

(Aus der Landwirtschaftlich-chemischen Bundesanstalt in Wien, Direktor Hofrat Dipl.-Ing.
Arnold Köchl)

Die Wirkung dicyandiamidhaltiger Stickstoffdünger zu Hackfrüchten

2. Mitteilung: Die Wirkung bei Körnermais und Kartoffel

VON M. DACHLER

Zusammenfassung

In dreijährigen Feldversuchen wurde die Wirkung von dicyandiamidhaltigen Stickstoffdüngern (ASS+DCD) zu Mais in zwei Klimagebieten mit geteilten und ungeteilten Kalkammonsalpetergaben (KAS), bei Gabenstaffelung, verglichen. Bei Kartoffel bezog sich dieser Vergleich nur auf einen Standort und auf die Düngerformen KAS, ASS+DCD und Harnstoff.

- Bei Mais ergaben sich im Trockengebiet keine Ertragsunterschiede, im Feuchtgebiet war ASS+DCD ertraglich von Vorteil. Zur Erzielung des Höchstertes reichten im Trockengebiet in Folge hoher N_{\min} Vorräte 40 kg N/ha aus, im Feuchtgebiet waren 160 kg N/ha nötig. Hingegen wurden die höchsten düngerkostenbereinigten Rohrerlöse in beiden Gebieten mit N-Gaben zwischen 40 und 80 kg/ha erreicht. Zu Körnermais war ASS+DCD vor allem im Feuchtgebiet und bei niedrigen Stickstoffgaben (40 kg N/ha) von ökonomischem Vorteil.
- Bei Kartoffeln erzielten die mit ASS+DCD gedüngten Varianten in allen Merkmalen (Knollenertrag, Knollengröße, Stärkeertrag) positive Effekte, sodaß durch die Verwendung dieses Düngemittels auch höhere Mehrererlöse, im Vergleich zu den anderen Stickstoffformen erzielt wurden.
- Es wird vermutet, daß der Nutzen von stabilisierten Stickstoffdüngern aber weniger von der Kulturart, als vielmehr von den Boden- und Klimaverhältnissen abhängt.
- Für die Praxis kann aus den vorliegenden Versuchen abgeleitet werden, daß sich die Verwendung von DCD-haltigen Stickstoffdüngern jedenfalls auf leichteren Böden zu Kartoffel, und in niederschlagsreicheren Lagen — bei gleichzeitig niedrigen Stickstoffgaben — zu Körnermais lohnt.

Schlüsselworte: Dicyandiamid, Stickstoffdünger, Kartoffel, Mais, Nitrifikationshemmstoffe.

The effect of dicyandiamide-containing nitrogen fertilizers on root crops
2. communication: The effect on grain-maize and potatoes

Summary

In three years of field trials with grain-maize the effects of dicyandiamide-containing ammonium-sulfate-nitrate (ASN + DCD) was compared with splitted and unsplit ammonium-nitrate-lime (A-N-L) at different nitrogen rates under two different climatic and soil conditions. Concerning potato, ASN + DCD was compared with A-N-L and urea on one site with a light soil only.

- In maize were no differences in yield observed under a rather dry climate; under a more humid climate ASN + DCD was of advantage. To reach the highest yield in the dry area, 40 kg N/ha were sufficient, under wet conditions 160 kg N/ha were necessary. The economically highest proceeds (expenses of fertilizers deducted) were reached in both areas with nitrogen dressings between 40 and 80 kg/ha. On grain-maize ASN + DCD was of economic advantage especially under wet weather conditions and only with low nitrogen rates.
- On a rather light soil potatoes showed clear positive effects in yield, tuber size and starch-yield and economically higher proceeds with the use of ASN + DCD.
- It is supposed that the advantage of stabilized nitrogen-fertilizers does not depend on the crop as much as on the soil conditions and the amount of precipitation.
- According to the results of these experiments the use of stabilized nitrogen fertilizers can be recommended for grain-maize under more humid climatic conditions, if low nitrogen rates are used; for potatoes on light soils equal recommendations can be given.

Key-words: dicyandiamide, nitrogen fertilizers, potato, maize, nitrification inhibitor.

1. Einleitung

Mais und Kartoffel nehmen infolge ihrer langsamen Jugendentwicklung erst ab Mitte Juni Stickstoff verstärkt auf. Die Gefahr von N-Verlusten in wurzelferne Bereiche ist daher relativ groß. Eine Möglichkeit diese eventuell auftretenden Stickstoffverluste zu reduzieren, liegt in der Verwendung eines Stickstoffdüngers, der einen bakteriostatisch wirkenden Nitrifikationshemmstoff enthält. Dieser stabilisiert in Abhängigkeit von Aufwandmenge und Bodeneigenschaften (Temperatur, Feuchtigkeit) das im Düngemittel enthaltene Ammonium und bewahrt es vor der Umwandlung in leicht auswaschbares Nitrat. Über die Wirkung von Ammonsulfatsalpeter mit Dicyandiamidzusatz (ASS + DCD), vor allem zu Mais, liegen erst wenige Ergebnisse vor. So zitiert ZSCHEISCHLER et al. (1990) mehrjährige Versuche zu Mais in Baden-Württemberg, bei denen 160 kg N/ha als KAS in einmaliger und geteilter Gabe (80 + 80) gleich hohe Körnermaiserträge erbrachten, 130 kg N/ha als ASS + DCD ertraglich aber nur knapp schlechter abschnitt (-2,5 %). KNITTEL et al. (1990) erzielten bei äquivalenten Stickstoffgaben mit ASS + DCD geringfügig bessere Erträge als mit ASS alleine.

Bei Kartoffel wird übereinstimmend über eine positive Wirkung auf den Ertrag, aber auch auf den Stärkegehalt und damit auf den Stärkeertrag berichtet (ZERULLA 1990, ZERULLA und KNITTEL 1991, AMBERGER 1981, BRENNER 1991, MUNZERT 1987, 1989 und 1992).

Die Landwirtschaftlich-chemische Bundesanstalt ging daher mit Hilfe von Feldversuchen bei Körnermais in zwei Klimagebieten der Frage nach, wie sich ASS+DCD gegenüber einmaligen und geteilten KAS-Gaben ertraglich und ökonomisch auswirkt. Bei Kartoffel wurde nur in einem Klimagebiet ASS+DCD mit Kalkammonsalpeter und Harnstoff bei Gabenstaffelung verglichen.

2. Versuchsanstellung

Die Versuche zu Mais wurden in Fuchsenbigl (Marchfeld, pannonisches Klimagebiet) und in Rottenhaus bei Wieselburg (Alpenvorland, baltisches Klimagebiet) in den Jahren 1989 bis 1991 durchgeführt. Die Standorteigenschaften (Boden und Klimadaten) wurden in der 1. Mitteilung (DACHLER 1992) charakterisiert. Die Versuche zu Kartoffel (1990 bis 1992) fanden in Zwettl (Waldviertel, baltisches Klimagebiet, 740 mm durchschnittlicher Jahresniederschlag, 6,8 °C Jahresmitteltemperatur) statt. Der Bodentyp dieses Versuchsstandortes war eine Braunerde aus Silikatmaterial, die Bodenart ein sandiger Lehm (Sand/Schluff/Ton: 48/36/16 %) mit einem pH-Wert von 6.

Die Berechnungsmengen in Fuchsenbigl betragen zu Körnermais 1989 100 mm, 1990 280 mm und 1991 150 mm. In Rottenhaus ist aufgrund der natürlichen Niederschläge (836 mm im langjährigen Mittel) eine Berechnung nicht üblich.

Die N-Gabenstaffelung betrug bei Mais 0, 40, 80, 120 und 160 kg N/ha als KAS oder ASS+DCD bzw. bei der geteilten KAS-Gabe 0, 20+20, 40+40, 60+60 und 80+80 kg N/ha, wobei die zweite Gabe als Unterblattdüngung in den 25 cm hohen Bestand ausgebracht wurde.

Bei Kartoffel lautete die Gabenstaffelung 0/50/80/110/140 kg N/ha als KAS, ASS+DCD bzw. Harnstoff. Die 13 Prüfglieder (inklusive No-Variante) wurden in vierfacher Wiederholung als unvollständiges Lateinquadrat angeordnet.

3. Ergebnisse

3.1 Ergebnisse von Körnermais

In Fuchsenbigl konnten weder zwischen den N-Formen noch zwischen den N-Stufen signifikante Ertragsunterschiede festgestellt werden (wenn man von der 0-Variante absieht). Zur Erreichung des Höchstertages waren 80 kg N/ha im Mittel der N-Formen ausreichend (Tab. 1).

Demgegenüber gab es in Rottenhaus signifikante Ertragsunterschiede, mit 160 kg N/ha als ASS+DCD wurde der Höchstertag erreicht.

Auch im Mittel der Düngungsstufen schnitt ASS+DCD signifikant besser als die einmaligen KAS-Gaben ab und tendentiell besser als die geteilten KAS-Gaben. Im Durchschnitt waren die höchsten Erträge mit 160 kg N/ha zu erreichen.

3.2 Ergebnisse zu Kartoffel

Das Ertragsniveau muß insgesamt gesehen als nicht sehr hoch bezeichnet werden, liegt aber im österreichischen Mittel. Der leichte Boden und das rauhe Klima sollte aber bei der Beurteilung der Ertragsergebnisse in Rechnung gestellt werden.

Wie aus der nachstehenden Tabelle 2 ersichtlich, schnitt ASS+DCD gegenüber KAS hochsignifikant besser, gegenüber Harnstoff nur tendentiell besser ab. 110 kg N/ha reichten im Schnitt zur Erzielung des Höchstertages, insbesondere mit ASS+DCD.

Tabelle 1

Körnermaisenerträge (dt/ha) in Abhängigkeit von Stickstoffform und -menge bzw. Angebots-
termin im Mittel der Versuchsjahre 1989 bis 1991

Fuchsenbigl	kg N/ha					Ø
	0	40	80	120	160	
KAS	90,72	—	—	—	—	—
ASS + DCD	—	97,64	99,50	99,67	102,32	99,78
KAS geteilt	—	98,86	101,64	101,00	98,56	100,02
Ø	—	97,92	100,68	99,25	100,11	99,49
Ø	—	98,14	100,61	99,97	100,33	—

Rottenhaus	kg N/ha					Ø
	0	40	80	120	160	
KAS	67,66	—	—	—	—	—
ASS + DCD	—	71,62	74,59	73,18	75,38	73,69
KAS geteilt	—	74,53	76,64	76,98	79,27	76,86
Ø	—	71,13	75,87	74,09	78,51	74,90
Ø	—	72,43	75,70	74,75	77,72	—

		Fuchsenbigl	Rottenhaus
GD 5 % für den Objektmittelvergleich		6,10	6,09
GD 5 % für den N-Formenvergleich		3,05	3,04
GD 5 % für den N-Stufenvergleich		3,52	3,50

Tabelle 2

Kartoffel-Knollenerträge (dt/ha) in Abhängigkeit von Stickstoffform und -menge im Mittel
der Versuchsjahre 1990 bis 1992

Zwettl	kg N/ha					Ø
	0	50	80	110	140	
0	221,70	—	—	—	—	—
KAS	—	245,40	261,24	265,49	260,37	258,13
ASS + DCD	—	257,45	277,30	289,11	273,07	274,23
Harnstoff	—	256,83	258,08	261,84	286,68	265,86
Ø	—	253,23	265,54	272,15	273,37	—

GD 5 % für den Objektmittelvergleich	22,26
GD 5 % für den N-Formenvergleich	11,13
GD 5 % für den N-Stufenvergleich	12,85

Die Mehrerträge durch Stickstoffdüngung sind überwiegend auf eine Vergrößerung des Anteils an Kartoffelknollen mit einem Durchmesser > 6 cm zurückzuführen. Die Stärkegehalte waren durch die Düngerform kaum zu beeinflussen (KAS: 18,80 %; ASS + DCD: 18,82 %; Harnstoff: 18,79 %), die Unterschiede lagen jedenfalls unter der Signifikanzschwelle (GD 5 %: 0,251 % Stärke). Der Stärkertrag war daher im wesentlichen vom Knollenertrag bestimmt, sodaß im Mittel wieder ASS + DCD voran lag.

4. Ökonomische Auswertung

Der ökonomischen Auswertung wurden aktuelle Produktpreise (für Körnermais bzw. Kartoffelstärke) zugrunde gelegt. Von den so erzielten Roherlösen wurden die verfahrensspezifischen Kosten (Düngemittel- bzw. zusätzliche Ausbringungskosten) abgezogen. In den nachfolgenden Tabellen 3 und 4 werden tabellarisch die Mehr- oder Minderlöse gegenüber der Nullvariante angeführt.

Tabelle 3

Mehr- oder Minderlöse gegenüber einem N-Düngerverzicht bei Körnermais (in S/ha)

Fuchsenbigl	kg N/ha					
	0	40	80	120	160	Ø
	25492	—	—	—	—	—
KAS	—	+1165	+908	+175	+140	+597
ASS+DCD	—	+1308	+1109	-51	-1717	+162
KAS geteilt	—	+1079	+1074	-108	-646	+350
Ø		+1184	+1030	+5	-741	

Rottenhaus	kg N/ha					
	0	40	80	120	160	Ø
	19012	—	—	—	—	—
KAS	—	+333	+388	-788	-950	-254
ASS+DCD	—	+951	+564	-321	-652	+135
KAS geteilt	—	+31	+582	-698	-236	-80
Ø		+438	+511	-602	-613	

Den höchsten düngerkostenbereinigten Roherlös erbrachte jeweils die 40 kg N/ha Variante als ASS + DCD. Im Durchschnitt der N-Stufen war in Fuchsenbigl KAS und in Rottenhaus ASS + DCD im Vorteil. Überraschend waren Gaben zwischen 40 und 80 kg N/ha auf beiden Standorten zur Erzielung wirtschaftlich optimaler Resultate ausreichend. Gaben von 120 kg N/ha und mehr führten zu Mindererlösen.

Tabelle 4

Mehrerlöse gegenüber einem N-Düngerverzicht bei Kartoffel (in S/ha)

Zwettl	kg N/ha					
	0	50	80	110	140	Ø
	28108	—	—	—	—	—
NAC	—	+2132	+3479	+3384	+2410	+2851
ASS+DCD	—	+3586	+5361	+6109	+2777	+4458
Harnstoff	—	+3892	+3570	+3449	+5604	+4129
Ø		+3203	+4137	+4314	+3597	

Bei Kartoffel wurde mit 110 kg N/ha als ASS + DCD eindeutig der höchste ökonomische Nutzen erreicht und somit lag auch im Durchschnitt der Düngerstufen diese Variante voran. KAS erwies sich als die ungünstigste Stickstoffform, während Harnstoff dazwischen lag. Allerdings wirkte sich Harnstoff nur bei hoher Dosierung deutlich positiv auf die Erlösverhältnisse aus.

In einem der drei Versuchsjahre wurde auch Ammonsulfat im Versuch mitgeführt. Die Erträge bzw. düngerkostenbereinigten Roherlöse lagen zwar über denen von KAS, aber unter denen von Harnstoff bzw. ASS + DCD.

5. Diskussion

Die verminderte Nitrat-Freisetzung während der ersten Vegetationswochen, gemessen an den N_{\min} -Werten, kann — wie für Zuckerrübe — auch für Kartoffel und Körnermais bestätigt werden. Das Ergebnis stimmt mit diversen Erfahrungen aus Lysimeter- und Feldversuchen überein (z. B. ZERULLA 1991). Die hohen

N_{\min} -Werte in Fuchsenbigl erklären die geringe Wirksamkeit jeder Art von Stickstoffdüngung zu Körnermais, während bei niedrigeren N_{\min} -Gehalten, wie sie in Rottenhaus zu verzeichnen waren, eine Stickstoffwirkung deutlicher in Erscheinung trat, und im Durchschnitt auch ASS + DCD besser abschnitt. Diese Ergebnisse fügen sich recht gut in die von ZSCHEISCHLER et al. (1990) bzw. in die von KNITTEL et al. (1990) publizierten Befunde ein, die über eine leicht positive Wirkung berichten.

Über die ökonomischen Auswirkungen liegen keine Vergleichsdaten bei Körnermais vor. In den eigenen Versuchen ergaben sich in Fuchsenbigl geringe Unterschiede zwischen den Düngerformen, in Rottenhaus war der ökonomische Vorteil von ASS + DCD bei gleichzeitig niedrigen Gaben (40 kg N/ha) deutlicher ausgeprägt.

Bei Kartoffel bewahrheiteten sich die bisher positiven Erfahrungen in bezug auf Ertrag, die Stärkegehalte wurden durch ASS + DCD nicht in dem Ausmaß angehoben, wie beispielsweise von ZERULLA (1991) angeführt wird. Bezüglich der positiven Wirkung auf den finanziellen Erfolg liegt Übereinstimmung vor (BRENNER 1991, HEGE und MUNZERT 1991, MUNZERT 1989). Als besonders effektiv erwiesen sich Gaben zwischen 80 und 110 kg N/ha.

Über die Ursache für die gute Wirkung von ASS + DCD bei Kartoffel können nur Vermutungen angestellt werden. So wird nach HAUSER und HASSELWANDTER (1990) DCD in sauren Böden langsamer abgebaut als in nahezu neutralen. Auch berichtet MUNZERT (1992), daß bei Kartoffel mit ASS + DCD auf tiefgründigeren und bindigeren Böden ein wesentlich geringerer positiver Einfluß auf Ertrag und Stärkeertrag zu verzeichnen war, als auf leichteren bzw. mittleren Böden. Das legt die Vermutung nahe, daß die Effizienz von ASS + DCD weniger von der Kulturart als vielmehr von den Boden- und Klimaverhältnissen abhängig ist. Erste Ergebnisse zu Silomais erhärten diese Annahme.

Literatur

- AMBERGER, A., 1981: Dicyandiamid („Didin“) als Nitrifikationshemmstoff. Bayer. Landw. Jb. 58, 845—853.
- BRENNER, K., 1991: Versuchsergebnisse zur Wirkung stabilisierter Stickstoffdünger auf den Ertrag von Kartoffeln, Mais und Zuckerrübe. Bericht über die Fachtagung „Stabilisierte Stickstoffdünger — ein Beitrag zur Verminderung des Nitratproblems“. Würzburg 15./16. Oktober.
- DACHLER, M., 1992: Die Wirkung dicyandiamidhaltiger Stickstoffdünger zu Hackfrüchten. 1. Mitt.: Die Wirkung zu Zuckerrübe. Die Bodenkultur 43, 257—264.
- HAUSER, M. und K. HASSELWANDTER, 1990: Degradation of Dicyandiamide by soil bacteria. Soil Biol. Biochem. 22, 113—114.
- HEGE, U. und M. MUNZERT, 1991: Versuchsergebnisse zur Wirkung stabilisierter Stickstoffdünger auf den Ertrag verschiedener landwirtschaftlicher Kulturen. Bericht über die Fachtagung „Stabilisierte Stickstoffdünger — ein Beitrag zur Verminderung des Nitratproblems“. Würzburg 15./16. Oktober.
- KNITTEL, H., H. LANG, H. KLAASZEN und J. v. d. HEYDE, 1990: Düngung und Pflanzenschutz — Mais eine Problemkultur? Mais 2, 21—24.
- MUNZERT, M., 1987: Bessere Stickstoffverwertung mit DCD-haltigen Mineräldüngern. Der Kartoffelbau 38, 56—58.
- MUNZERT, M., 1989: Bisherige Erfahrungen mit einem nitrifikationshemmenden Stickstoffdünger. Der Kartoffelbau 40, 46—48.
- MUNZERT, M., 1992: Stabilisierten Stickstoff in Reihe ausbringen. Der Kartoffelbau 43, 110—113.
- ZERULLA, W., 1990: Ammonium-stabilisierte Stickstoffdünger. Der Kartoffelbau 41, 84—86.
- ZERULLA, W., 1991: N_{\min} -Gehalte im Boden nach der Düngung bzw. nach der Ernte. Bericht über die Fachtagung „Stabilisierte Stickstoffdünger — ein Beitrag zur Verminderung des Nitratproblems“. Würzburg 15./16. Oktober.

- ZERULLA, W. und H. KNITTEL 1991: Ertrag und Qualität von Hackfrüchten nach Anwendung von dicyandiamidhaltigen Düngern. 1. Mitt.: Einfluß auf Kartoffeln. *Agribiol. Res.* 44, 278–281.
- ZSCHEISCHLER, J., M. ESTLER, W. STAUDACHER, F. GROSZ, G. BURGSTALLER, H. STREYL und T. RECHMANN, 1990: *Handbuch Mais*. DLG-Verlag, Frankfurt.

(Manuskript eingelangt am 28. Jänner 1993, angenommen am 15. Februar 1993)

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Dr. Michael DACHLER, Landwirtschaftlich-chemische Bundesanstalt, Trunnerstraße 1, A-1020 Wien