

Jochen Baumann und Karlheinz Köller, Hohenheim

## Düngereinspeisung bei Direktsaat

**Direktsaat ist nicht nur ein anderes Bestellverfahren, vielmehr müssen viele produktionstechnische Maßnahmen an dieses relativ junge Ackerbausystem angepaßt werden, um dessen Vorteile auch konsequent nutzen zu können. Vor diesem Hintergrund wurden verschiedene Düngungstechniken in einem Praxisversuch auf ihre Auswirkungen hinsichtlich pflanzenbaulicher und bodenkennzeichnender Parameter untersucht.**

Der Vermeidung von Düngerverlusten muß im Pflanzenbau aus ökonomischen und ökologischen Gründen höchste Aufmerksamkeit gewidmet werden [1]. Konservierende Bodenbearbeitung, insbesondere Direktsaat, führt zu grundlegenden Veränderungen bodenkennzeichnender Parameter im Vergleich zur Bodenbewirtschaftung mit dem Pflug. So erhöht sich beispielsweise die biologische Aktivität an der Bodenoberfläche aufgrund des Verbleibs sämtlicher Ernterückstände [2].

Die vermehrte Zahl an Mikroorganismen kann zu einer rascheren Umsetzung oberflächlich ausgebrachter harnstoffhaltiger Dünger (Ammonifikation) und somit zu erheblichen Ammoniakemissionen führen. Dies gilt besonders bei längerem Verbleib des Düngers auf den Ernterückständen aufgrund ausbleibenden Niederschlags [3]. Zusätzlich besteht die Gefahr der verstärkten Immobilisation des mineralischen Stickstoffs durch Mikroorganismen an der Bodenoberfläche, so daß dieser zeitweise in organischer Form gebunden und zumindest vorübergehend nicht pflanzenverfügbar ist.

Ein langjährig mit Direktsaat bestellter Boden weist ein durchgehendes, vertikales Makroporengefüge auf, das bei Starkregen einen intensiven Makroporenfluß ermöglicht. Dadurch können auf die Bo-

denoberfläche ausgebrachte Agrochemikalien in gelöster Form schnell am durchwurzelten Boden vorbei in den Unterboden gelangen (by-pass Effekt) [4].

Durch Injektion des Düngers direkt in die Bodenmatrix können Stickstoffverluste durch Ammoniakemission und Immobilisation sowie ein by-pass Effekt umgangen werden. Hierbei sollten Applikationswerkzeuge gewählt werden, die sich durch eine geringe Intensität des Bodeneingriffs auszeichnen [5]. Ziel ist die Erarbeitung effizienter, praxistauglicher Düngungsstrategien in direkt gesäten Getreidebeständen.

dieselbe Düngermenge am gleichen Tag strichförmig injiziert.

### Aufbau und Funktion des Injektionsgerätes

Wie in *Bild 1* dargestellt, besteht das Injektionsgerät aus einem gewellten Scheibensech mit einem Durchmesser von 0,43 m und einem 7 mm breiten Stiefelschar, das direkt hinter der Scheibe läuft. In das Stiefelschar ist ein dünnes Rohr eingelassen, welches die Düngelerlösung strichförmig 40 mm unter die Bodenoberfläche plaziert. Ein direkt an das Scheibensech angebrachtes, 60 mm

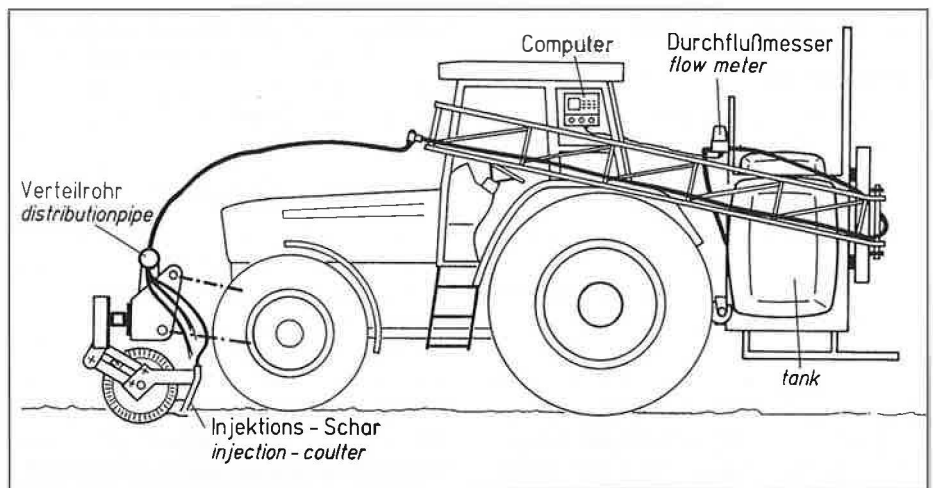


Bild 1: Versuchsmaschine zur Düngereinjektion

Fig. 1: Experimental fertilizer applicator

### Standort und Methode

Der Versuchsstandort Hohebuch liegt im Nordosten Baden-Württembergs und ist gekennzeichnet durch tonige Gipskeuperverwitterungsböden mit Humusgehalten zwischen 2,1 und 2,5 %. Die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge beträgt 820 mm bei einer Jahresdurchschnittstemperatur von 8,2 °C.

Als Versuchsanlage wurde ein Lateinisches Quadrat gewählt mit vier Wiederholungen und einer Teilstückgröße von 80 mal 16 m.

In Winterweizen, der im Herbst nach der Zuckerrübenenernte mit einer Einscheibenschar drillmaschine direkt gesät worden war, wurde zu Vegetationsbeginn 60 kg N/ha als 28 %ige Ammoniumnitrat-harnstofflösung (AHL) am 13. März 1997 mit einer Pflanzenschutzspritze grobtropfig aufgespritzt. Diese war ausgerüstet mit handelsüblichen 5-Loch-Düsen und hatte eine Arbeitsbreite von 16 m. Bei der Einarbeitungsvariante wurde

breites Tiefenführungsrad mit einem Durchmesser von 0,31 m verhindert, daß die Schareinheit zu tief in den Boden eindringt. Scheibensech und Stiefelschar sind über eine Parallelogrammaufhängung an ein Querrohr fixiert. Das Querrohr wird mit Hilfe eines 3-Punkt-Bockes an die Traktorfronthydraulik angebaut. Am Heck dient eine praxisübliche Pflanzenschutzspritze mit Durchflußmesser und Rechner der exakten Düngerdosierung. Die Querverteilung der Düngelerlösung erfolgt über ein Verteilrohr, das am 3-Punkt-Bock befestigt ist. Die Arbeitsbreite des Versuchsgerätes beträgt 2 m bei einem Scharabstand von 0,25 m.

Außer der unterschiedlichen Düngerspritzung zu Vegetationsbeginn wurden alle folgenden Düngungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen gleich gehandhabt. Eine  $N_{min}$  Beprobung der Schicht 0 bis 30 cm erfolgte zehn Tage nach der Düngerspritzung. Zur Ernte wurden durch zwei Mikroernten pro Teilstück à 0,17

*Prof. Dr. Karlheinz Köller ist Leiter des Fachgebiets „Mechanisierung und Bewässerung“ des Instituts für Agrartechnik in den Tropen und Subtropen der Universität Hohenheim, Garbenstraße 9, 70599 Stuttgart, e-mail: koeller@ats.uni-hohenheim.de. Dipl. Ing. agr. Jochen Baumann ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut.*

*Die Autoren bedanken sich bei den Firmen AIP GmbH, Schlaitdorf, BASF AG, Limburger Hof, und SKW Trostberg AG, Trostberg, für die freundliche Unterstützung sowie beim Institut für Pflanzenernährung und der Landesanstalt für landwirtschaftliche Chemie der Uni Hohenheim für die Durchführung der Analysen.*

Ausbringung application	grobtropfig auf die Bodenoberfläche gespritzt on the soil surface dripwise	Signifikanz significance	strichförmig in den Boden injiziert injected in the soil in line
Ähren/m <sup>2</sup> ears/m <sup>2</sup>	438,8	*	382,8
Kornzahl/Ähre kernels/ear	44,2	n.s.	54,5
TKG [g] thousand kernel weight	50,9	n.s.	51,4
Ertrag (86 % TM) [t/ha] yield (86 % DM)	98,8	n.s.	107,3

Tab. 1: Ertrag und Ertragsstruktur bei Winterweizen 1997; \*: Signifikante Unterschiede mit  $\alpha = 0.05$  (n=4)

Table 1: Yield and yield components in winter wheat 1997; \*: significant differences with  $\alpha = 0.05$  (n=4)

m<sup>2</sup> der Ertrag sowie die Ertragsstruktur festgestellt.

Die Sommergerstensaart erfolgte mit derselben Drillmaschine am 14. März 1997. Hier wurden ein Tag vor der Saat 115 kg N/ha als AHL+Nitrifikationshemmer wie beim Winterweizen grobtropfig aufgespritzt beziehungsweise strichförmig injiziert ausgebracht. Im weiteren Verlauf erfolgte lediglich die N<sub>min</sub> Beprobung der oberen Bodenschicht bis 30 cm zehn Tage nach der Düngung.

Unmittelbar im Anschluß an die Düngung fiel vier Tage kein Niederschlag; am 17. März regnete es 3,0 mm, am 19. März wieder 3,0 mm und am 20. März 4,4 mm.

## Ergebnisse

Die Injektionsschare verursachten trotz ihrer schmalen Bauweise erheblichen Schaden am Winterweizenbestand. Hier ist zum einen das Herausreißen ganzer Erdstreifen zwischen zwei Scheiben und zum anderen die Druckbelastung durch die Traktorräder zu nennen. Bestätigt wurde dies durch die signifikant geringere Zahl ährentragender Halme zur Ernte (Tab. 1).

Der Bestand konnte dies allerdings durch eine höhere Kornzahl pro Ähre kompensieren, so daß bei vergleichbarem Tausendkorngewicht die beiden Varianten keinen absicherbaren Ertragsunterschied aufwiesen.

Betrachtet man in Bild 2 die N<sub>min</sub> Werte bei Winterweizen zehn Tage nach der Düngung, so zeigen auch diese keine signifikanten Unterschiede. Tendenziell war der Nitratgehalt der Injektionsvariante geringer, was auf eine verzögerte Nitrifikation hinweist. Die geringere Umsetzungsrate von Ammonium zu Nitrat wurde wahrscheinlich durch die geringere biologische Aktivität in der Ablagetiefe des Düngers im Vergleich zur oberflächigen Ausbringung verursacht. Hierbei spielte eine geringere Bodentemperatur in 4 cm Tiefe im Vergleich zur Bodenoberfläche eine bedeutende Rolle.

Bei Sommergerste konnte nach einer Düngung von 115 kg N + Nitrifikationshemmer/ha zur Aussaat bei Injektion zehn Tage nach der Düngung 129 kg mineralischer N/ha (57 kg NO<sub>3</sub>-N/ha und 72

kg NH<sub>4</sub>-N/ha) wiedergefunden werden, während bei grobtropfiger oberflächiger Ausbringung nur noch 64 kg mineralischer N/ha (45 kg NO<sub>3</sub>-N/ha und 19 kg NH<sub>4</sub>-N/ha) gemessen wurden. Sowohl die Nitrat- als auch die Ammoniumfraktion zeigten signifikante Unterschiede.

Trotz der Platzierung in den Boden und der damit verbundenen geringeren Umsetzungsgeschwindigkeit (siehe Winterweizen) im Vergleich zur oberflächigen Ausbringung muß von einer nahezu vollständigen Umwandlung des Harnstoffanteiles in der AHL zu Ammonium ausgegangen werden. Der N<sub>min</sub> Wert bei Injektion war nämlich um 14 kg/ha höher als die gesamte ausgebrachte Stickstoffmenge. Somit muß auch bei oberflächiger Ausbringung der gesamte Harnstoffanteil ammonifiziert worden sein. Nennenswerte N-Absenkungen durch Nitratverlagerung in tiefere Bodenschichten, Denitrifikation oder Pflanzenaufnahme waren aufgrund der Witterung unwahrscheinlich. Daher muß die fehlende N Menge von 65 kg/ha bei oberflächiger Applikation im Vergleich zur Injektion in Form von Ammoniak an die Atmosphäre abgegeben oder als organischer Stickstoff an der

förmige Stickstoffverluste bei oberflächiger Düngerausbringung nicht nachzuweisen.

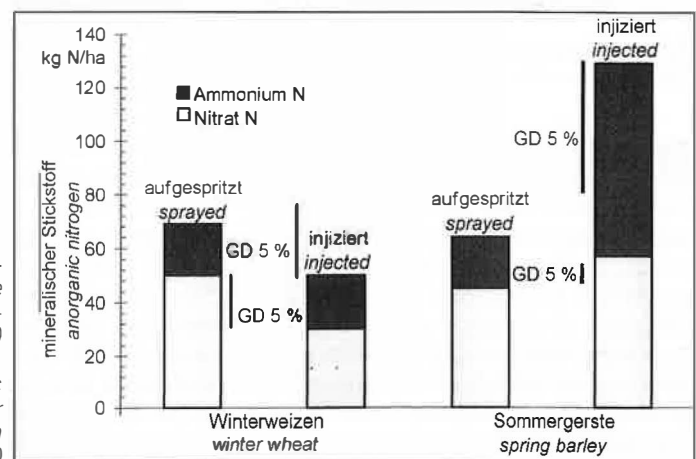
Allerdings weisen die Ergebnisse auf beträchtliche Stickstoffverluste oberflächlich ausgebrachter AHL auf direkt bestellten Flächen unter bestimmten Bedingungen hin (Strohaufgabe, Trockenheit). Die Injektion der Düngertlösung unter die Strohecke reduzierte die Verluste drastisch. Ob es sich hierbei um echte Stickstoffverluste als Ammoniakemission oder nur um eine vorübergehende Festlegung durch Mikroorganismen handelt, muß in weiteren Untersuchungen geklärt werden.

## Literatur

- [1] Isermann, K.: Nährstoffbilanzen und aktuelle Nährstoffversorgung der Böden. Berichte über Landwirtschaft, Sonderheft Bodennutzung und Bodenfruchtbarkeit, Band 5, Nährstoffhaushalt, (1993), S. 15-53
- [2] Bauer, A. and A. L. Black: Soil carbon, nitrogen, and bulk density comparisons in two cropland tillage systems after 25 years and in virgin grassland. Soil Sci. Soc. Am. J. 45 (1981), S. 1166-1170
- [3] McInnes, K. J., R. B. Ferguson, D. E. Kessel and E. T. Kanemasu: Ammonia loss from applications of urea-ammonium nitrate solution to straw residue. Soil Sci. Soc. Am. J. 50 (1986), S. 969-974
- [4] Düring, R.-A. und H.E. Hummel: Leaching and decomposition of agrochemicals in no-tilled soil. -In: Tebrügge and Böhrnsen (eds.): Experience with the applicability of no-tillage crop production in the West-European countries. Concerted action-Proceedings of the second workshop. Wiss. Fachverlag Dr. Fleck, Niederklein, 1995, S. 39-48
- [5] Chichester F.W., J.E. Morrison and T.J. Gerik: Minimum Disturbance Fertilizer Knifing for No-Till. ASAE Transactions 28 (1985), S. 1013-1018

Bild 2: N<sub>min</sub> Werte (0-30 cm) zehn Tage nach der Düngung (n=4)

Fig. 2: Inorganic nitrogen ten days after fertilizer application (n=4)



Bodenoberfläche vorübergehend immobilisiert worden sein.

## Fazit

Die Düngereinjektion in einen wachsenden Winterweizenbestand ohne dichte Strohaufgabe zeigte keine signifikanten Ertragsvorteile gegenüber einer oberflächigen Ausbringung. In diesem Fall waren gas-

## Schlüsselwörter

Direktsaat, Düngungstechnik, Stickstoffverluste

## Keywords

No-tillage, fertilizer application, N-losses