

Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt  
für Land- und Forstwirtschaft  
Berlin-Dahlem



**Applikationstechnische Versuche im Weinbau  
zur Bekämpfung des Roten Brenners,  
*Pseudopezicula tracheiphila*  
(MÜLLER-THURGAU) KORF & ZHUANG  
und zur Verteilung von Pflanzenschutzmitteln**

von

**Dr. Horst Diedrich Mohr**

und

**Dr. Bernhard Holz**

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Institut für Pflanzenschutz im Weinbau,  
Bernkastel-Kues

Heft 306

Berlin 1995

*Herausgegeben*

*von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft  
Berlin-Dahlem*

Blackwell Wissenschafts-Verlag GmbH Berlin/Wien  
Kurfürstendamm 57, D-10707 Berlin

ISSN 0067-5849

ISBN 3-8263-3068-4

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**Mohr, Horst Diedrich:**

Applikationstechnische Versuche im Weinbau zu Bekämpfung des Roten Brenners, *Pseudopezicula tracheiphila* (Müller-Thurgau) Korf & Zhuang und zur Verteilung von Pflanzenschutzmitteln / von Horst Diedrich Mohr und Bernhard Holz. Hrsg. von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem. - Berlin; Wien: Blackwell-Wiss.-Verl. [in Komm.], 1995.

(Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem; H. 306)  
ISBN 3-8263-3068-4

NE: Holz, Bernhard: ; Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft <Berlin; Braunschweig>:  
Mitteilungen aus der...

© Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen, der Funk- sendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der Fassung vom 24. Juni 1985 zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungs- pflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

1995 Kommissionsverlag Blackwell Wissenschafts-Verlag GmbH Berlin/Wien, Kurfürstendamm 57, 10707 Berlin  
Printed in Germany by Arno Brynda, Berlin

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....		<b>Seite</b>
	Vorwort .....	5
1	Einleitung .....	6
2	Material und Methoden .....	7
2.1	Versuchsflächen .....	7
2.2	Pflanzenschutzgeräte .....	15
2.3	Rotbrenner-Bekämpfung .....	18
2.3.1	Phänologie der Reben .....	18
2.3.2	Witterungsverlauf und Entwicklung des Roten Brenners .....	18
2.3.3	Bestimmung der Behandlungstermine .....	25
2.3.4	Feststellung des Befalls .....	25
2.4	Verwendete Pflanzenschutzmittel und Tracer; Wetterdaten .....	26
2.5	Messung des Spritzmittelbelags auf Laubwand und Boden .....	26
3	Ergebnisse des Jahres 1991 .....	32
3.1	Rotbrenner-Bekämpfung .....	32
3.2	Blattbelag und Bodensediment .....	39
3.2.1	Blattbelag .....	39
3.2.2	Bodensediment innerhalb der Behandlungsfläche .....	39
3.2.3	Bodensediment außerhalb der Behandlungsfläche .....	41

4	Ergebnisse des Jahres 1992 . . . . .	46
4.1	Rotbrenner-Bekämpfung . . . . .	46
4.2	Messung des Blattbelags und des Bodensediments . . . . .	48
4.2.1	Belag auf der Laubwand. . . . .	48
4.2.2	Bodensediment innerhalb der Behandlungsfläche . . . . .	49
4.2.3	Bodensediment außerhalb der Behandlungsfläche. . . . .	49
4.2.4	Schwebeteilchen. . . . .	50
5	Diskussion. . . . .	58
5.1	Rotbrenner-Bekämpfung . . . . .	58
5.2	Verbleib der Pflanzenschutzmittel. . . . .	60
5.2.1	Belag auf der Laubwand. . . . .	60
5.2.2	Bodensediment innerhalb der Behandlungsfläche . . . . .	62
5.2.3	Bodensediment außerhalb der Behandlungsfläche; Schwebeteilchen	63
5.3	Problematik des Hubschraubereinsatzes. . . . .	65
6	Zusammenfassung . . . . .	68
7	Abstract . . . . .	69
8	Literatur. . . . .	70
9	Danksagung . . . . .	72

## **Vorwort**

Mit den vorliegenden Ergebnissen wird ein Beitrag zur Bekämpfung des Roten Brenners geliefert. Diese zeigen, daß bei richtigem Anwendungszeitpunkt eine Bekämpfung dieser Pilzkrankheit mit allen drei Applikationsverfahren, Schlauchspritze, Sprühgerät und Hubschrauber, möglich ist.

Gleichzeitig werden wichtige Ergebnisse über die Anlagerung der Spritzflüssigkeit an das Reblaub und den Boden innerhalb und außerhalb der behandelten Flächen vorgestellt. Diese sollen die zum Teil heftig geführte Diskussion über die eine oder andere Applikationsmethode im Weinbau versachlichen.

Die Untersuchungen haben Fragen beantwortet, aber auch neue aufgeworfen. Weitere Versuchsanstellungen zur Verfrachtung von Pflanzenschutzmitteln aus behandelten Flächen bei Applikation mit dem Hubschrauber sind sicher dringend erforderlich.

Dieses Heft soll dazu beitragen, den Pflanzenschutz des Weinbaues in Steillagen zu verbessern.

Dr. Wolf Englert  
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft  
Institut für Pflanzenschutz im Weinbau

## 1 Einleitung

Der Rote Brenner, auch Sang genannt, ist eine durch den Ascomyzeten *Pseudopezizula tracheiphila* (MÜLLER-THURGAU) KORF & ZHUANG (syn. *Pseudopeziza tracheiphila* Müller-Thurgau) hervorgerufene pilzliche Erkrankung des Rebstocks und seit langer Zeit im deutschen Weinbau bekannt. Bestimmte Weinbaugebiete, so Mosel/Saar/Ruwer, Ahr, Nahe und Baden, sind stärker gefährdet als andere Regionen. An der Mosel wurden die Rebstöcke in diesem Jahrhundert wiederholt von Rotbrenner-epidemien heimgesucht. Die letzten beiden Infektionswellen ereigneten sich ab etwa 1939 mit einem Maximum im Jahr 1953 sowie ab Mitte der 80er Jahre.

Der Erreger des Roten Brenners wurde von MÜLLER-THURGAU (1903) entdeckt und beschrieben. Er überwintert als Myzel in abgefallenen Rebblättern bei saprophytischer Lebensweise. Im Frühjahr bilden sich als Fortpflanzungsorgane Apothecien, die nach abgeschlossener Reife Ascosporen ausschleudern. Die Ascosporen dringen durch die Kutikula in die Epidermis der Rebblätter ein. Nur das Ausschleudern, nicht aber der Infektionsvorgang, erfordert Wasser.

Von der Infektion bis zum Sichtbarwerden der Symptome vergehen zwei bis drei Wochen. Infolge Besiedelung der Gefäße in den Blattadern kommt es im Endstadium der Krankheit zu einem sektoriellen Vertrocknen der Blattspreite. Die Folge ist ein frühzeitiger Blattfall im Sommer. Ertragsausfälle bis zu 70 % sind möglich. Insbesondere nach stärkerem Vorjahresbefall können daher Behandlungen erforderlich sein.

Im Rahmen einer integrierten Bekämpfung verringert das Untergraben des alten, am Boden liegenden Laubes die Infektionsgefahr. Ab dem Drei- bis Sechsstadium können mit gutem Erfolg Fungizide eingesetzt werden. Dabei ist die richtige Terminierung (vor Niederschlägen) von entscheidender Bedeutung.

Normalerweise beginnen die ersten Pflanzenschutzmaßnahmen an der Mosel am 20. oder 25. Mai, wenn die Reben das Entwicklungsstadium "Infloreszenzen vergrößern sich, Einzelblüten sind dicht zusammengedrängt" erreicht haben. Bei dieser sog. ersten Vorblütebehandlung wird vorbeugend gegen den Echten und Falschen Mehltau (*Oidium*, *Plasmopara*) vorgegangen.

Diese Maßnahmen werden in den Steilhängen der Mosel mit dem Hubschrauber durchgeführt. Die ersten Versuche hierzu begannen 1968 (BOURQUIN 1993). Der Hubschrauber setzte sich schnell durch und verdrängte weitgehend die bis dahin verwendete Schlauchspritze. Sie wird nur noch für bestimmte Aufgaben, vor allem zum Schutz der reifenden Trauben, eingesetzt.

Bei Gefahr stärkerer Rotbrenner-Infektionen sind Behandlungen bereits ab einem früheren Entwicklungsstadium (zwei bis drei Blätter entfaltet) als sonst üblich erforderlich. Diese Situation ist an Mosel/Saar/Ruwer seit Mitte der 80er Jahre gegeben, als eine neue Rotbrenner-Epidemie registriert wurde. Unter diesen Gegebenheiten war zu klären, wie die Bekämpfung durchzuführen sei. Da zu diesem frühen Zeitpunkt kaum Blattfläche vorhanden ist und dementsprechend ein hoher Anteil der Pflanzenschutzmittel auf den

Boden gelangt, waren besonders Fragen des Boden- und Umweltschutzes zu berücksichtigen. Zunehmende Kritik aus der Bevölkerung am Hubschraubereinsatz verschärfte die Problematik. Im Vordergrund stand die Frage, ob der Hubschrauber eine der Schlauchspritze vergleichbare Wirkung erzielen würde, ohne eine höhere Wirkstoffmenge zu benötigen. Dies erschien fraglich und sollte durch Versuche an verschiedenen Standorten der Mosel geklärt werden.

In diesem Zusammenhang wurde die Gelegenheit genutzt, um eine Reihe weiterer Fragen zu beantworten: Wie intensiv werden die Rebblätter von der Spritzflüssigkeit benetzt? Welche Anteile gelangen auf den Boden? Welche Anteile werden über die Luft aus der Behandlungsfläche ausgetragen und wie weit gelangen sie? In den Vergleich von Hubschrauber und Schlauchspritze sollte auch ein Sprühgerät einbezogen werden.

Da die Rotbrenner-Bekämpfung Vorrang hatte, mußten bei den Sediment-Messungen Zugeständnisse gemacht werden. Eine Messung der "direkten Abtrift" exakt nach BBA-Richtlinie (GANZELMEIER et al. 1992; 1995) war im Rahmen des Forschungsvorhabens daher nicht möglich.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Versuchsflächen

1991

#### *Bernkastel:*

Die Versuchsfläche (s. Abb. 1) befand sich im Steilhang in einem Seitental der Mosel, Lage "Hinter Pallert". Die Rebfläche war einheitlich mit gepfropftem Riesling in Weitraumerziehung bestockt. Die Zeilenbreite betrug 2,00 m, der Stockabstand 0,90 m. Die "Unbehandelt"-Parzelle umfaßte 5 Reihen und hatte eine Größe von 0,068 ha. Die sich daran anschließende Parzelle für die Schlauchbehandlung umfaßte 10 Reihen. Die Parzelle war 0,14 ha groß. Die daran angrenzende Parzelle für die Hubschrauberbehandlung (2 kg/ha) hatte 17 Reihen (Größe: 0,25 ha), die rechts davon liegende Hubschrauber-Parzelle (3 kg/ha) umfaßte 18 Reihen bei einer Größe von 0,21 ha.

#### *Piesport:*

Die Versuchsfläche befand sich im Moseltal, und zwar im mittleren und oberen Steilhang der Lage "Goldtröpfchen" (s. Abb. 1). Die Parzellen 2 und 5, die mit der Schlauchspritze behandelt wurden, waren 0,23 ha bzw. 0,21 ha, die beiden "Unbehandelt"-Parzellen 0,25 ha bzw. 0,32 ha groß. Das Versuchsareal war mit der Rebsorte Riesling in Pfahlerziehung, teils mit Unterlage, teils wurzelecht, bestockt. Die Zeilenabstände betrug 0,90 bis 1,10 m, die Stockabstände 1,00 bis 1,20 m. Die Rebflächen waren noch nicht flurbereinigt.

*Wittlich:*

Die Parzellen lagen in einem Weinbergsareal am Rande der Wittlicher Senke. Die Lage der Parzellen geht aus Abb. 2 hervor, die Parzellengröße und die Pflanzenschutzmittel-Aufwandmenge ist Tab. 4 zu entnehmen. Die Rebfläche war überwiegend mit der Rebsorte Riesling bestockt, Parzelle 1 mit der Rebsorte Kerner. Bezüglich Hangneigung, Erziehungsart und Bodenbearbeitung bestanden erhebliche Unterschiede. Die Hangneigung betrug im unteren Teil der Versuchsfläche 15 %, im oberen Teil 40 %. Der Zeilenabstand variierte bei Pfahlerziehung zwischen 1,10 und 1,40 m, der Stockabstand zwischen 1,10 und 1,30 m. Bei den Anlagen mit Drahtrahmenerziehung lag der Zeilenabstand zwischen 1,15 und 1,40 m, der Stockabstand bei 1,40 m. In den Weitraumanlagen betrug der Zeilenabstand bis 2,70 m, der Stockabstand 1,40 m. Die Rebzeilen verliefen senkrecht zu den Hanglinien.

*Pommern:*

Die Versuchspartzellen lagen im unteren Bereich des Moseltals im Flachen (Abb. 3). Parzellengröße und Pflanzenschutzmittel-Aufwandmenge sind Tab. 4 zu entnehmen. Rebsorte, Erziehung und Standweite waren uneinheitlich.

1992*Graach:*

Die Versuchsfläche war im Moseltal in der Gemarkung Graach, Lage Josephshöfer, gelegen. Abb. 5 oben zeigt ein Übersichtsfoto der Versuchsfläche. Die Graphik in Abb. 4 zeigt die Lage der Parzellen. In den Testfeldern 1 - 6 und 7 - 11 wurde das Bodensediment gemessen. Das Bodensediment außerhalb der Behandlungsflächen wurde oben, unten, links und rechts in 5, 10, 15, 25 und 50 m Entfernung ermittelt.

Die Hangneigung betrug 40 - 55 % (Parzelle 1), 30 - 40% (Parzelle 2) bzw. 40% (Parzellen 3, 4, 5). Der gesamte Hang war mit Reben bestockt. Oberhalb von Parzelle 1 setzte sich der Steilhang fort, während oberhalb der Parzellen 3 und 5 das Gelände eben wurde. Unterhalb der Parzellen 1 - 5 war das Gelände nur schwach geneigt und ging in die Ebene über. In der Nähe des Wirtschaftsgebäudes war das Gelände als Hof oder Wiese genutzt (Abb. 4). Der Schieferverwitterungs-Boden war 1973 mit der Rebsorte Riesling (Unterlage: 26 G) bepflanzt worden. Erziehungsart: Drahtrahmen. Stockabstand: 1,20 m; Reihenabstand: 1,40 - 1,50 m. Die Rebzeilen verliefen senkrecht zu den Hanglinien.

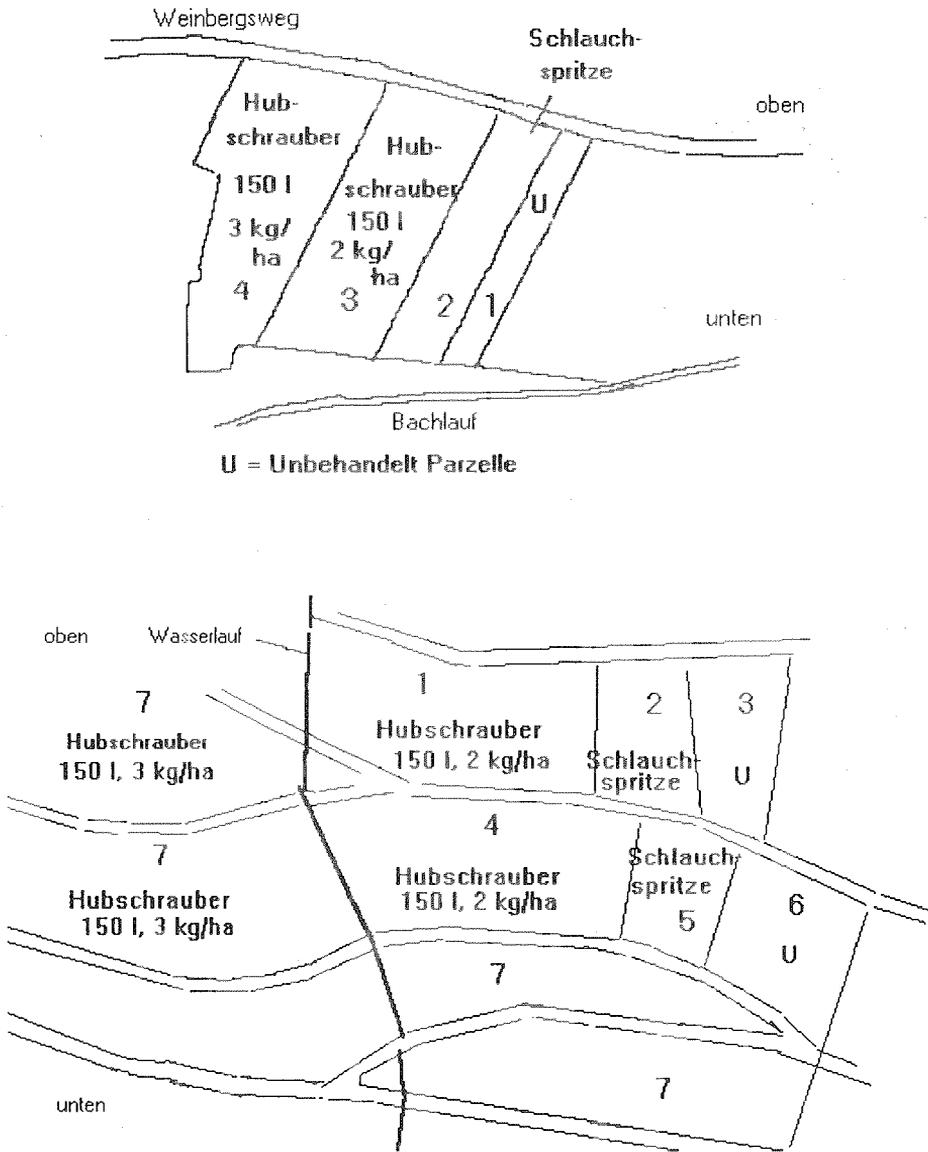


Abb. 1: Versuchsflächen in Bernkastel (oben) und Piesport (unten) zur Feststellung der biologischen Wirksamkeit von Rotbrenner-Behandlungen mit Hubschrauber und Schlauchspritze

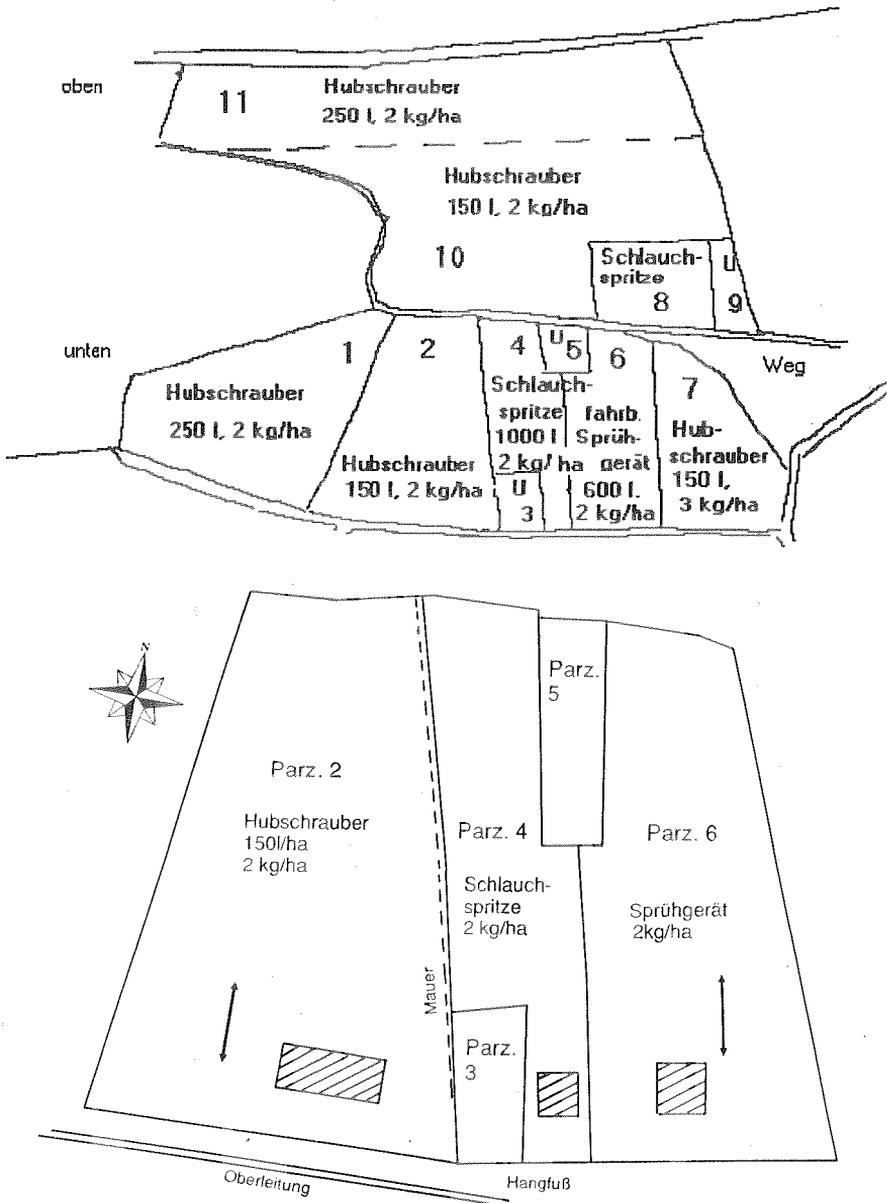


Abb. 2: Versuchsfläche in Wittlich

*oben:* Feststellung der biologischen Wirksamkeit von Rotbrenner-Behandlungen mit Hubschrauber, Sprühgerät und Schlauchspritze.

*unten:* Messungen zum Verbleib der Spritzflüssigkeit; in den schraffierten Feldern der Behandlungsflächen wurde das Bodensediment erfaßt; Doppelpfeile: Flugrichtung des Hubschraubers bzw. Fahrtrichtung des Sprühgeräts.

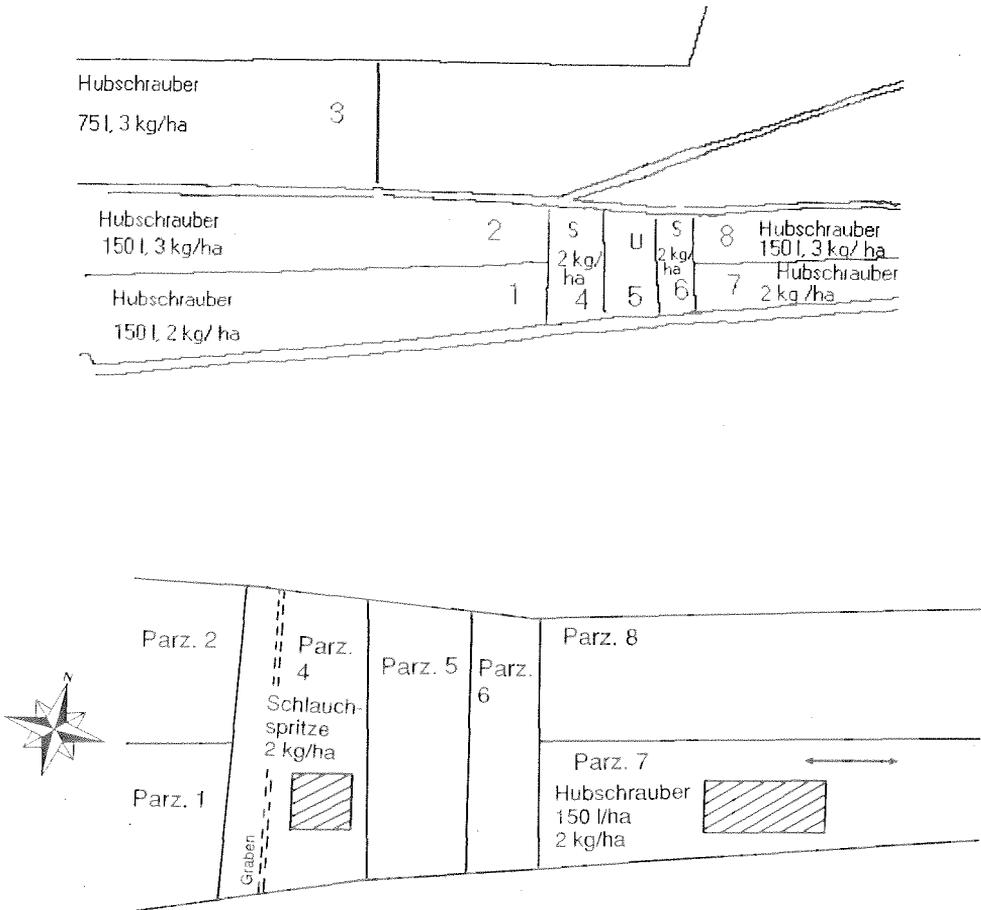


Abb. 3: Versuchsfläche in Pommern

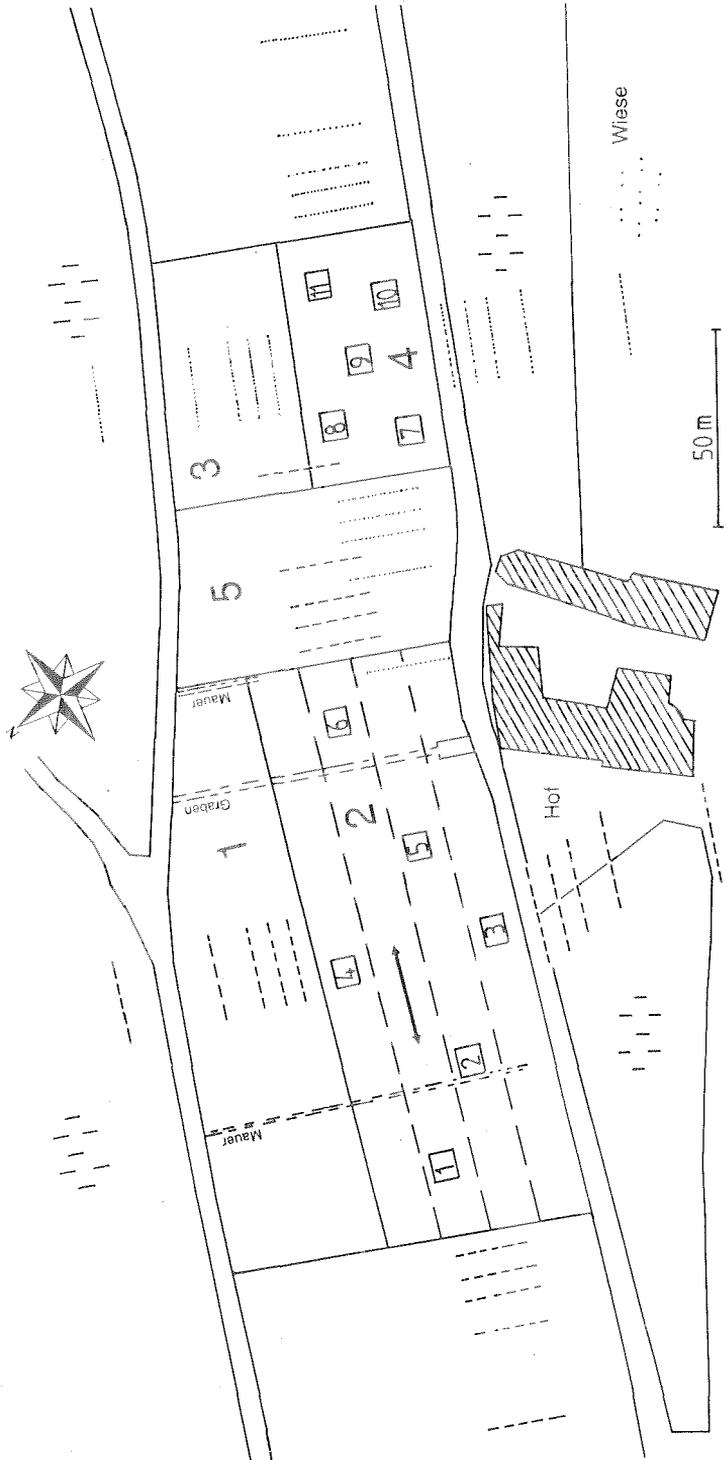
*oben:* Feststellung der biologischen Wirksamkeit von Rotbrenner-Behandlungen mit Hubschrauber und Schlauchspritze.

*unten:* Messungen zum Verbleib der Spritzflüssigkeit; in den schraffierten Feldern der Behandlungsflächen wurde das Bodensediment erfaßt; Doppelpfeil: Flugrichtung des Hubschraubers.

Abb. 4: Versuchsfläche in Graach

1 = Hubschrauber, 2 kg/ha 2 = Hubschrauber, 3 kg/ha (vier Flugbahnen; Doppelpfeil; Flugrichtung; Testfelder 1 - 6))  
 3 = Schlauchspritze, 2 kg/ha 4 = Schlauchspritze, 3 kg/ha (Testfelder 7 - 11) 5 = Unbehandelt.

Gestrichelte Linien = Bodensediment des Hubschraubers oben, unten, links und rechts von der Behandlungsfläche, bis 50 m Entfernung.  
 Gepunktete Linien = dto, Schlauchspritze. Der Gebäudekomplex liegt am Hangfuß.



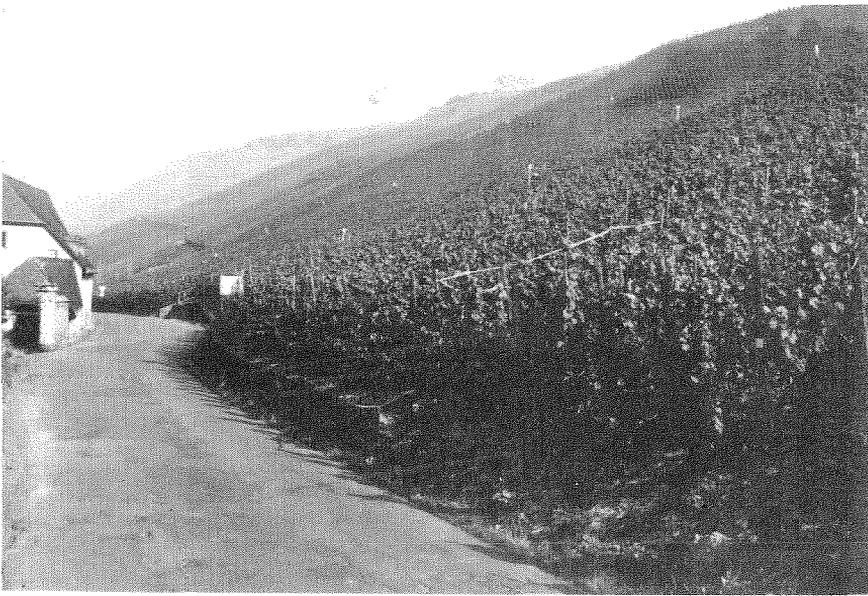


Abb. 5: Versuchsfläche in Graach 1992

*oben:* Blick auf die Versuchsfläche

*unten:* Hubschrauber im Einsatz (22.5.; Reben im Sechs- bis Siebenblattstadium)



Abb. 6: Entwicklung der Reben in der Versuchsfläche Graach 1992  
*oben*: Drei- Fünfblattstadium (15.5.); Rundfilter in der "Traubenzone",  
 Petrischalen am Boden.  
*unten links*: Laubwand am 1.7., vor dem Gipfeln.  
*unten rechts*: Laubwand am 23.7., nach dem Gipfeln.

## 2.2 Pflanzenschutzgeräte

Eingesetzt wurden ein Hubschrauber, ein Sprühgerät mit Axialgebläse und eine Schlauchspritze (Spritzpistole) mit folgenden Spezifikationen:

1991

*Wittlich*

Hubschrauber: Fa. Air Lloyd, Deutsche Helicopter Service GmbH, St. Augustin.

Geräteeigenschaften laut Angaben der Firma: Hubschraubertyp Bell 47-T (Soloy), zwei Rotorblätter; Rotordurchmesser 11,32 m; max. Abfluggewicht 1338 kg; Zuladung an Spritzflüssigkeit max. 350 l; Rotorkreisflächenbelastung 13,3 kg/m<sup>2</sup>. Düsen vom Typ TeeJet Hohlkegel, bei 150 l/ha D5-25, bei 250 l/ha D6-45. Anzahl der Düsen 68; Arbeitsdruck 3,5 bar; Fluggeschwindigkeit ca. 30 Meilen/h; Arbeitsbreite s. Abb. 7. Der Hubschrauber flog parallel zu den Rebzeilen. Jede Flugbahn wurde nur einmal, jedoch mit Überlappung, behandelt.

Schlauchspritze: Bergmeier-Pistole; Düse bei den ersten 3 Behandlungen 1,3 mm, bei der Behandlung am 7.8. 1,8 mm; Druck 38 bar. Ausgebrachte Flüssigkeitsmenge s. Tab. 4.

Sprühgerät: Typ TU 550 der Fa. Frieg, Sulzfeld (Abb. 7); Axialgebläse; Düsen 1,5 mm; Druck 8 bar. Die ersten drei Behandlungen wurden mit 6 Düsen, die Behandlung am 7.8. mit 8 Düsen durchgeführt. Fahrgeschwindigkeit 4 km/h. Ausgebrachte Flüssigkeitsmengen s. Tab. 4.

Sonstige Angaben: Freileitung am unteren Straßenrand (s. Abb. 2), dadurch mußte der Hubschrauber in Parz. 1 und 2 relativ hoch ansetzen. Die Petrischalen zur Messung des Bodensediments außerhalb der Behandlungsflächen lagen im Rebgelände, und zwar auf der Höhe des jeweiligen Testfeldes (s. Abb. 2).

*Pommern:*

Hubschrauber: Fa. DHD Deutscher Helicopter Dienst GmbH, Ochtendung.

Geräteeigenschaften laut Angaben der Firma: Hubschrauber-Typ: Hughes 300; Drei Rotorblätter; Rotordurchmesser 7,7 m; max. Abfluggewicht 929,8 kg. Zuladung an Spritzflüssigkeit max. 225 l (je nach Temperatur); die Rotorkreisflächenbelastung (max.Abfluggewicht/Rotorkreisfläche) beträgt ca. 20 kg/m<sup>2</sup>. Düsen vom Typ T-Jet Hohlkegel mit 25er oder 45er Drallplättchen, D5 oder D6. Im Weinbau werden je nach Flugart und Flüssigkeitsmenge zwischen 34 und 64 Düsen eingebaut, wobei die Flugparameter gleichbleiben. Düsendruck 2,5 - 3,5 bar; Geschwindigkeit 25 - 35 Meilen/h. Der Hubschrauber flog senkrecht zu den Rebzeilen. Jede Flugbahn wurde nur einmal, jedoch mit Überlappung, behandelt.

Schlauchspritze: Verwendet wurde eine Spritzpistole der Firma JACOBY. Am 23.5.1991 betrug der Durchmesser der Düse 1,2 mm, der Betriebsdruck 35 bar. Am 14.8.1991 betrug der Durchmesser der Düsenöffnung 2 mm, der Druck 30 bar. Ausgebrachte Flüssigkeitsmengen s. Tab. 4.

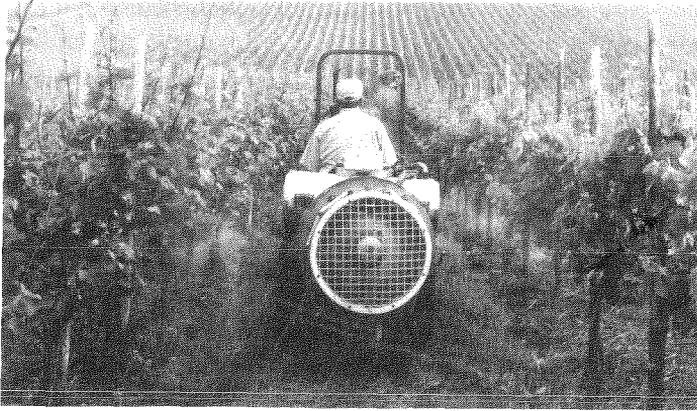
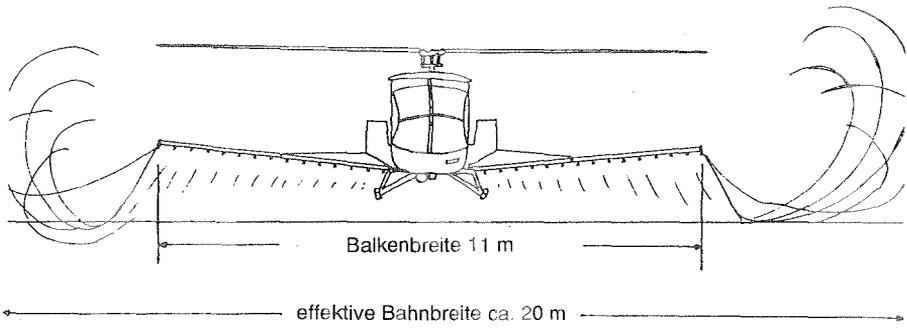


Abb. 7: Die in den Versuchen eingesetzten Pflanzenschutzgeräte  
*oben:* Hubschrauber mit Spritzgestänge  
*Mitte:* Sprühgerät mit Axialgebläse  
*unten:* Schlauchspritze (Spritzpistole)

Sonstige Angaben: Der Hubschrauber flog am 14.8.91 deutlich langsamer. Gassenbreiten und Stockabstände variierten stark. Die Petrischalen zur Messung des Bodensediments außerhalb der Behandlungsflächen lagen im Rebgelände, und zwar auf der Höhe des jeweiligen Testfeldes (Abb. 3).

Bernkastel-Kues:

Hubschrauber: Für den Versuch in Bernkastel wurde derselbe Hubschrauber wie in Wittlich eingesetzt. 150 l/ha Spritzflüssigkeit, Düsentyp D 5-25.

Schlauchspritze: Die verwendete Spritzpistole der Fa. JACOBY hatte eine Düse mit 1,2 mm Durchmesser. Die eingesetzte Pumpe hatte eine Leistung von 60 l/min und erzeugte einen Druck von 40 bar.

Piesport:

Hubschrauber: Als Fluggerät diente ein Helicopter Bell Typ 47 (Soloy) der Firma Air Lloyd von der gleicher Bauart des in Wittlich eingesetzten Geräts. Als Düsen wurden TeeJet-Hohlkegeldüsen D 5-25 verwendet. Die ausgebrachte Menge an Spritzflüssigkeit betrug 150 l/ha. Jede Flugbahn wurde nur einmal, jedoch mit Überlappung, behandelt.

Schlauchspritze: In Piesport wurde mit einer Spritzpistole der Fa. JUNK gearbeitet. Der Durchmesser der Düse betrug 1,2 mm, der Betriebsdruck 55 bar.

1992

Graach

Hubschrauber: Fa. Air Lloyd, Deutsche Helicopter Service GmbH, St. Augustin. Hubschraubertyp Bell 47-T (Soloy), zwei Rotorblätter; Rotordurchmesser 11,32 m; max. Abfluggewicht 1338 kg; Zuladung an Spritzflüssigkeit max. 350 l; Rotorkreisflächenbelastung 13,3 kg/m<sup>2</sup>. Düsen vom Typ TeeJet Hohlkegel, bei 150 l/ha D5-25, bei 250 l/ha D6-45. Anzahl der Düsen 68; Arbeitsdruck 35 bar; Fluggeschwindigkeit ca. 30 km/h; Arbeitsbreite s. Abb. 7. In Abb. 4 sind die in Parzelle 2 vom Hubschrauber geflogenen Bahnen eingezeichnet. Er flog die Bahnen jeweils hin und zurück, also nicht, wie sonst in der Praxis üblich, überlappt. Die Flugrichtung verlief quer zu den Rebzeilen. Der Pilot war zu allen vier Terminen derselbe.

Schlauchspritze: Birchmeier-Pistole, Düse 1,3 mm, Drucke s. Tab. 5. Beim Spritzen wechselten sich zwei Mannschaften von je zwei Personen ab. Am 15.5. und 1.7. spritzte Mannschaft A, am 22.5. und 23.7. Mannschaft B. Die Parzellen 3 und 4 hatten Durchgänge. Die dazwischen stehenden 9 Reben einer Rebzeile wurden jeweils vom oberen und unteren Durchgang aus gespritzt. Dieses Vorgehen wich von dem bei Anlagen mit Einzelpfahlerziehung üblichen (Wittlich und Pommern 1991) ab. Ausgebrachte Flüssigkeitsmengen s. Tab. 5.

Sonstige Angaben: Die Petrischalen zur Messung des Bodensediments außerhalb der Behandlungsflächen lagen im Rebgelände, nur ausnahmsweise auf einer Straße, einer Wiese oder einem Hof (s. Abb. 4).

## 2.3 Rotbrenner-Bekämpfung

### 2.3.1 Phänologie der Reben

#### 1991

Der Austrieb erfolgte bei der Rebsorte Müller-Thurgau am 16. 4. (langjähriges Mittel = LM: 28. 4.), beim Riesling im mittleren Bernkasteler Berg am 29. 4. (LM: 1. 5.). Das Zwei- bis Vierblatt-Stadium wurde in den Versuchsfeldern Piesport, Wittlich und Pommern zwischen dem 21. und 23. 5. erreicht, das Vier- bis Sechsbblatt-Stadium zwischen dem 31. 5. und 1. 6., das Sechs- bis Achtblatt-Stadium zwischen dem 6. und 8. 6.. In der klimatisch weniger begünstigten Versuchsfeldfläche Bernkastel war die Rebenentwicklung generell um etwa eine Woche verzögert. Weitere Angaben zur Phänologie s. in Tab. 2 und 3.

#### 1992

Die phänologischen Daten zur Entwicklung der Reben in der Graacher Versuchsfeldfläche sind in Tab. 3 enthalten.

### 2.3.2 Witterungsverlauf und Entwicklung des Roten Brenners

#### 1991

Die Meßergebnisse der Klimastation des Deutschen Wetterdienstes in Kues und einer institutseigenen Meßstation in Bernkastel-Kues/Andel sind in Abb. 8 dargestellt. Während der Januar mit 3,0°C und der März mit 8,8°C im Vergleich zum Langjährigen Mittel (LM) sehr mild war, wurde es im Februar mit einer durchschnittlichen Monatstemperatur von -0,2 °C sehr kalt. Die monatlichen Durchschnittstemperaturen in den Monaten April bis Juni lagen um 0,4 bis 1,9°C unterhalb des LM. Dies war nicht nur für die Entwicklung der Reben, sondern auch der Apothezien auf dem abgefallenen Reblaub bedeutsam. Im Gebiet kam es zwischen dem 21. und 26. 4. nach Rückgang der Lufttemperaturen in 2 m Höhe auf bis zu -4,1°C (Wittlich) zu Frostschäden.

Im Juni schien als Folge der häufigen Regenfälle die Sonne um 79,9 Stunden weniger als im LM. In den übrigen Monaten war ausreichend Sonnenschein vorhanden. Während es im Januar um 22,5 mm mehr regnete als dem LM, lag die Niederschlagsmenge von Februar bis August unterhalb des LM. Obwohl es im Juni an 19 von 30 Tagen regnete, betrug die Niederschlagsmenge nur 46,2 mm, lag also noch um 21,3 mm unter dem LM. Die frühesten, von den Ascosporen der Fruchtkörper auf dem abgefallenen Reblaub ausgehenden Infektionen wurden bereits am 14. 6. festgestellt, waren aber nicht allgemein verbreitet. Auslösend dürften die Mitte Mai gefallenen Niederschläge gewesen sein. Bedeutsam für Infektionen waren vorwiegend die ab dem 6. 6. gefallenen Niederschläge, denn die ersten Symptome eines allgemeinen Rotbrennerbefalls wurden am 28. 6. wahrgenommen. Für den Versuch in Pommern waren ferner die am 30. und 31. 7. gefallenen gewittrigen Niederschläge bedeutsam. Sie lösten Infektionen aus, deren Symptome am 22. 8. beobachtet werden konnten.

	Temperatur		Sonnen- schein- stunden		Nieder- schlag	
	1991	*) LM	1991	LM	1991	LM
Jan.	3,0	1,8	41,2	34,6	73,3	50,8
Febr.	-0,2	2,5	92,6	65,9	16,9	42,2
März	8,8	5,8	95,3	111,8	21,6	42,9
April	8,9	9,3	178,1	148,7	41,4	51,1
Mai	11,9	13,8	198,7	196,5	14,3	61,5
Juni	14,9	16,8	126,1	206,0	46,2	67,5
Juli	21,4	18,5	264,3	209,0	51,2	72,1
Aug.	20,8	17,6	275,0	181,5	8,0	77,4

\*) LM = Langjähriges Mittel

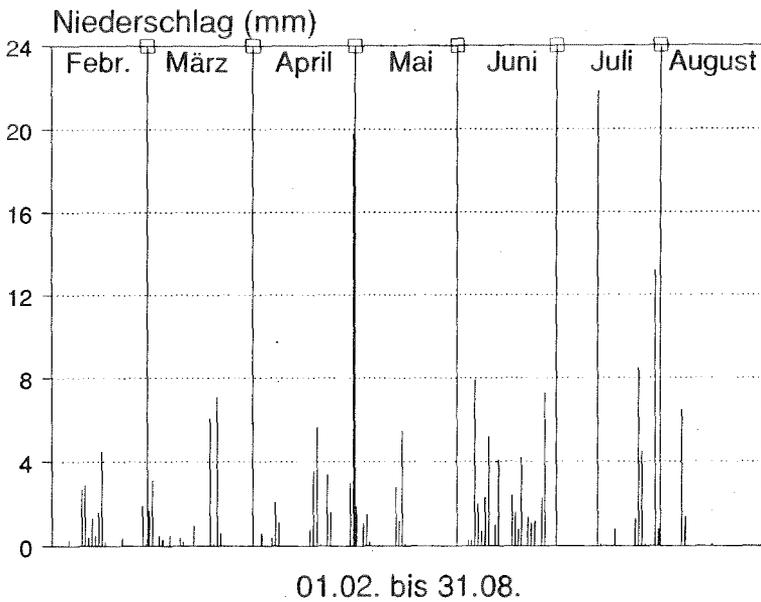


Abb. 8: Klimadaten der Station Kues, 1991

	Temperatur		Sonnenscheinstunden		Niederschlag	
	1992	*) LM	1992	LM	1992	LM
Jan.	2,4	1,9	33,6	34,1	22,1	50,6
Febr.	4,2	2,6	45,7	65,3	28,0	43,1
März	7,0	5,9	79,1	111,2	80,8	42,9
April	9,7	9,3	144,4	149,1	27,6	51,2
Mai	16,3	13,8	238,2	198,6	39,0	60,6
Juni	17,9	16,8	178,5	202,4	137,1	67,8
Juli	20,0	18,5	208,4	210,5	64,0	72,1
Aug.	20,5	17,7	208,5	183,4	51,4	76,0

\*)LM = Langjähriges Mittel

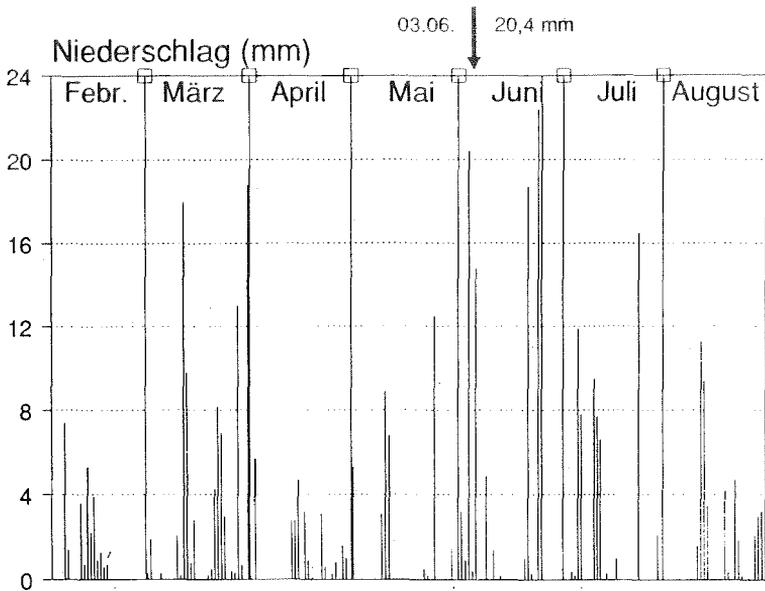


Abb. 9: Klimadaten der Station Kues, 1992

Tab. 1: Luftfeuchte an den Tagen mit Sedimentmessungen, ermittelt an der Klimastation Kues

Datum	relative Luftfeuchte (%)		
	8. 30	15. 30	22. 30 Uhr
<b>1991</b>			
23. 5.	69	38	46
7. 8.	82	30	56
14. 8.	84	35	67
<b>1992</b>			
15. 5.	71	19	50
22. 5.	86	32	60
1. 7.	76	55	70
23. 7.	91	24	52

Tab. 2: Wetterbedingungen während der Behandlungen in Bernkastel und Piesport.

Gemarkung, Datum	Uhrzeit	Witterung	Rebstadium, Anmerkungen
<b>Bernkastel</b>			
29.5.91	9.00 - 10.00	trocken, sonnig, fast windstill	3 Blätter entfaltet
7.6.91	9.00 - 10.00	bedeckt, windstill	6 Blätter entfaltet, Reben feucht bis naß
14.6.91	11.00 - 12.00	regnerisch, windstill	7 - 8 Blätter entfaltet
<b>Piesport</b>			
21.5.91	16.00 - 17.00	trocken, warm, schwach windig	3 - 4 Blätter entfaltet
31.5.91	17.00 - 18.00	trocken, warm, schwach windig	4 - 6 Blätter entfaltet
8.6.91	16.00 - 18.00	trocken, schwach windig	6 - 7 Blätter entfaltet

Tab. 3: Wetterbedingungen während der Behandlungen in Wittlich, Pommern und Graach, 1991 und 1992

Gemarkung, Datum, Gerät	Parzelle	Uhrzeit	Wind aus Richtung	Wind- geschwin- digkeit m/s	Lufttemp °C	Rebstadium, Anmerkungen
<b>Wittlich</b>						
<b>23.5.91</b>						
Hubschrauber	2	20.20-20.30	O	3 - 4	11	2-3 Blätter entfaltet
Schlauchspritze	4	16.30-17.00	WSW	4 - 5	14	einzelne Böen
Sprühgerät	6	17.00-17.20	WSW	4 - 5	14	einzelne Böen
<b>7.8.91</b>						
<i>Traubenschluss, Reben gegipfelt</i>						
Hubschrauber	2	20.00-20.10	WSW	1,5	28	
Schlauchspritze	4	17.15-17.45	WSW	3	30	
Sprühgerät	6	15.30-15.50	WSW	3	32	
<b>Pommern</b>						
<b>23.5.91</b>						
<i>2-3 Blätter entfaltet</i>						
Hubschrauber	1+7	9.00-9.10	WSW	4 - 5	9	
Schlauchspritze	4+6	8.00-8.30	WSW	4 - 5	9	
<b>14.8.91</b>						
<i>Traubenschluss, Reben gegipfelt</i>						
Hubschrauber	1	10.30-10.40	OSO	2	18	Flug langsamer
Schlauchspritze	3+4	8.30-9.00	OSO	1,5	16	
<b>Graach</b>						
<b>15.5.92</b>						
<i>3-5 Blätter entfaltet</i>						
Hubschrauber	2	8.05-8.15	-	0	11	Oberste Bahn nur 1 x beflogen
Schlauchspritze	4	11.00-11.45	SSW	<1,5	25-26	Mit 30 bar gespritzt (Mannschaft 1)
<b>22.5.92</b>						
<i>6-7 Blätter entfaltet</i>						
Hubschrauber	2	7.30-7.45	O	<1,5	13	
Schlauchspritze	4	10.00-10.45	O - W	<1,5 - 3	21	Einzelne Böen; mit 35 bar gespritzt (Mannschaft 2)
<b>1.7.92</b>						
<i>Fruchtansatz</i>						
Hubschrauber	2	7.35-7.45	OSO	<1,5	17	
Schlauchspritze	4	10.30-11.45	OSO	<1,5 - 3	21-24	Einzelne Böen; mit 40 bar gespritzt (Mannschaft 1)
<b>23.7.92</b>						
<i>Beeren erbsengroß, Reben gegipfelt</i>						
Hubschrauber	2	11.15-11.25	SW	max. 1,5	26	
Schlauchspritze	4	6.15-7.00	-	0	12	Mit 45-50 bar gespritzt (Mannschaft 2)

Tab. 4: Versuchsdaten zu den Behandlungen in Wittlich und Pommern, 1991

Gemarkung, Datum, Parzelle	Parzellen- größe ha	Gerät	l/ha	Präparat	Aufwand je ha	Zeichner
<b>Wittlich</b>						
<b>23.5.91</b>						
1	0,66	Hubschrauber	250	Polyram-Combi Supersix	2 kg 6 l	
2	0,61	Hubschrauber	150	wie 1	wie 1	Bittersalz 2,5%
3	0,045	Unbehandelt				
4	0,22	Schlauchspritze	1000	wie 1	wie 1	Bittersalz 2,5%
5	0,063	Unbehandelt				
6	0,36	Bodensprühgerät	600	Polyram-Combi Supersix	1,2 kg wie 1	Bittersalz 2,5%
7	0,37	Hubschrauber	150	Polyram-Combi Supersix	3 kg wie 1	
8	0,2	Schlauchspritze	1000	wie 1	wie 1	
9	0,06	Unbehandelt				
10	1	Hubschrauber	150	wie 1	wie 1	
11	0,9	Hubschrauber	250	wie 1	wie 1	
<b>7.8.91</b>						
2	0,61	Hubschrauber	150	Polyram-Combi Rovral Topas	4 kg 1,5 kg 300 ml	Bittersalz 2,5%
4	0,22	Schlauchspritze	3000	wie 2	wie 2	Bittersalz 2,5%
5	0,063	Unbehandelt				
6	0,36	Bodensprühgerät	550	wie 2	wie 2	Bittersalz 2,5%
9	0,06	Unbehandelt				
<b>Pommern</b>						
<b>23.5.91</b>						
1+7	1,1	Hubschrauber	150	Dithane Ultra Supersix	2 kg 5 l	Bittersalz 2,5%
2+8	1,1	Hubschrauber	150	Dithane Ultra Supersix	3 kg wie 1	
4+6	0,195	Schlauchspritze	590	Dithane Ultra Supersix	1,2 kg 3 l	Bittersalz 2,5%
5	0,092	Unbehandelt				
<b>14.8.91</b>						
1+7	1,1	Hubschrauber	150	Aktuan Topas	2,5 kg 300 ml	Bittersalz 2,5%
4+6	0,11	Schlauchspritze	1650	Aktuan Topas	2,1 kg 250 ml	Bittersalz 2,5%
5	0,092	Unbehandelt				

Tab. 5: Versuchsdaten zu den Behandlungen in Graach, 1992

Datum, Parzelle	Parzellen- größe ha	Gerät	l/ha	Präparat	Aufwand je ha	Zeichner
<b>15.5.92</b>						
1	0,495	Hubschrauber	150	Polyram-Combi Supersix	2 kg 6 l	
2	0,8	"	150	Polyram-Combi Supersix	3 kg 6 l	Bittersalz 3%
3	0,215	Schlauchspritze	851	Polyram-Combi Supersix	1,7 kg 5,1 l	
4	0,225	"	698	Polyram-Combi Supersix	2,1 kg 4,1 l	Bittersalz 3%
5a	0,17	unbehandelt				
5b	0,16	" (Pufferzone)				
<b>22.5.92</b>						
1	0,495	Hubschrauber	150	Polyram-Combi Supersix	2 kg 6 l	
2	0,8	"	150	Polyram-Combi Supersix	3 kg 6 l	Bittersalz 3%
3	0,215	Schlauchspritze	851	Polyram-Combi Supersix	1,7 kg 5,1 l	
4	0,225	"	858	Polyram-Combi Supersix	2,6 kg 5,2 l	Bittersalz 3%
<b>1.7.92</b>						
2	0,8	Hubschrauber	150	Supersix	1,5 l	Cupravit 1,33%
4	0,225	Schlauchspritze	1662	Supersix	1,3 l	Cupravit 0,1%
<b>23.7.92</b>						
2	0,8	Hubschrauber	150	Supersix	1,5 l	Bittersalz 3%
4	0,225	Schlauchspritze	1422	Supersix	1,1 l	Bittersalz 3%

1992

Februar und März waren ausgesprochen mild. In allen Sommermonaten lagen die durchschnittlichen Temperaturen mit 17,9 bis 20,5°C um 1,1 bis 2,8°C über dem LM. Sonnenscheinreich waren Mai und August. In diesen Monaten schien die Sonne um 36,9 und 25,1 Stunden länger als im LM. Der Zeitraum Januar bis Mai war, abgesehen vom März, niederschlagsarm. Die Sommermonate ab Juni hatten ausreichend Niederschlag. Von Januar bis August wurden 450 mm (LM: 464,3 mm) Regen registriert. Verglichen mit dem LM war die Bilanz der Niederschläge also ausgeglichen.

Im Vergleich zum Vorjahr wurden im Frühjahr 1992 wesentlich weniger Apothezien des Roten Brenners auf dem abgefallenen Reblaub gefunden. Verantwortlich hierfür dürfte der niederschlagsarme Winter gewesen sein. Die Niederschläge vom 10. und 11. 5. mit 8,9 bzw. 6,8 mm und die Erwärmung haben in der Folgezeit die Reifung der Fruchtkörper gefördert. Im Bernkasteler Berg, in der Nähe der Versuchsfläche Graach, wurde nach 20,4 mm Niederschlag in der Nacht vom 3. auf den 4. 6. (s. Abb. 9) erstmals ein Sporenflug beobachtet. In der Graacher Versuchsfläche wurden am 26. 6. allerdings weder Roter Brenner noch Falscher Mehltau festgestellt. Die jungen Beeren hatten zu diesem Zeitpunkt bereits einen Durchmesser von einem Millimeter. Die ersten Symptome des Rotbrennerbefalls wurden allgemein Anfang Juli und in der Graacher Versuchsfläche ab Mitte Juli beobachtet. Eine weitere Bonitur wurde am 7. 8. noch vor dem durch den Roten Brenner verursachten Blattfall durchgeführt.

### **2.3.3 Bestimmung der Behandlungstermine**

Der Einsatztermin wurde durch mikroskopische Prüfung des Reifezustands der Asci in den Apothezien des vorjährigen, am Boden liegenden Laubes bestimmt. Als frühester Zeitpunkt wurde jener Termin gewählt, bei dem die ersten Ascosporen die Sporenschläuche verlassen hatten. Je nach Anzahl der in den folgenden Wochen noch vorhandenen Ascosporen wurde entschieden, ob weiterhin Infektionsgefahr bestand und wie eng die Spritzabstände zu wählen waren.

Um die Gefahr von Infektionen während der Vegetationsperiode beurteilen zu können, wurde außerdem der Sporenflug ermittelt. Hierfür wurden Objektträger hauchdünn mit Vaseline bestrichen und mit Hilfe von Klammern und Draht am Rebstamm so befestigt, daß die Objektträger sich ungefähr 10 cm über einem Lager vorjähriger Blätter befanden. Die Durchsicht der Objektträger erfolgte mit dem Mikroskop.

### **2.3.4 Feststellung des Befalls**

Die Auswertung des Rotbrennerbefalls erfolgte nach der Richtlinie 22 - 1.3 für die Prüfung von Fungiziden zur Bekämpfung von *Pseudopeziza tracheiphila* Müller-Thurgau an Reben (FLICK et al. 1988). In jeder Parzelle wurden 40 Triebe in vierfacher Wiederholung ausgewertet. Die Datenerhebung wurde beim Erscheinen der Symptome in der unbehandelten Parzelle durchgeführt. Hieraus ließen sich Befallshäufigkeit und

Wirkungsgrade berechnen. Die statistische Verrechnung erfolgte nach dem multiplen Mittelwertsvergleich nach DUNCAN (Varianzanalyse mit Transformation) nach Richtlinie 3 - 3, Teil 3 (BLEIHOLDER et al. 1984).

In der Versuchsfläche Graach 1992 lagen die Varianten mit einer Aufwandmenge von 2 und 3 kg/ha, ausgebracht mit Hubschrauber und Schlauchleitung, am Steilhang übereinander (s. Abb. 4). Daher wurde auch die "Unbehandelt"-Parzelle 5 für die Bonitur in einen oberen ("Unbehandelt oben" genannt) und in einen unteren Teil ("Unbehandelt unten") aufgeteilt. Dadurch sollten eventuell durch Höhenunterschiede bedingte Befallsunterschiede erkannt werden.

Bei der Bonitur wurde an allen Standorten auf genügend Abstand zu den Parzellenrändern geachtet. Beispielsweise wurde in Graach in den mit dem Hubschrauber beflogenen Parzellen 1 und 2 die 20., 40., 60. und 80. Rebzeile (vom linken Parzellenrand aus gezählt) ausgewertet, in den mit der Schlauchspritze behandelten Parzellen 3 und 4 die 4., 8., 12. und 16. Reihe.

## 2.4 Verwendete Pflanzenschutzmittel und Tracer; Wetterdaten

Windrichtung, Windstärke und Temperatur während der Applikation wurden gemessen und handschriftlich notiert (s. Tab. 2 und 3). Die Luftfeuchte, gemessen an der Klimastation Kues, ist Tab. 1 zu entnehmen. Es fielen keine oder nur geringe, die Versuchsdurchführung nicht gefährdende Niederschläge. Parzellengrößen, Behandlungstermine, Dosierung der Pflanzenschutzmittel und Tracer (Bittersalz oder Cupravit) sind Tab. 4 und 5 sowie Tab. 6 - 9 zu entnehmen.

## 2.5 Messung des Spritzmittelbelags auf Laubwand und Boden

### Messung des Belags auf der Laubwand:

#### a) Rundfilter

Am 15.5., 22.5. und 23.7.1992 wurde in jedem der 11 Testfelder eine Leine entlang den Stöcken gespannt, an der mit Hilfe von Klammern 10 Rundfilter (S&S Nr. 0790, 11 cm Durchmesser, Mg-arm) befestigt wurden (Abb. 6 oben). Sie befanden sich in der "Traubenzone", etwa 80 cm über dem Boden.

Die Filter wurden nach dem Trocknen eingesammelt und ins Labor gebracht. Dort wurde jedes Filter für 15 Stunden in eine Petrischale mit 50 ml Tritriplex-Lösung (0,5 %ig, unter Zusatz von 1 ml Tween 20 je 10 l) gelegt und mehrmals vorsichtig geschwenkt. Wie eine Überprüfung ergab, konnten auf diese Weise mindestens 98% des als Tracer dienenden Bittersalzes extrahiert werden.

### *b) Blätter*

1991: Je Parzelle wurden ca. 40 Blätter von der Größe eines Fünfmärkstücks entnommen, im Weinberg abgewogen, mit 200 ml einer 0,5%igen Titriplex III-Lösung in 2l-Plastikdosen versetzt und geschüttelt. Das Filtrat wurde mit Hilfe der Atomabsorptionsspektroskopie (AAS) auf seinen Mg-Gehalt analysiert.

1992: Am 1.7. wurde der Spritzflüssigkeit ein Kupferpräparat (Cupravit = OB 21; Wirkstoff Kupferoxychlorid mit 45 % Reinkupfer) zugesetzt. Wegen der korrosiven Wirkung konnte das Präparat nur einmal mit dem Hubschrauber ausgebracht werden. Nach der Behandlung wurden aus jedem Testfeld getrennt nach Traubenzone (ca. 80 cm Höhe) und Gipfelzone (mindestens 180 cm Höhe) je 20 Rebblätter von mindestens 10 cm Durchmesser entnommen und ins Labor gebracht. Je ein unversehrtes Blatt wurde zwischen zwei an den Enden offene PVC-Röhren mit elastischen Dichtungsringen gespannt (Entwicklung von IPACH). Die eingespannten Blattpartien hatten einen Durchmesser von 4,1 cm (Abb. 10). Die Vorrichtung wurde senkrecht gestellt, so daß 10 ml Titriplex III - Lösung (0,5 %ig, unter Zusatz von 1 ml Tween 20 je 10 l) auf die Blattfläche gegeben und 30 Minuten auf einer Horizontalschüttelmaschine bewegt werden konnten. Das Eluat wurde in Kunststoffröhrchen gefüllt und verschlossen. Anschließend konnte die Einspannvorrichtung umgedreht, neu befüllt und geschüttelt werden. Trat infolge einer Blattbeschädigung Flüssigkeit aus, wurde das Eluat verworfen. Je Testfeld, Laubwandzone und Blattseite wurden 20 einwandfreie Eluate gewonnen.

### Messung des Bodensediments:

Zur Messung des Bodensediments innerhalb und außerhalb der Behandlungsfläche dienten Kunststoff-Petrischalen von 15 cm Durchmesser (Abb. 10). 1991 wurden sie auf Aluminiumteller geklebt, die vorher mit langen Nägeln auf dem Boden befestigt worden waren. Dieses aufwendige Verfahren konnte 1992 vereinfacht werden, indem bereits im Labor Metallplatten auf die Unterseite geklebt wurden (Abb. 10). Nach dem Versuch wurden die Petrischalen mitsamt den Metallplatten eingesammelt. Der Spritzbelag ließ sich problemlos mit 10 - 30 ml einer 0,5 %igen Titriplex III-Lösung (0,5 %ig, unter Zusatz von 1 ml Tween 20 je 10 l) in Lösung bringen. Je schwächer der Belag war, desto weniger Lösung wurde zugegeben. Die Messung des Mg-Gehalts erfolgte mit Hilfe der AAS meist direkt aus den Petrischalen, nur bei stärkeren Belägen war eine 10 - 40fache Verdünnung erforderlich.

### *a) Bodensediment innerhalb der Behandlungsflächen:*

1991 wurde der Bodenbelag in nur einem Testfeld je Variante (Abb. 2 und 3, schraffierte Flächen) gemessen, wobei die Zahl der Petrischalen je Termin und Testfeld 54 bis 72 betrug. 1992 waren es fünf bzw. sechs über die beiden Behandlungsflächen verteilten Testfelder (s. Abb. 4, Nr. 1 - 6 und 7 - 11) mit je 16 Petrischalen, wodurch die Aussage verbessert werden konnte. 1992 lagen von den je Testfeld ausgelegten 16 Petrischalen 8 in der Gasse und 8 in der Rebzeile, von den letzteren wiederum 4 zwischen und 4 unter den Stöcken (Abb. 11). So konnten die unterschiedlichen Situationen im Weinberg

berücksichtigt werden. 1991 wichen die Verteilungsmuster z. T. von dem in Abb. 11 dargestellten Schema ab.

*b) Bodensediment außerhalb der Behandlungsflächen:*

Eine Messung der "direkten Abtrift" nach BBA-Richtlinie (GANZELMEIER et al. 1992) war im Rahmen des Forschungsvorhabens nicht möglich. Die Messungen wurden im Zusammenhang mit der Rotbrenner-Bekämpfung durchgeführt. Daher mußten bei der Messung der Abtrift Zugeständnisse gemacht werden. So standen die Petrischalen meist nicht auf freier Fläche, sondern im Reb Gelände. Auch eine Ausrichtung parallel zur Flug- bzw. Fahrtrichtung war nicht immer möglich. Die Grenzwerte für die Windgeschwindigkeit von 5 m/s (GANZELMEIER und LYRE 1991, GANZELMEIER et al. 1992) konnten eingehalten werden, die Windrichtung entsprach aber selten den Anforderungen der Richtlinie (Haupttrichtung senkrecht zur Fahrtrichtung, mittlere Windrichtung nicht mehr als  $30^\circ$  von Hauptwindrichtung abweichend). Die Temperatur im Schatten überschritt an einem Termin (7.8.1991) den Grenzwert von  $25^\circ\text{C}$  um  $3 - 7^\circ\text{C}$ , was eine verstärkte Thermik bedeutete.

1991 wurde das Bodensediment außerhalb der Behandlungsflächen in 5, 10, 15, 20 und 30 m Abstand vom Parzellenrand gemessen, und zwar sowohl nach links als auch nach rechts. In Wittlich (Abb. 2) waren die Schalen parallel zur Flug- bzw. Fahrtrichtung, in Pommern (Abb. 3) dagegen senkrecht zur Flugbahn ausgelegt. Die Zahl der Petrischalen je Richtung und Entfernung betrug in Wittlich und Pommern 6 (früher Termin) bzw. 10 (später Termin).

1992 erfolgte die Aufstellung in 5, 10, 15, 25 und 50 m Entfernung von der Behandlungsfläche, und zwar sowohl parallel (oben, unten) als auch senkrecht (links, rechts) zur Flugbahn des Hubschraubers. Je 10 Petrischalen lagen in Abständen von ca. 2 m in einer Reihe. Die Petrischalen wurden in den angrenzenden Rebanlagen plaziert, seltener auf freien Flächen (Straße, Hof oder Wiese, s. Abb. 4).

Messung der Schwebeteilchen

Am 1.7. wurde zusätzlich der Anteil der Schwebeteilchen bis zu einer Höhe von 8 m gemessen (Abb. 10).

50 m von der Behandlungsfläche entfernt, je nach Windrichtung auf der linken oder rechten Seite der Behandlungsfläche (Abb. 4), wurden Aluminiummasten von 8 m Höhe aufgestellt. Sie standen also *senkrecht* zur Flugrichtung des Hubschraubers. Zum ersten Termin waren es je vier Masten. Da keine Schwebeteilchen nachzuweisen waren, wurden später nur noch je zwei Masten aufgestellt. Wie sich später allerdings zeigte, konnten mit Kupfer als Tracer Schwebeteilchen nachgewiesen werden. Die Masten trugen in Abständen von 50 bzw. 100 cm dünne, zugespitzte Stahlstäbe mit darauf aufgespießten kugelförmigen Kunststoffgefächten (Kunststoffreinigern), die als Kollektoren dienten. Sie hatten einen Durchmesser von durchschnittlich 7,7 cm bzw. eine Projektionsfläche von  $46,8 \text{ cm}^2$ .

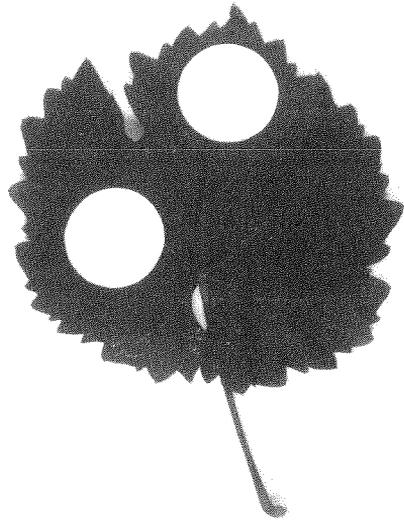
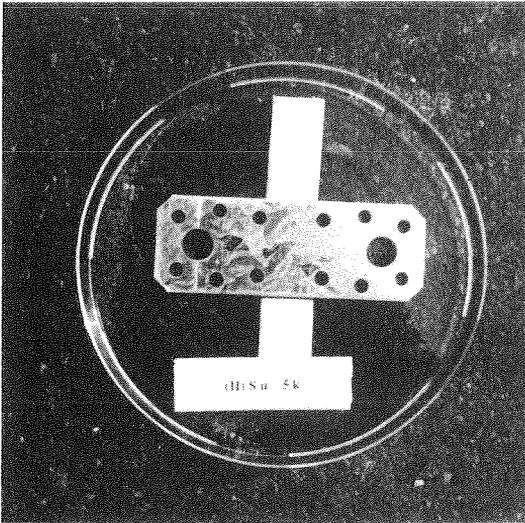
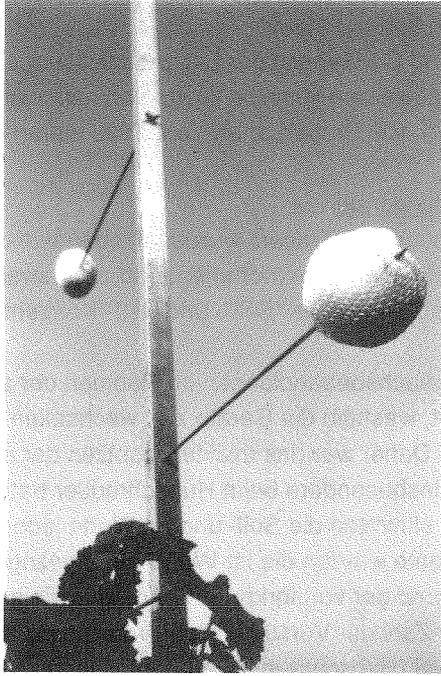


Abb. 10: Bestimmung der angelagerten Spritzflüssigkeit auf Objektträgern und Blättern. Graach 1992.

*oben:* Auf einem Mast montierte Kollektoren zur Erfassung der Schwebeteilchen.

*unten links:* Petrischale zur Messung des Bodensediments; auf der Unterseite eine Kenn-Nummer und eine als Beschwerung dienende Metallplatte.

*unten rechts:* Bestimmung des Belags auf einem Rebblatt; abgewaschene Flächen (4,1 cm Durchmesser) weiß markiert.

### Analytik

Die Bestimmung des Mg- und Cu-Gehalts der Extraktionslösungen erfolgte mit Hilfe der Flammen-AAS. Sicher erfaßt werden konnten Werte von mindestens 0,25 mg/l Mg bzw. 0,05 mg/l Cu. 1991 wurden 1.400 Proben analysiert, 1992 waren es 3.600.

### Berechnung der Wiederfindungsrate

Zur Kontrolle der Konzentration des Tracers wurden Proben aus den Spritzflüssigkeitsbehältern der Geräte entnommen, und zwar zwei unmittelbar vor und eine nach der Behandlung. In Tab. 6 sind die "Soll"- und "Ist"- Konzentrationen der Spritzflüssigkeit aufgeführt.

1991 wurden die Versuchsbehandlungen im Rahmen der allgemeinen Behandlungen durchgeführt, weshalb die Geräte z.T. wechselten und auch z. T. improvisiert werden mußte. Daher war das exakte Ansetzen der mit dem Tracer versetzten Spritzflüssigkeit schwierig. Insbesondere beim Hubschrauber traten Abweichungen vom Sollwert auf (Tab. 6). Meist stimmten die Soll- und Ist-Werte jedoch recht gut überein. Für die Berechnung der Sedimente wurden die Ist-Werte herangezogen.

1992 konnten aufgrund der vorjährigen Erfahrungen einige Verbesserungen vorgenommen werden: Die Zahl der Versuchsflächen wurde auf eine (Graach), die der eingesetzten Geräte auf zwei (Hubschrauber und Schlauchspritze) reduziert. Dadurch war die Überwachung erleichtert. Trotzdem ergaben sich z.T. Abweichungen vom "Soll" (Tab. 6). Die Soll-Werte wurden 1992 aber als zuverlässiger angesehen und den weiteren Berechnungen zugrunde gelegt.

### Statistische Verrechnung, Bezugsgrößen

Die Meßwerte wurden unterschiedlich verrechnet.

1991 bei der Messung des Bodensediments in den Behandlungsflächen sowie 1991 und 1992 bei der Messung des Bodensediments innerhalb und außerhalb der Behandlungsflächen wurden die Proben jeweils nur an *einer* Stelle, als Rechteck oder Reihe angeordnet, genommen. Hierfür wurden Mittelwert und Standardabweichung berechnet. Die Mittelwerte wurden als Säulen, die Standardabweichungen als darauf stehende (nach unten fortgesetzt zu denkende) Striche dargestellt. Da die Testfelder und -reihen nicht mit Sicherheit repräsentativ für die ganze Versuchsfläche waren, erfolgte keine weitere statistische (varianzanalytische) Berechnung.

1992 wurde dagegen der Belag auf Blättern und Rundfilterm sowie auf dem Boden in 6 bzw. 5 Testfeldern gemessen. Die Ergebnisse konnten daher als repräsentativ für die jeweilige Behandlungsfläche angesehen und varianzanalytisch (SAS, Tukey-Test) verrechnet werden. Statistisch gesicherte Unterschiede ( $\alpha = 0,05$ ) zwischen Hubschrauber und Schlauchspritze wurden in den Graphiken durch Sterne gekennzeichnet.

Alle Ergebnisse werden angegeben als "Sediment bzw. Belag in Prozent der Aufwandmenge".

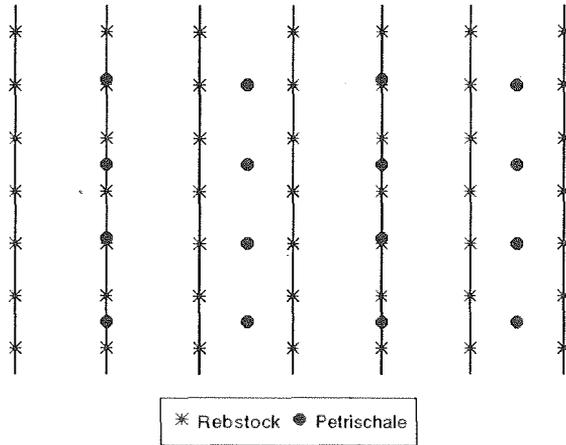


Abb. 11: Aufstellung der Petrischalen zur Erfassung des Bodensediments in den Behandlungsflächen (Schema)

Tab. 6: Soll- und Ist-Werte des Tracers in der Spritzflüssigkeit

Gemarkung Datum	Gerät	Zeichner	Gehalt in der Spritzbrühe	
			Soll %	Ist %
<b>Wittlich</b>				
23.5.91	Hubschrauber	Bittersalz	2,5	2,0
	Bodensprüngerät	"	2,5	2,4
	Schlauchspritze	"	2,5	2,3
7.8.91	Hubschrauber	Bittersalz	2,5	2,6
	Bodensprüngerät	"	2,5	2,5
	Schlauchspritze	"	2,5	2,5
<b>Pommern</b>				
23.5.91	Hubschrauber	Bittersalz	2,5	2,4
	Schlauchspritze	"	2,5	2,3
14.8.91	Hubschrauber	Bittersalz	2,5	1,9
	Schlauchspritze	"	2,5	2,5
<b>Graach</b>				
15.5.92	Hubschrauber	Bittersalz	3,0	3,1
	Schlauchspritze	"	3,0	3,0
22.5.92	Hubschrauber	Bittersalz	3,0	2,8
	Schlauchspritze	"	3,0	3,0
1.7.92	Hubschrauber	Cupravit	1,3	1,5
	Schlauchspritze	"	0,1	0,1
23.7.92	Hubschrauber	Bittersalz	3,0	2,8
	Schlauchspritze	"	3,0	3,0

### 3 Ergebnisse des Jahres 1991

#### 3.1 Rotbrenner-Bekämpfung

##### Reifeentwicklung der Apothezien, Bildung der Ascosporen und Auftreten des Roten Brenners im Gebiet der Mittleren Mosel

Vom Befall des Vorjahrs her war 1991 eine große Zahl von Apothezien auf dem alten Laub zu erwarten. Im Hinblick auf die Auswahl geeigneter Versuchsflächen erfolgte am 19. April eine Prüfung von Laubproben aus Rebflächen der Mittleren Mosel. Sie ergab, daß eine große Anzahl von Apothezien des Roten Brenners in geschlossenem, also noch nicht ausgereiftem Zustand vorhanden war.

Um den 21. Mai begann sich das Abschlußgewebe der Rebblätter (Epidermis mit Kutikula) über den im Blattgewebe vorhandenen Fruchtkörpern abzuheben. Die noch geschlossenen Sporenschläuche (Asci) waren unter dem Binokular zu erkennen. In einigen Sporenschläuchen waren unter dem Mikroskop (Quetschpräparate) bereits reife Ascosporen zu erkennen, die kurz vor dem Entlassen standen. Am 21. Mai wurde, um einer Infektion vorzubeugen, die erste Behandlung gegen den Roten Brenner empfohlen. Am 27. Mai wurde im Labor erstmals unter dem Binokular ein Sporenflug beobachtet, als eine Probe vorjährigen, in einer feuchten Kammer aufbewahrten Laubes auf Fruchtkörper durchgemustert wurde.

##### Versuche zur Bekämpfung des Roten Brenners

###### *Bernkastel, Bonitur vom 4.7.1991*

Der Befall in der "Unbehandelt"-Parzelle betrug 30 % (s. Tab. 7; Behandlungstermine s. Tab. 2). In der daneben liegenden Parzelle (Schlauchspritze) wurde ein Befall von 8,02 % und ein Wirkungsgrad von 73,26 errechnet. Bei der mit dem Hubschrauber in einer Aufwandmenge von 2,0 kg auf 150 l/ha behandelten Parzelle 3 wurde eine Befallshäufigkeit von 6,56 % und ein Wirkungsgrad von 78,13 festgestellt. Bei der vierten Parzelle, die mit 3 kg auf 150 l/ha und ebenfalls durch den Hubschrauber behandelt worden war, wurde ein Befall von 1,56 % und ein Wirkungsgrad von 94,79 errechnet.

Statistische Auswertung: Variante 1 ("Unbehandelt") hob sich durch den mit 30,0 % hohen Befall deutlich von den übrigen Varianten dieses Versuchs mit sehr viel geringerem Befall ab. Zwischen den Varianten 2 (Schlauchspritze, 2 kg auf 1000 l/ha) und 3 (Hubschrauber, 2 kg auf 150 l/ha) waren keine statistisch gesicherten Unterschiede vorhanden. Die Ergebnisse der Variante 4 (Hubschrauber, 3 kg auf 150 l/ha) unterschieden sich jedoch von Variante 2 und 3. Demnach hat in Bernkastel die Anwendung von Polyram Combi mit 3 kg auf 150 l/ha deutlich besser gewirkt als mit 2 kg auf 150 l/ha. Allerdings sind für das gute Abschneiden der Variante 4 Einflüsse des Rebgebietes nicht auszuschließen. Die früher am Tage eintretende Besonnung führte nämlich zu einer schnelleren Abtrocknen des Bodens nach Niederschlägen oder Taubildung.

*Piesport, Bonitur vom 9.7.1991*

Im Hinblick auf die Lage der Parzellen in einem Steilhang (Abb. 1) wurden die Boniturergebnisse der oberen drei Parzellen getrennt von den unteren Parzellen ausgewertet (s. BBA-Richtlinie, FLICK et al. 1988). Gegenüber einer Befallshäufigkeit von 38,5 % in der oberen "Unbehandelt"-Parzelle betrug die Befallshäufigkeit in der mit der Schlauchspritze behandelten Parzelle nur 2,71 % und der Wirkungsgrad 91,13 (Tab. 8; Behandlungstermine s. Tab. 2). In der oberen Parzelle, die mit dem Hubschrauber behandelt worden war, betrug der Befall jedoch immerhin 10,83 % und der Wirkungsgrad war mit 68,53 verhältnismäßig gering.

Mit Ausnahme der durch den Hubschrauber mit 2,0 kg/ha behandelten Parzelle wurden bei den Bonituren in den unteren Versuchspartellen Ergebnisse erzielt, die mit denen aus den oberen Parzellen vergleichbar waren. Mit Befallshäufigkeiten von 2,6 % bzw. 3,5 % war der Befall bei Schlauch und Hubschrauber (je 2 kg/ha) ähnlich. Mit einem Wert von 94,86 wurde bei der Variante "Hubschrauber, 150 l, 3 kg/ha" eine geringfügige Verbesserung des Wirkungsgrades gegenüber der Variante "Hubschrauber, 150 l, 2 kg/ha" mit einem Wirkungsgrad von 89,71 festgestellt.

Statistische Auswertung: Zwischen 2 und 3 kg/ha Aufwandmenge, ausgebracht mit Hubschrauber oder Schlauchspritze, zeigten sich keine gesicherten Unterschiede. Die Befallsstärke der oberen "Unbehandelt"-Parzelle unterschied sich deutlich von derjenigen der unteren "Unbehandelt"-Parzelle. Der Befall dieser beiden Parzellen unterschied sich gesichert von allen übrigen. In der Variante "Hubschrauber 150 l, 2 kg/ha" unterschied sich die unten liegende Parzelle hinsichtlich der Befallsstärke deutlich von der oberen Parzelle. Die unten liegende Parzelle "Hubschrauber 150 l, 2 kg/ha" unterschied sich statistisch nicht von der Variante "Hubschrauber 150 l, 3 kg/ha", ebenso wenig von den beiden Parzellen "Schlauchspritze 1000 l, 2 kg/ha".

*Wittlich, Bonitur vom 5.7.1991*

Von den ursprünglich vorhandenen drei "Unbehandelt"-Parzellen mit den Versuchsnummern 3, 5 und 9 konnten nur die beiden in der Mitte des untersuchten Areals liegenden Parzellen 5 und 9 ausgewertet werden (Tab. 9). Mit einer Befallshäufigkeit von 14,3 %, 22,9 % (Parzelle 5) und 36,7 % (Parzelle 9) entsprach der Befall derjenigen der Versuchsfelder Bernkastel und Piesport. Hervorzuheben ist, daß diejenige Hälfte der "Unbehandelt"-Parzelle (5 a), in der Winterfurchen gezogen worden waren, eine Befallshäufigkeit von nur 14,27 % aufwies. Die andere Hälfte (5 b), in der keine Bodenbearbeitung durchgeführt worden war, zeigte einen etwas höheren Befall (22,92 %). Eine andere, weiter oben liegende "Unbehandelt"-Parzelle ohne Bodenbearbeitung zeigte einen Befall von 36,67 %.

Nach Behandlungen mit der Schlauchspritze (1000 l, 2 kg/ha) lag der Befall bei 0,1 % bzw. 0,83 % und es wurden Wirkungsgrade von 96,6 und 99,6 erzielt. Die Behandlung der Parzelle 6 mit dem Sprühgerät in einer Aufwandmenge von 2 kg/ha auf 600 l Wasser ergab einen ähnlich hohen Wirkungsgrad von 94,58.

In Parzelle 1 (Hubschrauber 250 l, 2 kg/ha) wurde bei der Rebsorte Kerner ein Wirkungsgrad von 97,8 erzielt. In der Parzelle 11 (Hubschrauber 250 l, 2 kg/ha) war bei Riesling in Pfahlerziehung das Ergebnis mit einem Wirkungsgrad von 89,0 ähnlich gut. In Parzelle 2 (Hubschrauber 150 l, 2 kg/ha) wurde bei Riesling in Drahtrahmenerziehung ein Wirkungsgrad von 97,04 erzielt. In der am Hang liegenden Parzelle 10 (Hubschrauber 150 l, 2 kg/ha) wurde mit 82,65 eine geringere Wirksamkeit errechnet. Obwohl bei Parzelle 7 die Aufwandmenge von 2 auf 3 kg je ha erhöht worden war, wurde im Vergleich zu Parzelle 10 dennoch eine geringere Wirksamkeit (78,38 bei einer Befallshäufigkeit von 7,29 %) erzielt.

Statistische Auswertung: Zwischen den Parzellen 7 (Hubschrauber 150 l, 3 kg/ha) und 8 (Schlauchspritze 1000 l, 2 kg/ha) ergaben sich keine statistisch gesicherten Unterschiede. Auch Parzelle 6 (Sprühgerät 600 l, 2 kg/ha), Parzelle 1 (Hubschrauber 150 l, 2 kg/ha) und Parzelle 4 (Schlauchspritze 1000 l, 2 kg/ha) zeigten keine gesicherten Unterschiede. Dasselbe gilt für die Parzellen 8 (Schlauchspritze 1000 l, 2 kg/ha) und 6 (Sprühgerät 600 l, 2 kg/ha).

#### *Pommern, Bonitur vom 16.7.1991*

Bei dieser Bonitur wurden Rebflächen der Sorte Riesling auf Befall ausgewertet, wobei verschiedene Erziehungsarten wie Pfahl-, Drahtrahmen- oder Vertikoerziehung vertreten waren. Bei einer Befallshäufigkeit von 55,31 bzw. 55,21 in der "Unbehandelt"-Parzelle haben sich die Erziehungsarten Pfahlerziehung und Drahtrahmen nicht ausgewirkt (Tab. 10). Von allen Versuchsflächen des Jahres 1991 wies der Versuch in Pommern in den "Unbehandelt"-Parzellen den höchsten Befall auf. Bei einer Aufwandmenge von 2 kg/ha wurden sowohl bei der Schlauchspritze als auch beim Hubschrauber geringe Befallshäufigkeiten (1,56 % - 4,58 %) und hohe Wirkungsgrade (91,71 - 97,17) errechnet. Eine Gegenüberstellung der Parzellen mit einheitlich 2 kg/ha Mittelaufwand, aber unterschiedlicher Erziehung, ergab, daß die mit dem Hubschrauber behandelten Parzellen einen ähnlich hohen Wirkungsgrad aufwiesen wie die mit der Schlauchspritze behandelten. Eine Ausnahme bildete die Variante "Schlauchspritze, Riesling, Drahtrahmen", die mit einem Wirkungsgrad von 83,41 niedriger lag. Ein Vergleich des Befalls in Parzellen mit Drahtrahmen ergab bei der Schlauchspritze eine Befallshäufigkeit von 9,17 % (Wirkungsgrad von 83,41), beim Hubschrauber eine Befallshäufigkeit von 1,25 % (Wirkungsgrad von 97,74).

In den Parzellen 2 und 8 (Hubschrauber, 3 kg/ha, 150 l) wurden Wirkungsgrade von 94,34 und 97,74 errechnet, vergleichbar mit Parzelle 1 (Hubschrauber, 2 kg/ha; Wirkungsgrad 96,42). Parzelle 3 (Hubschrauber, 3 kg/ha, 75 l) wies dagegen einen höheren Befall (10,83 %) und einen relativ niedrigen Wirkungsgrad (80,40) auf.

Statistische Auswertung: Der Befall der beiden "Unbehandelt"-Parzellen 5a und 5b hob sich mit über 50 % von allen anderen Parzellen deutlich und gesichert ab. Die Befallshäufigkeit der durch den Hubschrauber (75 l, 3 kg/ha) behandelten Parzelle 3 war gesichert geringer. Zwischen den übrigen Varianten bestanden keine gesicherten Unterschiede.

Tab. 7: Versuch Bernkastel 1991

*oben:* Behandlungstermine und eingesetzte Pflanzenschutzmittel*unten:* Bonitur des Rotbrennerbefalls am 4.7. (Rebsorte Riesling)

Hubschrauber- und Schlauchbehandlung				
Behandlungsdatum	Präparat gegen den Roten Brenner		Präparat gegen Oidium	
29.05.	Polyram Combi	Var. 2: 2 kg/ha Var. 3: 2 kg/ha Var. 4: 3 kg/ha	Supersix	6 kg/ha
07.06.	Polyram Combi	Var. 2: 2 kg/ha Var. 3: 2 kg/ha Var. 4: 3 kg/ha	Cosan 80	6 kg/ha
14.06.	Polyram Combi	Var. 2: 2 kg/ha Var. 3: 2 kg/ha Var. 4: 3 kg/ha	Topas	0,3 l/ha
25.06.	Polyram Combi	4 kg/ha	Topas	0,25 l/ha
10.07.	Polyram Combi	4 kg/ha	Topas	0,25 l/ha
24.07.	Polyram Combi	4 kg/ha	Topas	0,20 l/ha
07.08.	Polyram Combi	4 kg/ha	Netzschwefel	3,5 kg/ha

Varianten		Parz.- Nr.	Befalls- häufigkeit	Wirkungs- grad
Unbehandelt		1	30,00	-
Schlauchspritze	1000 Ltr., 2 kg/ha	2	8,02	73,26
Hubschrauber	150 Ltr., 2 kg/ha	3	6,56	78,13
Hubschrauber	150 Ltr., 3 kg/ha	4	1,56	94,79

Tab. 8: Versuch Piesport 1991

*oben*: Behandlungstermine und eingesetzte Pflanzenschutzmittel*unten*: Bonitur des Rotbrennerbefalls am 9.7. (Rebsorte Riesling)

Hubschrauber und Schlauchspritze				
Behandlungsdatum	Präparat gegen den Roten Brenner		Präparat gegen Oidium	
21. 05.	Dithane Ultra	H: 2 kg/149 Ltr. H: 3 kg/149 Ltr. S: 2 kg/1000 Ltr.	Netzschwefel	8 kg/ha
31.05.	Dithane Ultra	H: 2,5 kg/149 Ltr. H: 3,0 kg/149 Ltr. S: 2 kg/1000 Ltr.	Netzschwefel	8 kg/ha
08. 06.	Dithane Ultra	H: 2,5 kg/149 Ltr. H: 3,0 kg/149 Ltr. S: 2 kg/1000 Ltr.	Netzschwefel	8 kg/ha
15. 06.	Antracol	H: 3 kg/ha	Bayleton spezial	1 kg/ha
27. 06.	Polyram Combi	H: 4 kg/ha	Bayleton spezial	1 kg/ha
11. 07.	Folicur	H: 5 kg/ha	-	-
29. 07.	Polyram Combi	H: 4 kg/ha	Bayleton spezial	1 kg/ha

Varianten	Parz.-Nr.	Befalls-häufigkeit	Wirkungs-grad
Unbehandelt - oben	3	38,54	-
Schlauchbeh. - oben	1000 Ltr., 2 kg/ha	2	2,71
Hubschrauber - oben	150 Ltr., 2 kg/ha	1	10,83
Unbehandelt - unten	6	30,31	-
Schlauchbeh. - unten	1000 Ltr., 2 kg/ha	5	2,60
Hubschrauber - unten	150 Ltr., 2 kg/ha	4	3,54
Hubschrauber - unten	150 Ltr., 3 kg/ha	7	1,77

Tab. 9: Versuch Wittlich 1991

*oben*: Behandlungstermine und eingesetzte Pflanzenschutzmittel*unten*: Bonitur des Rotbrennerbefalls am 5.7.

Hubschrauberbehandlung, Schlauchspritze und fahrbares Motorsprüngerät				
Behandlungsdatum	Präparat gegen den Roten Brenner		Präparat gegen Oidium	
23.05.	Polyram Combi	*)H : 2 kg/ 150 Ltr./ha )H : 3 kg/ 150 Ltr./ha )H : 2 kg/ 250 Ltr./ha )S : 2 kg/1000 Ltr./ha )M : 2 kg/ 600 Ltr./ha	Supersix	6 Ltr./ha
01.06.				
07.06.				
21.06.	Polyram Combi	H : 4 kg/ha	Sufran	5 kg/ha
01.07.	Polyram Combi	H : 4 kg/ha	Bayleton Spezial	1 kg/ha
13.07.	Polyram Combi	H : 4 kg/ha	Bayleton Spezial	1 kg/ha
26.07.	Polyram Combi	H : 4 kg/ha	Bayleton Spezial	1 kg/ha
07.08.	Polyram Combi plus Rovral	H : 4 kg/ha 1,5 kg/ha	Topas	0,3 Ltr./ha

\*) H = Hubschrauber; \*) S = Schlauchspritze; \*) M = Motorsprüngerät

Varianten	Parz.-Nr.	Befalls-häufigkeit	Wirkungs-grad
Unbehandelt, Riesl., Pfahlerz., Furche	5a	14,27	-
Unbehandelt, Riesl., Pfahlerz. mit 2 Biegdrähten	5b	22,92	-
Unbehandelt, Riesl., Pfahlerz.	9	36,67	-
Unbehandelt, Riesl., (Mittel von Parz. 5a+5b+9)		24,62	-
Schlauchspritz., Pfahlerz.	1000 Ltr., 2 kg/ha	4	0,10
Schlauchspritz., Pfahlerz.	1000 Ltr., 2 kg/ha	8	0,83
Bodensprüngerät, Riesl., Pfahlerz.	600 Ltr., 2 kg/ha	6	1,35
Hubschrauber, Kemer, Pfahlerz. mit 2 Biegdrähten	250 Ltr., 2 kg/ha	1	0,52
Hubschrauber, Riesl., Pfahlerz.	250 Ltr., 2 kg/ha	11	0,78
Hubschrauber, Riesl., Drahtrahmen	150 Ltr., 2 kg/ha	2	0,86
Hubschrauber, Riesl., Pfahlerz.	150 Ltr., 2 kg/ha	10	4,27
Hubschrauber, Riesl., Pfahlerz. mit 2 Biegdrähten	150 Ltr., 3 kg/ha	7	7,29

Tab. 10: Versuch Pommern 1991

*oben*: Behandlungstermine und eingesetzte Pflanzenschutzmittel*unten*: Bonitur des Rotbrennerbefalls am 16.7.

Hubschrauberbehandlung				
Behandlungsdatum	Präparat gegen den Roten Brenner		Präparat gegen Oidium	
23.05.	Dithane Ultra	Var. 1: 2 kg/ha Var. 2: 3 kg/ha	Supersix	5 l/ha
31.05.	Dithane Ultra	Var. 1: 2 kg/ha Var. 2: 3 kg/ha	Supersix	5 l/ha
06.06.	Dithane Ultra	Var. 1: 4 kg/ha Var. 2: 4 kg/ha	Supersix	5 l/ha
17.06.	Aktuan	2,5 kg/ha	Topas	0,3 l/ha
02.07.	Aktuan	2,5 kg/ha	Topas	0,3 l/ha
17.07.	Aktuan	2,5 kg/ha	Topas	0,3 l/ha
31.07.	Aktuan	2,5 kg/ha	Topas	0,3 l/ha

Behandlung der Fläche mit Aktuan und Topas am 14.08.

Varianten		Parz.-Nr.	Befallshäufigkeit	Wirkungsgrad
Unbehandelt, Riesling, Pfahlerz.		5a	55,31	-
Unbehandelt, Riesling, Drahtrahmen		5b	55,21	-
Unbehandelt, Riesling		5a+b	55,26	-
Schlauchbeh., Riesling, Pfahlerz.	2 kg/ha	6	4,58	91,71
Schlauchbeh., Riesling, Vertikoerz.	2 kg/ha	6	1,56	97,17
Hubschrauber, Riesling, Pfahlerz.	150 Ltr., 2 kg/ha	1	1,98	96,42
Schlauchbeh., Riesling, Drahtrahmen	2 kg/ha	4	9,17	83,41
Hubschrauber, Riesling, Drahtrahmen	150 Ltr., 2 kg/ha	7	1,25	97,74
Hubschrauber, Riesling, Pfahlerz.	150 Ltr., 3 kg/ha	2	3,13	94,34
Hubschrauber, Riesling, Pfahlerz.	150 Ltr., 3 kg/ha	8	1,25	97,74
Hubschrauber, Riesling, Pfahlerz.	75 Ltr., 3 kg/ha	3	10,83	80,40

## 3.2 Messung des Blattbelags und des Bodensediments

### 3.2.1 Blattbelag

Bittersalz (Magnesiumsulfat) als Tracer sollte es 1991 ermöglichen, den Belag auf den Rebblättern zu ermitteln. Die Messung des Bittersalz-Belags auf den Blättern führte jedoch zu keinen sinnvollen Ergebnissen, da unbehandelte Blätter z. T. mehr Magnesium an die Waschlösung abgaben als mit Bittersalz gespritzte. Das gemessene Magnesium stammte also auch aus dem Blattinneren.

### 3.2.2 Bodensediment innerhalb der Behandlungsfläche

#### Frühe Behandlung (23.5.1991)

*Wittlich:* Wie Abb. 13 a zeigt, war am 23.5. (Dreiblatt-Stadium) das Bodensediment beim Sprühgerät mit durchschnittlich 58 % deutlich höher als bei Hubschrauber (36 %) oder Schlauchspritze (33 %). Die stärkere Bodenbelastung durch das Sprühgerät dürfte mit der Anordnung der Düsen zu erklären sein, die z.T. abwärts gerichtet waren. Der Hubschrauber mußte, bedingt durch die Oberleitung (s. Abb. 2) im Bereich der ausgelegten Petrischalen höher als gewohnt fliegen, was den im Vergleich zu Pommern (Abb. 14 a) schwächeren Bodenbelag erklären könnte. In der Parzelle "Schlauchspritze, 1000 l/ha" wurden ebenfalls relativ niedrige Werte gemessen. Möglicherweise wurde im unteren Teil der Parzelle weniger Spritzflüssigkeit ausgebracht als im oberen. Da nur ein Testfeld je Variante vorhanden war, muß diese Frage offen bleiben.

*Pommern:* Das Bodensediment war, wie Abb. 14 a zeigt, beim Hubschrauber mit 69 % deutlich stärker als bei der Schlauchspritze (39 %). In Pommern war die mit der Schlauchspritze ausgebrachte Menge an Spritzflüssigkeit mit 590 l/ha besonders niedrig, so daß ein entsprechend geringer Prozentsatz auf den Boden gelangt sein dürfte.

#### Späte Behandlung (7.8. bzw. 14.8.1991)

*Wittlich:* Gegenüber der frühen Behandlung war in der Variante "Schlauchspritze" der Anteil des Bodensediments mit 33 % gleich geblieben (Abb. 15 a). Dies ist umso erstaunlicher, als die Spritzflüssigkeit von 1000 auf 3000 l/ha gestiegen war (Tab. 4). Bei Hubschrauber und Sprühgerät war das Bodensediment mit 20 bzw. 27 % im Vergleich zum frühen Termin deutlich gesunken und jetzt sogar niedriger als bei der Schlauchspritze. Dies ist erklärlich, weil die Menge der Spritzflüssigkeit bei Hubschrauber und Schlauchspritze im Vergleich zur frühen Behandlung gleich geblieben bzw. sogar leicht gesunken war (Tab. 4). Die höheren Werte bei der Schlauchspritze dürften auf das intensive "Abwedeln" der Stöcke mit Spritzflüssigkeit zurückzuführen sein. Die Trauben sollen durch ein letztes, intensives "Waschen" der Traubenzone bis zur Lese vor Pilzbefall geschützt werden.

*Pommern:* Auch in Pommern war der Bodenbelag beim Hubschrauber gegenüber der frühen Behandlung deutlich gesunken und betrug nur noch 15 % (Abb. 16 a).

Das Bodensediment bei der Schlauchspritze war mit 40 % deutlich höher. Die Ursachen wurden schon beim Standort Wittlich erörtert. In Pommern betrug die Menge der Spritzflüssigkeit bei der Schlauchspritze allerdings nur 1650 l/ha (Tab. 4), gegenüber 3000 l in Wittlich.

Ein interessantes Detail zeigt Abb. 12: In der vom Hubschrauber behandelten Fläche konnte ein deutlicher Unterschied zwischen dem Bodensediment von Stockreihen und Gassen festgestellt werden. Er wurde durch die Flugrichtung, die quer zu den Stockreihen verlief, begünstigt. Derart starke Unterschiede im Bodensediment des Unterstock- und Gassenbereichs traten sonst nicht auf.

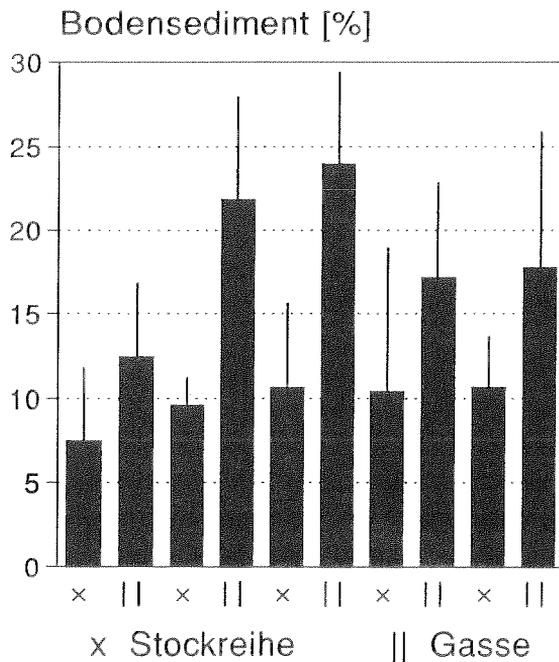


Abb. 12: Bodensediment in Stockreihen und Gassen nach Hubschraubereinsatz.  
Pommern 14.8.1991

### 3.2.3 Bodensediment außerhalb der Behandlungsfläche

#### Allgemeine Bemerkungen:

Beim Bodensediment finden sich z.T. "Ausreißer", die an einer auffällig erhöhten Standardabweichung zu erkennen sind. Ein Beispiel bietet Abb. 13 b (Hubschrauber, 5 m rechts). Die stärkere Inhomogenität der Sediment-Werte dürften durch unterschiedliche Luftströmungen sowie durch Hindernisse (Rebstöcke, Pfähle) verursacht worden sein.

#### Frühe Behandlung (23.5.1991)

*Wittlich:* Die Windgeschwindigkeit während des Einsatzes von Schlauchspritze und Sprühgerät betrug 4 - 5 m/s (Tab. 3). Während des Hubschrauberfluges war sie auf 3 - 4 m/s abgesunken, der Wind hatte sich gedreht. So erklärt sich, daß das Bodensediment teils links, teils rechts von der Behandlungsfläche stärker war (Abb. 13 b).

In 5 m Entfernung erreichte das Bodensediment Werte von 6,9 % (Hubschrauber), 0,83 % (Schlauchspritze) und 5,3 % (Sprühgerät). In 30 m Entfernung betrugen die höchsten Werte 0,96 % (Hubschrauber), 0,09 % (Schlauchspritze) und 0 % (Sprühgerät).

*Pommern:* Die Windgeschwindigkeit lag bei 4 - 5 m/sec., stieß also an die für den Hubschrauber zulässige Grenze. Wie schon in Wittlich war das Bodensediment außerhalb der Behandlungsfläche beim Hubschrauber weitaus stärker als bei der Schlauchspritze (Abb. 14 b). Bei 5 m wurden 26 % gegenüber 0,38 % (Schlauchspritze) gemessen, bei 30 m lag der Hubschrauber mit 7,5 % weit über der Schlauchspritze (0 %).

#### Späte Behandlung (7.8. bzw. 14.8.1991)

*Wittlich:* Die Temperatur lag während des Versuchs mit 28 - 32°C über dem Grenzwert von 25°C. Die Windgeschwindigkeit war mit 3 m/s bei Schlauchspritze und Sprühgerät doppelt so hoch wie beim Hubschrauber (Tab. 3). In 5 m Entfernung von der Behandlungsfläche wurden folgende Bodensedimentwerte erreicht (Abb. 15 b): Hubschrauber 2,0 %, Schlauchspritze 0,39 %, Sprühgerät 7 %. Die höchsten Werte in 30 m Entfernung waren: 0 % (Hubschrauber); 0,013 % (Schlauchspritze); 0,23 % (Sprühgerät).

*Pommern:* Die Temperatur während des Versuchs war mit 16 - 18°C, die Windgeschwindigkeit mit 1,5 (Schlauchspritze) bzw. 2 m/s (Hubschrauber) nur mäßig hoch. Wie Abb. 16 b zeigt, wurden in 5 m Entfernung von der Behandlungsfläche Bodensediment-Werte von 4,4 % (Hubschrauber) bzw. 0,27 % (Schlauchspritze) erreicht. In 30 m Entfernung waren es 0,95 % (Hubschrauber) bzw. 0 % (Schlauchspritze).

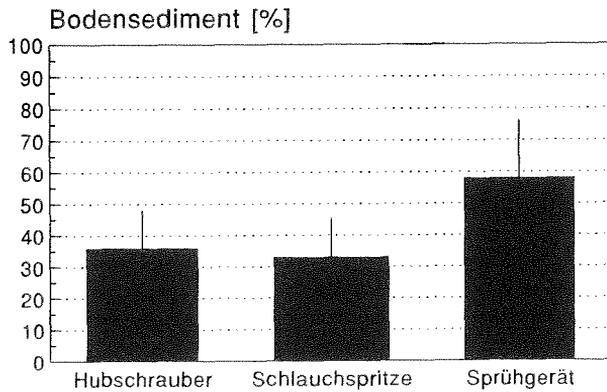


Abb. 13 a: Bodensediment innerhalb der Behandlungsflächen, Wittlich 23.5.1991 (frühe Behandlung).

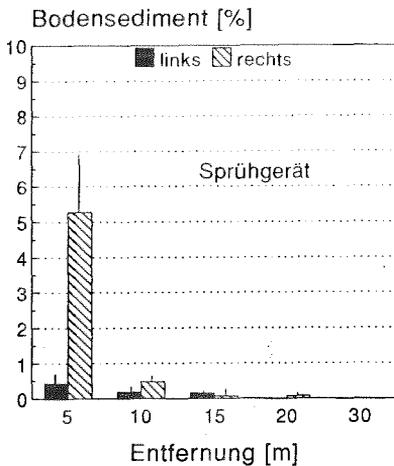
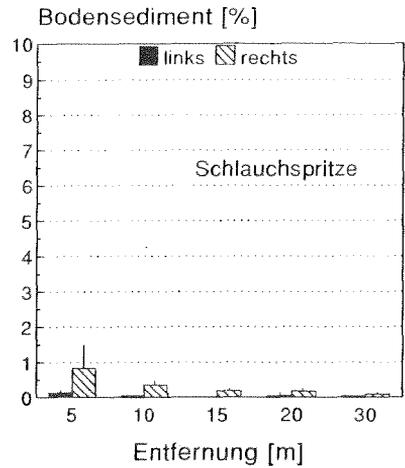
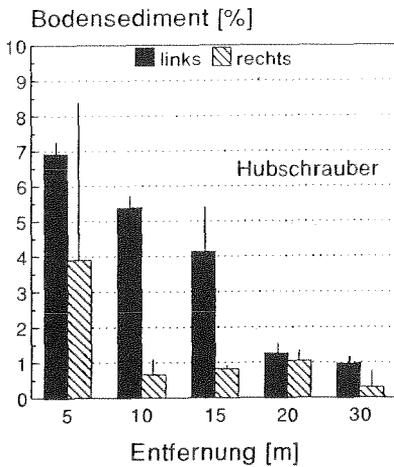


Abb. 13 b: Bodensediment links und rechts von den Behandlungsflächen, Wittlich 23.5.1991 (frühe Behandlung).

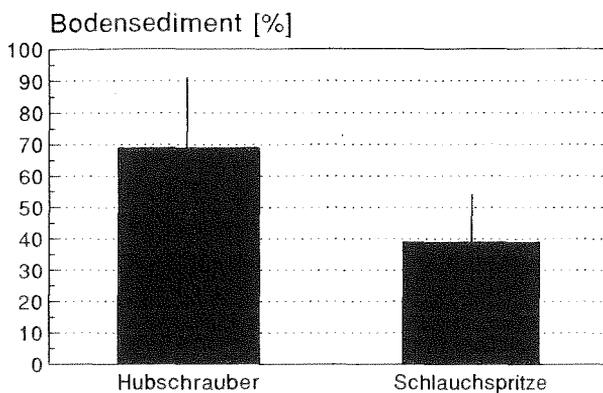


Abb. 14 a: Bodensediment innerhalb der Behandlungsflächen, Pommern 23.5.1991 (frühe Behandlung).

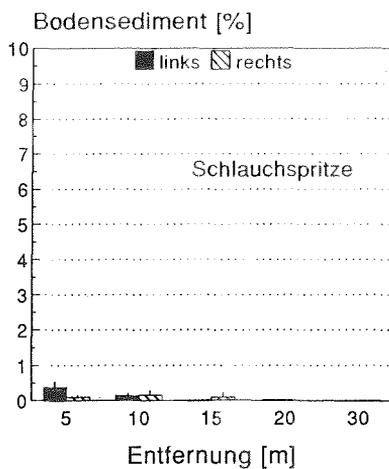
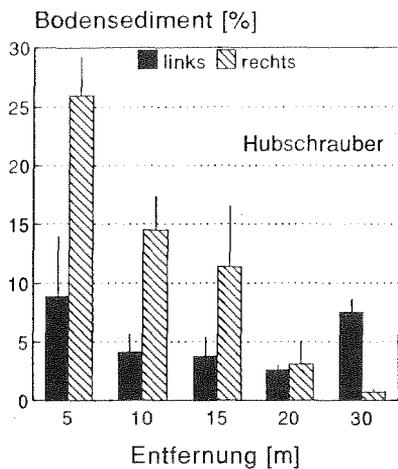


Abb. 14 b: Bodensediment links und rechts von den Behandlungsflächen, Pommern 23.5.1991 (frühe Behandlung).

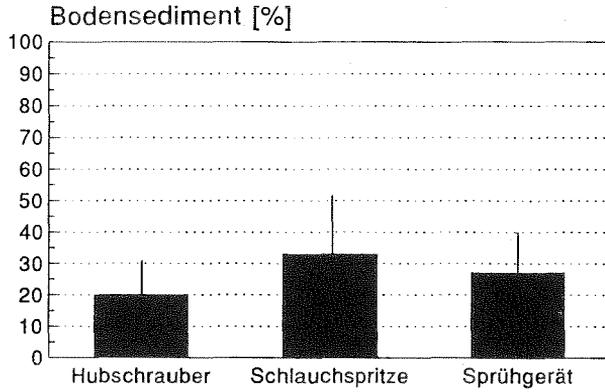


Abb. 15 a: Bodensediment innerhalb der Behandlungsflächen, Wittlich 7.8.1991 (späte Behandlung).

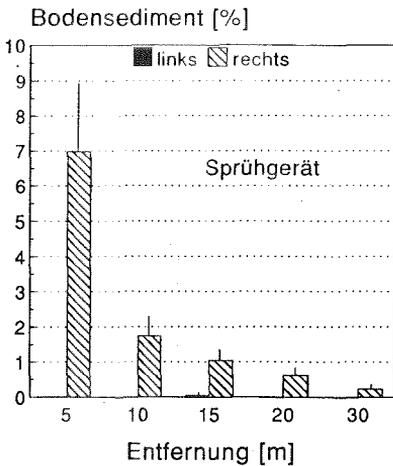
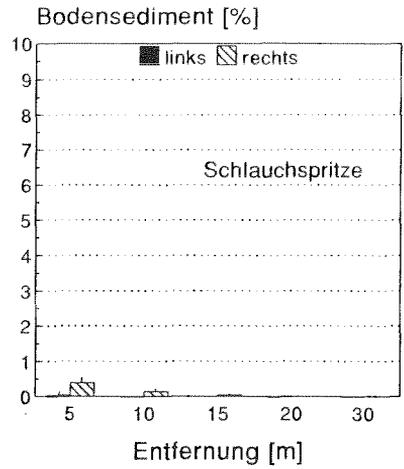
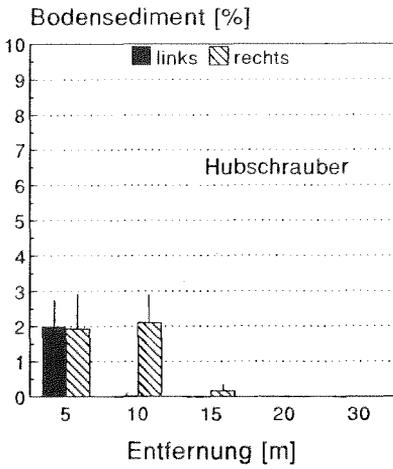


Abb. 15 b: Bodensediment links und rechts von den Behandlungsflächen, Wittlich 7.8.1991 (späte Behandlung).

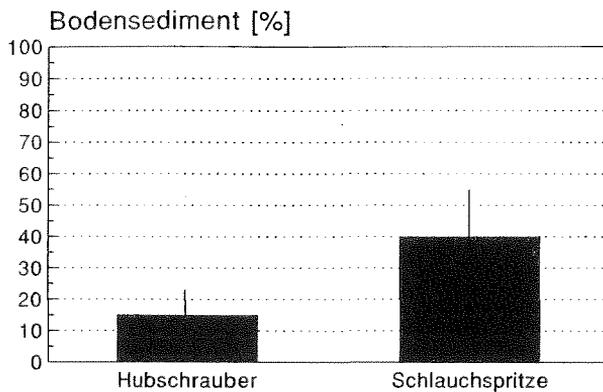


Abb. 16 a: Bodensediment innerhalb der Behandlungsflächen, Pommern 14.8.1991 (späte Behandlung).

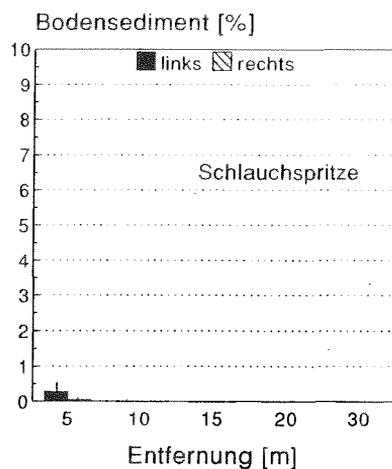
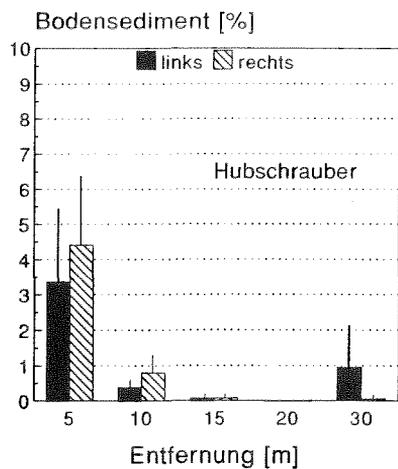


Abb. 16 b: Bodensediment links und rechts von den Behandlungsflächen, Pommern 14.8.1991 (späte Behandlung).

## 4 Ergebnisse des Jahres 1992

Aufgrund der 1991 gemachten Erfahrungen konnten 1992 Verbesserungen vorgenommen werden. Die Zahl der Versuchsflächen und eingesetzten Pflanzenschutzgeräte wurde erheblich reduziert, die Zahl der Proben stark erhöht. Vor allem wurde die Zahl der Testfelder je Behandlungsfläche von statt bisher eins auf fünf bzw. sechs erhöht, was eine statistische Absicherung der Ergebnisse ermöglichte.

### 4.1 Rotbrenner-Bekämpfung

#### Wetter und Entwicklung des Roten Brenners im Gebiet der Mittleren Mosel

In der Nacht vom 3. auf den 4. Juni waren 20,4 mm, am 5. Juni 14,8 mm, am 8. Juni 4,9 mm Niederschlag gefallen (Abb. 9). Im Hinblick darauf war die zweite, etwa zwischen dem 31. Mai und 5. Juni (Vierblatt- bis Sechsstadium) sowie die dritte, zwischen dem 6. und 14. Juni (Achtblatt- bis Neunblatt-Stadium) erfolgte Rotbrenner-Behandlung unbedingt notwendig. Wegen der häufigen Niederschläge war es erforderlich, die Spritzabstände ab der zweiten Rotbrennerbehandlung bis zum Anschluß an die Peronosporaspritzungen auf eine Woche zu begrenzen. Durch die Behandlung vom 12. Juni wurde Infektionen vorgebeugt, die nach gewittrigen Niederschlägen vom 20., 23. und 24. Juni mit 18,7, 22,4 und 48,5 mm aufgetreten wären. Die Niederschläge vom 5. und 6. Juli mit 11,9 und 7,8 mm konnten nicht zu Infektionen führen, da am 27. Juni wiederum eine Behandlung durchgeführt worden war. Bei Beginn der dreitägigen Niederschläge mit 9,5, 7,7 und 6,6 mm wurde am 10. Juli die dritte Peronosporabehandlung durchgeführt. Die vierte und letzte Peronosporabekämpfung wurde am 22. Juli, einen Tag vor stärkeren Niederschlägen (16,5 mm) durchgeführt.

#### Bekämpfung des Roten Brenners

In der Versuchsfläche Graach war der Rotbrenner-Befall unerwartet schwach. Dennoch wurde am 7.8.1992 nach Auftreten der Symptome an den Blättern nach der Richtlinie 22 - 1.3 der BBA in jeder Variante bonitiert.

Da die Symptome des Roten Brenners in Weinberglagen häufig bei abnehmender Bodenfeuchte zunehmen, wurde bei vorliegenden Versuchsergebnissen der Befall nur von Parzellen verglichen, die auf gleicher Höhe lagen. Während 1991 beim Versuch in Piesport sowohl bei der "Unbehandelt"-Parzelle als auch bei der mit dem Hubschrauber behandelten Parzelle ein leichter Anstieg des Rotbrennerbefalls mit zunehmender Höhe beobachtet worden war, wurde im Versuch Graach 1992 umgekehrt eine Abnahme des Rotbrennerbefalls mit zunehmender Höhe beobachtet.

Tab. 11: Versuch Graach 1992

*oben*: Behandlungstermine und eingesetzte Pflanzenschutzmittel*unten*: Bonitur des Rotbrennerbefalls am 7.8. (Rebsorte Riesling)

Hubschrauberbehandlung				
Behandlungsdatum	Präparat gegen den Roten Brenner	kg/ha auf 150 l/ha	Präparat gegen Oidium	kg bzw. l/ha auf 150 l/ha
15.05.	Polyram Combi 0,2 %	2 bzw. 3	Supersix 0,6 %	6 l
22.05.	Polyram Combi 0,2 %	2 bzw. 3	Supersix 0,6 %	6 l
12.06.	Dithane Ultra 0,2 %	4	Kumulus WG 0,4 %	7 kg
27.06.	Polyram Combi 0,2 %	4	Topas 0,015 %	0,25 l
10.07.	Aktuan 0,125 %	2,5	Topas 0,015 %	0,3 l
23.07.	Aktuan 0,125 %	2,5	Topas 0,015 %	0,3 l

Varianten			Parz.- Nr.	Befalls- häufigkeit	Relations- wert
Unbehandelt	oben	-	5	1,35	-
Schlauchspritzung	oben	2 kg/1200 l/ha	3	0,73	71,31
Hubschrauber	oben	2 kg/150 l/ha	1	1,4	45,27
Unbehandelt	unten	-	5	3,77	-
Schlauchspritzung	unten	3 kg/1200 l/ha	4	0,77	69,87
Hubschrauber	unten	3 kg/1200 l/ha	2	1,8	29,75

Die Auswertung Rotbrennerbefalls wurde am 7. August nach Auftreten der Symptome an den Blättern in der "Unbehandelt"-Parzelle durchgeführt. Vergleicht man die Befallshäufigkeit der behandelten Parzellen mit der unbehandelten Parzelle 5, dann ist zu erkennen, daß der Befall in "Unbehandelt" mit 3,77 % (unterer Parzellenteil) und 1,35 % (oberer Parzellenteil) etwas höher lag als bei den übrigen, mit Fungiziden behandelten Parzellen (Tab. 11).

Vergleicht man die Befallshäufigkeit bei Hubschrauber und Schlauchspritze, so fällt der etwa nur halb so hohe Befall in den Schlauch-Parzellen auf. Die Befallshäufigkeit betrug 1,40 % (oben, Parzelle 1) und 1,80 % (unten, Parzelle 2) beim Hubschrauber und 0,73 % (oben, Parzelle 3) und 0,77 % (unten, Parzelle 4) bei der Schlauchspritze. Mit Relationswerten von 71,31 (oben, Parzelle 2) und 69,87 (unten, Parzelle 3) war die Wirksamkeit in den mit der Schlauchleitung behandelten Parzellen am höchsten. Eine Erhöhung der Aufwandmenge von 2 auf 3 kg/ha verminderte bei der Hubschrauberbehandlung den Befall der Triebe um 23 %, bei der Schlauchspritze um 5,2 %. Alle Ergebnisse müssen aber vor dem Hintergrund eines nur schwachen Befalls gesehen werden.

## 4.2 Messung des Blattbelags und des Bodensediments

### 4.2.1 Belag auf der Laubwand

#### a) Rundfilter

Am 15.5., 22.5. und 23.7. wurden in der "Traubenzone" der Laubwand Rundfilter zur Erfassung des Belags aufgehängt. Die Ergebnisse sind in Abb. 17 oben dargestellt. Demnach war der Belag bei der Schlauchspritze stets deutlich höher als beim Hubschrauber, die Differenzen waren signifikant. Bei beiden Geräten nahm der Belag vom 15.5. bis zum 23.7. kontinuierlich ab, wobei die Unterschiede je Gerät von Termin zu Termin ebenfalls signifikant waren (nicht eingezeichnet). Die höheren Werte beim Schlauch dürften darauf zurückzuführen sein, daß die Rundfilter trocken ausgehängt wurden. Da bei der Schlauchspritze wesentlich mehr Flüssigkeit ausgebracht wurde als beim Hubschrauber, konnten die Filter bei der Schlauchspritzen-Applikation mehr Spritzflüssigkeit aufsaugen. Die Ergebnisse dürften daher, wie auch der Vergleich mit dem Blattbelag am 1.7. (Abb. 17 unten) zeigt, nicht die tatsächlichen Verhältnisse widerspiegeln.

#### b) Blätter

Am 1.7. wurde der Belag direkt auf der Ober- und Unterseite der Rebblätter ermittelt. Voraussetzung hierzu war der Einsatz eines Kupfer-Präparats als Tracer. Kupfer hat jedoch den gravierenden Nachteil, die Aluminiumrohre am Hubschrauber-Spritzgestänge zu korrodieren. Die Fa. Air Lloyd war jedoch zu einem einmaligen Kupfereinsatz bereit.

Abb. 17 unten zeigt die Zusammenfassung der Ergebnisse. Die Rebblätter wurden je nach ihrer Stellung am Rebstock sehr unterschiedlich von der Spritzflüssigkeit benetzt, weshalb eine große Zahl von Proben entnommen wurde (s. Kap. 2.5). Alle Differenzen zwischen Hubschrauber und Schlauchspritze erwiesen sich als signifikant. Im Einzelnen ist folgendes zu erkennen:

In der Gipfelzone (ca. 180 cm Höhe) war der Belag auf der Blattoberseite beim Hubschrauber mit 36 % weit stärker als bei der Schlauchspritze (4,1 %). Auf der Blattunterseite war der Belag erheblich schwächer (12 %), aber immer noch deutlich stärker als bei der Schlauchspritze (4,4 %). In der Traubenzone betrug der Belag auf der Blattoberseite beim Hubschrauber 18 %, bei der Schlauchspritze 12 %. Erst auf der Blattunterseite legte die Schlauchspritze deutlich zu: dort betrug der Belag 8,0 % gegenüber 1,2 % beim Hubschrauber. Dieser Vorsprung ist für den Schutz schwerer zugänglicher Reborgane von entscheidender Bedeutung. Hierzu zählen die Blätter im Stockinneren, vor allem aber die Trauben.

#### **4.2.2 Bodensediment innerhalb der Behandlungsfläche**

Die Durchschnittswerte beider Spritzgeräte zu den vier Behandlungsterminen zeigt Abb. 18. Beim Hubschrauber sank das Bodensediment vom 15.5. (Drei- bis Fünfblattstadium) bis zum 23.7. (Beeren erbsengroß, Reben gegipfelt) kontinuierlich von 64 auf 29%. Bei der Schlauchspritze war der Verlauf uneinheitlich. Am 15.5. und 1.7. war das Bodensediment gegenüber dem Hubschrauber signifikant niedriger, am 22.5. stark, am 23.7. leicht (nicht signifikant) erhöht. Dieser uneinheitliche Trend ist auf den Einsatz zweier Spritzmannschaften zurückzuführen. Da die Behandlung der Drahtrahmenanlage in erster Linie von den Durchgängen aus erfolgte, wurde der Spritzstrahl je nach Entfernung der behandelten Reben mehr oder weniger stark gebündelt, wobei offensichtlich persönliche Eigenarten eine Rolle spielten. Mannschaft A (22.5. und 23.7.) brachte vor allem zum ersten Termin deutlich mehr Spritzflüssigkeit aus als Mannschaft B (15.5. und 1.7.). Dies entspricht den Verhältnissen in der Praxis, da auch dort die Spritzgewohnheiten je nach Person, Gelände, Witterung etc. unterschiedlich sind.

#### **4.2.3 Bodensediment außerhalb der Behandlungsfläche**

Die während der Applikation gemessenen Werte für Temperatur, Windrichtung und Windstärke sind Tab. 3 zu entnehmen. Die Windgeschwindigkeit betrug beim Hubschrauber max. 1,5 m/s, beim Hubschrauber max. 3 m/s. Die Temperaturen lagen, je nachdem frühmorgens oder im Lauf des Vormittags behandelt wurde, zwischen 11 und 26°C. Der Grenzwert von 25°C wurde damit nur geringfügig überschritten.

Das Bodensediment in 5, 10, 15, 25 und 50 m Entfernung (oben, unten, links, rechts) von der Behandlungsfläche ist in den Abb. 20 - 23 dargestellt. Beim Hubschrauber war das Bodensediment oberhalb der Behandlungsfläche, bei einer Hangneigung von 55 %, minimal. Schon optisch konnte, insbesondere in den frühen Morgenstunden, die

Bewegung der Spritzwolke in Richtung Hangfuß deutlich wahrgenommen werden. Dem entsprach das häufig besonders hohe Bodensediment unterhalb der Behandlungsfläche.

Die Werte des Hubschraubers lagen stets weit über denen der Schlauchspritze. Berücksichtigt man je Termin nur die Seite mit den höchsten Bodensedimentwerten, so lagen die jeweiligen Werte in 5 m Entfernung beim Hubschrauber zwischen 29 und 35 % (s. Abb. 20 - 23). Bei der Schlauchspritze wurden dagegen nur zwischen 0,1 und 1,4 % erreicht. In 50 m Entfernung lagen die Werte beim Hubschrauber zwischen 0,7 und 1,4 %, bei der Schlauchspritze war kein Sediment nachweisbar.

Betrachtet man die Bodensedimente im Verlauf der Vegetationsperiode, so erkennt man beim Hubschrauber ab 10 m Entfernung einen Trend zu abnehmenden Werten. Da die Petrischalen größtenteils in der Rebfläche lagen, kann dieser Trend mit der zunehmenden Dichte der Laubwand erklärt werden. Dies zeigt auch folgende Untersuchung: Unterhalb der mit dem Hubschrauber behandelten Parzelle 2 standen in 10, 15 und 25 m Entfernung je sechs Petrischalen im Rebbestand und auf einer Freifläche ("Hof", s. Abb. 4). Wie man in Abb. 24 erkennt, war das Bodensediment auf der Freifläche meist deutlich größer als im Bestand. Eine deutlich "bremsende" Wirkung des Bestandes war schon am 22.5. (Sechs- bis Siebenblattstadium) festzustellen. Zwischen dem 22.5. und dem 23.7. war das Bodensediment bei 10, 15 und 25 m im Bestand durchschnittlich 3,1 mal geringer als auf der Freifläche.

#### 4.2.4 Schwebeteilchen

Am 1.7. wurden zusätzlich in 50 m Entfernung die Schwebeteilchen auf Kollektoren bis in 8 m Höhe erfaßt (Abb. 19). In 2 - 2,5 m Höhe wurden 1,2 % der ausgebrachten Pflanzenschutzmittelmengen gefunden. Dieser Wert entsprach etwa dem Bodensediment in 50 m Entfernung von 1,4 % (Abb. 22 oben). In 7 m Höhe erreichte der Belag einen Höchstwert von 3,4 %. Daraus kann geschlossen werden, daß eine Tropfenwolke in einigen Metern Höhe verfrachtet wurde.

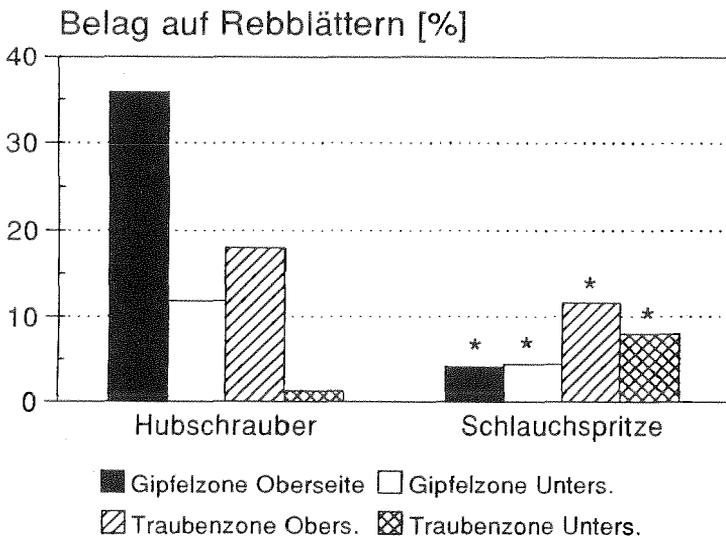
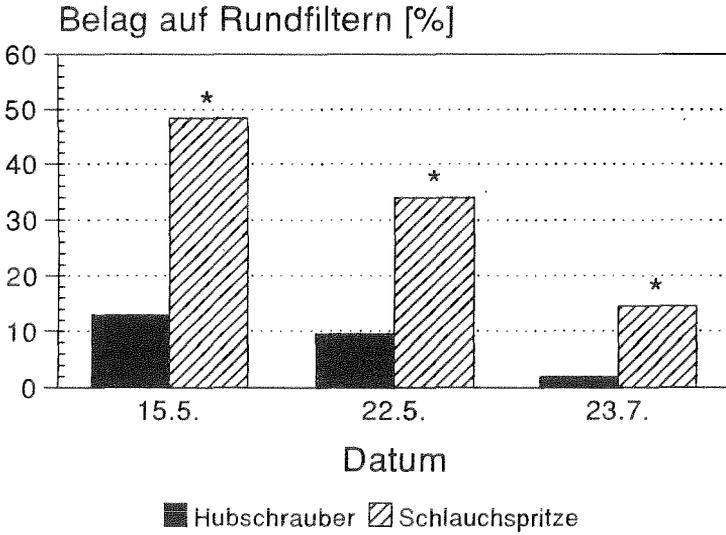


Abb. 17: Belagswerte der Spritzflüssigkeit auf der Laubwand. Statistisch gesicherte Unterschiede durch \* gekennzeichnet. Graach 1992  
*oben*: Rundfilter in der Traubenzone  
*unten*: Blätter, Ober- und Unterseite, in der Gipfel- und Traubenzone am 1.7.

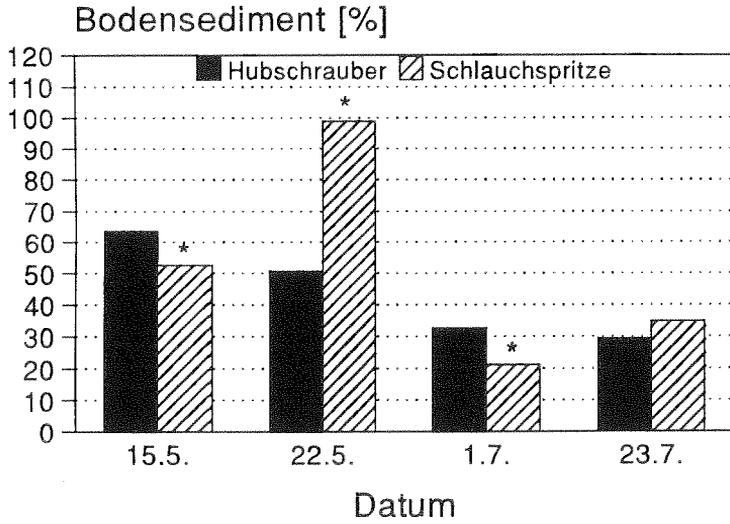


Abb. 18: Bodensediment innerhalb der Behandlungsflächen, Graach 1992.  
Statistisch gesicherte Unterschiede durch \* gekennzeichnet.

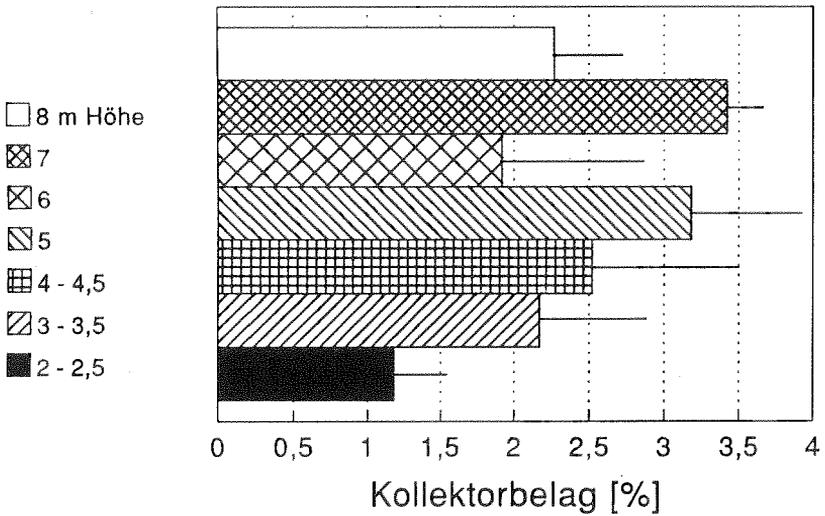


Abb. 19: Schwebeteilchen auf Kollektoren in 50 m Entfernung nach Hubschraubereinsatz. Graach, 1.7.1992

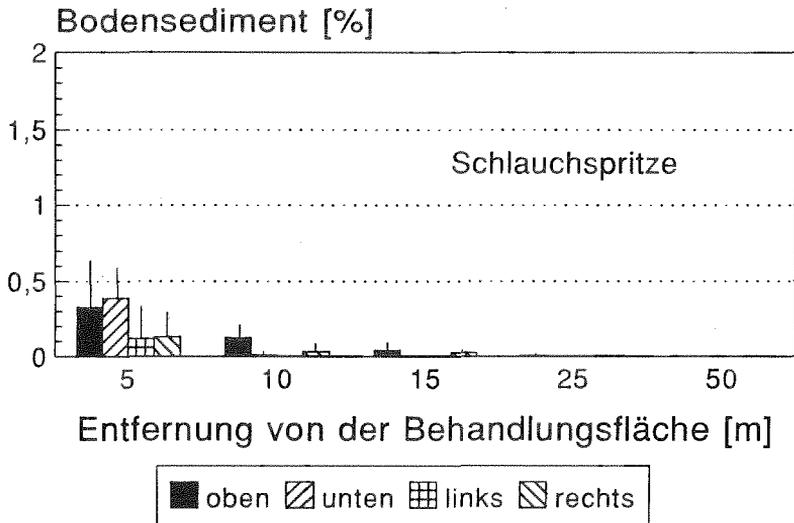
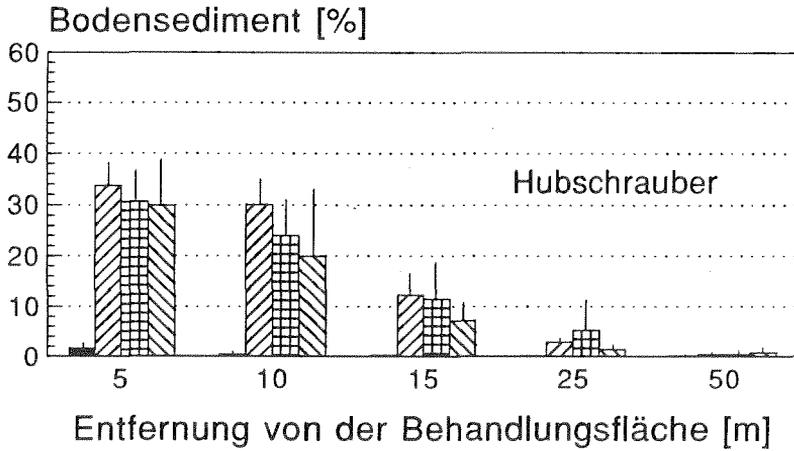


Abb. 20: Bodensediment außerhalb der Behandlungsflächen, Graach 15.5.1992.  
(Beachte unterschiedliche Skalierung)

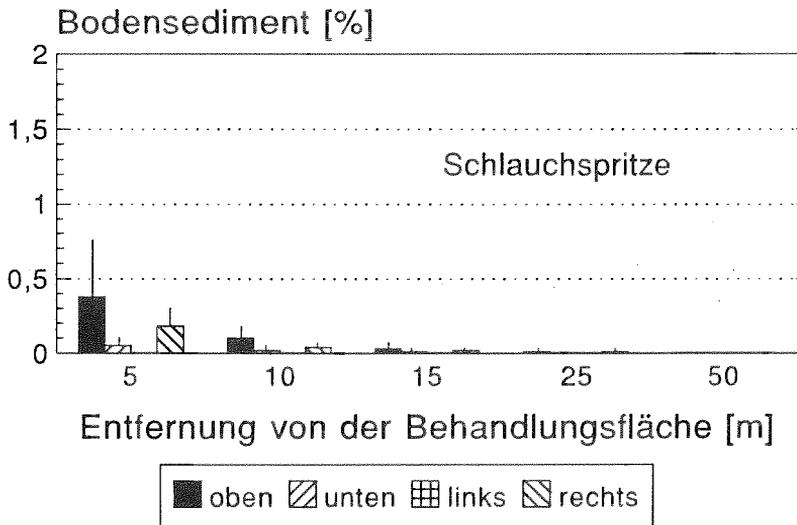
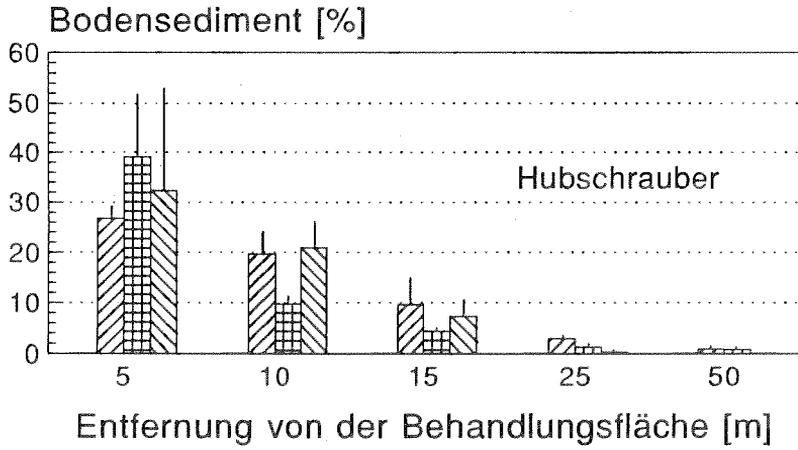


Abb. 21: Bodensediment außerhalb der Behandlungsflächen, Graach 22.5.1992.  
(Beachte unterschiedliche Skalierung)

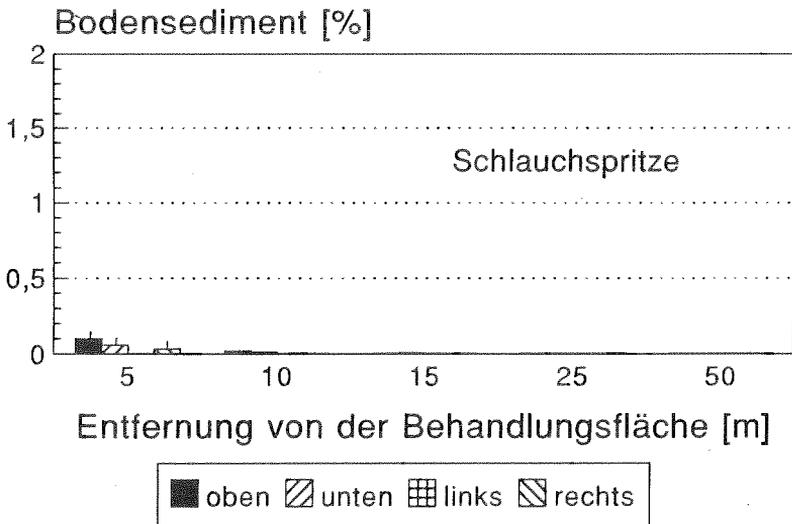
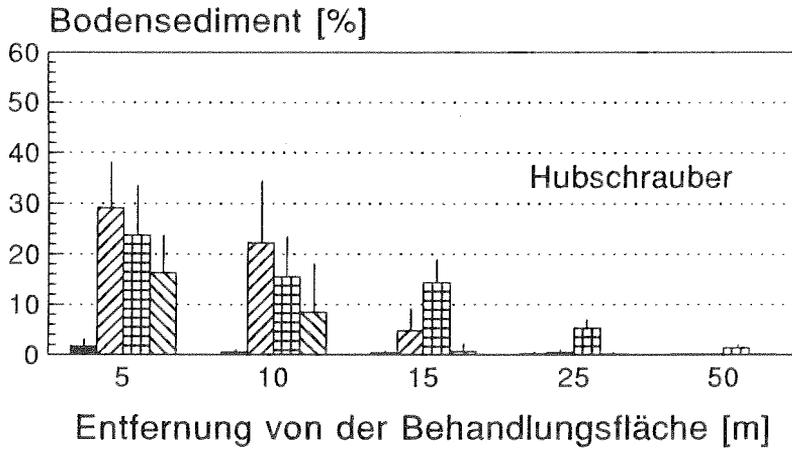


Abb. 22: Bodensediment außerhalb der Behandlungsflächen, Graach 1.7.1992.  
(beachte unterschiedliche Skalierung)

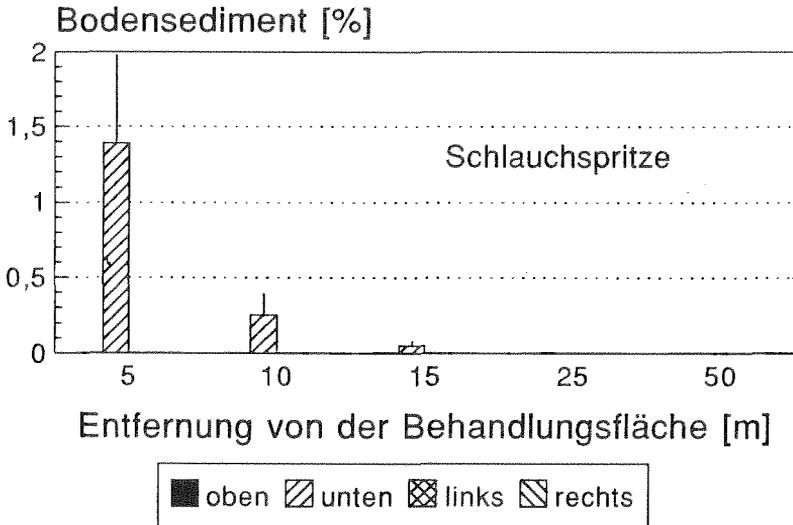
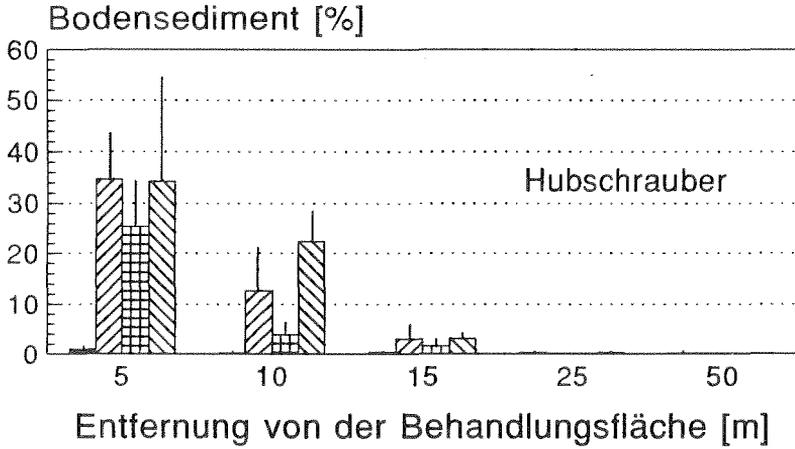


Abb. 23: Bodensediment außerhalb der Behandlungsflächen, Graach 23.7.1992.  
(Beachte unterschiedliche Skalierung)

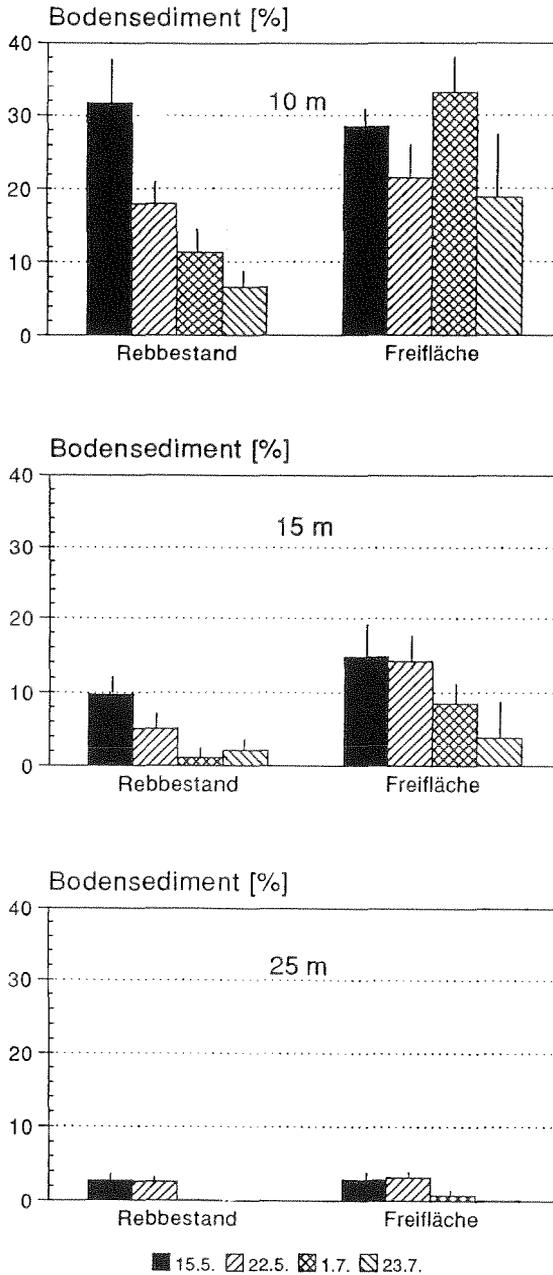


Abb. 24: Bodensediment nach Hubschrauberapplikation in 10, 15 und 25 m Entfernung von der Behandlungsfäche, gemessen im Rebbestand und auf einer Freifläche ("Hof", s. Lageskizze Abb. 4). Graach 1992.

## 5 Diskussion

### 5.1 Rotbrenner-Bekämpfung

#### 1991

Zum Zeitpunkt des Sechsstadiums und Neunblatt-Stadiums der Reben waren die Witterungsverhältnisse für massive Infektionen durch den Roten Brenner günstig. Belegt wird dies durch den verhältnismäßig hohen Befall in den "Unbehandelt"-Parzellen, der zwischen 24,6 % (Wittlich) und 55,3 % (Pommern) lag. Während der ersten Behandlung im Dreiblatt-Stadium (letztes Maidrittel) war es im Gebiet um Bernkastel-Kues allerdings sehr trocken und nur zeitweise gab es Tau, so daß hier nicht mit Infektionen zu rechnen war.

Die zweite Behandlung wurde, mit Ausnahme von Bernkastel, noch vor den etwa am 3. oder 4. Juni einsetzenden, länger andauernden Niederschlägen durchgeführt. In Bernkastel war die erste Behandlung am 29.5., nachdem es einen Tag zuvor Tau gegeben hatte, erfolgt. Da es sich um eine geringe Niederschlagsmenge handelte, dürfte die Befallshäufigkeit kaum beeinflußt worden sein. Für eine wirksame Bekämpfung im Rahmen der Versuche bedeutsam waren die beiden Behandlungen Ende Mai bis Mitte Juni. Dies war bei den Versuchen Piesport, Wittlich und Pommern die zweite und dritte Rotbrennerbehandlung. Normalerweise ist Mitte Juni das Blütestadium erreicht und die Behandlungen gegen den Roten Brenner werden abgeschlossen. Aus den Ergebnissen ist zu erkennen, daß der Schwerpunkt der Bekämpfung 1991 später lag.

Die Festlegung der Bekämpfungstermins sollte sich neben der Beachtung des Vegetationsstandes und der Witterung auf die Untersuchung des Reifezustands der Ascii in den Apothecien des vorjährigen Laubes stützen. Das Versuchsjahr 1991 zeigte, daß mit den zeitlich eng aufeinander folgenden Behandlungen gegen den Roten Brenner nicht zu früh aufgehört werden darf.

Der gute Bekämpfungserfolg, sichtbar an den hohen Wirkungsgraden in den mit Schlauchspritze und Hubschrauber behandelten Parzellen, macht deutlich, daß die verwendeten Präparate Aktuan, Dithane Ultra und Polyram Combi einen guten Schutz gegen den Roten Brenner boten.

In Bezug auf Lage, Hangneigung, Parzellengröße, Rebsorte, Erziehungsart und Stockabstand stellten die vier Versuchsflächen einen repräsentativen Querschnitt der im Weinbaugbiet der Mittleren Mosel vorhandenen Rebflächen dar.

Das Piesporter Versuchsareal lag in einem Steilhang, in halber Höhe des Moseltals. Nach MÜLLER-THURGAU (1903) wird der Befall durch den Roten Brenner häufiger durch die Bodenverhältnisse beeinflußt. An trockenen Stellen wurde ein besonders starker Befall beobachtet. Der stärkere Befall im oberen Teil des Piesporter Versuchsareals könnte mit der wahrscheinlich nach oben zunehmenden Trockenheit erklärt werden.

In der Versuchsfläche Bernkastel begann die Sonneneinstrahlung in der U-Parzelle, die neben einem Waldgebiet lag, später als in den übrigen Parzellen. In Variante 4 (Hubschrauber, 3 kg/ha) wurde gegenüber Variante 3 (Hubschrauber, 2 kg/ha) eine

deutlich bessere Wirkung gegen den Roten Brenner festgestellt. Dies dürfte teilweise auf die schnellere Abtrocknung des Bodens in Variante 4 zurückzuführen sein, die früher am Tag besonnt wurde. Variante 2 (Schlauchspritze, 2 kg/ha) und Variante 3 (Hubschrauber, 2 kg/ha) zeigten dagegen bei ähnlicher Sonneneinwirkung keine wesentlichen Unterschiede im Rotbrenner-Befall. Beim Mittelaufwand von 2 kg/ha zeigte der Hubschrauber eine für die Weinbaupraxis ausreichende Wirksamkeit. Der verhältnismäßig hohe Befallsdruck in Bernkastel, erkennbar an der Befallshäufigkeit von 30 % in der U-Parzelle und von immerhin 8 % bzw. 6,6 % und 1,56 % in den behandelten Parzellen, verdeutlicht, daß Maßnahmen zur Bekämpfung getroffen werden müssen, sobald die Sporenschläuche sich zu öffnen beginnen und die Ascosporen entlassen werden. Die Spritzabstände dürfen bis zum Neunblattstadium wegen des starken Laubzuwachses bei entsprechender Infektionsgefahr nicht über eine Woche hinausgehen. Andernfalls ist der ungeschützte Zuwachs zu groß. Nach ausgedehnten Regenfällen, wie sie im Juni 1991 herrschten, ist außerdem eine Verringerung des Wirkstoffbelags auf den Blättern wahrscheinlich.

In der Versuchsfläche Pommern konnte leider infolge der später vom Hubschrauber auf der gesamten Versuchsfläche ausgebrachten Mittelmenge von 4 kg/ha nicht geklärt werden, ob für die Rotbrenner-Bekämpfung eine Aufwandmenge von 3 kg sinnvoller gewesen wäre als eine solche von 2 kg/ha.

Vergleicht man an den vier genannten Versuchsstandorten die Wirkungsgrade, die mit Polyram Combi und Dithane Ultra (jeweils 2 kg/ha) gegen den Roten Brenner mit dem Hubschrauber erzielt wurden, so ergeben sich aufgrund der Bonitur von Laub und Gescheinen hohe Wirkungsgrade: 96,6 - 99,6 bzw. 83,4 - 97,2. Für Bernkastel lag der Wirkungsgrad mit 73,3 etwas niedriger. In dieser Nebenlage mit verspätetem Austrieb wurde mit dem Beginn der Behandlungen zugewartet, so daß die erste Behandlung am 29. Mai 8 Tage später als in Piesport und 6 Tage später als in Wittlich durchgeführt wurde. Durch die Taubildung in der Woche vom 21. bis 27. Mai sind Infektionen vor der am 29. Mai durchgeführten ersten Behandlung in Bernkastel nicht auszuschließen.

Unter den Bedingungen des Versuchsjahres 1991 mit einem mittelstarken Infektionsdruck und relativ später Infektion wurde folgendes Ergebnis erzielt: Der Hubschrauber erbrachte eine ähnliche Wirkung wie die Schlauchspritze. Dabei lagen die Wirkungsgrade bei 68,53 bis 97,80, im Durchschnitt 91,62.

#### 1992

Der Rotbrenner-Befall der "Unbehandelt"-Parzellen war 1992 mit durchschnittlich 2,56 % wesentlich schwächer als 1991. Bei derart geringen Befallswerten ist eine Beurteilung von Bekämpfungserfolgen kaum möglich. Unter diesen für die Fragestellung des Versuchs ungünstigen Bedingungen zeichnete sich andeutungsweise ein besseres Abschneiden der Schlauchbehandlung (Befall: 0,73 % bei 2 kg/ha und 0,77 % bei 3 kg/ha) im Vergleich zu den Behandlungen durch den Hubschrauber (1,4 % bei 2 kg und 1,8 % bei 3 kg) ab.

Bezüglich der Rotbrenner-Bekämpfung sollten vorrangig folgende Fragen beantwortet werden: Können Reben im Drei- bis Fünfblattstadium durch den Hubschrauber ausreichend vor Befall durch den Roten Brenner geschützt werden? Reicht hierfür die bei der Schlauchspritze eingesetzte Pflanzenschutzmittel-Menge von 2 kg/ha aus? Die erste Frage konnte in dieser Form nicht beantwortet werden, da die entscheidenden Infektionen erst später, d.h., im Sechs- bis Neunblattstadium (Anfang Juni), auftraten. Zu diesem späteren Zeitpunkt konnte dann allerdings die wichtige Erkenntnis gewonnen werden, daß bei Einsatz von 2 kg Präparat (Dithane Ultra oder Polyram Combi) je ha der Hubschrauber eine ähnliche Wirkung wie die Schlauchspritze erzielte. Beim Hubschraubereinsatz reichte eine Wassermenge von 150 l/ha aus, 250 l/ha brachten keine eindeutige Verbesserung.

## 5.2 Verbleib der Pflanzenschutzmittel

### 5.2.1 Belag auf der Laubwand

Zur Charakterisierung des Blattbelages wurden verschiedene Methoden angewandt. Der Einsatz von Rundfiltern und die Messung eines Bittersalz-Belages auf den Blättern erwies sich als wenig oder gar nicht brauchbar (s. Kap. 3.2.1; 4.2.1). Die Verwendung von Kupfer als Tracer führte dagegen zu befriedigenden Ergebnissen. Wegen der Korrosionsgefahr am Hubschrauber konnte es allerdings nur einmal, am 1.7.1992, eingesetzt werden. Eine Verflüchtigung von der Blattoberfläche, wie sie bei anderen Wirkstoffen z.T. in erheblichem Umfang festgestellt wurde (SIEBERS et al. 1993; KUBIAK et al. 1995), war bei Kupfer nicht zu befürchten.

1992 wurden in der Gipfelzone auf der Blattoberseite nach Hubschrauberapplikation 36 %, nach Applikation mit der Schlauchspritze nur 4,1 % wiedergefunden. Auf der Blattunterseite waren es beim Hubschrauber 12 %, bei der Schlauchspritze 4,4 %. In der Traubenzone konnten auf der Blattoberseite 18 % (Hubschrauber) bzw. 12 % (Schlauchspritze) wiedergefunden werden. Erst auf der Blattunterseite legte die Schlauchspritze deutlich zu: dort wurden 8,0 % gegenüber 1,2 % (Hubschrauber) gemessen (Abb. 17 unten). Dies zeigt, daß schwerer zugängliche Bereiche der Traubenzone von der Schlauchspritze deutlich besser erreicht wurden als vom Hubschrauber.

Die Blattfläche der Versuchsanlage Graach wurde nicht gemessen, jedoch kann aufgrund der Angaben von EICHHORN (1980, 1984) und LÜDERS u. GANZELMEIER (1983) eine Pflanzenoberfläche (Laubwand, Beeren, Triebachsen und Stämme) von ca. 50.000 m<sup>2</sup>/ha angenommen werden. Weiterhin soll zur groben Orientierung angenommen werden, daß die Gipfelzone etwa 1/3, die Traubenzone 2/3 der Pflanzenoberfläche ausmachte. Bezieht man das Bodensediment von 32,7 % (Hubschrauber) bzw. 21,2 % (Schlauchspritze) ein, so läßt sich die Wiederfindungsrate in der Behandlungsfläche

näherungsweise auf  $50 + 32,7 = 83 \%$  (Hubschrauber) bzw.  $20 + 21,2 = 41 \%$  (Schlauchspritze) schätzen.

Bei der Schlauchspritze ergibt sich also ein erheblicher Fehlbetrag. Er ist möglicherweise dadurch zu erklären, daß ein erheblicher Teil der Spritzflüssigkeit von den Blättern abtropfte. Die Petrischalen zur Erfassung des Bodensediments standen teils unter den Stöcken, teils in der Gassenmitte. Bei dieser groben Rasterung dürfte die im Bereich der "Traufe" von der Laubwand abtropfende Spritzflüssigkeit nur zu einem geringen Prozentsatz erfaßt worden sein. Daß ein erheblicher Teil der Spritzflüssigkeit abgetropft sein muß, zeigt auch folgende Überlegung: Eine gut entwickelte Laubwand kann ca. 800 - 1000 l Spritzflüssigkeit/ha halten (IPACH, pers. Mittlg.). Am 1.7.1992 wurden mit der Schlauchspritze aber 1660 l, also etwa das Doppelte, ausgebracht.

In einem Steilhang von 60 % Neigung bestimmten bereits LÜDERS u. GANZELMEIER (1983) die Belagswerte auf den Rebblättern zur Zeit der Reblüte. Auf der Blattoberseite betrug sie, ohne Differenzierung nach der Entnahmehöhe, beim Hubschrauber ca. 18 - 23 %, beim Großsprühgerät 11 %, bei Kleinsprühgerät und Schlauchspritze je 9 %. Auf der Blattunterseite wurden beim Hubschrauber ca. 5 - 7 %, beim Großsprühgerät 5 %, beim Kleinsprühgerät 27 % und bei der Schlauchspritze 7 % ermittelt. Die Anlagerung an Triebachsen, Stämme und Unterstützungsvorrichtungen betrug maximal 6,5 %. Die Wiederfindungsrate für Reben und Boden innerhalb der Behandlungsfläche betrug beim Kleinsprühgerät nahezu 100 %, beim Hubschrauber je nach Düsentyp ca. 74 bis 89 %, beim Großsprühgerät 51 %, bei der Spritzpistole (Schlauchspritze) 45 %. Diese Werte entsprechen also etwa den eigenen Ergebnissen.

Nach SIEGFRIED et al. (1990) können im Obstbau mit Sprühgeräten ohne Recycling-Technik max. 45 - 55% der ausgebrachten Präparatmenge an Blätter und Früchte angelagert werden. SIEGFRIED u. RAISIGL (1991) ermittelten im Weinbau bei Einsatz eines Axialgeräts im Zeitraum Juni bis August eine Anlagerungsrate von 52 - 56 %. Diese Werte entsprechen etwa den in der vorliegenden Arbeit für den Hubschrauber geschätzten.

Bei der Hubschrauberapplikation im Moseltal werden i.d.R. 150 l/ha mit einer 10fach erhöhten Pflanzenschutzmittelkonzentration ausgebracht. Hinterher läßt sich auf den freistehenden Rebblättern ein Muster feiner Tröpfchen erkennen, die bei trockener Witterung schnell eintrocknen. Der relativ geringe Bedeckungsgrad reicht, wie die Erfahrung an der Mosel zeigt, i.d.R. zum Schutz des Blattes aus. Nach RAISIGL et al. (1993) wird im südtiroler Obstanbaugebiet bei Einsatz von Sprühgeräten eine Blattbedeckung von 15 % als ausreichend angesehen. Diese wird mit 500 l Spritzflüssigkeit/ha erzielt. Eine wesentlich geringere Menge an Spritzflüssigkeit kann unzureichend sein, wenn die Witterung trocken ist. In Versuchen von SIEGFRIED et al. (1993) im Obst- und Weinbau wurde ein 100%iger Schutz gegen den Falschen Mehltau festgestellt, wenn die Blattunterseite zu 20 % von Spritzflüssigkeit bedeckt war. IRLA und SIEGFRIED (1990) bestimmten den Bedeckungsgrad einer fluoreszierenden Behandlungsflüssigkeit auf Rebblättern in der Traubenzone. 12 Sprühgeräte mit Radial-, Axial-, Umkehraxial- und Tangential-Gebläsen ergaben einen durchschnittlichen

Bedeckungsgrad von 52 % (Blattoberseite) bzw. 74 % (Battunterseite), also erheblich höhere Werte. Die beste Wirkung erzielten Geräte mit Umkehraxialgebläse, gefolgt von Axial-, Radial- und Tangentialgebläse.

Bei hohen Mengen an Spritzflüssigkeit entstehen auf den Blättern große Tropfen. Beim Antrocknen lagert sich Wirkstoff vorwiegend am Tropfenrand ab, wodurch eine ungleichmäßige Bedeckung mit großen Lücken entstehen kann (SIEGFRIED et al. 1990). Die Spritzflüssigkeit sammelt sich vor allem am Blattrand und kann dort zu Schäden führen. Diese treten z. B. auf, wenn Kupferpräparate bei kühler Witterung ausgebracht werden. Andererseits ist aber ein höherer Wasseraufwand häufig für einen Bekämpfungserfolg nötig. Dies gilt z.B. für die Bekämpfung von *Phomopsis* (SIEGFRIED u. RAISIGL 1991) und *Oidium* (IPACH 1995). Auch ein unterstützender Luftstrom erhöht die Wirkung (BÄCKER 1993). So erzielte ein Axialgerät mit Luftunterstützung auf der Unterseite der Rebblätter einen rund 50 % höheren Bedeckungsgrad als ein Recyclinggerät ohne eine solche Unterstützung (SIEGFRIED u. RAISIGL 1991). Ein ausreichender Bedeckungsgrad auf der Blattunterseite ist im Hinblick auf die Bekämpfung des Falschen Mehltaus (*Plasmopara*), aber auch des Roten Brenners, von besonderer Bedeutung. In Untersuchungen von EICHHORN (1980) konnte eine Verminderung der Abtrift und eine bessere Wirkung gegen *Botrytis* dadurch erreicht werden, daß der Luftstrom eines Axialsprühgeräts nicht senkrecht, sondern in einem Winkel von 45° auf die Laubwand gerichtet wurde und dadurch eine längere Strecke in der Laubwand zurücklegte.

Eine mit dem Hubschrauber vorgenommene feintropfige Applikation (Düse D5-25) hatte gegen *Botrytis* eine der Schlauchspritze oder dem Kleinsprühgerät vergleichbare Wirkung, während bei großtropfiger Applikation (Düse D7-46) die Wirkung des Hubschraubers wesentlich schlechter war (LÜDERS und GANZELMEIER (1983). Der Düsentyp D5-25 wurde auch in den Hubschrauberbehandlungen der vorliegenden Arbeit (Varianten mit 150 l/ha) verwendet.

### 5.2.2 Bodensediment innerhalb der Behandlungsfläche

1991 wurden an zwei Standorten durchschnittlich folgende Werte ermittelt: Bei früher Rebenentwicklung durchschnittlich 53 % (Hubschrauber), 36 % (Schlauchspritze) bzw. 58 % (Sprühgerät); bei später Rebenentwicklung 18 % (Hubschrauber), 37 % (Schlauchspritze) bzw. 27 % (Sprühgerät). Im Jahre 1992 wurden auf der Versuchsfläche Graach bei den frühen Behandlungen durchschnittlich 57 % (Hubschrauber) bzw. 76 % (Schlauchspritze) gemessen. Bei den späten Behandlungen waren es durchschnittlich 31 % (Hubschrauber) bzw. 28 % (Schlauchspritze).

Die Bodenbelastung durch den Hubschrauber und das Sprühgerät, teilweise auch durch die Schlauchspritze, war also bei den frühen Behandlungen deutlich höher als bei den späten. Dies kann auf die dichter werdende Laubwand zurückgeführt werden. 1992 war dieser Effekt besonders deutlich zu erkennen, das Bodensediment nahm vom 15.5. bis zum 23.7.1992 kontinuierlich von 64 auf 29 % ab (Abb. 18).

Im Steilhang bestimmten LÜDERS und GANZELMEIER (1983) zur Reblüte den auf den Boden gelangten Anteil der Spritzflüssigkeit. Beim Hubschrauber waren es je nach Düsentyp ca. 39 - 47 %, beim Kleinsprühergerät 37 %, beim Großsprühergerät 27 % und bei der Schlauchspritze 16 %. Dieses Ergebnis stimmt tendenziell mit den eigenen, 1992 ermittelten Werten überein.

Erheblich reduziert werden kann das Bodensediment durch Recyclinggeräte. In Untersuchungen von SIEGFRIED u. RAISIGL (1991) nahmen die Wirkstoffverluste (Bodensediment innerhalb und außerhalb der Behandlungsfläche) von der Austriebs- bis zur Abschlußbehandlung der Reben kontinuierlich ab. Beim Axialgerät gingen bei der Austriebsbehandlung der Reben 64-87 % des Wirkstoffs verloren, beim Recyclinggerät nur 30-35 %. Im Zeitraum Juni bis August gingen beim Axialgerät 44-48 %, beim Recyclinggerät 5-12 % verloren. Messungen quer zur Fahrgasse ergaben folgendes: Beim Axialgerät war das Bodensediment gleichmäßig über die ganze Gasse verteilt. Beim Recyclinggerät wurde in der Fahrgasse nur ein geringer Anteil (10 %) gemessen, der größte Teil dagegen in einem schmalen Band unter den Stöcken (SIEGFRIED u. RAISIGL 1991). RÖDLER (1995) bestätigte diese Ergebnisse. Eine Alternative zur Recyclingtechnik ist die noch in der Entwicklung befindliche Sensortechnik. Mit ihr konnten BÄCKER et al. (1995) bei voll entwickelter Laubwand das Bodensediment in der Behandlungsfläche um mehr als 60 % reduzieren.

### 5.2.3 Bodensediment außerhalb der Behandlungsfläche; Schwebeteilchen

Das Bodensediment außerhalb der Behandlungsfläche wurde 1991 links und rechts, 1992 links, rechts, oben und unten von der Behandlungsfläche gemessen. Es nahm naturgemäß mit zunehmender Entfernung von der behandelten Fläche stark ab.

1991 lag in beiden Versuchsflächen, frühe und späte Behandlung, das Bodensediment des Hubschraubers bei Windgeschwindigkeiten bis zu 5 m/s in 30 m Entfernung unter 1 %, nur in einem Fall wurde ein höherer Wert (7,5 %) erreicht. Beim Schlauch wurden bei 30 m Werte unter 0,1 % ermittelt. Beim Sprühergerät wurden zum ersten Termin 0 %, zum zweiten Termin 0,23 % erreicht.

1992 war beim Hubschrauber morgens eine deutliche Verlagerung der Spritzwolke zum Hangfuß zu beobachten, weshalb dort die Bodensediment-Werte erheblich höher waren als hangaufwärts (s. Abb. 20 - 23). 1992 lag das Bodensediment bei Windgeschwindigkeiten bis zu 1,5 m/s (Hubschrauber) bzw. 3 m/s (Schlauchspritze) in 50 m Entfernung bei 0,7 - 1,4 % (Hubschrauber), bzw. 0 % (Schlauchspritze).

In "Raumkulturen" (z.B. Obstbau, Weinbau, Hopfen) wurde zunächst beim Einsatz von Feldspritzgeräten mit folgender Abtrift (Bodensediment) gerechnet: 12,5 % bei 10 m; 6,2 % bei 20 m; 3,1 % bei 30 m (KÖPP und GANZELMEIER 1992). Aufgrund umfangreicher Freilandmessungen nach der von GANZELMEIER et al. (1992) erarbeiteten Richtlinie wurden von der Biologischen Bundesanstalt in Abstimmung mit dem Umweltbundesamt und dem Bundesgesundheitsamt Abtrift-Eckwerte für den Weinbau festgelegt. Sie sind in Tab. 12 zusammengestellt und werden heute bei der Abschätzung

von Gefahren, z.B. bei der Festlegung von Mindestabständen zu Gewässern, zugrunde gelegt (GANZELMEIER et al. 1995).

Vergleicht man diese Werte mit den in der vorliegenden Arbeit ermittelten, so läßt sich folgendes feststellen: Mit der Schlauchspritze wurden die Eckwerte eingehalten bzw. unterschritten. Beim Sprühgerät war z.T. eine leichte Überschreitung festzustellen. Nur der Hubschrauber überschritt die Eckwerte häufig.

Tab. 12: Abtrift-Eckwerte für die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln mit Sprühgeräten bei früher und später Rebenentwicklung (nach GANZELMEIER et al. 1995)

Abstand [m]	Entwicklungsstadien	
	frühe	späte
	Abtrift-Eckwerte [%]	
5	1,6	5,0
10	0,4	1,5
15	0,2	0,8
20	0,1	0,4
30	0,1	0,2
40	0,1	0,2
50	0,1	0,2

Pflanzenschutzmittel werden nach der Ausbringung nicht nur horizontal, sondern auch vertikal verteilt bzw. "verdünnt" (GATH et al. 1993). Daher wurde in der Graacher Versuchsfäche am 1.7. 1992 die Verlagerung von Schwebeteilchen in 50 m Entfernung bis zu einer Höhe von 8 m gemessen. Dabei ergab sich ein Maximum von 3,4 % in 7 m Höhe. Offensichtlich wurde also eine Tropfenwolke in einigen Metern Höhe verlagert.

In Versuchen von SCHMIDT (1991) mit Sprühgeräten im Obstbau bestand zwischen der Wasseraufwandmengen und der Größe der Düsenmundstücke einerseits sowie den Abtriftverlusten andererseits eine umgekehrt proportionale Beziehung. In Untersuchungen von RAISIGL et al. 1993 betrug die Abtrift einer Gebläsespritze (Differenz des an Obstbäume und Boden angelagerten Teils der Spritzflüssigkeit zu 100) bei der als optimal angesehenen Spritzflüssigkeitsmenge von 500 l/ha ca. 13%. Nach Modellrechnungen von KAUL et al. (1995) ist bei Ausbringung mit dem Flugzeug noch in 100 m Entfernung ein Bodensediment von 0,5 bis 3,7 % zu erwarten. Untersuchungen zur

Hubschrauber-Abtrift im Obstbau wurden von KÖHLER et al. (1982; 1983) durchgeführt. Ihre Messungen ergaben folgendes: Bei einer Windgeschwindigkeit von 3 m/s wurde in 125 - 175 m Entfernung eine Abtrift von 1 % gefunden. Bei einer Windgeschwindigkeit von 4 - 5 m/s waren es in 200 m Entfernung ca. 1 - 2 %, in 100 m Entfernung ca. 10 % Abtrift. Bei Windgeschwindigkeiten von 6 - 9 m/s lag die Abtrift in 200 m Entfernung etwa bei 10 %. LÜDERS (1978) fand beim Hubschraubereinsatz im Steilhang bei einer Windgeschwindigkeit bis 4 m/s den 1%-Wert in etwa 17,5 m Entfernung, also in deutlich geringerer Distanz. In den eigenen Versuchen wurden 1991 und 1992 bei 20 bzw. 25 m Entfernung Werte zwischen 0 und 5,2 % Bodensediment gefunden. Die eigenen Werte stimmen also mit denen anderer Versuchsansteller in der Größenordnung überein.

Bei Geräten mit Tangentialgebläse, Radialgebläse mit Luftführungsschläuchen oder Axialgebläse mit Aufsatz ist die Abtrift verringert (IRLA und SIEGFRIED 1990). Werte, die man im Weinbau bei konventioneller Technik (Axialgebläse) noch in 15 m Entfernung findet, treten bei abtriftmindernder Technik (Tunnel-, Kollektor-, Reflektorverfahren) in nur 3 m Entfernung auf (RAUTMANN 1993). Im Weinbau kann bei Einsatz von Recyclinggeräten mit einer Verminderung der Abtrift um eine Zehnerpotenz gerechnet werden (BÄCKER 1993). In Untersuchungen von SIEGFRIED et al. (1993) im Weinbau wurde die Abtrift bei Einsatz eines Recyclinggeräts gegenüber einem Axialgerät um 95 % reduziert. Neuentwicklungen wie Injektordüsen (UHL 1995) oder sensorgesteuerte Düsen (Bäcker 1995) eröffnen die Aussicht, Reduktionen an Mitteleinsatz und Abtrift in einer ähnlichen Größenordnung wie bei Recyclinggeräten zu erreichen.

### 5.3 Problematik des Hubschraubereinsatzes

Der erste Einsatz eines Spritzhubschraubers für Rebschutzzwecke im deutschen Weinbau geht auf das Jahr 1955 zurück. In den Steilhängen der Mosel wurden die ersten Versuche 1968 durchgeführt (ENGLERT u. GÄRTEL 1989; BOURQUIN 1993).

Beim Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln mit Luftfahrzeugen sind die Richtlinien der BBA (GANZELMEIER u. LYRE 1991) zu beachten. So beträgt der Mindestabstand zu Häusern und anderen gefährdeten Objekten 50 m, die Windgeschwindigkeit darf 5 m/s nicht überschreiten. Bei Lufttemperaturen über 25 °C im Schatten oder bei Thermik darf ebenfalls nicht geflogen werden. Im übrigen ist der Hubschraubereinsatz in das Ermessen der Länder gestellt.

Im Folgenden eine Gegenüberstellung seiner Vor- und Nachteile (ENGLERT u. GÄRTEL 1989; BOURQUIN 1993):

#### Vorteile:

- In der Zeit des intensivsten vegetativen Wachstums, also von Anfang Juni bis Ende Juli, besteht im Weinberg eine starke Arbeitsspitze. Sie ist bedingt durch die notwendigen Maßnahmen der Laubarbeit und des Pflanzenschutzes. Hier hat der Hubschrauber eine enorme Arbeits- und Zeitersparnis gebracht. Umgekehrt würde sein Wegfall viele Winzer in große Schwierigkeiten bringen.

- Der Einsatz der Mittel kann vollständig überwacht werden. Die Spritzpläne müssen vor Beginn der Spritzsaison vom amtlichen Pflanzenschutzdienst abgezeichnet, die Behandlungen spätestens 14 Tage vorher dem Landespflanzenschutzamt und 48 Stunden vorher der Ortspolizeibehörde gemeldet werden. Seit Januar 1992 dürfen in Rheinland-Pfalz keine Insektizide und bienengefährlichen Mittel mehr durch den Hubschrauber ausgebracht werden. Neue Entwicklungen wie die Einführung raubmilbenschonender Spritzfolgen oder der Verzicht auf Insektizide konnten mit dem Hubschrauber daher schnell und effizient umgesetzt werden.

- Verzicht auf überflüssige, vorbeugende Einsätze. Genaue, den Anwendungsvorschriften der BBA entsprechende Dosierung der Pflanzenschutzmittel.

- Der Infektionsdruck pilzlicher Krankheitserreger (z. B. Echter und Falscher Mehltau, Roter Brenner, Graufäule) wird großräumig auf niedrigem Niveau gehalten.

- Hoher Schutz des Anwenders, hier des Piloten in seiner Kabine.

#### Nachteile:

- Pilzkrankheiten wie der Falsche Mehltau (*Plasmopara*) oder die Graufäule (*Botrytis*) können mit dem Hubschrauber nur vorbeugend behandelt werden. Haben sie sich erst in den Stöcken eingenistet, so ist eine ausreichende Bekämpfung vom Hubschrauber aus nicht mehr möglich. Kurative Maßnahmen, insbesondere bei zunehmender Laubwanddichte, können daher nur vom Boden aus, in erster Linie mit der Schlauchspritze, durchgeführt werden.

- Verwehung von Tropfenwolken auf angrenzende Flächen, in Gewässer sowie auf Personen, Haustiere und wildlebende Tiere. Dabei ist zu bedenken, daß es sich um eine 10fach aufkonzentrierte Spritzflüssigkeit handelt.

- Die Benetzung geteelter Weinbergswegen kann nach Regengüssen zu einer teilweisen Verfrachtung der Sedimente in die vorgelagerten Gewässer führen.

- Relativ starre Behandlungsabstände. Dadurch ist eine flexible Reaktion auf eine fehlende oder besonders große Infektionsgefahr kaum möglich.

- Lärmbelästigung, insbesondere in den frühen Morgenstunden (ab 6.00 Uhr).

Die Untersuchungen der vorliegenden Arbeit haben gezeigt, daß der Hubschrauber im Sechs- bis Neunblattstadium bei gleicher Wirkstoffmenge eine ähnlich gute Wirkung gegen den Roten Brenner hatte wie die Schlauchspritze. Mit zunehmend dichter werdender Laubwand gelangte aber immer weniger Spritzflüssigkeit in die Traubenzone (Abb. 17 oben). Insbesondere der Hubschrauber brachte weit weniger Pflanzenschutzmittel auf die Blattunterseite der Traubenzone als die Schlauchspritze (Abb. 17 unten). Dies dürfte in kritischen Jahren und Lagen für einen ausreichenden Schutz der Traubenzone nicht ausreichen. Tatsächlich zeigen die Erfahrungen, daß die Wirksamkeit der Hubschrauberbehandlungen in der zweiten Hälfte der Vegetationszeit laufend abnimmt. Die Laubmasse verhindert ein ausreichendes Vordringen der Pflanzenschutzmittel zu den reifenden Trauben. Die letzten Behandlungen zur

Vorbeugung von Stielähme und Traubenfäule müssen daher vom Boden aus, i.d.R. mit der Schlauchspritze, vorgenommen werden.

In den eigenen Untersuchungen der Jahre 1991 und 1992 wurde der Boden in den Behandlungsflächen bei den frühen Behandlungen durch den Hubschrauber und das Sprühgerät eher stärker belastet als durch die Schlauchspritze. Bei den späten Behandlungen nahm diese Belastung dagegen bei Hubschrauber und Sprühgerät deutlich ab, während der Trend bei der Schlauchspritze nicht einheitlich war. Das Bodensediment außerhalb der Behandlungsfläche war beim Hubschrauber deutlich am größten. Die am 1.7.1992 in 50 m Entfernung gemessene atmosphärische Abtrift erreichte ihren Höchstwert von 3,4 % in 7 m Höhe. Tropfenwolken können also auch über 50 m Entfernung hinaus verfrachtet werden. Hierin ist, neben der nicht völlig befriedigenden Wirkung bei voll entwickelter Laubwand, das größte Problem des Hubschraubers zu sehen. Wie Proteste seit den 70er Jahren immer wieder gezeigt haben, wird der Spritzhubschrauber von Teilen der Bevölkerung als potentiell gesundheitsgefährdend angesehen. Diese Problematik wurde allerdings durch die zunächst restriktive Handhabung und seit Januar 1992 durch das völlige Verbot der Insektizidbringung durch den Hubschrauber teilweise entschärft. Akarizide wurden ohnehin schon seit vielen Jahren nicht mehr mit dem Hubschrauber ausgebracht. Aber auch der Einsatz von Fungiziden in Fluß- und Ortschaftsnähe ist trotz der Einhaltung von Mindestabständen nicht unproblematisch. Die mit dem Hubschraubereinsatz im Steillagenweinbau zusammenhängenden Probleme können daher noch nicht als gelöst gelten.

## 6 Zusammenfassung

Die 1991 und 1992 im Weinbaugebiet Mosel-Saar-Ruwer durchgeführten Versuche sollten klären, ob der Hubschrauber bei frühem Einsatz (Drei- bis Fünfblattstadium) eine der Schlauchspritze (Spritzpistole) bzw. dem Sprühgerät vergleichbare Wirkung gegen den Roten Brenner (*Pseudopezicula tracheiphila* [MÜLLER-THURGAU] KORF & ZHUANG) erzielen kann. Weiterhin war zu klären, welcher Anteil an Pflanzenschutzmitteln innerhalb und außerhalb der Behandlungsfläche abgelagert wird. Die Versuche wurden an fünf Standorten durchgeführt. Mit Rücksicht auf die Rotbrenner-Bekämpfung konnten die Messungen zur Abtrift nicht streng nach der Abtrift-Richtlinie der BBA durchgeführt werden. Insgesamt wurden 5000 Proben analysiert.

Die für die Versuchsfrage entscheidenden Rotbrenner-Infektionen ereigneten sich nicht im Drei- bis Fünfblattstadium, sondern erst im Sechs- bis Neunblattstadium. Zu diesem Zeitpunkt erreichte bei Einsatz von 2 kg/ha Präparat (Dithane Ultra oder Polyram Combi) der Hubschrauber eine ähnlich gute Wirkung wie die Schlauchspritze oder das Sprühgerät. Daraus kann gefolgert werden, daß auch Behandlungen im Drei- bis Fünfblattstadium vom Hubschrauber mit dem gleichen Mittelaufwand erfolgreich durchgeführt werden können.

Bei voll entwickelter Laubwand war die Schlauchspritze 1992 weitaus besser als der Hubschrauber in der Lage, Pflanzenschutzmittel in die Traubenzone zu bringen. Bei der Schlauchspritze wurden Spritzbeläge auf der Blattunterseite von 8 % erreicht, beim Hubschrauber von nur 1,2 %.

Das Bodensediment in den Behandlungsflächen sank 1991 beim Hubschrauber von den frühen zu den späten Behandlungen durchschnittlich von 53 auf 18 %. 1992 nahmen die entsprechenden Werte in der Zeit vom 15.5. bis 23.7. kontinuierlich von 64 auf 29 % ab. Beim Sprühgerät, das nur 1991 eingesetzt wurde, nahm das Bodensediment von der frühen zur späten Behandlung von 58 auf 27 % ab. Bei der Schlauchspritze war der Trend uneinheitlich.

Das Bodensediment außerhalb der Behandlungsflächen lag 1991 in 30 m Entfernung vom Parzellenrand bei der Schlauchspritze stets unter 0,1 %, beim Hubschrauber unter 1 %. Nur in einem Fall wurde beim Hubschrauber bei Windgeschwindigkeiten von 4 - 5 m/s in 30 m Entfernung ein Bodensediment von 7,5 % ermittelt. Das Sprühgerät nahm eine Mittelstellung zwischen Hubschrauber und Schlauchspritze ein. 1992 betrug das Bodensediment in 50 m Entfernung von der Behandlungsfläche bei der Schlauchspritze stets 0 %, beim Hubschrauber bis zu 1,4 %.

Die atmosphärische Abtrift des Hubschraubers, 1992 mit kugelförmigen Kollektoren in 50 Entfernung gemessen, erreichte maximal 3,4 % in 7 m Höhe. Daraus kann gefolgert werden, daß eine Tropfenwolke in einigen Metern Höhe über eine größere Entfernung verfrachtet wurde.

Die Problematik des Hubschraubereinsatzes in Steillagen zum Zwecke des Rebschutzes wird diskutiert.

## 7 Abstract

The aim of the investigations was to clarify whether a spraying helicopter is as efficient in controlling the "Rotbrenner" (*Pseudopezicula tracheiphila* [MÜLLER-THURGAU] KORF & ZHUANG) as a spraying gun or an axial sprayer. Furthermore it should be cleared up which percentage of the spray liquid is deposited inside and outside the treated vineyard area. The investigations were carried out in 1991 and 1992 at five locations of the vinegrowing region of Mosel-Saar-Ruwer. With respect to the Rotbrenner control the measurements could not be carried out in agreement with the "Drift Guideline" of the BBA. Altogether 5000 samples were analyzed.

Infections by Rotbrenner happened 1991 in the growth stage "6 - 9 leaves unfolded". At this stage, the control of Rotbrenner by helicopter was satisfying and comparable with that of the spraying gun or the axial sprayer, when 2 kg/ha preparation ("Dithane Ultra" or "Polyram Combi") were used. From this it can be concluded that applications in an earlier growth stage (3 - 5 leaves unfolded) will also be successful with the same amount of preparation.

When the foliage was completely developed in 1992, the spraying gun was much more effective than the helicopter to transport spray liquid into the zone of grapes. Thus the percentage of spray liquid on the underside of the leaves was 8,0 % (spraying gun), compared with 1,2 % (helicopter).

The deposition from helicopter application on the soil surface of the treated area decreased from 53 % (early vegetation) to 18 % (late vegetation) on an average. During the growing season of 1992, it decreased continually from 64 to 29 %. The deposition from sprayer application decreased from 58 % (early vegetation) to 27 % (late vegetation) in 1991. 1992 no sprayer was used. Concerning the spraying gun, no unequivocal tendency was stated.

In 1991, 30 m from the treated area, deposition on the soil surface was always below 0,1 % (spraying gun) respectively 1 % (helicopter). Only in one case (helicopter, 4 - 5 m/s wind speed, 30 m distance), a deposition of 7,5 % was measured. The values of the sprayer laid between helicopter and spraying gun. In 1992, 50 m from the treated area, deposition on soil surface was generally 0 % (spraying gun) respectively up to 1,4 % (helicopter).

The atmospheric drift from helicopter application, measured in 1992 with spherical collectors in a distance of 50 m, reached maximally 3,4 % in a height of 7 m. Thus it can be concluded that, in a height of several meters, a cloud of droplets was transferred over a larger distance.

The difficulties of plant protection measures in steep slopes by helicopter are being discussed.

## 8 Literatur

- BÄCKER, G., 1993: Stand der Recyclingtechnik. Der Deutsche Weinbau, Heft 7, 15-19.
- BÄCKER, G., WESTPHAL, O., GÖHLICH, H., 1995: Infrarot-Augen steuern die Düsen. Das Deutsche Weinmagazin, Heft 15, 24-28.
- BLEIHOLDER, H., GEIDEL, H., GRIGO, E., KOMINEK, H., LYRE, H., MOGK, M., O'SVATH, J., RESCHKE, M., RIEPERT, M., ROTHERT, H., SCHICKE, P., STELZER, G., 1984: Richtlinie für Planung, Durchführung und Auswertung von Versuchen mit Pflanzenbehandlungsmitteln 3 - 3, Teil 3: Auswertung des Einzelversuches. Herausgegeben von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin und Braunschweig.
- BOURQUIN, H. D., 1993: Die Bedeutung des Hubschraubers im Rebschutz - Empfehlungen für 1993. Die Winzer-Zeitschrift 8, Heft 5, 28-29.
- EICHHORN, K. W., 1980: Umweltgerechte Applikation im Pflanzenschutz. Der Deutsche Weinbau 35, 479-484.
- EICHHORN, K. W., 1984: Entwicklungen der Blattflächen der Rebe - Untersuchungen über den Zuwachs der Blattfläche und anderer grüner Organe in Abhängigkeit von den Entwicklungsstadien der Rebe. Der Deutsche Weinbau 39, 1532-1537.
- ENGLERT, W. D., GÄRTEL, W., 1989: Dokumentation über die Verwendung des Hubschraubers zur Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln im Weinbau. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz im Weinbau, Bernkastel-Kues.
- FLICK, G., HOLZ, B., HUBER, W., KASSEMAYER, H.-H., KAST, W.K., LIPPS, H.P., LORENZ, D., 1988: Richtlinien für die amtliche Prüfung von Pflanzenschutzmitteln. Teil 2, Nr. 22 - 1.3: Richtlinien für die Prüfung von Fungiziden zur Bekämpfung von Pseudopeziza tracheiphila Müller-Thurgau an Reben. Herausgegeben von der Abt. für Pflanzenschutzmittel und Anwendungstechnik der Biologischen Bundesanstalt Braunschweig. ACO Druck, Braunschweig.
- GANZELMEIER, H., 1993: Bewertung der Abtrift. Aus: Festveranstaltung und Kolloquium Sprüheräte. Bearbeitet von S. Rietz und H. Ganzelmeier. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch. Berlin Dahlem, Heft 292, 174-183.
- GANZELMEIER, H., LYRE, H., 1991: Richtlinien für die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln mit Luftfahrzeugen. 2. Auflage. Herausgegeben von der Abteilung für Pflanzenschutzmittel und Anwendungstechnik der Biologischen Bundesanstalt Braunschweig. Saphir Verlag Ribbesbüttel.
- GANZELMEIER, H., RAUTMANN, D., BÄCKER, G., EICHHORN, K. W., IPACH, R., KERSTING, E., KOCH, H., RIPKE, F.-O., SCHMIDT, K., 1992: Richtlinien für die Prüfung von Pflanzenschutzgeräten, Teil VII, 2 - 1.1. Messung der direkten Abtrift beim Ausbringen von flüssigen Pflanzenschutzmitteln im Freiland. Herausgegeben von der Abt. für Pflanzenschutzmittel und Anwendungstechnik der Biologischen Bundesanstalt Braunschweig. Saphir Verlag Ribbesbüttel.
- GANZELMEIER, H., RAUTMANN, D., SPANGENBERG, R., STRELOKE, M., HERRMANN, M., WENZELBURGER, H.-J., WALTER, H.-F., 1995: Untersuchungen zur Abtrift von Pflanzenschutzmitteln. Ergebnisse eines bundesweiten Versuchsprogramms. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch. Berlin Dahlem, Heft 304.

- GATH, B., JAESCHKE, W., KUBIAK, R., RICKER, I., SCHMIDER, F., ZIETZ, E., 1993: Depositionsmonitoring von Pflanzenschutzmitteln: Teil 2 - Süddeutscher Raum. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 45, 134-143.
- IPACH, R., 1995: Optimaler Pflanzenschutz. Das Deutsche Weinmagazin, Heft 15, 16-20.
- IRLA, E., SIEGFRIED, W., 1990: Vergleichsprüfung Weinbau-Sprühgeräte 1989. FAT-Berichte Nr. 382, CH-8356 Tänikon.
- KAUL, P., MEYER, E., GEBAUER, S., 1995: Direkte Abtrift von Pflanzenschutzmitteln - Flugzeug. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 47, 36-44.
- KÖHLER, S., MOTTE, G., GOEDICKE, H.-J., 1983: Zur Problematik von Abdriftweiten und Sicherheitsabständen beim Einsatz von Hubschraubern in der intensiven Obstproduktion. Arch. Phytopathol. u. Pflanzenschutz 19, 53-59.
- KÖHLER, S., MOTTE, G., ZIMMERMANN, U., GOEDICKE, J., DUNSING, M., BURTH, U., 1982: Zu Fragen der Abdrift beim Einsatz von Hubschraubern in der intensiven Obstproduktion. Arch. Phytopathol. u. Pflanzenschutz 18, 49-58.
- KÖPP, H., GANZELMEIER, H. 1992: Abtrift von Pflanzenschutzmitteln in Gewässer - Grundlagen der Risikoabschätzung bei der Prüfung von Pflanzenschutzmitteln im Zulassungsverfahren. Aus: Beurteilung von Pflanzenschutzmitteln in aquatischen Ökosystemen. Redaktion: H. Becker, F. Döpke, E. Dorn, R. Heitefuss, B. Holtschulte, H. Köpp. 61-66. Verlag VCH.
- KUBIAK, R., MÜLLER, T., MAURER, T., EICHHORN, K. W., 1995: Volatilization of pesticides from plant and soil surfaces - Field versus laboratory experiments. Intern. J. Environ. Anal. Chem. 58, 349-358.
- LÜDERS, W., 1978: Abdriftversuche beim Ausbringen von Flüssigkeiten im Pflanzenschutz mit einem Hubschrauber (Weinbau). Gesunde Pflanzen 30, 209-216.
- LÜDERS, W., GANZELMEIER, H., 1983: Untersuchungsergebnisse über die Anlagerung der Behandlungsflüssigkeit bei verschiedenen Pflanzenschutzgeräten in Rebsteillagen. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 35, 70-75.
- MÜLLER-THURGAU, H., 1903: Der rote Brenner des Weinstocks. Zentralbl. f. Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten 10, 1 - 38.
- RAISIGL, U., MANTINGER, H., VIGEL, J., 1993: Optimale Ausbringvolumina. Aus: Festveranstaltung und Kolloquium Sprühgeräte. Bearbeitet von S. Rietz und H. Ganzelmeier. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch. Berlin Dahlem, Heft 292, 139-155.
- RAUTMANN, D., 1993: Geräteentwicklungen zur Verringerung des Pflanzenschutzmittelaufwandes. Aus: Festveranstaltung und Kolloquium Sprühgeräte. Bearbeitet von S. Rietz und H. Ganzelmeier. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch. Berlin Dahlem, Heft 292, 184-187.
- RÖDLER, G., 1995: Untersuchungen über Abtrift und Abtropfverluste und der damit verbundenen unerwünschten Bodensedimentation von Pflanzenschutzmitteln im Weinbau unter Einbeziehung der Recyclingtechnik. Der Winzer, Heft 5, 12-14.
- SCHMIDT, K., 1991: Untersuchungen zur Abtrift beim Sprühen im Obstbau mit reduziertem Flüssigkeitsaufwand. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Braunschweig, Merkblatt Nr. 68.
- SIEBERS, J., HAENEL, H.-D., GOTTSCHILD, D., 1993: Untersuchungen zur Verflüchtigung von Lindan unter Freilandbedingungen - Bestimmung aus Konzentrationsmessungen in Luft und aus Rückstandsmessungen. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 45, 240-246.

- SIEGFRIED, W., KREBS, Ch., RAISIGL, U., 1990: Applikationstechnik im Obstbau - Vergleich verschiedener Gebläsespritzen. Schweiz. Zeitschrift für Obst- und Weinbau 126, 185-197.
- SIEGFRIED, W., RAISIGL, U., 1991: Erste Erfahrungen mit dem Joco-Recyclinggerät im Rebbau. Schweiz. Zeitschrift für Obst- und Weinbau 127, 154-160.
- SIEGFRIED, W., HOLLIGER, E., RAISIGL, U., 1993: Tunnel-Recyclinggeräte - die neue Sprühtechnik im Obst- und Rebbau. Schweiz. Zeitschrift für Obst- und Weinbau 129, 36-43.
- UHL, W., 1995: Weniger Abtrieb beim Pflanzenschutz im Weinbau. Rebe und Wein, Heft 2, 50-52.

## 9 Danksagung

Die Planung und Durchführung der umfangreichen Arbeiten war nur mit vielfältiger Unterstützung möglich. Folgenden Institutionen, Firmen und Personen sei für ihren Einsatz besonders gedankt:

Dem Ministerium für Landwirtschaft und Forsten des Landes Rheinland-Pfalz für die finanzielle Unterstützung; Herrn Ipach, LLFA Neustadt, für die Hilfe bei der Versuchsplanung und Sediment-Messung sowie die Überlassung von Geräten; den Kollegen Dir. und Prof. Dr. Ganzelmeier und Dr. Moll von der BBA für die Unterstützung bei der Versuchsplanung und bei der Auswertung und Interpretation der Versuchsergebnisse; den Herren Junk und Haas<sup>†</sup> von der Weinbauschule Bernkastel-Kues sowie Herrn Treis von der Weinbauberatungsstelle Bullay für die Hilfe bei der Auswahl der Versuchsflächen und der Durchführung der Behandlungen; den Herren Losen (Piesport), Kreuzberger (Bernkastel-Kues), Zender (Wittlich), Krötz (Wittlich) und Schneiders (Pommern) für die Bereitstellung von Versuchspartzen und ihre Hilfe bei den Behandlungen; den Firmen Air-Lloyd (St. Augustin) und DHD (Ochtendung) für die Durchführung der Hubschrauberbehandlungen und das bereitwillige Eingehen auf unsere Wünsche; den Mitarbeitern unseres Instituts für die sorgfältige Durchführung der Arbeiten in Weinberg und Labor.