

Tagungsbeitrag zu:  
 Jahrestagung der DBG  
 Kom. IV / V169  
 Titel der Tagung: Horizonte des Bodens

Veranstalter: DBG, September 2017,  
 Göttingen  
 Berichte der DBG (nicht begutachtete online  
 Publikation)  
<http://www.dbges.de>

## Einsatz von Mikrogranulaten in Kombination mit Mikroorganismen zur Steigerung der Nährstoffeffizienz im Maisanbau

F. Eulenstein<sup>1,6</sup>, V. G. Sychev<sup>2,6</sup>, S. Lukin<sup>3,6</sup>, A. K. Sheudzhen<sup>4,6</sup>, O. V. Rukhovich<sup>2,6</sup>, T. Lade<sup>1</sup>, A. Saparov<sup>5,6</sup>, K. Pachikin<sup>5,6</sup>, M. V. Belichenko<sup>2,6</sup>, M. B. Mazhitovich<sup>5,6</sup>, V. A. Romanenkov<sup>2,6</sup>, A. Behrendt<sup>1</sup>, M. Tauschke<sup>1</sup>, U. Schindler<sup>6</sup>, L. Müller<sup>1,6</sup>

## ZUSAMMENFASSUNG/SUMMARY

Im Rahmen der strategischen Ausrichtung des Nährstoffmanagements stellt der Einsatz von Mikrogranulaten durch das Applikationsverfahren der Saatbanddüngung eine mögliche Alternative zur konventionellen Phosphat-Unterfußdüngung dar.

## SCHLÜSSELWORTE/ KEYWORDS:

Saatbanddüngung, Mikrogranulate, Maisdüngung, Phosphat-Effizienz

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

<sup>2</sup>Pryanishnikov All-Russian Institute of Agrochemistry (VNIIA) of the Federal Agency of Scientific Organizations (FANO) Pryanishnikova Str. 31a, 127550 Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup>Russian Institute for Organic Fertilization and Peat (VNIIOU) 601390, Vladimir Oblast, Sudogodskiy Rayon, Vyatkino 492.2 Russian Federation

<sup>4</sup>All-Russian Institute of Rice, Belozerny Str. 3, 350921, Krasnodar; Kuban State University, Krasnodar, Russian Federation

<sup>5</sup>U.Uspanov Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry 75B, Al-Farabi ave., 050060, Almaty, Kazakhstan

<sup>6</sup>Mitscherlich Academy for Soil Fertility, (MITAK) Prof.-Mitscherlich-Allee 1, 14641 Paulinenaue, Germany

## EINLEITUNG/ INTRODUCTION

Ein Kernpunkt der Novellierung der Düngeverordnung (DÜV) ist die Senkung des zulässigen Phosphatbilanzüberschusses von 20 kg auf nur noch 10 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. Wirtschaftsdünger, die relativ hohe Phosphatkonzentrationen haben, können häufig nicht bis zur zulässigen 170 kg organisch N/ha-Grenze eingesetzt werden, weil die Phosphatzufuhr bereits so hoch ist, dass der P-Bedarf der Pflanzen und der tolerierbare Überschuss von 10 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha erreicht ist. Wenn unter diesen Gesichtspunkten bereits die organische N-Düngung durch den tolerierbaren Überschuss limitiert ist, wird es nahezu unmöglich, die ertragswirksame Unterfußdüngung mit DAP oder MAP durchzuführen. Dadurch wird das Ertrags-, und Nährstoffaufnahme-potenzial des Maises nicht ausgenutzt.

Ist es möglich mit geringen Phosphatmengen über die platzierte Ablage von Mikrogranulaten, in Kombination mit phosphatmobilisierenden Mikroorganismen die klassische P-Unterfußdüngung zu ersetzen?

In Abbildung 1 ist eine Einzelkornsämaschine mit herkömmlicher Unterfußdüngetechnik und einem pneumatischen Mikrogranulatstreuer dargestellt. Aufgrund der geringen Aufwandmengen von Mikrogranulaten verfügt der Behälter über ein Volumen von 110 l (PLESSER, 2016). In der Mitte ist hingegen eine mechanische Bauart dargestellt, bei der ein Mikrogranulatstreuer nicht mehr als zwei Säaggregate versorgt (bei einem Reihenabstand von 75 cm).



Abbildung 1: Pneumatischer Mikrogranulatstreuer (links) installiert an einer Einzelkornsämaschine des Herstellers Amazone (WILHELM, 2015, S. 38 f); mit mechanischen Antrieb (mitte) des Herstellers Monosem (MONOSEM, 2013). Schematische Darstellung der Applikation von Mikrogranulaten am Einzelkornsächar (rechts verändert nach PLESSER, 2016)

Primäres Ziel der Phosphatdüngung im Mais ist es, durch die Platzierung der mineralischen Depotdüngung pflanzenverfügbares Phosphat in unmittelbarer Umgebung der Wurzel vorzuhalten und gleichzeitig eine vorzeitige Festlegung der Düngerphosphate zu verhindern.

Die Saatbanddüngung, häufig auch als Kontaktdüngung bezeichnet, stellt eine wirtschaftliche und effiziente Alternative zur klassischen Unterfußdüngung (engl. starter fertilizers for corn) dar. In einigen europäischen Ländern wird die Saatbanddüngung (engl. pop-up fertilizers for corn) bereits als ein gängiges Düngesystem angesehen. Dieses System ist nicht nur in Reihenkulturen vorzufinden, sondern auch als Startdüngung zu Wintergetreide oder Winterraps (WILHELM, 2015, S. 38 f). Nach ALLEY et al. (2010) ist die mineralische Depotdüngung besonders für Kulturen geeignet, die aufgrund von kalten Bodentemperaturen über ein langsames Wurzelwachstum verfügen.

In einjährigen Praxisversuchen im brandenburgischen Müncheberg (ZALF) und im westfälischen Wadersloh (MITAK) wurde die Leistungsfähigkeit mineralischer Depotdüngungsvarianten im Hinblick auf den Silomaisertrag überprüft. Getestet wurden dabei die Unterfußdünger Diammonphosphat (DAP) sowie Wolf-nutraxP. Darüber hinaus wurde die Ertragswirkung eines organisch-mineralisch formulierten Mikrogranulatdüngers mit dem Applikationsverfahren der Saatbanddüngung überprüft.

Bei Mikrogranulaten handelt es sich um eine Granulatgröße von kleiner 0,5 mm (TIEDEMANN, 2016, S. 94). Zu Düngungszwecken werden Mikrogranulate seitens der Industrie bislang nur im geringen Umfang angeboten und vertrieben, da deutschlandweit zurzeit wenig Praxiserfahrungen mit Mikrogranulaten im Mais vorliegen. Eine Salz- und Ammoniakwirkung auf die Maispflanze ist bei der Applikation von Mikrogranulaten nicht zu erwarten, da geringere Mengen mit gleichzeitig feinerer Granulierung im Vergleich zu Makrogranulaten appliziert werden (KLAGES, 2016).

Die Besonderheit des Düngers Wolf-nutraxP und der Mikrogranulate bestehen darin, mit geringer Menge von unter 10 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha zu applizieren. Bei diesem Verfahren wird der Dünger direkt mit dem Maiskorn in die Saatsfurche abgelegt. Als eine weitere Besonderheit in dieser Versuchsanstellung gilt die Applikation von den Mikroorganismen Mykorrhiza-Pilze (*Glomus* ssp.) und *Bacillus amyloliquefaciens* mit dem Ziel einer besseren Nährstoffausschöpfung der Maispflanze aus der Bodenmatrix.

Die Mikroorganismen-Präparate wurden mittels des Mikrogranulatstreuers (vgl. Abbildung 1) in die Saatsfurche abgelegt. Bei der Nullvariante wurden weder Unterfuß- oder Saatbanddünger noch Mikroorganismen eingesetzt. Hier erfolgte lediglich eine NTS-Düngung von 160 kg/ha.

Der Versuch setzt sich aus folgenden Düngungsvarianten zusammen:

- |                             |                                       |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| 1. DAP                      | 9. DAP+Bacillus                       |
| 2. Nullvariante             | 10. Bacillus                          |
| 3. Startec                  | 11. Startec+Bacillus                  |
| 4. Wolf-nutraxP             | 12. Wolf-nutraxP+Bacillus             |
| 5. DAP+Mykorrhiza           | 13. DAP+Bacillus+Mykorrhiza           |
| 6. Mykorrhiza               | 14. Startec+Bacillus                  |
| 7. Startec+Mykorrhiza       | 15. Startec+Bacillus+ Mykorrhiza      |
| 8. Wolf-nutraxP+ Mykorrhiza | 16. Wolf-nutraxP+Bacillus+ Mykorrhiza |

## EREBNISSE/RESULTS

Im Hinblick auf die Ertragswirkung konnten beim Mikrogranulatdünger signifikante Mehrerträge gegenüber der Standardvariante DAP auf beiden Standorten von rund 13 % festgestellt werden. Am Standort Wadersloh erzielt der Unterfußdünger Wolf-nutraxP vergleichbare Erträge zur DAP-Variante. Zudem stellte sich die Kombination Mykorrhiza-Pilze und *Bacillus amyloliquefaciens* in Verbindung mit mineralischer Düngung als eine leistungsfähige Variante heraus. In Abbildung 2 sind der Gesamt- und Kolbenertrag [dt TM/ha] in Abhängigkeit der jeweiligen Düngungsvariante dargestellt. Auf dem Standort Müncheberg (keine org. Düngung) konnte beim Mikrogranulatdünger Startec ein signifikanter Unterschied beim Gesamtertrag

im Vergleich zu den anderen Varianten festgestellt werden.

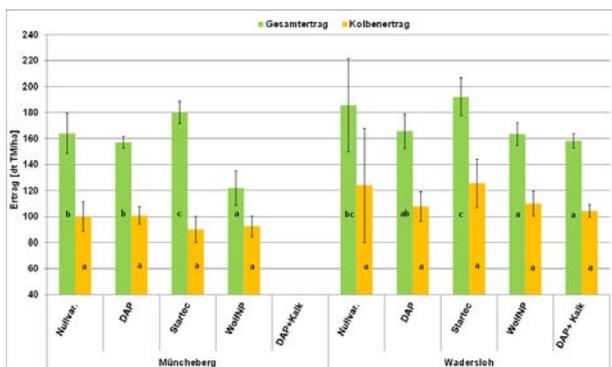


Abbildung 2: Gesamt- und Kolbenenertrag [dt TM/ha] in Abhängigkeit von der mineralischen Depotdüngungs-Variante (unterschiedliche Kleinbuchstaben kennzeichnen sign. Unterschiede p-Wert < 0,05; Fehlerbalken zeigen die Standardabweichung)

Die relative Ertragsdifferenz zwischen Startec und dem klassischen Unterfußdünger DAP beträgt 13 %. Die Ertragsfähigkeit der Nullvariante unterstreicht die guten Witterungsbedingungen innerhalb der Vegetation des Mais im Jahr 2014.

Auf dem Standort Wadersloh (langfristige org. Düngung) konnte ebenfalls ein um 11 % höherer Ertrag beim Mikrogranulatdünger Startec im Vergleich zur DAP-Variante festgestellt werden. Unterschiede in den Kolbenenerträgen sind statistisch nicht abgesichert.

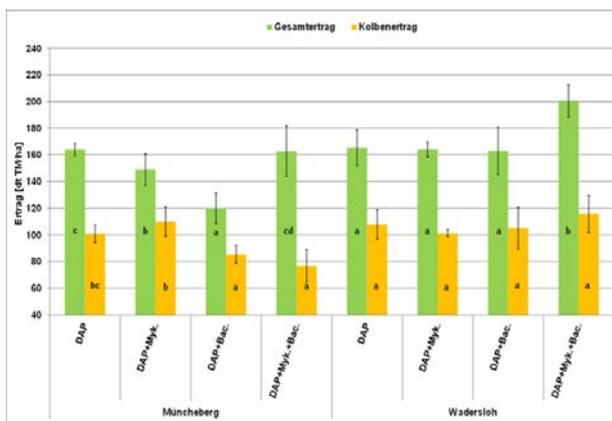


Abbildung 3: Gesamt- und Kolbenenertrag [dt TM/ha] in Abhängigkeit von der DAP-Variante sowie in Kombination mit Mikroorganismen

In Abbildung 4 ist die ertragsüberlegene Variante Startec in Kombination mit Mikroorganismen dargestellt. Beide Versuchsstandorte zeigen, dass die gemeinsame Applikation von Startec und Mykorrhiza im Vergleich zur herkömmlichen

Startec-Variante zu einem Ertragsrückgang in Müncheberg von 19 % und in Wadersloh von 17 % geführt haben. Diese eindeutigen Ertragsunterschiede spiegeln sich somit auch in den Kolbenenerträgen wider. Weiterhin konnten in den Versuchsvarianten Startec/Bacillus sowie Startec/Mykorrhiza/Bacillus verglichen mit der Ausgangsvariante in Müncheberg geringere Erträge von 15 bzw. 9 % festgestellt werden. In Wadersloh hingegen konnten die Ertragsunterschiede dieser Varianten nicht statistisch abgesichert werden. Darüber hinaus konnte am Standort Wadersloh bei der Variante DAP/Mykorrhiza/Bacillus eine Ertragssteigerung gegenüber DAP von 15 % erzielt werden. Auch beim Unterfußdünger Wolfrap führte der Zusatz von Mykorrhiza/Bacillus zu einer Ertragssteigerung von 10 %.

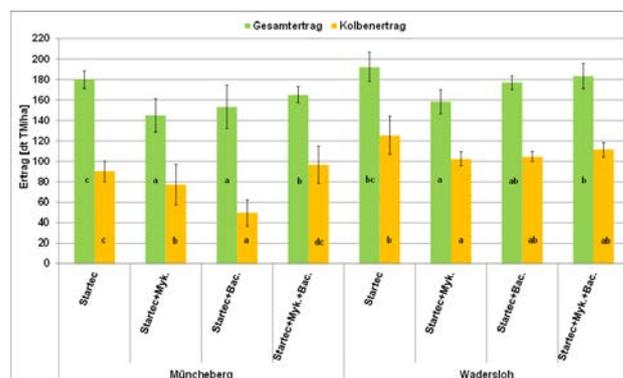


Abbildung 4: Gesamt- und Kolbenenertrag [dt TM/ha] in Abhängigkeit von der Depotdüngungsvariante in Kombination mit Mikroorganismen in Müncheberg 2014 und Wadersloh 2015. Verschiedene Kleinbuchstaben in den Säulen kennzeichnen statistisch absicherbare Unterschiede bei p<0,05 (Fisher-LSD-Test), Fehlerbalken kennzeichnen die Standardabweichung.

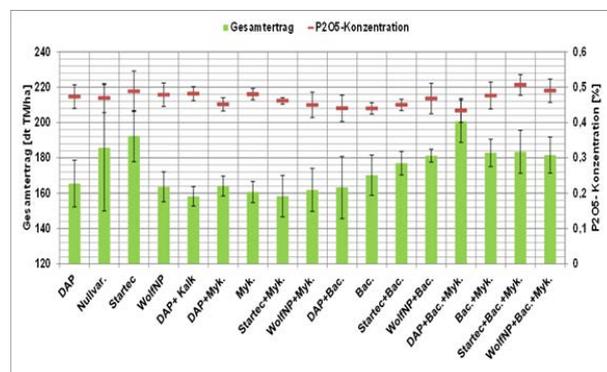


Abbildung 5: Gesamt- und P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Konzentration [%] der Gesamtpflanze in den Düngungsvarianten

## SCHLUSSFOLGERUNGEN

Durch den Einsatz des Mikrogranulatdüngers Startec (6 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) konnte in zunächst jeweils einjährigen an beiden Standorten im Vergleich zu DAP (46 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) eine statistisch abgesicherte Ertragssteigerung beim Mais erzielt werden

- Ungleichgewicht in der Symbiose zwischen Mykorrhiza und Pflanze auf gut versorgten Standorten mit ausreichendem Wasserangebot können Ertragsverluste hervorrufen
- Wirkung von Mykorrhiza unter Trockenstress der Maispflanze bleibt offen
- Tendenz: Kombination von Mykorrhiza und Bacillus ertragsfördernd
- Novellierung der DüV erfordert weitere Anpassungsstrategien
- Ausgereifte Technik vorhanden - Mikrogranulatstreuer, der ursprünglich für den Pflanzenschutz konzipiert wurde
- Mikrogranulatstreuer sind auch zur Aussaat von Grasuntersaat (Rotschwingel) im Mais geeignet
- Weitere mehrjährige Versuche an mehreren Standorten werden als „On-farm research“ in Veredelungsregionen in Niedersachsen, Westfalen und Bayern in Kooperation mit und unter Federführung von Partnern aus der Industrie durchgeführt

## LITERATUR

- DMK (2016): Bedeutung des Maisanbaus in Deutschland. Deutsches Maiskomitee. <http://www.maiskomitee.de/web/public/Fakten.aspx/Statistik/Deutschland>, 01.05.2016.
- BMELV (2013): Wissenschaftliche Beiräte für Agrarpolitik und für Düngungsfragen. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. [http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04\\_Stellungnahmen/2012\\_2016/2013\\_08\\_AS\\_Novellierung\\_Duengeverordnung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2012_2016/2013_08_AS_Novellierung_Duengeverordnung.pdf?__blob=publicationFile), 17.03.2016.
- Wilhelm, H. (2015): Dünger in die Saatreihe platzieren. LOP 04/2015, Emminger & Partner GmbH, Berlin.
- Alley, M., Reiter, S., Thomason, W., Reiter, M. (2010): Pop-up and/or Starter Fertilizers for Corn. Dept. of Crop & Soil Environmental Sciences, Virginia Tech. [https://pubs.ext.vt.edu/3002/3002-1438/3002-1438\\_pdf.pdf](https://pubs.ext.vt.edu/3002/3002-1438/3002-1438_pdf.pdf), 24.03.2016.
- Tiedemann, A. (2016): Vorlesungsunterlagen der Vorlesung Phytomedizin 2016, Professor an der Georg-August-Universität Göttingen, Am Vogelsang 6, 37075 Göttingen.
- Klages, A. (2016): Schriftliche Mitteilung vom 29.03.2016. Pflanzenbauberater Agravis Raiffeisen AG, Wedemark, Plathnerstr. 4a, 30715, Hannover, Tel. 05551- 80750.
- Plessner, C. (2016): Schriftliche Mitteilung vom 26.02.2016. Vertrieb Mikrogranulatstreuer, Amazonen Werke H. Dreyer GmbH & Co.KG. Am Amazonenwerk 9-13, D-49205 Hasbergen, Tel. 05405-501-580.
- Monosem (2013): Notice Microsem – Variateur (Microsem Instructions). <http://www.monosem.de/Downloads?q=&td=Manual&tp=1870&p=1986&l=143&offset=0&rechercher=Rechercher>, 17.03.2016.
- ABITEP (2016): Produktinformation – RhizoVital®42-TB. Gesellschaft für Agrobiotechnische Entwicklung und Produktion. [http://www.abitep.de/files/PDF/agrar/rhizovital/tb/Produktinformation%20RhizoVital%2042%20TB\\_deutsch.pdf](http://www.abitep.de/files/PDF/agrar/rhizovital/tb/Produktinformation%20RhizoVital%2042%20TB_deutsch.pdf), 02.05.2016.