



Informationen

Arbeitsunterlagen für Berufsbildung und Beratung

30. Jahrgang, Nr. 26
Bonn-Bad Godesberg, den 18. Dezember 1981

Möglichkeiten des Einsatzes von Dicyandiamid als Nitrifikationshemmstoff in der Pflanzenproduktion

Prof. Dr. Anton Amberger, Lehrstuhl für Pflanzenernährung der Techn. Universität München, Freising - Weihenstephan

Ausnutzung von Stickstoffdüngemitteln

Der Einsatz von mineralischen Stickstoffdüngemitteln in der intensiven Landbewirtschaftung ist einerseits eine wesentliche Voraussetzung für die Erzielung hoher Erträge, belastet andererseits aber den Energie-Input in die Landwirtschaft mit 40 % beträchtlich.

Im Zeichen ständig steigender Energiepreise werden daher große Anstrengungen unternommen, um die Ausnutzung sowohl der teuren mineralischen Stickstoffdüngemittel als auch der zwangsläufig anfallenden N-haltigen tierischen Abfallstoffe (insbesondere Gülle und Jauche) zu verbessern und damit die Produktionskosten zu senken.

Von der Pflanze werden Ammonium- und Nitrationen zwar gleichermaßen aufgenommen, beide unterscheiden sich aber sehr wesentlich im Hinblick auf mögliche Stickstoffverluste. Während nämlich Ammonium am Sorptionskomplex des Bodens festgehalten und daher nicht ausgewaschen wird, liegt nach der Nitrifizierung das Nitrat ausschließlich in der Bodenlösung vor und kann daher je nach den ökologischen Bedingungen, insbesondere in der vegetationsfreien Zeit, nicht nur leicht ausgewaschen sondern unter zeitweilig anaeroben Bedingungen im Boden auch ebenso leicht denitrifiziert, d.h. unter Mitwirkung von Mikroorganismen gasförmig (als NO₂, N₂O oder N₂) an die Luft abgegeben werden. Die Tatsache, daß das Nitrat also sehr verlustanfällig ist, ist letztlich der Hauptgrund dafür, daß die üblichen mineralischen N-Düngemittel nur zu etwa 60 - 70 % von der Pflanze ausgenutzt werden. Die flüssigen

organischen N-Düngemittel erreichen sogar kaum mehr als 30 %, weil in diesem Falle meist noch erhebliche Verluste in Form von gasförmigem Ammoniak hinzukommen.

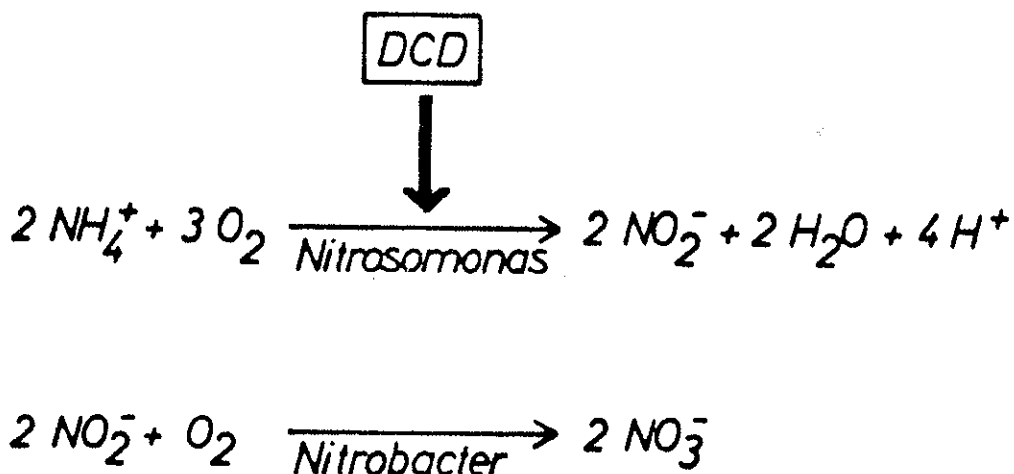
Wirkungsweise und Einsatz des Nitrifikationshemmstoffs Dicyandiamid (H₄ C₂ N₄)

Der Einsatz von Nitrifikationshemmstoffen zielt darauf ab, den Vorgang der Nitrifikation der mineralischen und organischen Dünger im Boden zu hemmen und damit den Stickstoff insbesondere über die Zeit hinweg zu "konservieren", wo er mangels intensivem Pflanzenwachstum (Herbst bis Frühjahr) nicht verwertet werden kann.

Dicyandiamid (DCD) hat sich aufgrund eingehender Versuche und Untersuchungen als ein sehr wirksamer Nitrifikationshemmstoff erwiesen; er war schon bisher mit 10 % am Gesamtstickstoff des gepulverten Kalkstickstoffs beteiligt und für dessen "nachhaltige Wirksamkeit" verantwortlich. Damit handelt es sich also um ein bekanntes Produkt mit absehbarer Wirkung.

Neu ist, daß dieser Hemmstoff - wenn in bestimmten Konzentrationen mineralischen oder flüssigen organischen N-Düngemitteln zugesetzt - die Nitrifikation des Düngerstickstoffs über durchschnittlich 60 Tage hinweg hemmt (Abb.1).

Abb.1: Wirkung des DCD auf die Nitrifizierung



Auf diese Weise können nicht nur die üblichen Stickstoffverluste sondern auch die Nitratbelastung des Grundwassers und ebenso die Nitratgehalte in Pflanzen (Gemüse, Grünfutter) erheblich verringert werden.

Die Wirkung des DCD ist spezifisch auf Nitrosomonas. Biologische Aktivität und Biomasseproduktion im Boden werden dadurch nicht beeinträchtigt.

Der spätere Abbau des DCD im Boden ist im Gegensatz zu Produkten, die in anderen Ländern im Handel sind, vollkommen aufgeklärt: Teils chemisch, teils enzymatisch wird DCD in

Guanylharnstoff bzw. Guanidin überführt und schließlich rückstandsfrei zu NH_3 und CO_2 abgebaut. Es ist somit letztlich selbst als Stickstoffdünger pflanzenwirksam.

Derzeit ergeben sich im wesentlichen zwei Einsatzmöglichkeiten für DCD:

1. Zumischung zu Ammonium- oder Harnstoffdüngern

Ein Anteil von 10 % DCD-N am Gesamtstickstoff dieser Düngemittel reicht aus, um deren Nitrifikation über 2 - 3 Monate hinweg zu hemmen.

a) Im intensiven Getreidebau ist es auf diese Weise z.B. möglich, eine der sonst üblichen 2 - 3 Teilgaben einzusparen bei gleichen Kornerträgen.

b) Auf flachgründigen oder sandigen Böden, wo auch während der Vegetationszeit noch eine erhebliche Stickstoffauswaschung stattfindet und daher häufigere Teilgaben zu allen Kulturen notwendig sind, können durch Einsatz solcher Düngerkombinationen nicht nur Teilgaben gespart sondern auch die gesamte Düngermenge sinnvoll reduziert werden.

Versuche mit Kartoffeln zeigen gleiche und höhere Erträge bei einer um 40 bzw. 80 kg N/ha geringerer Düngung unter Zugabe von DCD.

2. Völlig neue Einsatzmöglichkeiten haben sich aber ergeben durch Zumischung von DCD zu Gülle oder Jauche. An diesen tierischen Abfallstoffen liegen bekanntlich 50 % (Gülle) - 75 % (Jauche) des Stickstoffs als Ammonium vor. Der Umstand, daß diese Dünger aber rein technisch nicht in aufwachsende Kulturen ausgebracht werden können und der Lagerraum dafür im landw. Betrieb bekanntlich sehr begrenzt ist, beschränkt deren Ausbringung vornehmlich auf die vegetationsfreie Jahreszeit. Hinzu kommt, daß sowohl technisch wie arbeitswirtschaftlich die Ausbringung auf das gut befahrbare Stoppelfeld im Spätsommer/Herbst oder auf das noch gefrorene Feld im zeitigen Frühjahr am günstigsten ist. Relativ hohe herbstliche Temperaturen im Boden (ca. 15°C) bzw. rasch ansteigende Frühjahrestemperaturen begünstigen aber die Nitrifikation. Somit liegt bereits 2 - 3 Wochen nach der Ausbringung der größte Teil des Gülle- bzw. Jauchestickstoffs "auswaschungsbereit" im Boden vor, während Wachstum und N-Aufnahme der Früchte erst sehr viel später einsetzen. Die Auswaschung ist aber am größten in der Zeit von November bis Ende des Winters und geht erst mit einsetzender Vegetation langsam zurück. Ein Zusatz von 15 - 30 kg DCD/ha ist ausreichend je nach dem zeitlichen Abstand zur Folgefrucht und vermag den Ammoniumstickstoff der organischen Dünger überdurchschnittlich 2 - 3 Monate hinweg nutzbringend zu "konservieren" (Abb. 2).

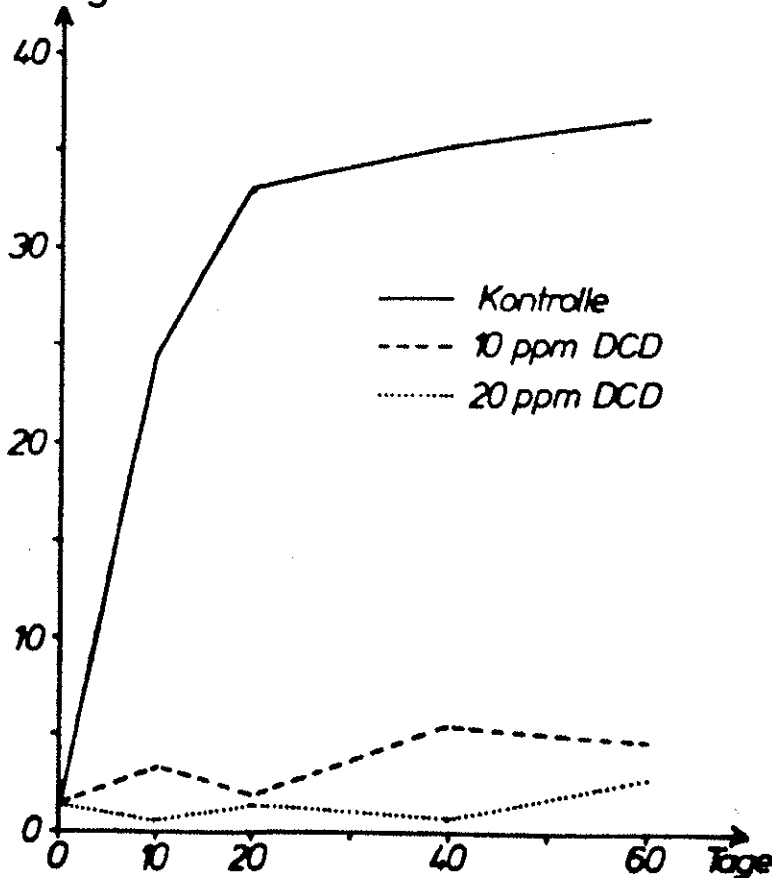
Aus einer großen Anzahl von Vegetationsversuchen seien zwei Beispiele herausgestellt:

- a) In einem zweijährigen Gefäßversuch unter natürlichen Witterungsbedingungen wurde Gülle jeweils im August, Oktober bzw. März ausgebracht (Basis: 1,2 g Gesamt-N / Gefäß = 7 kg Boden \pm 120 mg DCD) und die Wirkung einer DCD- bzw. Strohgabe auf N-Auswaschung und N-Entzug von Weidelgras geprüft.

Abb. 2: Hemmung der Nitrifikation von Rindergülle durch DCD im Brutversuch mit Boden

Ansatz: 400 g Boden (sl, pH 6.5) + 20 g Gülle + 0, 10, 20 ppm DCD, 14 °C, 50% d.v.WK

mg NO₃-N/Gefäß



Die Ergebnisse zeigen, daß die Variante "Oktober-Gülle" (späte Nitrifikation!) gegenüber der "August-Gülle" (sehr frühe Nitrifikation!) erheblich geringere, in Kombination mit DCD aber die überhaupt geringsten N-Verluste durch Auswaschung brachte.

Die N-Entzüge verhalten sich jeweils umgekehrt; d.h. sie sind um so höher, je geringer die Auswaschungsverluste sind. Eine Strohdüngung im August, wie sie in landwirtschaftlichen Betrieben häufig ist, verminderte die N-Auswaschung im ersten Jahr nach der Güllegabe erheblich aufgrund einer länger anhaltenden biologischen N-Blockierung; diese Wirkung wurde noch verstärkt durch eine zusätzliche DCD-Applikation. Im 2. Jahr war dagegen bereits eine gewisse Freisetzung des durch Strohdüngung biologisch blockierten Stickstoffs festzustellen. In allen Fällen war die Auswaschung des Güllestickstoffs ohne DCD am höchsten; durch DCD-Zusatz wurden dagegen die Auswaschungsverluste beträchtlich verringert und demzufolge die N-Entzüge durch die Folgefrucht wesentlich erhöht.

b) Ähnlich sind die Ergebnisse in Feldversuchen. Dazu ein Beispiel (Tab.).-

Standort: 810 mm Niederschläge, tiefgründige Lößbraunerde, pH 6,2. - Düngung: PK optimal - 30 kg DCD/ha

Tab.: Feldversuch zur N-Wirkung von Rindergülle zu Silomais-Ertrag und N-Entzug

Zeitpunkt	Güllegaben		Ertrag (dt TS/ha)				Entzug (kg N/ha)			
	Menge kg Ges. N/ha		1979		1980		1979		1980	
	1978/79	1979/80	o.DCD	+DCD	o.DCD	+DCD	o.DCD	+DCD	o.DCD	+DCD
	Ohne Gülle		85	78	51	50	82	76	61	57
August	322	407	102	122	61	63	104	121	71	75
September	237	333	111	111	69	79	122	123	81	94
November/Okt.	366	509	123	134	68	71	132	144	81	90
März (a)	241	488	111	129	99	101	112	128	113	126
März (b)	544	877	143	154	90	92	151	181	107	117
GD 5%			10		9		11		6	

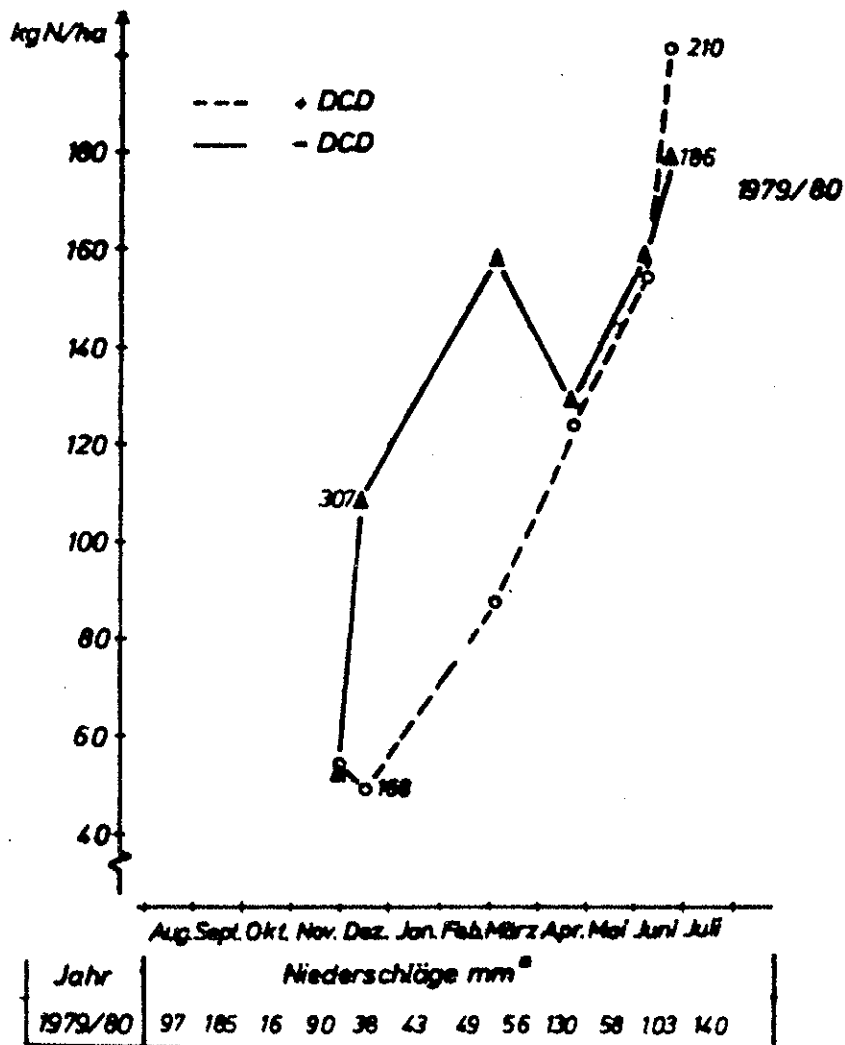
Der Zusatz von DCD zu Herbst- oder Frühjahrsgülle brachte in der Regel beachtlich höhere (8-20 %) Erträge und N-Entzüge je nach Düngungsniveau und Jahreswitterung (Ausnahme: September 1979 - wesentlich geringere Güllegabe!). Die nitrifikationshemmende Wirkung des DCD führte auch zu deutlich geringeren Werten für Nitratstickstoff im Boden (N_{min} -Methode) von November bis März (Abb. 3), während das Nitratangebot in der Folgezeit mit dem Aufwuchs der Kulturen anstieg.

Welche Schlüsse können aus diesen Ergebnissen für die Praxis abgeleitet werden? DCD ist ein Nitrifikationshemmstoff, der die Überführung des Ammoniumstickstoffs aus mineralischen oder organischen N-Düngern für die Dauer von 2 - 3 Monaten (je nach Standortbedingungen) blockiert.

DCD als Zusatz zu Ammonium- oder Harnstoffdüngern mit einem Anteil von 10 % DCD-N am Gesamt-N erlaubt z.B. die Einsparung einer N-Teilgabe im intensiven Getreidebau oder eine Reduzierung der gesamten N-Gabe auf besonders durchlässigen Böden bei gleichen Erträgen.

Mit Gülle oder Jauche ausgebracht, "konserviert" DCD (in einer Menge von 15 - 30 kg/ha) den pflanzenwirksamen Ammoniumstickstoff der organischen Dünger bis zum Aufwuchs der Folgefrucht. Die Wirkung ist um so besser, je höher die zu erwartenden Stickstoffverluste (Nitratauswaschung oder Denitrifikation) sind.

Abb. 3: Veränderung der Nitratmengen im 90 cm tiefen Bodenprofil nach Gülledüngung (1979/80)



Als Ergebnis von zahlreichen Versuchen können durch den Einsatz von DCD sowohl N-Auswaschung und N-Belastung des Grundwassers als auch die Nitratgehalte der Pflanzen (Gemüse, Grünfutter) ganz erheblich verringert und damit die Ausnutzung dieser N-Dünger verbessert werden. AID