

# **Vergleich von Stickstoff-Düngeempfehlungen mit und ohne Nitrifikationsinhibitor bei Winterraps**

## **Hauptverantwortlich**

Prof. Dr. Th. Appel, FH Bingen, [appel@fh-bingen.de](mailto:appel@fh-bingen.de), 06721 409 174

## **Projektbeteiligte**

Klaus Baumann (RWZ Worms, Tel.: 06241/4004-85, Email: [baumankl@rwz.de](mailto:baumankl@rwz.de))

Dr. Thomas Mannheim (Compo, Tel.: 0791/9464375, [thomas.mannheim@compo.de](mailto:thomas.mannheim@compo.de))

Dr. Friedhelm Fritsch (DLR-RNH, Tel.: 0671 820 436, Email: [friedhelm.fritsch@dlr.rlp.de](mailto:friedhelm.fritsch@dlr.rlp.de))

Herr Reiner Alfer (Student der FH Bingen, Email: [alferrain@FH-Bingen.de](mailto:alferrain@FH-Bingen.de))

## **Projektförderer**

Fa. Compo GmbH

## **Projektlaufzeit**

Januar bis Dezember 2005

## **Projektziele/Hypothesen**

Nitrifikationsinhibitoren können dazu genutzt werden, eine Ammonium betonte Düngung durchzuführen. Neben physiologischen Vorteilen der  $\text{NH}_4$ -Ernährung spricht in der Praxis für diese Vorgehensweise vor allem, dass eine weitere Überfahrt für die zweite N-Gabe im Stadium 30/31 eingespart werden kann. Das ist dann wichtig und rechtfertigt die Kosten für den Nitrifikationsinhibitor, wenn aufgrund widriger Witterungsbedingungen und/oder unzureichender Schlagkraft bei der Düngerausbringung im Frühjahr das Risiko besteht, dass die zweite N-Gabe erst verspätet, z.B. im Stadium 34/35 erfolgt. Dann sind nämlich zusätzlich zu den Ausbringungskosten auch noch Ertragseinbußen zu befürchten.

Die Firma RWZ in Worms vertreibt einen überwiegend ammoniumhaltigen Dünger mit dem Namen „RapsAS“, der den Stickstoff zu etwa einem Drittel in Form von Nitrat und zu zwei Drittel in Form von Ammonium enthält und außerdem den Nitrifikationsinhibitor DMPP in einer geringer Dosierung. Ein Teil des Ammoniums in dem Dünger wird so vor einer schnellen Nitrifikation geschützt.

Um zu überprüfen, ob die mit RapsAS beabsichtigte positive Wirkung an einem Standort mit relativ geringen Niederschlägen zu erzielen ist, wurde im Frühjahr 2005 ein Düngerformenversuch auf einem mit Körnerraps bestellten Schlag des Wendelinhofes angelegt.

## **Kurzdarstellung**

Zum Vergleich mit RapsAS wurde eine in der Praxis weit verbreitete Düngevariante gewählt: Ammonsulfatsalpeter (ASS) im zeitigen Frühjahr + Kalkammonsalpeter (KAS) im Stadium 30/31. Diese Variante wurde auch mit verspäteter zweiter Gabe geprüft (Ammonsulfatsalpeter (ASS) + Kalkammonsalpeter im Stadium 34/35). Außerdem wurde eine Variante mit Piammon 33/S + Harnstoff im Stadium 30/31 als preisgünstige Alternative angelegt (Tabelle 1). Parzellen ohne N- und S-Düngung wurden angelegt, um die bodenbürtige N-Verfügbarkeit abschätzen zu können. Der Versuch wurde als Blockanlage mit 6 Parallelen innerhalb eines 4 ha großen Rapschlages angelegt (Parzellengröße 9m x 3m). Die betriebsübliche Düngung der umgebenden Fläche erfolgte mit einer zweimaligen Gabe Harnstoff. Der Versuchsstandort lag im Nahetal bei Dietersheim (mittlere Jahresniederschläge ca.  $480 \text{ l/m}^2$ ). Es handelte sich um einen alluvialen Lehmboden ohne Grundwassereinfluss (Ackerzahl 67). Im Herbst 2004 vor der Aussaat waren  $30 \text{ m}^3/\text{ha}$  Gülle ausgebracht und mit der Stoppelbearbeitung eingearbeitet worden. Das Ertragspotential wurde von einer Expertenrunde der Versuchsansteller auf  $35 \text{ dt/ha}$  geschätzt. Mit dem Bohrstock ist eine Beprobung bis maximal 60 cm möglich, weil

etwa in dieser Tiefe der Steinanteil stark ansteigt (alluvialer Lehm mit Kies durchsetzt). Die Analyse der Krume ergab: Humus 1,88 %, Sand 30 %, Schluff 52 %, Ton 18 %, pH 5,5, Phosphor und Kalium (CAL-Methode) 8,5 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g bzw. 23,8 mg K<sub>2</sub>O/100 g. Aufgrund der geringen P-Gehalte wurde die Versuchsfläche im zeitigen Frühjahr mit voll aufgeschlossenen Phosphat (180 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha Triple-Superphos) von Hand nachgedüngt. Der Pflanzenbestand war im Frühjahr mittel bis gut entwickelt. Der Nmin-Gehalt Anfang Februar war extrem gering: 1,9 kg N/ha in der Schicht 0-30 cm und 1,7 kg/ha in 30-60 cm Tiefe.

Tab. 1: Menge (kg N/ha) und verwendete Düngerart zu den jeweiligen Düngeterminen

Variante	17.2.2005	22.3.2005	30.3.2005
1) Ohne N- und S- Düngung			
2) RapsAS	160 RapsAS		
3) ASS+KAS30/31	90 ASS	70 KAS	
4) ASS+KAS34/35	90 ASS		70 KAS
5) PiAmmon33S+Harnstoff	90 PiAmmon	70 Harnstoff	
ASS +Harnstoff betriebsüblich <sup>1)</sup>	90 ASS		70 Harnstoff

<sup>1)</sup> Applikation jeweils einen Tag nach der Düngung im Versuch, also am 18.2.05 und am 1.4.05

Alle Varianten erhielten zusammen mit der Fungizidbehandlung eine Borflüssigdüngung. Um die erwarteten Unterschiede zwischen den Varianten kausal erklären zu können, wurden am 22.3. (vor der Düngung) und am 13.5.2005 Bodenproben entnommen (zwei Bohrkern je Parzelle) und auf Nitrat und austauschbares Ammonium untersucht. Am 12.5. wurde außerdem der Aufwuchs von 3 m<sup>2</sup> jeder Parzelle mit einem Balkenmäher geschnitten, um den N- und S-Gehalt im Aufwuchs zu bestimmen. Die Ernte der Körner erfolgte am 8.7.2005 mit Hilfe eines Parzellenmähdeschers des DLR mit Seitenschneidwerk. Die Parzellen waren zuvor gescheitelt worden.

Der Rapsbestand entwickelte sich normal. Ein geringer Befall mit Rapsstengelrüssler war im Mai beobachtet worden (3 von 20 Pflanzen). Die Körnerernte lieferte am Ende jedoch keine auswertbaren Ergebnisse. Der in dem Versuch geerntete Kornertrag betrug im Mittel nur 18,6 dt/ha, auf dem restlichen Schlag wurden dagegen 40 dt/ha geerntet. Hierfür verantwortlich ist möglicherweise die angewandte Erntetechnik, bei der unkalkulierbar hohe Verluste auftraten. Dies würde auch die ungewöhnlich hohe Variation innerhalb der Varianten erklären (Grenzdifferenz p= 0,05: 8,25 dt/ha). Außerdem wurden in dem Versuch im Abreifezeitraum Tauben beobachtet, die möglicherweise die Versuchspartellen bevorzugt aufgesucht haben.

Die N-Konzentration in den Körnern der gedüngten Varianten betrug im Mittel 3,23 % in der Trockensubstanz, und zwar ohne signifikante Unterschiede zwischen den gedüngten Varianten (Grenzdifferenz p = 0,05: 0,15 %-Punkte). Die Körner der ungedüngte Kontrolle wiesen eine signifikant geringere N-Konzentration auf (2,50 % in der Trockensubstanz).

Zum Ende der Blüte hat ein Rapsbestand in der Regel die maximale N-Menge akkumuliert (Lickfett 1997). Im weiteren Vegetationsverlauf geht durch Blattfall mehr N verloren als noch aufgenommen wird. Die Ganzpflanzenernte am 12. Mai lieferte deshalb einen guten Eindruck über die mit der unterschiedlichen Düngungsvarianten einhergehende N-Verfügbarkeit (Tabelle 2). Zu diesem Zeitpunkt waren die N-Vorräte der gedüngten Varianten im Boden praktisch aufgebraucht (Abbildung 1). Lediglich in der ungedüngten Kontrolle waren zum Zeitpunkt der Ganzpflanzenernte 18 kg N im Profil bis 60 cm vorhanden, allerdings auch hier nur in einer der 6 Parallelen. Dieser Stickstoff stammte vermutlich aus mineralisiertem N, der von den im Vergleich zu den gedüngten Varianten vorzeitig abgeblühten Pflanzen der Kontrollvariante offenbar nicht mehr assimiliert worden war.

Tab. 2: Analysenergebnisse der Ganzpflanzenernte des oberirdischer Aufwuchs am 12. Mai (Ende der Blüte)

Variante	Trocken- masse [kg/m <sup>2</sup> ]	N-Konzen- tration [%]	N im Aufwuchs [kg N/ha]	S-Konzen- tration [%]	S im Aufwuchs [kg/ha]
Ohne N- und S- Düngung	0,751a <sup>1)</sup>	1,41 a	106a	0,579 a	43,7a
RapsAS	0,884abc	2,15 bc	190 b	0,826 b	73,1 c
ASS+KAS30/31	0,874 bc	2,17 bc	189 b	0,669 a	58,5 b
ASS+KAS34/35	0,870 bc	2,18 bc	190 b	0,688 a	59,7 b
PiAmmon33S+Harnstoff	0,916 c	2,03 b	186 b	0,695 a	63,6 b
Harnstoff betriebsüblich	0,800ab	2,31 c	185 b	0,695 a	55,6 b
Grenzdifferenz p=5%	0,070	0,15	19	0,083	8,4

Werte, die mit mindestens einem übereinstimmenden Buchstaben gekennzeichnet sind, unterscheiden sich nicht signifikant (SNK-Test bei  $p < 0,05$ )

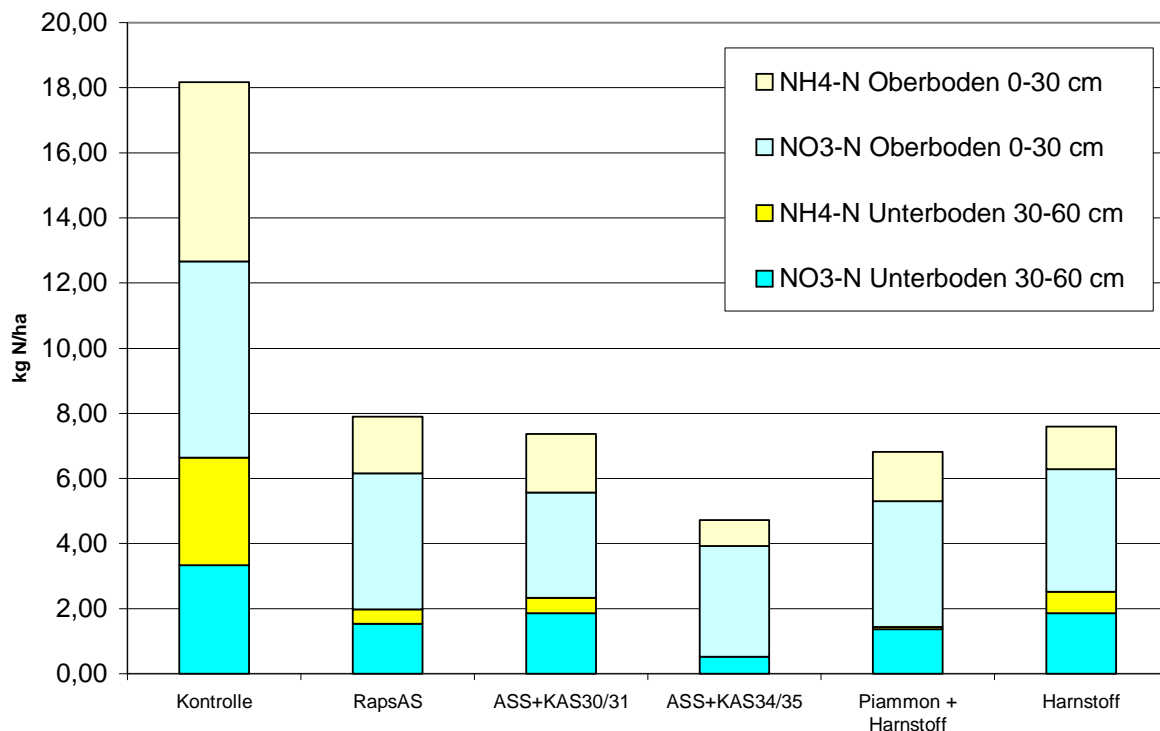


Abb. 1: Austauschbares Ammonium und Nitrat im Boden zum Zeitpunkt der Ganzpflanzenernte am 13. Mai

Die gedüngten Varianten des Versuchs unterschieden sich Mitte Mai weder in der gebildeten Biomasse noch in der N-Aufnahme signifikant. Zu diesem Termin wurde die betriebsüblich mit Harnstoff gedüngte, den Versuch unmittelbar umgebende Fläche des Schlags als zusätzliche Variante in 6 Parallelen beerdet. Die betriebsüblich gedüngten Pflanzen hatten signifikant weniger Trockenmasse gebildet und eine höhere N-Konzentration im Aufwuchs als die PiAmmon-Variante. Die Unterschiede zu den anderen gedüngten Varianten waren nicht signifikant. Piammon 33 / S enthält den Stickstoff zu 2/3 in Form von Harnstoff und zu einem Drittel als Ammonium. Visuell war deutlich zu sehen, dass alle Varianten des Versuchs bereits stärker abgeblüht waren als die betriebsüblich gedüngten Pflanzen. Für diesen deutlichen Unterschied in der Pflanzenentwicklung war vermutlich die zweite N-Gabe verantwortlich. Die N-Wirkung der Harnstoffgabe am 1.4. kam für die betriebsüblich gedüngten Pflanzen offenbar zu spät. Verglichen mit dem zum etwa gleichen Zeitpunkt

applizierten KAS-Gabe (Variante 4) wurde der als Harnstoff applizierte N vermutlich viel langsamer für die Pflanzen verfügbar als das Ammonium und das Nitrat. Harnstoff wird zwar ebenfalls unmittelbar von den Pflanzen aufgenommen, aber nur passiv und mit geringer Rate. Hohe N-Aufnahmeraten aufgrund der Harnstoffdüngung sind erst nach dessen Ammonifikation zu erwarten, die bei niedrigen Temperaturen oder trockenem Boden nur langsam abläuft. Für die betriebsüblich gedüngte Variante kann deshalb konstatiert werden, dass der Stickstoff der zweiten Gabe offenbar zu spät zur Wirkung kam. Dadurch war die Biomassebildung während der rapiden Frühjahrsentwicklung, die mit sehr hohen täglichen N-Aufnahmeraten einhergeht, beeinträchtigt und die Blühphase setzte erst später ein. Ob sich die verspätete Blühphase negativ auf die Körnererträge ausgewirkte, konnte leider nicht festgestellt werden, da die angewandte Erntetechnik (Parzellenmähdrescher mit Seitenschneidwerk) - trotz des vorherigen Scheitelns der Parzellen - für die Rapsernte in den Kleinparzellen nicht geeignet war.

Unerwartet war die positive Wirkung des RapsAS auf die Schwefelaufnahme der Pflanzen. Die mit RapsAS gedüngten Pflanzen hatten Mitte Mai signifikant mehr Schwefel aufgenommen und wiesen eine höher Schwefelkonzentration in der Trockenmasse auf als alle anderen Varianten. Möglicherweise wirkte sich die durch den Nitrifikationshemmstoff erzwungene zeitweilige Ammoniumernährung positiv auf die Anionenaufnahme aus und erhöhte so die Sulfataufnahme. Ohne Nitrifikationsinhibitor wurde zwar ebenfalls Ammonium (bzw. Harnstoff als mittelbare Ammoniumquelle) gedüngt, dieses aber im Boden offenbar sehr schnell nitrifiziert, so dass die Pflanzen zwar mit Ammonium gedüngt, aber mit Nitrat ernährt wurden. Die Bodenuntersuchung im März ergab in der RapsAS-Variante mit Abstand die höchsten Ammoniumgehalte im Boden (Daten nicht gezeigt), was die Wirksamkeit des Nitrifikationshemmstoffs in diesem Düngemittel belegt.

### **Schlussfolgerungen**

- Die in dem Versuch geprüften verschiedenen Düngerformen und Applikationszeitpunkte zeigten keine Unterschiede in der N-Verfügbarkeit (ausgenommen die Harnstoffdüngung auf dem Restschlag), gemessen an der N-Akkumulation der Pflanzen Mitte Mai. Daraus lässt sich folgern, dass vor allem der Zeitpunkt der N-Verfügbarkeit im zeitigen Frühjahr die entscheidende Rolle für die Biomassebildung und den zeitlichen Ablauf der Entwicklung der Rapspflanzen spielt. Die Düngeform (Ammonium/Nitrat) und der Zeitpunkt der zweiten Gabe sind dagegen vergleichsweise unbedeutend.
- Der mit einem Nitrifikationshemmstoff versehene Dünger RapsAS erhöhte die S-Aufnahme und S-Konzentration in der Pflanzentrockenmasse verglichen mit den anderen geprüften Düngern, die ja ebenfalls Schwefel in Form von Sulfat enthielten. Ursächlich hierfür scheint die durch den Nitrifikationshemmstoff erzwungene Ammoniumernährung der Pflanzen gewesen sein.

### **Literatur**

Lickfett, T. (1997): Verwertung von Mineraldünger-Stickstoff durch Raps. Raps 15(1), 28-32, zitiert in: Knittel, H. und Albert, E. (Hrsg.) 2003: Praxishandbuch Dünger und Düngung, Agrimedia, Bergen.

