

Die Entwicklung des Einsatzes von Flugzeugen im Pflanzenschutz

Hasso von Eickstedt

1. Einleitung

Die Mechanisierung der Landwirtschaft hat in den vergangenen 25 Jahren besondere Fortschritte gemacht und in Verbindung mit dem Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln entscheidend dazu beigetragen, die Erträge je Flächeneinheit und vor allem je Arbeitskraft im Vergleich zum Vorkriegsniveau erheblich zu steigern.

In den Nachkriegsjahren gaben vor allem die neu entwickelten organischen Herbizide und Insektizide dem Pflanzenschutz einen großen Auftrieb. Diese Präparate werden bereits in Aufwandmengen von nur wenigen 100 Gramm bis zu mehreren Kilogramm Wirkstoff je Hektar eingesetzt. Außerdem können sie, abgesehen von den Säuben, fast alle in flüssiger Form hergestellt oder formuliert werden.

Daher begann fast gleichzeitig mit ihrem Auftreten die Entwicklung geeigneter Applikationsgeräte mit den entsprechenden Düsen. Mit ihnen konnte man die Präparate feiner verteilen und mit sehr viel weniger Flüssigkeit je Hektar ausbringen als dies vor dem Kriege üblich war, als man bei Bodengeräten um 800 bis 1000 l Wasser je Hektar applizierte.

Die Verringerung der Flüssigkeitsmengen auf 30 bis 100 l/ha war bei Bodenspritzgeräten für die Verbesserung der Flächenleistung ein echter Vorteil. Für den wirtschaftlichen Einsatz von Spritzflugzeugen war sie jedoch Vorbedingung, da bei ihnen die Applikationskosten in entscheidendem Maße nur dann gesenkt werden können, wenn möglichst wenig Spritzbrühe beziehungsweise Staub je Hektar eingebracht werden.

In der Verminderung der auszubringenden Flüssigkeitsmengen je Flächeneinheit sind ständig weitere Fortschritte gemacht worden, so daß das Flugzeug vorteilhaft mit Bodengeräten konkurrieren kann.

Im Jahre 1970 sind auf der Welt etwa 18 000 Flugzeuge und über 500 Hubschrauber in der Landwirtschaft zur Behandlung von über 100 Millionen Hektar im Einsatz, hiervon etwa $\frac{2}{3}$ in den USA und Rußland. Sie werden zu über 70 % zur Bekämpfung von Schädlingen und Pflanzenkrankheiten verwendet, doch finden wir sie auch zum Düngen und Ausbringen von Saatgut.

In welchem Ausmaß sich das Flugzeug in den vergangenen 25 Jahren zu einem Spezialgerät zur Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln entwickelt hat und in wieweit sich seine Flächenleistung erhöhte, soll in den folgenden Zeilen erläutert werden.

2. Rückblick

In den Jahren direkt nach dem Kriege wurden viele Trainingsflugzeuge der US-Luftwaffe nicht mehr benötigt. Sie waren in den USA und deren Nachbarländern billig zu haben und wurden zunächst durch den Anbau von Spezialausrüstungen in Stäubeflugzeuge verwandelt. Später wurden diese einmotorigen Trainer sowie auch kleine Transportflugzeuge mit Brühetanks, Pumpen und Düsenrohren versehen und zu Spritzflugzeugen hergerichtet. Sie arbeiteten generell zur Zufriedenheit der Landwirte, wiesen jedoch einige Mängel auf, da sie ursprünglich nicht für die Arbeit im Pflanzenschutz konstruiert waren.

In den USA brachten diese Flugzeuge vorwiegend Insektizide in der Baumwolle sowie Herbizide im Getreide aus. Trotz des großen Angebotes an brauchbaren Trainingsflugzeugen nach dem Kriege und einer Baumwollanbaufläche von damals 5 Millionen Hektar nahm ihr Einsatz im Pflanzenschutz

nur langsam zu. 1947 waren in den USA erst 200 Flugzeuge für den Einsatz in der Landwirtschaft registriert. 20 Jahre später war diese Zahl auf über 4 900 angestiegen, worin 130 Hubschrauber eingeschlossen waren.

Diese Zahl hat sich 1970 etwas gesteigert. Sie dürfte bei etwa 6 000 liegen. Man schätzt, daß zur Zeit in den USA allein zur Behandlung von rund 4,4 Mio. Hektar Baumwolle etwa 2 400 Flugzeuge verwendet werden.

In den USA werden jährlich mehr als 30 Mio. Hektar aus der Luft behandelt, Säen und Düngen eingeschlossen, wobei bereits 12 % dieser Fläche von Hubschraubern befliegen werden.

Es sei an dieser Stelle eingefügt, daß Japan insofern eine Sonderstellung einnimmt, als in diesem Land Starrflügler in der Landwirtschaft überhaupt keine Rolle spielen, bedingt durch dessen Agrarstruktur (Kleinparzellen) und Geländebeschaffenheit. Stattdessen wurden 1969 1,4 Mio. Hektar durch 154 Helikopter behandelt.

3. Die Konstruktion von Spezialflugzeugen

Mit dem zunehmenden Bedarf an Flugzeugen für den Einsatz im Pflanzenschutz wuchsen die Anforderungen, die an sie gestellt wurden, wie beispielsweise gute Trag- und Steigefähigkeit, verbesserte Sicht und Sicherheit für den Piloten.

In den fünfziger Jahren wurden daher die Flugzeuge, die zuvor für die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln „frisirt“ worden waren, in zunehmendem Maße durch Typen ersetzt, die man in Zusammenarbeit mit landwirtschaftlichen Versuchsstationen speziell für die Applikation von Insektiziden und Herbiziden entwickelt hat. Bei diesen Flugzeugen, die während ihrer Arbeit nur 1 bis 3 m über den Pflanzen fliegen, hat man für die Sicherheit des Piloten durch Verstärkung der Rundsichtkanzel besonders Sorge getragen. Außerdem gehört die Mehrzahl der oben erwähnten Typen zu den Tiefdeckern. Bei ihnen erleichtert die Turbulenz der tief liegenden Tragfläche das Eindringen von Tröpfchen oder Staubteilchen in die Pflanzendecke.

An der Versuchsstation in Davis wurde der Erforschung der Turbulenz vom Propellerluftstrom und der Wirbelbildung an den Tragflächenspitzen (wing tip vortex) sowie deren Einflüsse auf die Tröpfchenverteilung auf den behandelten Kulturen besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Man kam zu dem Ergebnis, daß zur Verbesserung des Spritzbildes das Düsenrohr stets kürzer sein muß als die Spannweite des Flugzeuges und daß die Düsen am Spritzrohr zum Teil unterschiedliche Abstände voneinander haben müssen.

In den letzten Jahren hat die Flugzeugspritzung auf Kosten der Flugzeugstäubung ständig an Bedeutung gewonnen. Dies liegt vor allem an der geringeren Witterungsabhängigkeit der Spritzung, ihrer leichteren Handhabung beim Füllen der Flugzeuge, sowie an der besseren Haftfähigkeit von Tröpfchen auf den Pflanzen. Hinzu kommt, daß systemische Insektizide in der Regel nur als Flüssigformulierungen angeboten werden, weil nur in dieser Form das Präparat gut in die Pflanze eindringen kann. Aus diesem Grunde sind in Ländern mit einer hochentwickelten Landwirtschaft wie beispielsweise in den USA fast nur noch Spritzflugzeuge anzutreffen. In einigen Ländern wie USA und Guatemala hat sich die ULV-Spritzung (Ultra Low Volume) durchgesetzt. Über ihre Vorteile gegenüber der konventionellen Spritzung mit wäßrigen Emulsionen wird weiter unten gesprochen werden.

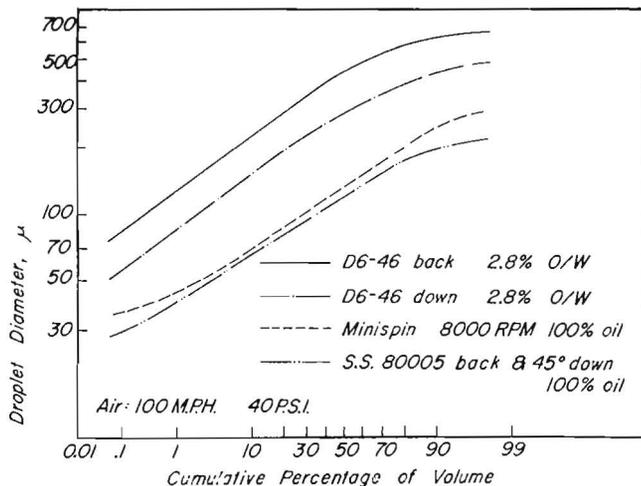


Bild 1: Tröpfchenspektren verschiedener Flugzeugdüsen

D 6-46: Hohlkegeldüse

back: Flüssigkeitsaustritt rückwärts

down: Flüssigkeitsaustritt nach unten

Minispin: Rotationszerstäuber

S. S. 80005: Flachstrahldüse

4. Die Entwicklung der Zerstäuber

Der weitaus größte Teil der Spritzflugzeuge ist heute mit Membrandüsen ausgerüstet, die in den USA speziell für Spritzflugzeuge entwickelt wurden. Sie schließen sich automatisch bei Druckabfall, so daß ein Nachtropfen beim Wenden des Flugzeuges vermieden wird. Da die Düsen um die Achse des Düsenrohrs schwenkbar angeordnet sind, läßt sich ihre Spritzrichtung beispielsweise gegen oder mit dem Fahrtwind ändern und hierdurch die Tröpfchengröße in gewissen Grenzen beeinflussen.

Leider erzeugen alle diese Düsen Tröpfchen von sehr unterschiedlichen Durchmessern. So schwankt das Tröpfchenspektrum bei den üblichen Hohlkegeldüsen, mit denen zwischen 20 bis 40 l/ha ausgebracht werden, im Bereich zwischen 60 und 300 µm Durchmesser.

Beim Ausbringen von Flüssigkeitsmengen unter 10 l/ha werden in zunehmendem Maße Fächerdüsen verwendet, die unter dem Einfluß des Fahrtwindes erheblich kleinere Tröpfchen erzeugen (Bild 1 und 2).

Mit Hilfe von rotierenden Zerstäubern läßt sich das Tröpfchenspektrum einengen. Bereits in den fünfziger Jahren wurde ein Tröpfchenerzeuger für Flugzeuge herausgebracht, der ursprünglich für Gebläsesprüngeräte im Obstbau eingesetzt worden war.

Die Rotoren bestehen im wesentlichen aus einem Zylinder aus feinem Maschendraht, der durch eine in den Fahrtwind gerichtete Luftschaube in schnelle Drehungen versetzt wird. Die Spritzflüssigkeit wird stets durch die perforierte Achse in den rotierenden Zylinder eingeführt, der die Tröpfchen durch Zentrifugalkraft von dem Drahtgeflecht abschleudert. Mit Hilfe dieses Gerätes wurden konzentriertere Insektizid- und Fungizid-Emulsionen in Aufwandmengen von 8 bis 20 l/ha ausgebracht.

Um eine einigermaßen gleichmäßige Bedeckung über die Arbeitsbreite zu erzielen, muß ein kleineres Flugzeug mit mindestens vier Rotoren ausgerüstet sein (zwei an jeder Tragflächenseite) oder sechs bei Flugzeugtypen mit größerer Spannweite. Da man zu Beginn der sechziger Jahre mit den je Hektar ausgebrachten Flüssigkeitsmengen ständig weiter herunterging, wurden noch kleinere Rotoren entwickelt.

So wurden rotierende Tröpfchenerzeuger herausgebracht, die im Prinzip nur verkleinerte Ausgaben sind. Sie wurden zu sechs bis zehn Stück an das Düsenrohr eines Spritzflug-



Bild 2: Spritzschleier einer Flachstrahldüse
Anwendung besonders für Insektizidausbringung

zeuges angeschraubt. Diese Rotoren, die durch den Fahrtwind des Flugzeuges in Drehungen von 5 000 bis 8 000 U/min versetzt wurden, waren jedoch recht verschleißanfällig und werden deshalb nur noch wenig benutzt.

Anscheinend geht die Entwicklung in Zukunft zu Rotoren, die von Elektromotoren angetrieben werden (Bild 3).

5. Die Einführung der ULV-Applikationen

Als sich zeigte, daß sich flüssige Wirkstoffe in sehr geringen Aufwandmengen von beispielsweise nur 1 bis 2 l/ha vor allem gegen bewegliche Schädlinge in Feldkulturen erfolgreich einsetzen lassen, wenn die Insektizide in sehr feinen Tröpfchen aufgebracht werden, wurde der Begriff der Konzentrat- beziehungsweise ULV-Spritzung vor allem zwischen Geräteherstellern und der chemischen Industrie eingehend diskutiert. Dies wurde umso notwendiger, als bei der Ausbringung von Konzentraten (Ultra-low-volume-Applikation) eine enge Wechselwirkung zwischen den Konstruktionsmerkmalen der Tröpfchenerzeuger und den physikalischen Eigenschaften der Formulierungen besteht.

Unter dem Begriff ULV-Spritzung versteht man die Ausbringung von flüssigen Wirkstoffen oder unverdünnten Flüssigformulierungen in einer Aufwandmenge unter 5 l/ha. Der Zusatz von Wasser als Trägermaterial entfällt vollständig. Obwohl ULV-Großflächenspritzungen bereits vor 15 Jahren von SAYER in Afrika zur Heuschreckenbekämpfung durchgeführt wurden, damals noch zum Teil als „drift spraying“ vom Boden aus, kam diese Bekämpfungsart durch das Flugzeug auf dem amerikanischen Kontinent erst 1964 zunächst zur Schädlingsbekämpfung in Weizen (gegen den Getreidekäfer *Oulema*) und später zur Moskito-Bekämpfung in größerem Maße zur Anwendung. 1965 zeigten die Baumwollanbauer im Süden der USA und in Guatemala größeres

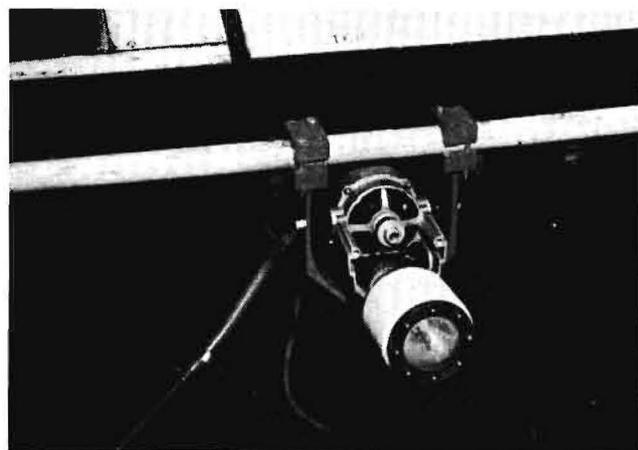


Bild 3: Ein elektrisch angetriebener neuer Rotationszerstäuber
Durch Drehzahländerung läßt sich das Tröpfchengrößenspektrum verändern

Interesse für dieses Applikationsverfahren, wobei es ihnen vor allem um die mögliche Einsparung der reinen Applikationskosten ging.

Mit nur 1 bis 3 l von flüssigem Wirkstoff oder Lösungen von Wirkstoffen hat man bei einer Reihe von Feldkulturen recht brauchbare Bekämpfungsergebnisse erzielt.

Man wird die berechnete Frage stellen, wie man beispielsweise mit nur einem Liter eines flüssigen Insektizides je Hektar einen Pflanzenbestand so bedecken kann, daß die zu bekämpfenden Schädlinge mit großer Wahrscheinlichkeit mit dem Insektizid in Kontakt kommen. Hierzu muß man sich vorstellen, in wieviele Tröpfchen ein Liter Flüssigkeit unter praktischen Applikationsbedingungen aufgeteilt werden kann.

Wenn es gelänge, einen Liter eines konzentrierten Insektizides in kleine Tröpfchen von 100 µm gleichmäßig aufzuteilen und hiermit eine Fläche von einem Hektar gleichmäßig zu bedecken, so würden auf 1 cm² im Durchschnitt 19 Tröpfchen entfallen. Wenn ein Liter Flüssigkeit in Tröpfchen von nur 50 µm aufgeteilt wird, so würden achtmal so viele Tröpfchen entstehen (1 Tröpfchen von 100 µm hat das gleiche Volumen wie 8 Tröpfchen von 50 µm Durchmesser).

In der Praxis der ULV-Feldspritzung fordert man Tröpfchengrößen um 100 µm. Bei der Bekämpfung von Heuschrecken und Forstschädlingen können die Tröpfchendurchmesser erheblich kleiner sein, wobei zu erwähnen ist, daß die Tröpfchen von ULV-Spezialformulierungen auf ihrem Weg von der Düse zur Pflanze oder zum Schadinsekt nicht an Durchmesser verlieren, da sie so gut wie garnicht verdunsten. Auf weitere Vorteile bei der Verwendung von ULV-Spezialformulierungen wie bessere Regenfestigkeit, also verlängerte Applikationsintervalle, kann ihm Rahmen dieses Berichtes nicht näher eingegangen werden.

Die Erfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, daß gerade die ULV-Flugzeugspritzung eine Reihe von Vorteilen im Vergleich zur konventionellen Behandlungsform gebracht hat, die vor allem auf größeren Flächen zum Tragen kommen. Diese Applikationstechnik ist deshalb in zunehmendem Maße bei Großprojekten, wie der Heuschrecken-Bekämpfung in Afrika und im Nahen Osten, der Fruchtfliegen-Bekämpfung in Florida/USA und der Vernichtung des Kaspelkäfers (*Anthonomus grandis*) im Baumwollgürtel der USA, zur Anwendung gekommen. Sie wird sich in Zukunft voraussichtlich vor allem in der überseeischen Landwirtschaft durchsetzen, wo bisher die konventionelle Flugzeugspritzung auf Großfarmen üblich war.

6. Zusammenfassung

Der Einsatz von Flugzeugen im Pflanzenschutz hat besonders in den USA nach dem 2. Weltkrieg einen großen Aufschwung genommen. Während es sich anfänglich bei den verwendeten Flugzeugen um modifizierte Militärmaschinen handelte, sind heute fast ausschließlich spezielle Agrarflugversionen eingesetzt.

Parallel zur Flugzeugentwicklung wurden die Verteilorgane auf die steigenden Anforderungen abgestimmt. Bei der Ausbringung flüssiger Pflanzenschutzmittel werden neben der konventionellen Düsenbestückung in steigendem Umfang Rotationszerstäuber verwendet. Der Trend zu geringeren Aufwandmengen hat in letzter Konsequenz zur Ausbringung von reinen Wirkstoffkonzentraten geführt. Über diese sogenannte ULV-Applikation und mögliche verfahrenstechnische Vorteile wird berichtet.

Pflanzenschutz im Sudan

M. Mamoun Y a h i a , Wad Medani/Sudan

und

A. Hassan A b d o u n , Institut für Landtechnik, Berlin

Im Laufe der vergangenen Jahrzehnte zeigten sich große Fortschritte in der Pflanzenschutztechnik. Nicht nur, daß wirksamere Schädlingsbekämpfungsmittel und andere Chemikalien entwickelt wurden, auch die Maschinen und Geräte mußten auf die komplexeren Anforderungen einer modernen Landwirtschaft abgestimmt werden. Mit den bisher üblichen einfachen Geräten konnten oftmals die gewünschten biologischen Resultate nicht erzielt werden, so daß besonders in großen Betrieben der Einsatz einer neuen Technik notwendig wurde. Allerdings sollte der Anteil finanziell und technisch aufwendiger Verfahren so gering wie möglich gehalten werden.

1. Die wichtigsten Pflanzenschutzmaßnahmen im Sudan

Der Pflanzenschutz spielt im Sudan eine bedeutende Rolle, da wegen des hohen Anteils an Monokulturen das Risiko unbedingt niedrig gehalten werden muß [1; 2].

Im Gegensatz zu Europa können in tropischen Ländern die Schäden durch Insekten wesentlich größere Ausmaße annehmen und eventuell zum totalen Zusammenbruch der Landwirtschaft führen; so betrug beispielsweise 1966 der Ernteverlust durch Insektenschädigung etwa 13 % der gesamten landwirtschaftlichen Erzeugung. Deshalb kommt der Bekämpfung von Insekten, nicht nur in der Feldproduktion,

sondern auch in allgemeiner Hinsicht (Vernichtung von Heuschrecken etc.) besondere Bedeutung zu.

Neben der ebenfalls üblichen Behandlung von Pflanzenkrankheiten setzt sich in immer stärkerem Maße die chemische Unkrautbekämpfung durch. Da Unkräuter nicht nur ein Problem in bezug auf Ernteverminderung darstellen, sondern auch die Kosten des Anbaues (sowohl Pflege als auch Ernte) stark ansteigen lassen, ist die Herbizidenbehandlung ein wichtiger Faktor im modernen Pflanzenbau und hat einen großen Anteil an der steigenden Produktivität (z. B. im Gash Delta). Weitere Aufgaben des Pflanzenschutzes im Sudan sind die Vernichtung von Webervögeln und die Bekämpfung von Wasserunkräutern, speziell im Nil. Beide Einsätze werden üblicherweise mit Flugzeugen beziehungsweise mit Hubschraubern durchgeführt.

2. Pflanzenschutzmaßnahmen in der Baumwollproduktion

Das Hauptprodukt des Sudans, die Baumwolle, erfordert sehr umfangreiche Schutzmaßnahmen. Zwar können alle wirtschaftlich wichtigen Schadenserreger, die die Baumwollpflanzen gefährden können, mit angemessenen Maßnahmen bekämpft werden, doch ist ein frühzeitiges Erkennen der Art der Gefährdung eine wichtige Voraussetzung für einen erfolgreichen Einsatz. Durch die Vielzahl der Befallsmöglich-