

Tagungsbeitrag zu:
Jahrestagung der DBG
Kom. IV

Titel der Tagung: Böden verstehen
Böden nutzen
Böden fit machen

Veranstalter: DBG, September 2011,
Berlin und Potsdam
Berichte der DBG (nicht begutachtete online
Publikation)
<http://www.dbges.de>

Überprüfung von Düngungsstrategien zur Optimierung der Stickstoffdüngung für Weizen und Roggen zur Produktion von Ethanol durch dreijährige Feldversuche

Frank Eulenstein¹, Reinhold Roth¹, Marion Tauschke¹, Marcos Alberto Lana¹, Armin Werner¹

ZUSAMMENFASSUNG

In den Jahren 2008 bis 2010 wurden in Brandenburg, im Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V. in Müncheberg, N-Düngungsversuche mit Winterweizen und Winterroggen durchgeführt. Untersucht wurde, inwieweit Kornertrag und Stärkegehalt von Menge und Zeitpunkt der Düngung sowie der Art des Stickstoffdüngers abhängen.

Geprüft wurden dabei die Dünger Kalkammonsalpeter und Harnstoff, „stabilisiert“ mit Nitrifikationshemmer.

Sowohl bei Roggen als auch bei Weizen wird der Stärkeertrag nur wenig durch die verschiedenen N-Düngungsvarianten beeinflusst. Nur der Unterschied zu den ungedüngten Varianten ist signifikant. Der Stärkegehalt im Korn nimmt bei Weizen und Roggen mit zunehmendem Kohlenstoff- und Proteingehalt ab. Hohe N-Versorgung des Getreides kann somit den Stärkegehalt aufgrund einer Förderung des Eiweißgehaltes senken.

SCHLÜSSELWORTE: Stickstoffdüngung, Stärkeproduktion, Düngungsstrategie, Getreide

¹Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) Müncheberg, Eberswalder Straße 84, D-15374 Müncheberg, [Email: feulenstein@zalf.de](mailto:feulenstein@zalf.de)

Einleitung und Aufgabenstellung

Soll aus Getreide Ethanol hergestellt werden, so ist neben einem hohen Stärkeertrag besonders der Stärkegehalt von wirtschaftlicher Bedeutung. Die technische Ethanolausbeute steigt mit zunehmendem Stärkegehalt im Getreidekorn. Erzeuger fragen sich deshalb, wie gut lassen sich Stärkegehalt und Stärkeertrag durch z.B. die Stickstoff-Düngung beeinflussen?

Nicht unerhebliche Probleme bereiten dabei naturgemäß Trockenstandorte, bei denen Verfügbarkeit von N im Boden und N-Aufnahme seitens der Pflanze schwer steuerbar sind. Schneiden dabei spezielle N-Formen, z.B. solche mit Nitrifikationshemmern (und damit mögliche nur einmaliger Gabe) besser ab?

In den Jahren 2008 bis 2010 wurden in Brandenburg zu diesen Fragen N-Düngungsversuche mit Winterweizen und Winterroggen durchgeführt. Untersucht wurde, inwieweit Kornertrag und Stärkegehalt von Menge und Zeitpunkt der Düngung sowie der Art des Stickstoffdüngers abhängen. Geprüft wurden dabei die Dünger Kalkammonsalpeter (KAS) (jeweils 50 % Stickstoff in Form von Nitrat und Ammonium) und Harnstoff, „stabilisiert“ mit Nitrifikationshemmer (Dünger: „Alzon 46“[®]).

Die Versuche wurden in jeweils vierfacher Wiederholung im Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V. in Müncheberg durchgeführt und im Leibniz-Zentrum für Gemüse- und Zierpflanzenbau in Großbeeren statistisch ausgewertet. Der Anbaustandort hat als Boden einen lehmigen Sand bei großer Heterogenität von Bodenmerkmalen und ist durch ca. 530 mm Niederschlag pro Jahr und häufige Vorsommertrockenheit gekennzeichnet.

Zu folgenden Fragen sollten Antworten gegeben werden:

1. Haben die Aufteilung und Höhe der Stickstoffdünger-Gaben einen Einfluss auf den Stärkegehalt und -ertrag? Die Höhe der Erträge und den Proteingehalt des Getreides werden bekanntlich positiv durch

steigende N-Düngung beeinflusst. Da aber Protein- und Stärkegehalt negativ korreliert sind, könnte eine hohe Stickstoffversorgung den Stärkegehalt ungünstig beeinflussen.

2. Unterscheiden sich der (in der Regel mehrmalig zu gebende) Stickstoffdünger KAS und der (oft nur einmalig gegebene) ‚stabilisierter‘ Harnstoff (Alzon) in ihrer Wirkung auf den Korn – und Stärkeertrag?

Ergebnisse

Erträge:

Die durchschnittlichen Kornenerträge der drei Versuchsjahre und die gemessenen Stärkegehalte sind in den drei Jahren unterschiedlich hoch (Tabellen 1 und 2). Die höchsten Weizenerträge (ca. 100 dt/ha) werden im Jahr 2009, die höchsten Roggenerträge im Jahr 2010 (ca. 70 dt/ha) erzielt.

Tab. 1: Düngungsvarianten, Kornenerträge und Stärkegehalte der Winterweizenversuche in Müncheberg, Durchschnittswerte
(N= Stickstoff, KAS= Kalkammonsalpeter, TS= Trockensubstanz, Var.= Variante)

Düngungsvariante	Var.	Korn bei 86% TS	Stärkegehalt bei 85% TS
		dt/ha	%
	3 Jahre		3 Jahre
ohne Stickstoffdüngung	1	70,26	60,2
140 kg/ha N; KAS in 2 Gaben	2	104,23	59,3
170 kg/ha N; KAS in 3 Gaben	3	102,14	58,9
170 kg/ha N; KAS in 2 Gaben	4	102,65	58,8
200 kg/ha N; KAS in 3 Gaben	5	104,61	58,6
200 kg/ha N; KAS in 2 Gaben	6	103,63	58,4
170 kg/ha N; KAS in 2 Gaben	7	102,24	59,1
170 kg/ha N; KAS zu Vegetationsbeginn	8	101,04	59,2
170 kg/ha N Alzon 46 zu Vegetationsbeginn	9	104,64	59,6
50 kg/ha N; KAS zu Vegetations-beg. / 120 kg/ha N Alzon 46 EC 31	10	104,62	58,7
170 kg/ha N; KAS zu EC 31	11	99,72	58,5

Die hier nicht dargestellte statistische Auswertung zeigt, dass die Streuung der Ertragswerte in und zwischen den Jahren sehr groß ist. Dabei bestehen witterungsbedingte Unterschiede zwischen den

Jahren, auf die hier in diesem Umfang nicht näher eingegangen werden kann. Im zweiten Jahr war die Streuung bei Weizen deutlich geringer als im ersten und dritten. Im dritten Jahr war die Streuung bei Roggen geringer als in den Jahren davor.

Die Düngungsvarianten von „KAS“ und die von „stabilisiertem Harnstoff“ unterscheiden sich für Weizen in allen Jahren und für Roggen nur im ersten und dritten Jahr hinsichtlich der Kornenerträge und der Stärkegehalte. Bei Roggen liegen im zweiten Jahr die Erträge der Harnstoff-Varianten deutlich unter denen der KAS-Varianten.

Die Höhe der Stärkeerträge sind als dreijährige Durchschnittswerte mit ihren 95% Signikanzintervallen für Weizen in Abbildung 1 und für Roggen in Abbildung 2 dargestellt.

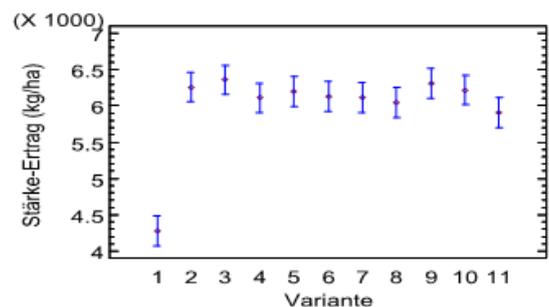


Abb. 1: Mittlere Stärkeerträge (und 95% Signifikanzintervalle) als dreijährige Mittelwerte für Winterweizen

Auffällig ist, dass sowohl bei Roggen als auch bei Weizen der Stärkeertrag nur wenig durch die verschiedenen N-Düngungsvarianten beeinflusst wird. Nur der Unterschied zu den ungedüngten Varianten (Varianten 1) ist signifikant. Auch die Varianten mit der späten N-Düngung zu EC-Stadium 31 (Varianten 11) zeigten tendenziell geringere Erträge.

Tab. 2: Düngungsvarianten, Kornерträge und Stärkegehalte der Winterroggenversuche in Müncheberg, Durchschnittswerte

(N= Stickstoff, KAS= Kalkammonsalpeter, TS= Trockensubstanz, Var.= Variante)

Düngungsvariante	Var	Korn mit 86% TS	Korn mit 86% TS	Stärkegehalt bei 85% TS
		dt/ha	dt/ha	%
		2008	3 Jahre	3 Jahre
ohne Stickstoffdüngung	1	48,89	36,95	55,5
80 kg/ha N KAS in 2 Gaben	2	66,40	61,84	55,0
120 kg/ha N KAS in 3 Gaben	3	66,22	67,13	53,8
120 kg/ha N KAS in 2 Gaben	4	63,62	65,26	53,5
160 kg/ha N KAS in 3 Gaben	5	76,08	74,88	53,1
160 kg/ha N KAS in 2 Gaben	6	67,79	70,45	52,7
120 kg/ha N KAS in 2 Gaben	7	66,48	68,93	53,8
120 kg/ha N-KAS zu Vegetationsbeginn	8	69,58	68,92	54,2
120 kg/ha N Alzon 46 zu Vegetationsbeginn	9	72,40	68,46	53,8
80 kg N Alzon 46 zu Vegetationsbeginn	10	71,59	63,54	54,5
120 kg/ha N KAS zu EC 31	11	70,95	57,96	51,5

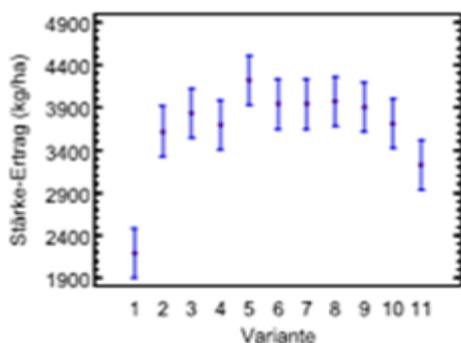


Abb. 2: Mittlere Stärkeerträge (und 95% Signifikanzintervalle) als dreijährige Mittelwerte für Winterroggen

Hervorzuheben ist hier, dass für den Roggen die Variante 5 (160 kg N/ha als KAS in drei Gaben) als Mittelwert das höchste Ertragsniveau zeigt. Statistisch ist dieses höhere Niveau jedoch nicht signifikant.

Stärkegehalte:

Die Stärkegehalte von Weizen und Roggen wurden kaum durch die N-Düngungs-

formen und -mengen beeinflusst. Die N-Düngung verändert den Stärke-gehalt je nach Jahr und Düngungsvariante unterschiedlich. Eindeutige Muster, wie Düngungshöhe oder N-Form, die die

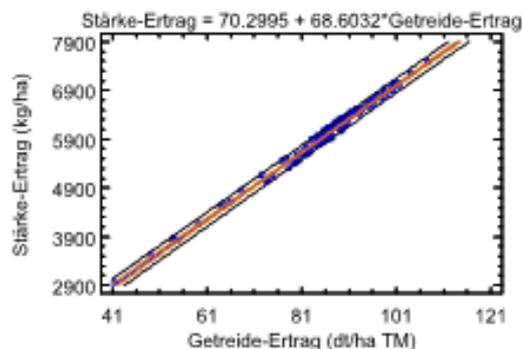


Abb. 3: Beziehung zwischen Stärke-Ertrag und Kornерtrag bei Weizen

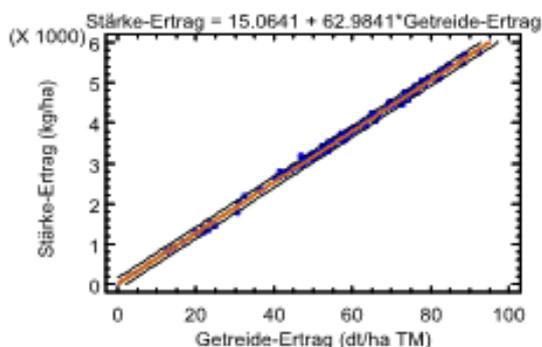


Abb. 4: Beziehung zwischen Stärke-Ertrag und Kornерtrag bei Roggen

Schlussfolgerungen

➤ Ob der Stickstoff auf den untersuchten Trockenstandorten in mehreren Düngergaben aufgeteilt wird, ist nicht entscheidend für den Stärkegehalt und -ertrag. Wichtig ist, dass überhaupt gedüngt wird und nicht zu einem zu späten Zeitpunkt (noch vor EC 31).

➤ Bereits ein Düngungshöhe um 140 kg N/ha bei Weizen und um 120 kg N/ha bei Roggen war für das Ertragsniveau dieser Standorte ausreichend, um

optimale Erträge bei hohen Stärkegehalten zu erzielen. Die N-Entzüge überschreiten dabei sogar die N-Zufuhren durch die Düngung.

- Ein Harnstoffdünger mit Nitrifikationshemmer (Alzon 46) wies bezüglich des Korn-, und Stärkeertrages im Mittel die gleiche Wirkung auf wie KAS. Lediglich in wenigen Einzeljahren können die Erträge von stabilisierten Harnstoff-Varianten niedriger als die der KAS-Varianten ausfallen. Im Versuch wurde wahrscheinlich im betreffenden Jahr aufgrund einer feucht-kalten Witterung der Harnstoff verzögert umgesetzt und war damit erst verspätet pflanzenverfügbar.
- Der hier untersuchte stabilisierte Harnstoffdünger, gegeben in jeweils einmaliger Gabe zu Vegetationsbeginn, zeigte damit unter den geprüften Bedingungen keine Ertragsnachteile gegenüber einer vergleichbar hohen, aber ggf. in mehreren Teilgaben gegebenen KAS-Düngung. Daraus resultierende ökonomische wie ökologische Vorteilswirkungen wurden hier nicht untersucht.
- Der Stärkegehalt im Korn nimmt bei Weizen und Roggen mit zunehmendem Kohlenstoff- und Proteingehalt ab. Hohe N-Versorgung des Getreides kann somit den Stärkegehalt aufgrund einer Förderung des Eiweißgehaltes senken.