehalte. Erfolgte eine zusätzliche Güllegabe (80/160 kg Ges-N) fielen die Werte mehr oder weniger stark ab, wobei sich die höhere Güllemenge am negativsten auswirkte.

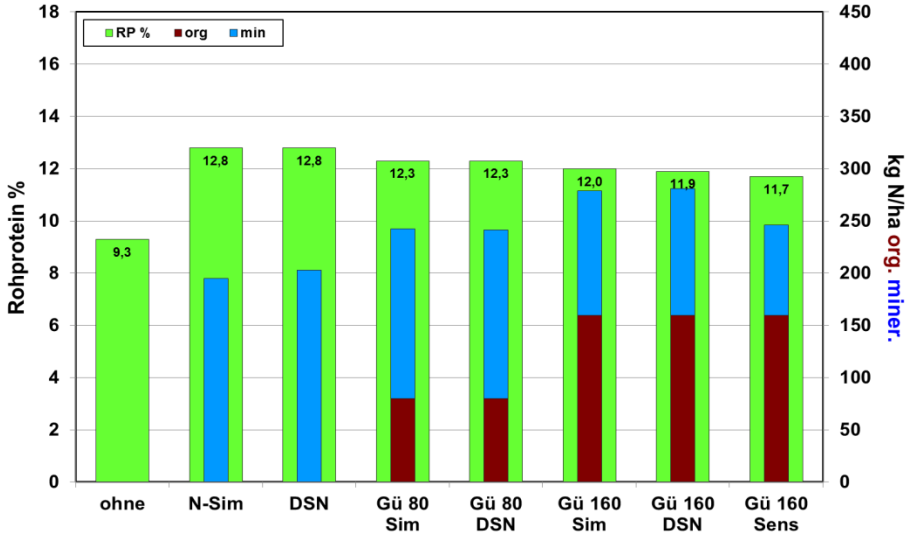

Abb.11: Rohproteingehalte bei verschiedenen Düngesystemen mit und ohne Gülle, Mittel aus 2012 bis 2014, n=12

Nmin Werte

Bei den Nmin-Werten (0 – 90 cm Tiefe) nach der Winterweizenernte waren geringe Unterschiede zu erkennen. Diese bewegten sich mit 40 bis 50 kg N/ha (Abb. 12) im normalen/mittleren Bereich. Die etwas höheren Werte waren in den reinen Mineraldüngervarianten zu finden. Innerhalb der Güllevarianten konnten keine Unterschiede festgestellt werden.

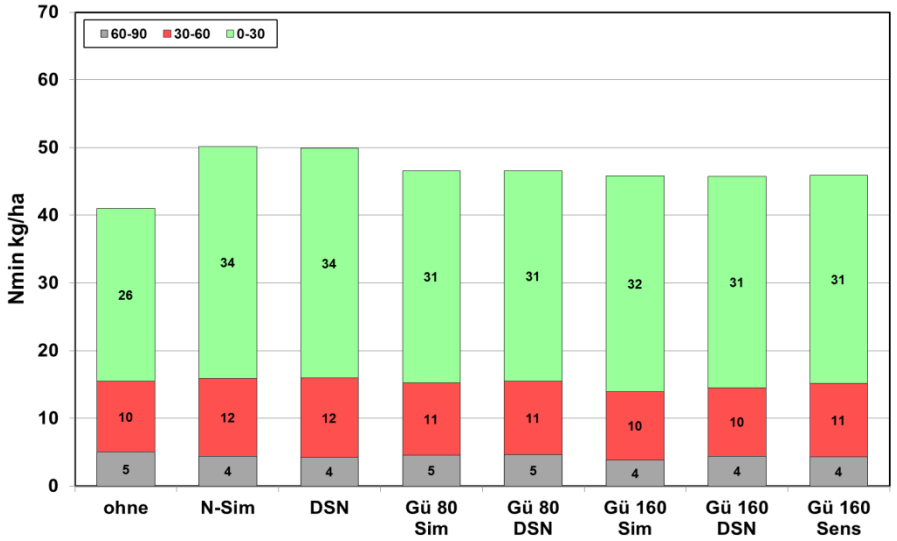

Abb.12: Nmin-Werte bei verschiedenen Düngesystemen mit und ohne Gülle, Mittel aller Orte und Jahre 2012 bis 2014, n=12

N-Bilanz

In Abb. 13 sind die N-Salden (n = 12) der verschiedenen Düngesysteme mit bzw. ohne Gülle dargestellt. Im Vergleich zur alleinigen Mineraldüngung (N-Simulation, DSN) lagen die N-Bilanzüberhänge zu den mit Gülle gedüngten Varianten deutlich höher. In den Varianten 160 N über Gülle einschließlich mineralischer N-Ergänzung wurden die höchsten Ges-N-Mengen verabreicht. Da aber die Erträge im Vergleich zu den Varianten ohne Gülle abfielen, führte dieses mit ca. 70 kg N/ha zu hohen Bilanzüberhängen. Bei einer Güllegabe von 80 kg N/ha mit mineralischer N-Ergänzung bewegten sich diese Überhänge bei ca. 35 kg. Einen nahezu ausgeglichenen N-Saldo erzielten die Mineraldüngervarianten.

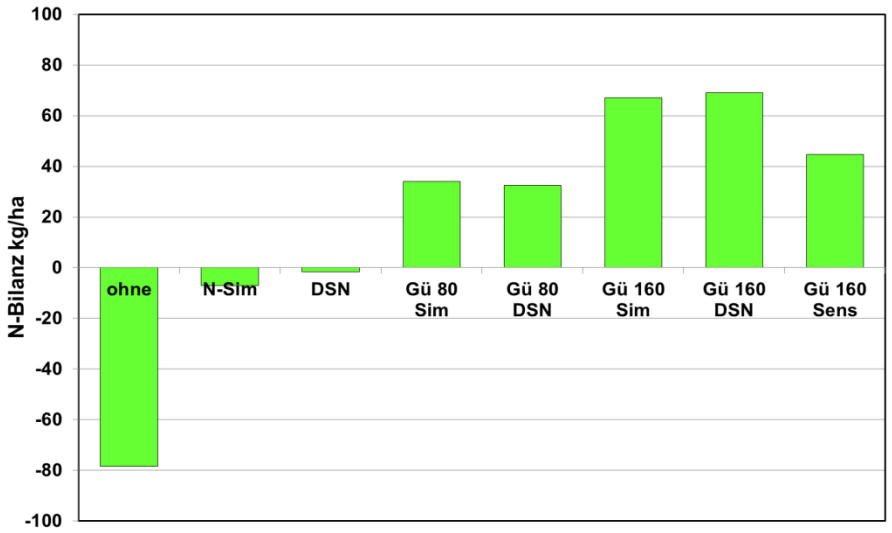

Abb.13: N-Bilanz bei verschiedenen Düngesystemen mit und ohne Gülle, Mittel aller Orte und Jahre 2012 bis 2014, n=12

Fazit

- Insgesamt war nur eine schwache N-Wirkung der Rindergülle im Anwendungsjahr mit ca. 30 bis 40% der ausgebrachten Gesamt N-Menge festzustellen.
- Der Zeitpunkt der Güllegabe (zeitiges Frühjahr oder Stad. 30) bzw. eine Aufteilung der Güllemenge in zwei Teilgaben übt kaum einen Einfluss auf die Erträge aus.
- Aufgrund der schwachen Gülle-N-Wirkung und der damit verbundenen niedrigeren N-Abfuhr kamen hohe Bilanzüberhänge zustande.
- Die Ergebnisse zeigen, dass es in viehhaltenden Betrieben schwierig und aufwendig sein wird, mit dem Einsatz von Gülle bei annähernd gleichem Ertragsniveau wie bei mineralischer Düngung, die Grenzen der N-Bilanz (DüVO) einzuhalten
- Die geprüften Düngesysteme erreichen bei alleiniger Mineraldüngung den Optimalertrag. Bei der Kombination organischer mit mineralischer Düngung und steigendem Anteil organischer Dünger wird die Wirkung der organischen Dünger überschätzt, mit Ertragseinbußen muss daher gerechnet werden. Eine weitere Optimierung der Systeme ist daher notwendig.
- Mit der Düngebedarfsermittlung nach den geprüften Systemen ist es möglich, größere Bilanzüberhänge, die in der Praxis häufiger auftreten, zu vermeiden.