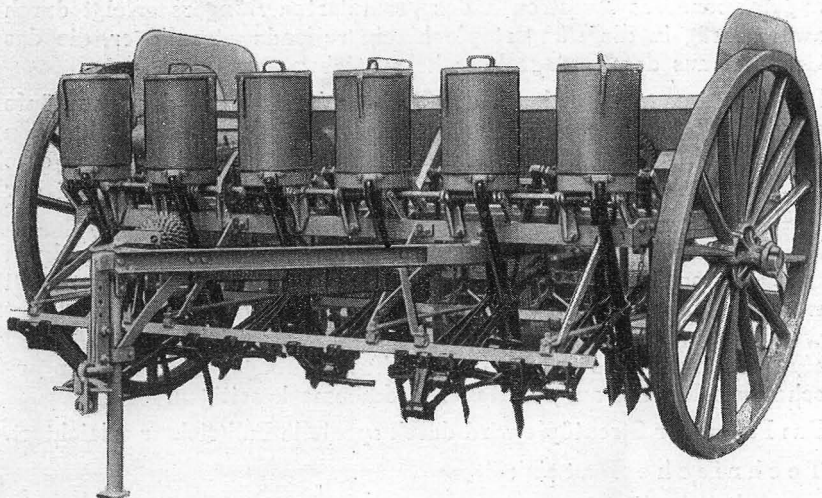


Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin  
Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim  
Landmaschinenprüfwesen

## Prüfbericht Nr. 105

**2,5 m Schlepperdrillmaschine  
mit Granulat-Tiefdüngungsvorrichtung**

**VEB Landmaschinenbau Bernburg**



**2,5 m Schlepperdrillmaschine mit Granulat-Tiefdüngungsvorrichtung**

Bearbeiter und Berichterstatter: Dipl.-Landwirt H. Kaiser

## Beschreibung und Wirkungsweise

Die vom VEB Landmaschinenbau Bernburg entwickelte Drillmaschine mit Granulat-Tiefdüngung, Typ A 261, besteht aus dem normalen Saatkasten mit Stellwerk und sonstigem Zubehör für Drillmaschinen vom Typ Saxonia; lediglich der Rahmen wurde für den Aufbau der Granulat - Tiefdüngungsvorrichtung verbreitert und verstärkt. Die Düngerstreueinrichtung besteht aus sechs rotierenden Streutöpfen mit je zwei Ausläufen und zwölf Tiefdünger-Drillhebeln mit Federdruckbelastung, Dammzustreichern und Teleskop-Düngerleitungen.

Vom Drillmaschinenantrieb wird der Antrieb der Streutöpfe abgenommen und durch eine Kette übertragen. Durch das Auswechseln von Zahnradpaaren wird die Einstellung der Düngermenge in den Grenzen von 50—300 kg/ha bei einer Granulatkörnung von 2—8 mm ermöglicht.

Sämtliche Streubehälter werden über Kegelräder von einer Welle aus angetrieben. Das Ausstreuen des granulierten Düngers erfolgt durch zwei schräg in die Düngertöpfe hineingreifende Streufinger, die das Granulat aus dem Bodenschlitz herausziehen.

Die Streumenge wird durch die Drehgeschwindigkeit der Streutöpfe reguliert. Das Rotieren der gesamten Streutöpfe mit Inhalt hat den Vorteil, daß innerhalb des Behälters keine rührende, sondern nur eine entleerende Bewegung des Düngers erfolgt, was zur Schonung der Granulate sehr wertvoll ist.

Die Düngerschare stehen unter Federdruck. Die Arbeitstiefe kann durch verschiedene Rastenstellungen der Ausrückhebel eingestellt werden. Es wurde eine Scharform gewählt, die den Boden möglichst wenig auflockert. Schaugläser oben am Schartrichter ermöglichen eine Kontrolle des Düngerflusses. Zuschleifbügel an den Düngerscharen sollen die aufgeworfenen Erddämme beseitigen.

Das Füllen der Streutöpfe wird durch spezielle Fülltrichter erleichtert.

### Technische Daten:

Arbeitsbreite .....	2500 mm
Größte Breite .....	2885 mm
Größte Höhe .....	1660 mm
Größte Länge .....	3520 mm
Gewicht .....	1100 kg
Antrieb .....	Bodenantrieb — Laufrad
Raddurchmesser .....	1410 mm
Felgenbreite .....	80 mm
Anzahl der Streutöpfe .....	6 Stück
Inhalt der Streutöpfe .....	102 dm <sup>3</sup> = ca. 17,5 kg

Regulierung der Streumenge .....	auswechselbare Zahnradpaare für 30 Übersetzungen
Anzahl der Düngerdrillhebel .....	12 Stück
Arbeitstiefe der Düngerschare .....	bis 10 cm
Sonstige Daten wie bei der Drillmaschine Typ Saxonia	
Richtpreis .....	2500,— DM

## Prüfungsumfang

Werden granuliertem Düngemittel durch geeignete Geräte in eine günstige Lage zu den Pflanzenwurzeln gebracht, dann kann die Düngerfestlegung im Boden verringert und ihr Ausnutzungsgrad verbessert werden.

Da die zweckmäßigste Art der Einbringung in den Boden und andere ackerbauliche Fragen noch nicht genügend geklärt sind, wurden die fünf zur Prüfung gestellten Geräte der Nullserie zunächst den Instituten für landwirtschaftliches Versuchs- und Untersuchungswesen zugeleitet.

Der späte Auslieferungstermin (Oktober) ließ im Herbst 1954 keinen nennenswerten Einsatz mehr zu. Um die Wirkung des granulierten Düngers und der Reihendüngung nachzuprüfen, wurde ein Versuchsprogramm für Zuckerrüben ausgearbeitet. Nach Anlegung der Feldversuche kamen die Maschinen im Frühjahr 1955 in den angeschlossenen Gutsbetrieben und benachbarten MTS zum Einsatz, um die technische Funktion im Dauerbetrieb zu prüfen.

Die technische Prüfung bezog sich vorwiegend auf die Funktion der Düngerstreuvorrichtung, da es sich bei dieser neuen Maschine im Prinzip um die in der Praxis bereits bewährte Drillmaschine vom Typ „Saxonia“ handelt, die mit zusätzlichen Düngerdrill-Aggregaten versehen und entsprechend verstärkt wurde.

Mit einer Maschine wurden auf Prüfständen und im praktischen Einsatz die erforderlichen Messungen durchgeführt. Die Ergebnisse eines Forschungsauftrages des Landmaschineninstituts der Universität Berlin über Reihendüngung standen für die Auswertung ebenfalls zur Verfügung.

## Technische Prüfung

Die bisher durchgeführten Forschungen in Bezug auf Granulierung und Reihendüngung erbrachten folgende grundsätzliche Forderungen:

1. Die Granulate müssen so tief eingebracht werden, daß sie bei den Pflegearbeiten in ihrer Lage nicht verändert werden. Sie sollen in 6—10 cm Tiefe unterhalb der Wurzeln oder im Wurzelhorizont zu liegen kommen.

2. Die Granulatgröße muß so gewählt werden, daß auch bei den oft erforderlichen geringen Düngergaben ein Mindestabstand von Granulat zu Granulat eingehalten wird. Bis genauere Ergebnisse vorliegen, wird ein Mindestabstand von 10 cm angenommen. Gleiche Granulatgröße vorausgesetzt, muß also der Streumechanismus zur Einhaltung dieses Abstandes um so genauer arbeiten, je geringer die Düngergabe bemessen wird.

#### Streumenge:

Die Mindestanzahl der Granulate je Hektar bei idealer Verteilung ist abhängig vom Reihenabstand. Bei 12 Düngerreihen auf 2,5 m Arbeitsbreite müssen 480 000 Granulate verteilt werden, um 10 cm Abstand in der Reihe zu erhalten.

Das fabrikmäßig granuliert Superphosphat aus Coswig setzte sich aus folgenden Sortierungen und 1000-Korngewichten zusammen:

Sortierung	%-Anteil	TKG
0 — 2 mm	3,4 %	—
2 — 4 mm	37,0 %	40 g
4 — 6 mm	40,8 %	116 g
über 6 mm	18,8 %	493 g

In einem Doppelzentner sind also enthalten:

2 — 4 mm = 916 000 Granulate

4 — 6 mm = 352 000 Granulate

über 6 mm = 38 000 Granulate

1 306 000 Granulate

Mit einem Granulat dieser Zusammensetzung dürfen also die Düngergaben 37 kg/ha nicht unterschreiten, um den genannten Forderungen zu entsprechen.

Die Düngerstreuvorrichtung muß mit dem jeweils vorliegenden Granulatdünger abgedreht werden, da die Streutabellen nur Richtwerte enthalten. Zur Ermittlung der Streugenauigkeit der Granulatöpfle wurde die Drillmaschine auf dem Prüfstand mit Dünger abgedreht.

Beim Vergleich der Umdrehungszahlen mit den ausgestreuten Mengen ergab sich, daß die Streumenge nicht im direkten Verhältnis zur Umdrehungszahl der Streutöpfe steht.

Bei diesen Abdrehversuchen wurde ausgesiebtes Granulat in den Sortierungen 2,5—4,5 mm, 4,5—7,0 mm und 7,0—12,0 mm Körnung verwendet und mit einer der Fahrgeschwindigkeit von 5,22 km/h entsprechenden Abdrehgeschwindigkeit gearbeitet.

Hierbei spielte es keine Rolle, ob das Abdrehen mit der dafür vorgesehenen Kurbel oder durch Drehen des Antriebsrades bei hochgebockter Maschine erfolgte.

Mit wachsender Granulatgröße verringert sich die prozentuale Abweichung vom Drehzahlverhältnis der Streutöpfe.

Die gleichmäßige Verteilung der zu streuenden Düngermenge auf die einzelnen Düngerschare ist wichtig, um im Boden annähernd die gleiche Kornzahl je laufenden Meter zu erhalten.

Es stellte sich bei den Versuchen heraus, daß die Lage der Ausflußöffnung einen erheblichen Einfluß auf die Streumenge hat. Der Unterschied zwischen dem vorderen und hinteren Auslauf ist um so größer, je kleiner die Streumenge bemessen wird und je kleiner die Granulate sind. Bei waagerechter Maschine fällt aus dem vorderen Auslauf mehr als aus dem hinten liegenden.

Da man bei geringen Stromengen die Granulate aber klein wählen muß, um einen gewissen Mindestabstand in der Reihe zu gewährleisten, der nicht überschritten werden soll, sind diese Abweichungen bedenklich. Weniger Einfluß haben sie beim Drillen von Rüben, weil hierbei auf jede Saatreihe zwei Düngerreihen kommen, die den Pflanzenwurzeln zur Verfügung stehen. Hierbei dürfte es weniger Bedeutung haben, ob die Pflanze den Dünger vorwiegend links oder rechts vorfindet. Beim Getreide liegen die Verhältnisse umgekehrt; hier kommen auf jede Düngerreihe zwei Saatreihen.

Um die Einflüsse der Fahrgeschwindigkeit und der Schrägstellung der Maschine in Fahrtrichtung zu ermitteln, wurde die Maschine mit zwei Geschwindigkeiten (5,32 und 7,43 km/h) und in waagerechter bzw. in einer um 8° zur Fahrtrichtung geneigten Stellung abgedreht. Die Versuche erfolgten jeweils in dreifacher Wiederholung.

Tabelle 1

**Einfluß der Fahrgeschwindigkeit auf die Streumenge**  
(Mittelwert aus 10 Messungen mit 3 Wiederholungen)

Stellung	Geschwindigkeit	Menge kg	Abweichung %
waagrecht	langsam	3,77	
waagrecht	schnell	3,82	+ 1,3
8° geneigt	langsam	4,02	
8° geneigt	schnell	4,53	+ 11,3

Durch höhere Fahrgeschwindigkeit erhöht sich die Streumenge, die zusätzliche Neigung vergrößert die Auswirkung der erhöhten Geschwindigkeit auf die Streumenge

Tabelle 2

**Einfluß der Schrägstellung der Maschine in Fahrtrichtung auf die  
Streuemenge**

Stellung	Geschwindigkeit	Menge kg	Abweichung %
waagrecht	langsam	3,77	
geneigt	langsam	4,02	+ 7
waagrecht	schnell	3,82	
geneigt	schnell	4,53	+ 16

Während bei waagerechter Maschine die vorderen Ausflußöffnungen mehr Dünger verteilen, ist das bei geneigter Maschine umgekehrt. Die Neigung bewirkt außerdem, daß sich die Abweichungen vom Gesamtdurchschnitt erhöhen.

Tabelle 3

**Verteilung des granulierten Düngers auf die vorderen und hinteren  
Ausläufe**

Geschwindigkeit km/h	vorn (Mittelw.) kg	hinten (Mittelw.) kg	gesamt (Mittelw.) kg	Abweichungen v. Mittelwert ges. %
<b>a) Maschine waagrecht</b>				
5,32	3,98	3,56	3,77	± 5,6
7,43	3,94	3,70	3,82	± 3,0
<b>b) Maschine um 8° in Fahrtrichtung schräg gestellt</b>				
5,32	3,38	4,66	4,02	± 16,0
7,43	3,88	5,18	4,53	± 14,0

Wichtig für die Düngerverteiler ist weiterhin, daß die Granulate beim Streuen nicht zerstört werden. Bei granuliertem Superphosphat wird die Zerfallbereitschaft um so größer, je höher der Wassergehalt ist. Man rechnet bei normal gelagertem Superphosphat mit einem Feuchtigkeitsgehalt zwischen 8—12 %. Die Untersuchungen auf Zerstörung der Granulate wurden mit höheren Feuchtigkeitsgehalten von 13,4 bis 15,5 % durchgeführt, wobei Körnungen von 2—6 mm als Granulate gewertet wurden.

Überraschend war das Ergebnis, daß sich der prozentuale Gesamtanteil des Granulats nach dem Durchlaufen des Streuapparates sogar etwas erhöht hatte (+ 1,5 %). Die wenigen Versuche zeigten aber bisher noch keine Gesetzmäßigkeit, ob der Granulatzuwachs vorwiegend durch Neubildung aus losem Dünger oder durch Zerfall der Übergrößen entstanden ist.

Entscheidend war jedenfalls die Erkenntnis, daß die Granulate durch diesen Streumechanismus nicht zerstört werden. Auch im praktischen Betrieb wurde keine Zerstörung beobachtet. Losen Dünger kann man durch die Streutöpfe nicht austreuen.

#### Zugkraftbedarf:

Der Zugkraftbedarf liegt durch den zusätzlichen Arbeitswiderstand der Düngerschare weit über dem sonst üblichen Durchschnitt der Drillmaschinen. Mit zunehmender Eindringtiefe der Schare ist ein starkes Anwachsen des Zugkraftbedarfes zu verzeichnen. Seine Größe ist weiterhin abhängig von der Bodenart und seinem Bearbeitungszustand, Feuchtigkeitsgehalt und anderen Faktoren. Bei mittleren Bodenverhältnissen und normalen Arbeitsbedingungen wurden sogar Spitzenbelastungen von 1300 kg gemessen.

Tabelle 4

#### Zugkraft- und Leistungsbedarf bei leichtem Boden (Bornim)

Geschwindigkeit m/s	Raste	Tiefe cm	Zugkraftbedarf kg	Leistungsbedarf PS
1,93	3	4—5	450	11,9
1,77	4	5—6	750	17,7
1,73	5	6—7	800	18,5
1,24	7	8—9	880	14,6

Der Abfall der Leistung trotz wachsenden Zugkraftbedarfes bei größerer Tiefeneinstellung erklärt sich aus dem zunehmenden Radschlupf und der dadurch bedingten geringeren Geschwindigkeit. Die Steigerung des Zugkraftbedarfes kann nach den ermittelten Werten als linear angenommen werden. Sie ist beträchtlich und beträgt schon bei leichtem Boden etwa 100 kg/cm Arbeitstiefe der Düngerschare.

Gegenüber der einfachen Drillmaschine erhöht sich die Zugkraft um 300—400 %.

#### Leistung:

Die mit den Drillmaschinen mit Granulat-Tiefdüngung bisher erzielten Leistungen liegen zwischen 0,45 und 0,75 ha/h. Sie sind außer vom Zugkraftbedarf, dessen Größe mit der Arbeitstiefe der Schare und dem jeweiligen Bodenwiderstand wächst, noch von der Art und Stärke des Schleppers, den Füll- und Wendezeiten und anderen Faktoren abhängig. Bedingt durch die zusätzliche Füllzeit der Streutöpfe liegt die Flächenleistung aber immer niedriger als bei der einfachen Drillmaschine — gleiche Verhältnisse vorausgesetzt.

## Festigkeit:

Zur Nachprüfung der Festigkeit wurde die Maschine einem Zerreißversuch unterzogen, wobei die Schare festgelegt und die Maschine hydraulisch einer ansteigenden Zugbeanspruchung ausgesetzt wurde. Nach den bisherigen Erfahrungen ist die Forderung einer dreifachen Sicherheit keinesfalls zu hoch, da beim Anstoß auf ein Hindernis bei im Boden arbeitenden Werkzeugen Belastungen bis zum Zehnfachen der normalen gemessen wurden. Unter Zugrundelegung einer normalen Zugbeanspruchung von 1000 kg in mittleren Böden sollte die Maschine bis 3000 kg belastet werden.

Bei rd. 1800 kg begann das Zugdreieck sich elastisch durchzubiegen, bei rd. 1900 kg Verformungsbeginn der Werkzeugschiene, bei rd. 2000 kg traten bleibende Verformungen auf, ab 2500 kg trat ein Fließen des Materials ein.

Im praktischen Einsatz brachen mehrfach die Düngerschare. Sie wurden deshalb einer maximalen Belastungsprobe unterzogen. Zwei Schare wurden mit dem Boden verankert und hydraulisch steigend belastet. Bei 150 kg je Schar zeigten sich elastische Verformungen und bei 200 kg kam es zum Bruch.

## Einsatzprüfung

Die Arbeitstiefe der Düngerschare ist gleichmäßig und regelbar, doch führen diese Schare bei unsauberem Acker zu häufigen Verstopfungen. Während der Fahrt ist es schwierig, die tiefgreifenden Düngerdrillschare vom davorgesetzten Unkraut usw. zu reinigen; es muß hierfür die Arbeit unterbrochen werden. Erdzusammenschiebungen sind ebenfalls die Auswirkung nicht entfernter Fremdkörper. Drillen quer zur Pflugfurche verringert die Verstopfungsgefahr. Günstig für den Einsatz sind mittlere Böden mit bereits etwas abgesetzten, sauber hergerichteten unkrautfreien Feldern. Durch das hohe Gewicht sinkt die Maschine auf leichten Böden zu tief ein; tonige oder stark steinige Böden verursachen einen zu starken Arbeitswiderstand.

Vor jeder längeren Arbeitspause, bei höherer Luftfeuchtigkeit auch über Nacht, müssen die Streutöpfe entleert werden, da sonst das Granulat verkrustet und Zahnradbrüche des Streugetriebes die Folge sind.

Da der granulierten Dünger beim Transport durch die Erschütterungen aus den Behältern in die Trichter fällt und damit verloren geht, müssen die Töpfe auch vor jedem Umsetzen der Drillmaschine entleert werden. Die Konstruktion ermöglicht eine leichte und schnelle Reinigung. Die Bedienung dieser Maschine erfordert erhöhte Aufmerksamkeit, da die Düngerstreueinrichtungen zusätzlich auf ihre Funktion beobachtet werden müssen. Die tiefe Lage der Schaulöcher an der Rückseite der Düngerschare erschwert die Kontrolle des Düngerflusses.



## Auswertung der Prüfung

Um eine einwandfreie Arbeit der Schlepperdrillmaschine mit Granulat-Tiefdüngungsvorrichtung zu erreichen, sind noch folgende Änderungen notwendig:

1. Die Anhängenvorrichtung in der vorliegenden Ausführung gibt der schweren Drillmaschine nicht genügend Führung, so daß sie in unzulässigem Maße hinter dem Schlepper pendelt.
2. Zugdreieck und Werkzeugschiene werden außerordentlich hoch belastet. Zur Vermeidung von Brüchen wird der Einbau einer Überlastungskupplung in den Zug empfohlen, die bei rund 2000 kg ansprechen muß.
3. Der Düngertopfantrieb ist ebenfalls durch eine Überlastungskupplung zu sichern.
4. Die ungleiche Verteilung des Düngers auf die vorderen und hinteren Ausläufe gibt zu Beanstandungen Anlaß. Die Unterschiede müssen beseitigt oder zumindest auf ein erträgliches Maß verringert werden. Es ist zu untersuchen, ob durch verschiedene Fingerlängen vorn und hinten oder durch andere Befestigung der Streutöpfe — so daß die Düngerausläufe quer zur Fahrtrichtung stehen — Abhilfe geschaffen werden kann.
5. Die Düngerschare genügen den Anforderungen nicht. Sie sind noch zu verstärken, damit sie Belastungen von 300 kg standhalten.
6. Das Gesamtgewicht der Maschine ist für leichte und lockere Böden zu groß; es ist möglichst gering zu halten. Auf eine bequemere Streumengeneinstellung durch ein Stellwerk muß aus diesem Grunde verzichtet werden.

Nach Angaben des Werkes sind die Mängel von Punkt 1, 3 und 5 bereits abgestellt.

Die ackerbauliche Forderung, die Wirkung geringer Superphosphatgaben durch dichtes Heranbringen an die Pflanzen in granulierter Form zu erhöhen, wird durch diese Maschine erfüllt. Da der Dünger gleichzeitig mit dem Drillen ausgebracht wird, kommt ein weiterer Arbeitsgang in Fortfall. Das Düngerstreuen als vorbereitende Arbeit zur Saat kann aber nicht völlig eingespart werden, da sich nicht jeder Dünger granulieren läßt und auch die üblichen Mengen der Grunddüngung für die Streutöpfe zu groß würden. Außerdem sind einige Grunddünger gleichzeitig Bodendünger und sollen deshalb mit der Krume möglichst innig vermischt werden. Aus diesem Grunde ist eine Granulierung nicht immer vorteilhaft.

Die bisherigen Reihendüngungsversuche zeigten, daß eine Verwendung der Reihendüngung nur auf nährstoffarmen Böden erfolversprechend

ist. Da extrem leichte und schwere steinige Böden den Einsatz dieser Maschine erschweren oder sogar unmöglich machen, bleibt die Verwendung auf bestimmte Gebiete begrenzt. Es wäre verfehlt, eine große Anzahl Granulat-Drillmaschinen mit ihrem höheren Material- und damit Geldaufwand zu bauen, ehe die acker- und pflanzenbaulichen Versuche eindeutig die Frage bejahen, daß der höhere Aufwand und die geringere Produktivität durch entsprechende Mehrerträge auszugleichen sind.

## Beurteilung

Die vom VEB Landmaschinenbau Bernburg entwickelte 2,5 m Schlepperdrillmaschine mit Granulat-Tiefdüngungsvorrichtung ermöglicht die gleichzeitige Ausbringung von Saatgut und granuliertem Dünger. Die Düngerstreumenge ist abhängig von der Einstellung, Schrägstellung und Fahrgeschwindigkeit der Maschine, der Lage der Ausflußöffnungen an den Streubehältern, der Beschaffenheit und Sortierung des Granulates und anderen Faktoren.

Da die Düngerstreutabelle nur Richtwerte angibt, muß die Maschine vor jeder neuen Einstellung oder bei Änderung sonstiger Einsatzbedingungen abgedreht werden.

Hierbei sind weitgehend die Verhältnisse (Geschwindigkeit, Neigung usw.) der jeweiligen Einsatzbedingungen zu berücksichtigen.

Mit der Maschine kann die gewünschte Streumenge, gleichmäßiges Granulat vorausgesetzt, mit genügender Sicherheit ausgebracht werden, doch muß die unterschiedliche Verteilung auf die vorderen und hinteren Ausläufe noch beseitigt werden.

Unter dieser Voraussetzung und nach Abstimmung der sonstigen technischen Mängel ist die zur Prüfung gestellte Maschine geeignet, die Ausbringung von granuliertem Dünger weiter zu mechanisieren. Die geprüfte Maschine kann an Stelle der Standard-Drillmaschinen in die Maschinensysteme für die Bestellung eingeordnet werden.

Potsdam-Bornim, den 13. Dezember 1955

I N S T I T U T F Ü R L A N D T E C H N I K

Direktor: Prof. Dr. S. Rosegger