

At the above named project simple text, excellent photos and illustrations were a very important point. As visual aids, slides and photographs were made.

The agricultural movie has also a future in Jordan and can be shown through cinema-cars and television. An other successful method of advising and informing the farmers is agricultural broadcasting.

The technical development of the agricultural information service in Jordan was as follows. The Information center was divided into an editing section, typing and composing section, in a graphic arts office, printing section and photographic department. The main point for the technical help was the printing system. In Jordan the Offset-method was selected. Among the many problems the problem of good picture material was the most difficult.

Also staff recruiting and organizing was a difficult task. But in the end — after 2 years — the agricultural information center in Jordan was working smoothly. This example shows that in developing countries there is a possibility of building up projects of this kind which are very necessary for the farmers and rural population in general.

## **Die Anwendung konzentrierter chemischer Mittel im Pflanzenschutz**

### **Ultra low volume technique in plant protection**

Von Franz Lorenz \*)

#### **1. Einführung**

In der modernen Landwirtschaft nimmt der Pflanzenschutz einen breiten Raum ein, der sich noch auszudehnen scheint. Eine Pflanzenproduktion mit hochgezüchteten Kulturpflanzen ist ohne chemische Schädlingsbekämpfungsmittel heute kaum noch denkbar. So sind beispielsweise heute schon in einigen Baumwollanbaugebieten während einer Wachstumsperiode 30 und mehr Spritzungen notwendig, um den Baumwollbohrer zu bekämpfen.

---

\*) Dr. agr. Franz Lorenz, Diplomlandwirt, Dozent für Landtechnik an der Deutschen Ingenieurschule für ausländische Landwirtschaft Witzenhausen.

*Anschrift:* 343 Witzenhausen, Steinstraße 19.

In den letzten 5 bis 6 Jahren wurde eine Technik eingeführt, die es erlaubt, mit konzentrierten Wirkstoffmengen einen mindestens ebenso guten z. T. sogar besseren Erfolg zu erzielen, wie bei der Anwendung mit verdünnten Mitteln. Diese neue Methode ist international als Ultra low volume technique (ULV-Technik) bekanntgeworden.

In der vorliegenden Arbeit soll eine Zusammenfassung über die bisherigen Kenntnisse und Erfahrungen mit der neuen Anwendungstechnik gegeben werden.

## **2. Was bedeutet „Ultra low volume technique“ oder konzentrierte Wirkstoffanwendung?**

Von der Anwendung chemischer Mittel nach dem ULV-Verfahren kann gesprochen werden, wenn 5 l/ha oder weniger des Mittels in Konzentrationen von 80—90% ausgebracht werden. Sind die aufgewendeten Mengen unter 0,5 l je ha, so spricht man auch von Ultra-Ultra low volume.

Die ULV-Anwendung ist erst wenige Jahre alt, und die technischen Hilfsmittel zur Durchführung des Verfahrens sind somit noch in der Entwicklung. Auch die physikalischen Eigenschaften der Sprühmittel müssen den neuen Techniken noch besser angepaßt werden.

## **3. Gründe für die ULV-Anwendung**

Die ULV-Technik wurde zuerst für den Flugzeugeinsatz entwickelt und ist dort bisher am weitesten verbreitet.

Sie ging aus von der Heuschreckenbekämpfung in Afrika und Moskitobekämpfung in den USA.

Normalerweise werden beim Flugzeugeinsatz im Pflanzenschutz 50 bis 80 l/ha Spritzbrühe angewendet. Die ULV-Technik ermöglicht also eine Verringerung auf  $\frac{1}{10}$  oder weniger der normalen Menge. Nach vorliegenden Erfahrungen können hierdurch die Ausbringungskosten bis zu 50% gesenkt werden. Es kann mit einer Tankfüllung die zehnfache Fläche behandelt werden, ohne zwischenzulanden, um Spritzmittel aufzunehmen. Somit können mit dieser Methode auch noch Flächen rentabel besprüht werden, die einen weiten An- und Abflug vom Flugplatz erforderlich machen.

Die Tropfen der Spritzbrühe müssen vom Ausstoßen aus der Düse bis zur Berührung mit der Pflanze einen Weg von mehreren Metern zurücklegen. In trockenen und warmen Klimaten verdunsten hierbei bis zu 60% des Wasseranteils. Dieser verdunstete Wasseranteil belastet unnötig die Transportkapazität der Flugzeuge. Weiterhin ist bekannt, daß durch die Verdunstung der Tröpfchen ein nicht geringer Anteil des Wirkstoffes aus-

kristallisiert und schon bei geringem Wind abgetrieben wird. Dieser Anteil des Wirkmittels geht für die beabsichtigten Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen verloren.

Für den gezielten Abwurf von Pflanzenschutzmitteln dürfen die Tröpfchen, die beim Versprühen gebildet werden, eine bestimmte Mindestgröße nicht unterschreiten, wenn sie vom Wind nicht abgetrieben werden sollen. Diese Grenze liegt etwa bei 50–60  $\mu$  (1 mm = 100  $\mu$ ). Unter Tröpfchengröße wird der Tröpfchendurchmesser verstanden, wobei angenommen wird, das Tröpfchen annähernd Kugelform besitzt. Werden vom Flugzeug Tröpfchen wasserverdünnter Wirkstoffe mit einem Durchmesser von 100  $\mu$  abgeworfen, so erfolgt durch die Verdunstung eine Verkleinerung der Tröpfchen auf ca. 50  $\mu$  und weniger. Diese Tröpfchen erreichen die Pflanze meistens nicht mehr, sondern werden abgetrieben bzw. durch Aufwinde in größere Höhen getragen.

#### 4. Technische Probleme der ULV-Anwendung

##### 4.1. Tröpfchengröße

Für die ULV-Technik mußte zunächst die zweckmäßigste Tropfengröße gefunden werden. Bei einer bestimmten Wirkstoffmenge je Flächeneinheit ist die Bedeckung der Pflanzenmasse von der Tropfengröße abhängig. Werden z. B. 2 l/ha versprüht, so ergeben sich bei einer Tröpfchengröße von ca. 200 bis 300  $\mu$  ca. 3 bis 5 Tröpfchen je  $\text{cm}^2$ . Bei Tröpfchengrößen von ca. 80 bis 120  $\mu$  ergeben sich 25 bis 35 Tröpfchen je  $\text{cm}^2$ . Bei Tröpfchengrößen von 40 bis 50  $\mu$  200 bis 300 Tröpfchen je  $\text{cm}^2$ .

Für eine ausreichende Blattbedeckung sind 3 bis 5 Tröpfchen je  $\text{cm}^2$  zu wenig. Andererseits sind Tröpfchengrößen von unter 50  $\mu$  zu windanfällig und können nicht mehr gezielt abgeworfen werden. Als zweckmäßigste Tröpfchengröße für die ULV-Technik ergeben sich somit 60 bis 100  $\mu$ .

##### 4.2. Sprühsysteme

Das Ausbringen dieser geringen Wirkstoffmengen wurde technisch zunächst mit den normalen Flugzeugsprüheräten und Düsen (Teejetdüse — Fächerdüse 80015 bis 80010)<sup>1)</sup> durchgeführt.

Bei der konventionellen chemischen Bekämpfung vom Flugzeug aus, werden etwa 40 bis 80 l/ha versprüht. Dieses entspricht einem Verbrauch von ca. 100 bis 180 l/Min. Die üblichen Kreiselpumpen im Flugzeug haben eine Kapazität von ca. 200 l/Min., so daß ein Teil der Spritzbrühe über

<sup>1)</sup> Eingestanzte Kennziffer Original TEEJET-Düsen aus den USA. Bei der Kennziffer 80015 bedeutet der erste Teil der Ziffer, die 80, einen Fächerwinkel von 80 Grad. Der zweite Teil der Ziffer, 015, ist die Angabe über die Ausbringungsmenge. 015 bedeutet 0,15 US-Gallonen bei einem Druck von 40 lbs/sq.in. (psi). 40 psi entsprechen 2,8 kg/cm<sup>2</sup> Druck an der Düse.

eine Rücklaufleitung in den Tank zurückgeführt werden muß. Dieser Rücklauf ist notwendig, um auch an den äußeren Düsen einen konstanten Flüssigkeitsdruck zu erhalten, einen schnellen Druckabbau bei Beendigung eines Spritzganges zu ermöglichen, Auskristallisationen der Wirkstoffe zu vermeiden und vorhandene Luftblasen abzuführen.

Bei der ULV-Anwendung werden wesentlich geringere Mengen ausgebracht, und zwar 5 bis 8 l/Min. Die restliche Wirkstoffmenge von ca. 195 l/Min. wird lediglich umgepumpt. Ein Rückpumpen in den Tank ist bei solchen großen Mengen nicht möglich, wegen der möglichen Schaumbildung und den damit verbundenen Gefahren für Pilot und Gerät.

Andererseits können bei den im konventionellen Flugzeugeinsatz verwendeten Kreiselpumpen die Mengen nicht so stark reduziert werden, weil dann die erforderlichen Drücke zum Zerstäuben der Flüssigkeitsmenge (40 psi) nicht mehr erreicht werden.

Als Behelfslösung benutzt man eine Ringleitung vom Pumpenausgang in den Ansaugstutzen der Kreiselpumpe. Der größte Teil der Flüssigkeitsmenge rotiert also um und durch die Pumpe. Hierdurch tritt allerdings eine Temperaturerhöhung der Spritzflüssigkeit ein, die zu einer Verringerung der Viskosität des Wirkstoffes führt. Die geringere Viskosität führt dazu, daß von der Sprühmenge pro Zeiteinheit größere Mengen ausgebracht werden. Eine exakte Dosierung ist also durch Umbau der konventionellen Sprüheinrichtungen kaum zu erreichen.

Die verwendeten konventionellen Fächerdüsen erzeugen ein sehr breites Tröpfchenspektrum, d. h., es sind Tröpfchen verschiedener Größenordnung im Sprühstrahl enthalten. Bei der Ausbringung von so geringen Mengen, wie es das ULV-Verfahren erfordert, muß aber möglichst einheitliche Tröpfchengröße angestrebt werden.

Zur Ausbringung solch geringer Mengen mit möglichst gleichmäßigem Tröpfchenspektrum sind Rotordüsen entwickelt worden. Das Spritzmittel wird hier durch eine zentrale Düse in einen schnell rotierenden Korb eingespritzt und durch diesen in feine, recht gleichmäßige Tröpfchen verteilt. Die Tröpfchengröße steht im direkten Verhältnis zur Umfangsgeschwindigkeit der Rotordüse, d. h., je höher die Umfangsgeschwindigkeit ist, um so kleiner die Tröpfchen. Außerdem spielt die Maschengröße des Rotorkörpers eine Rolle, und zwar erzeugen feinere Maschen feinere Tröpfchen als grobe Maschen.

Der Antrieb dieser Rotordüsen erfolgt vornehmlich noch durch verstellbare Flügel, die durch den Flugwind angetrieben werden. Elektrisch angetriebene Düsen sind bereits erprobt. Häufig reicht aber die Leistung des Stromaggregates des Fluggerätes nicht aus zum Antrieb von 4 bzw. 6 Rotordüsen und der erforderlichen Zentralpumpe.

Als Zentralpumpen werden zum Teil Zahnradpumpen verwendet, die 10 bis 12 l/Min. fördern. Ihr Antrieb erfolgt entweder durch Propeller vom Luftstrom des Flugzeuges oder elektrisch.

## **5. Physikalische Eigenschaften der chemischen Wirkstoffe**

Unter physikalischen Eigenschaften wird hier vornehmlich die Viskosität des Wirkstoffes bei unterschiedlichen Temperaturen verstanden. Es müssen Formulierungen gefunden werden, deren Viskosität sich bei Temperaturerhöhung nur wenig ändert.

Eine vollkommene Stabilität der Viskosität in Abhängigkeit von der Temperatur wird kaum erreichbar sein, weil die Eigenschaften des Mittels nur wenig verändert werden können. Chemische Zusätze zur Stabilisierung der Viskosität sind aber nur im geringen Umfang möglich, wenn die Konzentration des Mittels nicht verringert werden soll. Die bisherigen Formulierungen befriedigen im ULV-Einsatz noch nicht voll.

## **6. Schädlichkeit der hochkonzentrierten Wirkstoffe**

Durch die Anwendung hochkonzentrierter Wirkstoffe ist bei den üblichen Vorsichtsmaßnahmen keine größere Gefährdung des Personals zu erwarten. Nach bisherigen Erfahrungen traten die meisten Unfälle durch Kontakt mit dem Wirkmittel beim Umfüllen und Mischen des Wirkstoffes mit Wasser auf. Dieses Mischen entfällt bei der ULV-Anwendung; das Mittel wird nur umgepumpt, die Kontaktmöglichkeiten sind hierdurch geringer geworden.

Der Residualeffekt — das Haften des Mittels an den Pflanzen — ist bei der Anwendung konzentrierter Mittel größer als bei verdünnten Mitteln. Die behandelten Bestände dürfen also einen längeren Zeitraum nicht betreten werden, als bei der Behandlung mit verdünnten Wirkstoffen. Die Dauer des Residualeffektes ist für die einzelnen Mittel von der jeweiligen Formulieranstalt zu erfragen. Dieser verlängerte Residualeffekt vergrößert die biologische Wirkung des Mittels, so daß bei der Anwendung konzentrierter Mittel eine bessere Bekämpfung des Schädlings möglich ist.

Bei Beachtung der üblichen Vorsichtsmaßnahmen sind Piloten, „Flagman“, Mechaniker und sonstige Hilfskräfte nicht stärker gefährdet als bei Anwendung der Wirkstoffe in konventioneller Form.

Die Verdunstung der konzentrierten Mittel zwischen dem Abwurf vom Flugzeug und dem Kontakt mit der Pflanze ist bei der Anwendung konzentrierter Mittel geringer und übersteigt selten 10%. Hierdurch ist die Verkleinerung der Tröpfchen nicht so stark wie bei der konventionellen Methode und die Windanfälligkeit geringer. Die konzentrierten Mittel können somit gezielter abgeworfen werden und eine Gefährdung von Nachbarbeständen ist bei korrekter Arbeit geringer.

## **7. ULV-Anwendung vom fahrenden oder getragenen Gerät**

Die praktische Anwendung des ULV-Verfahrens im Pflanzenschutz ist vom Flugzeugeinsatz ausgegangen und ist für diesen Bereich bisher auch technisch am weitesten entwickelt worden.

Der Einsatz des ULV-Verfahrens vom fahrenden Sprühgerät aus ist noch im Versuchsstadium. Ein wesentliches Problem hierbei ist die Aufrechterhaltung einer gleichmäßigen Fahrgeschwindigkeit, auch bei unterschiedlichen Bodenverhältnissen. Bei konstanter Ausbringungsmenge würden Schwankungen in der Fahrgeschwindigkeit Über- bzw. Unterdosierungen zur Folge haben.

Für den Einsatz des ULV-Verfahrens mit Hilfe fahrenden Geräts müssen noch Düsen entwickelt werden, die geringe Mengen mit gleichmäßigem Tropfenspektrum ausbringen können. Wahrscheinlich wird man auch hier zu Rotordüsen übergehen müssen. Mit Hilfe der konventionellen Düsen werden die beim ULV-Verfahren erforderlichen geringen Mengen mit einem guten Tröpfchenspektrum nicht auszubringen sein.

Für die Anwendung konzentrierter Mittel mit getragenen Geräten ist in England ein einfaches und billiges Gerät entwickelt worden. Eine batteriegetriebene Rotordüse (7000 Umdrehungen/Min.) zerstäubt das Wirkstoffmittel mit ausreichendem Tröpfchenspektrum (50 bis 100  $\mu$ ). Mit Hilfe entsprechender Lochblenden können die Ausbringungsmengen variiert werden. Die Gleichmäßigkeit der Verteilung des Mittels auf die Blattoberfläche ist bei diesem getragenen Gerät u. a. abhängig von der Gleichmäßigkeit der Fortbewegung, Haltung des Gerätes in bestimmter Höhe, Windgeschwindigkeit usw.

Andere Geräte benutzen analog unseren Nebelgeräten einen mit Hilfe eines Gebläses erzeugten Windstrom, in das das Mittel mit dem entsprechenden Tröpfchenspektrum eingeführt wird. Diese Geräte können als Rückentragegeräte bzw. auch als Fahrgeräte eingesetzt werden.

Die Frage der zulässigen Über bzw. Unterdosierung ist noch nicht restlos geklärt. Bei vielen Formulierungen scheint eine 100%ige Überdosierung für die Pflanzen noch nicht nachteilig zu sein.

## 8. Zusammenfassung

Ultra low Volume (ULV)-Technik im Pflanzenschutz ist die Anwendung hochkonzentrierter Wirkstoffe in kleinen Mengen.

Die Verringerung der auszubringenden Flüssigkeitsmengen durch Einsparung des Wassers als Trägerstoff kann die Kosten der Ausbringung erheblich senken und die Wirkung des angewandten Mittels erhöhen.

Das ULV-Verfahren ist vom Flugzeugeinsatz ausgegangen und hier auch am weitesten verbreitet. Die Anwendung von fahrendem oder getragendem Gerät wird zur Zeit eingeführt.

Die mit dem ULV-Verfahren zusammenhängenden technischen, chemischen und biologischen Probleme sind noch nicht restlos gelöst.

Es ist zu erwarten, daß sich das ULV-Verfahren im Pflanzenschutz weiter durchsetzen wird, wenn die noch anstehenden wissenschaftlichen Vorarbeiten abgeschlossen sind.

## Summary

Ultra low Volume (ULV-)Technique in plant protection is the application of high concentrates in small quantities.

Through the saving of water the cost of application can be considerably reduced and the effectiveness of the concentrates increased.

The ULV-Technique was first developed for application from the air and is still used to a great extent in this way.

Application from trailed or mounted implements and hand operated sprayers are gradually coming into use.

It is to be expected that the ULV-Technique will come into more general use as soon as certain technical, chemical, and biological problems have been solved.

## Literaturverzeichnis

1. BALS, E. J., 1969: The Principals of new development in Ultra-Low-Volume Spraying. — Proc. 5th Br. Insectic. Fungici. Conf.
2. BREI, W., 1969: Flugzeugeinsatz in der Landwirtschaft. — Der Tropenlandwirt, 70, 157—168.
3. BROZZEL, J. R., und W. W. WATSON, 1966: Low volume spray patterns with three types of aerial application equipment. — Agricultural Aviation, Vol. 8 (No. 4), 199—121.
4. Farbenfabriken BAYER A.G., 1968: ULV-Technique adopteted world wide. — Crop protection Courier 1/68.
5. N. N., 1969: ULV Crop Sprayer ideal for tropics. — World Crops, Vol. 21 No. 5) 362.
6. SAYER, H. J.: Ultra-Low-Volume spraying systems comparison and assessment. — Desert Locust Control Organisation for Eastern Africa, Asmara, Ethiopia.