

# Verfahren der Flüssigdüngung in der Ungarischen VR

Dr.-Ing. G. Demes, Institut für Landtechnik (MÉMMLI) Gödöllő (Ungarische VR)

In der Ungarischen VR werden der Nährstoffverbrauch, die Effektivität und die Verlustsenkung zunehmend unter betriebswirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten betrachtet, so daß nicht in allen Betrieben der Mineraldüngerverbrauch zunimmt. Weiterhin lassen steigende Preise für Mineraldünger und die z. Z. gültigen wirtschaftlichen Regelungen eine wesentliche Erhöhung des Nährstoffeinsatzes nicht erwarten.

Deshalb wird die Verbesserung der Effektivität des Mineraldüngereinsatzes zusammen mit der Modernisierung des Verfahrens der Lagerung und der Ausbringung in den Vordergrund gestellt. Der Aufbau und die Nutzung von agrochemischen Zentren (ACZ) entspricht diesen Anforderungen. Gegenwärtig arbeiten in der Ungarischen VR 10 ACZ, weitere 11 befinden sich im Aufbau. Neben den festen Mineraldüngern stehen seit 1960 auch Flüssigdünger in Form von Stickstofflösungen und NPK-Suspensionen zur Verfügung. Die Herstellung der Flüssigdünger erfolgt gegenwärtig zu 27% durch die chemische Industrie und zu 73% durch Betriebe der Landwirtschaft (LPG, ACZ). Aufgrund der großen Probleme beim Langstreckentransport von Suspensionen und den damit verbundenen hohen Kosten sowie der beschränkten Herstellungs- und Lagerkapazität der Chemieindustrie wird angestrebt, daß die Herstellung und die Lagerung von Flüssigdüngern im Bereich der Landwirtschaft erfolgen. Im Zeitraum von 1980 bis Ende 1987 wurden 40 Produktionsanlagen in landwirtschaftlichen Betrieben und 42 in ACZ errichtet. Die Flüssigdüngung hat z. Z. einen Anteil

von 42,6% am Gesamtminerale Düngerverbrauch (1988: 1,4 Mill. t Reinnährstoffe). Unter den industriemäßig hergestellten Flüssigdüngern nahm in den letzten Jahren die Produktion von Stickstofflösungen ständig zu. Zurückzuführen ist das auf die zunehmende Bereitstellung von Lagerkapazität, u. a. auch dadurch, daß unbenutzt stehende Lager- und Transportbehälter für Vergaser- und Dieselkraftstoff wiederverwendet worden sind.

## Herstellung von Flüssigdünger

Industriemäßig hergestellte Stickstofflösungen werden hauptsächlich von den Betrieben verwendet, die phosphor- und kaliumhaltige Minerale Dünger in fester Form ausbringen und nur den Stickstoff in flüssiger Form einsetzen. Eine solche Kombination der Anwendung von festen und flüssigen Minerale Düngern gewinnt dadurch an Bedeutung, daß der die Erträge wesentlich stärker beeinflussende Stickstoff in flüssiger Form mit größerer Genauigkeit ausgebracht wird, während P- und K-Dünger in fester Form auch durch Schleuderstreuer mit ausreichender Genauigkeit verteilt werden können. Außerdem hat sich herausgestellt, daß unter ungarischen Bedingungen die Herstellung von Suspensionsdünger im Bereich der Landwirtschaft billiger ist als in der Industrie. Die für die Herstellung von Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung (AHL) erforderlichen Maschinen sind in einer großen Vielfalt vorhanden (Bilder 1 und 2). Es gibt einfachste Maschinenketten mit teilweise selbst hergestellten Geräten und modernste computergesteuerte Mischanlagen mit einem Fassungsvermögen von 2 bis 25 m<sup>3</sup>. Die Produktionsleistung dieser Anlagen wird bestimmt durch

– die Lösungs geschwindigkeit der festen Komponenten,

– den Massenstrom des Fertigprodukts beim Umpumpen und bei der Filtrierung sowie durch

– das Fassungsvermögen der Mischeinrichtung.

Bei den kleinsten Anlagen gibt es keine Naßvermahlung, und die Zuführung zum Mischer erfolgt über ein Transportband, das gleichzeitig auch zur Dosierung benutzt wird. Die Massenströme bei der Mischung und Filtrierung sind mit 25 bis 35 t/h gering. Bezogen auf 1 m<sup>3</sup> Mischervolumen der Mischanlage beträgt der Durchsatz rd. 0,6 t/h. Größere Anlagen erreichen mit Naßvermahlung Werte von 0,7 t/h · m<sup>3</sup>. Ein Mischer mit einem Fassungsvermögen von 10 bis 15 m<sup>3</sup> erreicht bei Einsatz von Pufferbehältern und Schwerkraft- oder Schneckendosierung bei Naßvermahlung Produktionsleistungen von 1,3 bis 3 t/h · m<sup>3</sup> bzw. mit zwei Mixchern im Parallelbetrieb 2,6 bis 3,4 t/h · m<sup>3</sup>.

## Lagerung von Flüssigdünger

Der Bedarf an Flüssigdünger nahm seit Anfang der 80er Jahre schnell zu. Die zeitweilige Lagerung der Flüssigdünger vor dem Einsatz erfolgt entweder im Bereich der Mischanlage oder bei größeren Transportentfernungen in speziellen Lagerbehältern. Bei der Lagerung von AHL können die Investitionskosten durch Anlage von offenen Teichen bzw. durch den Einsatz flexibler

Bild 1. Anlage zur Herstellung von Suspensionen und AHL in einer LPG



Plastbehälter mit Metallgestell erheblich reduziert werden.

In offenen Behältern muß die Lösung vor Verschmutzung und Witterungseinflüssen geschützt werden. Fremdstoffe und Kristalle behindern den einwandfreien Betrieb des Ausbringgeräts und müssen vor dem Einsatz herausgefiltert werden.

Bei der Lagerung von NPK-Suspensionen müssen korrosionsbeständige Materialien verwendet werden. Weiterhin sollen Form und Gestaltung der Lagerstätten die Homogenität der Suspension nicht negativ beeinflussen. Nach vorliegenden Prüfergebnissen kann ein stehender zylindrischer Behälter, der oben verschließbar ist und unten über einen kegelförmigen Boden sowie mindestens 2 hydraulisch arbeitende Homogenisierungseinrichtungen verfügt, mit Erfolg eingesetzt werden (Bild 3). Die Entmischung wird verhindert, wenn je Minute 3 bis 5 % des Behältervolumens in Bewegung sind. Das Fassungsvermögen der Behälter kann in Stufen von 20, 50, 100 und 200 m<sup>3</sup> verändert werden. Zum Bau dieser Behälter stehen vergüteter Stahl, formfester oder flexibler Plast und Holz zur Verfügung. Die Investitions- und Aufstellungskosten betragen einschließlich der wichtigsten technologischen Zubehörteile zur Zeit 5000 bis 20000 Ft/m<sup>3</sup>.

### Transport von Flüssigdünger

Für den Langstreckentransport werden sowohl Eisenbahnwaggons als auch Transportbehälter für Straßenfahrzeuge eingesetzt. Diese Behälter bestehen aus Stahl oder Plast. Sie haben ein Fassungsvermögen von 2,5; 3; 3,4; 5,7 und 6,5 m<sup>3</sup> und sind i. allg. ohne Homogenisierungseinrichtung. Für den innerbetrieblichen Transport werden Tankwagen eingesetzt, die auch für den Gülletransport verwendet werden (DETK-5; DETK-15/125). Der von der Zapfwelle des Traktors angetriebene Rotationsverdichter ermöglicht die Befüllung und Entleerung des Behälters. Um einen homogenen Behälterinhalt zu gewährleisten, befindet sich am Boden des Behälters ein perforiertes Rohr, das vom Verdichter mit Luft versorgt wird. Das Umfüllen am Feldrand in die Applikationsmaschine erfolgt ebenfalls mit Druckluft. Dazu wird ein druckstabilisierter flexibler Schlauch mit einem Durchmesser von 60 mm angeboten. Die Leistung beim Umfüllen beträgt 300 bis 450 dm<sup>3</sup>/min.

### Ausbringung von Flüssigdünger

Die Ausbringung der Flüssigdünger erfolgt entweder direkt auf die Bodenoberfläche oder wird mit anderen Bodenbearbeitungsverfahren kombiniert (Bild 4). Häufig erfolgt die Kombination mit der Bodenbearbeitung und mit der Aussaat bei gleichzeitiger Einarbeitung der Flüssigdünger in den Boden. Ein großer Teil der Maschinen, die für die direkte Ausbringung auf die Bodenoberfläche genutzt werden, sind in der Landwirtschaft oder in der Industrie umgebaute Varianten der traditionellen Pflanzenschutzmaschinen. Der Nachteil dieser Maschinen besteht darin, daß die konstruktive Gestaltung und Dimensionierung nicht immer den Forderungen entspricht, die sich aus den besonderen physikalischen Eigenschaften des Flüssigdüngers ergeben. Demzufolge ist für diese Maschinen im allgemeinen charakteristisch, daß

– die im Leitungssystem der Flüssigkeitsför-

derung auftretenden Druckverluste hoch sind,

- die Wirksamkeit der Homogenisierung des Behälterinhalts nicht immer zufriedenstellend ist und
- die absolute Größe des im System vorherrschenden Drucks nicht ausreichend ist, so daß der an den Düsen entstehende Druck keine ausreichende Tropfenbildung sowie Tropfenverteilung ermöglicht.

Mit den in der Zwischenzeit durchgeführten Entwicklungen wurde eine Reduzierung dieser Mängel erreicht. Neben den ausländischen Maschinen der Firmen Evrard, Rau und Vicon entsprechen die Kertitox-Maschinenreihe des Landmaschinenwerks Mezö-gép Debrecen mit der II. Maschinengeneration (Kertitox K-20/18, Kertitox Favorit F-30/24, Kertitox Novum-Victoria N-25/24 M) sowie die mit niederländischen Kooperationspartnern im Versuchsgut Herceghalom hergestellten Maschinen HKG-HD Huniper 3000/18, HKG-HD Huniper 3000/24 (Bild 5), H5000 und H5500 auch den modernsten Anforderungen. Die meisten Maschinen verfügen über eine Homogenisierungseinrichtung sowie über eine hochleistungsfähige Zentrifugalpumpe und haben gesonderte Ausleger für Pflanzenschutzmittel und Flüssigdünger. Eine besondere Gestaltung des Fahrwerks ermöglicht den Einsatz dieser Maschinen auch in Fahrgassen (verstellbare Spurweite, Anbaumöglichkeit für schmale Räder mit großem Durchmesser). Die Verteilgenauigkeit oberflächlich ausbringender Geräte beträgt bei

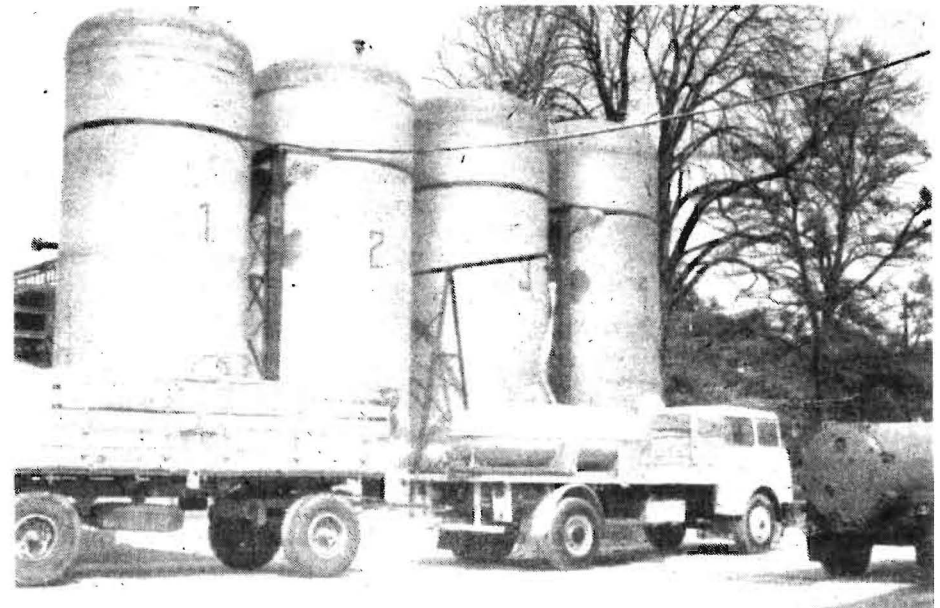
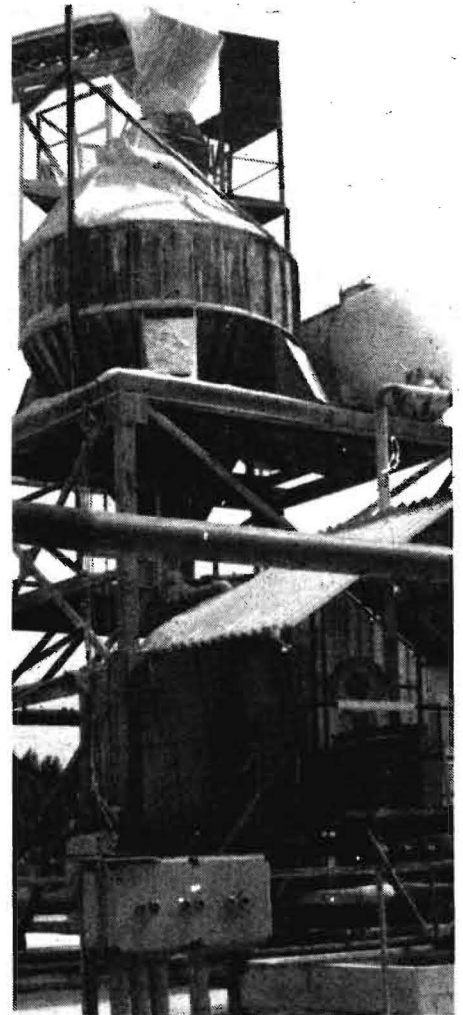
- Düngerlösungen quer zur Arbeitsrichtung 8 bis 12 %
- Suspensionen quer zur Arbeitsrichtung 10 bis 15 %.

Die Verteilung in Längsrichtung entspricht nur in einem kleinen Druck- und Arbeitsgeschwindigkeitsbereich den agrotechnischen Forderungen, wenn ohne Dosierautomatik gearbeitet wird. Die Mehrzahl der Maschinen kann zwar mit verschiedenen Dosierautomaten ausgerüstet werden, sie sollten aber für die Ausbringung von Flüssigdüngern

Bild 2. Anlage zur Herstellung von Suspensionen und AHL in einem ACZ

Bild 3. Lagerbehälter für Flüssigdünger und für den Langstreckentransport geeignete Transportbehälter für LKW

nicht eingesetzt werden. Eine besondere Beachtung verdient das Regelsystem der Pflanzenschutzmaschine Kertitox Novum-Victoria. Die in der Ungarischen VR entwickelte Zentrifugalpumpe Teggy verfügt über zwei Druckstutzen, wovon einer für das hydraulisch angetriebene Rührwerk und der andere für die Versorgung des Spritzgestänges benötigt wird. Die Regelung der auszubringenden Flüssigkeitsmenge erfolgt nicht durch Veränderung des Drucks, sondern unmittelbar in der Druckleitung durch Einbau von Drossel einlagen unterschiedlicher Größe. Die Förderleistung der Pumpe verläuft damit



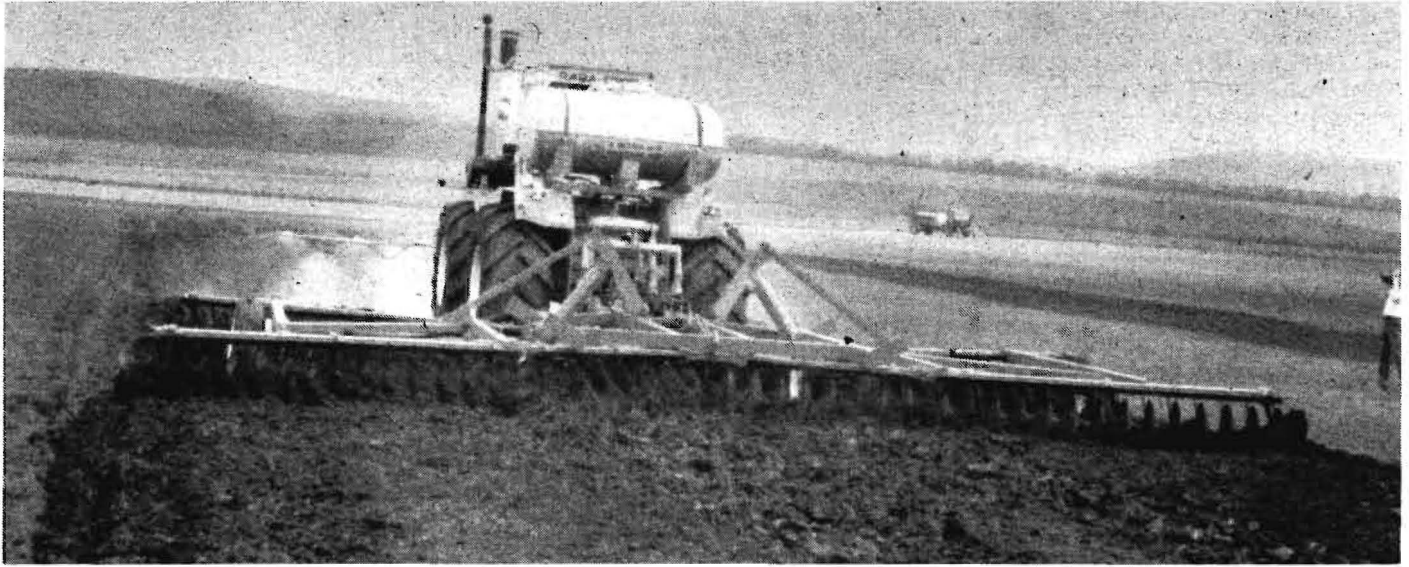


Bild 4. Applikation von Flüssigdünger mit Huniper 2000 und Scheibenegge

annähernd proportional der Motordrehzahl bzw. der Arbeitsgeschwindigkeit. Die bisher durchgeführten Prüfungen dieser Maschinen ergaben, daß die ausgebrachte Menge innerhalb einer Fehlergrenze von  $\pm 5\%$  auf Veränderungen der Arbeitsgeschwindigkeit reagiert.

In der Praxis wird die Ausbringung von flüssigen Düngemitteln oft mit den Arbeitsgängen der Bodenbearbeitung und Aussaat gekoppelt. Die Maschinen Huniper 2000, die Herbizide und Flüssigdünger ausbringen, können an leistungsfähigen Traktoren und deren Arbeitsgeräten angebaut werden (Bild 4).

Das überwiegend nur zur 1. N-Gabe eingesetzte Gerät Huniper-Demco kann mit 6/8reihigen Einheiten auf Einzelkörnsämaschinen bzw. anderen Säaggregaten aufgebaut werden. Der Bedienungsaufwand für ein solches Ausbringgerät vermindert zwar die Flächenleistung, aber die Gleichmäßigkeit der Düngemittelapplikation wird aufgrund des genaueren Anschlußfahrens besser. Die Prüfungen im Institut für Landtechnik Gödöllő ergaben, daß die Gleichmäßigkeit der Verteilung bei diesen Geräten in erster Linie von der Ge-

nauigkeit des Spüranschlusses abhängt. Fehlen z. B. Spurreißer, wurde bei der Kombination Bodenlockerung und Flüssigdüngerapplikation eine Leistungsminderung von 20 bis 22% ermittelt.

#### Ökonomie des Verfahrens

Umfangreiche Untersuchungen haben ergeben, daß die Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher, aber moderner Verfahrenslösungen bei der Lagerung, beim Umschlag und bei der Ausbringung von Mineraldünger viel mehr von der ertragssteigernden Wirkung der Nährstoffe des verwendeten Düngers als von den Verfahrenskosten der eingesetzten Maschinen und Geräte abhängt. Da die Preise für Mineraldünger in weiten Grenzen schwanken, kann die ertragssteigernde Wirkung von flüssigen Düngemitteln nur schwer nachgewiesen werden.

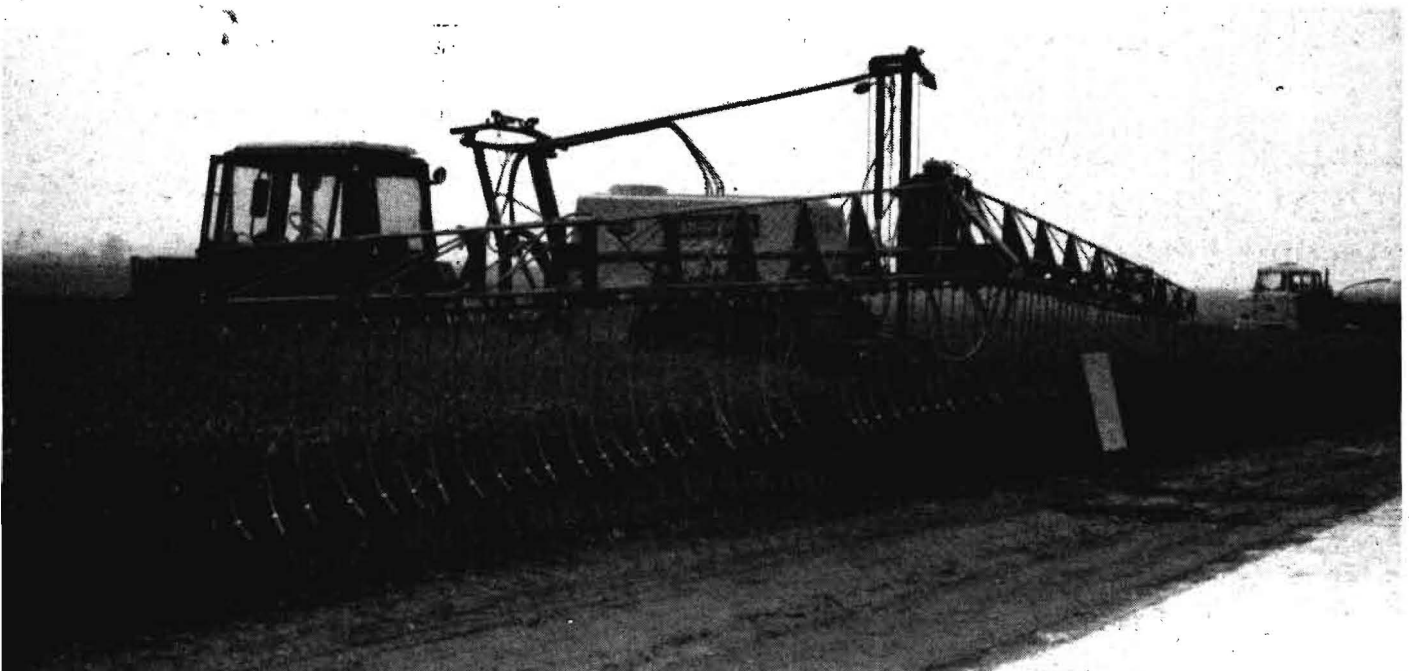
Von ungarischen Fachleuten wird heute folgende Meinung vertreten:

- Bei sachgerechter Anwendung von festen und flüssigen Düngemitteln werden gleiche Erträge erreicht.
- Die Unterschiede zwischen festen und flüssigen Düngemitteln ergeben sich nur

aus dem unterschiedlichen Zeitpunkt und der Art der Ausbringung sowie dem abweichenden technischen Niveau der Applikationstechnik.

In Tafel 1 sind die relativen Unterschiede in den Gesamtkosten bei Verwendung von flüssigen Düngern bzw. bei gemeinsamer Anwendung von festen und flüssigen Düngern gegenüber dem ausschließlichen Einsatz fester Mineraldünger dargestellt. Als Schlußfolgerung kann festgestellt werden, daß die Gesamtkosten der Mineraldüngung nur dann am geringsten sind, wenn die Düngung mit den billigsten Mineraldüngern erfolgt. Demgegenüber sind die Kosten um 38% höher, wenn die Ausbringung von P und K in fester und die von N in flüssiger Form erfolgt. Diese Unterschiede sind bei der Anwendung qualitätsgerechter, aber teurerer Mineraldünger wesentlich geringer. Die Reihenfolge

Bild 5. Maschine HKG-HD Huniper 3000/24 zur Ausbringung von Flüssigdünger und Pflanzenschutzmitteln



Tafel 1. Vergleich verschiedener Verfahren der Mineraldüngung in ungarischen ACZ (Transportentfernung 10 km, Feldrandumschlag, Preisniveau 1987)

| Parameter                                       | relative Kosten bei Verwendung von |                           | P und K fest,<br>N flüssig |
|---|------------------------------------|---------------------------|----------------------------|
|   | festen<br>Düngemitteln             | flüssigen<br>Düngemitteln |                            |
| Lager- und Applikationskosten für Mineraldünger | 100                                | 352                       | 415                        |
| - durchschnittlicher Düngerpreis                | 100                                | 105                       | 101                        |
| - 2% Mehrertrag durch Flüssigdünger             | 100                                | 94                        | 91                         |
| - 1% Mehrertrag durch Flüssigdünger             | 100                                | 89                        | 91                         |
| - geringster Düngerpreis                        | 100                                | 168                       | 138                        |
| - 2% Mehrertrag durch Flüssigdünger             | 100                                | 151                       | 121                        |
| - 1% Mehrertrag durch Flüssigdünger             | 100                                | 142                       | 121                        |

bleibt auch in diesem Fall unverändert. Die Anwendung von P- und K-Dünger in fester

sowie N in flüssiger Form kostet aber nur 1% und die Anwendung von NPK-Suspensionen

nur 5% mehr als der Einsatz fester Mineraldünger durch ACZ. Unter Berücksichtigung der bei Flüssigdüngern wesentlich besseren Verteilgenauigkeit, besonders auch bei geringeren Ausbringungsmengen, und dem sich daraus ergebenden positiven Effekt auf die Ertragsbildung scheint der Einsatz von N-Düngerlösungen bei gleichzeitiger Verwendung von festen P- und K-Düngern trotz der höheren Düngungskosten am günstigsten zu sein. Diese Überlegung wird auch dadurch unterstützt, daß die Lagerung und der Umschlag von Flüssigdünger einfacher sind als der von gesacktem N-Dünger. Die Ausbringung der Flüssigdünger kann durch einen einfachen Umbau der in jedem Betrieb zur Verfügung stehenden herkömmlichen Pflanzenschutzmaschinen ohne größere Investitionen verwirklicht werden.

A 5542

## Kertitox-Pflanzenschutzmaschinen der II. Generation

Dipl.-Ing. L. Ladányi, Landmaschinenwerk Mezögép Debrecen (Ungarische VR)

Die höheren Anforderungen an die landwirtschaftliche Produktion schließen auch die Notwendigkeit der ständigen Verbesserung der Applikationstechnik im Bereich des chemischen Pflanzenschutzes und der Flüssigdüngung ein.

Mehr als je gelten die Forderungen, Pflanzenschutzmittel in genau dosierten Mengen auszubringen, eine gleichmäßige Verteilung zu erzielen und die Verluste auf ein Minimum zu begrenzen. In Feldkulturen setzte sich die Düngung in Form der Ausbringung von Flüssigdüngemitteln als Düngerlösungen durch. In der Ungarischen VR kommen außerdem Suspensionsdünger verstärkt zur Anwendung. Durch die Praxis wird gefordert, beide Formen des Flüssigdüngers mit der Feldspritztechnik ausbringen zu können.

Diese komplexen Aufgabenstellungen konnten mit den Kertitox-Pflanzenschutzmaschinen der I. Generation nicht realisiert werden.

Deshalb wurden die neuen Maschinen der II. Kertitox-Generation konzipiert. Eine wesentliche Veränderung besteht darin, daß die neuen Maschinen wegen ihrer unterschiedlichen technischen Merkmale für die Behandlung von Obst-, Wein- und Hopfenkulturen und für die Behandlung der Feldkulturen je eine Maschinenreihe bilden.

### Pflanzenschutzmaschinen für Obst-, Wein- und Hopfenkulturen

Für die Behandlung von Obst-, Wein- und Hopfenkulturen wurden die Maschinen Kertitox Bóra (Bild 1) entwickelt. Sie haben eine niedrige Bauhöhe, um durch den tiefen Schwerpunkt eine höchstmögliche Stabilität zu erhalten. Die statische Kippgrenze beträgt mit vollem Brühbehälter für die kleinere 1000-l-Variante 35° und für die 2000-l-Maschine 24°. Die Maschinenbreiten betragen 1460 bzw. 1560 mm. Daraus läßt sich ein schmaler Aufbau erkennen. Durch die spezielle Behälterform soll erreicht werden, daß

die beim Abgleiten der Zweige entstehenden Blattbeschädigungen auf ein Mindestmaß begrenzt werden. Ein wesentliches Merkmal dieser Maschinen ist, daß der Axiallüfter und die Applikationseinrichtung voneinander getrennt angeordnet sind, um eine Rücksaugwirkung des Axiallüfters zu verhindern. Dadurch wird vermieden, daß sich aus dem Sprühschleier zurückgesaugte Brühe zusammen mit Staub auf dem Laufrad des Axiallüfters anlagert und eine Unwucht verursacht. Der Lüfter ist vorn angeordnet. Heckseitig am Luftschaft, der durch den Brühbehälter hindurchführt, können zwei verschiedene Applikationseinrichtungen angeschlossen werden, entweder eine leicht nach hinten weisende Luftleitvorrichtung mit einfachem Luftstrom oder eine Luftleitvorrichtung mit nach vorn und nach hinten weisendem Doppelluftaustritt. Die erste Variante führt zu größeren Wirkungsweiten, die andere zur besseren Bedeckung.

In den Luftstrom ragen Hochdruckstrahldüsen, deren Spritzwinkel variiert werden kann. Außerdem sind seitlich und oben Luftleitplatten angeordnet. Mit der richtigen Einstellung der Düsen und der Luftleitplatten kann das gewünschte Verteilungsspektrum erreicht werden. Dabei können bei bestimmten Anwendungsfällen die unteren und/oder oberen Düsen blindgeschlossen werden.

Der Axiallüfter arbeitet mit konstanter Drehzahl. Die Einstellung des Luftdurchsatzes wird durch Veränderung des Anstellwinkels der Laufradschaufeln für Luftmengen von 20000 bis 65000 m<sup>3</sup>/h erreicht. Die Luftaustrittsgeschwindigkeit ändert sich damit zwischen 12 m/s und 35 m/s. Für den Antrieb der Maschinen sind die Zapfwellendrehzahlen von 540 und 1000 U/min geeignet. Für höhere Luftdurchsätze ist die Drehzahl von 1000 U/min günstiger. Die Luftförderung kann durch Ausschalten des Lüfterantriebs abgestellt werden. Das kann sowohl aus



Bild 1. Pflanzenschutzmaschine Kertitox Bóra B-10/61