

nolaurat, Dodecylsaccharoseurethan oder Margamuls und Amomuls MS vom VEB Chemische Werke Buna).

Als Werkstoffe sollten solche mit niedriger Oberflächenspannung, wie Polyäthylen und Heideflor, verwendet werden.

4. Zusammenfassung

Bei Flüssigfutter für frühabgesetzte Ferkel mit einem Trokensubstanzgehalt von 10 bis 20 Prozent und Hauptmischungsbestandteilen aus Eiweiß, Fett und Kohlenhydraten werden die Homogenität, die Stabilität, die Fließeigenschaften und die Haftverluste durch die Anwendung von Zuckertensiden günstig beeinflusst. Die Teilchengröße sollte durch mechanische Zerkleinerung bis in kolloidale Größenordnung gebracht werden. Die geeignetsten Werkstoffe sind Polyäthylen und Heideflor.

Zu einigen technologischen Fragen der Aussaat von Wintergetreide durch Agrarflugzeuge

1. Wintergetreideaussaat — ein neues Arbeitsgebiet für Agrarflugzeuge

Seit einiger Zeit werden in einer Reihe von Landwirtschaftsbetrieben verschiedener Gebiete der DDR verstärkt Agrarflugzeuge zur Aussaat von Wintergetreide eingesetzt. So ließen z. B. allein im Kreis Güstrow, Bezirk Schwerin, 1970/71 21 LPG, VEG und kooperative Einrichtungen Winterroggen und z. T. auch Winterweizen auf insgesamt rund 800 ha Anbaufläche durch Agrarflugzeuge der Interflug aussäen. Heute beträgt die jährlich mit dem Flugzeug ausgesäte Fläche in diesem Kreis rund 1200 ha.

In den letzten beiden Jahren (1971 und 1972) wurde im Gebiet der DDR Wintergetreide auf einer Ackerfläche von jährlich 15000 bis 20000 ha aus der Luft ausgesät. Das starke praktische Interesse an dieser neuen Einsatzmöglichkeit von Agrarflugzeugen unterstreicht gleichzeitig die Notwendigkeit, verschiedene damit verbundene Probleme näher zu untersuchen und ein entsprechendes Verfahren zu entwickeln.

2. Technisch-technologische Fragen des Flugzeugeinsatzes

2.1. Flugzeug und Flugtechnologie

Bei der Breitsaat vom Flugzeug aus ist besonders auf eine gleichmäßige Verteilung des Saatguts über die zu besäende Fläche zu achten. Die besten technischen Voraussetzungen dafür besitzt das Agrarflugzeug Z-37, dessen Schleuderstreuausrüstung sich gut für die Saatgutverteilung eignet. Gegenwärtig sind die Streuanlagen M-63 und M-64 (Bild 1) im Einsatz, ab 1974 werden die Flugzeuge Z-37 mit der verbesserten Anlage M-72 ausgerüstet.

Wesentlich ist eine möglichst genaue Einhaltung der Arbeitsfluggeschwindigkeit von 130 km/h = 36 m/s sowie der Arbeitsflughöhe durch den Piloten; sie sollte bei normalen Witterungsbedingungen im allgemeinen 10 bis 15 m betragen. Da sich bei Saatgut die Gefahr einer ungleichmäßigen Verteilung mit zunehmendem Windeinfluß vergrößert, sind die Arbeiten bei Windgeschwindigkeiten über 5 m/s und bei Abweichung der Windrichtung von der Flugachse um mehr als 30° einzustellen. Zur näheren Definition der Grenzbereiche und zur Kennzeichnung von Ausnahmebedingungen sind weitere Untersuchungen erforderlich.

* Institut für Düngungsforschung Leipzig-Potsdam der AdL der DDR (Direktor: Prof. Dr. sc. K. Beer)

Literatur

- 1/ Rössel, D.: Spezielle technische Untersuchungen zur Erforschung der Zusammenhänge zwischen technischer Ausrüstung und tierischer Leistung für Ferkel ab 4 Tagen Lebenszeit unter den Bedingungen der industriellen Schweinefleischproduktion. Forschungszwischenbericht 1970, Sektion Landtechnik, Universität Rostock (unveröffentlicht), S. 94–99
- 2/ Egly, H.: Gestaltung einer Fütterungseinrichtung für die Ferkelaufzucht mit Flüssigfutter in industriemäßigen Produktionsanlagen. Teilbericht zum Forschungsbericht 1972 Sektion Landtechnik, Universität Rostock (unveröffentlicht), S. 24 ff.
- 3/ Janßen, M.: Technik der Arbeitswirtschaft bei Flüssigfütterung, insbesondere in der Hackfruchtmast. KTL-Berichte über Landtechnik, Frankfurt/M. 1969, S. 45 ff.
- 4/ Freitag, B.: Untersuchungen zur optimalen Reinigung und Desinfektion von technischen Ausrüstungen in Ferkelproduktionsanlagen. Studie zum Forschungsbericht 1972, Sektion Landtechnik, Universität Rostock (unveröffentlicht), S. 11 ff. u. 77
- 5/ Beyer, H.: Lehrbuch der organischen Chemie. Leipzig: S. Hirzel-Verlag 1961, S. 309 ff. A 9185

Dr. sc. W. Heymann*

2.2. Verteilungsgenauigkeit des Saatguts und Arbeitsqualität

Die Arbeitsqualität bei der aviotechnischen Getreideaussaat ist abhängig von

- genauer Einhaltung der flugtechnologischen Parameter
- der Leistungsfähigkeit der Avio-Streuanlage und
- den physikalisch-mechanischen Eigenschaften des jeweiligen Saatguts.

Die wichtigste Grundlage für die erreichbare Streugenaugigkeit bei seitlicher Überlappung der einzelnen Streubahnen bildet das von diesen Faktoren bestimmte Streubild (typische Verteilungskurve des Saatguts über die Gesamtstreubreite). Bei der Streuanlage M-64 ergeben sich für die Wintergetreidearten unter Normalbedingungen die im Bild 2 dargestellten Streubilder. Eine Streukurve ist dann günstig zu beurteilen, wenn sie

- möglichst weitgehend symmetrisch ist,
- keine hohe Mittelspitze aufweist,
- weit ausladende flache Seitenflanken besitzt und
- eine absolute Breite von etwa 40 m aufweist.

Sind diese Voraussetzungen gegeben, dann kann im Bereich ab 9 m Arbeitsbreite aufwärts eine beliebige seitliche Überlappung der Streubahnen gewählt werden, ohne daß die

Bild 1. Streuanlage M-64 zum Agrarflugzeug Z-37



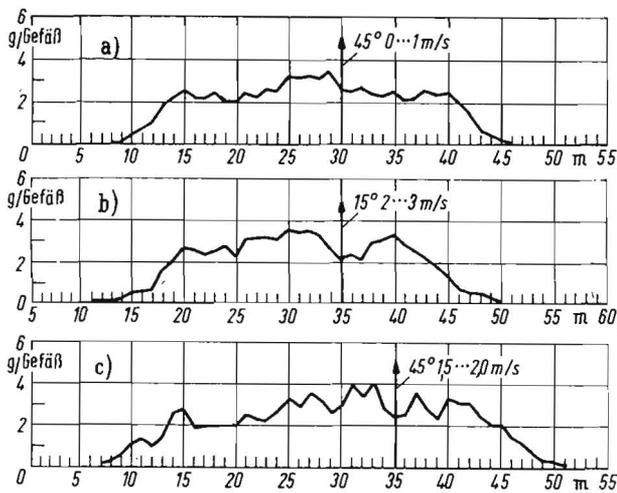


Bild 2. Streubilder bei Aussaat der Wintergetreidearten durch das Agrarflugzeug Z-37:
 a) Roggen, Flug-Nr. 43, 15,0 m Höhe
 b) Wintergerste, Flug-Nr. 55, 14,7 m Höhe
 c) Winterweizen, Flug-Nr. 51, 14,8 m Höhe

Bild 4. Streuung der Verteilungsgenauigkeit der Streuanlage M-72 bei dem im Bild 3 dargestellten Streubild

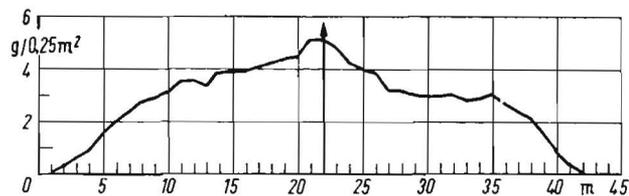
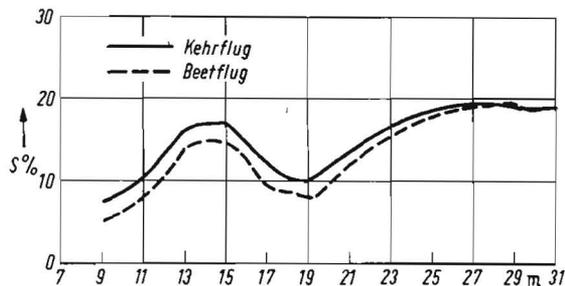


Bild 3. Streubild und Verteilungsgenauigkeit (s%) der Streuanlage M-72 zum Flugzeug Z-37



Streuabweichungen die zulässigen Grenzwerte überschreiten (Bild 3). Damit kann sich der Pilot auch bei der Getreideaussaat den jeweiligen Feldbedingungen ideal anpassen und die Parameter wählen, die unter den konkreten praktischen Bedingungen eine Kombination von hoher Leistung mit maximaler Streugenauigkeit garantieren.

2.3. Arbeitsbreite und Dosierung

Um die vorgegebene Aussaatmenge je Hektar genau einzuhalten, ist die Festlegung der unter den jeweiligen konkreten Bedingungen erforderlichen Arbeitsbreite und Dosierung besonders wichtig. Bei der praktischen Entscheidung durch die Flugzeugbesatzung sind zunächst die auf der Grundlage von Untersuchungen festgelegten Grenzwerte der maximal möglichen Arbeitsbreiten zu beachten. Sie sind Bestandteil der Flugtechnologie und dürfen nicht überschritten werden. Für die Streuanlagen M-63 und M-64 betragen sie bei

Winterroggen und Winterweizen max. 17 m AB
 Wintergerste max. 15 m AB

Für die verbesserte Streuanlage M-72 werden sich diese Werte voraussichtlich erhöhen (s. Bilder 3 und 4).

Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß im Agrarflugeinsatz grundsätzlich nur ganzzahlige Feldüberflüge möglich sind. Entsprechend den vorgegebenen landwirtschaftlichen Einsatzbedingungen (Saatgutaufwandmenge kg/ha und Durchfluglänge des Schlags) können Arbeitsbreite und Dosierung entweder speziellen Diagrammen entnommen oder aber berechnet werden.

Für die Arbeitsbreite gilt

$$b = \frac{Q_f \cdot 10^4}{Q \cdot l \cdot n} \quad [\text{m}]$$

Die Dosierung läßt sich wie folgt berechnen:

$$D = \frac{Q \cdot b \cdot v}{10^4} \quad [\text{kg/s}]$$

b Arbeitsbreite in m

Q_f tatsächlich ausgebrachte Saatgutmenge in kg

Q vorgegebene Saatgutaufwandmenge in kg/ha

l Schlaglänge (Durchfluglänge) in m

Tafel 1. Erforderliche Arbeitsbreiten in m zur Leerung des Flugzeugbehälters in einem Feldüberflug mit dem Agrarflugzeug Z-37 (Q_f Saatgut = 400 kg)

Feldlänge (Durchfluglänge) m	Saatmenge in kg/ha								
	100	125	150	175	200	225	250	275	300
700	57	46	38	33	29	25	23	21	19
800	50	40	33	29	25	22	20	18	17
900	44	36	30	25	22	20	18	16	15
1000	40	32	27	23	20	18	16	15	13
1100	36	29	24	21	18	16	15	13	12
1200	33	27	22	19	17	15	13	12	11
1300	31	25	21	18	15	14	12	11	10
1400	29	23	19	16	14	13	11	10	10
1500	27	21	18	15	13	12	11	10	9
1600	25	20	17	14	13	11	10	9	8

Tafel 2. Erforderliche Dosierung (Durchsatz in kg/s) bei der Getreideaussaat mit dem Agrarflugzeug Z-37, abhängig von spezieller Saatmenge und Arbeitsbreite

Arbeitsbreite m	Saatmenge in kg/ha								
	100	125	150	175	200	225	250	275	300
10	3,6	4,5	5,4	6,3	7,2	8,1	9,0	9,9	10,8
12	4,3	5,4	6,5	7,6	8,6	9,7	10,8	11,9	13,0
14	5,0	6,3	7,6	8,8	10,1	11,3	12,6	13,9	15,1
16	5,8	7,2	8,6	10,1	11,5	13,0	14,4	15,8	17,3
18	6,5	8,1	9,7	11,3	13,0	14,6	16,2	17,8	19,4
20	7,2	9,0	10,8	12,6	14,4	16,2	18,0	19,8	21,6
22	7,9	9,9	11,9	13,9	15,8	17,8	19,8	21,8	23,8
24	8,6	10,8	13,0	15,1	17,3	19,4	21,6	23,8	25,9

n ganzzahlige Anzahl an Feldüberflügen

D Dosierung in kg/s

v Arbeitsfluggeschwindigkeit in m/s

Für den laufenden praktischen Einsatz können zur Vereinfachung Hilfstabellen benutzt werden, aus denen sowohl die theoretisch notwendigen Arbeitsbreiten (Tafel 1) als auch die dazugehörigen Dosierwerte (Tafel 2) entnommen werden können; diese Tafeln lassen sich nach Bedarf natürlich beliebig verfeinern.

Um jedes Risiko auszuschalten und so exakt wie möglich zu arbeiten, wird empfohlen, zu Beginn einer größeren Gruppe von Aussaateinsätzen sowie bei Wechsel der Getreideart einen Probeflug mit nachfolgender Kontrollberechnung

durchzuführen. Dabei sind die den Tafeln 1 und 2 entnommenen Orientierungswerte stets etwas niedriger anzusetzen, um zu gewährleisten, daß eine gewisse Saatgut-Restmenge im Flugzeugbehälter als Reserve verbleibt. Dieses Verfahren hat sich bereits praktisch gut bewährt /1/.

Folgendes Beispiel soll die Verfahrensweise erläutern: Bei einer auszubringenden Saatmenge von 200 kg/ha und einer Schlaglänge von 1200 m wären zur Leerung des Flugzeugbehälters 17 m AB erforderlich. Die Dosierung wird dann entsprechend Tafel 2 etwa für 16 m AB mit rund 11 kg/s vorgewählt. Nach Beladen des Flugzeugs mit 400 kg Saatgut und einem Probeflug über die bekannte Schlaglänge liest der Pilot die im Behälter verbliebene Saatgut-Restmenge (z. B. 40 kg) ab. Daraus ergibt sich dann

$$b = \frac{360 \cdot 10000}{200 \cdot 1200} \approx 15 \text{ m.}$$

In diesem Fall ist also 15 m die tatsächlich anzuwendende Arbeitsbreite, die eine genaue Aushringung der vorgegebenen Saatmenge je Hektar bei Einhaltung einer hohen Verteilungsgenauigkeit gewährleistet.

3. Technologische Fragen im Bereich der Landwirtschaft

Neben den primär bedeutsamen flugtechnologischen Problemen sind auch im Bereich der Landwirtschaft einige technologische Gesichtspunkte zu beachten.

3.1. Saatguttransport und Flugzeugbeladung

Für die Beladung des Flugzeugs mit Saatgut kann die bei Düngungseinsätzen bewährte Grundtechnologie übernommen werden. Es bestehen im Prinzip zwei Möglichkeiten:

- Losetransport des Saatguts mit Hilfe kombinierter Transport- und Übergabefahrzeuge sowie Befüllen des Beladesacks am Arbeitsflugplatz auf gleiche Weise wie bei Düngemitteln
- Sacktransport auf üblichen Transportfahrzeugen, wobei am Arbeitsflugplatz (AFP) die Säcke einzeln in den Flugzeugheladesack geleert werden müssen. Bei diesem Verfahren wird mindestens 1 AK mehr benötigt als beim Losetransport.

Bei beiden Verfahren ist, wie bei der Mineraldüngung, ein fahrbarer Lader T 170/172 oder ein Mobilkran T 174 als Beladeaggregat für das Flugzeug erforderlich.

3.2. Aussaat sowie Vor- und Nacharbeiten

Die Vorbereitung des Saatackers sollte ebenso wie für eine Drillsaat erfolgen. Die Bodenoberfläche soll möglichst glatt und gleichmäßig (ohne tiefe Rillen und Spuren) vorbereitet werden. Ein vorheriges Anwalzen des Ackers, besonders auf leichten Böden und bei Trockenheit, ist zu empfehlen.

Das Kernproblem ist die Einarbeitung des auf der Bodenoberfläche verteilten Saatguts, da hiervon die Keimbedingungen, der Feldaufgang und die Bestandesdichte wesentlich bestimmt werden. Bei der Wahl der Einarbeitungsgeräte sollten die unterschiedlichen Ansprüche der Getreidearten und der Feuchtigkeitszustand des Bodens beachtet werden. Während für die flache Einarbeitung von Roggen eine mittelschwere Egge genügt, ist für die übrigen Getreidearten ein tieferes Einarbeiten notwendig (Eggenkombination, schwere Egge, Feingrubber).

Bei der Einarbeitung ist es vorteilhaft, den Traktor mit Zwillingsbereifung auszurüsten, damit der Bodendruck verringert wird und keine zu tiefe Fahrspur entsteht.

Die Keimung und der Feldaufgang hängen weitgehend vom Feuchtigkeitszustand des Bodens und dem Witterungsverlauf unmittelbar nach Aussaat und Einarbeitung des Saatguts ab. Am günstigsten ist es, wenn nach der Aussaat Niederschläge fallen. Diese Voraussetzungen sind bei der Aussaat von Wintergetreide in den meisten Fällen gegeben.

Die eindeutigsten Ergebnisse wurden bisher bei Winterroggen (einschließlich Futterroggen) erzielt. Besonders auf leichten Böden wirkt sich die flache Einarbeitung bei dieser Getreideart günstig aus und führte in einzelnen Fällen gegenüber der Drillsaat zu Mehrerträgen. Bei Winterweizen und Wintergerste spielt der Einarbeitungseffekt in Verbindung mit der Feuchtigkeit des Bodens eine etwas größere Rolle als bei Winterroggen. Bei ausreichender Einarbeitung der Saat wurden jedoch auch bei diesen Getreidearten Erträge erzielt, die denen der Drillsaat gleichwertig waren.

3.3. Flächenleistung, Arbeitsproduktivität, Kosten

Bei entsprechend großen Schlägen und kurzen Anflugentfernungen (nicht über 3 km) werden, abhängig von den örtlichen Bedingungen, Flächenleistungen von 10 bis 15 ha/h (100 bis 150 ha/Tag) erreicht. Der AKh-Bedarf liegt um etwa 25 bis 35 Prozent niedriger als bei der Aussaat mit der Drillmaschine A 591-500, bezogen auf den Arbeitsabschnitt Saatbettbereitung und Aussaat. Demgegenüber liegen die technologischen Kosten für den gleichen Arbeitsabschnitt um etwa 10 Prozent über denen des Drillmaschineneinsatzes /2/.

LPG, VEG und kooperative Abteilungen Pflanzenproduktion, die bisher bereits Wintergetreide durch Flugzeuge aussäen ließen, nennen als bedeutendste Vorteile vor allem

- hohe Schlagkraft und Leistungsfähigkeit
- bessere Einhaltung der agrotechnisch günstigsten Aussaat-Zeitspannen
- wesentliche Entlastung der Landwirtschaftsbetriebe in der Zeit der Herbstarbeitsspitze sowie die Freisetzung von Arbeitskräften, Traktoren und Transportfahrzeugen für andere dringende Arbeiten (Hackfrucht- und Futterernte, Bodenvorbereitung usw.).

Das neue Verfahren wird in Zukunft eine wertvolle Ergänzung zum üblichen Einsatz von Bodenmaschinen (Drillsaat) bilden und der Praxis helfen, mit den oft auftretenden Termenschwierigkeiten bei der Aussaat leichter als bisher fertig zu werden.

4. Zusammenfassung

In verschiedenen Bereichen der landwirtschaftlichen Praxis der DDR beginnt sich die Aussaat von Wintergetreide, besonders Winterroggen, durch Agrarflugzeuge als ergänzendes Aussaatverfahren stärker durchzusetzen. Die technischen Voraussetzungen dazu sind durch das mit einer Schleuderstreuanlage ausgerüstete Agrarflugzeug Z-37 gegeben.

In technologischer Hinsicht kommt es besonders auf eine gleichmäßige Saatgutverteilung mit einem minimalen Streufehler ($s < \pm 20$ Prozent) an. Das setzt eine genaue Einhaltung der vorgegebenen Flugtechnologie (Arbeitsflughöhe, -geschwindigkeit, horizontale Flugbahn sowie Grenzwerte der maximal möglichen Arbeitsbreiten und Windgeschwindigkeiten) durch die Flugzeugbesatzung voraus. Die Arbeit enthält konkrete Anweisungen zur optimalen Auswahl von Arbeitsbreite und Dosierung in Abhängigkeit von den jeweiligen konkreten landwirtschaftlichen Einsatzbedingungen.

Im Bereich der Landwirtschaft ist besonders auf eine gute Ackervorbereitung (glatte, krümlige Oberfläche) und auf eine sofortige Einarbeitung des obenauf liegenden Saatguts zu achten. Die einzelnen Getreidearten stellen an die Einarbeitung unterschiedliche Anforderungen.

Literatur

- /1/ Schumacher, W.: Aviochemischer Pflanzenschutz und Getreideaussaat aus der Luft. Mitteilungen der VdGB Nr. 70 (1972), S. 7-8
- /2/ Heymann, W. / G. Kramm / K. Zahradnik: Bisherige Erfahrungen mit der Aussaat von Wintergetreide durch Agrarflugzeuge. Agrarfluginformation der Interflug, Betrieb Agrarflug, agra 1973 (im Druck) A 9134