

Versuchsergebnisse aus Bayern 2009 bis 2011

Einfluss der Stickstoffdüngung auf den Winterweizenertrag in Trockengebieten



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

Inhaltsverzeichnis

Stickstoffdüngung zu Winterweizen in Trockengebieten Versuch 540T	3
Standortbeschreibung	3
N-Düngeplan.....	4
Ertrag und Rohproteingehalt Ernte 2009-2011	7
Scheßlitz	7
Weiterndorf	10
Ertrag und Rohproteingehalt Mittel der Jahre 2009-2011	13
Scheßlitz und Weiterndorf	13
Wetterdaten 2009 bis 2011	14
Zusammenfassung	16
Stabilisierte Stickstoffdünger	16
Herbstdüngung mit Gülle.....	18
Vergleich mineralisch gekörnter N-Dünger (KAS, HAS, ASS)	19
Injektionsdüngung mit AHL.....	19
Gülledüngung im Frühjahr	21
Gülledüngung und Beregnung.....	22
Gülledüngung und min. Stickstoffdüngung nach N-Sensor.....	22

Versuchsfrage

Einfluss von N-Düngern auf den Winterweizenertrag in Trockengebieten

Standortbeschreibung

	Scheßlitz	Weiterndorf
Ort	BA	AN
Landkreis	BA	AN
Landschaft	Nordbayerisches Hügelland	Nordbayerisches Hügelland
Ø Jahresniederschläge (mm)	634	690
Ø Jahrestemperatur (°C)	8,5	7,7
Höhe über NN (m)	309	400
Bodentyp	Braunerde	Parabraunerde
Bodenart	L	sL
Geologische Herkunft	Alluvium	Keuper, Muschelkalk
Ackerzahl	ca. 46	ca. 44

Bodenuntersuchung

Versuchsjahr	2009	2010	2011	2009	2010	2011
pH-Wert	5,5	5,7	6,1	7,1	6,9	7,1
P ₂ O ₅ (mg/100 g Boden)	6	8	14	13	5	9
K ₂ O (mg/100 g Boden)	18	15	36	23	13	25
N _{min} –Gehalt im Frühjahr (kg/ha)						
0 – 30 cm	20	52	38	37	44	23
30 – 60 cm	8	46	19	27	28	11
60 – 90 cm	6	25	11	30	34	9
Summe	34	123	68	94	106	43

Stickstoffdüngung zu Winterweizen

Auswirkung unterschiedlicher Verfahren der Stickstoffdüngung in Trockengebieten

Versuch 540T

Ernte 2009-2011

N-Düngeplan

Vgl.	Düngungsstufe	N-Düngung (kg/ha)*				Gesamte N-Menge
		Bei Saat (Im Herbst)	N 1.Gabe zeitig. Frühj.	N 2.Gabe BBCH 31	N 3.Gabe BBCH 37-39	
1	KAS 0	0	0	0	0	0
2	KAS 120	0	40	40	40	120
3	KAS 160	0	50	50	60	160
4	KAS 190	0	60	60	70	190
5	KAS 220	0	70	70	80	220
6	Herbst KAS	30	30	40	60	160
7	Herbst ENTEC 26	30 ENTEC	30	40	60	160
8	zeit. Frühjahr ENTEC 26	0	100 ENTEC	0	60	160
9	zeit. Frühjahr ALZON 46	0	100 ALZON	0	60	160

*Düngung mit Kalkammonsalpeter (KAS) wenn nichts anderes angegeben

Stickstoffdüngung zu Winterweizen

Auswirkung unterschiedlicher Verfahren der Stickstoffdüngung in Trockengebieten

Versuch 540T

N-Düngeplan-Fortsetzung

Ernte 2009-2011

Vgl.	Düngungsstufe	N-Düngung (kg/ha)				Gesamte N-Menge
		Bei Saat (im Herbst)	N 1.Gabe zeitig. Frühj.	N 2.Gabe BBCH 31	N 3.Gabe BBCH 37-39	
10	KAS 2 Gaben	0	50	110	0	160
11	Ammonsulfatsalpeter (ASS)	0	50 ASS	50 ASS	60 ASS	160
12	Harnstoff-Korn (HAS)	0	50 HAS	50 HAS	60 HAS	160
13	ENTEC 26 / 2.Gabe	0	50	110 ENTEC	0	160
14	ALZON 46 / 2.Gabe	0	50	110 ALZON	0	160
15	Striegel ¹⁾	0	50	50	60	160
16	Injektionsdüngung ²⁾ + KAS	0	0	100 AHL	60	160
17	Injektionsdüngung ²⁾	0	0	160 AHL	0	160

¹⁾ nach 1+2. Düngung striegeln

²⁾ BBCH 30

Stickstoffdüngung zu Winterweizen

Auswirkung unterschiedlicher Verfahren der Stickstoffdüngung in Trockengebieten

Versuch 540T

N-Düngeplan-Fortsetzung

Ernte 2009-2011

Vgl.	Düngungsstufe	N-Düngung (kg/ha)				
		Bei Saat (im Herbst)	N 1.Gabe zeitig. Frühj.	N 2.Gabe BBCH 31	N 3.Gabe BBCH 37-39.	Gesamte N-Menge
20	RG ³⁾ März + KAS nach N-Sensor	0	120 Gülle	N-Sensor ⁸⁾	N-Sensor ⁹⁾	Gülle +(s. unten)
21	RG ³⁾ + ENTEC ⁴⁾ März + KAS n. N-Sens.	0	120 Gülle+ENTEC	N-Sensor ⁸⁾	N-Sensor ⁹⁾	Gülle +(s. unten)
22	RG ³⁾ in 2.Gaben	0	60 Gülle	60 Gülle	40	Gülle + 40
23	RG ³⁾ März	0	120 Gülle	0	40	Gülle + 40
24	RG ³⁾ März+Beregnung ⁵⁾	0	120 Gülle	0	40	Gülle + 40
25	RG ³⁾ April	0	0	120 Gülle	40	Gülle + 40
26	RG ³⁾ April+Beregnung ⁶⁾	0	0	120 Gülle	40	Gülle + 40
28	KAS 130+Gülle Herbst ⁷⁾	40 Gülle	30	40	60	Gülle +130

Ort	Mineralische N-Menge nach N-Sensor, Vgl. 20 und 21					
	2009		2010		2011	
	BBCH 31 ⁸⁾	BBCH 39 ⁹⁾	BBCH 31 ⁸⁾	BBCH 39 ⁹⁾	BBCH 31 ⁸⁾	BBCH 39 ⁹⁾
Scheßlitz	52	55	76	46	97	100
Weiterndorf	50	25	70	42	100	100

³⁾ Rindergülle, Menge: ca.60-120 kg/ha NH₄-N

⁴⁾ ENTEC in Gülle 10l/ha

⁵⁾ 3-8 mm Beregnung

⁶⁾ 3-8 mm Beregnung

⁷⁾ nur in Weiterndorf 2010+2011, ca.30-40 kg/ha NH₄-N

Stickstoffdüngung zu Winterweizen**Versuch 540T**

Auswirkung unterschiedlicher Verfahren der Stickstoffdüngung in Trockengebieten

Standort: Scheßlitz**Ertrag und Rohproteingehalt****Ernte 2009-2011**

Vgl.	Düngungsstufe	2009		2010		2011		2009 bis 2011	
		Ertrag dt/ha	Rohpr. %	Rohpr. dt/ha	Ertrag %	Rohpr. dt/ha	Rohpr. %	Ertrag dt/ha	Rohpr. %
1	KAS 0	41,9	8,6	70,1	9,9	45,0	9,1	52,3	9,2
2	KAS 120	81,8	10,2	95,4	12,9	75,3	11,9	84,2	11,7
3	KAS 160	87,2	10,8	99,4	13,2	80,7	13,2	89,1	12,4
4	KAS 190	89,5	11,3	98,2	14,1	81,0	13,6	89,6	13,0
5	KAS 220	89,1	11,7	98,6	14,4	82,2	13,7	90,0	13,3
6	Herbst KAS	85,7	10,8	98,1	12,9	76,2	12,9	86,7	12,2
7	Herbst ENTEC 26	83,4	11,0	98,0	13,1	77,6	12,7	86,3	12,3
8	zeit. Frühjahr ENTEC 26	87,5	10,6	97,0	13,8	77,4	12,3	87,3	12,2
9	zeit. Frühjahr ALZON 46	89,7	10,7	99,2	13,0	78,2	13,5	89,0	12,4
10	KAS 2 Gaben	88,8	10,7	95,7	13,3	80,4	12,4	88,3	12,1

Stickstoffdüngung zu Winterweizen**Versuch 540T**

Auswirkung unterschiedlicher Verfahren der Stickstoffdüngung in Trockengebieten

Standort: Scheßlitz**Ertrag und Rohproteingehalt-Fortsetzung****Ernte 2009-2011**

Vgl.	Düngungsstufe	2009		2010		2011		2009 bis 2011	
		Ertrag dt/ha	Rohpr. %	Ertrag dt/ha	Rohpr. %	Ertrag dt/ha	Rohpr. %	Ertrag dt/ha	Rohpr. %
11	Ammonsulfatsalpeter (ASS)	84,4	11,0	97,7	13,5	77,4	13,5	86,5	12,7
12	Harnstoff-Korn (HAS)	85,8	11,1	97,7	13,6	81,3	12,9	88,3	12,5
13	ENTEC 26 / 2.Gabe	87,5	10,4	96,9	13,2	78,9	12,3	87,8	12,0
14	ALZON 46 / 2.Gabe	86,1	10,7	95,5	12,9	82,5	12,1	88,0	11,9
15	Striegel	86,6	11,1	98,3	13,7	80,6	13,0	88,5	12,6
16	Injektionsdüngung + KAS	80,5	11,8	95,8	14,7	87,2	14,1	87,8	13,5
17	Injektionsdüngung	78,2	10,4	97,5	13,8	81,2	11,6	85,6	11,9
20	RG März + KAS nach N-Sensor	88,7	11,8	92,5	13,4	86,1	14,1	89,1	13,1
21	RG + ENTEC März + KAS n. N-Sens.	86,7	12,1	92,9	14,1	87,0	14,0	88,9	13,4
22	RG in 2.Gaben	74,3	10,0	96,3	12,1	71,2	12,3	80,6	11,5

Stickstoffdüngung zu Winterweizen

Auswirkung unterschiedlicher Verfahren der Stickstoffdüngung in Trockengebieten

Versuch 540T

Standort: Scheßlitz

Ertrag und Rohproteingehalt-Fortsetzung

Ernte 2009-2011

Vgl.	Düngungsstufe	2009		2010		2011		2009 bis 2011	
		Ertrag dt/ha	Rohpr. %	Ertrag dt/ha	Rohpr. %	Ertrag dt/ha	Rohpr. %	Ertrag dt/ha	Rohpr. %
23	RG März	75,0	9,8	92,0	12,0	70,4	11,7	79,1	11,2
24	RG März + Beregnung ^{1) 3) 5)}	74,8 ¹⁾	9,9 ¹⁾	94,4 ³⁾	12,1 ³⁾	75,7 ⁵⁾	11,2 ⁵⁾	81,6	11,1
25	RG April	62,5	10,4	94,6	12,9	69,5	13,2	75,5	12,2
26	RG April + Beregnung ^{2) 4) 6)}	66,2 ²⁾	10,3 ²⁾	94,8 ⁴⁾	12,8 ⁴⁾	73,6 ⁶⁾	12,3 ⁶⁾	78,2	11,8
t-Test GD (5%)		4,4		4,3		4,7			

Vgl.	Gülleedünger in kg/ha (NH ₄ -N)					
	2009 ⁶⁾		2010 ⁷⁾		2011 ⁸⁾	
	zeit. Frühjahr	BBCH 31	zeit. Frühjahr	BBCH 31	zeit. Frühjahr	BBCH 31
20,21	116	0	108	0	112	0
22	57	57	54	58	56	56
23,24	116	0	108	0	112	0
25,26	0	116	0	115	0	112

- ¹⁾3 mm Beregnung
- ²⁾5 mm Beregnung
- ³⁾8 mm Beregnung
- ⁴⁾10 mm Beregnung
- ⁵⁾7 mm Beregnung
- ⁶⁾5 mm Beregnung

⁶⁾ Gülleuntersuchung: 8,5 % TS, 1,9 kg/m³ NH₄-N, 3,4 kg/m³ Nges.

⁷⁾ Gülleuntersuchung: 9,7 % TS, 1,7 kg/m³ NH₄-N, 3,4 kg/m³ Nges.

⁸⁾ Gülleuntersuchung: 8,4 % TS, 2,1 kg/m³ NH₄-N, 3,7 kg/m³ Nges.

Stickstoffdüngung zu Winterweizen

Auswirkung unterschiedlicher Verfahren der Stickstoffdüngung in Trockengebieten

Versuch 540T

Standort: Weiterndorf

Ertrag und Rohproteingehalt

Ernte 2009-2011

Vgl.	Düngungsstufe	2009		2010		2011		2009 bis 2011	
		Ertrag dt/ha	Rohpr. %	Ertrag dt/ha	Rohpr. %	Ertrag dt/ha	Rohpr. %	Ertrag dt/ha	Rohpr. %
1	KAS 0	74,5	9,6	55,4	9,7	32,2	8,9	54,0	9,4
2	KAS 120	98,8	11,6	88,5	11,8	64,8	12,3	84,0	11,9
3	KAS 160	100,9	12,2	92,0	12,7	70,3	13,6	87,7	12,8
4	KAS 190	102,8	12,8	91,2	13,3	72,7	14,2	88,9	13,4
5	KAS 220	102,2	13,2	89,8	13,7	77,1	14,6	89,7	13,8
6	Herbst KAS	99,3	12,2	90,7	12,6	63,3	13,3	84,4	12,7
7	Herbst ENTEC 26	99,3	12,2	90,0	12,5	65,4	13,2	84,9	12,6
8	zeit. Frühjahr ENTEC 26	99,7	11,7	93,9	12,6	69,0	13,0	87,5	12,4
9	zeit. Frühjahr ALZON 46	- *	- *	87,7	12,3	66,1	12,7	nicht berechnet	nicht berechnet
10	KAS 2 Gaben	97,7	11,6	89,3	12,5	69,1	13,4	85,4	12,5

*nicht wertbar

Stickstoffdüngung zu Winterweizen

Versuch 540T

Auswirkung unterschiedlicher Verfahren der Stickstoffdüngung in Trockengebieten

Standort: Weiterndorf

Ertrag und Rohproteingehalt-Fortsetzung

Ernte 2009-2011

Vgl.	Düngungsstufe	2009		2010		2011		2009 bis 2011	
		Ertrag dt/ha	Rohpr. %	Ertrag dt/ha	Rohpr. %	Ertrag dt/ha	Rohpr. %	Ertrag dt/ha	Rohpr. %
11	Ammonsulfatsalpeter (ASS)	84,4	11,0	97,7	13,5	77,4	13,5	86,5	12,7
12	Harnstoff-Korn (HAS)	85,8	11,1	97,7	13,6	81,3	12,9	88,3	12,5
13	ENTEC 26 / 2.Gabe	87,5	10,4	96,9	13,2	78,9	12,3	87,8	12,0
14	ALZON 46 / 2.Gabe	86,1	10,7	95,5	12,9	82,5	12,1	88,0	11,9
15	Striegel	86,6	11,1	98,3	13,7	80,6	13,0	88,5	12,6
16	Injektionsdüngung + KAS	80,5	11,8	95,8	14,7	87,2	14,1	87,8	13,5
17	Injektionsdüngung	78,2	10,4	97,5	13,8	81,2	11,6	85,6	11,9
20	RG März + KAS nach N-Sensor	88,7	11,8	92,5	13,4	86,1	14,1	89,1	13,1
21	RG + ENTEC März + KAS n. N-Sens.	86,7	12,1	92,9	14,1	87,0	14,0	88,9	13,4
22	RG in 2.Gaben	74,3	10,0	96,3	12,1	71,2	12,3	80,6	11,5

Stickstoffdüngung zu Winterweizen

Auswirkung unterschiedlicher Verfahren der Stickstoffdüngung in Trockengebieten

Versuch 540T

Standort: Weiterndorf

Ertrag und Rohproteingehalt-Fortsetzung

Ernte 2009-2011

Vgl.	Düngungsstufe	2009		2010		2011		2009 bis 2011	
		Ertrag dt/ha	Rohpr. %	Ertrag dt/ha	Rohpr. %	Ertrag dt/ha	Rohpr. %	Ertrag dt/ha	Rohpr. %
23	RG März	103,6	11,3	85,1	11,2	56,4	11,4	81,7	11,3
24	RG März + Beregnung ¹⁾²⁾⁴⁾	103,2 ¹⁾	11,2 ¹⁾	83,9 ²⁾	11,3 ²⁾	60,1 ⁴⁾	11,0 ⁴⁾	82,4	11,2
25	RG April	94,6	12,3	84,2	12,2	59,4	12,6	79,4	12,4
26	RG April + Beregnung ¹⁾³⁾⁴⁾	93,3 ¹⁾	11,8 ¹⁾	84,5 ³⁾	12,0 ³⁾	68,0 ⁴⁾	12,2 ⁴⁾	81,9	12,0
28	KAS 130 + Gülle Herbst ⁹⁾¹⁰⁾	–	–	90,2 ⁹⁾	12,4 ⁹⁾	64,4 ¹⁰⁾	12,9 ¹⁰⁾	nicht berechnet	nicht berechnet
t-Test GD (5%)		3,8		3,9		7,1			

Vgl.	Gülledünger in kg/ha (NH ₄ -N)					
	2009		2010 ⁷⁾		2011 ⁸⁾	
	zeit. Frühjahr ⁵⁾	BBCH 31 ⁶⁾	zeit. Frühjahr	BBCH 31	zeit. Frühjahr	BBCH 31
20,21	120	0	115	0	115	0
22	60	83	58	52	57	51
23,24	120	0	115	0	115	0
25,26	0	113	0	104	0	99

1) 7 mm Beregnung

2) 8 mm Beregnung

3) 5 mm Beregnung

4) 10 mm Beregnung

9) 35 kg/ha (NH₄-N)

10) 36 kg/ha (NH₄-N)

⁵⁾ Gülleuntersuchung: 3,8 % TS, 1,6 kg/m³ NH₄-N, 2,3 kg/m³ Nges.

⁷⁾ Gülleuntersuchung: 5,4 % TS, 1,8 kg/m³ NH₄-N, 2,8 kg/m³ Nges

⁶⁾ Gülleuntersuchung: 7,0 % TS, 2,2 kg/m³ NH₄-N, 3,5 kg/m³ Nges.

⁸⁾ Gülleuntersuchung: 5,6 % TS, 1,7 kg/m³ NH₄-N, 2,8 kg/m³ Nges

Stickstoffdüngung zu Winterweizen

Auswirkung unterschiedlicher Verfahren der Stickstoffdüngung in Trockengebieten

Versuch 540T

Standort: Scheßlitz und Weiterndorf

Ertrag und Rohproteingehalt

Mittel der Jahre 2009-2011

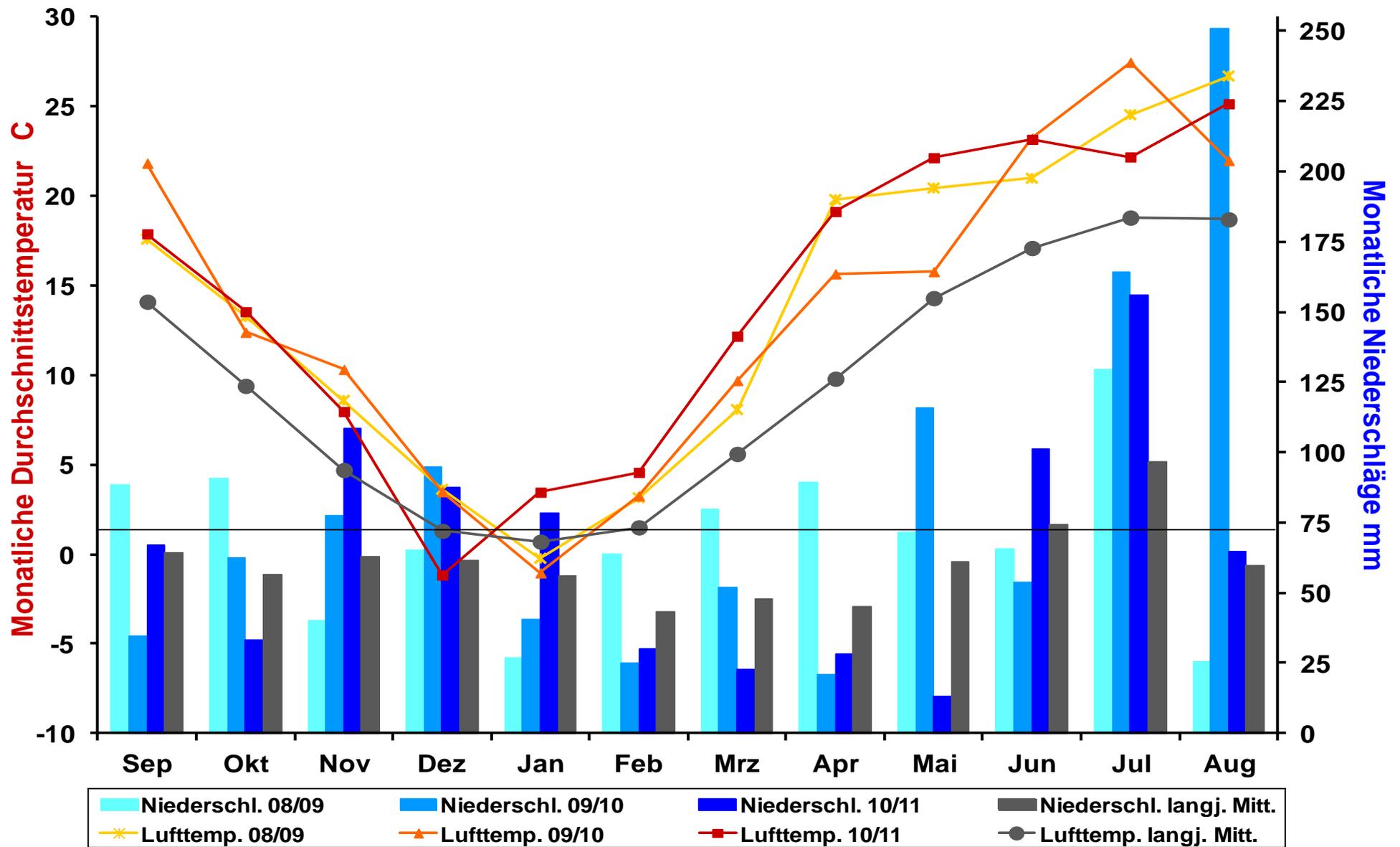
Vgl.	Düngungsstufe	Ertrag dt/ha	Rohprotein %
1	KAS 0	53,2	9,3
2	KAS 120	84,1	11,8
3	KAS 160	88,4	12,6
4	KAS 190	89,2	13,2
5	KAS 220	89,8	13,6
6	Herbst KAS	85,5	12,4
7	Herbst ENTEC 26	85,6	12,5
8	zeit. Frühjahr ENTEC 26	87,4	12,3
9	zeit. Frühjahr ALZON 46	87,1	12,3
10	KAS 2 Gaben	86,8	12,3
11	ASS	87,1	12,7
12	Harnstoff-Korn (HAS)	86,8	12,5

Vgl.	Düngungsstufe	Ertrag dt/ha	Rohprotein %
13	ENTEC 26 / 2.Gabe	87,6	12,1
14	ALZON 46 / 2.Gabe	87,1	12,0
15	Striegel	88,3	12,7
16	Injektionsdüngung+KAS	86,1	13,3
17	Injektionsdüngung	84,5	11,8
20	RG März+KAS nach N-Sensor	90,1	13,2
21	RG+ENTEC März+KAS n. N-Sens.	90,0	13,1
22	RG in 2.Gaben	81,3	11,6
23	R-Gülle März	80,4	11,2
24	R-Gülle März+Beregnung	82,0	11,1
25	R-Gülle April	77,5	12,3
26	R-Gülle April+Beregnung	80,1	11,9

GD 5% t-Test: Ertrag 4,5; Rohpr. 0,6

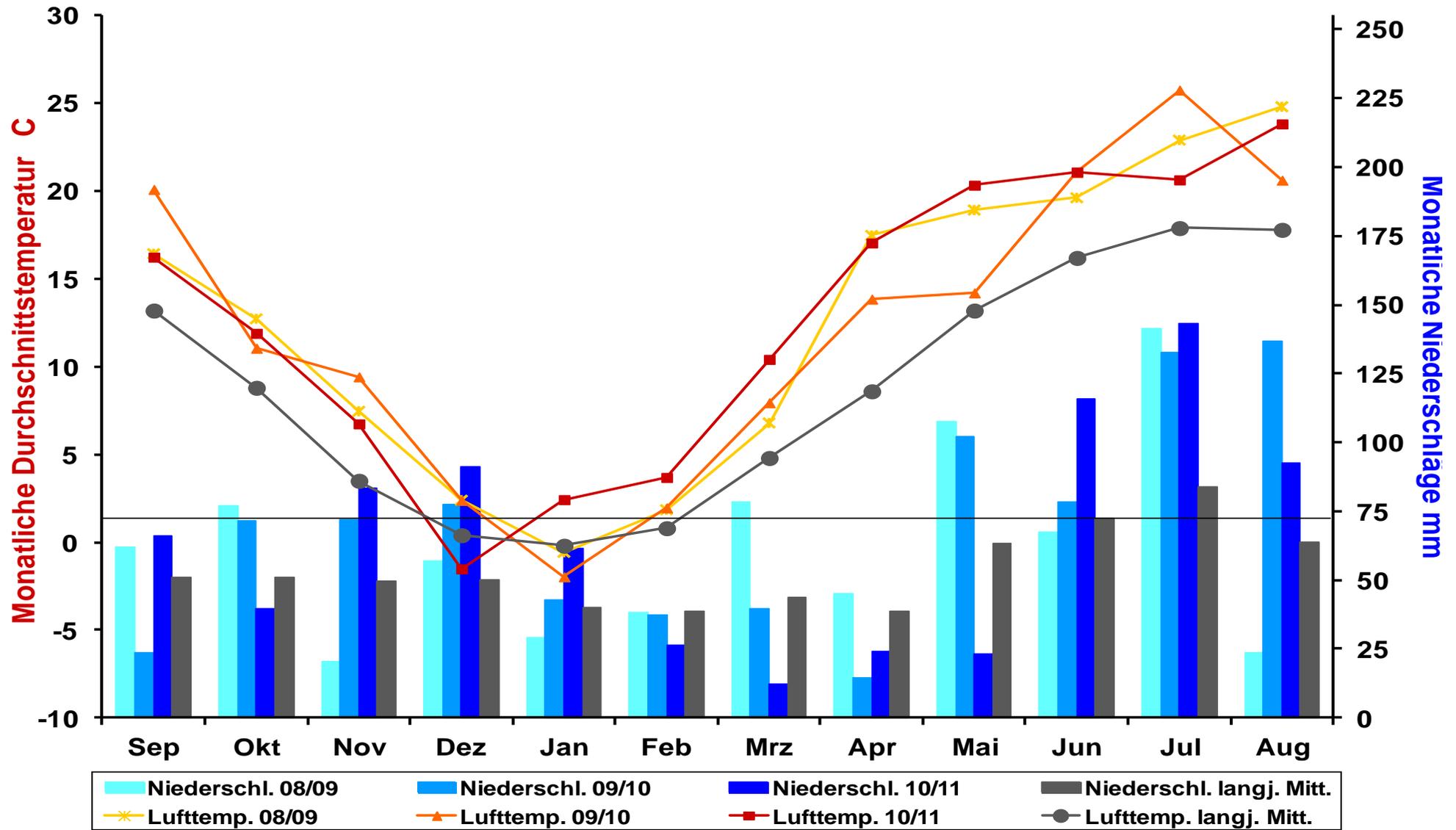
Witterungsverlauf 2009 bis 2011

Durchschnittstemperatur und Niederschlag in Scheßlitz



Witterungsverlauf 2009 bis 2011

Durchschnittstemperatur und Niederschlag in Weiterndorf



Stickstoffdüngung zu Winterweizen

Auswirkung unterschiedlicher Verfahren der Stickstoffdüngung in Trockengebieten

Versuch 540T

Zusammenfassung

Versuchsbeschreibung

In den Jahren 2009-2011 wurden an 2 Standorten in Franken Feldversuche zur Optimierung der Stickstoffdüngung unter sommertrockenen Bedingungen zu Winterweizen angelegt. An beiden Standorten mit einer mittleren Jahresniederschlagsmenge von unter 700 mm ist oft mit einer Frühjahrs-/Sommertrockenheit zu rechnen. Auf Seite 14 und 15 sind die Niederschläge und Temperaturen der geprüften Jahre im Vergleich zum langjährigen Mittel aufgelistet. Nur im Jahr 2011 war tatsächlich eine starke Frühjahrstrockenheit eingetreten. Nachfolgend sind die verschiedenen Themenbereiche, die in dieser Versuchsserie geprüft wurden, beschrieben.

Stabilisierte Stickstoffdünger

Bei den sogenannten „stabilisierten Düngern“ wie ENTEC bzw. ALZON wird durch Zusätze die Umwandlung von Ammonium ($\text{NH}_4\text{-N}$) in Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) verzögert. Diese Wirkung ist temperaturabhängig, bei höheren Temperaturen und guten Wachstumsbedingungen erfolgt die Umwandlung schneller. Ammonium wird im Boden nicht ausgewaschen. Der Dünger ENTEC 26 wird aus Ammonsulfatsalpeter (ASS) mit Nitrifikationshemmstoffen hergestellt und enthält 26 % Gesamtstickstoff, 7,5 % als Nitratsstickstoff ($\text{NO}_3\text{-N}$) und 18,5 % als Ammoniumstickstoff ($\text{NH}_4\text{-N}$). ALZON 46 besteht aus Harnstoff mit Nitrifikationshemmstoffen, die gesamten 46 % Gesamtstickstoff sind Carbamidstickstoff. Um die Wirkung auf Ertrag sowie Rohprotein prüfen zu können, wurden verschiedene Varianten mit unterschiedlichen Düngeterminen angelegt. Um eine mögliche Schwefelwirkung auszuschließen wurde im Herbst und im Frühjahr über die gesamte Versuchsfläche je 100 kg/ha Kieserit (je ca. 20 kg S/ha) gedüngt.

Ernte 2009-2011

Herbstanwendung

Es wurden 3 Varianten mit einer Gesamtdüngemenge (Summe aller Düngegaben) von 160 kg N/ha angelegt. Bei zwei Versuchsgliedern wurden 30 kg davon bereits im Herbst nach der Weizensaat ausgebracht. Dabei kamen die Dünger Kalkammonsalpeter und ENTEC zum Einsatz. Bei diesen beiden Varianten wurden im Vergleich zur Variante ohne Herbstdüngung geringere Erträge und tendenziell niedrigere Rohproteingehalte festgestellt (siehe Abb. 1).

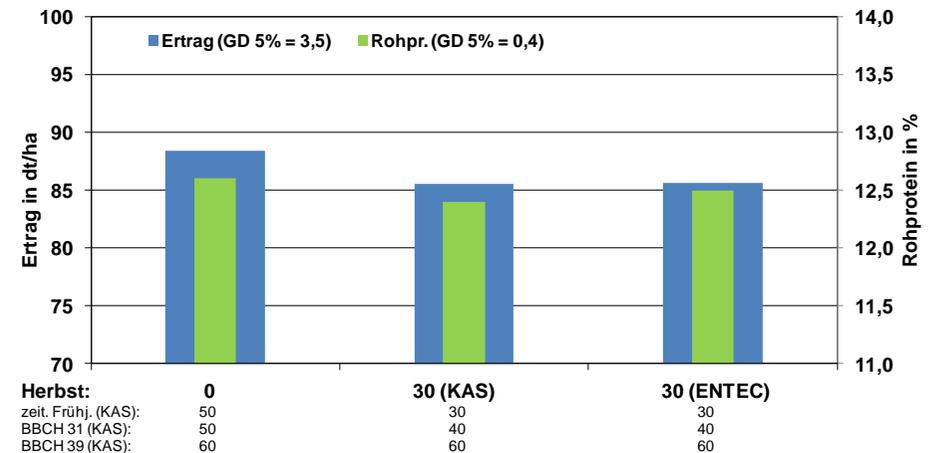
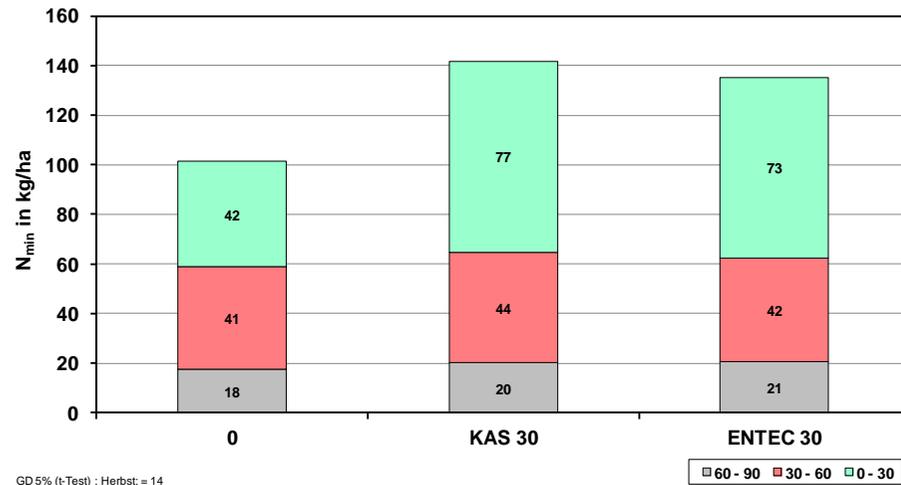


Abb. 1: Ertrag und Rohproteingehalt von Winterweizen ohne/mit Herbstdüngung, Mittel aller Orte und Jahre, n=6

Die Herbstdüngung wirkte sich auch negativ auf die N_{\min} -Gehalte im Spätherbst aus. Die im Vergleich zur Variante ohne Herbstdüngung signifikant höheren Werte steigern die Gefahr der N-Auswaschung.



GD 5% (t-Test) : Herbst = 14

Abb. 2: N_{\min} -Werte im November, W-Weizen ohne/mit Herbstdüngung, Mittel aller Orte und Jahre, n=5

Auch beim Einsatz des „stabilisierten N-Düngers“ ENTEC im Herbst ist bei gleicher Gesamtdüngemenge mit Ertragsrückgängen und einer höheren Stickstoffauswaschungsgefahr zu rechnen.

Frühjahrsanwendung

Es galt die Frage zu klären, ob der Einsatz stabilisierter Dünger beim Auftreten längerer Trockenphasen Vorteile gegenüber einer konventionellen Düngung mit der Aufteilung auf mehrere Gaben bringen kann. Üblicherweise werden beim Einsatz stabilisierter Dünger die Nährstoffmengen von zwei Gaben in einer zusammengefasst. Im Durchschnitt der 3 Versuchsjahre wurden in allen geprüften Varianten in etwa die gleichen Erträge erzielt. Diese sind in Abbildung 3 dargestellt. Der Weizen ist, wie aus älteren Versuchen bereits bekannt, hinsichtlich der Düngeverteilung und des Düngezeitpunktes relativ tolerant. Deshalb sind größere Ertragsunterschiede bei einer Änderung der Düngeverteilung kaum zu erwarten. Beim Rohproteingehalt sind, wie aus Abb. 3 hervorgeht, Unterschiede zu erkennen. Die größten Differenzen ergaben sich zwischen 3 Gaben KAS gegenüber KAS (zeit. Frühj.) + ALZON (BBCH 31). Hier schnitt die Alzonvariante deutlich schlechter ab. Wie erwähnt, war nur das Versuchsjahr 2011 durch eine längere Trockenphase gekennzeichnet. Die Ergebnisse dieses Jahres zeigen keinen eindeutigen Trend gegenüber Jahren mit ausgeglichener Wasserversorgung. Für eine gesicherte Aussage sind noch Ergebnisse von weiteren Trockenjahren notwendig.

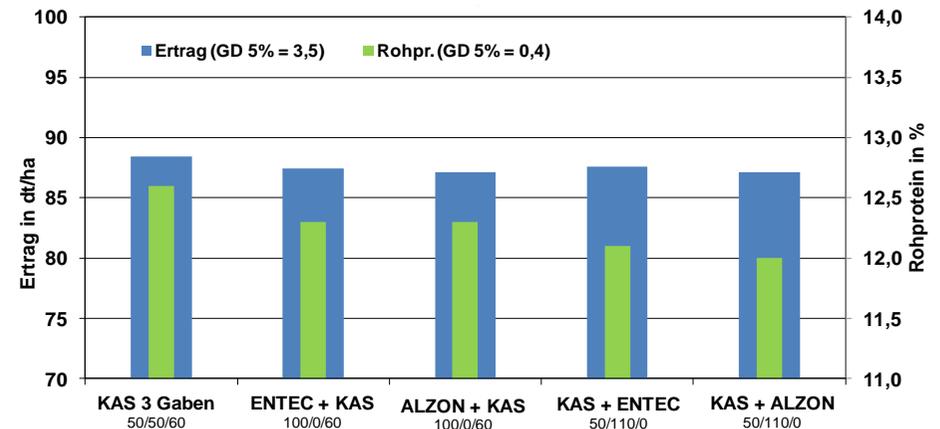


Abb. 3: Wirkung „stabilisierter“ Dünger auf den Ertrag und Rohproteingehalt von Winterweizen, Mittel aller Orte und Jahre

Nach der Ernte wurden in jedem Versuchsjahr N_{\min} Proben bis 90 cm Tiefe gezogen. Im Mittel aller Jahre und Orte ist hierbei kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Stufen feststellbar, wobei die stabilisierten Dünger eine leichte Erhöhung aufweisen (siehe Abbildung 4).

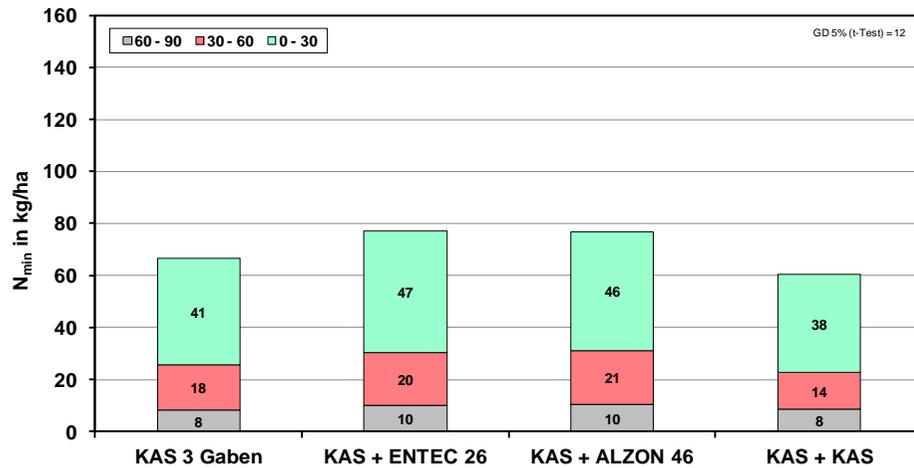


Abb. 4: N_{\min} -Werte nach der W-Weizenernte (2009-2011), Mittel aller Orte und Jahre, n=6

Herbstdüngung mit Gülle

Am Standort Weiterndorf wurde in den Jahren 2010 und 2011 zu Winterweizen im Herbst eine Güllegabe von ca. 35 kg NH_4-N je ha ausgebracht. Im Mittel der beiden Jahre wurde in diesen Varianten eine schlechte N-Wirkung ermittelt. Wie in Abbildung 5 erkennbar, wurde mit einer Gülleherbstdüngung plus 130 kg N im Frühjahr über KAS nur in etwa der Ertrag (77,3) erreicht, der mit 120 kg KAS im Frühjahr (76,7) erzielt wurde.

Aus pflanzenbaulicher Sicht ist eine Gülleherbstdüngung zu Winterweizen auch unter dem Aspekt zu erwartender Frühjahrstrockenheit weder notwendig noch sinnvoll. Um die Gefahr einer N-Auswaschung und der damit verbundenen NO_3 -Belastung zu verringern, ist eine Düngung im Herbst zu vermeiden (Grundwasserschutz).

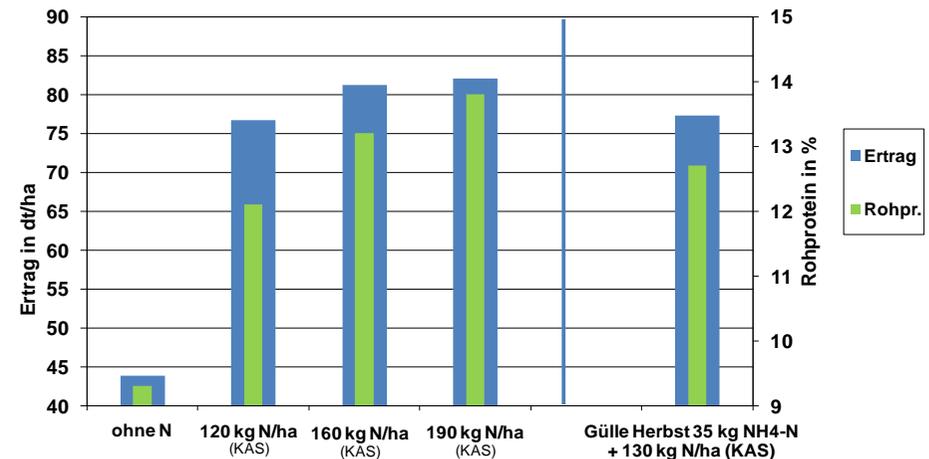


Abb. 5: Wirkung einer Gülleherbstdüngung zu Winterweizen, Weiterndorf, Mittel 2010 und 2011

Vergleich mineralisch gekörnter N-Dünger (KAS, HAS, ASS)

Die Entscheidung welcher mineralische Stickstoffdünger eingekauft bzw. ausgebracht werden soll, wird von vielen Faktoren beeinflusst. Neben dem Düngerpreis sind die N-Wirkung und eventuelle weitere Nährstoffbestandteile für die Kaufentscheidung wichtig.

In diesem Versuch wurden die 3 N-Mineraldünger Kalkammonsalpeter (KAS), Harnstoff (HAS) und Ammonsulfatsalpeter (ASS) auf die N-Wirkung geprüft. Damit eine Schwefelwirkung durch den Mineraldünger ASS (enthält Schwefel) ausgeschlossen werden kann, wurde wie bereits beschrieben die gesamte Versuchsfläche mit Kieserit (Magnesiumsulfat) gedüngt.

Wie aus Abb. 6 ersichtlich ist, konnte mit allen 3 Düngern in etwa der gleiche Ertrag erzielt werden. Auch beim Rohproteingehalt wurden vergleichbare Kornqualitäten gemessen.

Aus landwirtschaftlicher Sicht sind die 3 Mineraldünger HAS, ASS und KAS in ihrer N-Wirkung in etwa gleich anzusetzen. Aus dem Versuch kann keine Aussage über die Höhe der gasförmigen Verluste abgeleitet werden. Diese betragen unter bayerischen Witterungsverhältnissen in der Regel weniger als 5 % und haben deshalb auf die N-Wirkung der Dünger kaum einen Einfluss.

Bei der Düngerwahl ist auch auf die Kalkwirkung des Mineraldüngers zu achten. KAS hat nur eine geringe, ASS bzw. HAS haben eine deutlich kalkzehrende Wirkung. Es sind z. B. je 100 kg Harnstoff 46 kg CaO (Kalk) notwendig um den pH-Wert des Bodens stabil zu halten.

Beim Dünger ASS sind neben 26 % Stickstoff auch 13 % Schwefel in pflanzenverfügbarer Form (Sulfatschwefel) enthalten. Bei einer notwendigen Schwefeldüngung z. B. zu Raps oder auf leichten Böden kann über ASS neben dem Stickstoffbedarf auch der Schwefelbedarf abgedeckt werden.

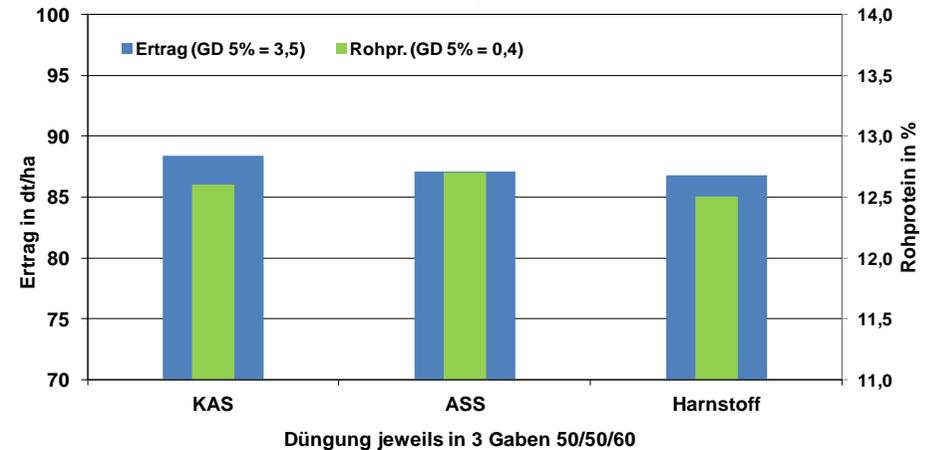


Abb. 6: Ertrag und Rohproteingehalt von W-Weizen in Abhängigkeit von der Düngerform, Mittel aus 2009-2011 und 2 Orten

Injektionsdüngung mit AHL

Bei der normal üblichen, breitflächigen Ausbringung der mineralischen Stickstoffdünger werden die Pflanzen vorwiegend mit Stickstoff in Form von Nitrat versorgt. Da Nitrat ausgewaschen werden kann und eine überhöhte Aufnahme durch die Pflanze möglich ist (dadurch z. B. übermäßige Bestockung) werden die Düngergaben in der Regel in mehrere Gaben aufgeteilt.

Bei der Injektionsdüngung, landläufig oft auch als Cultandüngung bezeichnet, wird eine ammoniumreiche Düngerlösung punktförmig und in einer hohen Konzentration in den Boden eingebracht (siehe Abb. 7). Dadurch soll der Stickstoff im Boden längere Zeit als Ammonium erhalten und nicht sofort in Nitrat umgewandelt werden. Die Nachteile des Nitrates sollen sich auf diese Weise vermeiden lassen. Das System ermöglicht es, mehrere Gaben zusammenzufassen. Als Injektionsdünger zu Getreide wurde PIASAN 24-S (AHL) eingesetzt. Dieser Dünger enthält Stickstoff in den Formen Carbamid (11 %), Ammonium (8 %) und Nitrat (5 %).



Abb. 7: Injektionsdüngung im Versuch

Bei W-Weizen wurde in der „KAS“ Variante die Gesamtdüngemenge von 160 kg N/ha in 3 Gaben (50/50/60) mit Kalkammonsalpeter ausgebracht. Im Versuchsglied „Inj.+ KAS“ wurde im Stadium BBCH 30 100 kg N mit PIASAN 24 (AHL) injiziert, zusätzlich wurde im BBCH 37-39 noch 60 kg N/ha mit Kalkammonsalpeter verabreicht. Im Versuchsglied „Inj.“ erfolgte die gesamte Düngung von 160 kg N/ha in einer Gabe als Injektionsdüngung mit PIASAN 24 im BBCH 30.

Im Mittel der 2 Orte unterscheiden sich die Erträge bei der Injektionsdüngung zwischen den Jahren deutlich. In den Jahren 2009 und 2010 führte die Injektionsdüngung (Abbildung 8) zu deutlich schlechteren Erträgen als die Kalkammonsalpetervariante. Die Witterung in diesen Jahren kann als normal bis feucht bezeichnet werden. Im Jahr 2011 mit einer ausgeprägten Frühjahrstrockenheit erreichten die Injektionsvarianten mit einer KAS-Spätdüngung Mehrererträge. In allen Jahren war die Kornqualität (Rohproteingehalt) bei der Injektionsdüngung mit einer KAS-Spätdüngung am besten.

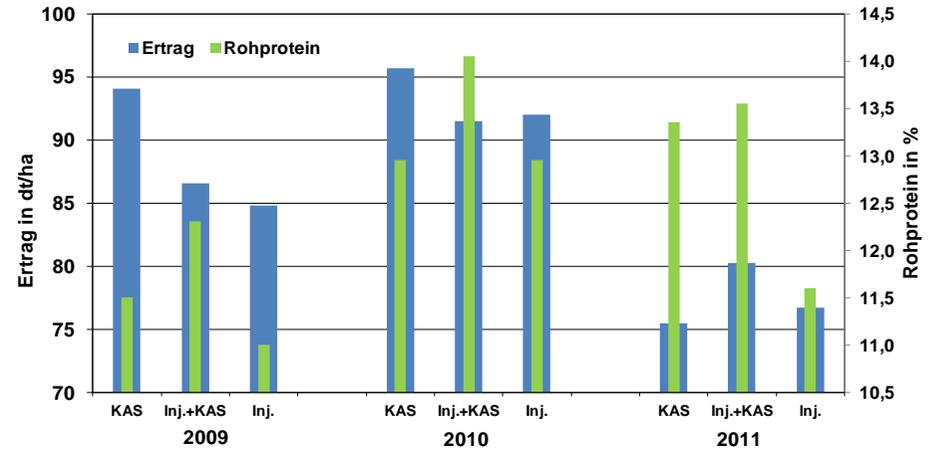


Abb. 8: W-Weizenertrag (dt/ha) und Rohproteingehalt (%) in Abhängigkeit von der N-Düngung; Mittel 2 Orte

Die Injektionsdüngung kann unter trockenen Bedingungen gegenüber einer Breitverteilung mit gekörnten Düngern vorteilhaft sein. Da die Nährstoffe in ca. 6-8 cm Bodentiefe abgelegt werden, sind keine Niederschläge bzw. Feuchtigkeit für die Einwaschung des Düngers notwendig. Unter normalen bzw. feuchten Bedingungen bringt jedoch eine gleichmäßige Verteilung der Düngung in mehreren Gaben höhere Erträge.

Gülledüngung im Frühjahr

Bei optimaler Ausbringung kann Getreide eine Gülledüngung im Frühjahr gut verwerten. In diesem Versuch wurde die Gülle zu Vegetationsbeginn (März) und zum Entwicklungsstadium BBCH 30/31 (April) ausgebracht. Neben den Güllevarianten „März“ bzw. „April“, wurde in einem Versuchsglied die Güllemenge aufgeteilt und je zur Hälfte im März und April ausgebracht. Die über Rindergülle ausgebrachte Stickstoffmenge war im Mittel der Jahre in allen 3 Varianten mit 110-117 kg NH₄-N in etwa gleich hoch. Zusätzlich bekamen alle Güllevarianten eine mineralische N-Spätdüngung (BBCH 37-39) von 40 kg N/ha. Es wurde versucht, für alle 3 Termine die gleiche Gülle zu verwenden. Im Jahr 2009 wurde in Weiterndorf beim Termin „April“ eine andere Gülle mit einem deutlich höheren TS-Gehalt als im März verwendet. Somit sind die Ertragsdifferenzen nicht eindeutig dem Düngetermin sondern evt. auch auf den höheren TS-Gehalt der Gülle zurückzuführen. Die Güllewirkung war in den Jahren und Orten unterschiedlich. Das berechnete Mineräldüngeräquivalent (MDÄ = die Menge an Mineräldünger-N, welche durch den zugeführten org. Dünger im Jahr der Anwendung gleichwertig ersetzt werden kann) lag im Mittel der Orte und Jahre mit 40 % bis 60 % des ausgebrachten NH₄-N relativ gering. Der Termin (BBCH 37-39) der mineralischen Ergänzung von 40 kg N/ha war eventuell zu spät, bei einer früheren mineralischen Ergänzung (BBCH 30-33) könnte die Gesamtertragswirkung und damit auch die Güllewirkung besser sein. Die tendenziell bessere Güllewirkung bei der Düngung im März im Vergleich zur Düngung im April ist in Abbildung 9 ersichtlich. Die N-Wirkung der geteilten Güllegabe ist etwa mit der des Märztermins gleichzusetzen.

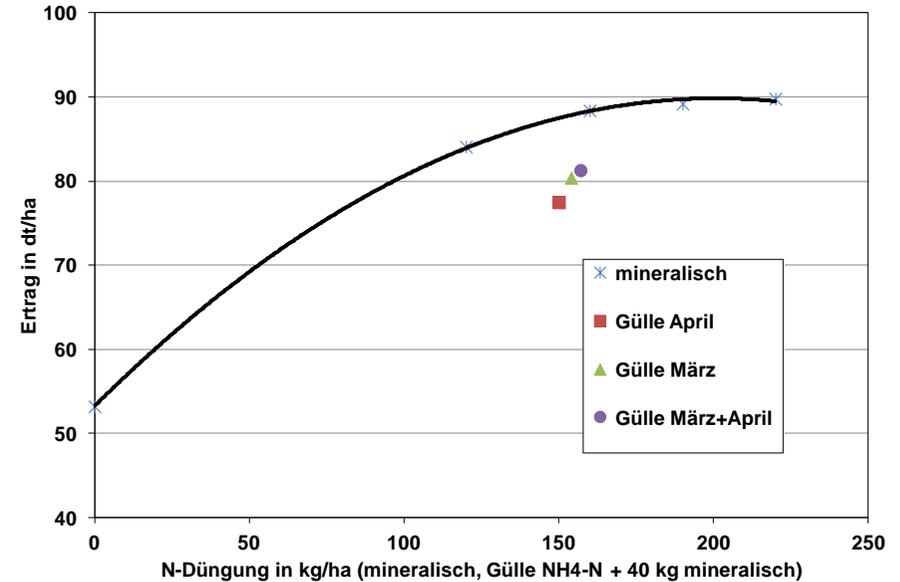


Abb. 9: Güllewirkung im Vergleich zur mineralischen N-Düngung, Mittel aller Orte und Jahre, n=6

Gülledüngung und Beregnung

Nach der Gülleausbringung zu Getreide (ohne Einarbeitung) entstehen je nach Witterung mehr oder weniger bedeutende gasförmige Stickstoffverluste in Form von Ammoniak ($\text{NH}_3\text{-N}$).

Durch einen Niederschlag (Regen) wird die Gülle in den Boden eingewaschen, der Stickstoff im Boden gebunden und es entstehen kaum noch gasförmigen $\text{NH}_3\text{-N}$ Verluste. Durch eine Beregnung nach der Gülleausbringung von 3-10 mm sollte die Wirkung von Niederschlägen auf die Reduzierung der gasf. Verluste geprüft werden.

Im Mittel der 2 Standorte und der 3 Jahre konnte sowohl bei der März- als auch bei der Aprilgülle ein Mehrertrag von ca. 2 dt/ha (siehe Abb. 10) erreicht werden. Da durch diese Beregnung auch die Wasserversorgung des Weizens (3-10 mm) verbessert wurde, kann dieser Mehrertrag nicht nur auf die geringeren $\text{NH}_3\text{-N}$ -Verluste zurückgeführt werden.

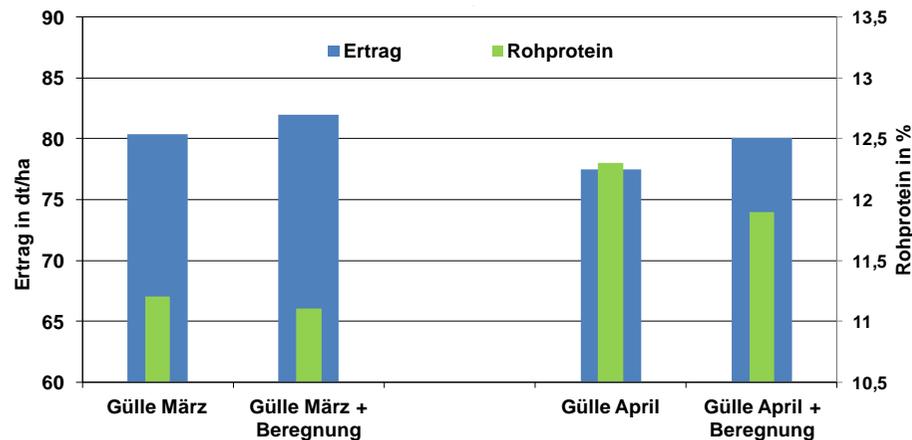


Abb. 10: Güllewirkung ohne/mit Beregnung, Mittel aller Orte und Jahre

Gülledüngung und min. Stickstoffdüngung nach N-Sensor

Die Güllewirkung hängt stark von der Jahreswirkung und auch den Standorteigenschaften ab. Für den Landwirt ist es daher eine große Herausforderung, angepasst an die jeweilige Situation die Höhe der notwendigen mineralischen Stickstoffergänzung nach einer Gülledüngung zu berechnen bzw. festzulegen.

Mit dem N-Sensor der Firma YARA wurde versucht, aus dem Sensorwert die noch notwendige Düngemenge abzuleiten. Die berührungsfreie Messung der N-Versorgung der Pflanzen mittels Sensoren (online) beruht auf der Lichtreflektion der Pflanzen und erfolgte vor der 2. (BBCH 31) und vor der 3. N-Gabe (BBCH 37-39). Die Nährstoffgaben zur zweiten und dritten Gabe wurden anhand des Sensorwertes berechnet. In der Abbildung 11 ist zu erkennen, dass die nach dem N-Sensor gedüngte Variante im Mittel der beiden Orte und Jahre einen Mehrertrag von ca. 10 dt/ha erreichen konnte. Dieser Mehrertrag wurde aber durch eine sehr hohe zusätzliche Mineraldüngermenge von durchschnittlich 96 kg N/ha erkauft. Dieser hohe Wert wurde hauptsächlich vom extremen Trockenjahr 2011 bestimmt. In diesem Jahr wurde der ausgebrachte Dünger mangels Niederschläge nicht in den Boden eingewaschen, deshalb konnten die Pflanzen den Stickstoff nicht in der notwendigen Menge aufnehmen. Der N-Sensor, der nur den Ernährungszustand der Pflanzen misst, berücksichtigt den Bodenvorrat oder eine mögliche N-Mineralisation des ausgebrachten org. Düngers nicht und empfiehlt in diesen Situationen sehr hohe Düngergaben. Für Trockenjahre und ähnliche Situationen müsste daher die Ableitung des Stickstoffbedarfs um weitere Funktionen ergänzt werden.

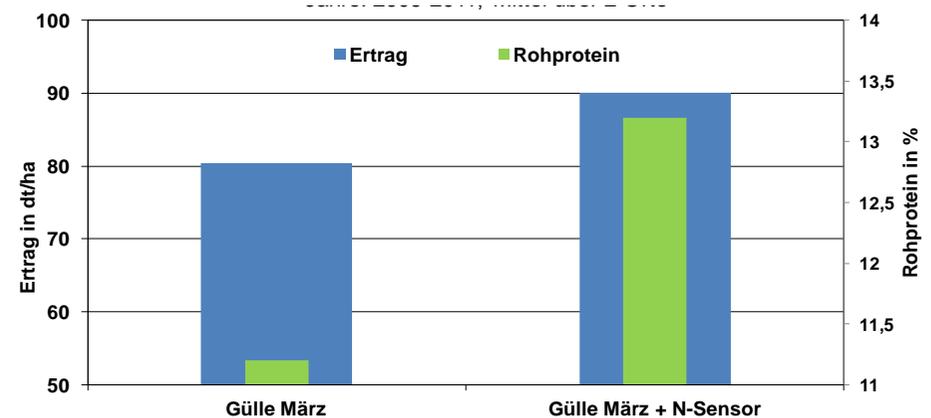


Abb. 11: Mineralische Düngung nach N-Sensor in Verbindung mit einer Gülledüngung, Mittel aller Orte und Jahre, n=6