

Untersuchungen über die Verteilungsgüte beim Spritzen auf Damm-Furchen-Profilen

M. Mamoun Yahia
Insitut für Landtechnik, TU Berlin

1. Vorwort

Das Spritzen von Chemikalien (einschließlich Herbiziden) erfolgt normalerweise mit Standarddüsen, die im Falle von Flächenspritzgeräten an einem waagerechten Balken angeordnet sind. Da meist eine möglichst gleichmäßige Bedeckung einer ebenen Bodenoberfläche erreicht werden soll, erfolgt die Prüfung, das heißt die Aufnahme der Verteilungsbilder, auf einer ebenen, rechtwinklig zur Düsenachse stehenden Oberfläche eines Verteilungsprüfstandes. Entsprechend gelten die Empfehlungen der Düsenhersteller oder Prüforganisationen nur für ebene Bodenoberflächen beziehungsweise für Pflanzen, die auf ebenem Boden wachsen.

Wo die Pflanzenkultur die Bildung von Dämmen und Furchen erfordert, ist die Bedeckung dann normalerweise ungleichmäßig. Andererseits ist aber auch hier eine gleichmäßige Verteilung eine wichtige Vorbedingung für eine ökonomische und wirkungsvolle Anwendung von Herbiziden. Das Spritzen von Herbiziden kann, wenn entsprechend durchgeführt, die Produktionskosten auch von Kulturen wie Baumwolle, Erdnüsse oder Zuckerrohr erheblich herabsetzen.

Die Unkrautbekämpfung unter Verwendung von Herbiziden ist wegen der chemischen Eigenschaften der Mittel und ihrer Selektivität, wegen der unterschiedlichen Unkrautarten, ihrer Wachstumseigenschaften und Toleranzen und nicht zuletzt wegen der verschiedenen Bodenbeschaffenheiten und Bearbeitungsmethoden, besonders in tropisch-subtropischen Regionen, noch nicht in allen Fällen ein sicheres Verfahren. In jedem Fall gilt die korrekte Verteilung von Herbiziden als Voraussetzung für eine wirksame Unkrautbekämpfung bei gleichzeitiger Schonung der Kulturpflanzen.

Neben der Ganzflächenspritzung ist die Bandspritzung eine weitere Methode, allerdings für spezielle Fälle.

Für beide Spritzarten gibt es Düsen, die zufriedenstellende Ergebnisse liefern, doch sind die Verteilungsbilder dieser Düsen praktisch immer für eine ebene Bodenoberfläche mit oder ohne Pflanzenbedeckung ausgelegt und werden dementsprechend auf einem ebenen Versuchsstand geprüft.

2. Verteilungsuntersuchungen auf Damm-Furchen-Profilen

Die notwendigen Kultivierungsmethoden beim Anbau von Früchten wie Baumwolle und Erdnüsse, beispielsweise im Gezira Scheme (Sudan), erfordern die Bildung von Dämmen

und Furchen. Das Verteilungsbild nach Bespritzen dieser Profile ist ohne die Berücksichtigung besonderer Düsenanordnungen unregelmäßig und dadurch für eine Herbizid-anwendung nicht geeignet.

Verteilungsuntersuchungen auf Damm-Furchen-Profilen wurden unter idealisierten Bedingungen in einer Versuchshalle durchgeführt mit dem Ziel, die günstigsten Kombinationen von Düsenart, Druck, Düsenhöhe, Abstand und Position für die gleichmäßige Spritzung eines gegebenen Damm-Furchen-Profiles zu finden. Der Windeinfluß, der unter Feldbedingungen auch entscheidenden Einfluß haben kann, wurde hier nicht berücksichtigt.

Düsen produzieren nicht eine einheitliche Tröpfchengröße, sondern Tröpfchen der verschiedenen Größenklassen in unterschiedlicher Häufigkeit (Größenspektrum). Das Größenspektrum hängt von der Düsenart, dem Druck und den physikalischen Eigenschaften der Sprühflüssigkeit und der Luft ab und bestimmt die Abdrift unter Windeinfluß. Zur Ermittlung des Spektrums müssen die Tröpfchen gemessen, gezählt und klassiert werden. Das würde aber den Umfang dieser Versuche, die sich hauptsächlich mit den Verteilungsbildern befassen, überschreiten. Durch Düsen mit abdriftunempfindlichem Strahl (das heißt mit relativ großen Tröpfchen) kann ein sicherer Einsatz auch unter Windeinfluß gewährleistet werden, vorausgesetzt, daß ihr Verteilungsbild den spezifischen Anforderungen des Damm-Furchen-Profiles genügt. Windschutzvorrichtungen könnten eventuell zusätzlich verwendet werden, um den unerwünschten Windeinfluß zu reduzieren oder zu beseitigen.

Die in Baumwolle üblichen Dammformen mit 80 cm Abstand und 25 cm Furchentiefe wurden aus Blech mit Sisalbelag hergestellt, sie gleichen dem tatsächlichen Damm-Furchen-Profil unter Gezira-Bedingungen (Bild 1). Glas-Objektträger (5 × 5 cm) wurden in Abständen von 10 cm auf dem Profil angeordnet. Ein an einem Pendel befestigter Spritzbalken bewegte sich über dieses Profil, wobei Geschwindigkeit, Druck, Düsenhöhe und Düsenanordnung variiert werden konnten. Der Abstand zwischen Düsen und Profil betrug 25 beziehungsweise 50 cm, gemessen von der Dammspitze. Als Spritzdrücke wurden 2 und 4 atü verwendet. Untersucht wurden drei Standard-Düsenarten:

1. Flachstrahldüse — Tee jet 11004 mit 1,81 l/min bei 4 atü,
2. Vollkegeldüse — Lechler 709 mit 2,20 l/min bei 4 atü und
3. Hohlkegeldüse — Cone jet TX12 mit 1,00 l/min bei 4 atü.

Die Düsenpositionen wurden wie folgt variiert:

Je eine Düse

- a) über der Dammspitze (D 2) (siehe dazu Bild 1),
- b) über dem Furchenboden (D 3) angeordnet zur Feststellung des Verteilungsbildes einer Einzeldüse.

Zwei beziehungsweise drei Düsen

- c) über den Dammspitzen (D 2, D 4),
- d) über den Furchenböden (D 1, D 3, D 5) angeordnet, das heißt mit je 80 cm Abstand, zur Feststellung des Überlappungsgrades.

Fünf Düsen

- e) jeweils in 40 cm Abstand, abwechselnd der Dammspitze und dem Furchenboden angeordnet (D 1, D 2, D 3, D 4, D 5), um den Verteilungsgrad bei voller Bedeckung festzustellen.

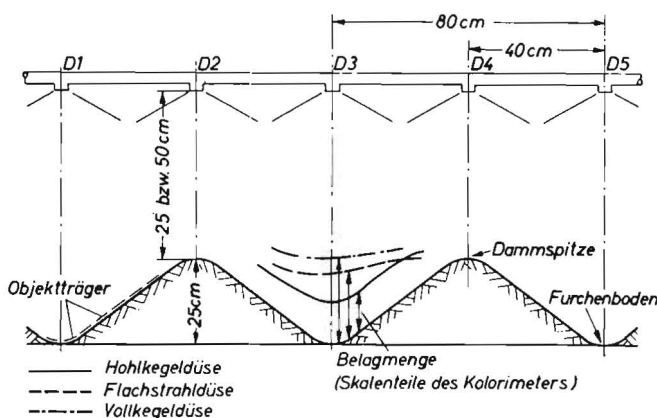


Bild 1: Versuchsaufbau

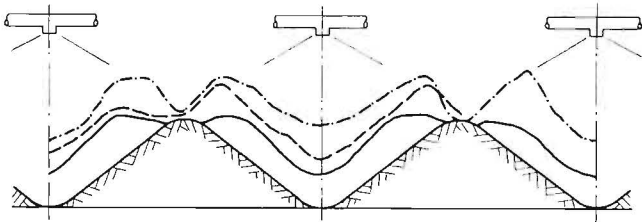


Bild 2: Bandspritzung von Furchenböden

Düsenhöhe: 25 cm; Düsenabstand: 80 cm; Düsenposition: Furchenboden

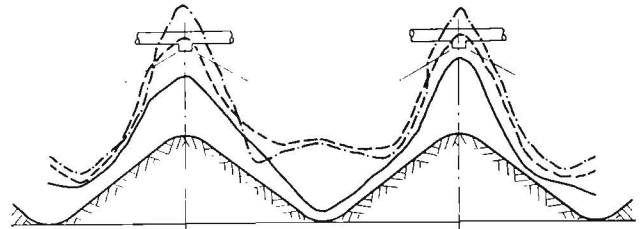


Bild 4: Bandspritzung von Dammspitzen

Düsenhöhe: 25 cm; Düsenabstand: 80 cm; Düsenposition: Dammspitzen

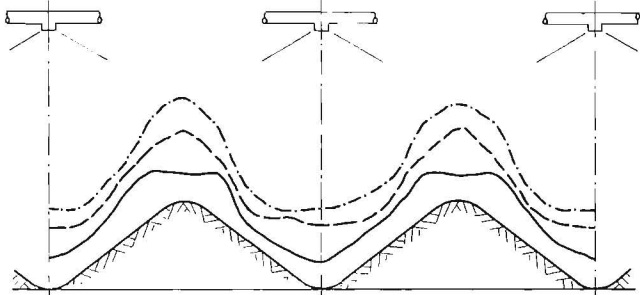


Bild 3: Änderung der Bandspritzung von Furchenböden bei zunehmender Düsenhöhe

Düsenhöhe: 50 cm; Düsenabstand: 80 cm; Düsenposition: Furchenboden

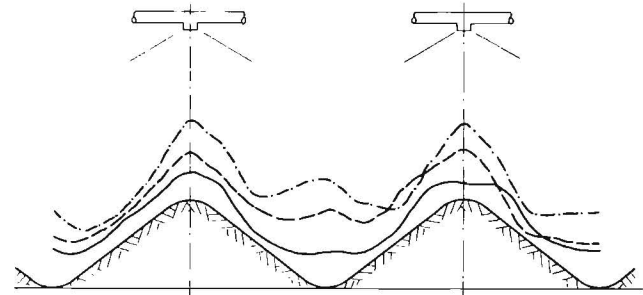


Bild 5: Änderung der Bandspritzung von Dammspitzen bei zunehmender Düsenhöhe

Düsenhöhe: 50 cm; Düsenabstand: 80 cm; Düsenposition: Dammspitzen

Die Geschwindigkeit wurde während der Versuche mit 7 km/h konstant gehalten, weil sie nur die Ausbringmenge, nicht aber das Verteilungsbild beeinflusst. Sie kann deshalb in gewissen Grenzen reduziert oder vergrößert werden, um die Aufwandmenge den Erfordernissen anzupassen.

Als Spritzflüssigkeit wurde mit speziellem blauem Farbstoff gefärbtes Wasser benutzt. Nach jeder Spritzung wurden die Objektträger entfernt und der Farbstoff des Spritzbelages in 50 ml Wasser abgewaschen; die Intensität der Färbung der Lösung wurde mit einem Kolorimeter festgestellt. Die Farbintensität und die auf dem Objektträger aufgefangene Menge stehen in direktem Zusammenhang.

3. Ergebnisse

Die Ergebnisse dieser Versuche haben gezeigt, daß das Verteilungsbild erheblich durch das Damm-Furchen-Profil beeinflusst wird und sich völlig von dem auf einem ebenen Boden erzeugten unterscheidet.

Erhöhter Druck, der normalerweise den Spritzwinkel des Strahls erweitert, hat in diesem Fall keine große Rolle gespielt, da der Spritzbereich immer durch die Kontur des Profils begrenzt wurde, besonders, wenn die Düse direkt über der Furchenmitte angeordnet war. Die Dammflanken bilden die Hypothenuse in einem rechtwinkligen Dreieck mit der horizontalen und vertikalen Ebene als Katheten und sind dadurch länger als eine über die Dammspitzen gelegte Linie. Deshalb ist ihre Bedeckung immer niedriger als auf den Dammspitzen oder dem Furchenboden, gleichgültig, ob die Verteilung dreieck-, trapez- oder rechteckförmig ist. Bei der Hohlkegeldüse ist die Situation etwas anders, weil die erhöhten Ränder der Verteilungskurve auf die Flanken fallen und somit ihre größere Länge durch den vermehrten Spritzflüssigkeitsanteil ausgeglichen wird.

Eine Druckerhöhung von 2 auf 4 atü hat die Ausbringmenge um 20 bis 30 Prozent erhöht. In den meisten Fällen ist das Verteilungsbild nicht gravierend beeinflusst worden, weshalb in den folgenden Darstellungen nur auf den Druck von 4 atü Bezug genommen wird.

Von großem Einfluß ist der Abstand Profil—Düse. In allen Fällen hat der Abstand von 50 cm, im Vergleich zu 25 cm, das Verteilungsbild völlig verändert, da — je nach Düsenart und Position — eine mehr oder weniger starke Über-

lappung aufgetreten ist, die eine Voraussetzung für eine gleichmäßige Verteilung ist.

Das Verteilungsbild einer Einzeldüse in 25 cm Höhe und mit einem Düsenabstand von 80 cm eignet sich in einigen Fällen für Bandspritzungen. Die Hohlkegeldüse, nur über den Furchenböden angeordnet, hat eine gleichmäßige Bedeckung innerhalb der Furche zur Folge, während die Dammspitzen unbehandelt blieben (Bild 2). Die Höhe von 25 cm muß aber konstant eingehalten werden, um keine Überlappung eintreten zu lassen, was zu einer ungleichmäßigen Flächenverteilung führen würde (Bild 3). Die Flachstrahldüse und die Vollkegeldüse haben eine Tendenz zu stärkerer Bedeckung an den oberen Teilen der Flanken gezeigt und sind dadurch für Bandspritzung weniger geeignet.

Die Hohlkegeldüse, in 25 cm über den Dammspitzen (Bild 4) angeordnet, hat ebenfalls eine Bandspritzung der Dämme

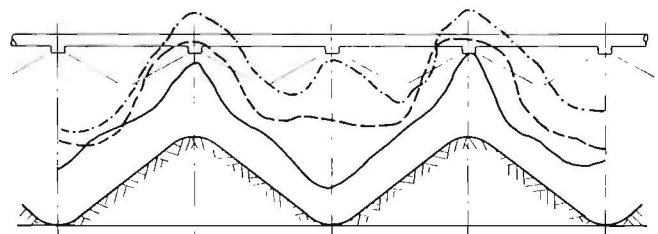


Bild 6: Ungleichmäßige Verteilung bei einer Düsenhöhe von 25 cm
Düsenhöhe: 25 cm; Düsenabstand: 40 cm; Düsenposition: Furchenboden und Dammspitzen

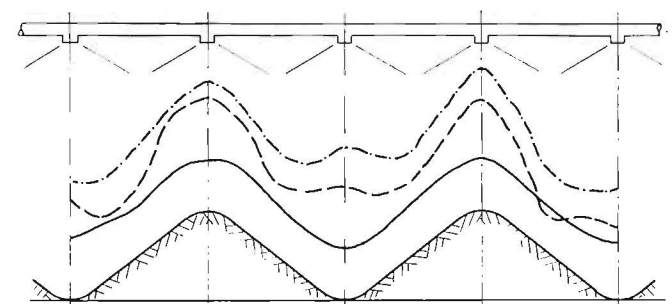


Bild 7: Gleichmäßige Verteilung bei einer Düsenhöhe von 50 cm (Hohlkegeldüse)
Düsenhöhe: 50 cm; Düsenabstand: 40 cm; Düsenposition: Furchenboden und Dammspitzen

ergeben mit nur minimaler Bedeckung des Furchenbodens und der Flanken. Bei den Flachstrahl- und Vollkegeldüsen trat infolge der Überlappung eine übermäßige Bedeckung der Furchenböden auf. Bei Anordnung über den Dämmen in 50 cm Höhe ergab sich wegen der Überlappung der Spritzfächer auf dem Furchenboden bei den drei Düsenarten eine sehr ungleichmäßige Flächenbedeckung (Bild 5).

Die Hohlkegeldüse in einem Düsenabstand von 40 cm bei 25 cm Düsenhöhe über den Dämmen und den Furchen hatte eine zu starke Überlappung und damit eine sehr unregelmäßige Verteilung zur Folge (Bild 6). In einer Höhe von 50 cm angeordnet ergab sich sowohl bei 2 atü als auch bei 4 atü ein gleichmäßiges Verteilungsbild (mit unter $\pm 10\%$ Abweichung vom Mittelwert, Bild 7). Bei der Flachstrahl- und der Vollkegeldüse trat der dichteste Belag jeweils direkt unter den Düsen auf. Die Dammspitzen und die Furchenböden hatten eine um 30 bis 40 % höhere Bedeckung als die Flanken.

4. Zusammenfassung

Es kann festgestellt werden, daß Hohlkegeldüsen mit trapezförmiger Verteilung und überhöhten Rändern am besten geeignet sind, Herbizide auf Dämme mit 80 cm Abstand zu

spritzen, da die erhöhten Ränder der Verteilungsbilder eine gleichmäßige Bedeckung der Flanken gewährleisten.

Für Ganzflächen- und Bandspritzung ist eine geeignete Kombination von Düsenabstand, Düsenhöhe notwendig, die nach den gegebenen Umständen ausgewählt werden muß.

Um die Ausbringmenge anzupassen, sind der Druck beziehungsweise die Fahrgeschwindigkeit zu variieren. Da die Düsenhöhe ein bestimmender Faktor für die Verteilungsgüte ist, sollte die Arbeitsbreite nicht zu groß gewählt werden, so daß die Schwankungen in beiden Richtungen (horizontal und vertikal) in zulässigen Grenzen bleiben.

Schrifttum

- [1] GÖHLICH, H. und J. ZASKE: Beeinflussung der Spritzverteilung durch Düsenart und Düsenanordnung beim Feldspritzen. Landtechnik (1968) S. 162—170
- [2] HEBBLETHWAITE, P. and P. RICHARDSON: Formulations and Sprayer Performance. NIAE Silsoe o. J.
- [3] HEBBLETHWAITE, P. and P. RICHARDSON: Procedures for Sprayer Testing. Journal of the Institution of Agricultural Engineers April 1961
- [4] THOMAS, W. D.: Botany and Plant Pathology Section, G. R. S., Sudan Private correspondence, 1969
- [5] ZASKE, J.: Bestimmung und Bewertung von Tröpfchengrößenspektren bei Pflanzenschutzdüsen. Unveröffentlichtes Manuskript 1969
- [6] ZASKE, J. und F. K. SCHMITZ-WINNENTHAL: Die Querverteilung im Düsenverband bei Pflanzenschutzspritzen in Abhängigkeit von Düsenhöhe, Spritzdruck und Düsenart. Landtechnik 24 (1969), S. 119—123

Professor Wilhelm Knolle 70 Jahre

Professor Dr.-Ing. Dr. agr. h. c. WILHELM KNOLLE hat am 20. März sein 70. Lebensjahr vollendet. In Amsterdam geboren, reizte ihn beim Studium der Ingenieurwissenschaften an der Universität Delft insbesondere der Schiffsbau. Nach weiteren Semestern in Berlin-Charlottenburg und Hannover begann er jedoch 1926 seine praktische Arbeit als Diplom-Ingenieur im Institut für Landtechnik in Bonn, bei Professor VORMFELDE, dem großen deutschen Wegbereiter für den Mähdrescher. 1928 ging KNOLLE als Versuchsleiter zur Heinrich Lanz AG nach Mannheim, wo er bald Chefkonstrukteur der Abteilung Landmaschinen wurde, dank seiner unkonventionellen Methoden im Versuchs- und Konstruktionswesen. Sein Ideenreichtum, verbunden mit dem Sinn für das Notwendige, und seine Durchsetzungskraft ermöglichten hervorragende Leistungen bei der Entwicklung und Verbesserung etlicher Landmaschinen im Produktionsprogramm der Heinrich Lanz AG. Große Erfolge waren der Stahllanz, sowie Strohpressen, Kartoffel- und später auch Rübenroder. 1929 — während der Industrietätigkeit — wurde KNOLLE an der TH Hannover promoviert. Weitere Etappen waren eine kurze Tätigkeit in der Sperrholzindustrie und ein Jahr Entwicklungsarbeit bei HERMANN RAUSSENDORF in Singwitz-Bautzen.

Einem Ruf zum Ordinarius auf den Lehrstuhl Landtechnik der Universität Halle-Wittenberg folgte KNOLLE 1937. Hier, nahe dem blühenden landwirtschaftlichen Gebiet der Magdeburger Börde, wurde die Technik im Zuckerrübenbau Schwerpunkt seiner Arbeit. Der Dialog mit großen Kollegen wie THEODOR ROEMER und EMIL WOERMANN begleitete eine Periode, in welcher der Grundstein für wirtschaftlichen Zuckerrübenbau in Deutschland bis in die heutige Zeit gelegt wurde: Aus dem von Prof. KNOLLE in Halle geschaffenen, mechanisch erzeugten einkeimigen Rübensamen entstand der immer hochwertigere Monogermesamen für Zuckerrüben, Futterrüben und Rote Rüben. Seine Gleichstanddrille wurde Vorläufer für spätere Einzelkornsäverfahren.

Durch die Gründung der Saat- und Erntetechnik GmbH — 1948 in Wöltingerode — schuf Prof. KNOLLE ein Unternehmen, welches die Spaltung des Normal-Rübensaatgutes produktionsmäßig durchführen konnte und — durch Verlegung nach Eschwege im Jahre 1950 — der immer weiter steigenden Nachfrage nach Zucker- und Futterrüben-Monogermesamen (heute: Präzisionssaatgut) gerecht wurde. Die

Geschäftsleitung dieses Saatgutveredlungs-Unternehmens legte Prof. KNOLLE damals in die Hände des auf dem Saatgutsektor erfahrenen Dipl.-Ing. ALFRED ITZE, während er selbst in Eschwege nur noch beratend tätig war, da die Heinrich Lanz AG in Mannheim ihn in den Vorstand berufen und mit der Technischen Leitung beauftragt hatte. In dieser Zeit — von 1950 bis 1956 — gelangen KNOLLE technische Erfolge mit dem Diesel-Bulldog und dem Alldog — dem gänzlich neuen Geräteträger — einer Vielzweckmaschine, deren Vorzüge heute allgemein anerkannt sind.

Ab 1957 war Prof. KNOLLE als Industriebereiter und freier Forscher tätig. Die Industrie übernahm mehrere seiner aus der Forschung entstandenen Neuentwicklungen, Bearbeitungsverfahren für Saatgut und Erntemaschinenkonstruktionen. Seine richtunggebenden Arbeiten wurden 1958 durch die Verleihung des Dr. agr. h. c. der Universität Bonn ausgezeichnet.

Seit 1964 leitet Prof. KNOLLE in Eschwege — frei von industriellen und staatlichen Bindungen — sein eigenes Institut für technologische Forschung, das sich mit einem Stab junger Mitarbeiter besonders den Aufgaben und Entwicklungen widmet, für welche die serienbauende Industrie wenig Zeit findet. Von seinen neueren Arbeiten besonders hervorzuheben — weil inzwischen allseits anerkannt — ist das neue Wege eröffnende Präzisions-Einzelkornsägerät. Auf dem Gebiet der Grundlagenforschung wurde im Institut für technologische Forschung eine besonders intensive Studie über geeignete Prüfungsmethoden für Einzelkorn-Sämaschinen durchgeführt, deren Ergebnisse — soweit sie damals schon vorlagen — 1966 in einem Vortrag und einer Veröffentlichung des Institut International de Recherches Betteravières, in dem die auf dem Rübensektor tätigen Wissenschaftler aus aller Welt mitarbeiten, ihren Niederschlag fanden. Für die Laborarbeit bei Samenzüchtern und -veredlern wurden im ITF Eschwege eine Reihe von Verfahren und Geräten entwickelt, welche die Effizienz dieser Betriebsabteilung vergrößern. Mit einem neuartigen Aussaatsystem für Feinsämereien auf Versuchsparzellen, Anzuchtbeete und in Glashäuser etc. wurden bereits im In- und Ausland Versuche gemacht, die positiv ausgefallen sind, so daß dieses System zukünftig dazu beitragen dürfte, die Arbeit bei Züchtern, Gemüse- und Blumenanbauern sowie Gärtnern wirtschaftlicher zu gestalten.