

# ATW - Ausschuss für Technik im Weinbau

Deutscher Weinbauverband, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft

Abschlussbericht über das  
ATW-Vorhaben Nr. 115

## Verfahrenstechnik zur Minimierung des Herbizidaufwandes im Weinbau

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Wendelin Uhl

KTBL-Titel: I/07  
Förderjahre: 1999 und 2000

Förderländer: Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz

Durchführung: Bayerische Landesanstalt  
für Weinbau und Gartenbau  
SG Weinbau und Rebenzüchtung  
Leiter: Präsident Hans-Peter Most  
An der Steige 15; D-97209 Veitshöchheim

## **ATW-Vorstand**

Vorsitzender: Peter Jost  
Oberstraße, D-55422 Bacharach  
Tel.: +49 (0) 6743/1216  
Fax: +49 (0) 6743/1076  
eMail: tonijost@debitel.net

2. Vorsitzender: Prof. Dr. Werner Rühling  
Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Technik  
Brentanostraße 9, D-65366 Geisenheim  
Tel.: +49 (0) 6722/502-361  
Fax: +49 (0) 6722/502-360  
eMail: technik@geisenheim.fa.fh-wiesbaden.de

Dr. Jürgen Dietrich  
Staatlicher Hofkeller Würzburg  
Rosenbachpalais, Residenzplatz 3  
D-97070 Würzburg  
Tel.: +49 (0) 931/30509-20  
Fax: +49 (0) 931/30509-33  
eMail: hofkeller-wuerzburg@t-online.de

## **ATW-Beirat**

Obmann: MinR Hermann Fischer  
Minist. für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau  
PF 3269; Bauhofstraße 4, D-55116 Mainz  
Tel.: +49 (0) 6131/16-3516  
Fax: +49 (0) 6131/16-3533  
eMail: Hermann.Fischer@mwwlw.rpl.de

Geschäftsführer: Dr. Albrecht Achilles  
KTBL, Bartningstraße 49  
D-64289 Darmstadt  
Tel.: +49 (0) 6151/7001-139  
Fax: +49 (0) 6151/7001-204  
eMail: a.achilles@ktbl.de

Titelbild: Herbizidspritze mit optoelektronischem Sensor im Einsatz (Foto - Verfasser)

© 2001 by Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)  
Bartningstraße 49, D-64289 Darmstadt, Tel.: +49 (0) 6151/7001-0. Internet: www.ktbl.de

Redaktion: Dr. Albrecht Achilles, KTBL

Herausgegeben mit Förderung des Bundesministers für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) sowie des Deutschen Weinbauverbandes (DWV).

Nachdruck, auszugsweise Wiedergabe, Vervielfältigung, Übernahme auf Datenträger und Übersetzung nur mit Genehmigung des ATW.

Printed in Germany.

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Einleitung und Aufgabenstellung</b>	<b>5</b>
<b>2 Untersuchungsmaterial</b>	<b>6</b>
2.1 Direktzuglagen	6
2.1.1 Bandspritzgeräte – Gerätebauteile	6
2.1.2 Punktspritzgerät	10
2.1.3 Optoelektronische Unkrauterkennerung	11
2.1.4 ULV-Verfahren (Ultra-Low-Volume) am Schlepper	14
2.1.5 Einsatzflächen	16
2.2 Seilzuglagen	16
2.2.1 Steillagen-Mechanisierungs-System (SMS) mit Bandspritzung	16
2.2.2 Handgeführte Kleinraupe mit Bandspritzung	17
2.2.3 Handgeführte Kleinraupe mit dem ULV-Verfahren	18
2.2.4 Handgeführte Kleinraupe mit dem Streichverfahren (Rotowiper)	19
2.2.5 ULV-Verfahren als handgetragenes Gerät	20
2.2.6 CDA-Verfahren als handgetragenes Gerät	21
2.2.7 Streichverfahren als handgetragenes Gerät	22
2.2.8 Rückenspritzgerät	23
2.2.9 Einsatzflächen	24
<b>3 Durchführung der Untersuchungen</b>	<b>25</b>
3.1 Gerätevorbereitung und Geräteeinstellung	25
3.2 Messungen an Gerätebauteilen	26
3.3 Beurteilungskriterien	29
<b>4 Ergebnisse und Diskussion</b>	<b>30</b>
4.1 Gerätebauteile	30
4.2 Verfahren für Direktzuglagen	35
4.3 Verfahren für Seilzuglagen	38
<b>5 Zusammenfassung</b>	<b>44</b>
<b>6 Literatur</b>	<b>45</b>



## 1 Einleitung und Aufgabenstellung

Die Tolerierung von Unkräutern als natürliche Begrünung in den Rebanlagen wurde im Laufe der Jahre von unterschiedlichen Philosophien beeinflusst. Daran wird sich auch in Zukunft wenig ändern.

Für den Erwerbsweinbau ist es aber wichtig, dass die Reben in ihrer Entwicklung nicht durch einen zu starken Unkrautbesatz geschädigt werden.

Neben den bekannten mechanischen Verfahren zur Unkrautkontrolle wird die Anwendung von Herbiziden im Weinbau aus arbeitswirtschaftlichen Gründen an Bedeutung gewinnen. Ein weiterer Grund ist die inzwischen veröffentlichte Ökobilanz zur Beikrautbekämpfung im Weinbau durch die Landesregierung Rheinland-Pfalz vom August 1998 (ISBN 3-89574-338-0). Danach wird die chemische Unkrautkontrolle im Unterstockbereich gegenüber der mechanischen Unkrautkontrolle aus ökologischer Sicht besser beurteilt.

Trotzdem ist es zur Schonung der Umwelt sinnvoll, die chemische Unkrautkontrolle im Weinbau auf das absolut Notwendige einzuschränken.

Unter diesen Voraussetzungen sind Verfahren, die eine Minimierung des Herbizidaufwandes ermöglichen, auch aus politischer Perspektive besonders aktuell.

Deshalb hatte das Arbeitsvorhaben zum Ziel, die auf dem Markt angebotenen Verfahren zur Ausbringung von Herbiziden für Direkt- und Seilzuglagen auf ihre Praxiseignung hin zu untersuchen und wenn notwendig, zu optimieren. Dabei stand grundsätzlich die noch vertretbare Reduzierung der Aufwandmengen im Vordergrund.

## 2 Untersuchungsmaterial

### 2.1 Direktzuglagen

Hier erstreckten sich die Untersuchungen weitestgehend auf Verfahren, die als Schlepper- oder Geräteanbaueinheiten zum Einsatz kommen.

#### 2.1.1 Bandspritzgeräte - Gerätebauteile

Das verwendete Bandspritzgerät (Abb. 1) war ein Kommissionsgerät. Es wurde teils in serienmäßiger und teils in geänderter Ausstattung untersucht.



Abb. 1: Frontseitig angebautes Band-Spritzgerät im Einsatz

Im einzelnen besteht das Gerät aus folgenden Hauptbauteilen (Abb. 2)

- Behälter
- Pumpe
- Armatur
- Düsen
- Filterstationen.

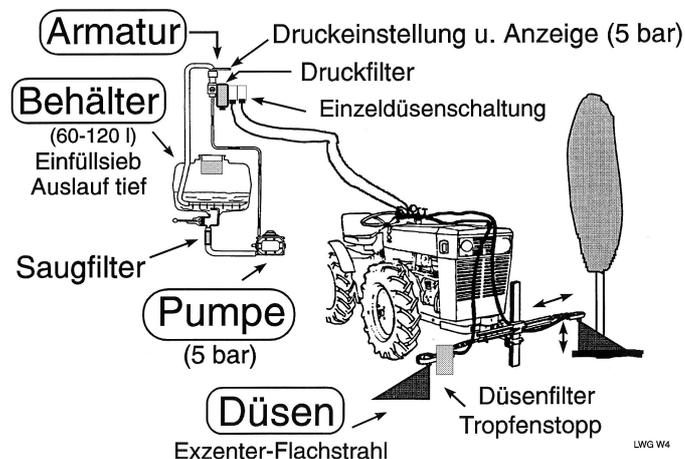


Abb. 2: Hauptbauteile und Filtereinrichtungen eines Bandspritzgerätes

Aus Gründen der Zweckmäßigkeit für Gerätekombinationen war der Behälter mit 60 l Fassungsvermögen während der ganzen Versuchsdauer zusammen mit der Pumpe als Einheit in einen gemeinsamen Rahmen frontseitig am Schlepper angebaut. Zur Mischung des Behälterinhaltes dient der Rücklauf. Die Pumpe ist eine elektrisch getriebene Verdrängerpumpe mit 7 l Volumenstrom pro Minute und hat eine Druckleistung von maximal 5 bar. Die Energieversorgung erfolgt durch den Schlepperstromkreis.

### Armatur

Für das Zu- und Abschalten der Teilbreiten links und rechts sind manuell bedienbare Hähne vorgesehen. Eine weitere Ausbaustufe ermöglicht die elektrische komplett oder Einzelschaltung durch Magnetventile.

Zur Erleichterung der Gerätefunktionsüberwachung wurde das Druckmanometer in den Sichtbereich des Schlepperfahrers verlegt.

Nachdem der Betriebsdruck für die genaue Brühe- und Mittelaufwandmenge eine wichtige Einflussgröße darstellt, wurden mehrere Druckregelsysteme auf ihre Brauchbarkeit hin untersucht (Abb. 3). Zum Einsatz kamen fünf Gleichdruck- und eine Querschnittsregelung. Die auf der Abbildung 3 gezeigten Nummern 1 und 2 sind serienmäßige Schrägsitzabstellventile mit Rücklaufsperrre aus dem Sanitärbereich. Eine nachträglich eingebaute Hülse ermöglicht eine stufenlose Vorspannung der Rückschlagfeder zur Druckeinstellung (Abb. 4) nach dem System der Gleichdruckregelung.



Abb. 3: Unterschiedliche Druckregleinrichtungen am Prüfstand

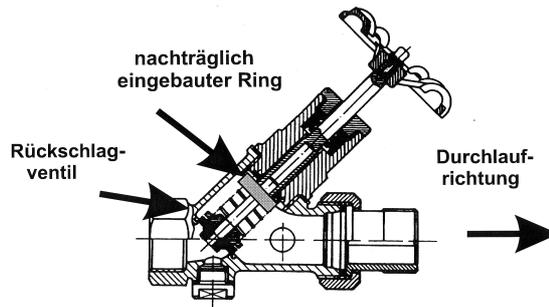


Abb. 4: Schrägsitzabstellventil mit Rücklaufsperrre umgebaut als Gleichdruckregelung

## Düsen

Für die Positionierung und Verstellung der Düsen, linke und rechte Seite, wurden serienmäßige Düsenstationen mit Rückschlagmembranventilen als Tropfenstop verwendet (Abb. 5).

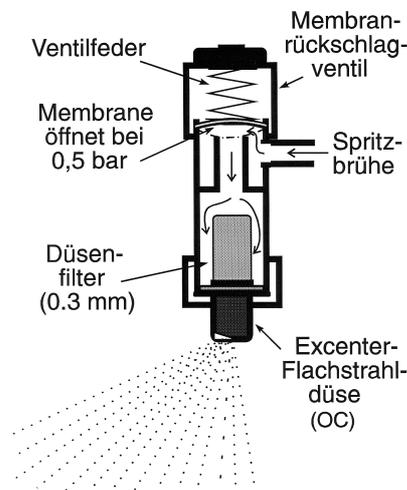


Abb. 5: Düsenstation mit Rückschlagmembranventil als Tropfenstop

Aus Gründen der besseren Übersicht, dem vorteilhaften Handling und insbesondere zur Schonung der Düsenstationen vor Beschädigungen war im Gegensatz zum Frontanbau (Abb. 1) der Zwischenachsenanbau bei fast allen Einsätzen dominierend.

Zur optimalen Anpassung an die jeweiligen Einsatzbedingungen ermöglichten die werkstattseitig angefertigten Halterungen der Düsenstationen eine stufenweise Veränderung der Düsen in horizontaler und vertikaler Richtung. Eine Rückschwenkeinrichtung diente zur Verhinderung von Anfahrtschäden.

In der Regel betrug der Düsenabstand zum Boden für alle Düsenarten ca. 37 cm.

Die von der Industrie als Sonderausstattung angebotenen Stellmotoren zur Veränderung der Düsenpositionen sind nicht zum Einsatz gekommen. Hier wird eine ausreichende Funktion unterstellt.

Von den derzeit verfügbaren asymmetrischen Flachstrahldüsen wurden die Größen OC-01 bis OC-03 ausgewählt. Neben den herkömmlichen Ausführungen waren es jedoch vorrangig asymmetrische Injektor-Flachstrahldüsen der Firmen Lechler, Type ID und Agrotop Typ AVI die vorrangig zum Einsatz kamen.

Die Funktion der Injektordüse besteht darin, dass der Spritzflüssigkeit über Luftansaugöffnungen durch den Venturieffekt (Wasserstrahlpumpe) vor der Tropfenaufbereitung im Unterdruckverfahren Luft zugeführt wird (Abb. 6). Dadurch entsteht im Mischbereich der Düse ein homogenes Flüssigkeits-Luftgemisch. Die daraus entstehenden Tropfen sind mit Luft gefüllt. Das Tropfenspektrum hat im Vergleich zur herkömmlichen Tropfenaufbereitung unter gleichen Bedingungen wie z.B. Betriebsdruck und Ausstoßmenge (l/min) einen wesentlich geringeren Anteil an Feintropfen. Die Tropfen sind größer und damit erheblich weniger Abtrift gefährdet. Der Spritzwinkel wird vom Betriebsdruck beeinflusst und ist mit den herkömmlichen Flachstrahldüsen vergleichbar.

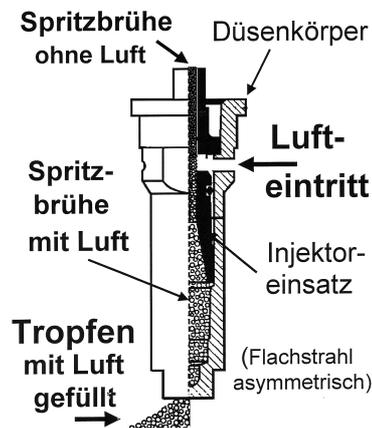


Abb. 6: Aufbau und Funktion einer asymmetrischen Flachstrahl-Injektordüse

Die Abmessungen der Injektordüsen entsprechen der üblichen Norm und ermöglichen dadurch den Einbau in vorhandene Düsenstationen. Durch den speziellen Aufbau sind die Injektordüsen fabrikatsabhängig um etwa 25–30 mm länger (Abb. 7).

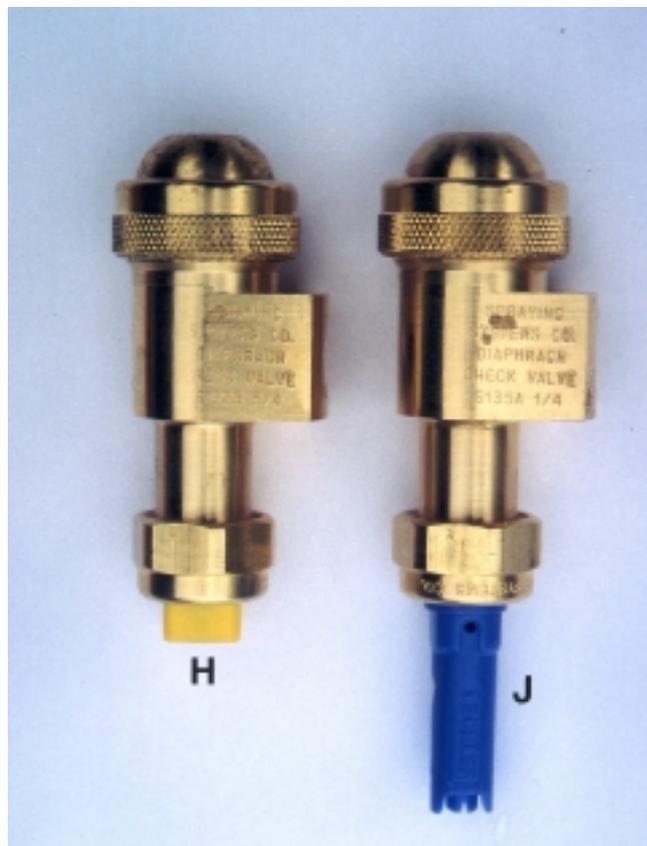


Abb. 7: Düsenstation mit: H) herkömmliche Flachstrahl-Düse J) Flachstrahl-Injektordüse

## Filterstationen

Zur sicheren Funktion des Bandspritzgerätes war eine optimale Filterung der Spritzbrühe sicher gestellt (Abb. 2).

Entsprechend dem Brüheverlauf waren folgende Filterstationen eingebaut:

- Einfüllsieb
- Saugfilter
- Druckfilter
- Düsenfilter.

Die kleinste Durchgangsgröße entsprach der Filtergröße 50 M mit ca. 0,3 mm Durchgangsöffnung.

### 2.1.2 Punktspritzgerät

Die Punktspritzeinrichtung ist eine Ergänzung zum Bandspritzgerät mit der Option, dass neben der durchgehenden Bandspritzung das Herbizid auch punktuell, wie z.B. nur an den Rebstämmchen oder Stickeln appliziert werden kann. Damit eignet sich die Punktspritzeinrichtung als Kombination zur mechanischen Unkrautkontrolle mit dem Stockräumer oder dem Unterstockmulchgerät für die ganzflächige Unkrautkontrolle bei einer Überfahrt.

#### Funktion

Zur Aufrechterhaltung der objektbezogenen Spritzbrüheapplikation (Punktspritzung) ist jeder Düsenstation (links/rechts) ein Magnetventil vorgeschaltet. Für die Steuerung der Magnetventile sind zwei unterschiedliche objektorientierte Impulsgeber bekannt. Die herkömmliche Technik erstreckt sich auf eine mechanische Abtastung der Rebstöcke und Stickle, wobei größtenteils die Taster der Stockräumer oder Unterstockmulchgeräte Verwendung finden. Als Impulsgeber dienen hier induktive Näherungsschalter, deren Signale über eine entsprechende Verstärkung auf die Magnetventile umgesetzt werden.

Während der Untersuchungen wurde jedoch auf die berührungslose optische Steuerung der Bandspritzeinrichtung umgestellt (Abb. 8). Dieses System arbeitet je Seite mit einem Sensor, welche die Rebstöcke und Stickle durch die Lichtreflexion erfassen und nach entsprechender Signalumsetzung den Spritzimpuls unabhängig voneinander auslösen (Abb. 9).

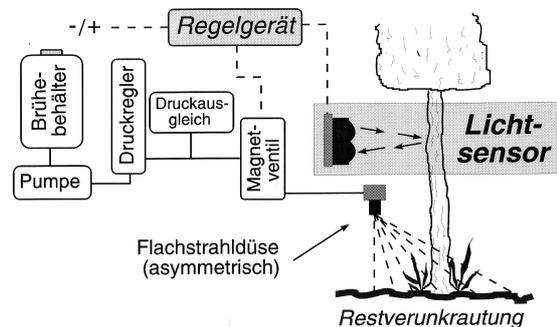


Abb. 8: Aufbau und Funktion einer Punktspritzeinrichtung mit optischer Steuerung



Abb. 9: Punktspritzeinrichtung in Kombination mit dem Stockräumer im Einsatz

Eine potentielle Zeitschaltung ermöglicht die stufenweise Anpassung der Spritzdauer pro ausgelösten Impuls an die Fahrgeschwindigkeit. Außerdem sind über Einzelschalter an der Steuereinheit, die im Bereich des Schlepperfahrers untergebracht ist, folgende zusätzliche Schaltfunktionen möglich:

- Gerät ein/aus rechte oder linke Düse ein/aus und
- Spritzvorgang in Dauerbetrieb zur Bandspritzung.

Die Düsenausstattung mit Injektor-Flachstrahldüsen war zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit identisch mit der durchgehenden Bandspritzung.

### 2.1.3 Optoelektronische Unkrautererkennung

Als absolute Neuheit konnte dazu während der Versuchsdauer eine aus Nordamerika stammende Entwicklung, die als Selectiv-Spray-System unter der Bezeichnung „Weed-Seeker“ patentrechtlich geschützt ist, untersucht werden. Hergestellt wird die Steuereinheit von der Firma Patchen Inc. 1147 North State Street, Ukiah. CA 95482 (Abb. 10).



Abb. 10: Optoelektronische Unkrautererkennung im Zwischenachsenanbau

Da das Selectiv-Spray-System im Grundaufbau, insbesondere im elektronischen Bedienungs- und Rechnerteil, auf 20 Sensoren ausgerichtet ist und zur selektiven Steuerung einer zweiseitigen Bandspritzeinrichtung nur zwei Sensoren nutzbar sind, ist der Kostenaufwand bei der gegenwärtigen Preisgestaltung für den Weinbau relativ hoch.

Um für den Weinbau eine preiswertere Lösung zu finden, wurde in Zusammenarbeit mit dem Institut für Betriebstechnik und Bauforschung (Dr. Biller) der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig ein australisches System mit der schutzrechtlichen Bezeichnung „Detectspray“ als Alternative untersucht. Beide Systeme unterscheiden sich im wesentlichen nur dadurch, dass beim Weed-Seeker eine eigene gezielte Lichtquelle vorhanden ist und beim Detectspray-System nur mit Umgebungslicht gearbeitet wird. Als Hauptkomponenten beinhalten die untersuchten optischen Steuersysteme folgende Bauteile:

1. Kontroll- bzw. Bedienungseinheit, Mikroprozessor, Schaltarmaturen (Abb. 11)
2. Sensoren für die Unkrautererkennung
3. Lichtquelle (bei Detectspray für den Weinbau nachgerüstet)
4. Magnetventile
5. Spritzdüsen.



Abb. 11: Bedienungseinheit einer optoelektronischen Unkrautererkennung

Beim System Weed-Seeker sind der Sensor, die Lichtquelle, das Magnetventil und die Spritzdüse zu einer Baueinheit zusammengefasst und damit sehr montagefreundlich (Abb. 10).

### Systemfunktion

Das Wirkungs- und Funktionsprinzip der optoelektronischen Unkrautererkennung besteht grundsätzlich darin, dass auf optischem Weg gesteuert nur dort Herbizid appliziert wird, wo Chlorophyll, also Unkraut vorhanden ist (Abb. 12).

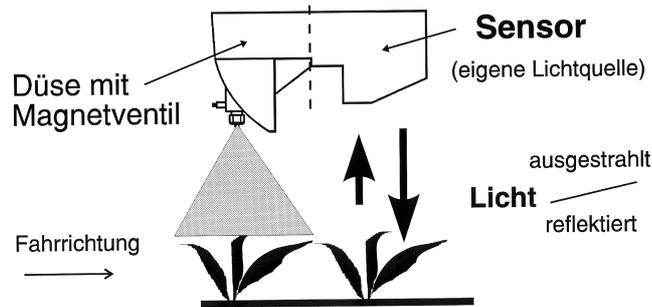


Abb. 12: Systemdarstellung einer optoelektronischen Unkrauterkennung

Genutzt wird hier die seit langem bekannte Tatsache, dass sich grüne Pflanzen bezüglich der Reflexion von Licht grundsätzlich anders verhalten als der Boden, abgestorbene Pflanzenteile oder andere Gegenstände. Grüne Pflanzen absorbieren durch das Chlorophyll das Licht im roten nicht sichtbaren Bereich bei 650 nm und reflektieren es im Nah-Infraroten-Bereich bei 750 nm sehr stark. Die Reflexion des Bodens verläuft dagegen über den ganzen Bereich zwar schwach ansteigend aber linear (Abb. 13).

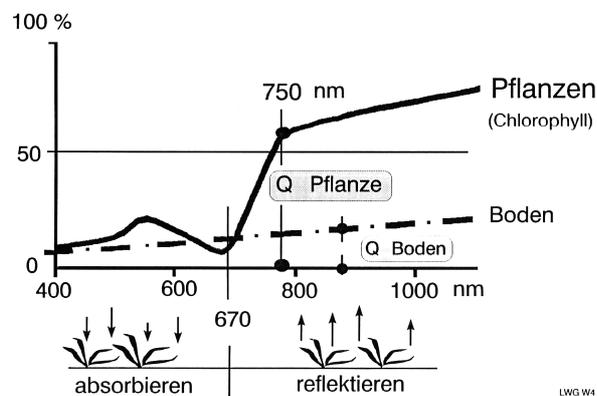


Abb. 13: Grundfunktion der optoelektronischen Unkrauterkennung

Fotodioden mit vorgeschalteten Bandfiltern erfassen das unterschiedliche Reflexionsverhalten und übermitteln diese Information an einen Mikroprozessor. Durch die Verhältnisbildung beider Reflexionsgeraden erhält das System die unterschiedlichen Quotienten zwischen dem Boden und den grünen Pflanzen, was letztlich als Signal für die Systemsteuerung genutzt wird. Dadurch kann die Optoelektronik genau und zuverlässig bestimmen, ob sich grüne Pflanzen im Sensorbereich befinden. Wird Unkraut detektiert, wird über ein sehr schnell schaltendes Elektromagnetventil der Düse so lang Spritzbrühe zugeleitet, bis die Unkrautpräsenz zu Ende ist. Der Sensor und die Düse sind dazu räumlich eng zugeordnet.

Beide in der Untersuchung befindlichen optischen Steuersysteme arbeiten im wesentlichen nach der beschriebenen Grundfunktion, wobei die Empfindlichkeit der Unkrauterkennung stufenlos in beiden Fällen regelbar ist.

Vor Arbeitsbeginn muss jedes der optoelektronischen Systeme auf einer unkrautfreien Fläche durch einen Tastendruck am Bedienungsteil kalibriert werden. Die Anpassung an die Fahrgeschwindigkeit erfolgt vorerst noch in Stufen. In einer weiteren Ausbaustufe ist eine automatische Anpassung des Systems an die Fahrgeschwindigkeit vorgesehen.

Nachdem aber beim Detectspray für die Anwendung im Weinbau durch stark unterschiedliche Lichtverhältnisse im Unterstockbereich, wie z. B. Schatten- und Sonnenbereiche, Funktionsnachteile zu erwarten waren, wird die Wirkungsfläche der Sensoren durch Zusatzscheinwerfer, es

handelt sich hier um serienmäßige Arbeitsscheinwerfer mit je 60 Watt-Leistung und einer Lichtintensität von ca. 35000 Lux ausgeleuchtet (Abb. 14).



Abb. 14: Aufgelöste Bauweise einer optoelektronischen Unkrauterkennung

#### 2.1.4 ULV-Verfahren (Ultra-low-volume) am Schlepper

Um die Eignung der Anwendung von unverdünntem Herbizid im Weinbau zur Minimierung der Aufwandmengen zu prüfen, wurden repräsentativ zwei Geräte der Firma Mantis, Hamburg in die Untersuchungen einbezogen.

Für den Direktzugbereich bzw. Schlepperanbau war es der Gerätetyp VARIMANT-WE in zweiseitiger Ausführung (Abb. 15).



Abb. 15: ULV-Verfahren im Frontanbau am Weinbauschlepper

Im einzelnen setzt sich das Gerät aus folgenden Bauteilen zusammen:

1. Schalteinheit-Antrieb (Boden- oder Batterieantrieb)
2. Herbizidvorrat
3. Pumpe (Boden- oder Elektroantrieb)
4. Zuleitungen mit Abstelleinrichtungen
5. Rotationszerstäuber mit Schutzhauben (Elektroantrieb).

Die Schalteinheit beinhaltet neben einer nachladbaren Batterie diverse Schalter für die Bedienung der Pumpe bzw. der Rotationszerstäuber (Ein/Ausschaltung) und entsprechende Kontrollleuchten.

Als Herbizidvorrat werden die Herstellergebilde (Abb. 15) verwendet.

Die Pumpe ist eine elektrisch angetriebene Verdrängerpumpe mit einer stufenweise veränderbaren Förderleistung zwischen 2,5 und 12 ml/min. Systembedingt handelt es sich damit um eine fahrunabhängige Dosierung der Mittelaufwandmengen.

Als fahrabhängige Ausführung für den Pumpenantrieb und die Mitteldosierung kann das Gerät auch mit einem Stützrad und eingebauter Nabenpumpe ausgerüstet werden. Hier handelt es sich im Grundaufbau und in der Funktion um die gleiche Pumpe wie beim Elektroantrieb.

Die Rotationsdüsen bestehen aus zwei Teilen, nämlich dem Elektroantrieb und dem mechanischen Teil als Verteilerorgan (Abb. 16).

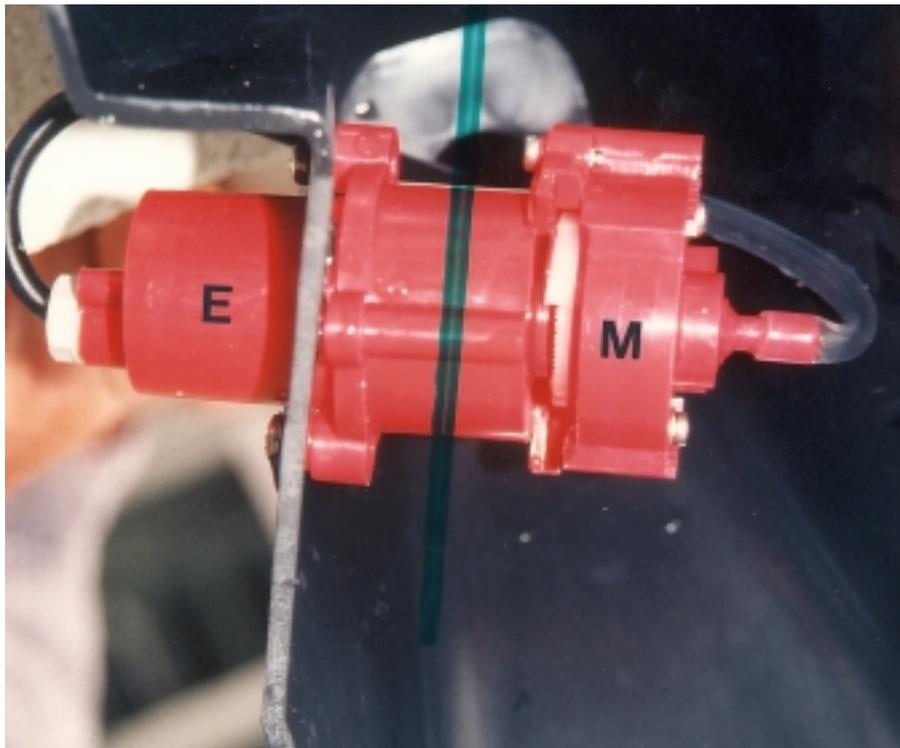


Abb. 16: Rotationsdüse E) Elektroteil M) Mechanischer Teil

Sie arbeiten nach dem Prinzip der mechanischen Tropfenaufbereitung, d.h. unverdünntes Herbizid wird dosiert, einer rotierenden konisch ausgebildeten Scheibe mit Zahnrand zugeleitet und durch die Zentrifugalkraft sehr feintropfig aufbereitet. Abhängig vom Ladezustand der Batterie oder die Versorgungsspannung werden dabei Betriebszustände zwischen 4500 und 5500 Umdrehungen/min erreicht.

Zur Verminderung der Gefahr, dass feine Herbizidtropfen auf den Rebbestand abtriften, sind die Rotationszerstäuber mit schwenkbaren Schutzhauben ausgerüstet (Abb. 15).

Als Anbaupositionen der Rotationszerstäuber an den Schlepper ist vom Hersteller der Frontanbau mit hydraulischer Höhen- und mechanischer Breitenverstellung vorgesehen. Für die Anpassung an die Fahroberfläche wird in der Regel ein luftbereiftes Stützrad mitgeliefert.

Der Frontanbau ermöglicht die Kombination mit anderen Geräten, wie z.B. einem Universalpflug oder einem Mulchgerät für die Unkrautkontrolle im Gassenbereich.

### 2.1.5 Einsatzflächen

Die Geräteeinsätze für die Untersuchungen in Direktzuglagen erfolgten ausschließlich in Ertragsreblflächen der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Würzburg/Veitshöchheim. Bewirtschaftet werden die Flächen wechselseitig, offen und mit Kurzzeitbegrünung. Die Erziehungsart ist der übliche Drahtrahmen mit 2 m Zeilenabstand, eine durchschnittliche Zeilenlänge von 70 m und 15–40 % Geländesteigung.

## 2.2 Seilzuglagen

Hier wurden Verfahren untersucht, die vorrangig in den klassischen Seilzuglagen zur Anwendung kommen oder in Zukunft dafür vorgesehen sind.

### 2.2.1 Steillagen-Mechanisierungs-System (SMS) mit Bandspritzeinrichtung

Das SMS-Gerät ist eine ganzheitliche Verfahrenstechnik für den Seilzugbetrieb, bestehend aus dem Antriebsteil mit einer hydraulisch angetriebenen Seilwinde, Auffahrplattform und dem über das Seil verbundenen Geräteträger (Abb. 17). Dieser bietet die Möglichkeit, verschiedene Geräte, wie z. B. das Kreiselmulchgerät und die Bandspritzeinrichtung zu kombinieren. Der Aufbau und die Funktion der Bandspritzeinrichtung sind mit den Schlepperanbaugeräten vergleichbar. Für den Pumpenantrieb dient eine nachladbare Aufbaubatterie. Künftige Aufbaumotore der Mulchgeräte verfügen über eine serienmäßige Stromversorgung.



Abb. 17: Steillagen-Mechanisierungs-System (SMS) mit Bandspritzgerät und Kreiselmulchgerät

Durch den Wendesitz werden gleichzeitig beim Fahrtrichtungswechsel zwischen den Bergauf- und den Bergabfahrten die Lenkachse und die Blickrichtung der Bedienungsperson umgestellt. Über eine Funkverbindung kann das System von einer Person vom Geräteträger aus bedient und betrieben werden.

### 2.2.2 Handgeführte Kleinraupe mit Bandspritzeinrichtung

Für die Untersuchung der handgeführten Kleinraupe wurde eine werkstattseitig zusammengestellte Bandspritzeinrichtung mit den für die Bandspritzung bereits beschriebenen Komponenten in Kombination mit einem Kreiselmulchgerät aufgebaut (Abb. 18). Zur besseren Ballastierung konnte der 25 l fassende Flüssigkeitstank im Rahmen des Mulchgerätes untergebracht werden. Der Pumpenantrieb erfolgt elektrisch über eine mitgeführte Batterie. Die übrigen Bauteile, wie z.B. die Druckregelung, die Brühzu- bzw. Brühabschaltung sind Serienartikel. Für die Anpassung an die Einsatzbedingungen wurden die Halterungen der mit Tropfenstop ausgestatteten Düsenstationen links und rechts am Fahrwerk Höhen und Breiten verstellbar ausgebildet. Zur Kompensierung der relativ geringen Fahrgeschwindigkeit auf den Brühbedarf (l/ha) wurden die kleinsten auf dem Markt angebotenen asymmetrischen Düsen und zwar die CO-01 gewählt.



Abb. 18: Handgeführte Kleinraupe mit aufgebautem Bandspritzgerät und Kreiselmulchgerät

Für die Anzeige der Fahrgeschwindigkeit war die Kleinraupe mit einem nachträglich angebauten bodenangetriebenen Tachometer ausgestattet.

Inzwischen hat die Firma NIKO ein serienmäßiges Bandspritzgerät für die handgeführte Kleinraupe in ihr Angebot aufgenommen.

### 2.2.3 Handgeführte Kleinraupe mit dem ULV-Verfahren

Für diese Untersuchungen wurde die Kleinraupe für den Gassenbereich mit einem serienmäßigen Kreiselmulchgerät und für den Unterstockbereich mit einer Einrichtung zur Applikation von unverdünntem Herbizid ausgestattet (Abb. 19).



Abb. 19: Handgeführte Kleinraupe mit aufgebautem ULV-Verfahren und Kreiselmulchgerät

Der Geräteaufbau ist im wesentlichen mit dem bereits beschriebenen Schlepperanbaugerät (Mantis VARIMAT-W) vergleichbar.

Die Rotationsdüsen waren zusammen mit den schwenkbaren Schutzhauben rechts und links vom Laufwerk mechanisch Höhen und Breiten verstellbar positioniert. Als Mittelvorrat wurde ein 2-l- Behältnis mitgeführt.

Nachdem das ULV-Verfahren durch die geringe Gewichtsbelastung für die Kleinraupe als besonders interessant erschien, waren zum Vergleich die Pumpenantriebe fahrerunabhängig über eine Batterie und die fahrerabhängige Lösung mittels eines Laufrades (Abb. 19 L) installiert. Der fahrerabhängige Pumpenantrieb hat den Vorteil, dass beim Befahren von Hanglagen, wo zwischen den Bergauf- und den Bergabfahrten Schub bzw. Schlupf auftreten, der Mittelausstoß linear zur Fahrgeschwindigkeit verläuft. Sicherlich eine wichtige Voraussetzung für die gleichmäßige Mittelapplikation.

#### 2.2.4 Handgeführte Kleinraupe mit dem Streichverfahren (Rotowiper)

Als einzige Variante zur Untersuchung der ganzflächigen Anwendung von Herbiziden in Steillagen wurde die handgeführte Kleinraupe für den Unterstockbereich mit dem Bandspritzgerät bzw. dem ULV-Verfahren und für den Gassenbereich mit einem sogenannten Streichgerät ausgestattet (Abb. 20).



Abb. 20: Handgeführte Kleinraupe mit aufgebautem Streichverfahren

Das Streichverfahren beruht darauf, dass die höher konzentrierte Spritzbrühe (1:0,15) mittels Flachstrahldüsen auf eine gegen die Fahrtrichtung drehende Walze gleichmäßig aufgetragen und durch Kontakt auf das Unkraut appliziert wird. Unterstützt wird dieser Vorgang durch eine elektrisch angetriebene Pumpe, die bei Bedarf periodisch über einen Druckschalter von der Bedienungsperson in Gang gesetzt wird.

Als Änderung für die leichtere Bedienung bzw. gesicherte Benetzung sind hier eine elektronische Überwachung und möglicherweise eine automatische Schaltung vorgesehen. Die Funktion dieser sicher zweckmäßigen Einrichtung konnte während der Versuchsjahre nicht geprüft werden.

Der Antrieb, der mit speziellen synthetischem Material überzogenen Walze, erfolgt entgegen der Fahrtrichtung mit ca. 30 Umdrehungen/min über eine Keilriemenuntersetzung elektrisch. Zur Führung der Walze knapp über dem Boden dient eine Höhen verstellbare luftbereifte Stützrolle. Der Walzendurchmesser beträgt 22 cm. Die Arbeitsbreite mit 1,25 m ist auf einen Zeilenabstand von 1,6 m abgestimmt.

Vertrieben wird das Rotowipergerät durch die Firma Purivox in Mannheim.

### 2.2.5 ULV-Verfahren als handgetragenes Gerät

Dazu wurde zur Anwendung von unverdünntem Roundup im ULV-Verfahren (Ultra-Low-Volume) ein handgetragenes Gerät der Firma Mantis, Hamburg und zwar die Type MINI-MANTRA eingesetzt (Abb. 21).

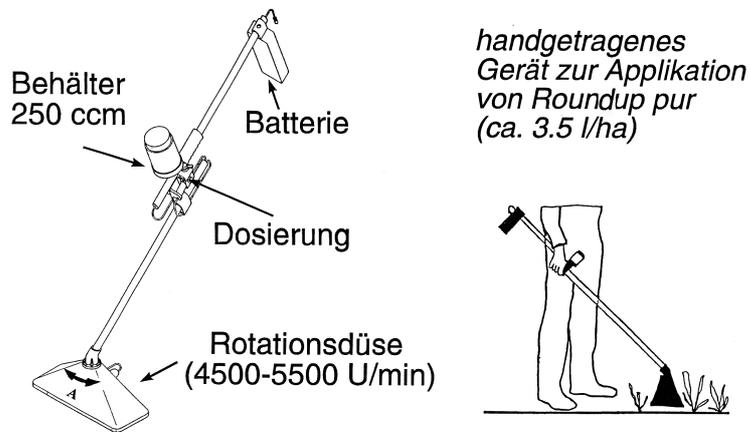


Abb. 21: Handgeführte Geräte für das ULV-Verfahren

Das Gerät wiegt ohne Mittelfüllung 2,2 kg, verfügt zur Tropfenaufbereitung über eine elektrisch getriebene Rotationsdüse mit 4500–5500 Umdrehungen/min. Die Stromversorgung erfolgt über einen nachladbaren 6 Volt-Akku, der eine Betriebsdauer von ca. 7 Stunden aufweist. Der transparente Mittelvorratsbehälter mit einem Fassungsvermögen von 250 ml ist am Gerätetragerohr integriert.

Für das Öffnen und Schließen des auf Schwerkraft beruhenden Herbizidnachlaufes sowie das Ein- und Ausschalten der Rotationsdüse geschieht über einen arretierbaren Kombischalter. Die Mittelaufwandmenge kann mit einer 10stufigen Dosierblende von 5–50 ml/min verändert werden.

Zur Reduzierung von Abtriftschäden auf den Rebbestand ist ein verstellbarer Schutzschirm aus synthetischem Material vorgesehen.

### 2.2.6 CDA-Verfahren als handgetragenes Gerät

CDA steht als Abkürzung für Controlled-Dropled-Applikation und bedeutet für die Praxis kontrollierte Tropfenapplikation. Die Tropfenaufbereitung erfolgt hier ebenfalls mechanisch mit einer Rotationsdüse.

Kontrolliert bzw. beeinflusst wird die Tropfenbildung beim CDA-Verfahren durch geänderte Drehzahlen und Durchflussmengen.

Repräsentativ für mehrere Hersteller wurde für die Untersuchungen ein Gerät der Firma Greentec-Innovative Produkte GmbH, 40764 Langenfeld eingesetzt.

Das zweiteilige handgetragene Gerät besteht aus einem 5 l fassenden Brühebehälter mit Schultertragegurten und dem Dosierteil, welches die Zuleitung, den Ein- Ausschalter, die Batterie, die Zulaufblende, die Rotationsdüse und den Schutzschirm beinhaltet (Abb. 22).



Abb. 22: DCA-Verfahren als handgetragenes Gerät

Zur etwas grobtropfigeren Aufbereitung der Spritzbrühe ist die Rotationsdüse auf eine Drehzahl zwischen 2500 und 3500 Umdrehungen/min eingestellt. Durch eine besondere Gestaltung der Rotationsdüse ist die Brühekonzentration mit 1 l Herbizid auf 4 l Wasser festgelegt.

Unterschiedlich große Dosierblenden ermöglichen die Veränderung der Zuflussmenge.

### 2.2.7 Streichverfahren als handgetragenes Gerät

Das Docht-Streichgerät der Firma ZUWA in Laufen/Salzach ist aus anderen Kulturarten seit langem bekannt.

Um die Eignung für die mittelsparende Anwendung im Weinbau zu prüfen, wurde das Gerät ZUWA-Unkrautstab 330 in die Untersuchungen einbezogen.

Es handelt sich um ein handgetragenes Gerät, bei dem der Trage- oder Haltestiel als transparentes Rohr auch als Mittelvorrat mit ca. 0,65 l Fassungsvermögen dient. Am unteren Ende ist eine Dochtschleife mit ca. 33 cm Arbeitsbreite (Abb. 23). Die Mittelkonzentration wird vom Hersteller mit einem Teil Herbizid und zwei Teilen Wasser empfohlen.



Abb. 23: Streichverfahren als handgetragenes Gerät

### 2.2.8 Rückenspritzgerät

Für die selektive Applikation von Herbiziden auf kleineren Rebflächen ist der Einsatz von Rückenspritzgeräten eine gängige Praxis (Abb. 24). Bei den Untersuchungen kam ein Gerät der Firma Solo und zwar das Modell 425 mit einer Behältergröße von 15 l zur Anwendung. Das Gerät hat eine dreistufige Druckbegrenzung mit einer an der Armatur integrierten Druckanzeige. Zur Verminderung der Abdrift war das Gerät mit einer symmetrischen Flachstrahl-Injektordüse (ID 120-02) der Firma Lechler in Metzingen ausgestattet und wurde ohne Schutzschirm eingesetzt.



Abb. 24: Rückenspritzgerät mit Flachstrahl-Injektordüse

Die Tabelle 1 enthält eine Zusammenstellung aller untersuchten Verfahren.

Tab. 1: Zusammenstellung der untersuchten Verfahren zur Minimierung des Herbizidaufwandes im Weinbau

Nr.	Verfahren	Anwendung	Hersteller
1	Bandspritzgerät	Direktzug Unterstockbereich	Heinz Müller Rohrbergstraße 15 D-65343 Eltville
2	Punktspritzgerät als Erweiterung der Bandspritzung	Direktzug Unterstockbereich	Heinz Müller Rohrbergstraße 15 D-65343 Eltville
3	Optoelektronische Unkrauterken- nung als Erweiterung der Bandspritzung	Direktzug Unterstockbereich	Patchen Inc. 1147 North State Street USA 95482 Ukiah, CA
4	ULV-Verfahren (Ultra-Low-Volume) Schlepperanbau	Direktzug Unterstockbereich	Mantis GmbH Vierlander Str. 11a D-21502 Hamburg
5	Bandspritzgerät am Steillagen-Mechanisierungs-System (SMS)	Seilzug Unterstockbereich	Clemens & Co. GmbH Rudolf-Diesel-Str. 8 D-54516 Wittlich
6	Bandspritzgerät an der handgeführten Kleinraupe	Seilzug Unterstockbereich	Eigenbau
7	ULV-Verfahren an der handgeführten Kleinraupe	Seilzug/Steillagen Unterstockbereich	Mantis GmbH Vierlander Str. 11a D-21502 Hamburg
8	Streich-Verfahren an der handgeführten Kleinraupe	Seilzug/Steillagen Gassenbereich	Rotawiper GmbH D-94235 Ruhmannsfelden
9	ULV-Verfahren handgetragenes Gerät	Seilzug/Steillagen Unterstockbereich	Mantis GmbH Vierlander Str. 11a D-21502 Hamburg
10	CDA-Verfahren handgetragenes Gerät	Seilzug/Steillagen Unterstockbereich	Green Tec GmbH Langenfelden/PURIVOX D-14641 Hoppenrade
11	Streichverfahren handgetragenes Gerät	Seilzug/Steillagen Unterstockbereich	ZUWA-Zumpe GmbH Franz-Fuchs-Str. 13-17 D-83410 Laufen/Salzach.
12	Rückenspritzgerät	Seilzug/Steillagen Unterstockbereich	Solo Kleinmotoren GmbH Stuttgarter Straße 41 D-71063 Sindelfingen

### 2.2.9 Einsatzflächen

Alle Verfahren für Steil- und Seilzuglagen wurden in Ertragsreblächen der Bayerischen Landesanstalt mit 1,6 m Zeilenabstand, 40–60 % Steigung und unterschiedlichen Bewirtschaftungsformen eingesetzt.

### 3 Durchführung der Untersuchungen

Die beschriebenen Verfahren wurden unter üblichen Bedingungen nach guter fachlicher Praxis vorbereitet, eingestellt und nach der Zielsetzung, nämlich die Minimierung der Herbizidaufwandsmengen im Weinbau zum Einsatz gebracht.

#### 3.1 Gerätevorbereitung und Geräteeinstellung

Die Gerätevorbereitung erfolgte jeweils nach den Angaben der vorliegenden Bedienungsanleitungen und zum Teil nach eigenen Erfahrungen.

Zur Geräteeinstellung und dem Auslitern wurden die praxisüblichen Methoden herangezogen. Beim schleppergetriebenen Bandspritzgerät waren es die bekannten Zusammenhänge, nach denen der Brüheaufwand (l/ha) ermittelt wurde (Abb. 25). Das gleiche gilt, trotz nicht durchgehender Applikation für die Punktspritzeinrichtung und die optoelektronischen Unkrautererkennung als Grundeinstellung.

$$\begin{array}{l}
 \text{1. } \boxed{\text{l/ha Brüheaufwand im Unterstockbereich}} = \text{LWG W4} \\
 \frac{\text{l/ha ganzflächig} * \text{Streifenbr. (m)}}{\text{Zeilenabstand (m)}} \quad \text{(beide Streifen)} \quad (= \text{l/ha}) \\
 \text{z.B. } \frac{350(\text{l/ha}) * 0,6 \text{ (m)}}{2 \text{ (m)}} = 105 \text{ l/ha} \\
 \\
 \text{2. } \boxed{\text{l/min Ausstoßmenge}} = \text{(wie beim Sprühgerät)} \\
 \frac{\text{Brüheaufw. (l/ha)} * \text{Fahrgeschw. (km/h)} * \text{Arbeitsbr. (m Zeilenabst.)}}{600} = \text{l/min}
 \end{array}$$

Abb. 25: Auslitern eines Bandspritzgerätes

Für die Ermittlung der Ausstoßmengen (l/ha) wurde als Arbeitsbreite der Zeilenabstand herangezogen. Dieser ergibt sich aus der Zahl der Gassenbefahrung mal den Zeilenabstand. Wird z.B. bei 2 m Zeilenabstand jede 2. Gasse befahren, beträgt die Arbeitsbreite 2 m und umgekehrt.

Als Vergleichsbasis wurden für alle Einsätze einheitliche Brüheaufwandsmengen (l/ha) eingestellt. Die Zugaben der Herbizidmengen, in der Regel waren es vorrangig Roundup Ultra und Basta, erfolgten ebenfalls einheitlich entsprechend den Herstellerangaben, nach dem bekannten Zusammenhang (Abb. 26). Für Roundup lag folgende Kalkulation zugrunde: Bei ganzflächiger Anwendung 6 l/ha Mittelaufwand mit 300 l Wasser. Daraus errechnet sich eine Herbizidaufwandsmenge von 20 ml/l Brüheaufwand als Basiswert. Durch die Festlegung der mit Herbizid behandelten Flächen nur im Unterstockbereich, also auf 20 % der Fläche je Hektar, ergibt sich ein Mittelaufwand von ca. 1,2 l/ha.

(ganzflächige Mengen)

LWG W4

$$\text{Präparatmenge je Behälter (l)} = \frac{\text{Präparat (l/ha)} \cdot \text{Behälterinhalt (l)}}{\text{Brüheaufwand (l/ha)}}$$

Beispiel:  
(60 l Behälter)  $\frac{6 \cdot 60}{300} = 1,20$  (l/ Behälter)

Abb. 26: Ermittlung der Präparatmenge

Die Einstellungsfaktoren für das ULV-Verfahren (Schlepperanbau) wurden so gewählt, dass etwa die gleiche Mittelaufwandmenge je behandelter Flächeneinheit wie bei der Bandspritzung erreicht werden konnte.

Zur Einstellung der Verfahren für Seilzuglagen, wie z.B. die Bandspritzeinrichtung oder das ULV-Verfahren mit der handgeführten Kleinraupe galt die gleiche Vorgehensweise bezüglich der Brühe- und Mittelaufwandmengen wie bei den schleppergetriebenen Geräten.

Die Einstellung der handgetragenen Geräte, wie z.B. das Rückenspritzgerät, erfolgte nach der bewährten Methode einer Probespritzung (Abb. 27) auf einer definierten Messstrecke.

1. Ausbringmenge l/fm LWG W4

Probespritzung m. Wasser auf einer gemessenen Strecke im Weinberg (bergauf/bergab)

$$\frac{\text{Nachfüllmenge (l)}}{\text{gespritzte Strecke (m)}} = \text{l/fm}$$

2. Gesamte Reihenlänge m/ha

$$\frac{\text{Fläche/ha (m}^2\text{)}}{\text{Zeilenabstand (m)}} = \text{m Reihenl. pro ha}$$

3. Brüheaufwand l/ha

$$\text{Ausbringmenge (l/fm)} \cdot \text{ges. Reihenl.} = \text{l/ha}$$

Abb. 27: Auslitern der Rückenspritze

### 3.2 Messungen an Gerätebauteilen

#### Pumpe

Die derzeit bei den Band- und Punktspritzgeräten vorrangig verwendeten elektrisch angetriebenen Pumpen mit 4–8 l/min Volumenstrom und einer Druckleistung von 4–6 bar sind kompakte betriebssichere Geräte. Dazu erfolgten keine weiteren Untersuchungen.

#### Druckregelung

Im Gegensatz zum Bereich Pumpen treten bei den Druckregleinrichtungen der serienmäßig angebotenen Bandspritzgeräten teilweise Schwierigkeiten auf. Für die Einhaltung der eingestellten Brühe und der direkt davon abhängigen Mittelaufwandmengen ist ein konstanter Betriebsdruck

von besonderer Bedeutung. Aus diesem Grund wurde das Betriebsverhalten mehrerer Druckregeleinrichtungen (Abb. 3) nach dem Kriterium der Druckreproduzierbarkeit und Druckrückstellung untersucht.

Zu unterscheiden ist hier zwischen den Funktionssystemen Querschnitts- und Gleichdruckregelung.

Bei zapfwellengetriebenen Pumpen ist die Querschnittsregelung von Vorteil, weil der Betriebsdruck und damit der Düsenausstoß (l/min) proportional zur Drehzahl verläuft. Daraus ergibt sich innerhalb eines Ganges eine automatische Anpassung der Ausstoßmenge an die jeweilige Fahrgeschwindigkeit.

### Düsen

Neben anderen Einflussgrößen sind die Düsen bei der Herbizidanwendung für die Tropfenaufbereitung die Brüche- und Mittelaufwandmengen sowie deren optimale Verteilung von großer Wichtigkeit. Für die gezielte Applikation im Unterstockbereich werden bei den Band- und Punktspritzgeräten bevorzugt asymmetrische Flachstrahldüsen verwendet. Als neue Entwicklung muss hier der verstärkte Einsatz der Flachstrahl-Injektordüse hervorgehoben werden.

Die Prüfstandsmessungen (Abb. 28 und 29) der gebräuchlichsten Düsen erstreckten sich bei unterschiedlichem Betriebsdruck (2,5, 3 bar) auf folgende Kenngrößen:

1. Ausstoßmenge (l/min)
2. Querverteilung (45 mm Raster)
3. Spritzwinkel
4. Fächerbreite (cm)
5. Tropfengröße (m)
6. Abtriftpotential (%).

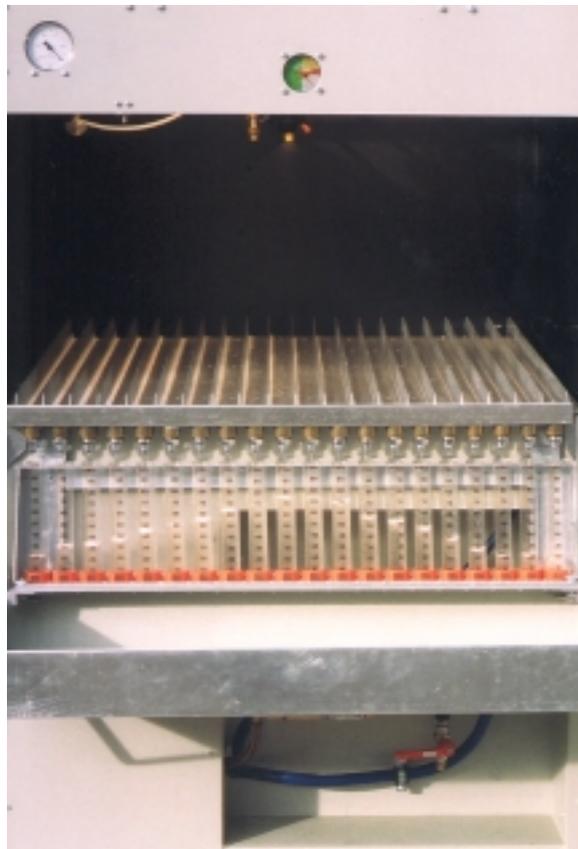


Abb. 28: Düsenprüfstand

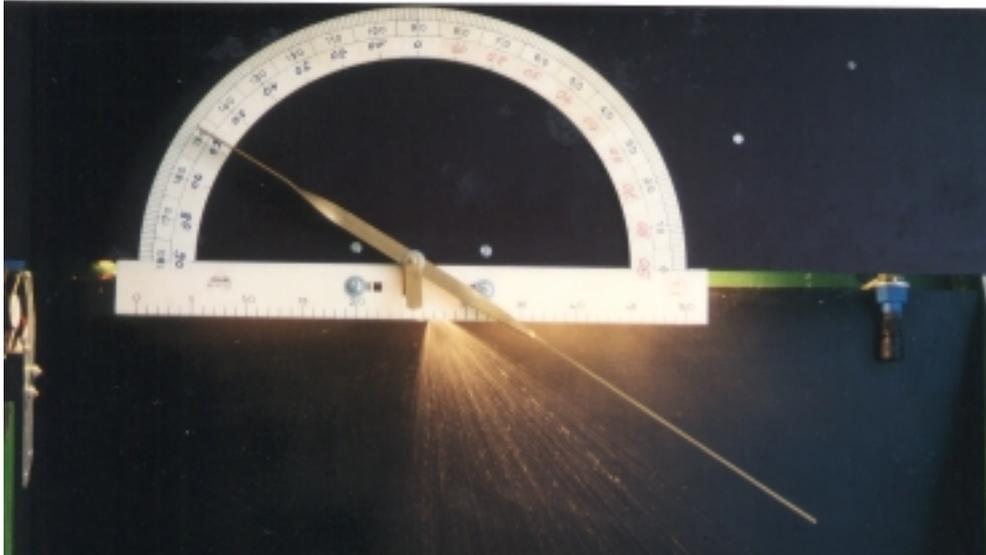


Abb. 29: Ermittlung des Spritzwinkels am Düsenprüfstand

Freundlicherweise wurde die Ermittlung der Tropfengröße – der mittlere volumenbezogene Tropfendurchmesser (MVD) – vom Institut für Technik der Forschungsanstalt Geisenheim nach dem Verfahren „Malven Instruments“ übernommen.

### **ULV-Verfahren**

Bei dem ULV-Verfahren, hier erfolgt die Applikation der Herbizide in unverdünnter Form, ist die Mittelzudosierung eine entscheidende Einflussgröße. Um das Fließverhalten bzw. Viskosität nicht verdünnter Herbizide zu untersuchen, wurden stellvertretend an einem handgetragenen Gerät bei unterschiedlichen Mitteltemperaturen und geänderten Dosiereinstellungen die Austragsmengen (ml/min) von Roundup-Ultra und Basta ermittelt (Abb. 30).



Abb. 30: Ermittlung der Austragsmengen beim ULV-Verfahren bei unterschiedlichen Temperaturen

### 3.3 Beurteilungskriterien

Für die Beurteilung der ausgewählten Verfahren zur Minimierung der Herbizidaufwandmengen im Weinbau wurden nachstehende Kriterien festgelegt:

- Aufbau und Wirkungsweise der Geräte
- Einsatzbedingungen bzw. Einsatzvoraussetzungen
- Kombinationsmöglichkeiten
- Einstellmöglichkeiten
- Arbeitsleistung
- Fahrgeschwindigkeit
- Belagsanlagerung
- Bedeckungsgrad
- Aufwandmengen (Wirkstoff Wasser)
- Abtriftgefahr bzw. Auswirkungen auf den Rebbestand
- Biologische Wirksamkeit
- Einsparpotential.

Die aufgeführten Bewertungskriterien waren Grundlage für die Prüfstandsmessungen und bei den Feldeinsätzen.

## 4 Ergebnisse und Diskussion

### 4.1 Gerätebauteile

#### Flüssigkeitsbehälter

Hier erstreckt sich das Angebot der Gerätehersteller von 60–160 Liter Fassungsvermögen. Die Anbauarten, sei es in Front- oder Geräteaufbau, sind sehr flexibel. Nachdem die Behälter meistens aus anderen Anwendungsbereichen kommen, werden die Anforderungen an die Restaustaufeigenschaften bzw. technische Restmenge nicht immer erfüllt.

Das gleiche gilt für die Gestaltung des Rücklaufes zur Rührwirkung des Behälterinhaltes. Diesbezüglich sind noch erhebliche Verbesserungen erforderlich.

Die Auflagen durch das geltende Pflanzenschutzgesetz werden durch die Gerätehersteller unzureichend beachtet.

#### Druckregelung

Nach den Prüfstandsmessungen mit Wasser an einer Querschnittsregelung bei 7 l/min Pumpenvolumenstrom 1,2 l/min Düsenausstoßmenge und 3 bar Druckvorgabe, wurde zwischen den Betriebszuständen Ausschalten, wie z.B. für das Wenden am Weinbergsende und dem Wiedereinschalten, der vorgegebene Betriebsdruck in weniger als 4 Sekunden reproduzierbar erreicht (Abb. 31).

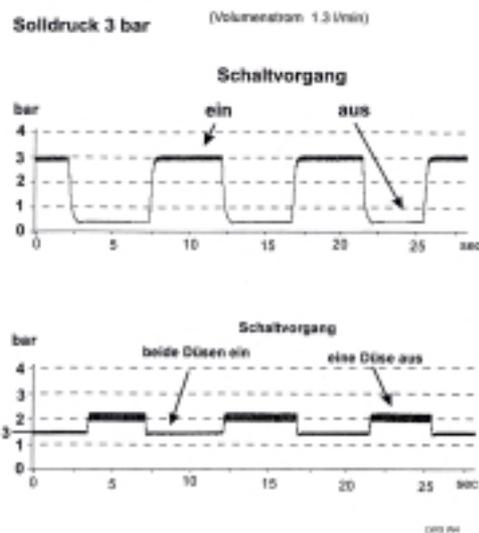


Abb. 31: Druckverhalten einer Querschnittsregelung

Größere Verzögerungen traten nur auf, wenn die Schlauchleitungen sehr lang sind und aus flexiblem Material bestehen.

Festzustellen ist außerdem, dass die Querschnittsregelung ohne Zusatzausstattung keine Funktion als Überdücksicherung aufweist. Darauf muss bei den Gerätekonstruktionen besonders geachtet werden.

Die Druckerhöhung beim Schließen einer Düse, d.h. Halbierung der Ausstoßmenge, betrug unter den beschriebenen Bedingungen ca. 40 % (Abb. 31). Eine entsprechende Erhöhung der Brüh- ausstoßmenge an der offenen Düse ist die Folge. In der Regel sind das nur kurzzeitige Betriebszustände.

Bei den Messungen an Gleichdruckregleinrichtungen unter den gleichen Bedingungen war die Reproduzierbarkeit des eingestellten Druckes mit den Ergebnissen der Querschnittsregelung mit nur geringen Abweichungen vergleichbar (Abb. 32).

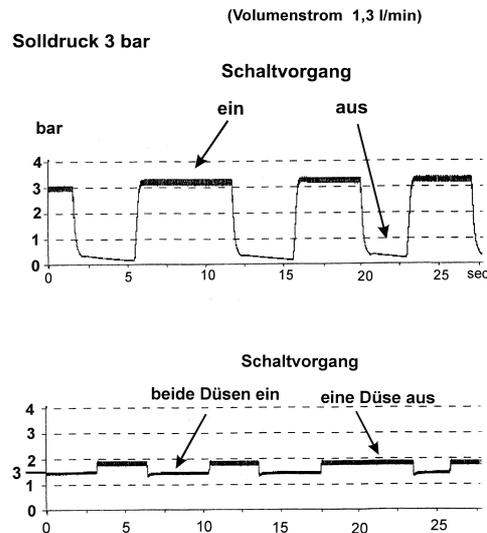


Abb. 32: Druckverhalten einer Gleichdruckregelung

Der auf 3 bar eingestellte Druck erhöhte sich bei den nachfolgenden Messungen um 0,2 bar, was auf insgesamt die geringere Durchsatzmenge zurückzuführen ist.

Der Druckanstieg beim Halbieren der Ausstoßmenge durch das Abstellen einer Düse betrug dagegen nur 25 %. Dies dürfte unter den gegebenen Bedingungen durch die Trägheit der mechanischen Vorgänge verursacht werden. Solche Abweichungen sind für die Praxis noch tolerierbar.

Ein gewisser Vorteil der Gleichdruckregelung besteht in der systembedingten zusätzlichen Funktion als Überdruckventil.

Damit kann für künftige Gerätekonstruktionen sowohl die Gleichdruck- als auch die Querschnittsregelung zur Anwendung kommen, vorausgesetzt, dass bei dem zuletzt genannten System die Frage des Überdruckabbaues durch den Einbau eines Überdruckventils berücksichtigt wird.

## Düsen

Aus dem umfangreichen Angebot an Düsen für Band- und Punktspritzeinrichtungen wurden nach den Prüfstandsmessungen und Einsatzerfahrungen stellvertretend nachstehende Ausführungen ausgewählt:

1. Herkömmliche asymmetrische Flachstrahldüsen
  - OC-01 (handgeführte Kleinraupe)
  - OC-02
  - OC-03
2. Asymmetrische Flachstrahl-Injektordüsen
  - Lechler IS-02 (gelb)
  - Lechler IS-025 (lila)
  - Lechler IS-03 (blau)
  - Agrotop (Allbuz) AVI OC 80-02 (gelb)

Für die Praxis relevante Messdaten sind nach den Messungen auf dem Prüfstand – von einigen Ausnahmen abgesehen – mit den Firmenangaben identisch (Tab. 2). Dies bezieht sich insbeson-

dere auf die Düsenausstoßmengen (l/min). Trotzdem ist es für eine möglichst genaue Brühe- und Mittelaufwandmenge sinnvoll, den Düsenausstoß durch das Auslitern in gewissen Zeitabständen zu überprüfen.

Tab. 2: Messdaten ausgewählter Flachstrahldüsen für die Herbizidanwendung im Weinbau

Fabrikat	Type	Düsenart	Ausstoßmenge (l/min)			(2,5 bar)		
			2 bar	2,5 bar	3 bar	Spritzwinkel	Flächenbreite (cm)	Topfgröße (µm)
Lechler	IS 80-02 (gelb)	Injektordüse	0,500	0,560	0,610	65	50	595 (MVD)
Lechler	IS 80-025 (lila)	Injektordüse	0,740	0,810	0,890	65	55	494 (MVD)
Lechler	IS 80-03 (blau)	Injektordüse	0,920	1,02	1,12	64	58	640 (MVD)
Agrotop	AVI OC 80-02 (gelb)	Injektordüse	0,670	0,730	0,800	55	50	568 (MVD)
Teejet	OC-01	herkömmlich (Messing)	0,350	0,400	0,420	67	70	175 (MVD)
Teejet	OC-02	herkömmlich (Messing)	0,650	0,720	0,800	70	67	239 (MVD)
Teejet	OC-03	herkömmlich (Messing)	1,06	1,18	1,30	70	66	247 (MVD)

Düsenabstand zum Boden 37 cm

Für den Bereich Band- und Punktspritzgeräte sowie die optoelektronische Unkrauterkenner haben sich Brüheausstoßmengen je Düse mit 0,6–0,9 l/min bei ca. 3 bar Betriebsdruck für die Praxisanwendung gut bewährt.

Der Spritz- oder Fächerwinkel nimmt mit steigendem Betriebsdruck zu und ist bei den herkömmlichen asymmetrischen Flachstrahldüsen 20–25 % größer als bei den vergleichbaren Injektordüsen (Tab. 2).

Die Fächerbreite, hier handelt es sich um die Breite des Spritzstreifens bei einem definiertem Abstand der Düse über der Zielfläche und rechtwinkliger Anordnung zur Fahrtrichtung.

Bei den praxisüblichen Abständen um ca. 35 cm bewegen sich die Wirkungsbreiten zwischen 50 und 70 cm. Durch den weiteren Spritzwinkel liegen die herkömmlichen asymmetrischen Flachstrahldüsen im oberen Bereich und die Injektordüsen mehr im schmalen Bereich (Abb. 33).

Wie nicht anders zu erwarten, haben die Injektordüsen im Vergleich zu den herkömmlichen OC-Düsen unter den gleichen Betriebsbedingungen erheblich größere Tropfen. Beim mittleren volumenbezogenen Tropfendurchmesser (MVD) beträgt das Verhältnis 1:2,6, d.h. die mittlere Tropfengröße der Injektordüsen ist ca. 2,6 mal größer. Damit erklärt sich auch die erhebliche Reduzierung der Abtrift durch das System der Injektordüse.

Zudem konnte bei den Prüfstandsmessungen beim Abtriftverhalten eine Abtriftreduzierung der Injektordüse zu einer vergleichbaren herkömmlichen OC-Düse eine Reduzierung von ca. 60 % ermittelt werden (Abb. 33). Daraus ergibt sich für die Injektordüse ein erheblicher Vorteil zur Schonung der Reben.

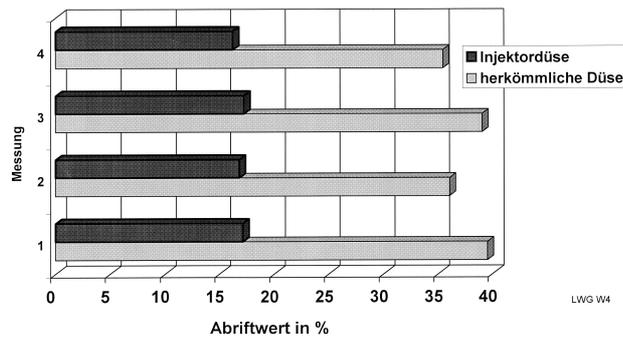


Abb. 33: Prüfstandsmessung der Abtrift mit herkömmlichen und Injektor-Flachstrahldüsen

Eigentlich ein Grund, die Injektordüse bei der Anwendung von Herbiziden im Weinbau als abschließliches Düsensystem zu empfehlen.

Unter dem Aspekt der Querverteilung, hier handelt es sich um die Applikationsintensität quer zur Fahrtrichtung, verhalten sich alle asymmetrischen Düsen etwa so, dass von der Höchstmenge ausgehend die Werte bzw. Aufwandmengen zu einer Seite hin mehr oder weniger steil abfallen. Die Werte der gegenüberliegenden Seite lassen sich bei manchen Düsen wegen ihrer geringen Breitenwirkung fast vernachlässigen (Abb. 34, 35). Damit ist die Applikationsintensität auf den Behandlungstreifen bezogen ungleich. Außerdem wird insgesamt keine klare Abgrenzung zur unbehandelten Fläche erreicht.

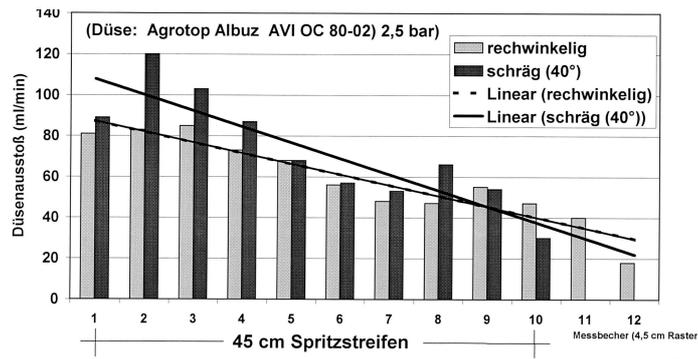


Abb. 34: Querverteilung einer Flachstrahl-Injektordüse bei unterschiedlichen Einbaupositionen

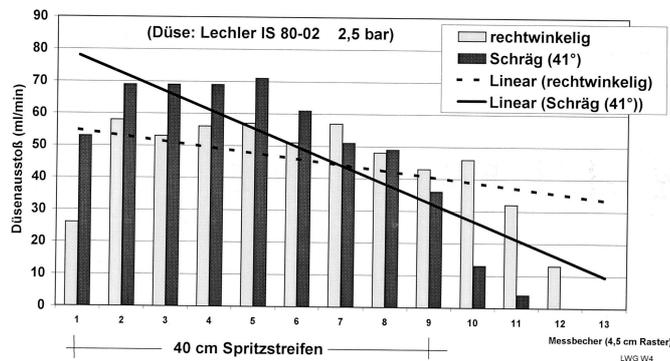


Abb. 35: Querverteilung einer ausgewählten Flachstrahl-Injektordüse bei unterschiedlichen Einbaupositionen

Beim Befahren jeder Gasse erfolgt durch die Überlappung der Gegenfahrt im Unterstockbereich ein Applikationsausgleich, was allerdings beim Befahren jeder zweiten Gasse nicht zutrifft.

Weniger ausgeprägt ist dagegen die Asymmetrie bei einer herkömmlichen Düse und zwar die OC-O2 LP (Abb. 36). Hier teilt sich die Querverteilung von der Höchstmenge ausgehend auf etwa zwei Drittel zur einen und ein Drittel zur gegenüberliegenden Seite. Hier müssen die Düsenstationen entsprechend positioniert werden.

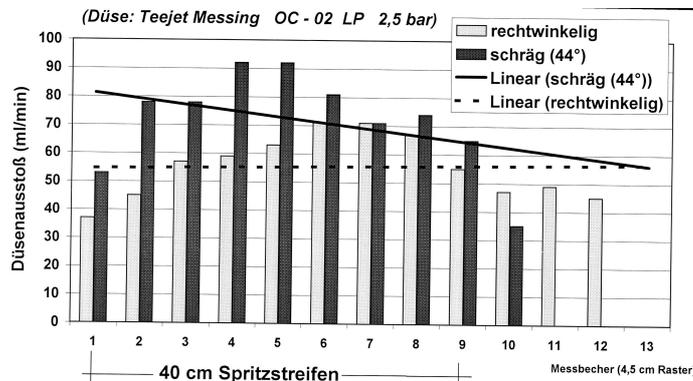


Abb. 36: Querverteilung einer herkömmlichen Flachstrahldüse

### Reduzierung der Düsenwirkungsbreite

Für die Reduzierung der Herbizidaufwandmengen kann die Wirkungsbreite der Düsen durch die Verringerung des Abstandes zum Boden oder durch die Änderung des Einbauwinkels zur Fahrtrichtung beeinflusst werden. Eine Änderung der Einbauposition von 90 Grad auf etwa 40 Grad reduziert die Breite des Spritzstreifens im Unterstockbereich um ca. 10–15 cm (Abb. 36, 37). Dazu ist es sinnvoll, durch die Anpassung der Düsenpositionen eine Streifenbreite von ca. 40 cm anzustreben. Bei einer Rebanlage mit 2 m Zeilenabstand bedeutet das die Anwendung von Herbizid auf nur 20 % je Hektar Rebfläche (Abb. 37). Sicherlich ein beachtenswerter Beitrag zur Schonung der Umwelt.

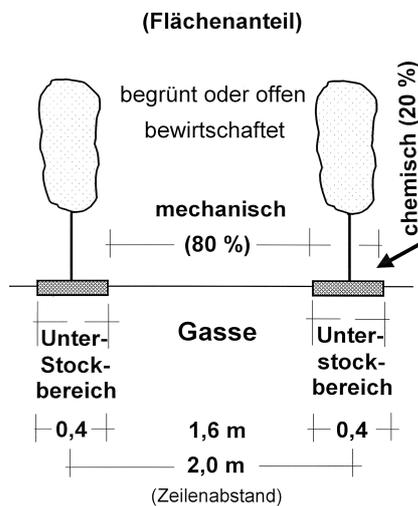


Abb. 37: Flächenanteil unterschiedlicher Verfahren zur Unkrautkontrolle im Weinbau

Für die Kontrolle der geänderten Düsenstellung eignet sich dazu eine Probefahrt mit Wasser auf einer befestigten trockenen Fahrbahn, um die Spritzbreite und die Intensität der Applikation optisch zu prüfen.

## Unverdünntes Herbizid

Beim ULV-Verfahren, also die Anwendung von unverdünntem Herbizid, ist das Austragvolumen (ml/min) nach den Prüfstandsergebnissen in hohem Umfang temperaturabhängig.

Beim ULV-Gerät Mini-Manta, Dosierposition „H“ erhöhte sich das Auslaufvolumen mit Roundup-Ultra im Temperaturbereich zwischen 14–28 Grad von 14,5 auf 28 ml/min, in der Dosierposition „E“ von 11 auf 19 ml/min und bei „B“ von 4 auf 12 ml/min (Abb. 38) und kann in der Praxis zu erheblichen Abweichungen der Aufwandmengen führen.

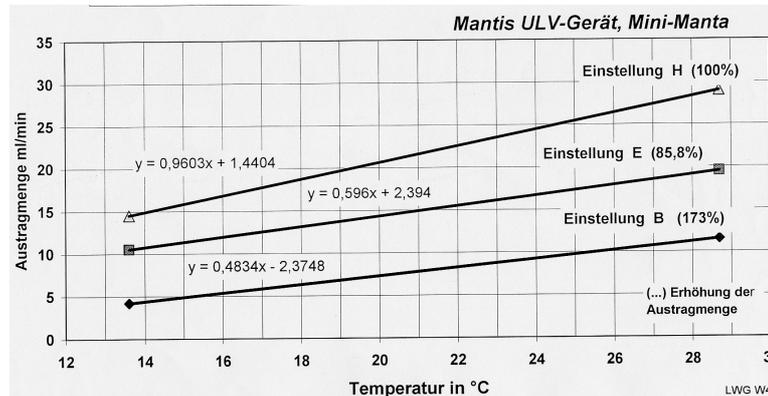


Abb. 38: Unterschiedliche Austragmengen beim ULV-Verfahren in Abhängigkeit von der Temperatur

Die Messungen mit dem Herbizid Basta zeigen eine ähnliche Tendenz, wobei die Abweichungen allerdings etwas geringer ausfallen (Abb. 39).

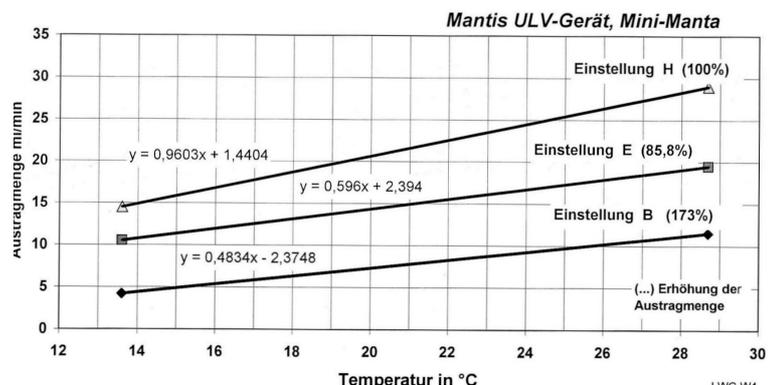


Abb. 39: Temperaturabhängige Austragmengen beim ULV-Verfahren

Für die Einhaltung der vorgesehenen Mittelaufwandmengen ist es in der Praxis wichtig, dass die temperaturabhängige Viskosität der unverdünnten Herbizide berücksichtigt wird, in dem bei steigenden Außentemperaturen die Dosierblende stufenweise auf geringere Durchlaufmengen umgestellt wird. Die Nichtbeachtung des Temperatureinflusses führt zu erheblichen Fehlern bei den Aufwandmengen.

Die Eignung dieser Verfahren zur Minimierung der Herbizidaufwandmengen ist damit im hohen Maße von der Aufmerksamkeit des Anwenders abhängig.

## 4.2 Verfahren für Direktzuglagen

Die technische Ausstattung der serienmäßigen Bandspritzeinrichtung ist inzwischen umfangreich und betriebssicher. Sie verfügen über ausreichende Verstell- und Einstellmöglichkeiten, stellen keine besonderen Ansprüche an die Einsatzbedingungen und lassen ein großes Spektrum an

Gerätekombinationen zur ganzflächigen Unkrautkontrolle zu. Die Flächenleistung oder Fahrgeschwindigkeit werden nicht negativ beeinflusst.

Bei den verwendeten Düsenstationen (Abb. 7) an den Band- und Punktspritzgeräten mit Membranrückschlagventilen als Tropfenstop sind keinerlei Schwierigkeiten aufgetreten. Sie verhindern wirkungsvoll die Kontamination der vorgewendeten Fläche mit Herbizid und sind ein wichtiger Beitrag zur Verlustminderung und Schonung der Umwelt.

Für eine erhebliche Einschränkung der Abtrift von Herbizid auf die Reben ist die Anwendung der neuen asymmetrischen Injektordüsen mit einem Betriebsdruck von 2,5 bis 3 bar ein wichtiger Beitrag. Andere Schutzeinrichtungen werden dadurch überflüssig. Zur Sicherung von Nachpflanzstellen ist die inzwischen überall bekannte Pflanzröhre eine gute Lösung (Abb. 40). Eine weitere Möglichkeit ist die Einzel- oder Komplettabschaltung des Gerätes über die Magnetventile.



Abb. 40: Pflanzröhre als Schutz bei Nachpflanzungen

### **Brühe- und Mittelaufwandmengen**

Durch das umfangreiche Angebot an unterschiedlichen Düsengrößen sind bei zweiseitigen Geräten und durchgehender Bandspritzung Brüheaufwandmengen zwischen 50 und 150 l/ha realisierbar.

Bei der eingestellten Soll-Mittelaufwandmenge für 2 m Zeilenabstand, die auch als Ist-Menge während der Feldeinsätze erreicht wurde, war die Bezugsmenge 1,2 l (ganzflächig 6 l/ha) Roundup.

Nach dem bereits beschriebenen Zusammenhang (Abb. 26) errechnen sich daraus folgende Mittelzugabemengen je Liter Brühe:

- Brüheaufwand 50 l/ha      24 ml pro Liter Wasser
- Brüheaufwand 150 l/ha      8 ml pro Liter Wasser.

Unabhängig von den unterschiedlichen Konzentrationen betragen die Werte der biologischen Wirksamkeit immer weit über 85 %.

Reduzierte Brüheaufwandmengen (l/ha) haben unter Beibehaltung der Mittelaufwandmengen keine negativen Einflüsse auf die biologische Wirksamkeit, bringen aber erhebliche arbeitswirtschaftliche Vorteile.

### **Punktspritzeinrichtung**

Unter dem Gesichtspunkt der Minimierung des Herbizidaufwandes ist die Punktspritzeinrichtung in Kombination mit dem Stockräumer oder dem Unterstockmulchgerät besonders hervorzuheben (Abb. 9).

Hier kann sowohl die Taster- wie auch die optische Steuerung als praxisreif beurteilt werden.

Das Einsparpotenzial an Herbizidaufwand richtet sich zwar nach den Stock- und Stickleabständen, beträgt aber grundsätzlich zwischen 70 und 75 % im Vergleich zur durchgehenden Bandspritzung. Anzumerken ist hier die kombinierte mechanische Unkrautkontrolle.

### **Optoelektronische Unkrauterkenennung**

Nachdem das Detect-Spray-System erst ab am Herbst 2000 zur Verfügung stand, liegen dazu noch relativ wenig Einsatzerfahrungen vor.

Für die Beurteilung ausreichende Einsatzstunden konnten dagegen mit dem System Weed-Seeker gefahren werden (Abb. 41).



Abb. 41: Optoelektronische Unkrauterkenennung im Einsatz

Unter dem Kriterium Betriebssicherheit kann dem Weed-Seeker-System die Beurteilung gut bis sehr gut zukommen. Das gilt auch unter schwierigen Einsatzbedingungen, wie z.B. starke Staubbentwicklung, Licht- oder Temperaturschwankungen. Die Quote der Unkrauterkenennung durch die Optoelektronik ist sehr hoch. Bei den Bonituren betragen die Erfassungswerte 85–95 %. In der empfindlichen Einstellung werden im Wirkungsbereich der Sensoren fast alle sichtbaren (0,5 cm<sup>2</sup>) Unkräuter erfasst und mit Herbizid behandelt.

Zur Aufrechterhaltung der hohen Erkennungsrate sollte das Gerät nach Arbeitsunterbrechungen oder einem Wechsel der Einsatzbedingungen, wie z.B. unterschiedliche Unkrautwuchshöhen neu kalibriert werden.

Durch Änderung der Empfindlichkeit ist es möglich, eine bestimmte Bewuchsstrategie für den Unterstockbereich zu verfolgen.

Beim Befahren nur jeder zweiten Gasse verbleibt wie bei der durchgehenden Bandspritzung im Schattenbereich der Stämmchen und Stickle eine gewisse Restverunkrautung, die aber durch den Zeilenwechsel bei den Folgefahrten vollständig erfasst werden kann.

Die Brühe- und Mittelaufwandmengen (l/ha) richten sich systembedingt nach der Unkrautpräsenz, lagen aber grundsätzlich im Vergleich zur durchgehenden Bandspritzung um 25–45 % geringer. Ähnliche und zum Teil noch günstigere Ergebnisse wurden bei den ganzjährig ermittelten Aufwandmengen (l/ha/Jahr) erzielt (Abb. 42).

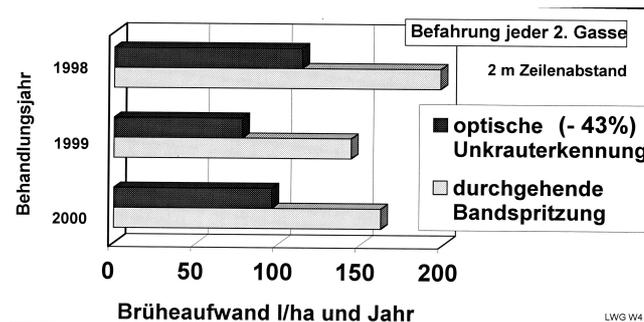


Abb. 42: Aufwandmengen (l/ha) der optoelektronischen Unkrauterkenennung im Vergleich zur durchgehenden Bandspritzung

Bei den Bonituren der biologischen Wirksamkeit war die optische Unkrauterkenennung gegenüber der durchgehenden Bandspritzung mit 5–10 % etwas ungünstiger (Abb. 43). Die optoelektronische Steuerung der Bandspritzgeräte ist unter dem Gesichtspunkt der Mittelreduzierung und Schonung der Umwelt ein sehr zukunftsorientiertes Verfahren und verdient damit besondere Aufmerksamkeit.

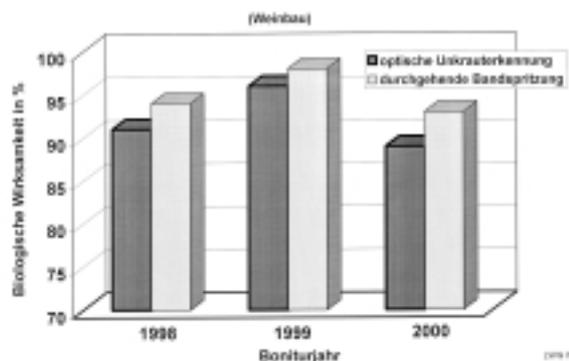


Abb. 43: Biologische Wirksamkeit unterschiedlicher Verfahren zur chemischen Unkrautkontrolle im Weinbau

Als Zielsetzung muss die Praxiseinführung angestrebt werden.

## **ULV-Verfahren am Schlepper**

Die Anwendung des ULV-Verfahrens als Schlepperfrontanbaugerät ist zwar möglich, hat aber im Handling gewisse Schwierigkeiten. Außerdem ist die Funktionsüberwachung noch nicht ausreichend gelöst. Deshalb sind zunächst beim Schlepperbetrieb Verfahren, bei denen die Herbizidmittel mit Wasser verdünnt und im Spritzverfahren appliziert werden, wie z.B. die Bandspritzung, vorzuziehen.

### **4.3 Verfahren für Seilzuglagen**

#### **Bandspritzeinrichtungen**

Die aufgebauten Bandspritzgeräte sowie deren Bauteile für das Steillagen-Mechanisierungssystem (SMS) und die handgeführte Kleinraupe bieten, außer der optoelektronischen Steuerung, die gleichen Möglichkeiten in der Mittelminimierung, wie sie für die Direktzuglagen beschrieben wurden (Abb. 19). Nachdem aber aus Gründen der eingeschränkten Gewichtsmithnahme die Flüssigkeitsbehälter kleingehalten werden und die Fahrgeschwindigkeiten weit unter denen des Schleppers liegen, muss die Ausstoßmenge (l/min) entsprechend geringer sein. Ein reduzierter Betriebsdruck und kleinere Düsengrößen, wie z.B. die asymmetrische Flachstrahldüse OC-01, sind hier eine praktikable Lösung. Anzumerken bleibt nur, dass die Düsengröße OC-01 noch nicht als Injektordüse angeboten wird.

Für die gleichmäßige Mittelapplikation muss auf einheitliche Fahrgeschwindigkeiten zwischen den Bergauf- und den Bergabfahrten geachtet werden. Fahrgeschwindigkeitsanzeigen, wie sie beim SMS-Gerät zur Grundausstattung zählen, sind dazu eine wichtige Voraussetzung. Ebenso wichtig ist das gewissenhafte Auslitern der Geräte vor dem Einsatz.

#### **ULV-Verfahren**

Die Anwendung von unverdünntem Herbizid im Unterstockbereich als Kombination mit dem Mulchgerät im Gassenbereich auf der handgeführten Kleinraupe kann bei guter Betreuung und Einstellung funktionsmäßig als praxisreifes Verfahren beurteilt werden (Abb. 19). Denkbar ist auch der Einsatz beim SMS-Gerät.

Bei den genau definierten bzw. vergleichbaren Versuchseinsätzen in einer Rebanlage mit 1,6 m Zeilenabstand, 49 % Steigung, begrünten Fahrgassen und einer einheitlichen Fahrgeschwindigkeit mit 1,4 km/h betragen die durchschnittlichen Mittelaufwandmengen beim fahrabhängigen Pumpenantrieb 1,9 l/ha und beim fahrunabhängigen Pumpenantrieb 1,82 l/ha (Abb. 44). Große Unterschiede ergeben sich allerdings durch nicht einheitliche Fahrgeschwindigkeiten und unterschiedliche Außentemperaturen. Damit ist das ULV-Verfahren in der untersuchten Ausführung für die Minimierung der Herbizidaufwandmengen nur unter Einschränkungen als geeignet zu beurteilen. Die ermittelte biologische Wirksamkeit mit durchschnittlich 80 % kann als ausreichend beurteilt werden (Abb. 45).

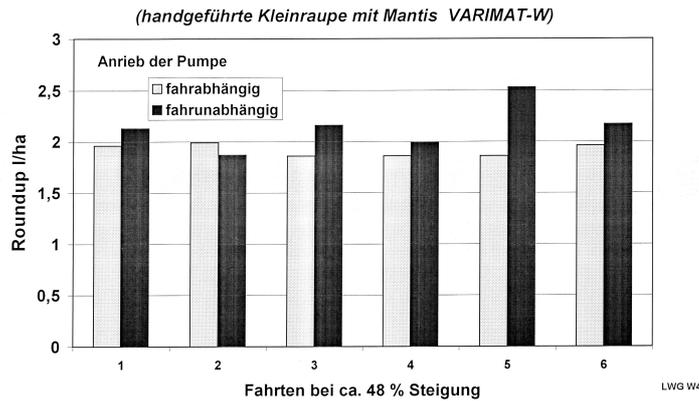


Abb. 44: Aufwandmengen beim ULV-Verfahren mit der handgeführten Kleinraupe



Abb. 45: Biologische Wirksamkeit bei der Anwendung von unverdünntem Herbizid

## Streichverfahren

Das Streichverfahren arbeitet betriebssicher und ist wenig störanfällig.

In Verbindung mit der Kleinraupe (Abb. 20) ergeben sich durch die kurze Bauweise bei engem Vorgewende in der Handhabung besondere Vorteile. Inzwischen werden auch Frontanbaugeräte für den Schlepperbetrieb angeboten.

Die Anforderungen an die Einsatzbedingungen bestehen vorrangig in einer möglichst ebenen Ausbildung der Einsatzfläche im Bereich der Walzenbreite. Bezüglich der Unkrautwuchshöhe ist das Streichverfahren sehr flexibel, hier bestehen kaum Einschränkungen in der Anwendung.

Die Arbeitsleistung wird weitestgehend durch die Fahrgeschwindigkeit bestimmt, besondere Anforderungen haben sich bei 1,4 km/h mit der Kleinraupe nicht ergeben.

Systembedingt wird beim Streichverfahren das Herbizid durch Berührung mit der Walze auf das Unkraut appliziert. Das hat zur Folge, dass die Belagsanlagerung nur sehr punktuell stattfindet

und sehr flachwachsende Unkräuter unzureichend oder gar nicht erfasst werden. Damit ist das Verfahren auf systemisch wirkende Blattherbizide, wie z.B. Roundup, angewiesen.

Die Beeinträchtigung des Rebbestandes durch Abtrift kann ausgeschlossen werden.

Für die Untersuchungen wurde Roundup im Verhältnis 0,15:1 mit Wasser verdünnt und bei 15 l Brühe 300 ml Spülmittel zur Schaumbildung zugesetzt. Der Schaum dient der Sichtbarmachung des Herbizidbelages auf der Walze.

Bei den Bonituren der biologischen Wirksamkeit ergab sich, abhängig vom Unkrautbestand, eine sehr große Streuung, nämlich 55 bis über 90 % (Abb. 46). Das gleiche gilt für den Brüheaufwand mit 8 bis über 16 l/ha bei 1,6 m Zeilenabstand und der Befahrung jeder zweiten Gasse. Unter normalen Witterungsbedingungen reichen zwei bis drei Anwendungen pro Saison für die Unkrautkontrolle aus.



Abb. 46: Biologische Wirksamkeit beim Streichverfahren im Gassenbereich

Durch den beabsichtigten Einbau einer kontrollierten Walzenbefeuchtung sind für die biologische Wirksamkeit und den Brüheaufwand bessere Ergebnisse zu erwarten.

Trotzdem stellt sich für das Streichverfahren die Frage der Herbizidanwendung im Gassenbereich. Abgesehen von den Direktzuglagen, wo ausreichend mechanische Geräte zur Verfügung stehen, können für den Seilzugbereich unter dem Aspekt Erosionsschutz gewisse Vorteile abgeleitet werden. Außerdem kann das Streichverfahren für spezielle Bewirtschaftungssysteme ein geeignetes Verfahren darstellen.

### **ULV-Verfahren (handgetragen)**

Die handgetragenen Geräte für die Anwendung unverdünnter Herbizide (Abb. 21) haben eine gewisse Praxisreife erreicht. Sicherlich sind hier die Entwicklungen noch nicht abgeschlossen. Weitere Verbesserungen sind zu erwarten. Ergonomisch gesehen haben die Geräte einen hohen Stand erreicht. Ein gewisser Nachteil ist allerdings die nicht vorhandene Funktionsüberwachung der Geräte.

Die Mittelaufwandmengen, die Belagsanlagerung und der Bedeckungsgrad werden weitgehendst vom Verhalten bzw. der Aufmerksamkeit des Anwenders bestimmt. Besonders wichtig ist dabei, dass das unterschiedliche Viskositätsverhalten der Herbizide bei steigenden Temperaturen berücksichtigt wird (Abb. 39, 40). Notwendig ist hier eine angepasste Verringerung der Durchlaufmenge in Abhängigkeit vom Temperaturverlauf. Unter Beachtung dieser Voraussetzungen ist es möglich, eine Minimierung der Herbizidaufwandmengen zu erreichen (Abb. 47).



Abb. 47: Abgrenzung zum unbehandelten Bereich bei ULV-Verfahren mit der handgeführten Kleinraupe

Außerdem lassen sich die Geräte sehr selektiv anwenden, in dem nur dort appliziert wird, wo Unkraut vorhanden ist. Gefordert wird dazu die volle Aufmerksamkeit des Anwenders.

### **CDA-Verfahren (handgetragen)**

Auch den handgetragenen Geräten für die Applikation von nur gering verdünnten Herbiziden (1:4) kann eine gewisse Praxisreife bestätigt werden (Abb. 22). Die Trennung des Flüssigkeitsbehälters von der Dosiereinheit hat sich gut bewährt.

Im Vergleich zum ULV-Verfahren ist die Funktionsüberwachung für den Anwender durch das größere Aufwandvolumen leichter möglich. Die Qualität des Bedeckungsgrades und die Belagsanlagerung sind das Ergebnis einer gewissenhaften Geräteführung durch den Anwender.

Das gleiche gilt für das Abtriftverhalten und die biologische Wirksamkeit.

Durch den Verdünnungseffekt im Verhältnis ein Teil Roundup zu vier Teilen Wasser hat die Temperatur einen vernachlässigbaren Einfluss auf die Dosiermenge und damit auf den Mittelaufwand. Darin zeigt sich ein für die Praxis wichtiger vorteilhafter Unterschied des CDA-Verfahren zum ULV-Verfahren.

### **Streichverfahren (handgetragen)**

Das untersuchte handgetragene Streichgerät (Abb. 23) muss auf Grund der schlechten Ergebnisse in der biologischen Wirksamkeit für die Anwendung im Weinbau als ungeeignet beurteilt wer-

den. Um hier eine Verbesserung zu erreichen, wäre es notwendig, das Unkraut im Unterstockbereich mehrmals zu bestreichen, was wiederum den Arbeitszeitaufwand ungünstig beeinflusst.

### **Rückenspritzgerät**

Das Rückenspritzgerät ist für die selektive Applikation von Herbiziden ein altbewährtes Verfahren.

Durch die Auflagen des Pflanzenschutzgesetzes, wie z.B. das geringere Fassungsvermögen, die Druckregelung und die Dosieranzeige, sind geeignete Verbesserungen eingetreten, die auch den ergonomischen Aspekt betreffen und den Einsatz erleichtern.

Zur Abtriftverminderung hat sich bei den Untersuchungen die Anwendung der symmetrischen Flachstrahl-Injektordüse Größe 80-02 (gelb) gut bewährt. Durch die Grobtropfigkeit kann auf den Schutzschirm verzichtet werden (Abb. 48).



Abb. 48: Rückenspritzgerät mit symmetrischer Flachstrahl-Injektordüse zur selektiven Unkrautkontrolle

Wie bei allen handgetragenen Verfahren und Geräten ist auch hier das Ausmaß der Mitteleinsparung vorrangig eine Frage der Aufmerksamkeit des Anwenders.

## 5 Zusammenfassung

Der Einsatz von Herbiziden zur Unkrautkontrolle im Weinbau hat sich aus arbeitswirtschaftlichen Gründen und einer umfangreichen Ökobilanz fest etabliert.

Aus ökologischer Sicht ist es aber wichtig, dass dabei die Herbizidaufwandmengen auf das unbedingt Notwendige beschränkt bleiben.

Deshalb sollten Verfahren bevorzugt werden, die dieser Zielsetzung entsprechen.

Ein wirkungsvoller Beitrag dazu ist die absolute Einschränkung der chemischen Unkrautkontrolle auf den Unterstockbereich mit einem möglichst geringen Flächenanteil.

Gerätetechnisch ist zu unterscheiden zwischen Verfahren, bei denen Herbizide mit Wasser verdünnt und solchen, bei denen die Herbizide in unverdünnter Form appliziert werden. Eine starke Verbreitung aus der ersten Gruppe haben die Bandspritzeinrichtungen, die in der Regel in Kombination mit anderen Geräten zum Einsatz kommen. Zur Reduzierung und Sicherstellung der Mittelaufwandmengen müssen die Geräte in der Ausstattung dem üblichen Standard entsprechen, vor dem Einsatz gewissenhaft eingestellt und ausgelitert werden.

Weitergehende Maßnahmen sind die Ergänzung als Punktspritzgerät für den kombinierten Einsatz mit dem Stockräumer oder die Anwendung der optoelektronischen Unkrauterkenner, was zur Folge hat, dass nur dort Herbizid appliziert wird, wo Unkraut präsent ist. Dadurch ergeben sich erhebliche Reduzierungsraten in den Mittelaufwandmengen.

Bei den als ULV-Verfahren bekannten Applikationstechniken, die eine Anwendung der Herbizide in unverdünnter oder nur gering verdünnter Form zulassen, gelten bezüglich der Ausstattung und Einstellung im wesentlichen die gleichen Anforderungen, wie sie für Bandspritzgeräte notwendig sind.

Nachdem aber diese Geräte mit Rotationszerstäubern arbeiten, das Aufwandvolumen (ca. 1,2 l/ha) gering und das Tropfenspektrum sehr klein ist, ergeben sich für den Anwender anspruchsvollere Aspekte. So hat zum Beispiel bei den Aufwandmengen die temperaturabhängige Viskosität der Mittel einen großen Einfluss. Die Funktionsüberwachung ist erschwert und es besteht eine höhere Abtriftgefahr.

Durch den Einsatz der handgeführten Kleinraupe und dem Steillagen-Mechanisierungs-System können die Verfahren zur Herbizidanwendung, wie sie für Direktzuglagen bekannt sind, auch in Seilzuglagen mit dem gleichen Einsparerfolg zur Anwendung kommen. Für kleinere Rebflächen wird eine Vielzahl von handgetragenen Geräten angeboten, die eine selektive und damit mittelsparende Unkrautkontrolle zulassen.

Der Einsatz einer optimalen, gut eingestellten Technik, die strikte Einhaltung der von den Herstellern angegebenen Aufwandmengen auf niederem Niveau und die volle Aufmerksamkeit des Anwenders ermöglichen insgesamt eine wirksame Minderung der Herbizidaufwandmengen im Weinbau.

## 6 Literatur

- (1) Müller, E., 1995: Herbizide, ein Stein des Anstoßes. Das Deutsche Weinmagazin 11, S. 19-24
- (2) Gemmrich, A. R., 1996 Ökobilanz: Herbizide oder Mechanik bei der Unkrautbeseitigung. Das Deutsche Weinmagazin 22, S. 13-15
- (3) Uhl, W., 1997: Die Punktspritze im Weinbau. Das Deutsche Weinmagazin 9, S. 34-38
- (4) Hollstein, A. und Biller, R., 1997: Erkennung und gezielte Kontrolle von Unkraut. Landtechnik 52, S. 292-293
- (5) Uhl, W., 1998 : Neue Technik der Herbizidanwendung. Das Deutsche Weinmagazin 9, S. 30-39
- (6) Walk, O., 1998: Wassersparende Techniken im Praxistest. Das Deutsche Weinmagazin S. 40-45
- (7) Uhl, W., 2000: Injektordüse zur Herbizidanwendung im Weinbau. Das Deutsche Weinmagazin 9, S. 10-14
- (8) Walk, O., 2001: Neue wassersparende Techniken. Das Deutsche Weinmagazin 4, S. 14-18