

Entwicklung und Einsatz von Kombinationsgeräten für Bodenbearbeitung, Düngung und Aussaat in Finnland¹

Prof. Dr. E. H. Oksanen

Leiter des Instituts für Landtechnik der Universität Helsinki

1. Untersuchungen über Düngerausbringung

Die Ausbringung von Düngemitteln und ihre Wirkung waren in vielen Ländern schon lange Gegenstand der Forschung. So erhielt man z.B. bei Versuchen in Schweden Ende der dreißiger Jahre gute Ergebnisse mit der Placierung von körnigem Superphosphat.

Gegen Ende der fünfziger Jahre wurden in Finnland die Untersuchungen über die Düngerausbringung von neuem aufgenommen und bald in allen Teilen des Landes und seit Mitte der sechziger Jahre auch in den übrigen skandinavischen Ländern durchgeführt. Zu den besten Ergebnissen führte eine Reihendüngung in einer Tiefe von 8 bis 10 cm, das heißt, 3 bis 4 cm tiefer als die Drillreihen. Die seitliche Entfernung zwischen Dünger- und Drillreihen darf sogar 7 cm sein. Es reicht somit, wenn jeweils für zwei Drillreihen ein Düngerschar zur Verfügung steht, da die Entfernung zwischen zwei Drillreihen allgemein 12,5 cm beträgt. Zur Vermeidung von Brandschäden sollte kein starker Dünger, z. B. Harnstoff, unmittelbar unter einer Drillreihe abgelegt werden.

Auf lehmhaltigen Böden in Südfinnland bewirkte die Reihendüngung zu Sommergetreide einen durchschnittlich 16 Prozent höheren Ertrag im Vergleich zur Breitdüngung mit gleichen Düngermengen.

In Mittel- und Nordfinnland sowie auf organischen Böden war der Ertragszuwachs — wie auch in den übrigen skandinavischen Ländern — nicht so groß. Die besten Ergebnisse erzielt man mit der N-Reihendüngung. Aufgrund einer besseren Nährstoffausnutzung ist der Feldaufgang schneller und üppiger. Auch das Reifen erfolgt gleichmäßiger und früher. Zur Erntezeit war der Feuchtigkeitsgehalt der Körner um 2 bis 6 Prozent geringer und die Masse je Hektoliter etwas höher. Der Unkrautwuchs war bei Reihendüngung geringer als bei Breitdüngung. Beregnung führt bei Reihendüngung zu günstigeren Ergebnissen als bei Breitdüngung, das heißt, zu einem Mehrertrag des Sommergetreides von etwa 40 Prozent. Anscheinend ergänzen Reihendüngung und Beregnung einander, denn die Untersuchungen haben bewiesen, daß sie kombiniert einen um 60 bis 65 Prozent höheren Ertrag ergeben, während sich ihre Wirkung getrennt auf etwa 16 und 40 Prozent beläuft. Reihendüngung weist die größte Wirkung während des primären Wachstums der Pflanze auf. Beregnung etwas später.

2. Die Entwicklung des Reihenstreuers

In den fünfziger Jahren wurden in Finnland in geringem Umfang Kombinationsgeräte für das gleichzeitige Drillen und Düngen importiert. Bei diesen erfolgte die Düngerablage durch die Drillschare, so daß Dünger und Saatgut gemischt wurden, wodurch Brandschäden entstanden.

In der Mitte der sechziger Jahre bestanden gute Voraussetzungen für die breite Einführung des Reihenstreuers. Die Traktoren waren damals schon stark genug, um auch einen

großen Reihenstreuer anzuhaken und fortzubewegen; fast alle Düngemittel waren in körniger Form vorhanden und für den Reihenstreuer geeignet; man wollte die Arbeitsbreiten vergrößern und die Arbeitsgänge kombinieren; den teuren Dünger wollte man optimal ausnutzen usw.

In den Jahren 1964 bis 1973 wurden in Finnland etwa 15 000 Reihenstreuer verkauft. Das entspricht 30 Prozent aller in dieser Zeit verkauften Düngerstreuer. Den Höhepunkt erreichte die Herstellung und der Verkauf während der Jahre 1967 bis 1970, als in Finnland jährlich 2200 bis 3000 Maschinen verkauft und außerdem viele Geräte für den Export hergestellt wurden.

Schätzungsweise wurde während der Jahre 1969 bis 1970 ein Drittel der Sommergetreidefläche in Finnland mit einer Gesamtfläche von 1,0 bis 1,1 Mill. ha, was etwa 40 Prozent der gesamten Ackerfläche entspricht, mit Reihenstreuern gedüngt. Am meisten fand diese Methode Eingang in den eigentlichen Getreidebaugebieten Südfinnlands, wo an einigen Orten mehr als zwei Drittel der Sommergetreideherstellung in kombinierter Sekundärbearbeitung und Reihendüngung durchgeführt wurde.

Die Reihenstreuer waren seit den Probserien mit einer Rotationsegge zur letzten Feinbearbeitung des Saatbetts ausgerüstet. Die Bearbeitungswirkung der Reihenstreuer ist gut. Auf leichten Böden kann man in einem Arbeitsgang das Eggen und die Düngerablage erledigen. Im allgemeinen muß jedoch vor der Reihendüngung ein- oder zweimal geeggt werden. Je nach Arbeitsbreite, Traktor und Bodenbeschaffenheit beträgt die Arbeitsleistung etwa 1 bis 1½ ha/h. Die Arbeitsgeschwindigkeit kann bis 15 km/h betragen, aber das Nachfüllen des Düngers, das Wenden und anderes nehmen 40 bis 45 Prozent der Arbeitszeit in Anspruch.

3. Die Entwicklung des Kombinationsgeräts

In den Jahren 1965 bis 1968 wurden von vielen Maschinenwerkstätten Kombinationsgeräte in Probserien hergestellt. Unter den vielen gab es auch weniger gelungene Modelle, die bald wieder vom Markt verschwanden. Zur Zeit gibt es vier Hersteller in Finnland.

Auch im Ausland — zumindest in Dänemark und Schweden — werden Kombinationsgeräte, wie die finnischen Geräte, sowohl für den einheimischen Markt als auch für den Export hergestellt. Die kleineren Modelle mit einer Arbeitsbreite von höchstens 3 m sind für Dreipunktaufhängung, die größeren sind Anhängegeräte. Für je zwei Drillscharen ist ein Düngerschar vorgesehen, das heißt, der Dünger wird zwischen zwei Drillreihen abgelegt. Die Flächenleistung einer solchen Maschine ist ziemlich gering. Zwischen den Dünger- und Drillscharen wurde eine Rotationsegge angebracht und hinterher laufen die Druckrollen zum Andrücken der Drillreihen.

Drill-Düngungsgeräte mit Dreipunktaufhängung sind schwer, mit gefülltem Kasten beträgt ihre Masse 1000 bis 2000 kg. Sie setzen die Verwendung von Zusatzmassen vorn auf den Traktoren voraus. Oft ist auch ein hydraulischer Hilfszylinder erforderlich, um das Gerät zu heben. Die erforderliche Zugkraft ist 5 bis 10 PS größer als bei einem Reihenstreuer mit ähnlicher Arbeitsweise, das heißt, 65 bis 75 PS (von der

¹ Gekürzte Fassung eines Vortrags anlässlich des Wissenschaftlichen Kolloquiums der Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik der TU Dresden am 26. September 1973 in Dresden

Zapfwelle gemessen) bei einer Arbeitsbreite von 2,5 bis 3,0 m. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt durchschnittlich 8 bis 9 km/h, die dabei erreichbare Leistung ist etwa 1 ha/h. Im allgemeinen beträgt die effektive Arbeitszeit T_1 etwa 45 bis 50 Prozent der Feldarbeitszeit T_{05} . Die andere Hälfte der Arbeitszeit wird für das Befüllen des Saatkastens, für die Fahrzeit zum Anhänger und zurück, zum Wenden und für Kontrollen benötigt.

Durch die Arbeit mit dem kombinierten Drill- und Düngungsgerät wird die Fahrzeit noch mehr verkürzt und die Geräte müssen weniger gewechselt werden, als bei der Reihendüngung. Da das Bearbeitungsergebnis geringer ist als mit dem Reihendüngerstreuer, muß ein- oder zweimal öfter geggt werden, aber das sind schnelle Arbeitsgänge. Anschließend bleibt nur ein Arbeitsgang übrig, wobei Düngung, Sekundärbearbeitung mit der Rotationsegge, Drillen und Walzen der Drillreihen erledigt werden. Das Niederschlagsrisiko zwischen der Sekundärbearbeitung und dem Drillen wird somit völlig ausgeschaltet.

4. Arbeitsmethoden und Kostenvergleiche

Bei Verwendung getrennter Bearbeitungs-, Düngungs- und Drillgeräte ist der Arbeitszeitaufwand im allgemeinen etwas größer als bei Geräten mit entsprechender Arbeitsbreite beim Reihendüngungs- oder Drilldüngungsverfahren. Wenn man aber große, einzelne Geräte verwendet, werden laut schwedischen Untersuchungen das Düngen und das Drillen schneller erledigt. Bei Verwendung von Geräten mit der gleichen Arbeitsbreite erhöht Reihendüngung die Maschinenkosten jährlich um etwa 250 Finnmark und kombiniertes Drillen und Düngen um 1000 Finnmark. Der durch diese Methode verursachte Mehrertrag gleicht jedoch die höheren Kosten aus. Laut finnischen Untersuchungen ist die Reihendüngung schon auf einer Getreidefläche von weniger als 5 ha lohnender als mit getrennten Geräten. Die Rentabilitätsgrenze des kombinierten Drillens und Düngens liegt im Vergleich zu getrennten Arbeitsgängen bei etwa 13 ha, aber im Vergleich zur Reihendüngung bei fast 100 ha. Die sonstigen, teilweise nicht meßbaren Vorteile des kombinierten Drillens und Düngens wiegen jedoch so schwer, daß es schon auf einer Getreidefläche von etwa 15 bis 20 ha vorteilhafter erscheint als Reihendüngung.

Nach schwedischen Berechnungen ist ein Mehrertrag von 3 bis 4 Prozent erforderlich, um die höheren Maschinenkosten und einen möglicherweise größeren Arbeitsaufwand auszugleichen. Die Versuche haben Mehrerträge von 5 bis 15 Prozent nachgewiesen. Man ist in Finnland und Schweden allgemein davon überzeugt, daß der Ankauf berechtigt ist. Auch in Norwegen, wo die Mehrerträge weniger bedeutend sind, wurden viele kombinierte Drill- und Düngungsgeräte gekauft.

5. Aktuelle Entwicklungsrichtungen

Da sowohl die Reihendüngung als auch das kombinierte Drillen und Düngen schon ziemlich gründlich untersucht wurden und allgemein praktisch angewandt werden, richtet sich die heutige Versuchstätigkeit einerseits auf die Entwicklung leichterer und schnellerer Arbeitsmethoden und andererseits auf die Verbesserung der Maschinenteile, z. B. der Schare und Druckrollen. Wagen für den losen Transport von Düngemitteln und Saatgut befinden sich noch im Entwicklungsstadium.

In Finnland führte man in den Jahren 1970 bis 1972 in großem Ausmaß Versuche durch mit einer Drillmaschine mit einem normalen Drillabstand von 12,5 cm; aber aufgrund der Drillkonstruktion wurde das Saatgut in einem 7 cm breiten Streifen abgelegt. So blieb zwischen zwei Streifen 5,5 cm Zwischenraum. Das Drillschar gleicht einem Gänsfußschar

eines Kultivators, mit einem runden Sporn in der Mitte, der die Saatkörner zu einem Streifen verbreitert. Bei Sommerweizen führt diese Drillmethode zu einem um 5 Prozent höheren Ertrag im Vergleich zur Ablage in 2 cm breiten Reihen. Bei Gerste konnten keine Ertragsunterschiede festgestellt werden. Gerste wächst auch in sehr schmalen Reihen leicht buschig, aber für Weizen ist eine dünnere Saattiefe im Streifen vorteilhaft.

Da die Ergebnisse jedoch nicht so günstig waren wie in anderen Ländern und auch den in Finnland gestellten Erwartungen nicht entsprachen, hat unser Institut die Untersuchungen mit Streifenablage im Jahr 1973 fortgesetzt. Aufgrund wiederholter und genauer Bodenanalysen wurde u. a. festgestellt, daß die den Pflanzen zur Verfügung stehende Wassermenge im Saatsbett, die in Streifen gesät wurden, kleiner ist als bei Reihenablage. Das Gänseschar lockert die Erde und fördert die Austrocknung mehr als ein Schlepp- oder Scheibenschar. Mit breiten Druckrollen könnte dieser Nachteil reduziert werden. Diese befinden sich zur Zeit jedoch noch im Versuchsstadium. Ihre Konstruktion und Verwendung sind ziemlich kompliziert.

Aufgrund der Überlegung, daß der größte Teil der landwirtschaftlichen Betriebe in unserem Land Kleinbetriebe sind und die Maschinenkosten ständig ansteigen, wurde auch ein Gerät entwickelt, das man sowohl als Reihendünger als auch als Drillmaschine verwenden kann. Die Scharspitze läßt sich hierbei leicht drehen. In der einen Stellung dient sie als Stiefelschar bei Reihendüngung und in der anderen als Schleppschar beim Drillen von Getreide. Man hat auch andere Lösungen für ein einziges Gerät zum Düngen und Säen vorgeschlagen, aber diese sind teilweise noch unvollendet. Es gibt demnach noch vieles für die Forschung und Entwicklung zu tun, obwohl die Hauptprobleme geklärt wurden und gut funktionierende Geräte, die von der Industrie hergestellt werden, entwickelt worden sind. Reihendüngung und mehr noch kombiniertes Drillen und Düngen wurden in Finnland definitiv akzeptiert und es müßten umwälzende Erfindungen gemacht werden, um diese Methoden verdrängen zu können.

6. Zusammenfassung

Im Jahre 1964 wurde das erste kombinierte Drill- und Düngungsgerät gebaut, wobei auf einem einzigen Gestell ein vollständiger Reihendünger zusammen mit einer normalen Drillmaschine montiert wurde. Das Gerät war schleppbar. Die nach 3 bis 4 Entwicklungsjahren industriell gefertigten Geräte waren sehr betriebssicher.

Ein Drittel der Getreidefläche Finnlands wird heutzutage kombiniert bestellt und gedüngt und beinahe ein Viertel wird nacheinander mit dem Reihendünger und mit der Drillmaschine bearbeitet.

Ein Gerät mit einer Arbeitsbreite von 2,5 bis 3,0 m braucht einen Traktor mit einer Zapfwellenleistung von etwa 65 bis 75 PS. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt 8 bis 9 km/h und die Flächenleistung etwa 1 ha/h.

Die Verwendung eines Reihendüngers anstelle von getrennten Bearbeitungs-, Düngungs- und Drillgeräten ist in Finnland aufgrund der Mehrerträge schon für eine jährliche Getreidefläche von weniger als 5 ha rentabel; für die teureren, kombinierten Drill- und Düngungsgeräte gilt eine Rentabilitätsgrenze von etwa 13 ha.

In der letzten Zeit ist man bestrebt, die Arbeitsverfahren des kombinierten Drillens und Düngens zu beschleunigen und zu erleichtern, indem man zur Verwendung von loseem Dünger und Saatgut übergeht. Umfangreiche Untersuchungen wurden mit Drillscharen durchgeführt. Ein Drillmodell, das das Saatgut in einem 7 cm breiten Streifen ablegt, hat zu vielversprechenden Ergebnissen geführt.

A 9368