

## Versuchsergebnisse aus Bayern 2009 bis 2011

### Einfluss der Stickstoffdüngung auf den Wintergerstenertrag in Trockengebieten



Ergebnisse aus Versuchen in Zusammenarbeit mit den Ämtern für Landwirtschaft und Forsten

**Herausgeber:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Agrarökologie-Düngung  
Lange Point 12, 85354 Freising  
©

**Autoren:** Dr. M. Wendland, K. Offenberger, M. Schmidt  
**Kontakt:** Tel.: 08161/71-5499, Fax: 08161/71-5089  
E-Mail: [Matthias.Wendland@LfL.bayern.de](mailto:Matthias.Wendland@LfL.bayern.de)  
<http://www.LfL.bayern.de/>



**Versuchsfrage**                      **Einfluss von N-Düngern auf den Wintergerstenertrag in Trockengebieten**

**Standortbeschreibung**

	<b>Scheßlitz</b>	<b>Weiterndorf</b>
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. 52	ca. 44

**Bodenuntersuchung**

Versuchsjahr	2009	2010	2011	2009	2010	2011
pH-Wert	5,5	6,5	6,1	7,1	6,8	6,9
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g Boden)	6	19	14	13	12	7
K <sub>2</sub> O (mg/100g Boden)	18	33	36	23	21	22
N <sub>min</sub> –Gehalt im Frühjahr (kg/ha)						
0 – 30 cm	35	47	23	43	39	37
30 – 60 cm	21	35	10	37	16	14
60 – 90 cm	12	31	7	33	29	7
Summe	68	113	40	113	64	58

## Stickstoffdüngung zu Wintergerste

Auswirkung unterschiedlicher Verfahren der Stickstoffdüngung in Trockengebieten

Versuch 542

### N-Düngeplan

Ernte 2009-2011

Vgl.	Düngungsstufe	N-Düngung (kg/ha)*					Gesamte N-Menge
		N-Gabe Herbst	N 1.Gabe zeitig. Frühj.	N 2.Gabe BBCH 31	N 2.Gabe BBCH 32	N 3.Gabe BBCH 37-39.	
1	KAS 0	0	0	0	0	0	0
2	KAS 100	0	40	30	0	30	100
3	KAS 130	0	50	40	0	40	130
4	KAS 160	0	60	50	0	50	160
5	Herbst KAS	30	30	30	0	40	130
6	Herbst ENTEC 26	30 ENTEC	30	30	0	40	130
7	zeit. Frühjahr ENTEC 26	0	90 ENTEC	0	0	40	130
8	zeit. Frühjahr Alzon 46	0	90 ALZON	0	0	40	130
9	KAS 2.Gaben	0	50	80	0	0	130

\* Düngung mit Kalkammonsalpeter (KAS) wenn nichts anderes angegeben

## Stickstoffdüngung zu Wintergerste

Versuch 542

Auswirkung unterschiedlicher Verfahren der Stickstoffdüngung in Trockengebieten

### N-Düngeplan-Fortsetzung

Ernte 2009-2011

Vgl.	Düngungsstufe	N-Düngung (kg/ha)					Gesamte N-Menge
		N-Gabe Herbst	N 1.Gabe zeitig. Frühj.	N 2.Gabe BBCH 31	N 2.Gabe BBCH 32	N 3.Gabe BBCH 37-39.	
10	Ammonsulfatsalpeter (ASS)	0	50	40	0	40	130
11	Harnstoff (HAS)	0	50	40	0	40	130
12	ENTEC 26	0	130 ENTEC	0	0	0	130
13	ALZON 46	0	130 ALZON	0	0	0	130
14	Striegel <sup>1)</sup>	0	50	40	0	40	130
15	Injektionsdüngung+KAS <sup>2)</sup>	0	90 AHL	0	0	40	130
16	Injektionsdüngung <sup>2)</sup>	0	130 AHL	0	0	0	130
17	ENTEC 26 / 2.Gabe	0	50	80 ENTEC	0	0	130

<sup>1)</sup> nach 1+2.Düngung striegeln

<sup>2)</sup> BBCH 30

## Stickstoffdüngung zu Wintergerste

Versuch 542

Auswirkung unterschiedlicher Verfahren der Stickstoffdüngung in Trockengebieten

### N-Düngeplan-Fortsetzung

Ernte 2009-2011

Vgl.	Düngungsstufe	N-Düngung (kg/ha)					Gesamte N-Menge
		N-Gabe Herbst	N 1.Gabe zeitig. Frühj.	N 2.Gabe BBCH 31	N 2.Gabe BBCH 32	N 3.Gabe BBCH 37-39.	
18	KAS 2 Gaben	0	70	60	0	0	130
19	KAS spät 2.Gaben	0	50	0	80	0	130
20	RG <sup>1)</sup> +KAS 30	0	110 Gülle+30	0	0	0	Gülle+30
21	RG <sup>1)</sup> +KAS 50	0	110 Gülle+50	0	0	0	Gülle+50
22	RG <sup>1)</sup> + KAS 30+ Beregnung <sup>2)</sup>	0	110 Gülle+30	0	0	0	Gülle+30
23	RG <sup>1)</sup> + KAS 50+ Beregnung <sup>3)</sup>	0	110 Gülle+50	0	0	0	Gülle+50
25	Herbst Gülle <sup>4)</sup>	40 Gülle	30	30	0	40	Gülle+100

<sup>1)</sup> Rindergülle, Menge: ca. 100-110 kg/ha NH<sub>4</sub>-N

<sup>2)</sup> 5-10 mm Beregnung

<sup>3)</sup> 5-10 mm Beregnung

<sup>4)</sup> nur in Weiterndorf 2010 und 2011, ca.35 kg/ha NH<sub>4</sub>-N

**Stickstoffdüngung zu Wintergerste****Versuch 542**

Auswirkung unterschiedlicher Verfahren der Stickstoffdüngung in Trockengebieten

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

Vgl.	Düngungsstufe	2009		2010		2011	
		Ertrag dt/ha	Rohpr. %	Ertrag dt/ha	Rohpr. %	Ertrag dt/ha	Rohpr. %
1	KAS 0	<b>Versuch nicht wertbar!</b>	<b>Versuch nicht wertbar!</b>	29,7	9,9		
2	KAS 100			53,8	11,6		
3	KAS 130			60,0	11,8		
4	KAS 160			62,1	12,6		
5	Herbst KAS			57,1	11,6		
6	Herbst ENTEC 26			56,7	11,5		
7	zeit. Frühjahr ENTEC 26			56,5	11,8		
8	zeit. Frühjahr Alzon 46			51,2	12,2		
9	KAS 2.Gaben			61,5	11,8		

## Stickstoffdüngung zu Wintergerste

Auswirkung unterschiedlicher Verfahren der Stickstoffdüngung in Trockengebieten

Standort: Scheßlitz

Ertrag und Rohproteingehalt-Fortsetzung

Versuch 542

Ernte 2009 – 2011

Vgl.	Düngungsstufe	2009		2010		2011	
		Ertrag dt/ha	Rohpr. %	Ertrag dt/ha	Rohpr. %	Ertrag dt/ha	Rohpr. %
10	ASS	<b>Versuch nicht wertbar!</b>	<b>Versuch nicht wertbar!</b>	<b>Versuch nicht wertbar!</b>	<b>Versuch nicht wertbar!</b>	55,9	9,9
11	Harnstoff					57,4	11,6
12	ENTEC 26					53,1	11,9
13	Alzon 46					52,7	12,6
14	Striegel					56,7	11,6
15	Injektionsdüngung+KAS					57,9	11,5
16	Injektionsdüngung					54,5	11,8
17	ENTEC 26 / 2.Gabe					58,3	12,2
18	KAS 2 Gaben					56,8	11,9

## Stickstoffdüngung zu Wintergerste

Versuch 542

Auswirkung unterschiedlicher Verfahren der Stickstoffdüngung in Trockengebieten

Standort: Scheßlitz

Ertrag und Rohproteingehalt-Fortsetzung

Ernte 2009 – 2011

Vgl.	Düngungsstufe	2009		2010		2011	
		Ertrag dt/ha	Rohpr. %	Ertrag dt/ha	Rohpr. %	Ertrag dt/ha	Rohpr. %
19	KAS spät 2.Gaben	<b>Versuch nicht wertbar!</b>	<b>Versuch nicht wertbar!</b>	<b>Versuch nicht wertbar!</b>	<b>Versuch nicht wertbar!</b>	60,0	12,1
20	RG+KAS 30					52,8	10,9
21	RG+KAS 50					52,8	11,5
22	RG+ KAS 30+ Beregnung <sup>1)</sup>					49,3 <sup>1)</sup>	11,5 <sup>1)</sup>
23	RG+ KAS 50+ Beregnung <sup>2)</sup>					51,8 <sup>2)</sup>	12,2 <sup>2)</sup>
t-Test GD (5%)						4,4	

Vgl.	Gülledünger in kg/ha (NH <sub>4</sub> -N)		
	2009 zeit. Frühjahr	2010 zeit. Frühjahr	2011 <sup>3)</sup> zeit. Frühjahr
20,21	–	–	102
22,23	–	–	102

<sup>1)</sup> 7 mm Beregnung

<sup>2)</sup> 7 mm Beregnung

<sup>3)</sup> Gülleuntersuchung: 8,4 % TS, 2,1 kg/m<sup>3</sup> NH<sub>4</sub>-N, 3,7 kg/m<sup>3</sup> Nges.

**Stickstoffdüngung zu Wintergerste****Versuch 542**

Auswirkung unterschiedlicher Verfahren der Stickstoffdüngung in Trockengebieten

**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	64,6	9,2	48,4	9,3	35,8	8,6	49,6	9,0
2	KAS 100	94,9	10,7	78,3	10,8	67,4	10,9	80,2	10,8
3	KAS 130	98,8	11,1	82,8	11,4	72,6	11,4	84,7	11,3
4	KAS 160	101,9	11,5	86,7	12,2	79,4	12,0	89,3	11,9
5	Herbst KAS	97,5	11,0	78,4	11,2	69,3	11,1	81,7	11,1
6	Herbst ENTEC 26	97,7	11,0	79,4	11,2	70,0	11,0	82,4	11,1
7	zeit. Frühjahr ENTEC 26	95,0	11,3	82,1	11,8	68,0	11,3	81,7	11,5
8	zeit. Frühjahr Alzon 46	*	*	80,2	11,1	60,7	11,3	nicht berechnet	nicht berechnet
9	KAS 2.Gaben	102,5	10,8	85,8	11,3	76,8	10,8	88,4	11,0

\* nicht wertbar

**Stickstoffdüngung zu Wintergerste**

Versuch 542

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. %
10	ASS	99,1	11,1	85,8	11,5	73,0	11,5	86,0	11,4
11	Harnstoff	102,2	11,1	82,1	11,4	72,3	11,1	85,5	11,2
12	ENTEC 26	94,7	10,9	81,7	11,2	71,3	10,3	82,6	10,8
13	Alzon 46	*	*	78,5	10,5	62,6	9,9	nicht berechnet	nicht berechnet
14	Striegel	100,2	11,1	81,6	11,4	71,0	11,3	84,3	11,3
15	Injektionsdüngung + KAS	99,1	11,3	76,7	10,7	77,4	11,5	84,4	11,2
16	Injektionsdüngung	93,6	10,1	76,1	10,1	72,8	10,5	80,8	10,2
17	ENTEC 26 / 2.Gabe	103,2	10,4	85,0	11,3	76,5	10,8	88,2	10,8
18	KAS 2 Gaben	98,8	10,2	84,1	11,0	75,6	10,4	86,2	10,5

\* nicht wertbar

## Stickstoffdüngung zu Wintergerste

Versuch 542

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. %
19	KAS spät 2.Gaben	94,0	10,8	82,9	11,0	66,8	12,3	81,2	11,4
20	RG+KAS 30	86,3	10,2	73,8	10,6	60,5	9,5	73,5	10,1
21	RG+KAS 50	91,2	10,2	77,0	10,9	66,2	9,4	78,1	10,2
22	RG+ KAS 30 + Beregnung <sup>1) 2) 3)</sup>	89,6 <sup>1)</sup>	10,6 <sup>1)</sup>	77,2 <sup>2)</sup>	10,8 <sup>2)</sup>	61,7 <sup>3)</sup>	9,5 <sup>3)</sup>	76,2	10,3
23	RG+ KAS 50 + Beregnung <sup>1) 2) 3)</sup>	91,5 <sup>1)</sup>	10,2 <sup>1)</sup>	80,2 <sup>2)</sup>	11,1 <sup>2)</sup>	68,1 <sup>3)</sup>	9,6 <sup>3)</sup>	79,9	10,3
25	Herbst Gülle	–	–	79,5	11,1	67,8	10,9	nicht berechnet	nicht berechnet
t-Test GD (5%)		5,1		2,4		4,2			

Vgl.	Gülledünger in kg/ha (NH <sub>4</sub> -N)				
	2009 <sup>4)</sup> zeit. Frühjahr	2010 <sup>5)</sup> Herbst	2010 <sup>6)</sup> zeit. Frühjahr	2011 <sup>7)</sup> Herbst	2011 <sup>8)</sup> zeit. Frühjahr
20,21	110	–	106	–	104
22,23	110	–	106	–	104
25	–	35	–	36	–

- 1) 10 mm Beregnung  
2) 10 mm Beregnung  
3) 5 mm Beregnung

<sup>4)</sup> Gülleuntersuchung: 3,8 % TS, 1,6 kg/m<sup>3</sup> NH<sub>4</sub>-N, 2,3 kg/m<sup>3</sup> Nges.

<sup>5)</sup> Gülleuntersuchung: 5,4 % TS, 1,7 kg/m<sup>3</sup> NH<sub>4</sub>-N, 2,8 kg/m<sup>3</sup> Nges

<sup>8)</sup> Gülleuntersuchung: 5,6 % TS, 1,7 kg/m<sup>3</sup> NH<sub>4</sub>-N, 2,8 kg/m<sup>3</sup> Nges.

<sup>6)</sup> Gülleuntersuchung: 5,4 % TS, 1,8 kg/m<sup>3</sup> NH<sub>4</sub>-N, 2,8 kg/m<sup>3</sup> Nges.

<sup>7)</sup> Gülleuntersuchung: 3,7 % TS, 1,3 kg/m<sup>3</sup> NH<sub>4</sub>-N, 2,1 kg/m<sup>3</sup> Nges.

## Stickstoffdüngung zu Wintergerste

Versuch 542

Auswirkung unterschiedlicher Verfahren der Stickstoffdüngung in Trockengebieten

Standort: Scheßlitz und Weiterndorf

Ertrag und Rohproteingehalt

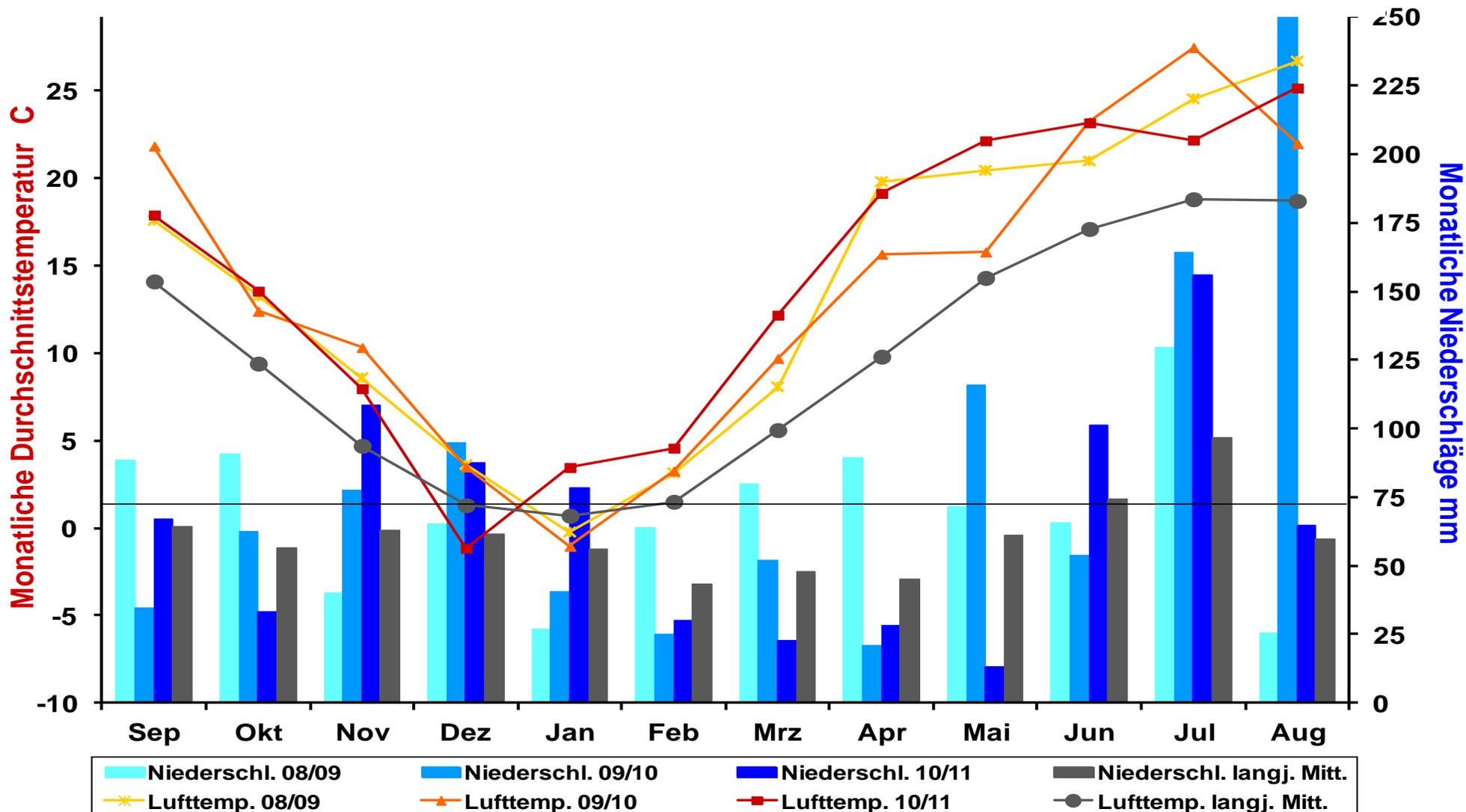
Mittel der Jahre 2009-2011

Vgl.	Düngungsstufe	Ertrag dt/ha	Rohprotein %
1	KAS 0	44,3	9,5
2	KAS 100	73,3	11,3
3	KAS 130	78,2	11,7
4	KAS 160	82,2	12,3
5	Herbst KAS	75,2	11,5
6	Herbst ENTEC 26	75,6	11,5
7	zeit. Frühjahr ENTEC 26	75,1	11,8
8	zeit. Frühjahr Alzon 46	70,5	11,7
9	KAS 2.Gaben	81,3	11,5
10	ASS	78,1	11,8
11	Harnstoff	78,2	11,7
12	ENTEC 26	74,9	11,3

Vgl.	Düngungsstufe	Ertrag dt/ha	Rohprotein %
13	Alzon 46	71,1	10,8
14	Striegel	77,0	11,8
15	Injektionsdüngung + KAS	77,4	11,8
16	Injektionsdüngung	73,9	10,9
17	ENTEC 26 / 2.Gabe	80,4	11,5
18	KAS 2 Gaben	78,5	11,2
19	KAS spät 2.Gaben	75,6	11,8
20	RG+KAS 30	68,0	10,6
21	RG+KAS 50	71,5	10,8
22	RG+ KAS 30 + Beregnung	69,1	10,9
23	RG+ KAS 50 + Beregnung	72,6	11,0
<b>t-Test GD (5 %)</b>		2,1	0,3

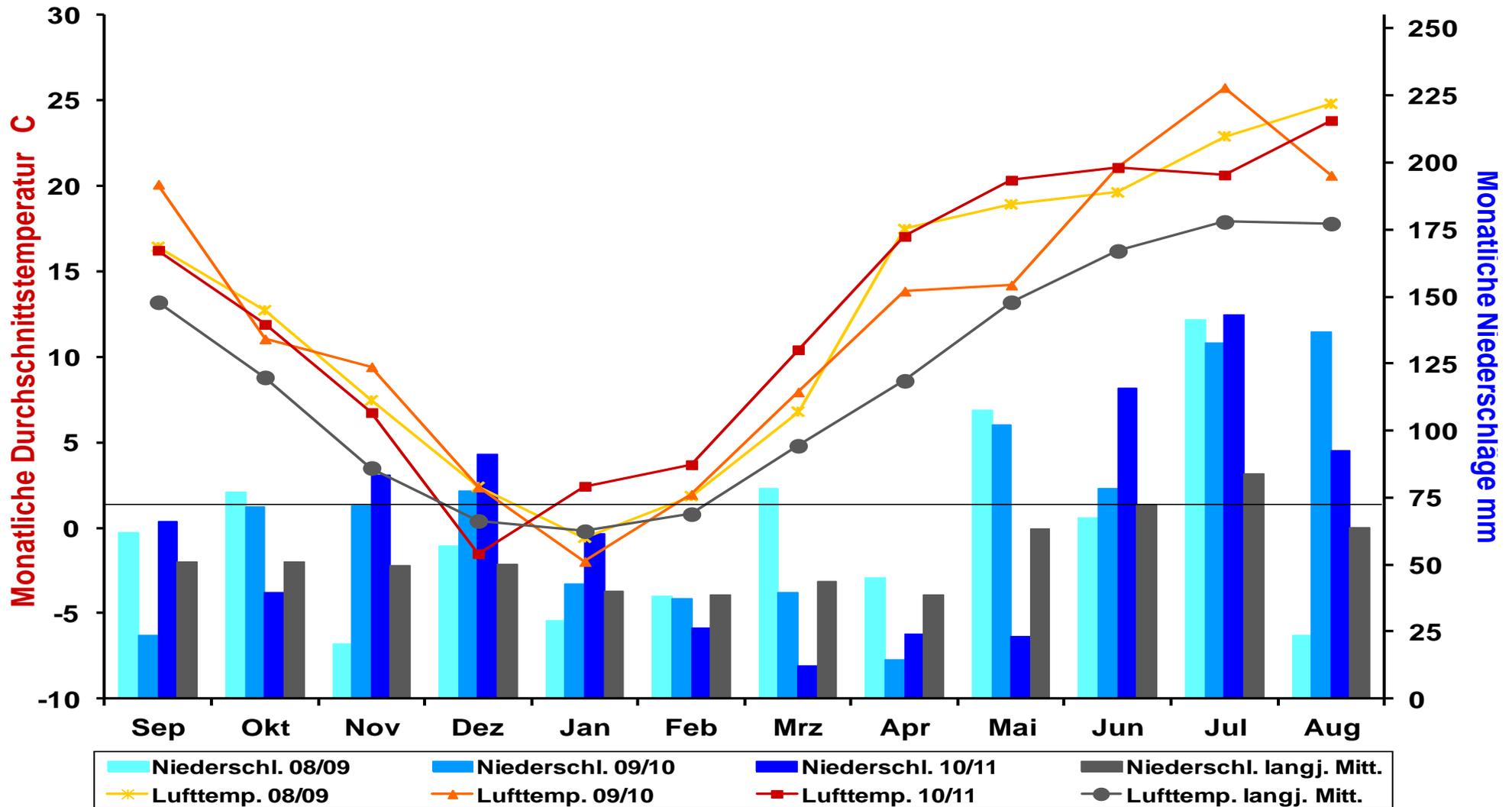
# Witterungsverlauf 2009 bis 2011

## Durchschnittstemperatur und Niederschlag in Scheßlitz



# Witterungsverlauf 2009 bis 2011

## Durchschnittstemperatur und Niederschlag in Weiterndorf



## Stickstoffdüngung zu Wintergerste

Auswirkung unterschiedlicher Verfahren der Stickstoffdüngung in Trockengebieten

Versuch 542

### Zusammenfassung

Ernte 2009-2011

### Versuchsbeschreibung

In den Jahren 2009-2011 wurden an 2 Standorten in Franken Feldversuche zur Optimierung der Stickstoffdüngung unter sommertrockenen Bedingungen zu Wintergerste 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. Am Standort Scheßlitz konnte der Versuch 2009 und 2010 wegen technischer Probleme bzw. Wildschweineschaden nicht gewertet werden. In der nachfolgenden Tabelle 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 Zusatz von Nitrifikationshemmstoffen hergestellt. Er enthält 26 % Gesamtstickstoff, davon liegen 7,5 % als Nitratsstickstoff ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) sowie 18,5 % als Ammoniumstickstoff ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) vor. ALZON 46 besteht aus Harnstoff mit Nitrifikationshemmstoffen, wobei der gesamte darin enthaltene Stickstoff (46%) aus Carbamidstickstoff besteht. Um die Wirkung auf Ertrag sowie Rohprotein prüfen zu können, wurden verschiedene Varianten mit unterschiedlichen Düngeterminen angelegt. Um eine mögliche Schwefelwirkung auszuschließen, mussten im Herbst und im Frühjahr je 100 kg/ha Kieserit (je ca. 20 kg S/ha) über die gesamte Versuchsfläche gedüngt werden.

Verfahren	Ziel/Fragestellung
Stabilisierte Dünger im Herbst	Vorteil bei Frühjahrstrockenheit?
Stabilisierte Dünger im Frühjahr	Durch Zusammenfassen der Gaben und Ausnutzen der (Winter-) Feuchte bessere Verfügbarkeit?
Gülle im Herbst	Besser bei Trockenheit?
Vergleich verschiedenerer Düngerformen	Wirkt eine Düngerform bei Trockenheit besser?
Injektionsdüngung mit AHL	Vorteil durch Einbringen des flüssigen Düngers in Boden und damit Unabhängigkeit von Wasserversorgung?

## Herbstanwendung

Es wurden drei Varianten mit einer Gesamtdüngemenge (Summe aller Düngegaben) von 130 kg N/ha angelegt. Bei zwei Versuchsgliedern erfolgte bereits im Herbst nach der Gerstensaats eine Düngung in Höhe von 30 kg N/ha. Dabei kamen die Dünger Kalkammonsalpeter und ENTEC zum Einsatz. Bei diesen beiden Varianten ergaben sich im Vergleich zur Variante ohne Herbstdüngung geringere Erträge und tendenziell niedrigere Rohproteingehalte (siehe Abb. 1). Das Trockenjahr 2011 unterschied sich nicht von den Normaljahren.

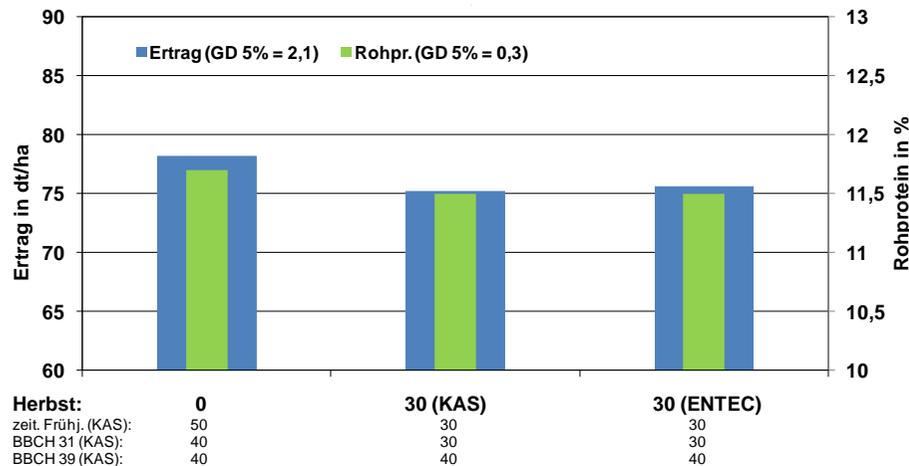


Abb. 1: Ertrag und Rohproteingehalt von Wintergerste ohne/mit Herbstdüngung, Mittel aller Orte und Jahre, n=6

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.

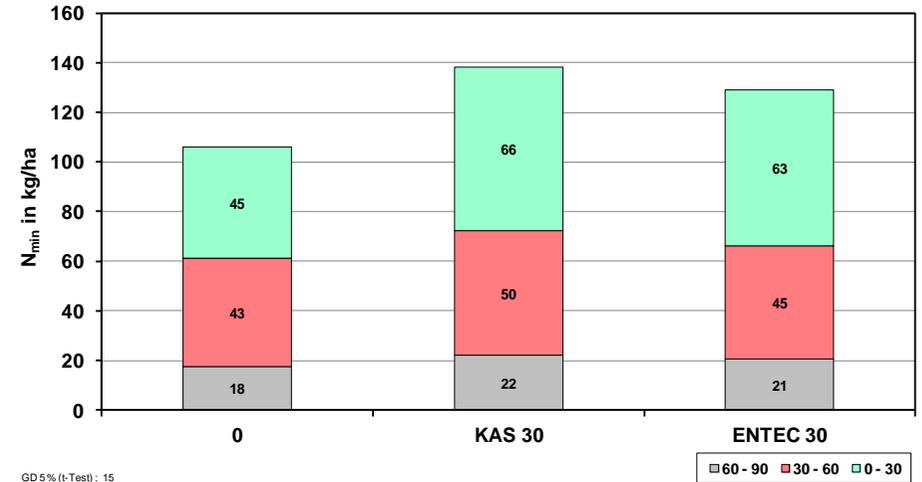


Abb. 2:  $N_{\min}$ -Werte im November, W-Gerste ohne/mit Herbstdüngung, Mittel aller Orte und Jahre, n=5

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 drei Versuchsjahre zeigen sich zwischen den Varianten deutliche Unterschiede. Die stabilisierten Dünger in einer Gabe im zeitigen Frühjahr ausgebracht, zeigen Ertragseinbußen in Höhe von 3-8 dt/ha. Dabei schnitt der Dünger ALZON schlechter als ENTEC ab. Die Wintergerste benötigt für einen hohen Ertrag eine optimale Bestandesdichte, dazu ist eine ausreichende hohe N-Versorgung (mit Nitrat) im zeitigen Frühjahr (1. N-Gabe) notwendig. Die alleinige Düngung mit Carbamidstickstoff beim ALZON führte vermutlich deshalb

gegenüber der Ammonium-, Nitratdüngung beim ENTEC zu Mindererträgen. Die Düngung mit ENTEC erfolgte nicht nur im zeitigen Frühjahr sondern auch in BBCH 31. In dieser Variante wurde die 1. N-Gabe (50 N) in Form von KAS ausgebracht. Die Düngermenge der 2. und 3. Gabe wurde zusammengefasst (80 N), und in BBCH 31 mit ENTEC verabreicht. Durch diese Düngestrategie konnte der Ertrag der „Standardvariante“ mit 3 Düngeterminen mit KAS sogar leicht übertroffen werden. Dieser positive Effekt ist aber nicht auf den Dünger ENTEC, sondern auf die Zusammenlegung der 2. und 3. N-Gabe zurückzuführen. Wie aus Abb. 3 ersichtlich ist, konnte mit KAS anstatt ENTEC in BBCH 31 der gleiche Ertrag erreicht werden.

Beim Rohproteingehalt sind, wie aus Abb. 3 hervorgeht, Unterschiede zwischen den Varianten zu erkennen, die aber bei Wintergerste eine untergeordnete Bedeutung haben.

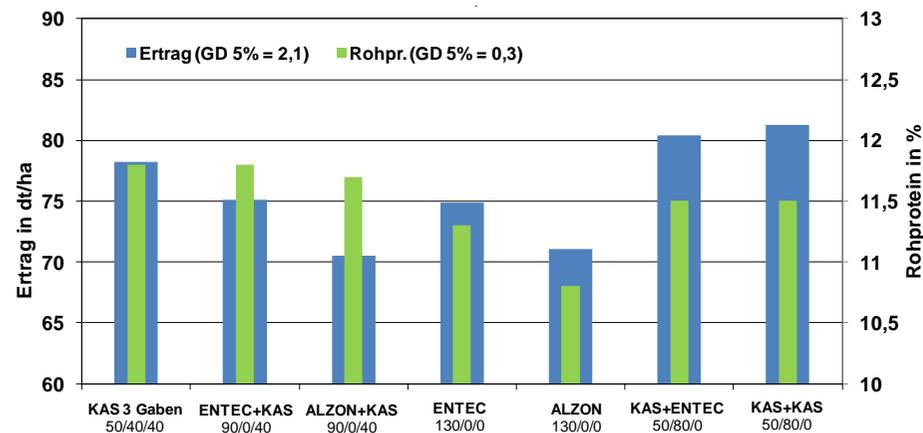


Abb. 3: Wirkung „stabilisierter“ Dünger auf den Ertrag und Rohproteingehalt von Wintergerste, Mittel aller Orte und Jahre

Wie erwähnt, war nur das Versuchsjahr 2011 durch eine längere Trockenphase gekennzeichnet. Die Ergebnisse dieses Jahres zeigen keinen eindeutigen Trend gegenüber Jahren mit ausgeglichener Wasser-

versorgung. Für eine gesicherte Aussage sind noch Ergebnisse aus weiteren Trockenjahren notwendig.

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 (siehe Abbildung 4).

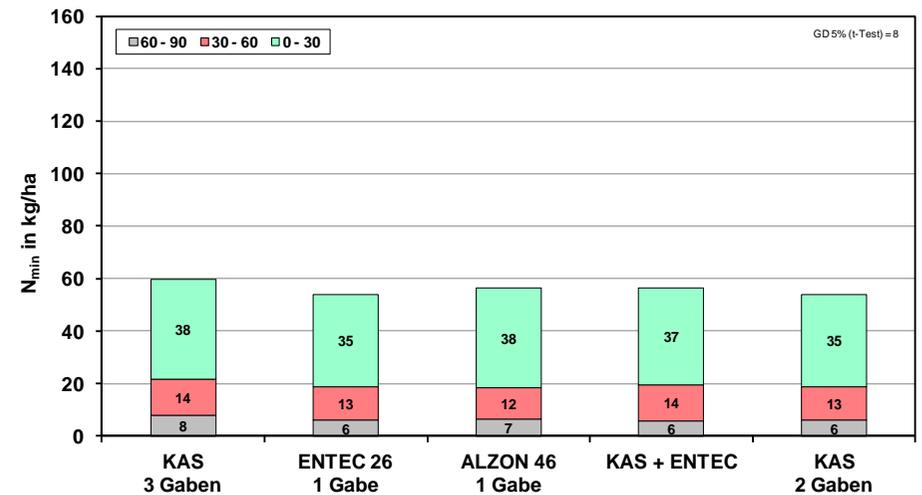


Abb. 4:  $N_{min}$ -Werte nach der W-Gerstenernte (2009-2011), Mittel aller Orte und Jahre, n=6

## Herbstdüngung mit Gülle

Am Standort Weiterndorf erfolgte in den Jahren 2010 und 2011 eine Güllegabe im Herbst zu Wintergerste in Höhe von ca. 35 kg NH<sub>4</sub>-N/ha. Während der Vegetation wurden zusätzlich 100 kg N über KAS je ha ausgebracht. Im Mittel der beiden Jahre zeigte die Gülle fast keine Wirkung. Wie in Abbildung 5 erkennbar, wurde mit einer Gülleherbstdüngung plus 100 kg N im Frühjahr über KAS nur in etwa der Ertrag (73,7) erreicht, der mit alleiniger KAS-Düngung mit 100 N/ha im Frühjahr (72,9) erzielt werden konnte.

Aus pflanzenbaulicher Sicht ist eine Gülleherbstdüngung zu Wintergerste auch unter dem Aspekt zu erwartender Frühjahrstrockenheit weder notwendig noch sinnvoll. Um die Gefahr einer N-Auswaschung und der damit verbundenen NO<sub>3</sub>-Belastung zu verringern, ist eine Düngung im Herbst zu vermeiden (Grundwasserschutz).

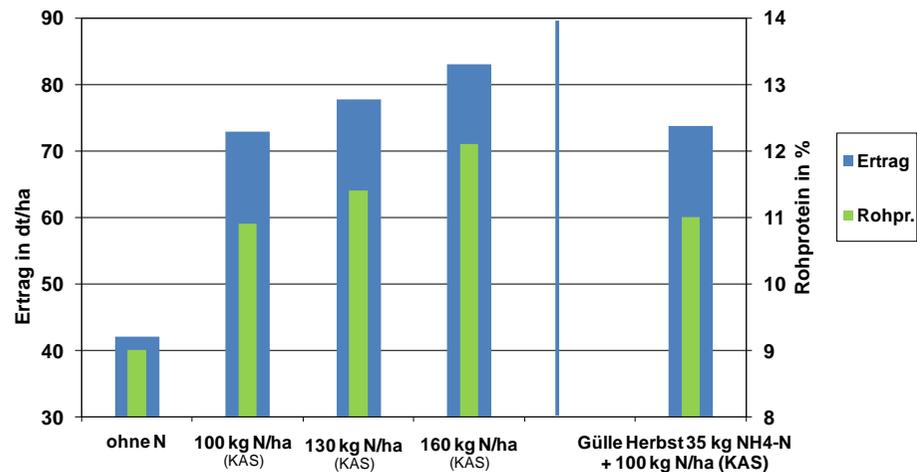


Abb. 5: Wirkung einer Gülleherbstdüngung zu Wintergerste, Weiterndorf, Mittel 2010 und 2011

## 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 drei 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 drei Düngern in etwa der gleiche Ertrag erzielt werden. Auch beim Rohproteingehalt konnten vergleichbare Kornqualitäten gemessen werden. Das Trockenjahr 2011 unterschied sich nicht von den anderen Jahren.

Aus landwirtschaftlicher Sicht sind diese Mineraldünger 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 nur einen geringen 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.

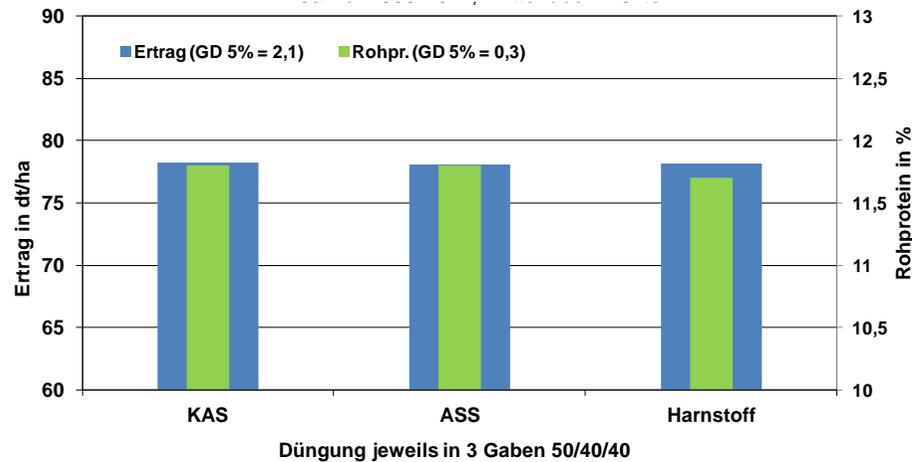


Abb. 6: Ertrag und Rohproteingehalt von W-Gerste in Abhängigkeit von der Düngerform, Mittel aus 2009-2011 und 2 Orten

### 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) erfolgt die Düngung in der Regel in mehreren Gaben.

Bei der Injektionsdüngung, landläufig oft auch als Cultandüngung bezeichnet, wird eine ammoniumreiche Düngertlösung 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. Evtl. auftretende Probleme auf Grund der  $\text{NO}_3$ -Düngung könnten laut Hersteller mit dieser Düngetechnik minimiert werden. 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 Wi-Gerste wurde in der „KAS-Variante“ die Gesamt N-Menge von 130 kg/ha in 3 Gaben (50/40/40) ausgebracht. Im Versuchsglied „Inj.+ KAS“ erfolgte im zeitigen Frühjahr eine Injektion in Höhe von 90 kg N/ha mit PIASAN 24 (AHL). Zusätzlich wurden im BBCH 37-39 noch 40 kg N/ha mit Kalkammonsalpeter verabreicht. Im Versuchsglied „Inj.“ wurde die gesamte N-Menge (130 kg/ha) in einer Gabe als Injektionsdüngung mit PIASAN 24 im zeitigen Frühjahr gegeben.

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) im Vergleich zu KAS zu schlechteren Erträgen. Die Witterung in diesen Jahren kann als normal bis feucht bezeichnet werden. Im Jahr 2011, gekennzeichnet durch eine ausgeprägte Frühjahrstrockenheit, konnten mit der Injektionstechnik im Vergleich zu KAS in etwa die gleichen Erträge erzielt werden.

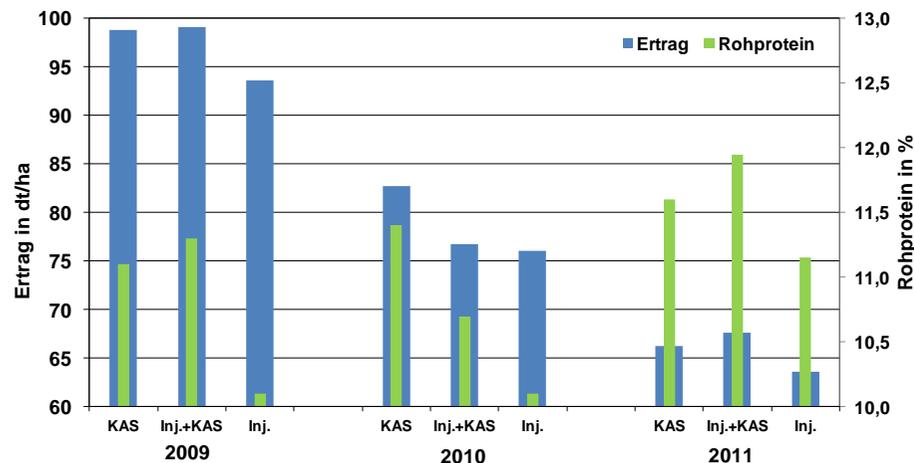


Abb. 8: W-Gerstenertrag (dt/ha) und Rohproteingehalt (%) in Abhängigkeit von der N-Düngung; Mittel 2 Orte

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 zum Eintrag des Düngers in den Boden notwendig. Unter normalen bzw. feuchten Bedingungen bringt jedoch eine Düngung, aufgeteilt in mehrere 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 (Anfang März) ausgebracht. Zusätzlich bekamen die mit 102 – 110 kg NH<sub>4</sub>-N gedüngten Güllevarianten eine mineralische N-Ergänzung im zeitigen Frühjahr von 30 bzw. 50 kg N/ha. Die Güllewirkung war in den Jahren und Orten unterschiedlich. Das berechnete Mineraldüngeräquivalent (MDÄ = die Menge an Mineraldünger-N, welche durch den zugeführten org. Dünger im Jahr der Anwendung gleichwertig ersetzt werden kann) lag im Mittel der Orte und Jahre mit 30 % bis 50 % des ausgebrachten NH<sub>4</sub>-N über Rindergülle relativ gering (Abb 9).

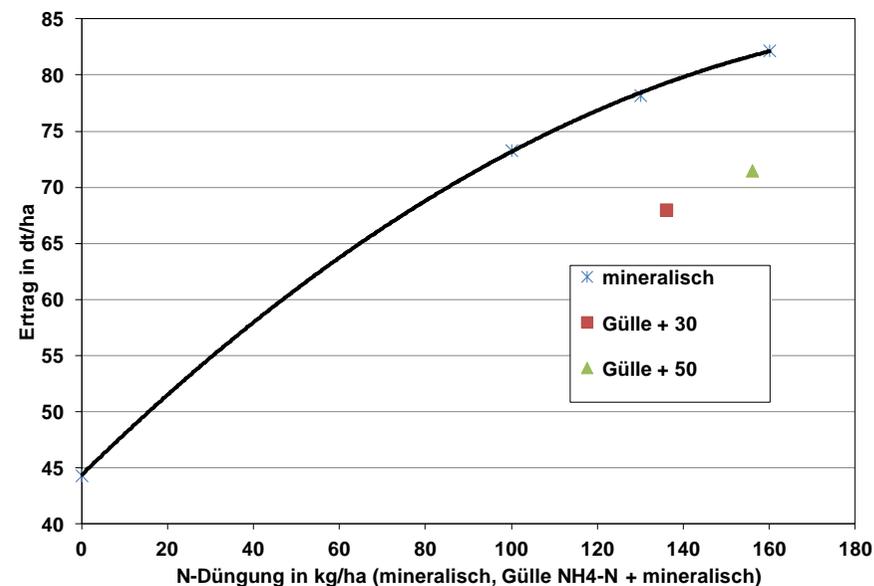


Abb. 9: Güllewirkung im Vergleich zur mineralischen N-Düngung, Mittel aller Orte und Jahre, n=4

### Gülledüngung und Berechnung

Nach der Gülleausbringung zu Getreide (ohne Einarbeitung) entstehen je nach Witterung mehr oder weniger bedeutende gasförmige Stickstoffverluste in Form von Ammoniak (NH<sub>3</sub>-N).

Durch einen Niederschlag (Regen) wird die Gülle in den Boden eingewaschen, der Stickstoff im Boden gebunden und es entstehen kaum noch gasförmige NH<sub>3</sub>-N Verluste. Durch eine Beregnung nach der Gülleausbringung von 5-10 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 Gülle + 30 kg N/ha mineralisch, als auch bei Gülle + 50 kg N/ha mineralisch ein tendenziell geringer Mehrertrag von ca. 1 dt/ha (siehe Abb. 10) erreicht werden. Da diese Beregnung auch zu einer verbesserten Wasserversorgung der Gerste führte, kann der Mehrertrag nicht nur auf die geringeren NH<sub>3</sub>-Verluste zurückgeführt werden.

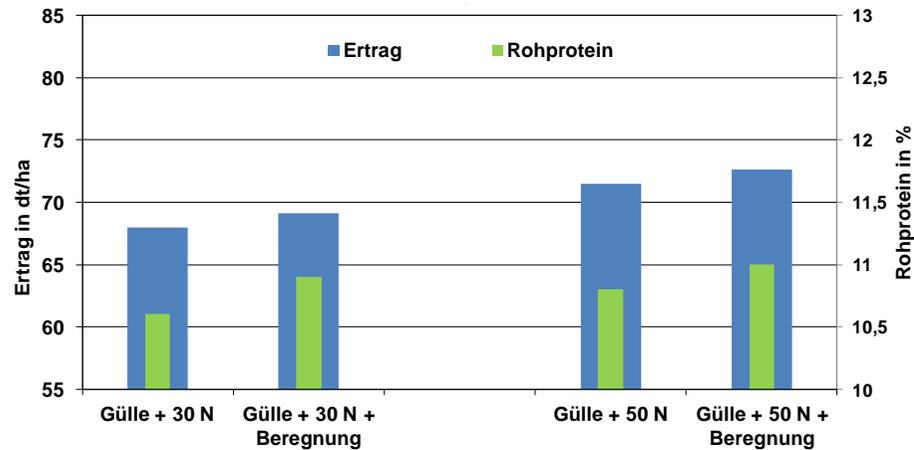


Abb. 10: Güllewirkung ohne/mit Beregnung, Mittel aller Orte und Jahre

### Zusammenfassung

Diese, speziell in traditionellen Trockengebieten Bayerns angelegte Versuchsserie sollte Entscheidungshilfen für Düngestrategien bei Trockenheit liefern. Nachdem in der 3-jährigen Versuchsdauer nur ein Trockenjahr enthalten war, müssen die Ergebnisse der Tabelle als vorläufig angesehen werden und benötigen die Bestätigung durch weitere Versuchsjahre.

Verfahren	Ziel/Fragestellung	Vorteil in Trockenjahren
Stabilisierte Dünger im Herbst	Vorteil bei Frühjahrstrockenheit?	-
Stabilisierte Dünger im Frühjahr	Durch Zusammenfassen der Gaben und Ausnutzen (Winter-) der Feuchte bessere Verfügbarkeit?	-
Gülle im Herbst	Besser bei Trockenheit?	-
Vergleich verschiedener Düngerformen	Wirkt eine Düngerform bei Trockenheit besser?	-
Injektionsdüngung mit AHL	Vorteil durch Einbringen des flüssigen Düngers in Boden und damit Unabhängigkeit von Wasserversorgung?	+ Aber bei Einsatz von AHL Ertragseinbußen in Normaljahren