

**Tagungsbeitrag zu:**

Jahrestagung der DBG  
Kommission IV

**Titel der Tagung:**

Böden verstehen, Böden nutzen, Böden fit machen

**Veranstalter:**

DBG, September 2011, Berlin

**Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation)**

<http://www.dbges.de/>

**Anwendung eines stabilisierten N-Düngers in einer Reis-Weizen Doppelfruchtfolge in Südostchina**

Maximilian Hofmeier<sup>1</sup>, Yong Han<sup>2</sup>, Marco Roelcke<sup>1</sup>, Carola Schuster<sup>3</sup>, Michael Fuchs<sup>3</sup>, Zucong Cai<sup>2</sup> und Rolf Nieder<sup>1</sup>

**Zusammenfassung**

Beginnend mit der Sommerreisfrucht 2009 wurde ein Harnstoff-Dünger mit Nitrifikationsinhibitor über zwei aufeinanderfolgende Doppelfruchtfolgen auf seine Eignung für das Reis-Weizen System geprüft. Der Einfluss auf Kornertrag, Dünger-N-Effizienz und Rest-N<sub>min</sub>-Gehalt zur Ernte wurde untersucht. Für den Winterweizen konnte gezeigt werden, dass bei gleichbleibenden Kornerträgen speziell in trockenen Jahren durch den Einsatz von Inhibitoren die N-Verluste vermindert und die Dünger-N-Effizienzen erhöht werden können. Die stark verlustgefährdeten Rest-N<sub>min</sub>-Gehalte nach der Winterweizenernte wurden signifikant reduziert. Hingegen ließ sich kein Effekt des Inhibitors auf Kornertrag, Dünger-N-Effizienz und Rest-N<sub>min</sub>-Gehalt beim Sommerreis beobachten.

**Schlüsselworte**

N-Düngung, Dünger-N-Effizienz, N-Verluste, Reis, Weizen, Nitrifikationsinhibitor

**Einleitung**

Die chinesische Intensivlandwirtschaft ist gekennzeichnet durch hohe Stickstoff (N)-Bilanzüberschüsse, als Folge einer seit vielen Jahren überhöhten mineralischen N-Düngung. Ju et al. (2009) berichten für eine Reis-Weizen Doppelfruchtfolge in Südostchina von N-Verlusten von 329 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> und Dünger-N-Effizienzen von 29,6 % für Reis und 34,5 % für Weizen. Zu den verschiedenen Strategien zur Steigerung der Dünger-N-Effizienzen und zur Reduzierung der N-Verluste zählt ein verbessertes Management von Dünger- und Boden-N durch z.B. eine bessere Synchronisation der N-Düngung mit der N-Aufnahme der Pflanzen und dem Einsatz von effizienteren N-Düngemitteln. Hierzu gehören u.a. N-Dünger mit Nitrifikationsinhibitoren, deren Wirkung auf einer Verzögerung der Nitrifikation und somit einer Stabilisierung des NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N basiert.

**Ziele**

In einem Exakt-Feldversuch soll die Eignung des harnstoffbasierten, stabilisierten N-Düngers mit Nitrifikationshemmstoff ALZON<sup>®</sup> 46 (SKW Piesteritz) für das Reis-Weizen System in Südostchina getestet werden. Dabei soll für beide Früchte untersucht werden, ob bei N-Düngung mit konventionell üblicher N-Menge höhere Kornerträge, bzw. bei einer Verringerung der N-Menge um 20 % gleichbleibende Kornerträge erzielt werden können. Weitere Ziele beim Einsatz von ALZON<sup>®</sup> 46 sind die Steigerung der Dünger-N-Effizienzen, eine Verringerung der N-Verluste und die Einsparung des Zeitaufwandes durch Zusammenlegung von Teilgaben.

**Material und Methoden**

Der Versuchsstandort liegt im Kreis Huai'an (33°30' N, 119°3' O), im Norden der Provinz Jiangsu, VR China und ist charakterisiert durch stark tonhaltige Böden mit 8 % Carbonatanteil und pH-Werten (H<sub>2</sub>O) um 8,0 im Oberboden. Das Klima ist warmtemperiert mit Sommermonsun-Niederschlägen. Das erste Versuchsjahr (2009) war durch einen trockenen Sommer und einen feuchten Winter gekennzeichnet. Im zweiten Versuchsjahr (2010) hingegen

<sup>1</sup> Institut für Geoökologie, TU Carolo-Wilhelmina, 38106 Braunschweig, m.hofmeier@tu-bs.de

<sup>2</sup> Institute of Soil Science (ISS), Chinese Academy of Sciences (CAS), Nanjing 210008, P.R. China

<sup>3</sup> SKW Piesteritz GmbH, Landwirtsch. Anwendungsforschung Cunnersdorf, 04451 Borsdorf

waren die Niederschlagsmengen im Sommer sehr hoch und der Winter war geprägt durch lang anhaltende niedrige Temperaturen und sehr geringe Niederschlagsmengen.

Beginnend mit der Sommerreisfrucht 2009 wurde ein Feldversuch mit jeweils vier N-Varianten in vier Wiederholungen als Lateinisches Quadrat angelegt. Die einzelnen N-Behandlungen bestanden aus: Kontrolle (N-Null), bäuerliche Praxis (Harnstoffdüngung, N-BP), ALZON-Düngung (Alz-a) und einer reduzierten ALZON-Düngung (Alz-b). Zusätzlich wurde aus dem direkt angrenzenden Feldversuch zu Demonstrationszwecken (Hofmeier et al., 2009) die N-Variante „Reduziert“ (Harnstoffdüngung, N-Red.) mit einbezogen. Die Gesamt-N-Aufwandsmengen für die jeweilige Frucht sind aus Tabelle 1 zu entnehmen.

Tab. 1: N-Aufwandsmengen in 2009 und 2010.

Beh.	Reis		Weizen	
	[kg N ha <sup>-1</sup> ]	TG	[kg N ha <sup>-1</sup> ]	TG
N-Null	-	-	-	-
N-BP	300	5/4	250	3
Alz-a	225	3/3	180	2
Alz-b	200	3/3	150	2
N-Red.	225	4/3	180	3

Beh. = Behandlung, TG = Anzahl der Teilgaben (2009/2010)

Zur Ernte wurde neben dem Korn- und Strohertrag der Rest-N<sub>min</sub>-Gehalt im Profil bestimmt. Zusätzlich wurde vor jeder Düngung N<sub>min</sub>-Proben genommen. Die agronomische N-Effizienz wurde nach der Differenzmethode errechnet (Craswell und Godwin, 1984).

## Ergebnisse

### Sommerreis

Beim Sommerreis zeigten die Kornerträge im ersten Versuchsjahr keine signifikanten Unterschiede zwischen den gedüngten Varianten (Abb. 1). Durch die starken Niederschläge im August und September 2010 kam es allerdings während der zweiten Sommerreisfrucht im Vergleich zum ersten Versuchsjahr zu einem deutlichen Ertragsrückgang. Außerdem erzielte die Variante N-BP,

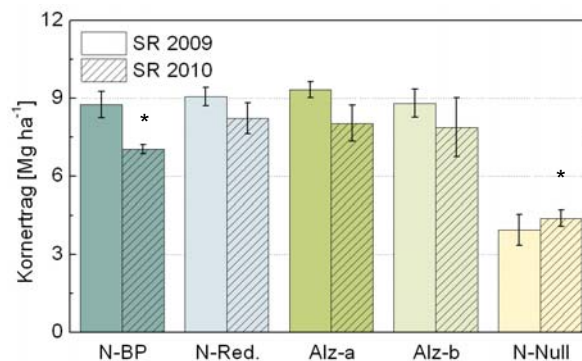


Abb. 1: Mittlere Kornerträge für Sommerreis 2009 und 2010 (n=4, Fehlerbalken zeigen Standardabweichungen, \* = signifikanter Unterschied zwischen N-Varianten eines Jahres, P<0,05)

bedingt durch starke Lagerbildung kurz vor der Ernte, einen signifikant niedrigen Ertrag als die anderen N-Düngungsvarianten.

In den ALZON-Varianten und der reduziert gedüngten Variante N-Red. konnten in beiden Versuchsjahren im Vergleich zur bäuerlichen Praxis (N-BP) signifikant höhere agronomische-N-Effizienzen erzielt werden (Abb. 2). Hingegen wurden in den ALZON-Varianten im Vergleich zur Variante N-Red. keine höhere N-Effizienzen ermittelt.

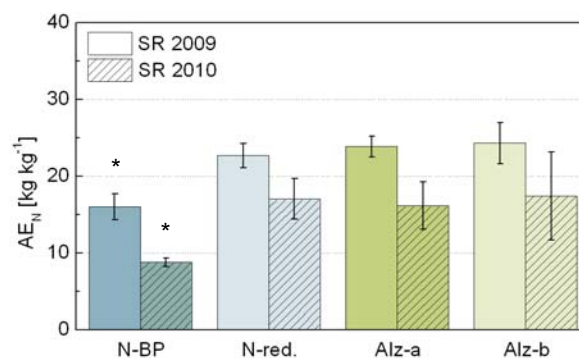


Abb. 2: Agronomische N-Effizienzen für Sommerreis 2009 und 2010 (n=4, Fehlerbalken zeigen Standardabweichungen, \* = signifikanter Unterschied zwischen N-Varianten eines Jahres, P<0,05)

### Winterweizen

Für das erste Versuchsjahr (2009/10) war bei den Winterweizen-Kornerträgen eine leichte Abnahme in den Varianten mit reduzierter N-Aufwandsmenge zu erkennen, die allerdings nur zwischen den Varianten N-BP und Alz-b signifikant war (Abb. 3). Die witterungsbedingt niedrigeren Kornerträge des zweiten Versuchsjahres (2010/11) zeigten hingegen einen signifikant niedrigeren Ertrag für die Variante N-Red. im Vergleich zu den beiden ALZON-Behandlungen und zur bäuerlichen Praxis (N-BP).

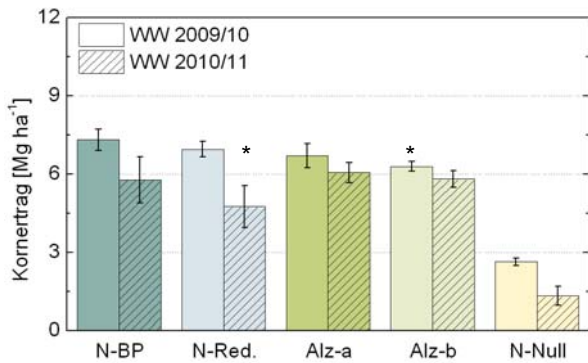


Abb. 3: Kornerträge für Winterweizen 2009/10 und 2010/11 ( $n=4$ , Fehlerbalken zeigen Standardabweichungen, \* = signifikanter Unterschied zwischen N-Varianten eines Jahres,  $P<0,05$ )

Für das erste Versuchsjahr wurden im Winterweizen für die Varianten mit geringerer N-Aufwandmenge im Vergleich zur bäuerlichen Praxis signifikant höhere agronomische N-Effizienzen errechnet (Abb. 4). Für das zweite Versuchsjahr konnten hingegen nur noch in den beiden ALZON-Varianten teilweise signifikant höhere N-Effizienzen erzielt werden.

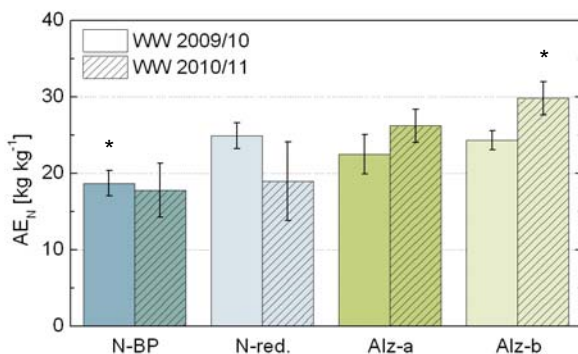


Abb. 4: Agronomische N-Effizienzen für Winterweizen 2009/10 und 2010/11 ( $n=4$ , Fehlerbalken zeigen Standardabw. \* = signifikanter Unterschied zwischen N-Varianten eines Jahres,  $P<0,05$ )

Die Rest- $N_{min}$ -Gehalte im Boden (0-0,9 m) nach der Winterweizenernte wiesen im ersten Versuchsjahr keine Unterschiede zwischen den einzelnen Behandlungen auf (Abb. 5). Die Gehalte lagen mit etwa  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$  auf dem Niveau der N-Null Behandlung. Im zweiten Jahr hingegen in beiden ALZON-Varianten signifikant niedrigere Rest- $N_{min}$ -Werte gemessen als in der Variante N-BP, in der fast  $100 \text{ kg N ha}^{-1}$  Rest- $N_{min}$  verblieben.

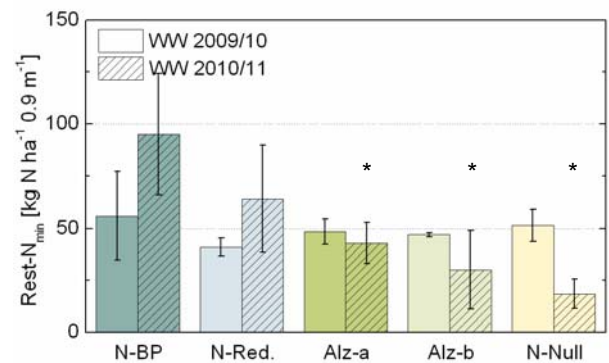


Abb. 5: Mittlere Rest- $N_{min}$ -Gehalte im Profil (0-0,9 m) nach Winterweizenernte 2010 und 2011 ( $n=4$ , Fehlerbalken zeigen Standardabweichungen, \* = signifikanter Unterschied zwischen N-Varianten eines Jahres,  $P<0,05$ )

In Abbildung 6 sind beispielhaft die mittleren  $N_{min}$ -Gehalte vor der zweiten Bestockungsdüngung zu Winterweizen im März 2011 dargestellt. Beide ALZON-Varianten wiesen im Vergleich zur Variante N-Red. zum einen höhere Gehalte an Gesamt- $N_{min}$  im Profil auf, welches zum anderen zu einem wesentlich größeren Teil als  $\text{NH}_4^+$ -N im Oberboden vorlag. Die mittleren  $N_{min}$ -Gehalte in der Variante N-Null lagen bei  $49 \text{ kg N ha}^{-1}$  (Daten nicht gezeigt).

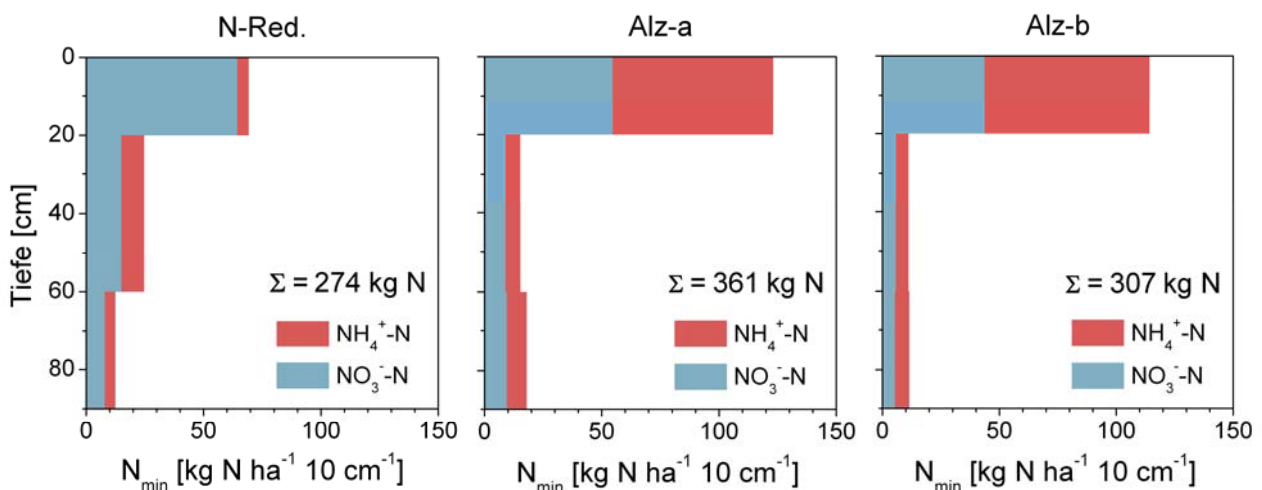


Abb. 6: Mittlere  $N_{min}$  Gehalte im Profil (0-0,9 m) vor der zweiten Bestockungsdüngung im März 2011 in Huai'an; links: N-Red., Mitte: Alz-a, rechts: Alz-b

## Diskussion

Die Ergebnisse des Feldversuchs zeigten für den Einsatz eines N-Düngers mit Nitrifikationshemmstoff in einer Reis-Weizen Doppelfruchtfolge, ein differenziertes Bild zwischen den beiden Früchten. So konnte für den Sommerreis in keinem der beiden Versuchsjahre ein Effekt des Nitrifikationsinhibitors auf Ertrag, N-Effizienzen und Rest-N<sub>min</sub>-Gehalte (Daten nicht gezeigt) gefunden werden. Zwar konnten in beiden Jahren im Vergleich zur bäuerlich üblichen N-Düngervariante signifikant höhere agronomische N-Effizienzen erzielt werden, diese lagen aber auf dem gleichen Niveau, wie die reduzierte N-Behandlung mit Harnstoff-Düngung ohne Inhibitor. Ebenso konnte durch die Zusammenlegung von Teilgaben zwar eine Arbeitersparnis gegenüber der Variante N-BP erzielt werden, jedoch nicht gegenüber der Variante N-Red. In dieser war der Kornertrag, auch nach der Zusammenlegung der beiden Blütendüngungen im zweiten Jahr auf insgesamt drei Teilgaben, genauso hoch wie in den ALZON-Varianten.

Für den Winterweizen ergab sich hingegen ein etwas anderes Bild, geprägt durch die Niederschlagsverteilung und die Temperaturen während der Winterweizensaison. Der Winterweizen war im ersten Versuchsjahr durch regelmäßige Niederschläge immer gut mit Wasser versorgt und der ausgebrachte N-Dünger konnte sich schnell auflösen und von den Wurzeln aufgenommen werden. Ein Effekt der Harnstoff-Düngung mit Inhibitor konnte dabei nicht nachgewiesen werden. Das zweite Versuchsjahr war hingegen sehr trocken und kalt, wodurch sich der applizierte N-Dünger nur sehr langsam auflöste bzw. die Wirkung des Nitrifikationsinhibitors lange anhielt. So konnte noch im März 2011 ein großer Teil des im Januar ausgebrachten N-Düngers im Oberboden wiedergefunden werden. In den ALZON-Varianten lag im Gegensatz zur N-Düngung ohne Inhibitor mehr als die Hälfte des mineralischen Stickstoffs noch als NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N vor. Des Weiteren zeigten auch die Rest-N<sub>min</sub> Mengen nach der Winterweizenernte einen signifikanten Unterschied zwischen den Harnstoff-Düngungen mit und ohne

Inhibitor. Da auf den ALZON-Varianten im Gegensatz zu den Harnstoff-Varianten im März keine Düngung mehr erfolgte, aber immer noch genug N<sub>min</sub> im Profil vorhanden war, um die Pflanzen bis zur Reife ausreichend mit N zu versorgen, konnten die N<sub>min</sub>-Vorräte bis zur Ernte weitestgehend aufgebraucht werden. Der Rest-N<sub>min</sub>-Gehalt nach der Winterweizenernte wird als Folge der unmittelbar anschließenden Überstauung des Feldes für den Sommerreis zum großen Teil ausgewaschen oder geht durch Nitrifikation/Denitrifikation gasförmig (als N<sub>2</sub>O und N<sub>2</sub>) verloren und steht der Folgefrucht dadurch nicht mehr zur Verfügung.

Insgesamt hat die vorliegende Arbeit gezeigt, dass durch den Einsatz von Harnstoff-Düngern mit Nitrifikationsinhibitoren in Reis-Weizen Doppelfruchtfolgen in Südostchina speziell in trockenen Jahren im Winterweizen die N-Verluste verringert und die Dünger-N-Effizienzen erhöht werden können. Für die Sommerreisfrucht ließ sich hingegen kein Effekt auf die Dünger-N-Effizienzen und die Kornerträge beobachten.

## Danksagungen

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert durch das BMBF (FKZ: 0330800C) und das Chinese MOST (grant no. 2007DFA30850) im Rahmen des Verbundprojektes: „Innovatives Stickstoffmanagement und innovative Technologien zur Verbesserung der landwirtschaftlichen Produktion und zum Schutz der Umwelt in der chinesischen Intensivlandwirtschaft“.

## Literatur

- Craswell, E.T., Godwin, D.C. (1984) The efficiency of nitrogen fertilizers applied to cereals in different climates. In: P.B. Tinker, A. Läuchli, eds, *Advances in Plant Nutrition*, Vol. 1. Praeger, New York, pp. 1–55.
- Hofmeier, M., Han, Y., Roelcke, M., Tang, H.Y., Cai, Z.C., Nieder, R (2009): Innovatives Stickstoffmanagement und innovative Düngetechnologien in den intensiv genutzten Reis-Weizen Anbausystemen Südostchinas. In: *Böden - eine endliche Ressource*, September 2009, Bonn.
- Ju, X.T. et al. (2009): Reducing environmental risk by improving N management in intensive Chinese agricultural systems. In: *PNAS*, Vol. 106, No. 9, p. 3041-3046.