

Aus dem Institut für Phytopathologie und Angewandte Zoologie  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

**Untersuchungen zum Krankheitsmanagement  
von Echtem Mehltau und Rotem Brenner  
an Weinreben in Franken**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. agr.)  
beim Fachbereich Agrarwissenschaften,  
Ökotoxikologie und Umweltmanagement  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von  
**Irene Reh**  
aus Wipfeld

Gießen 2003

**Justus-Liebig-Universität Gießen**

**Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotoxikologie und  
Umweltmanagement (FB 09), Institut für Phytopathologie  
und Angewandte Zoologie**

**Inauguraldissertation zur Erlangung des akademischen  
Grades Doktor der Agrarwissenschaften  
– Dr. agr. –**

**Vorsitzender: Herr Prof. Dr. Opitz von Boberfeld  
1. Gutachter: Herr Prof. Dr. Schlösser  
2. Gutachter: Herr Prof. Dr. Friedt**

**Tag der mündlichen Prüfung: 11.07.2003**

**Nicht Kunst und Wissenschaft allein,**

**Geduld will bei dem Werke sein.**

**Ein stiller Geist ist jahrelang geschäftig.**

**Die Zeit erst macht die feine Gärung kräftig.**

**(J. W. v. Goethe)**

**Meinem Ehemann Andreas Reh  
und unserem Sohn Dominik**

---

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Echter Mehltau .....	1
1.2	Roter Brenner .....	2
<b>2</b>	<b>Standorte</b> .....	<b>7</b>
2.1	Rebanlagen .....	7
2.2	Witterungsdaten .....	8
<b>3</b>	<b>Material und Methoden</b> .....	<b>10</b>
3.1	Material .....	10
3.1.1	Nährmedium .....	10
3.1.2	Lactobaumwollblau .....	10
3.2	Methoden .....	10
3.2.1	Echter Mehltau .....	10
3.2.1.1	Behandlungen .....	10
3.2.1.2	Auswertung des Befalls .....	11
3.2.1.3	Jungweine .....	12
3.2.2	Roter Brenner .....	13
3.2.2.1	Blattdepots in Rebanlagen .....	13
3.2.2.2	Entwicklung der Apothezien .....	13
3.2.2.3	Ascosporenreifung .....	14
3.2.2.4	Entlassung der Ascosporen .....	15
3.2.2.5	Untersuchungen an Apothezien <i>in vitro</i> .....	15
3.2.2.5.1	Induktion der Fruchtkörper .....	15
3.2.2.5.2	Einsporisolate von Ascosporen .....	16
3.2.2.5.3	Kompatibilität von Einsporisolaten .....	16
3.2.2.5.4	Testung von Antimykotika .....	17
3.2.3	Statistische Auswertung .....	17
3.2.3.1	Befallsbonituren .....	17
3.2.3.2	Anwendung des Dreieckstests bei der Weinverkostung .....	17

---

<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b> . . . . .	<b>18</b>
4.1	Echter Mehltau. . . . .	18
4.1.1	Wirkung von NaHCO <sub>3</sub> . . . . .	18
4.1.2	Most- und Weinqualität . . . . .	21
4.2	Roter Brenner . . . . .	24
4.2.1	Entwicklung der Apothezien. . . . .	24
4.2.2	Differenzierung der Asci. . . . .	26
4.2.3	Ausschleuderung von Ascosporen. . . . .	27
4.2.4	Ascosporenflug . . . . .	30
4.2.5	Roter Brenner Befallserhebung. . . . .	34
4.2.6	Apothezienbildung <i>in vitro</i> . . . . .	34
4.2.7	Hemmung der Apothezienbildung. . . . .	36
<b>5</b>	<b>Diskussion</b> . . . . .	<b>38</b>
5.1	Echter Mehltau. . . . .	38
5.2	Roter Brenner . . . . .	42
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b> . . . . .	<b>49</b>
<b>7</b>	<b>Literatur</b> . . . . .	<b>51</b>
<b>8</b>	<b>Danksagung</b> . . . . .	<b>56</b>
<b>9</b>	<b>Anhang</b> . . . . .	<b>57</b>

## 1 Einleitung

Wie alle Kulturpflanzen wird auch die Rebe (*Vitis vinifera*) von stark schädigenden phytopathogenen Pilzen befallen. Zu ihnen zählen *Uncinula necator*, der Erreger des Echten Mehltaus, und *Pseudopezicula tracheiphila*, der Erreger des Roten Brenners.

### 1.1 Echter Mehltau

Der zu den Ascomycota zählende *Uncinula necator*, auch Oidium genannt, verhält sich hinsichtlich Eindringung ins Wirtsgewebe und Pilzentwicklung nach erfolgter Wirtsbesiedelung wie die anderen Vertreter von Echten Mehltaupilzen an einer Vielzahl von Kulturpflanzen (SCHLÖSSER 1997).

Neben einer Verringerung der photosynthetischen Aktivität durch den üblichen Mehltaurasen auf der Blattoberfläche erscheinen an den jungen Trieben schwärzliche, spinnenförmige Verfärbungen, deren Schadwirkung noch nicht hinreichend aufgeklärt ist. Besonders schädigend wirkt sich ein Traubenbefall aus, der ein Aufplatzen der Weinbeeren zur Folge hat. Die Wunden sind hervorragende Eintrittspforten für *Botrytis cinerea*, dem Erreger des Grauschimmels. Der austretende Saft fördert außerdem die Entwicklung von *Penicillium spp.* und *Trichothecium roseum*, sowie anderer Arten von Schimmelpilzen, deren Ausscheidungsprodukte negative Auswirkungen auf die Obst- und Weinqualität haben können.

Die vegetationslose Zeit kann der Mehltauerreger mit Kleistothezien, den Organen der sexuellen Fortpflanzung, überdauern. Von besonderer Bedeutung ist die Überwinterung von Myzel in den ruhenden Knospen der Weinrebe (PEARSON & GOHEEN 1998). Sie sind dann nicht mehr kompakt, sondern aufgelockert und gespleißt. Diese Art des Überdauerns ist noch für andere Echte Mehltaupilze bekannt (SCHLÖSSER 1997) so z.B. den Apfelmehltau (*Podosphaera leucotricha*) und den Rosenmehltau (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*). Die an aufbrechenden Knospen der Weinrebe häufig vorhandenen Milben, besonders die Kräuselmilbe (*Calepitrimerus vitis*), werden durch Behandlungen mit Netzschwefel weitgehend unterdrückt. Da Schwefel auch gegen Echte Mehltaupilze recht wirksam ist, kann eine solche Behandlung zur Minderung des Echten Mehltaus beitragen. Sie reicht aber nicht aus, um die Krankheitsentwicklung über die gesamte Saison zu

unterdrücken. Da alle bekannten Rebsorten mehr oder weniger anfällig für *U. necator* sind und der Echte Mehltau in jedem Jahr weit verbreitet vorkommt, müssen geeignete Maßnahmen zu seiner Verhinderung getroffen werden. Hierfür werden in der Regel verschiedene synthetische Fungizide empfohlen. Gibt es alternative Produkte, wenn diese Mittel nicht eingesetzt werden sollen? Durch Spritzbehandlungen mit wässrigen Extrakten von kompostiertem Kuhdung könnte ein Mehлтаubefall von 88 % auf 15 % verringert werden (KETTERER & SACKENHEIM 1991, SACKENHEIM 1993). In eigenen Freilandversuchen mit Kuhdung-Extrakten in den Jahren 1991, 1992 und 1993 mit dem cv. Bacchus in Franken konnte diese gute Wirksamkeit aber nicht bestätigt werden (REH & SCHLÖSSER 1994). In diesen Versuchen wurden außerdem Neem-Produkte (Neem Aza-S, Neem Aza-F), Telmion und Natriumhydrogencarbonat (Soda) auf ihre Wirksamkeit im Vergleich zu einer Anwendung von Standard-Fungiziden geprüft. Dabei wurden zum Teil beträchtliche Behandlungserfolge erzielt. Da wässrige 1 % Sodalösungen, ohne Zusatz von Tensiden, die Krankheitsentwicklung an Blättern, Trieben und Beeren eindrucksvoll verringerten, sollte in einem weiteren Feldversuch im Jahr 1994 dieser Befund bestätigt werden. Dabei sollte nicht nur die Krankheitsentwicklung evaluiert werden, sondern auch mögliche Auswirkungen auf die Weinqualität.

## 1.2 Roter Brenner

Der Pilz *Pseudopezicula tracheiphila* (Müller-Thurgau) Korf & Zuang, vor 1986 *Pseudopeziza tracheiphila* Müller-Thurgau (KORF et al. 1986), verursacht an Blättern der Weinrebe den „Roten Brenner“ (RB). Diese Krankheit ist zwar in allen europäischen Anbaugebieten vorhanden (MÜLLER-THURGAU 1913), sie trat aber meist nur sporadisch und lokal begrenzt auf (GACHON & TISSOT 1972, SIEGFRIED & SCHÜEPP 1983). Sie kommt auch in Weinbaugebieten der USA vor (PEARSON et al. 1986). Allerdings wird sie dort durch die nahe verwandte Art *Pseudopezicula tetraspora* verursacht (PEARSON et al. 1988), die statt 8 nur 4 Ascosporen pro Ascus enthält.

In letzter Zeit hat das Ausmaß des RB ständig und erheblich zugenommen, so in Frankreich (GACHON & TISSOT 1972) in der Schweiz (KUNDERT & BOLAY 1986), in Österreich (HENNER 1970), in Ungarn (FARKA & MIKULAS 1994) und in Baden-Württemberg (STARK-NOTHELFER 1986). Auch im Weinbaugebiet Franken hat der RB

in den letzten 10-15 Jahren ständig an Bedeutung zugenommen. Es wird vermutet, dass die Befallszunahme auf veränderte Bodenpflegemaßnahmen zurückzuführen ist, wie z.B. die Unterlassung der Bodenbearbeitung im Winter bzw. der Durchführung von Dauerbegrünung in den steileren Lagen (STARK-NOTHELFER 1986). Beide Maßnahmen verzögern die Zersetzung befallener Blätter auf dem Boden und damit eine ausreichende Verringerung des Inokulums des Erregers durch mikrobielle Antagonisten.

*P. tracheiphila* überwintert an befallenen Rebblättern auf dem Boden, auf denen sie im Frühjahr Apothezien (Abb. 1) ausbildet (MÜLLER-THURGAU 1913). In den Asci (Abb. 2) entstehen jeweils 8 Ascosporen (MÜLLER-THURGAU 1913c, NIEMEYER 1958, KORF et al. 1986), die im Frühsommer ausgeschleudert werden (LEHOCZKY 1966).

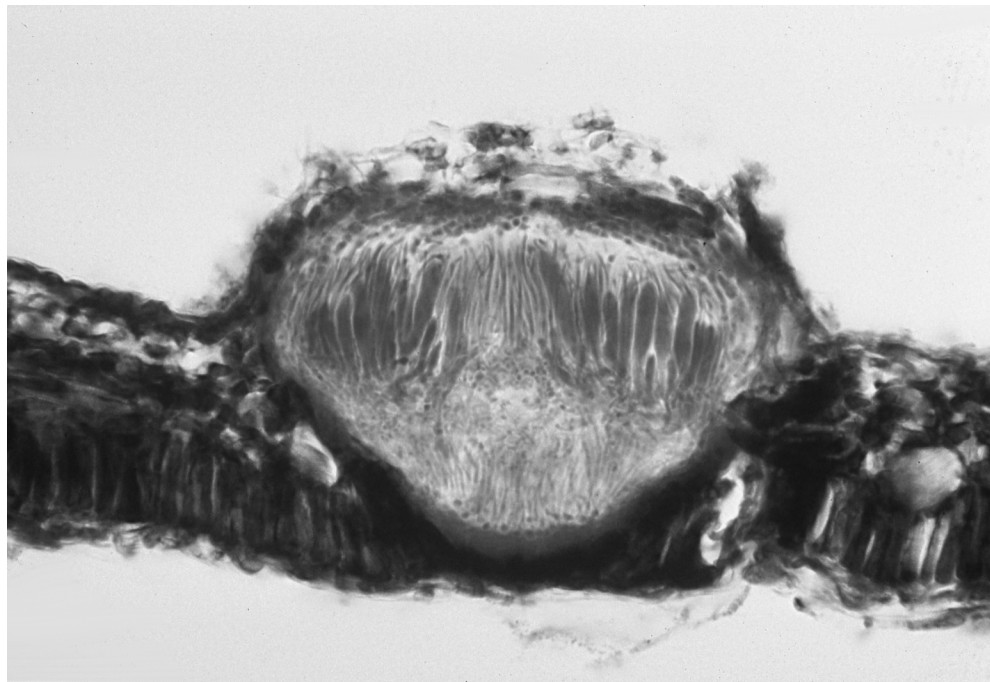


Abb. 1: Querschnitt durch ein Apothezium von *P. tracheiphila* auf einem Rebblatt (100 x); Blattprobe vom 07.05.1992

Nach deren Keimung dringt der Pilz direkt ins Blattgewebe ein und besiedelt überwiegend die Blattadern (REISS 1996, REISS et al. 1997). Eine Verstopfung der Leitgefäße stört die Wasser- und Nährstoffversorgung der von ihnen abhängigen



Blattgewebe. Es entstehen Blattnekrosen (Abb. 3), die meist von einem ausgeprägten gelben Halo umgeben sind (MÜLLER-THURGAU 1903a). Ein starker Befall

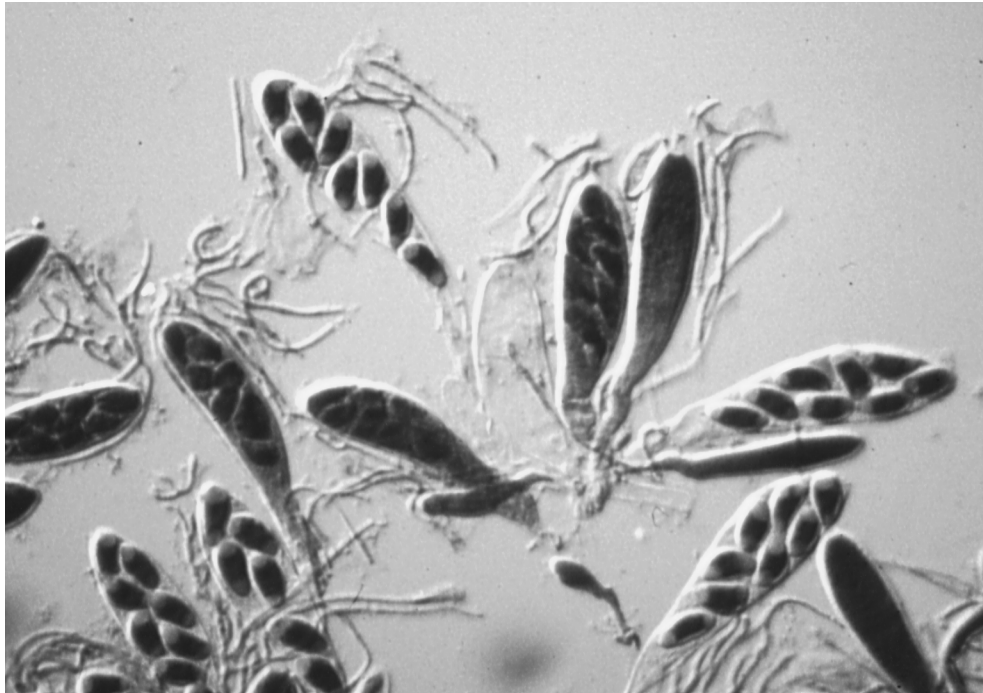


Abb. 2: Quetschpräparat eines reifen Apotheziums von *P. tracheiphila* mit Ascis und Ascosporen (370 x)

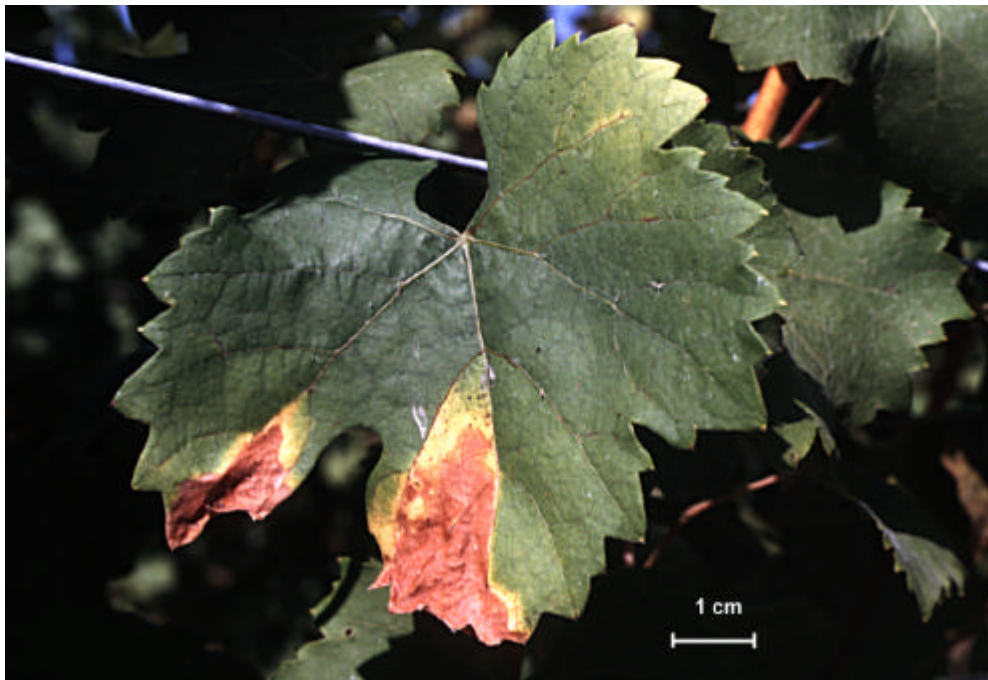


Abb. 3: Durch *P. tracheiphila* verursachte Nekrose mit gelber Randzone auf einem Blatt von cv. Bacchus.

durch diese Tracheomykose führt oft zu einer vorzeitigen Entlaubung des unteren Drittels der Weinstöcke (NIEMEYER 1958). Die dadurch bedingte geringere Produktion von Assimilaten hat einen schlechteren Fruchtansatz zur Folge (Verrieseln). Ein Befall unreifer Weinbeeren ist möglich, er wird aber nur schwer erkannt, da das Symptom große Ähnlichkeit mit Verrieselungsschäden hat (NIEMEYER 1958). Bei schwerem Befall kann die Ertragsminderung 50-70 % betragen (HENNER 1970, SIEGFRIED & SCHÜEPP 1983).

Da die meisten Rebsorten mehr oder weniger anfällig sind, müssen die Reben in ausgesprochenen Befallslagen durch vorbeugende Anwendungen von synthetischen Fungiziden gegen den Erreger des RB geschützt werden (MUCKENSTURM 1996, MOLOT 1998). Dabei können 2-4 Behandlungen notwendig werden, bevor im Rahmen der Behandlungen gegen den Falschen Mehltau (*Plasmopara viticola*) der Erreger miterfasst wird (SIEGFRIED 1995). Um eine Behandlung mit synthetischen Fungiziden oder alternativen Materialien optimieren zu können, müssen die Bedingungen für die Entwicklung des Erregers in Rebanlagen von der Bildung der Apothecien bis zur Ausschleuderung der Ascosporen bekannt sein. Trotz einiger Untersuchungen (LEHOCZKY 1966, PEARSON et al. 1991, REH et al. 1993, REISS 1996, REISS & ZINKERNAGEL 1997) waren die Kenntnisse über die epidemiologischen Grundlagen der Entwicklung von *P. tracheiphila* in der vegetationslosen Zeit unzureichend. Daher sollten die Phasen der Differenzierung des Erregers an abgefallenen Rebblättern an verschiedenen Standorten in Franken untersucht werden. Als Einflussgrößen wurden die Feuchtigkeit (Regenfall, Blattnässe) und die Temperatursumme (s. 2.2) gewählt und in Bezug zu mikroskopischen Befunden der Pilzentwicklung gesetzt. Diese epidemiologische Studie sollte die Basis für eine möglichst einfache und zuverlässige Voraussage möglicher Infektionstermine des monozyklischen Erregers schaffen, um gezielte Pflanzenschutzmaßnahmen durchführen zu können. Dabei interessierte besonders die Frage, ob und inwieweit die Temperatursumme in Verbindung mit den Feuchtigkeitswerten für eine Befallsprognose geeignet ist.

Der Echte Mehltau und der RB haben beide ein beträchtliches Schadenspotential. Es müssen daher Maßnahmen zur Schadensminderung ergriffen werden. Im Prinzip können beide pilzlichen Krankheitserreger mit synthetischen Fungiziden unterhalb

der wirtschaftlichen Schadensschwelle gehalten werden. Es wird aber immer häufiger gefordert, die Anwendung solcher Mittel stark zu reduzieren oder ganz abzusetzen. Dies ist aber nur möglich, wenn andersartige Maßnahmen zur Schadensbegrenzung zur Verfügung stehen. In diesem Sinne sollen die in der vorliegenden Arbeit durchgeführten Untersuchungen zu einem umweltfreundlicheren Krankheitsmanagement beitragen.

## 2 Standorte

### 2.1 Rebanlagen

Als Basis für alle epidemiologischen Untersuchungen des RB und den Behandlungen gegen *U. necator* im Freiland wurden Rebanlagen in Franken genutzt (Abb. 4).

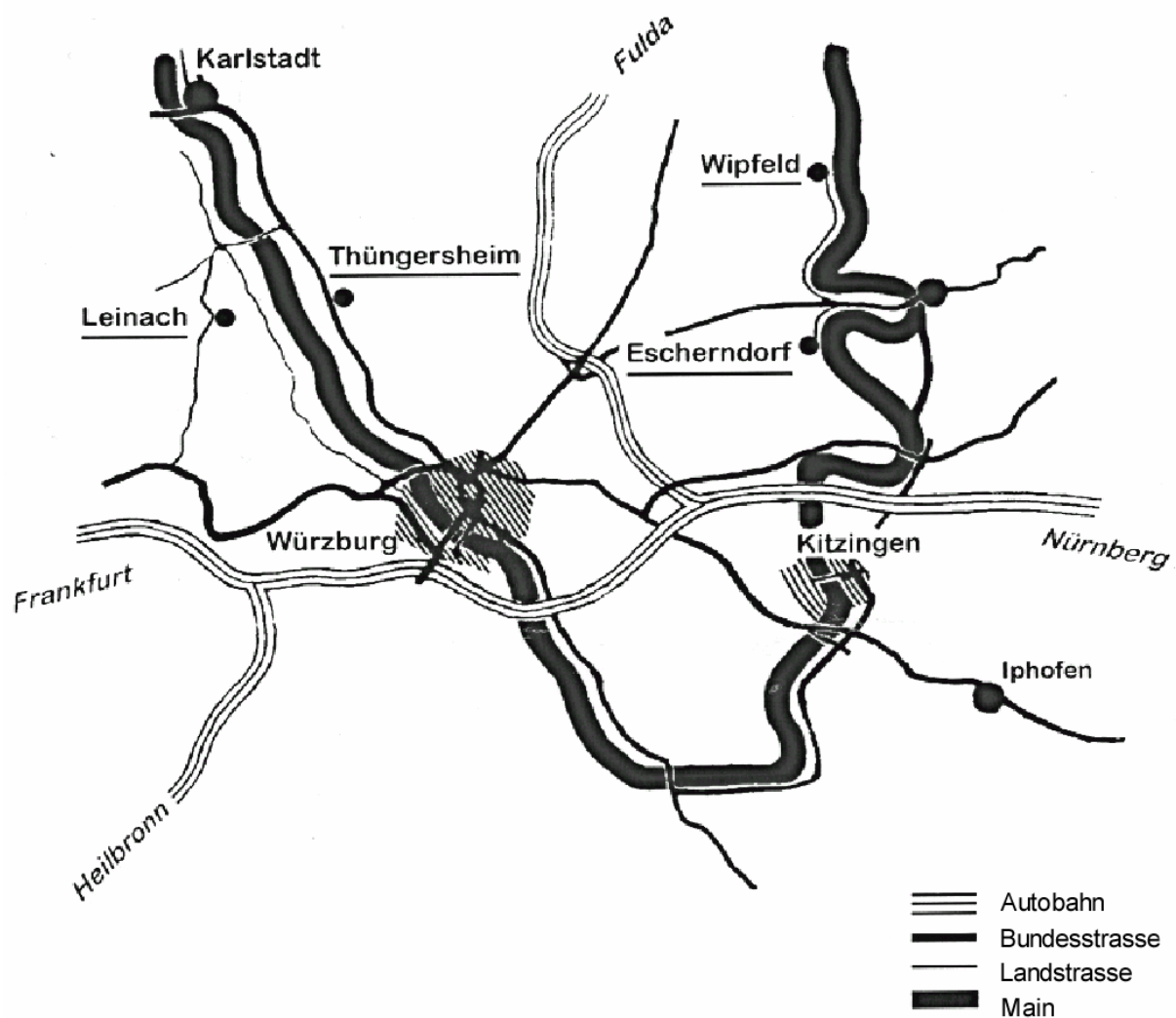


Abb. 4: Standorte (unterstrichen) der Rebanlagen für epidemiologische Untersuchungen des Roten Brenners in Franken.

Die ausgewählten Rebanlagen sind mit folgenden Rebsorten bestockt (Tab. 1):

Tabelle 1: Standorte, Rebsorten und Jahre, in denen Freilandmaterial untersucht wurde (+).

Standort	Rebsorte	Untersuchungen		
		1992	1993	1994
Thüngersheim	Müller-Thurgau	+	+	+
Escherndorf	Silvaner	-	+	+
Wipfeld	Bacchus	-	+	+
Leinach	Zweigelt blau	-	-	+

Die Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau in Veitshöchheim stellte 1992 mit dem Versuchsfeld "Lehmental" in Thüngersheim einen Standort zur Verfügung, der in den Jahren zuvor einen starken Befall durch *P. tracheiphila* aufwies. In den für 1993 und 1994 zusätzlich ausgewählten Standorten verschiedener privater Winzer war ebenfalls ein hoher Befallsdruck vorhanden, der regelmäßig zu einem starken Auftreten des RB führte.

Die Behandlungen mit Natriumhydrogencarbonat zur Schadensminderung des Echten Mehltaus wurden 1994 an der Sorte "Bacchus" am Standort Wipfeld (Abb. 4) durchgeführt.

## 2.2 Witterungsdaten

Für eine standortgerechte Erfassung der Witterungsdaten in den Weinbergen wurde in allen Versuchsanlagen ein Wetterhäuschen 1,5 m über dem Boden aufgestellt. Zur Aufzeichnung der Temperaturdaten, der Relativen Luftfeuchte sowie der Blattnässe diente ein LUFFT-Thermohygrograph (Nr. 8341.01) mit einem Blattbenetzungsschreiber. Die durchschnittlichen Tagestemperaturen errechneten sich nach dem

*Mannheimer Mittel* des Deutschen Wetterdienstes in Offenbach nach folgender Formel:

$$\text{Durchschnittliche Tagestemperatur} = \frac{\text{Temp. } 8.^{00} + \text{Temp. } 15.^{00} + 2 \times \text{Temp. } 22.^{00}}{4}$$

Für die Bildung der Temperatursumme werden ab dem 1. Januar alle Tage mit einer Durchschnittstemperatur  $>8^{\circ}\text{C}$  berücksichtigt, wobei nur die Differenzen zum Grenzwert von  $8^{\circ}\text{C}$  addiert werden.

Die Blattnässedauer in Stunden kann direkt aus dem Diagramm des Blattbenetzungsschreibers abgelesen werden. Die Niederschläge ( $\text{l/m}^2$ ) wurden im Jahr 1992 wöchentlich mit einem Regenschirm (Regenzylinder) bestimmt. In den Jahren 1993 und 1994 kamen auf allen Standorten halbautomatische Regenschirm der Firma LAMBRECHT KG, Göttingen, zum Einsatz. Das Regenwasser läuft in einem Gerätetrichter zusammen und wird in ein Steigrohr geleitet. Der mit einem Schwimmer kombinierte Schreiber überträgt den Wasseranstieg auf ein Diagramm. Die Diagrammtrommel selbst wird durch ein Uhrwerk angetrieben, mit 7-tägiger Trommelumdrehung und wöchentlichem Auswechseln der Diagramme. Somit wird zum einen der gefallene Niederschlag gemessen, 1 mm auf dem Diagramm entspricht  $1 \text{ l/m}^2$ , zum anderen sind auch Beginn und Ende der Regenphase exakt erkennbar.

### 3 Material und Methoden

#### 3.1 Material

##### 3.1.1 Nährmedium

*Rebstielagar:* (Empfehlung Dr. W. Siegfried, EFA Wädenswil, Schweiz, anlässlich eines Informationsbesuches am 29.04.1992; vergl. MÜLLER-THURGAU 1903b)

- 10 g Rebstiele in 5 mm kleine Stückchen schneiden  
in 500 ml entmineralisiertem Wasser (EW) 15-25 min kochen,  
Sud abfiltrieren und mit EW auf 500 ml auffüllen, autoklavieren
- 20 g Bactoagar mit 500 ml EW autoklavieren,  
etwas abkühlen lassen und 3 Teile mit 1 Teil des Suds zusammengießen

##### 3.1.2 Lactobaumwollblau

Alle Anfärbungen pilzlicher Strukturen wurden mit folgender Farblösung vorgenommen (G. Willems, mündliche Mitteilung).

*Lactobaumwollblau:*

100	ml Glycerin
100	ml Milchsäure (80-85 %)
100	ml EW
2,25	g Anilinblau (Baumwollblau)

Zwei Stunden rühren, einen Tag stehen lassen und anschließend abfiltrieren.

Bei der Herstellung dieser Lösung wurde auf die sonst übliche Zugabe von Phenol verzichtet.

#### 3.2 Methoden

##### 3.2.1 Echter Mehltau

###### 3.2.1.1 Behandlungen

Der Versuch wurde 1994 in einem Weinberg in Wipfeld (Abb. 4) mit 17 Jahre alten Reben des cv. Bacchus durchgeführt. Jede Variante bestand aus 4 Wiederholungen (Reihen) á 8 Rebstöcken, also insgesamt 32 Weinreben. Zwischen zwei behandelten Reihen blieb jeweils eine Reihe unbehandelt. Im Entwicklungsstadium 5 (EICHORN &

LORENZ 1977) wurde am 22. April eine Knospenbehandlung mit 9,75 kg Netzschwefel/ha durchgeführt, um Echten Mehltau und Milbenbefall zu kontrollieren. Die wässrigen Lösungen von 0,3, 0,5, 0,7 und 1,0 % Natriumhydrogencarbonat (NHC) wurden mit einer Rückenspritze an drei Terminen ausgebracht (Tab. 2).

Tabelle 2: Behandlungen mit Natriumhydrogencarbonat (NHC)

Termin 1994	Wassermenge in l/ha	Entwicklungsstadium
11.07.	1059	Stecknadelkopfgröße
22.07.	1165	Beginn des Traubenschlusses
05.08.	1217	Reifebeginn

Die Lösungen von NHC enthielten keine Tenside oder andere Materialien. Die Hilfsstoffe wurden deshalb nicht verwendet, um die alleinige Wirkung von NHC beurteilen zu können.

### 3.2.1.2 Auswertung des Befalls

Von jeder der vier Wiederholungen pro Variante wurden 25 Blätter und Trauben (4 x 25 = 100) auf den Mehltaubefall nach folgendem Schema bewertet (FLICK et al. 1988):

Klasse	% Befall	Symbol
1	0	$N_0$
2	> 0-5	$N_1$
3	> 5-25	$N_2$
4	>25-100	$N_3$

Von den Befallsbonituren wird ein Krankheitsindex ( $KI$ ) errechnet:

$$KI = \frac{N_1 \times 0,0025 + N_2 \times 0,15 + N_3 \times 0,625}{25}$$



Mit dem *KI* wird der Befall an Blättern und Trauben in den einzelnen Varianten zuverlässig charakterisiert. Ein Befall von Echtem Mehltau ruft an jungen Trieben eine Bildung "spinnenartiger" schwärzlicher Verfärbungen hervor, die für diese Erkrankung charakteristisch sind. Sie werden wie folgt bewertet:

$X = \text{schwarze Flecke} \leq 3 \text{ mm}$

$Y = \text{schwarze Flecke} > 3 \text{ mm}$

Von diesen Werten wird ein Krankheitsindex errechnet:

$$KI = \text{Durchschnitt} (X_1 \dots X_5) + 10 \times \text{Durchschnitt} (Y_1 \dots Y_5)$$

Von jeder der vier Wiederholungen einer jeden Variante wurden fünf 10-cm Stücke aus der Nähe des 6. Knotens frischer Triebe ausgewertet.

### 3.2.1.3 Jungweine

Die Weinbeeren wurden am 28.09.1994 geerntet. Alle Trauben der vier Wiederholungen jeder Variante wurden vereinigt und noch am selben Tag mit einer Speidel-Hydropresse 180 Liter (Wasserdruck 3 Bar) im elterlichen Betrieb ausgepresst. Für jede Variante, außer 0,3 NHC, wurden zwei 25 l-Fermenter mit jeweils 20 l Most gefüllt und unter Zusatz von Hefe (*Saccharomyces cerevisiae*, 2 g/l) fermentiert. Der junge Wein wurde nach Standardverfahren (Filtration, Schwefelung) gewonnen. Die Herstellung der Jungweine erfolgte in der Anlage der Gebietswinzergenossenschaft Franken in Kitzingen-Repperndorf. Diese Weine wurden am 07.04.1995 am Institut für Weinbau und Kellerwirtschaft der Forschungsanstalt Geisenheim evaluiert. Die fachmännische Verkostung durch 19 Prüfer erfolgte mittels eines Dreieckstests (DIN 10 951).

### 3.2.2 Roter Brenner

#### 3.2.2.1 Blattdepots in Rebanlagen

Am 30. April 1992 wurden im Entwicklungsstadium des Knospenschwellens vorjähriges, befallenes Reblaub gesammelt und in 4 Schalen (45 x 30 cm) in der Rebanlage aufgestellt. Zum Schutz gegen Windverwehung der Blätter wurden die Schalen mit feinmaschigem Rebschutzgitter überspannt. Zu diesem Zeitpunkt hatte das Reblaub durch die natürliche Verrottung eine poröse Struktur, völlig unzerstörte Blätter waren kaum vorhanden. Über eines der Depots wurde mit Beginn der Reifephase in 1 cm Abstand zur Oberfläche ein Drahtgitter installiert, auf dem Objektträger für die Ermittlung des Sporenfangs aufgelegt werden konnten. Die restlichen Blattdepots dienten der Entnahme von Proben für die nachfolgenden Untersuchungen.

In den Folgejahren 1993 und 1994 sollte mit erhöhtem Inokulumspotential gearbeitet werden. Daher wurde bereits Ende Juli des jeweiligen Vorjahres RB-krankes Laub von den Reben abgepflückt, getrocknet und in einem Kellerraum trocken gelagert. Ende Oktober wurde das Material im Freiland ausgelegt und im Frühjahr des entsprechenden Versuchsjahres, wie vorstehend beschrieben, genutzt.

#### 3.2.2.2 Entwicklung der Apothezien

**Untersuchungszeitraum Ende April bis Ende Juni 1992:** Der Schadpilz bildet im Frühjahr auf überwinterten Rebblättern schalenförmige Apothezien aus. Ab dem 30.04. (Rebstadium 03 Knospenschwellen) wurden mit Hilfe eines Gefriermikrotoms (Fabrikat Leitz) in 14-tägigen Abständen Blattschnitte von 40-50 µm hergestellt. Die mit Lactobaumwollblau angefärbten Präparate ermöglichten bei der mikroskopischen Kontrolle erste Aussagen über den Entwicklungsstand. Ab Ende Juni 1992 konnten keine Gefriermikrotomschnitte mehr hergestellt werden, da der Blätterfall als auch die zunehmende Reifung der Apothezien dies nicht mehr zuließen.

**Untersuchungszeitraum Anfang Mai bis Mitte Juli:** Pro Untersuchungstermin, 1992 wöchentlich, 1993 und 1994 2 x pro Woche, wurde aus den Blattdepots Blattmasse entnommen, möglichst ohne die Oberfläche zu zerstören. Die Aufarbeitung dieses Materials erfolgte noch am gleichen Tag (nach W. Siegfried, mündliche Mitteilung; siehe auch REISS & ZINKERNAGEL 1993). Hierzu wurden die

Proben 5-20 min in Leitungswasser gequollen. Die vollgesogenen Apothezien treten aus der Blattoberfläche hervor und sind auch bei kleinster Vergrößerung unter einer Stereolupe (Fabrikat Will Strübin, Wetzlar, 7 bis 45-fach, verwendete Lichtquelle: Schwanenhalsleuchte Fabrikat SCHOTT Mainz KL 150B 1,25A) gut zu erkennen. Die Beurteilung der Apothezienentwicklung erfolgte an 100 Apothezien nach 4 Kategorien: *geschlossen*, *aufbrechend*, *offen* und *leer*. Der Anteil in den einzelnen Kategorien wird in Prozent angegeben.

### 3.2.2.3 Ascosporenreifung

Mit fortschreitender Entwicklung differenzieren sich die Asci, dabei werden jeweils 8 Sporen gebildet. Die Apothezien platzen auf, reife Asci schleudern ihre Sporen aus. Eine genaue Aussage über den Reifegrad ist erst möglich, wenn Werte über die Differenzierung der Asci vorliegen. Hierzu wurden ab dem 1. Mai Fruchtkörper, die sich während des Quellens bei der Kontrolle der Apothezienentwicklung weit öffneten - in denen also reife Ascosporen vermutet werden konnten - mit einer Impfnadel aus dem Blattgewebe herausgelöst. Sie wurden auf einen Objektträger gegeben, mit Lactobaumwollblau angefärbt und unter dem Deckglas mit einer drehend stupsenden Fingerbewegung leicht gequetscht. Die lichtmikroskopische Auswertung dieser Quetschpräparate wurde nach 4 Kategorien vorgenommen:

<i>undifferenziert</i>	=	Hypheninhalt besteht aus feinkörnigem Plasma,
<i>intermediär</i>	=	Hypheninhalt wird grobkörniger, Sporenform erkennbar
<i>differenziert</i>	=	8 Ascosporen mit Nukleus deutlich zu erkennen
<i>leer</i>	=	Ascosporen entlassen

Im 1. Versuchsjahr 1992 wurden in wöchentlichen Abständen von insgesamt 10 Apothezien jeweils 100 Asci beurteilt (REH et al. 1993). In den Folgejahren 1993 und 1994 wurden pro Standort 2 x wöchentlich wiederum 10 Apothezien untersucht. Es erfolgte noch eine Verfeinerung dieser Auswertung dahingehend, dass alle Asci jedes Apotheziums ausgezählt wurden. Von den in den jeweiligen Kategorien ermittelten Werten wurden dann die Durchschnittswerte errechnet und in Prozent angegeben.

### 3.2.2.4 Entlassung der Ascosporen

Pro Untersuchungsperiode wurden über jedes Blattdepot 5 Objektträger ( $N_1 - N_5$ ) auf die Drahtgitter ausgelegt. Es wurde darauf geachtet, dass neue Objektträger wieder auf die gleichen Stellen ausgelegt wurden, um so eine Vergleichbarkeit der Werte zu gewährleisten. Die ausgeschleuderten Ascosporen bleiben wegen ihrer klebrigen Umhüllung ohne Klebstoff an den Objektträgern haften. Nach dem Auswechseln wurde Lactobaumwollblau auf die Objektträger geträufelt und mit einem Mariental-Deckglas der Größe 60 x 24 mm (= 14,4 cm<sup>2</sup>) abgedeckt. Die Auszählung der Präparate erfolgte ganzflächig über die 14,4 cm<sup>2</sup>, die Werte wurden in *Ascosporen/cm<sup>2</sup>* umgerechnet:

$$\text{Sporen/cm}^2 = \frac{N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5}{5} \times \frac{1}{14,4}$$

Durch die Färbung der Sporen wird einmal eine bessere Erkennbarkeit erreicht, zum anderen werden sie haltbar gemacht. Auch ohne Versiegelung entstehen so Dauerpräparate, die noch zu einem wesentlich späteren Zeitpunkt ausgewertet werden können.

### 3.2.2.5 Untersuchungen an Apothezien *in vitro*

#### 3.2.2.5.1 Induktion der Fruchtkörper

Die Bildung von Apothezien auf befallenen Rebblättern wird durch mehrfachen Wechsel von Einquellen und Abtrocknen erkrankter Blattgewebe erreicht. Hierzu wird das Material in kleine Gazebeutel gegeben und jeweils 30 Minuten unter kaltem, fließendem Leitungswasser gespült. Dies bewirkt neben einem gründlichen Durchfeuchten der Blattpartien gleichzeitig noch eine Oberflächenreinigung von Bakterien, Hefen und Schimmelpilzen. Danach werden die Blattstücke zum Trocknen auf trockenes Filterpapier in Petrischalen ausgelegt. Zum Schutz vor Verunreinigungen werden die Schalen mit einem Deckel verschlossen. Nach 2-3 Tagen bei Zimmertemperatur und natürlichem Tag-Nachtwechsel lässt man die Blattstückchen erneut quellen und wieder abtrocknen. Je nach dem ursprünglichen Trockenheitsgrad der Blätter muss diese Behandlung mehrmals wiederholt werden, bis sich die Apothezien stark aus der Blattoberfläche hervorheben und unter der Stereolupe ein Aufbrechen der Fruchtkörper zu erkennen ist.

### 3.2.2.5.2 Einsporisolate von Ascosporen

Die Gewinnung einzelner Ascosporen wurde mit folgender Anordnung erreicht. Ein größeres Blattstückchen mit 2-3 reifen Apothezien wird auf Filterpapier in einer Petrischale gelegt. Das Papier war zuvor mit entmineralisiertem Wasser gut getränkt worden, um ein Aufquellen der Apothezien zu erreichen. Die Ascosporen werden in der sich anschließenden Phase einer langsamen und kontinuierlichen Austrocknung des gesamten Systems aus den Apothezien nach oben herausgeschleudert. Um sie aufzufangen, wird eine mit Wasseragar ausgegossenen grosse Glasschale über das System gestülpt. Am nächsten Tag wird unter dem Mikroskop kontrolliert, ob eine Sporenausschleuderung stattgefunden hat. Es zeigte sich, dass ausgeschleuderte Ascosporen wegen ihrer klebrigen Außenhülle oft häufchenweise auf dem Agar zusammenhängen, was eine Isolierung einzelner Sporen unmöglich macht. Durch eine Erhöhung des Abstandes zwischen den Apothezien und dem Wasseragar auf 2-3 cm konnte diese Schwierigkeit weitgehend vermieden werden. Aufgrund der Ausweitung des Streuradius werden jetzt einzeln liegende Sporen gefunden. Sie können mit einem Korkbohrer aus dem Wasseragar ausgestanzt, auf Petrischalen mit sterilem Rebstielagar übertragen und als Einsporisolate weiter kultiviert werden.

### 3.2.2.5.3 Kompatibilität von Einsporisolaten

Nach REISS & ZINKERNAGEL (1993) ist *P. tracheiphila* ein heterothallischer Pilz. Dies bedeutet, dass zwei kompatible Einsporisolate zusammenwachsen müssen, damit eine Bildung fertiler Fruchtkörper initiiert wird. Dies wird auf folgende Weise erreicht:

Mit einem Korkbohrer werden von frischen Rebblättern Blattscheiben von 25 mm Durchmesser ausgestanzt und in Glaspetrischalen auf drei Lagen Filterpapier ausgelegt. Nach dem Autoklavieren bei 121°C für 20 Minuten werden die Blattscheiben mit zwei verschiedenen Einsporisolaten beimpft. Dabei werden 5 mm große myzelbewachsene Agarscheiben im Abstand von etwa 1 cm mit dem Myzel nach unten gegenübergesetzt. Die Petrischalen werden mit einem Glasdeckel verschlossen, mit Parafilm abgedichtet und 17-21 Tage bei 20/16°C und 12/12 Stunden Licht-Dunkel im Klimaschrank inkubiert. Waren die beiden Einsporisolate kompatibel, dann werden in dieser Zeit fertile Apothezien ausgebildet.

#### 3.2.2.5.4 Testung von Antimykotika

Hier sollte geprüft werden, ob die Bildung von Apothezien bei kompatiblen Einsporisolaten mit bestimmten Materialien möglichst weitgehend unterdrückt werden kann. Dazu werden die Blattscheiben (s. 3.2.2.5.3) nach dem Autoklavieren einmal kurz in die Testlösungen getaucht und wieder in den Petrischalen ausgelegt. Die weitere Behandlung erfolgte wie vorstehend beschrieben. Abweichend wurden die inokulierten Blattscheiben für 21 Tage und 18-20°C bei einem Licht-Dunkel von 12/12 Stunden im Brutschrank inokuliert, danach für 7 Tage bei Zimmertemperatur unter natürlichem Licht. Jede Variante wurde jeweils in 9 Wiederholungen geprüft.

### 3.2.3 Statistische Auswertung

#### 3.2.3.1 Befallsbonituren

Alle Ergebnisse der Befallsbonituren bzgl. des Echten Mehltaus wurden einer Varianzanalyse unterzogen. Zur Anwendung kam der Tukey-Test mit  $P = 0,05$ .

#### 3.2.3.2 Anwendung des Dreieckstests bei der Weinverkostung

Beim sog. Dreieckstest werden zwei gleiche Proben und eine abweichende Probe verdeckt präsentiert. Die Prüfer müssen jeweils die abweichende Probe bestimmen. Die Wahrscheinlichkeit, die abweichende Probe zufällig zu erraten, beträgt  $P = 1/3$ . Dagegen beträgt die Zufallswahrscheinlichkeit für die falsche Bestimmung  $P = 2/3$  (je  $1/3$  für die beiden identischen Prüfproben).

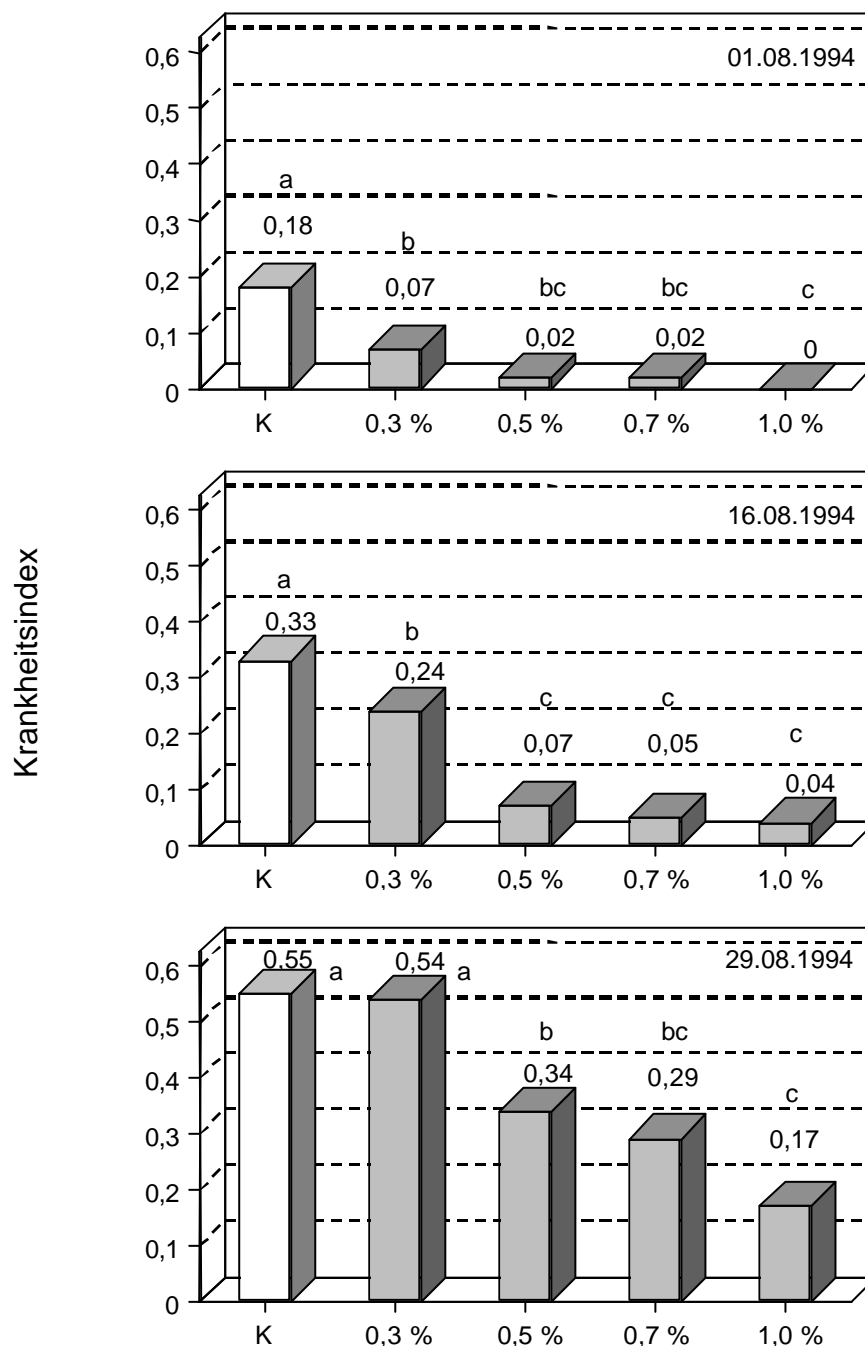
Es nahmen insgesamt 19 Prüfer an der Weinverkostung teil. Somit sind laut der Signifikanztabelle für die Dreiecksmethode (s. Anhang, S. 57) für ein Signifikanzniveau von 95 % ( $P = 5$  %) wenigstens 11 richtige Antworten erforderlich, für 99 % ( $P = 1$  %) sind 12 und für 99,9 % ( $P = 0,01$  %) sind 13 richtige Antworten erforderlich.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Echter Mehltau

#### 4.1.1 Wirkung von NaHCO<sub>3</sub>

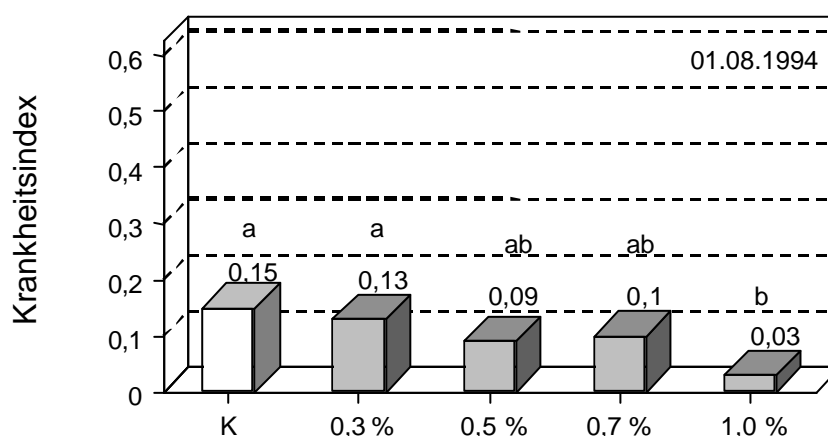
Die erste der drei Anwendungen von Natriumhydrogencarbonat (NHC) erfolgte am 11.07.1994. Zu diesem Zeitpunkt waren auf den Blättern die ersten Mehлтаupusteln



Werte mit unterschiedlichen Buchstaben sind im Tukey-Test signifikant verschieden ( $P = 0,05$ )

Abb. 5: Echter Mehltau an Blättern von cv. Bacchus nach Behandlungen mit wässrigen Lösungen von 0,3 – 1,0 % Natriumhydrogencarbonat im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle (K) an drei Boniturterminen

makroskopisch erkennbar. Die erste Befallsbonitur der Blätter erfolgte am 01.08. Vor diesem Zeitpunkt waren zwei Behandlungen am 11.07. und 22.07. durchgeführt worden. Es zeigte sich, dass alle Behandlungen den Mehltau signifikant reduziert hatten (Abb. 5), wobei 1,0 % NHC gegenüber den anderen Behandlungsvarianten signifikant besser wirksam war. Im weiteren Verlauf der Saison wurde der Mehлтаubefall erwartungsgemäß stärker. Trotzdem zeigte die Blattbonitur am 16.08., nach der letzten Behandlung am 05.08., dass alle vier Behandlungen den Mehltau im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle signifikant verringert hatten (Abb. 5). Dabei waren die Varianten 0,5, 0,7 und 1,0 % NHC in ihrer Wirksamkeit signifikant besser als 0,3 %. Bis zur letzten Bonitur am 29.08., einen Tag nach der Traubenernte am 28.09., hatte der Mehлтаubefall der Blätter weiter stark zugenommen. Jetzt war nur noch bei 0,5, 0,7 und 1,0 % NHC der Befall signifikant geringer (Abb. 5), wobei 1,0 % noch signifikant besser gewirkt hatte als die beiden anderen Konzentrationen. Neben der Wirkung gegen den Echten Mehltau hatten die Behandlungen mit NHC noch eine sehr beachtenswerte physiologische Nebenwirkung. Im Gegensatz zur hellgrünen Färbung un behandelter befallsfreier Blätter waren die behandelten Blätter dunkelgrün gefärbt und erschienen robuster und gesunder. Nach zwei Behandlungen am 11.07. und 20.07. war bei der Bonitur am 01.08. auch an den Trauben ein geringerer Mehлтаubefall zu beobachten (Abb. 6). Im Vergleich zum Blattbefall war die Wirkung allerdings weniger ausgeprägt. Ein ausreichender Effekt war nur bei 1,0 % NHC erkennbar.



Werte mit unterschiedlichen Buchstaben sind im Tukey-Test signifikant verschieden ( $P = 0,05$ )

Abb. 6: Echter Mehltau an Trauben von cv. Bacchus nach Behandlungen mit wässrigen Lösungen von 0,3 – 1,0 % Natriumhydrogencarbonat im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle (K)



An jungen Trieben waren die „spinnenartigen“ schwärzlichen Symptome (Abb. 7) am 03.10., fünf Tage nach der Lese, in allen Behandlungsvarianten deutlich geringer (Abb. 7, 8). Als besonders wirksam erwiesen sich 0,7 und 1,0 % NHC, die beide den Befall signifikant verringerten (Abb. 8).

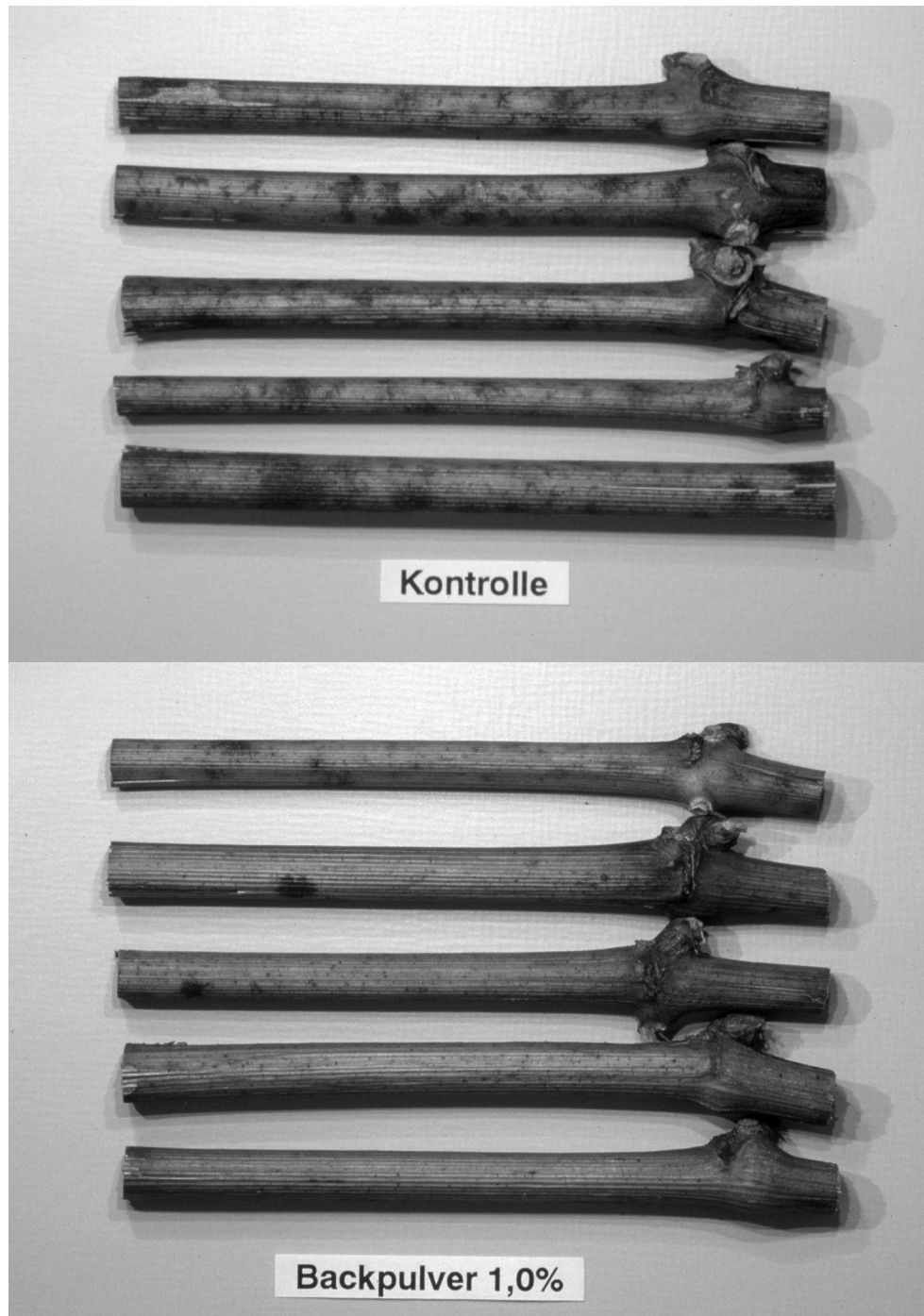
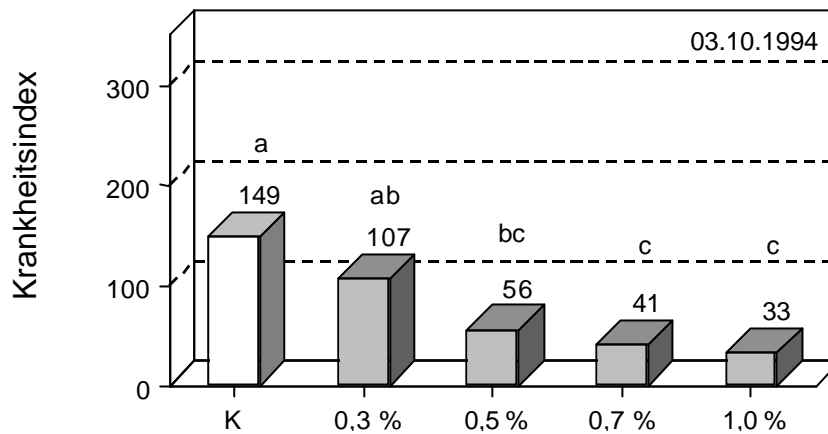


Abb. 7: Internodien junger Triebe des cv. Bacchus mit „spinnenartigen“ schwärzlichen Symptomen (Bild oben = Kontrolle (K) unbehandelt, Bild unten = Behandlungen mit wässriger Lösung von 1,0 % Natriumhydrogencarbonat)



Werte mit unterschiedlichen Buchstaben sind im Tukey-Test signifikant verschieden ( $P = 0,05$ )

Abb. 8: Echter Mehltau an jungen Trieben des cv. Bacchus nach Behandlungen mit wässriger Lösung von 0,3, 0,5, 0,7 und 1,0 % Natriumhydrogencarbonat im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle (K)

Insgesamt ergibt sich, dass durch Anwendungen von NHC-Lösungen der Echte Mehltau an Blättern, Trauben und jungen, im Herbst bereits verholzten Trieben des cv. Bacchus nachhaltig und signifikant verringert werden konnte.

#### 4.1.2 Most- und Weinqualität

Die gesamten Trauben einer jeden Variante wurden am 28.09.1994 geerntet und mit einer Hydropresse ausgepresst. Anschließend wurde der Most auf wichtige Eigenschaften analysiert (Tab. 3).

Tabelle 3: Analyse des Mostes von Trauben, die mit Lösung von Natriumhydrogencarbonat (NHC) behandelt worden waren

	Gesamtsäure g/l	Weinsäure g/l	pH	Oechsle °Öe
Kontrolle	8,6	3,6	3,30	94
NHC 0,3 %	9,7	4,4	3,38	93
NHC 0,5 %	9,1	3,9	3,35	92
NHC 0,7 %	9,6	4,2	3,34	92
NHC 1,0 %	9,0	3,6	3,34	91

Alle Werte für die behandelten Trauben entsprachen denjenigen unbehandelter Trauben. Demnach war keine erkennbare qualitätsmindernde Wirkung des NHC auf die Mostqualität vorhanden.

Von allen Varianten, außer 0,3 % NHC, wurden jeweils 20 l Most in zwei 25 l Glasballons abgefüllt und vergoren (s. 3.2.1.3). Nach Abschluss der Gärung wurde der junge Wein nach Standardverfahren filtriert, geschwefelt und auf Flaschen gefüllt.

Eine Analyse der Jungweine hinsichtlich Gesamtsäure, pH-Wert und Ethanolgehalt (Tab. 4) ergab keine Unterschiede zwischen unbehandelter Kontrolle und den behandelten Varianten.

Tabelle 4: Analyse des Jungweines nach der Vergärung

	Gesamtsäure g/l		pH		Ethanol vol. %	
	A	B	A	B	A	B
Kontrolle	6,8	6,7	3,25	3,28	12,17	12,22
NHC 0,5 %	6,7	6,9	3,31	3,27	12,51	11,22
NHC 0,7 %	6,7	6,6	3,35	3,33	12,63	12,74
NHC 1,0 %	6,6	6,7	3,35	3,31	12,60	12,59

A, B = zwei unabhängige Vergärungen

Die wichtigste Eigenschaft der Weine, ihr Geschmack, wurde am 07.04.1995 durch 19 Prüfer in einer Verkostung im Dreieckstest (DIN 10 951) beurteilt. Dabei werden in einer Serie jeweils drei Weine angeboten, von denen zwei gleich sind. Die Prüfer müssen herausfinden, welcher der drei Weine „anders“ ist.

Tabelle 5: Verkostung der Jungweine im Dreieckstest (DIN 10 951)

Serie	Bewertung (n = 19)		Besser als Kontrollwein
	falsch	richtig	
1. K - K - NHC 1,0 %	13	<b>6</b>	4
2. K - NHC 0,7 % - NHC 0,7 %	11	<b>8</b>	2
3. NHC 0,5 % - K - NHC 0,5 %	9	<b>10</b>	6

K = unbehandelte Kontrolle, NHC = Behandlung mit  $\text{NaHCO}_3$

Die Majorität der Prüfer konnte die Weine von behandelten Beeren nicht vom Wein unbehandelter Beeren unterscheiden (Tab. 5). Im Falle eines signifikanten Unterschiedes bei niedrigstem Signifikanzniveau ( $P = 5\%$ ) hätten bei einem Prüferpanel von  $n = 19$  mindestens **11** Verkoster die **richtige Antwort** geben müssen (s. Anhang, S. 57). Diese Vorgabe wurde bei allen drei Serien nicht erfüllt. Somit ist der Umkehrschluss zulässig, dass zwischen Behandlung und Kontrolle kein Unterschied besteht (Ergebnis signifikant). Zudem wurden von den Prüfern, die die richtige Antwort gaben, die Weine aus behandelten Beeren zu 50 % als geschmacklich besser eingestuft. Die Behandlungen mit NHC hatten demnach keine nachweislich negativen Auswirkungen auf die Weinqualität.

## 4.2 Roter Brenner

Die epidemiologischen Untersuchungen zum RB wurden in den Jahren 1992-1994 an verschiedenen Rebanlagen in Franken (s. Abb. 4) durchgeführt. Die methodischen Grundlagen sind unter 3.2.2 aufgeführt, ermittelte Daten sind im Anhang in Tab. A1-A16 dargestellt. Von diesem Material werden hier nur Angaben berücksichtigt, die bestimmte epidemiologische Zusammenhänge erhellen.

### 4.2.1 Entwicklung der Apothezien

Bei Kontrollen waren 1992 am 30.04. im Stadium 03 (Knospenschwellen) und am 04.05., im Stadium 05 (Knospenaufbruch) alle auf vorjährigen, befallenen Blättern gebildeten Apothezien nach 1-stündigem Quellen in Wasser noch fest und verschlossen (Tab. A1). In Gefriermikrotomschnitten war an den Apothezien keine Tendenz zu einem Aufbrechen zu erkennen (vergl. Abb. 1).

Im Jahr 1993 waren in der Periode 26.-29.04. alle Apothezien fest geschlossen (Tab. 6, Tab. A3, 5, 7). Drei Tage später waren bereits 40 % geöffnet. Dieser Vorgang stand in enger Beziehung zum Niederschlag und langen Perioden von Blattnässe. Vollständig leere Apothezien waren zu diesem Zeitpunkt noch nicht vorhanden, eine Ausschleuderung von Ascosporen konnte nicht nachgewiesen werden.

Tabelle 6: Öffnen der Apothezien und Ausschleuderung von Ascosporen in Beziehung zu Temperatursumme (TS), Niederschlag und Blattnässedauer an den Standorten Thüngersheim (T), Escherndorf (E) und Wipfeld (W) im Jahr 1993

Standort	Termin	% Apothezien geschlossen	TS	Niederschlag l/m <sup>2</sup>	Blattnässe- stunden*	Ascosporen/ cm <sup>2</sup>
T	26.-29.04.	100	108	0	0	0
	29.04.-03.05.	59	137	20	42	0
E	26.-29.04.	100	129	0	0	0
	29.04.-03.05.	59	167	6,5	34	0
W	26.-29.04.	100	133	0	0	0
	29.04.-03.05.	58	171	4,5	27	0

\*Gesamtzeit der Perioden >8 h

Die Temperatursummen an den drei Standorten, bei der nach vorangegangenen Niederschlägen eine messbare Ausschleuderung von Ascosporen vorhanden war, sind mit 200, 270 und 258°C recht hoch (Tab. 7, Tab. A3, 5, 7). Sie liegen weit über dem postulierten Grenzwert von 160°C.

Tabelle 7: Beziehung zwischen Temperatursumme, Niederschlag und Ascosporenflug an drei Standorten in Franken 1993

Standort/ Rebsorte	Periode	Temperatursumme (°C)	Niederschlag (l/m <sup>2</sup> )	Ascosporen/ cm <sup>2</sup>
Thüngersheim/ Müller-Thurgau	06. -10.05.	170	0,5	1
	10. -13.05.	200	12,0	281
Escherndorf/ Silvaner	29.04.-03.05.	167	6,5	0
	13. -17.05.	270	6,5	3
Wipfeld/ Bacchus	29.04.-03.05.	171	4,5	0
	13. -17.05.	258	3,8	1

Im Jahr 1994 vollzog sich der Übergang von 100 % geschlossenen zu sich öffnenden Apothezien abrupt und wieder in einem sehr engen Zeitfenster (Tab. 8). Die TS in dieser kritischen Phase variierten beträchtlich mit Werten zwischen 137-234°C. Eine unmittelbare Beziehung zur Öffnung der Fruchtkörper ist nicht zuerkennen.

Tabelle 8: Öffnen der Apothezien und Ausschleuderung von Ascosporen in Beziehung zu Temperatursumme (TS), Niederschlag und Blattnässedauer an den Standorten Thüngersheim (T), Escherndorf (E), Wipfeld (W) und Leinach (L) im Jahr 1994

Standort	Termin	% Apothezien geschlossen	TS	Niederschlag l/m <sup>2</sup>	Blattnässe- stunden*	Ascosporen/ cm <sup>2</sup>
T	09.-12.05.	100	159	0	0	0
	12.-16.05.	13	191	23,5	40	65
E	09.-12.05.	100	115	0	10	0
	12.-16.05.	21	141	1,5	30	38
W	12.-16.05.	100	206	5,6	0	22
	16.-19.05.	14	234	4,5	22	240
L	09.-12.05.	100	161	0	0	0
	12.-16.05.	19	192	10,8	12	21

\*Gesamtzeit der Perioden >8 h

In beiden Jahren lösten nach drei trockenen Tagen Niederschläge und ausgedehnte Blattnässe die Öffnung der Fruchtkörper aus. Dieser Vorgang erfolgte jeweils in einem engen Zeitfenster, 1993 zwischen 29.04.-03.05. und 1994 zwischen 12.-16.05. Dieser Unterschied von fast 14 Tagen ist unabhängig vom Standort und eindeutig jahresbedingt.

#### 4.2.2 Differenzierung der Asci

Die ersten Asci, noch ohne erkennbare Ascosporen, wurden an folgenden Terminen gefunden: 1992 - 11.-18.05., 1993 - 26.-29.04., 1994 - 09.-12.05. (Tab. A2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16). Von den Kategorien für eine Differenzierung der Entwicklungsstadien von Asci (s. 3.2.2.3) waren die Parameter intermediär und differenziert für eine Analyse der Beziehung zu Witterungsdaten nicht geeignet. Ihr Prozentsatz an den einzelnen Untersuchungsterminen war einmal sehr niedrig und streute außerdem noch sehr stark. Dagegen war der Anteil leerer Asci ein gut erfassbarer und stabiler Faktor und konnte deshalb für eine Analyse epidemiologischer Zusammenhänge sinnvoll verwendet werden.

Tabelle 9: Beziehung zwischen leeren Asci (>15 %) zu Temperatursumme (TS) an den Standorten Thüngersheim (T), Escherndorf (E), Wipfeld (W) und Leinach (L) in den Jahren 1993 und 1994

Jahr	Standort	% leere Asci	Periode	TS
1993	T	25	17.-20.05.	254
	E	20	17.-20.05.	304
	W	18	13.-17.05.	258
1994	T	24	12.-16.05.	191
	E	18	16.-19.05.	165
	W	25	12.-16.05.	206
	L	27	12.-16.05.	192

Auf der Basis von >15 % leerer Asci in den untersuchten Apotheken war ein enges Zeitfenster zu erkennen. In dem Zeitraum 12.-20.05. wurden 1993 und 1994 an den

sieben Standorten 18-27 % der Asci durch Ausschleuderung der Ascosporen vergleichsweise einheitlich entleert. Die TS für diese Periode variierten beträchtlich mit Werten zwischen 165-304°C. Eine unmittelbare Beziehung der TS zur Entleerung der Asci ist nicht zu erkennen.

#### 4.2.3 Ausschleuderung von Ascosporen

Für den RB ist die Freisetzung von Ascosporen der epidemiologisch wichtigste Faktor. Wie schon bei der Entwicklung der Apothezien und der Reifung der Asci sind auch hier die Niederschläge nach einer Trockenperiode entscheidend. Nach einer Woche ohne Regenfall vom 03.-10.05. verursachte 1993 eine Niederschlagsmenge von 12 l/m<sup>2</sup> zwischen dem 10.-13.05. und einer TS von 200°C eine explosionsartige Ausschleuderung von Ascosporen (Tab. 10). Dieser Zusammenhang gilt nicht nur für

Tabelle 10: Wärmesumme in Beziehung zu leeren Asci, Niederschlag und Ascosporenausschleuderung des Standortes Thüngersheim 1993

Wärmesumme	% leere Asci	Niederschlag l/m <sup>2</sup>	Ascosporen/ cm <sup>2</sup>
147 (03.-06.05.)	5	0	0
170 (06.-10.05.)	1	1	1
-----			
200 (10.-13.05.)	3	12	<b>281</b>
222	9	16	<b>328</b>
254	25	0	0
277	11	18	<b>363</b>
315	20	1	1
350	31	2	<b>74</b>
375	27	17	<b>235</b>
418	23	3	<b>67</b>
462 (07.-10.06.)	32	0	0

die primäre Freisetzung, sondern auch für die darauf folgende Periode am Standort Thüngersheim. Nach Niederschlägen >10 l/m<sup>2</sup> kam es jeweils zu einer stärkeren Freisetzung von Ascosporen. Da die Freisetzung von Ascosporen und die



Niederschläge an den beiden anderen Standorten zu niedrig waren (Tab. A5, 7) konnte keine sinnvolle Beziehung ausgemacht werden.

Im Jahr 1994 verursachten Niederschläge von 4,1-10,1 l/m<sup>2</sup> in der Periode 04.-06.05. an allen vier Standorten eine nachweisbare Freisetzung von Ascosporen (Tab. 11, Tab. A9, 11, 13, 15). Die TS betragen an drei Standorten 120, 122, und 126°C, am Standort Escherndorf sogar nur 82°C (!).

Tabelle 11: Wärmesumme in Beziehung zu leeren Ascii, Niederschlag und Ascosporenausschleuderung der Standorte Thüngersheim (T), Escherndorf (E), Wipfeld (W) und Leinach (L) des Jahres 1994

	Wärmesumme	% leere Ascii	Niederschlag l/m <sup>2</sup>	Ascosporen/ cm <sup>2</sup>
<b>T</b>	120 (04.-06.05.)	0	4,2	<b>1</b>
	140 (06.-09.05.)	0	0	0
	159 (09.-12.05.)	0	0	0
	191 (12.-16.05.)	24	24	<b>65</b>
	220	29	26	<b>143</b>
	245	20	8	<b>1437</b>
	270	42	10	<b>431</b>
	288	56	5	<b>130</b>
	319 (30.05.-02.06.)	59	0	0
<b>E</b>	82 (04.-06.05.)	0	10,1	<b>16</b>
	99 (06.-09.05.)	0	7	0
	115 (09.-12.05.)	0	0	0
	141 (12.-16.05.)	12	2	<b>38</b>
	165	18	6	<b>279</b>
	185	46	7	<b>1196</b>
	204	47	13	<b>944</b>
	215	84	4	<b>279</b>
	234 (30.05.-02.06.)	86	0	0

	Wärmesumme		% leere Asci	Niederschlag l/m <sup>2</sup>	Ascosporen/ cm <sup>2</sup>
<b>W</b>	126	(04.-06.05.)	0	4,6	<b>12</b>
	149	(06.-09.05.)	0	0	0
	172	(09.-12.05.)	0	0	0
	206	(12.-16.05.)	25	6	<b>22</b>
	234		33	8	<b>240</b>
	259		40	6	<b>1632</b>
	279		53	14	<b>370</b>
	296		37	5	6
	319	(30.05.-02.06.)	57	0	0
<b>L</b>	122	(04.-06.05.)	0	4,6	<b>4</b>
	142	(06.-09.05.)	0	0	<b>11</b>
	161	(09.-12.05.)	0	0	0
	192	(12.-16.05.)	27	11	<b>21</b>
	218		23	25	<b>72</b>
	239		48	6	<b>620</b>
	257		55	10	<b>346</b>
	267		62	4	<b>90</b>
	291	(30.05.-02.06.)	55	0	0

Nach einer Woche Trockenheit wurden bei erneuten Regenfällen wieder beträchtliche Mengen von Ascosporen ausgeschleudert. Der Zusammenhang zwischen Niederschlag und Freisetzung der infektiösen Einheiten ist auch hier klar zu erkennen.

#### 4.2.4 Ascosporenflug

Bei ausreichenden Regenfällen werden im Frühjahr aus reifen Apothezien die Ascosporen mit einem speziellen Mechanismus der Asci ausgeschleudert und könnten dann durch Lufttransport, z.B. Thermik oder Windböen, verbreitet werden. Um diese Möglichkeit zu prüfen und vor allem eine Information über die Distanz des Lufttransportes zu erhalten, wurde folgender Versuch durchgeführt. In einer Rebanlage mit dem cv. Müller-Thurgau am Standort Lehmental (Thüngersheim, Abb. 4) wurde am 13.05.1992 eine Fläche von 10 x 15 m<sup>2</sup> mit einer PE-Silofolie COEX3 (0,15 mm dick, Farbe weiß) abgedeckt (Abb. 9). Hierzu wurden 3 Bahnen á 2,65 m an ihren an den Rebstöcken angrenzenden Stellen an den Seiten eingeschnitten, sodass die Plane um den Stock herum auf dem Weinbergsboden ausgelegt werden konnte. Bei einer Zeilenbreite von 2 m war eine Überlappung der Bahnen von 30 cm gegeben. Mehrere auf der Folie ausgelegte Pflastersteine gewährleisteten festen Halt auf dem Boden. Bei dieser Anordnung können keine Ascosporen von dem infizierten Falllaub dieses Areals an die Rebstöcke gelangen. Sollte es dennoch zu einem Blattbefall kommen, dann müssten die Ascosporen von außerhalb der abgedeckten Fläche herangeweht worden sein. Nach dem 06.07., Rebstadium Schrotkorngröße, stießen die Reben in der abgedeckten Parzelle bereits die ersten RB-kranken Blätter ab, etwa 10-15 Blätter pro Stock. Dieser Vorgang wurde auch durch den Trockenstress gefördert, der durch die Folienabdeckung des Bodens entstanden war. Bei der Blattbonitur am 20.07., dem Beginn des Traubenschlusses, wurde der Prozentsatz befallener Blätter ausgezählt. Dabei wurden pro Stock, einschließlich befallener Blätter der Geiztriebe, durchschnittlich 450 Blätter pro Rebstock, ausgewertet. Es zeigte sich (Abb. 9), dass der Prozentsatz befallener Blätter im Kern der abgedeckten Fläche (schattiert) sich kaum vom dem der Stöcke im Randbereich unterscheidet. Dies bedeutet, dass Ascosporen von *P. tracheiphila* unmittelbar nach der Ausschleuderung durch Lufttransport über eine Distanz von einigen Metern verfrachtet werden können.

x	x	x	x	x	x	x	x
x	20	x	19	20	x	19	x
x	19	x	22	6	x	14	x
x	17	x	18	19	x	18	x
x	8	x	16	-	x	16	x
x	19	x	<b>10</b>	<b>10</b>	x	19	x
x	14	x	<b>15</b>	<b>13</b>	x	22	x
x	14	x	<b>13</b>	<b>13</b>	x	17	x
x	14	x	-	<b>17</b>	x	12	x
x	7	-	13	16	x	15	x
x	17	x	14	-	x	21	x
x	21	-	17	7	x	16	x
x	22	x	16	18	x	19	x
x	x	x	x	x	x	x	x

x = Rebstock                      Zeilenabstand: 2,0 m  
 - = Fehlstelle                    Stockabstand: 1,3 m

Abb. 9: Prozentualer Roter Brenner Blattbefall an Rebstöcken cv. Müller-Thurgau am Standort Lehmental (Thüngersheim) im Jahr 1992. Die durchgezogene Linie markiert die mit PE-Silofolie abgedeckte Bodenfläche von 10 x 15 m<sup>2</sup>.

Regelmäßig wird RB-befallenes Falllaub im Sommer/Herbst in angrenzende Windschutzhecken verweht. Dort überdauern die Blätter den Winter und werden kaum mikrobiell zersetzt. Bei entsprechender Befeuchtung entlassen sie im Frühjahr reichlich Ascosporen, die dann in die angrenzenden Rebanlagen verfrachtet werden. Die Bedeutung dieses Transportes sollte näher untersucht werden. Dazu diente eine Rebanlage mit dem cv. Bacchus am Standort "Obere Reider" in Wipfeld. Dort laufen die Rebzeilen fast parallel zu einem Feldweg mit angrenzender Windschutzhecke (Abb. 10). Bei einer Blattbonitur am 24.08. im Stadium fortschreitender Beerenreife war in dem oberen Teil der Zeilen 7-10 der Blattbefall deutlich höher als an allen

Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9		W			
1		2		2		5		7		i			
2		2		2		7		16	Z 10	n			
1		3		3		11		22	14	d			
0		4		3		9		21	14	WEG	s		
2		3		3		10		20	-		c		
1		4		4		10		20	28		h		
1		1		4		14		22	21		u		
1		2		6		13		14	15		t		
3		1		5		11		14	18		z		
2		2		3		8		12	14			h	
2		2		4		15		12	10	Z 11	WEG	e	
2		3		4		7		9	7	5		c	
2		2		3		5		6	7	7		k	
2		4		3		3		8	7	6		e	
2		1		4		4		10	6	6			
2		2		5		4		9	4	5		W	
2		2		1		5		5	7	7		i	
4		3		3		3		4	2	4		n	
2		1		4		4		3	4	4		d	
3		3		4		2		3	3	4	Z 12	WEG	s
2		2		2		3		2	3	4	5		c
									3	4	4		h
									3	4	5		u
									4	4	8		t
									5	4	4		z
Standort:	"Obere Reider", Wipfeld									2	3		h
Zeilenabstand:	1,8 m (Z = Zeile)									2	4		e
Stockabstand:	1,4 m									2	6		c
Wegbreite:	4,0 m									2	4		k
										3	-		e
										2	2		
										2	3		W
										2	2		i
										3			n
										2			d
										4			s
										2			c
										3			h
										3			u
										3			t
										3	WEG		z.

Abb. 10: Prozentualer Roter Brenner Befall an Rebstöcken cv. Bacchus im Bereich einer Windschutzhecke im Jahr 1992.

anderen Stöcken. Die Reste der Rebblätter waren in der gegenüberliegenden Windschutzhecke noch deutlich zu erkennen. Dieser Befund beweist einmal, dass infizierte Rebblätter in Windschutzhecken eine Inokulumsquelle des RB sein können. Zum anderen wird deutlich, dass Ascosporen über eine Distanz von mehr als 10 m verfrachtet werden können.

**Tabelle 12: Roter Brenner Befallserhebung unter Mitwirkung fränkischer Rebschutzwarte im Jahr 1994** (s. Anhang, S. 73f)

Gemarkung; <i>Lage</i>	Auftreten seit	Erste Symptome	% Befallene Fläche der Gemarkung	Rebsorten* mit schwachem Befall der Traubenzone 0-10 %	Rebsorten* mit mittlerem Befall der Traubenzone 11-50 %	An Wald und/oder Windschutz- hecken angrenzend	Bodenoberfläche: t = teilzeitbegrünt +Herbst geackert d = dauerbegrünt o = offen
Abstwind; <i>Schild</i>	1989	15.06.	25 (4 ha)		M-Th	ja	t+
Altmannsdorf; <i>Sonnenwinkel</i>	1992	01.07.	20 (30 ha)	B, M-Th, P; <5 %: K, S		ja	t+, o
Alzenau; Erlabrunn; <i>Weinsteig</i>	-- 1983	keine 07.06.	0 60 (0,6 ha)		M-Th	ja	o
Neuses am Berg; Nordheim; <i>Kreuzberg</i>	1986/87 1994	07.06.	50 (60 ha) 15 (200 ha)	K, R, SR, SwR, S K, RW, S	B, D, MM, M-Th M-Th	nein nein	t, d o
Ramstal Retzbach; <i>Dietal</i> <i>Kleißberg</i>	1986 1989 1994	15.06. keine Angabe	80 (45 ha) 20 (6 ha) 25 (18 ha)	K, SwR, S S	30 %: B, M-Th M-Th	ja ja	t, d o
Retzstadt; <i>Langenberg</i>	1987	05.06.	60 (80 ha)	B (S = 0 %)		ja	d
Sommerrach; Karlstadt; Stetten;	1986/87 vor 1970	06.06. 10.06.	50 (230 ha) 80 (70 ha)	K, R, SR, SwR, S B, K, SR, SwR, S (70 %)	B, D, MM, M-Th M-Th	nein ja	t, d Stroh- u. Mulchabdeckg.
Wiesenbronn; <i>Geisberg</i>	1989	15.06.	10 (21,9 ha)			ja	t+, o
Würzburg; <i>Stein, Pfaffenberg</i>	1989	14.06.	95 (156 ha) Stein = 80 ha	K, SR	5 %: M-Th, WB, R	ja	t, t+
WÜ Heidingsfeld; <i>Kirchberg</i>	1990	10.06.	40 (35 ha)	B, S	D, M-Th (Totalbefall)	ja	t

\*Rebsorten: B = Bacchus, D = Domina, K = Kerner, MM = Morio Muskat, P = Portugieser, R = Riesling, RW = Rotweinsorten, SR = Scheurebe, SwR = Schwarzriesling, S = Silvaner, M-Th = Müller-Thurgau, WB = Weißer Burgunder

#### 4.2.5 Roter Brenner Befallserhebung

In den Jahren 1993 und 1994 wurde unter Mitarbeit fränkischer Rebschutzwarte von Winzergemeinden eine Befallserhebung durchgeführt. Sie teilten ihre Beobachtungen zum Roten Brenner auf Erhebungsbögen (s. Anhang, S. 73f) mit. Im Jahr 1993 gingen 11 Antworten ein, im Jahr 1994 waren es 13. Da die Angaben für das Jahr 1993 nur unwesentlich von denen des Jahres 1994 abwichen, werden hier nur letztere dargestellt (Tab. 12). Die weit verbreitete Rebsorte Müller-Thurgau wird überwiegend als anfällige Sorte mit höherem Befall genannt, während die in Franken heimische Sorte Silvaner als deutlich weniger anfällig gilt. Die ersten Symptome waren 1994 in den beiden ersten Juniwochen zu beobachten. In 10 von 13 Fällen grenzten die Rebanlagen an Wald oder Windschutzhecken, wo befallene Rebblätter den Winter überdauern und im Frühjahr eine Quelle von Ascosporen sein können.

#### 4.2.6 Apothezienbildung *in vitro*

Von natürlichen Fruchtkörpern (s. 3.2.2.5.1) wurden einzelne Ascosporen isoliert (s. 3.2.2.5.2) und als Einsporisolate auf Rebstielagar kultiviert. Da der Pilz heterothallisch ist (REISS & ZINKERNAGEL 1993) wurden verschiedene Einsporisolate in dem gewählten Testsystem (s. 3.2.2.5.3) auf ihre Kompatibilität geprüft, der Voraussetzung für die Bildung von Apothezien. Dazu wurden jeweils zwei pilzbewachsene Agarscheiben auf einem Blattstück gegenüber platziert und anschließend inkubiert. Waren die Isolate kompatibel, dann bildeten sich in der Kontaktzone der Pilzhyphen, meist in der Blattmitte, Apothezien (Abb. 11). Sie waren zwar auch in den Interkostalfeldern vorhanden, wurden aber überwiegend auf Blattadern gebildet. Die Induktion war verhältnismäßig problemlos. Dabei erwiesen sich die Isolate 1, 2 und 3 als besonders gute Kombinationspartner (Tab. 13). Fehlten sie, dann erfolgte keine Induktion. Mit den Isolaten 8 und 9 ließen sich zwar Apothezien induzieren, sie waren aber in allen Kombinationen sehr schwache Partner. Mit zunehmender Kulturdauer auf Rebstielagar nahm die Fähigkeit, Apothezien zu bilden, kontinuierlich ab, auch bei an sich sehr kompatiblen Isolaten von einzelnen Ascosporen. Wegen des Totalausfalls aller vorhandenen Isolate mussten dann neue Isolate erstellt werden.

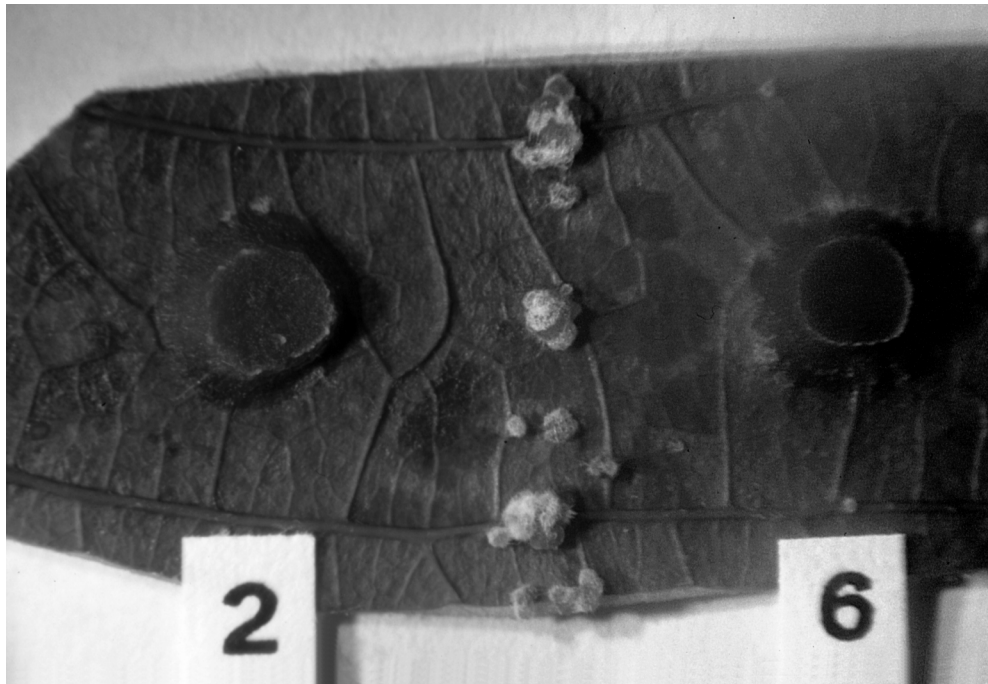


Abb. 11: Apothezien auf einem Blattstück cv. Müller-Thurgau in der Kontaktzone von Hyphen der Einsporisolate 2 und 6 von Apothezien des Erregers *P. tracheiphila* (5,5 x)

Tabelle 13: Induktion der Apothezienbildung durch Kombination verschiedener Einsporisolate von *Pseudopezicula tracheiphila*

Isolatkombination	Anzahl Apothezien (x/y) pro Blattscheibe			Mittelwert
	a	b	c	
1/2	50/57	73/101	73/203	65/120
1/3	10/53	31/48	18/44	20/48
1/4	34/58	65/10	24/23	41/30
1/7	6/9	17/8	45/58	23/25
1/8	36/5	48/18	59/0	48/8
1/9	1/0	23/7	13/2	12/3
2/3	8/61	6/17	44/53	19/44
2/4	5/37	92/5	76/4	58/15
2/7	2/5	76/40	6/65	28/37
2/8	80/5	69/20	32/16	60/14
3/4	21/12	67/40	31/4	40/19
3/7	3/22	16/12	2/16	7/17
3/8	47/3	73/17	27/8	49/9
3/9	2/0	23/2	5/0	10/1

x/y = Blatthälfte links/rechts

a-c : jeweils Werte von 3 Blattscheiben in einer Petrischale



#### 4.2.7 Hemmung der Apothezien

Mit dem System der Induktion von Apothezien *in vitro* wurde geprüft, ob diese Bildung durch eine einmalige präinfektionelle Anwendung verschiedener Materialien weitgehend unterbunden werden kann. Die hohe Anzahl von durchschnittlich 139 Apothezien pro Blattscheibe von 25 mm Durchmesser wurde durch einige Materialien signifikant verringert (Tab. 14). Als besonders effektiv erwies sich eine 1 % Lösung von löslicher, kommerzieller Schmierseife. In einem zweiten Versuch erwiesen sich alle Seifenprodukte als effektiv (Tab. 15). Sowohl kommerzielle, flüssige Schmierseife als auch „biologische“ Schmierseifen-Flocken, einzeln und in Kombination mit  $\text{NaHCO}_3$  verringerten signifikant die Entwicklung von Apothezien.

Tabelle 14: Induktion der Apothezienbildung mit einer Kombination der Isolate 1 und 4 nach Vorbehandlung der Blattscheiben mit verschiedenen Materialien

Behandlung	Anzahl Apothezien pro Blattscheibe			Mittelwert
	a	b	c	
Unbehandelt	174	152	106	139 a
	110	184	75	
	204	79	168	
Telmion 1 % NaHCO <sub>3</sub> 1 %	60	11	15	26 b
	55	12	30	
	17	4	33	
Harnstoff 1 % + Emulgator 0,1 %	62	43	137	102 a
	144	31	176	
	108	51	165	
Schmierseife 1 %	4	9	26	8 b
	6	7	2	
	6	4	5	
Mimosenrinden- extrakt 1 % + Emulgator 1 %	86	37	26	43 b
	74	18	5	
	64	3	74	

a-c: jeweils Werte von 3 Blattscheiben in einer Petrischale  
Werte mit unterschiedlichen Buchstaben sind im Tukey-Test signifikant verschieden (P = 0,05)

Tabelle 15: Induktion der Apothezien mit einer Kombination der Isolate 1 und 4 nach Vorbehandlung der Blattscheiben mit verschiedenen Materialien

Behandlung	Anzahl Apothezien pro Blattscheibe			Mittelwert
	a	b	c	
Unbehandelt	118	83	215	104 a
	171	43	48	
	123	86	51	
Schmierseife 1 %	42	66	5	32 b
	42	51	11	
	21	45	2	
Schmierseife-Flocken (BIO) 1 %	85	0	0	21 b
	31	0	59	
	6	0	0	
NaHCO <sub>3</sub> 1 %/ Schmierseife-Flocken 1 %	0	0	0	7 b
	14	0	0	
	46	0	0	

a-c: jeweils Werte von 3 Blattscheiben in einer Petrischale

Werte mit unterschiedlichen Buchstaben sind im Tukey-Test signifikant verschieden (P = 0,05)

Die Ergebnisse zeigen außerdem, dass das benutzte Testsystem für eine Prüfung von Materialien hinsichtlich ihrer Eignung als Apothezien-Hemmer gut geeignet ist.

## 5 Diskussion

### 5.1 Echter Mehltau

In dreijährigen Freilandversuchen 1991-1993 konnte die positive Wirkung verschiedener alternativer Materialien gegen *Uncinula necator*, dem Erreger des Echten Mehltaus der Weinrebe, nachgewiesen werden (REH & SCHLÖSSER 1994). Dabei war die Wirkung einer 1 % wässrigen Lösung von Natriumhydrogencarbonat (NHC) in den zwei Jahren der Anwendung von der Wirkung der synthetischen Fungizide nicht signifikant verschieden. Um diese gute Wirksamkeit zu verifizieren, wurde 1994 in der 17 Jahre alten Rebanlage mit dem cv. Bacchus, eine eingehende, abschließende Untersuchung durchgeführt (REH & SCHLÖSSER 1995). Mit drei Applikationen am 11.07., 22.07. und 05.08. in den Konzentrationen 0,3, 0,5, 0,7 und 1,0 % NHC wurde bei den letzten drei Konzentrationen eine beträchtlich geringere Ausprägung der Symptome an Blättern, Internodien junger Triebe und Beeren festgestellt. Damit wurde die positive Wirkung von NHC gegen *U. necator* nachdrücklich bestätigt. Zudem zeichneten sich die NHC-behandelten Blätter durch eine wesentlich intensivere dunkelgrüne Färbung aus. Die physiologische Grundlage dieses positiven Nebeneffekts muss noch geklärt werden. Es muss aber angemerkt werden, dass die Lösungen ohne Zusatz von Netzmitteln ausgebracht worden sind, um allein die Wirksamkeit von NHC ermitteln zu können. Bei einem Zusatz von Tensiden hätte eine Verringerung der Oberflächenspannung sicher zu einer besseren und vor allem gleichmäßigeren Benetzung der Pflanzenoberflächen und damit zu einem noch besseren Behandlungserfolg geführt. Dies gilt besonders für Weinbeeren, deren wasserabstoßende Wachsschicht die wässrigen Lösungen abtropfen lässt.

Bei Weinbeeren ist noch eine Besonderheit zu beachten. Es genügt nicht, die Pflanzenteile mit Behandlungen gegen den Befall durch pathogene Pilze zu schützen. Die eingesetzten Mittel dürfen keine negative Auswirkungen auf die spätere Weinqualität haben. Bei entsprechenden chemischen Analysen waren weder die Parameter des frischen Mostes noch die der Jungweine im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle durch eine dreimalige Anwendung von NHC verändert. Bei einer Verkostung im Dreieckstest waren die Jungweine behandelter Trauben vom Jungwein unbehandelter Trauben organoleptisch nicht signifikant zu unterscheiden. Dies bedeutet, dass die Qualität beider Weine gleich zu beurteilen ist und keine

negativen Auswirkungen des NHC festzustellen waren. Häufig wurden NHC-Weine sogar besser eingestuft als der Kontrollwein.

Bisher wurde NHC nur hinsichtlich seiner Minderung des Mehltaus an Blättern und Weinbeeren geprüft mit dem Ziel der Sicherung von Ertrag und Traubenqualität. Es gibt aber noch eine andere, nicht minder wichtige Indikation, nämlich Verringerung des Inokulums, mit dem der Pilz die Ruhephase der Rebstöcke überdauert. Um unerwünschte und nicht zulässige Rückstände zu vermeiden, erfolgt die sogenannte Abschluss-spritzung mit synthetischen Fungiziden bereits Ende Juli/Anfang August. Je nach Reifezustand sind aber die Rebstöcke von August bis November noch stark belaubt. Die voll funktionsfähigen Blätter sind ungeschützt und erlauben bei optimalen Lebensbedingungen eine reichliche und ungehemmte Entwicklung von *U. necator*. Dessen spät produziertes Myzel ist die Grundlage für zwei Formen der Überdauerung des Mehltauerregers.

Zum einen kann der Pilz mit Myzel in ruhenden Knospen die vegetationslose Zeit überdauern, wobei die Einwanderung in die Knospenanlagen anscheinend im Spätsommer erfolgt. Hierfür wäre ein später Blattbefall eine gute und unbedingte Voraussetzung. Dieses Verhalten ist bereits seit langem vermutet worden (BULIT & LAFON 1978), konnte aber erst in letzter Zeit eindeutig nachgewiesen werden, so z.B. in Californien (VAN DER SPUY & MATTHEE 1977, SALL & WRYSINSKI 1982) und in Deutschland (PEARSON & GÄRTEL 1985). Im Frühjahr wachsen aus befallenen Knospen überwiegend "Zeigertriebe", die wegen des weißen, pudrigen Mehltaubefalls schon von weitem zu erkennen sind. Die reichliche Konidienproduktion zu einem frühen Zeitpunkt des Neuaustriebs ist als gefährliche Quelle für eine Primärinfektion frisch gebildeter Blätter zu betrachten. Könnten die Blätter bis in den späten Herbst mit dem für die Traubenqualität unbedenklichen NHC weitgehend mehltaufrei gehalten werden, dann wäre die Gefahr eines Befalls ruhender Knospen sicher beträchtlich verringert. Entsprechende epidemiologische Untersuchungen müssten noch durchgeführt werden.

Eine zweite Art der Überdauerung erfolgt mit Cleistothezien (BULIT & LAFON 1978, DIEL & HEINTZ 1987, GADOURY & PEARSON 1987, GUBLER et al. 1988), dem Organ einer sexuellen Fortpflanzung des heterothallischen Erregers (GADOURY & PEARSON

1991). Dieser Weg der Überdauerung wurde lange angezweifelt. Einmal wird ein sehr großer Teil der Cleistothezien auf dem Boden oder den befallenen Blättern über Winter mikrobiell zersetzt. Bleiben Cleistothezien erhalten, dann waren die freigesetzten Ascosporen nicht infektiös. Trotzdem gab es, selbst bei vollständigem Fehlen befallener Knospen als Inokulumsquelle, oft einen starken Mehltaubefall (PEARSON & GADOURY 1987). Es konnte gezeigt werden, dass starke Regenfälle die im Spätsommer gebildeten Cleistothezien von den Blättern abwaschen und auf die Rinde älterer Triebe von Rebstöcken transportieren. Zwischen den Baststrängen können sie gut geschützt den Winter überdauern und entlassen im Frühjahr Ascosporen mit einer Infektiosität zwischen 50-90 % (GADOURY & PEARSON 1988, CORTESI et al. 1995). Damit ist bewiesen, dass Cleistothezien sehr wohl die Quelle für ein Primärinokulum sein können, allerdings nur, wenn sie auf der Rinde von Rebstöcken überdauern. Vor diesem Hintergrund müsste eine weitgehende Unterdrückung der Cleistothezienbildung mit fungizidwirksamen Substanzen im Spätsommer/Frühherbst zu einem deutlich verringerten Mehltaubefall im Folgejahr führen. Die Untersuchungen von HILL et al. (1995) haben gezeigt, dass mit Fungizidbehandlungen bis Mitte August die Anzahl der Cleistothezien ganz erheblich reduziert werden kann. Da NHC, im Gegensatz zu synthetischen Fungiziden, unbedenklich bis in den Spätherbst eingesetzt werden kann, sollte geprüft werden, ob mit dem Salz diese Wirkung erzielt werden kann. Eine andere Möglichkeit wäre eine direkte Behandlung der Cleistothezien auf der Rinde von Rebstöcken in der vegetationslosen Zeit. Entsprechende Behandlungen mit Schwefelkalkbrühe haben eine solche Wirkung gebracht (GADOURY et al. 1994). Da NHC junge Triebe weitgehend frei von Mehltaubefall halten kann (Abb. 7), besteht eine gute Chance, dass auch Cleistothezien auf der Rinde in ähnlicher Weise eliminiert werden könnten. Diese Möglichkeit muss aber noch eingehend geprüft werden.

NHC wirkt nicht nur gegen *U. necator* an Weinreben, sondern auch an Gurken gegen *Sphaerotheca fuliginea* (HOMMA et al. 1981) und an Rosen gegen *Sphaerotheca pannosa* var. *rosae* (HORST et al. 1992, BREAL et al. 1993 a, b; PORTER et al. 1993a, b). Daneben hat NHC auch eine Wirkung gegen *Diplocarpon rosae*, den Erreger des Sternrußtaus an Rosen (HORST et al. 1992, OSNAYA-GONSÁLEZ et al. 1997, OSNAYA-GONSÁLEZ 2000).

In welcher Weise beeinflussen NHC und andere ähnlich wirksame, anorganische Salze phytopathogene Pilze? Auf Pflanzenoberflächen und besonders an Verletzungsstellen entstehen nach weitgehender Verdunstung des Wassers gesättigte Salzlösungen mit pH-Werten um 12,0 (MARLOTH 1931), die aufgrund des osmotischen Ungleichgewichts den Pilzhypen und vor allem den empfindlichen Keimschläuchen Wasser entziehen und sie dadurch austrocknen. Dieser Prozess wurde durch licht- und rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen bestätigt (HOMMA et al. 1981, GERLACH 1993). Bei den meisten oberirdischen Wirt-Pathogen-Systemen gelangen Asco- und Basidiosporen sowie Konidien auf Pflanzenoberflächen. Um in pflanzliche Gewebe eindringen zu können, bilden sie Keimschläuche, die äußerst empfindlich auf äußere Einflüsse reagieren. Es ist daher davon auszugehen, dass gesättigte Salzlösungen am Penetrationsort die Keimhyphen abtöten und somit die weitere Entwicklung der Pathogene irreversibel unterbinden. Dies bedeutet, dass NHC und ähnlich wirkende anorganische Salze, wie z.B.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , gegen eine Vielzahl phytopathogener Pilze wirksam sein sollten. Die hierfür notwendigen Prüfungen sind bisher aber noch nicht erfolgt.

Der Einsatz von NHC als Fungizid ist nicht ganz neu. Seit 1927 wurden in den USA Citrusfrüchte im großen Umfang durch Eintauchen in 5 % NHC-Lösungen gegen *Penicillium italicum* und *Penicillium digitatum* geschützt (MARLOTH 1931). Diese weltweit verbreiteten Erreger von Blau- und Grünschimmel können nur durch Wunden in die Früchte eindringen, wobei feine, selbst mikroskopisch kaum erkennbare Haarrisse als Eintrittspforten geeignet sind. Die sehr erfolgreiche Anwendung von NHC wurde aber nach dem Erscheinen synthetischer Fungizide abgesetzt. Da die Erreger heute gegen fast alle synthetischen Fungizide resistent geworden sind, ist eine Rückbesinnung auf die alten Mittel angezeigt. So konnten SMILANECK et al. (1995) nachweisen, dass Tauchbehandlung mit einer 3 % Lösung von  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  den 98 % Befall von Zitronenfrüchten mit *Penicillium digitatum* in gleicher Weise wie das synthetische Fungizid Imazalil auf 3 % verringert. Dabei hat sich die Salzlösung in den zur künstlichen Inokulation gesetzten Verletzungsstellen angereichert und das Eindringen des Erregers weitgehend verhindert.

## 5.2 Roter Brenner

Der Erreger *Pseudopezicula tracheiphila* überwintert im befallenen Gewebe von Blättern am Boden und bildet im Frühjahr Apothezien aus. In diesen Organen einer sexuellen Fortpflanzung des heterothallischen Pilzes (REISS & ZINKERNAGEL 1993) entsteht eine Vielzahl von Asci, in denen jeweils 8 Ascosporen gebildet werden. Ist der Reifezustand erreicht, dann werden beim Vorliegen günstiger klimatischer Bedingungen im späten Frühjahr Ascosporen ausgebildet (REH et al. 1993, REISS 1996, REISS & ZINKERNAGEL 1997). Gelangen diese auf Rebbblätter, dann entstehen als Folge dieser Primärinfektionen in der Umgebung von Blattadern nekrotische Flecke mit einem intensiv gelb gefärbten Rand im Vorfeld des nekrotischen Gewebes. Infolge des Adernbefalls sterben die Blätter und werden frühzeitig abgeworfen. In Gebieten mit dem Risiko eines häufigen Auftretens des Roten Brenners (RB) müssen Behandlungen mit fungizidwirksamen Substanzen erfolgen, um wirtschaftlich bedeutende Ertragsausfälle und Qualitätsminderungen zu vermeiden.

Für die Pathogenese ist eine Ausschleuderung von Ascosporen der entscheidende Faktor. Dieser Vorgang erfolgt in der Regel zwischen Ende April und Anfang Juni. Gelegentlich werden auch später im Juli/August Ascosporen freigesetzt (REISS 1996). Da Reben in dieser Zeit Blattverluste gut kompensieren können, geht von diesen Spätinfektionen keine Gefährdung für das Ertragspotential aus. Die spät befallenen Blätter dienen aber der Überwinterung des Pathogens in der vegetationslosen Zeit. Der Erreger bildet keine infektiösen Konidien und nur eine Generation von Ascosporen im Jahr. Dies ist der Grund, weshalb nur eine Infektion in einem vergleichsweise engen "Zeitfenster" erfolgt. Es ist aber variabel und hängt von der Pilzentwicklung bis zur Reife der Ascosporen ab. Diese präinfektionelle Phase des Pilzes wird durch Temperatur und Feuchtigkeit gesteuert.

Um gezielte Maßnahmen gegen den Erreger dieser monozyklischen Krankheit durchführen zu können, wäre eine möglichst genaue Vorhersage des Zeitfensters für die Entlassung der Ascosporen eine wesentliche Hilfe. Auf welcher Basis könnte eine solche Vorhersage erfolgen? Siegfried (persönliche Mitteilung 1992, 1996) hat aufgrund jahrelanger Untersuchungen in Schweizer Rebanlagen eine Temperatursumme (TS, siehe 2.2) von 150-160°C vorgeschlagen, vor der kein Sporenflug

erfolgen soll. Nach Erreichen der TS sollen nachfolgende starke Regenfälle sowohl für eine Ascosporenreife als auch –ausschleuderung notwendig sein. Aber gelten die beiden Faktoren TS und Feuchtigkeit auch in gleicher Weise für eine Vorhersage des RB in gefährdeten Rebanlagen in Deutschland? Eine entsprechende Untersuchung (REH et al. 1993) in einer Rebanlage in Franken im Jahr 1992 ergab folgende Befunde:

- Am 14. Mai war eine TS von 167°C erreicht.
- Vor dieser Zeit waren die Apothezien geschlossen, es wurden keine Ascosporen entlassen.
- Auch stärkere Regenfälle unmittelbar vor dem 14. Mai (04.05. = 16 l/m<sup>2</sup>, 06.05. = 3 l/m<sup>2</sup>, 11.05. = 8 l/m<sup>2</sup>) führten zu keiner messbaren Freisetzung von Ascosporen.
- Erst bei einer TS von 271°C für die Periode 18.-25.05. und vorangegangenen starken Niederschlägen sowie ausgeprägter Blattnässe erfolgte eine messbare Freisetzung von Ascosporen (Tab. A2).

Diese Befunde scheinen die von Siegfried (1996) postulierte epidemiologische Schwelle einer TS von 150-160°C zu bestätigen.

Die 1992 für nur einen Standort erhaltene Aussage sollte in entsprechenden Untersuchungen in den Jahren 1993 und 1994 verifiziert werden. Dazu wurde einmal die Anzahl der untersuchten Standorte in Franken erhöht (1993 = 3, 1994 = 4). Da die Intervalle der Prüfungs- und Messtermine im Jahr 1992 offensichtlich zu weit auseinander lagen, wurden sie in den Folgejahren enger gewählt. Statt einer wöchentlichen Probenahme aus den Blattdepots in den verschiedenen Rebanlagen wurden zwei Proben pro Woche auf Entwicklungsstadien des Pilzes untersucht. Die Messung der Niederschläge wurde von Wochenmittel auf halbautomatische Messung von Beginn und Ende eines jeden Regenfalles umgestellt. Mit diesem engeren Netzwerk konnte die epidemiologische Aussagekraft der Befunde wesentlich verbessert werden.

Im Jahr 1993 war eine TS um 170°C zwischen dem 29.04.-06.05. erreicht (Tab. 6). Trotzdem wurde keine Freisetzung von Ascosporen nachgewiesen. Erst beträchtlich später, zwischen dem 10.-17.05., und TS von 200-270°C konnten freigesetzte



Sporen ausgezählt werden. Die TS war demnach nicht der alleinige Faktor für die Ausschleuderung von Ascosporen. Für eine gute präinfektionelle Entwicklung von *P. tracheiphila* im Frühjahr muss die Bodenoberfläche gut angefeuchtet und das Falllaub durchnässt sein. Diese optimalen Bedingungen waren 1993 nicht gegeben. Bei ausgeprägten Trockenperioden im März/April hatten die Ascosporen bei der TS von 160°C noch nicht den für eine Ausschleuderung nötigen Reifegrad erreicht. Die nachfolgenden geringeren Niederschläge und Blattnässeperioden reichten zwar für eine Anfeuchtung von Boden und Blättern, aber nicht für eine zügige Entwicklung des Pilzes. Nur am Standort Thüngersheim (Tab. 10) führte ein Niederschlag von 12 l/m<sup>2</sup> zu einer explosionsartigen Freisetzung von Ascosporen. In dieser Anlage war die Beziehung zwischen Regenfall und Ausschleuderung von Ascosporen deutlich zu erkennen. Nach jeder Niederschlagsmenge >10 l/m<sup>2</sup> war eine starke Ausschleuderung von Ascosporen nachzuweisen. Als Fazit bleibt festzuhalten, dass nach einem ausgeprägt trockenem Frühjahr, wie 1993, der von SIEGFRIED (1996) postulierte Grenzwert einer TS von 150-160°C allein wenig sinnvoll ist. Erst nach einer anschließenden gründlichen Durchfeuchtung von Boden und infiziertem Falllaub durch Regenmengen >10 l/m<sup>2</sup> erfolgt eine messbare Freisetzung von Ascosporen. Dies kann wesentlich später bei TS von 200-300°C der Fall sein. Zu einer ähnlichen Schlussfolgerung kommen REISS & ZINKERNAGEL (1996) aufgrund ihrer Ergebnisse des Jahres 1993 an je einem Standort in Baden und Franken.

Im Jahr 1994 unterschieden sich die klimatischen Bedingungen im März/April deutlich von denen des Jahres 1993. An allen vier Standorten war der Boden feucht und das Falllaub durchgehend nass. Dies entspricht dem Zustand eines "normalen" Jahres. Nach Regenfall in der Periode 04.-06.05. erfolgte eine deutlich nachweisbare Ausschleuderung von Ascosporen. Die TS an drei Standorten betrug 120, 122 und 126°C, am Standort Escherndorf sogar nur 82°C (!). Dies unterstreicht, dass die TS keine Determinante der primären Freisetzung von Ascosporen ist. Nach Erreichung des Reifezustandes von Apothezien und Asci sind ausreichende Niederschläge, möglichst >10 l/m<sup>2</sup> der bestimmende Faktor. Dabei muss es nicht immer nur Regen sein. Ist das Falllaub gut durchfeuchtet, dann genügen auch längere Perioden von Blattnässe, um eine deutliche Ausschleuderung von Ascosporen auszulösen. So waren 1994 am Standort Escherndorf nach insgesamt 30 Stunden Blattnässe pro cm<sup>2</sup> 38 Ascosporen nachzuweisen (Tab. 8, Tab. A11).

Werden Ascosporen von *P. tracheiphila* vor dem Austrieb von Rebstöcken freigesetzt, dann finden sie keine Blätter, die sie infizieren könnten. Solch mangelnde Koinzidenz ist bei Pilzkrankheiten öfters beobachtet worden (SCHLÖSSER 1997), so auch bei RB. Bei der vorliegenden Untersuchung waren 1993 am 13.05. sechs Blätter und Gescheine vorhanden und 1994 am 01.05. drei bis vier Blätter. Dies bedeutet, dass an den Terminen der gemessenen Freisetzung von Ascosporen in beiden Jahren und an allen Standorten ausreichend, d.h. mehr als drei Blätter vorhanden waren, die befallen werden konnten. Es kann somit die Empfehlung gegeben werden, dass eine erste RB-Bekämpfung ab 5-Blatt-Stadium erfolgen muss, wenn entsprechend hohe Niederschläge erwartet werden. Von der bisher empfohlenen ersten Fungizidapplikation ab 3-Blatt-Stadium ist aus Gründen der Koinzidenz abzusehen.

Die Ergebnisse der vorliegenden epidemiologischen Untersuchungen waren als Entscheidungshilfe für Pflanzenschutzmaßnahmen gegen den Erreger des RB an Rebblättern gedacht. Die heute übliche Modellierung von Daten für eine computergestützte Vorhersage erschien im vorliegenden Fall wenig sinnvoll. Einmal konnte die postulierte Bedeutung einer TS von 150-160°C (SIEGFRIED 1996) als kritischer Grenzwert für die Pilzentwicklung nicht bestätigt werden. Dies ist in Übereinstimmung mit den Befunden von REISS & ZINKERNAGEL (1997). Zum anderen ließen die Klimadaten keine eindeutige Beziehung zur Pilzentwicklung erkennen. Es scheint aber einen einfacheren Weg der Vorhersage einer Primärinfektion zu geben, ohne Verwendung aufwendiger Messgeräte und Programme zur Auswertung erhobener Daten. Er beruht auf dem Zeitraum der ersten Ausschleuderung von Ascosporen. Für die epidemiologisch entscheidende "Primärinfektion" der monozyklischen Krankheit geschieht dies in einem engen "Zeitfenster" in den beiden ersten Maiwochen. Fallen im Frühjahr vor dieser Periode reichlich Niederschläge, wie z.B. 1994, dann kann die Entlassung von Ascosporen bereits in der letzten Woche im April beginnen. Bei einem ausgesprochen trockenem Frühjahr, wie z.B. 1993, verschiebt sich der Beginn der Freisetzung von Ascosporen auf die zweite bis dritte Woche im Mai. Die Differenz des Zeitfensters zwischen den beiden Extremen ist also nur gering. Ausgelöst wird eine Entleerung von Ascosporen aus reifen Asci unter sehr charakteristischen und einfach festzustellenden Bedingungen. Fallen nach einigen Tagen Trockenheit deutlich messbare Niederschläge, dann quellen die

Apothezien und die Asci entlassen ihre Ascosporen. Erfolgt dieser Vorgang in dem angesprochenem Zeitfenster, dann müsste, falls vorgesehen, umgehend eine Behandlung des Blattwerkes erfolgen. Bei der Erhebung des Jahres 1994 war die Aussage der Rebschutzwarte: "nur bei lückenlosen Pflanzenschutzmaßnahmen alle 14-18 Tage können die Rebanlagen befallsfrei gehalten werden. Betriebe, die nicht präventiv gespritzt haben, hatten einen starken Befall in der Traubenzone von 10-20 Blättern pro Rebstock". In früheren Jahren wurden in Rebanlagen routinemäßig Behandlungen mit synthetischen Fungiziden gegen *Plasmopara viticola*, den Erreger des Falschen Mehltaus der Weinrebe, durchgeführt. Der RB tritt schon 2-3 Wochen vor der ersten Behandlung gegen *P. viticola* auf. Da die systemisch wirkenden Mittel auch gegen *P. tracheiphila* wirksam waren, konnte mit ihnen eine beträchtliche positive Nebenwirkung erzielt werden. Trotz des ungeschützten Zeitraums von 2-3 Wochen waren die *Plasmopara*-Behandlungen oftmals ausreichend, um auch den RB zufriedenstellend zu unterdrücken. Heute erfolgen Behandlungen gegen *P. viticola* nicht mehr routinemäßig, sondern umweltschonend nach dem PRO-Modell (HILL 1990), einer an Schadschwellen orientierten Spritzfolge. Dadurch entfallen viele Behandlungen gegen den Erreger des Falschen Mehltaus, der RB kann sich jetzt besser entwickeln. Dies ist sicher einer der Gründe, warum diese Krankheit in vielen Gebieten des Weinbaus in letzter Zeit stark zugenommen hat.

Die Rebanlagen grenzen oft an Wegen mit Windschutzhecken an (vergl. Tab. 12). Die Herbstwinde verwehen das abgefallene Reblaub in die Hecken hinein. Dort bleibt es in Massen offen liegen und wird nicht durch Bodenpflegemaßnahmen wie z.B. Strohabdeckung, Spaten oder Tiefengrubbern, zerstört. Eine mikrobielle Zersetzung der Blätter findet, im Gegensatz zum Falllaub auf der Bodenoberfläche, nur in sehr geringem Maße statt. *P. tracheiphila* kann dort überwintern und im Frühjahr ungehemmt Apothezien bilden, aus denen reichliche Mengen Ascosporen entlassen werden. Die Untersuchung im Jahr 1992 hat gezeigt, dass diese infektiösen Einheiten leicht über eine Distanz von mehr als 10 m verweht werden können und somit Blätter in den ersten Rebzeilen nahe einer Windschutzhecke befallen können. Nach Müller-Thurgau (1913) waren die über die Wintermonate in einem mit Gras bewachsenem Graben zusammengewehten Blätter zu 90 % mit Apothezien besetzt, obwohl sie im Herbst kaum Symptome des RB zeigten. Bei manchen war sogar die gesamte Blattfläche mit Apothezien besetzt. Hingegen wiesen Blätter mit typischen

RB-Flecken, die also bereits am Rebstock befallen worden waren, Apothezien nur auf dem befallenen Blattsektor auf. Diese Beobachtungen sieht Müller-Thurgau (1913) als Beweis für eine saprophytische Lebensweise von *P. tracheiphila* an. Die Versuche mit frischem, autoklaviertem Reblaub zur Induktion von Apothezien (s. 4.2.6) bestätigen diese Schlussfolgerung. Um zu vermeiden, dass sich in Windschutzhecken ein starkes Infektionspotential aufbaut, müssten die befallenen Rebblätter möglichst vollständig entfernt werden. Dies könnte durch manuelles Absammeln oder Absaugen mit Geräten, wie sie in der Straßenreinigung eingesetzt werden, erfolgen. Ob diese Maßnahme erfolgreich sein könnte, ist bisher noch nicht aussagekräftig geprüft worden. Ebenso könnte man prüfen, ob durch Ausbringung von umweltfreundlichen Schmierseifepräparaten (s. Tab. 15) in diesen Heckenzonen das saprophytische Wachstum und die Fruchtkörperbildung des Pilzes ausreichend gestört werden kann.

Zur Unterdrückung des RB werden bisher nur Behandlungen mit verschiedenen synthetischen Fungiziden durchgeführt. Eine andere Möglichkeit wäre die weitgehende Unterdrückung der Apothezienbildung auf dem Falllaub. Bei erfolgreicher Unterdrückung gäbe es nur wenige Ascosporen und somit auch kaum Blattinfektionen. Der Einsatz synthetischer Fungizide gegen den RB könnte dann entfallen. Diese Möglichkeit ist bisher nie ernsthaft geprüft worden. Ein erster Schritt wäre die Testung verschiedener Materialien auf ihre Wirksamkeit. Dabei sollten Umweltverträglichkeit und Mittelkosten als zusätzliche Parameter berücksichtigt werden. Wie könnte diese Prüfung erfolgen? Hier bietet sich die *in vitro* induzierte Apothezienbildung an (s. 3.2.2.5.1). Sind einmal kompatible Einsporlinien von Ascosporen vorhanden (s. 3.2.2.5.3), dann können präinfektionell ausgebrachte Materialien auf ihre Wirksamkeit getestet werden. Dieser Test ist sehr zuverlässig. Es gibt allerdings eine Schwierigkeit. Bei der Kultur auf Rebstielagar verlieren auch die besten Einsporisolate nach wenigen Monaten ihre Fähigkeit zur Apothezienbildung. Es müssen dann neue Einsporisolate von Ascosporen gewonnen werden, wenn die Untersuchungen mit Apothezien fortgesetzt werden sollen.

Bei einer solchen Prüfung reduzierten 1 % wässrige Lösungen von Schmierseifen, allein und in Kombination mit 1 % NHC, signifikant die Bildung von Apothezien. Diese Ergebnisse zeigen einmal, dass der Test für eine solche Prüfung gut geeignet ist.

Zum anderen ist die Wirkung der Schmierseifen ein Anreiz, diese Möglichkeit zur Minderung des RB weiter zu verfolgen. Zudem sind die Materialien preisgünstig und umweltverträglich. Weitere Materialien müssten noch auf ihre Wirksamkeit getestet werden. Dabei hätte die Behandlung von Falllaub den Vorteil, dass auch aggressivere Mittel, wie z.B. Kalkstickstoff, eingesetzt werden könnten. Vor einer praktischen Anwendung müssten aber noch Mittelkonzentrationen, Aufwandmengen, Anzahl und Termine der Behandlungen eingehend im Freiland untersucht werden. Dies konnte im Rahmen der vorliegenden Dissertation nicht mehr erfolgen.

## 6 Zusammenfassung

Es wurden Untersuchungen zum Krankheitsmanagement des Echten Mehltaus und des Roten Brenners der Weinreben in Franken durchgeführt.

Im Jahr 1994 wurden im Freiland am cv. Bacchus drei Behandlungen mit wässrigen Lösungen von jeweils 0,3, 0,5, 0,7 und 1,0 % Natriumhydrogencarbonat (NHC), ohne Zusatz von Tensiden, durchgeführt. Dabei wurden folgende Ergebnisse erzielt:

- *NHC, in den Konzentrationen 0,5-1,0 % vermindert signifikant den Mehltaubefall an jungen Trieben, Blättern und Weinbeeren.*
- *NHC-behandelte Blätter zeigten eine deutlich intensivere, dunkelgrüne Färbung, deren Ursache noch unbekannt ist.*
- *In chemischen Analysen der frischen Moste und der Jungweine war bei allen NHC-Behandlungen kein Unterschied zur unbehandelten Kontrolle festzustellen.*
- *Bei einer Verkostung der Jungweine im Dreieckstest waren die Jungweine NHC-behandelter Trauben von dem Jungwein der unbehandelten Kontrolle nicht signifikant verschieden. Oft wurden die Weine aus behandelten Trauben besser bewertet.*

Nach diesen Ergebnissen könnte NHC eine Alternative zum Einsatz synthetischer Fungizide gegen *Uncinula necator*, den Erreger des Echten Mehltaus der Weinreben, sein.

An Depots von infiziertem Falllaub in verschiedenen Rebanlagen in Franken wurde im Frühjahr 1992, 1993 und 1994 die Entwicklung von *Pseudopezicula tracheiphila*, dem Erreger des Roten Brenners (RB), in Abhängigkeit von den Klimafaktoren Temperatursumme, Niederschlagsmengen und Blattnässedauer bestimmt. Dabei wurden folgende Ergebnisse erzielt:

- *Es konnte nachgewiesen werden, dass in Windschutzhecken hinein gewehtes, von *P. tracheiphila* befallenes Reblaub den Winter überdauert und eine bedeutende Inokulumsquelle sein kann. Aus den auf ihnen gebildeten Apothezien können im Frühjahr Ascosporen über eine Distanz von mehr als 10 m in angrenzende Rebanlagen verfrachtet werden.*
- *Eine Reifung von Apothezien und Ascosporen kann bereits deutlich vor der kritischen Temperatursumme von 150-160°C erfolgen.*
- *Die Apothezien sind allgemein in einem engen Zeitfenster Ende April/Anfang Mai ausgereift*
- *Die erste deutlich messbare Entlassung von Ascosporen erfolgte 1993 und 1994 in den beiden ersten Wochen im Mai.*

- Eine Freisetzung von Ascosporen erfolgt jeweils nach mehreren trockenen Tagen und anschließenden deutlichen Regenfällen  $>5 \text{ l/m}^2$ .
- Die Auswertung einer, mit Unterstützung von 13 fränkischen Rebschutzwarten im Jahr 1994 durchgeführten Erhebung gibt Auskunft über Verbreitung der Krankheit, Sortenempfindlichkeit, Auftreten der ersten Symptome und Nähe der Rebanlagen zu Wald und Windschutzhecken

Die Ergebnisse der epidemiologischen Analysen können als Basis für eine gezielte Durchführung von präventiven Blattbehandlungen gegen *P. tracheiphila* genutzt werden.

Wässrige 1 % Lösungen verschiedener Schmierseifen, allein oder in Kombination mit 1 % NHC, vermindern signifikant die Apothezienbildung *in vitro*. Damit eröffnet sich die Möglichkeit, ein Auftreten des RB durch Unterdrückung der Apothezienbildung auf vorjährigem, infiziertem Falllaub im Frühjahr zu verringern, anstatt später synthetische Fungizide gegen Ascosporen auf den neu ausgetriebenen Blättern einzusetzen.

## 7 Literatur

- BULIT, J. & R. LAFON, 1978: Powdery mildew of the vine. pp 525-548 in: The Powdery Mildews. D.M. Spencer (ed), Academic Press.
- CORTESI, P., D.M. GADOURY, R.C. SEEM & R.C. PEARSON, 1995: Distribution and retention of cleistothecia of *Uncinula necator* on the bark of grapevines. Plant Dis. **79**, 15-19.
- DIEHL, H.J. & C. HEINTZ, 1987: Studies on the generative reproduction of grapevine powdery mildew (*Uncinula necator* Berk.) Vitis **26**, 114-122.
- EICHHORN, K.W. & D.H. LORENZ, 1997: Phänologische Entwicklungsstadien der Rebe. Nachrichtnbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienstes, Braunschweig **29**, 119-120.
- FARKAS, E. & J. MIKULÁS, 1994: Terjedöben van egy régi szőlőbetegség, az arbánc (*Pseudopeziza tracheiphila*). Növényvédelem **30**, 533-537.
- FLICK, G., B. HOLZ, W. HUBER, H.-H. KASSEMAYER, W.K. KAST, H.P. LIPPS & D. LORENZ, 1988: Richtlinie für die Prüfung von Fungiziden zur Bekämpfung von *Uncinula necator* (schwei. Burr.) an Reben. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., no. 22-1.2, p. 1-10, 6 ref., De.
- GACHON, C. & M. TISSOT, 1972: Rot-Brenner, manifestations inhabituelles en Lorraine, Alsace, Bourgogne et Franche-Comté. Phytoma **283**, 33-36.
- GADOURY, D.M. & R.C. PEARSON, 1987: Heterothalysm and pathogenic specialization in *Uncinula necator*. (Abstr.) Phytopathology **77**, 1614.
- GADOURY, D.M. & R.C. PEARSON, 1988: Initiation, development, dispersal and survival of cleistothecia of *Uncinula necator* in New York vineyards. Phytopathology **78**, 1413-1421.
- GADOURY, D.M. & R.C. PEARSON, 1991: Heterothallism and pathogenic specialization in *Uncinula necator*. Phytopathology **81**, 1287-1293
- GADOURY, D.M., R.C. PEARSON, D.G. RIEGEL, R.C. SEEM, C.M. BECKER & J.W. PSCHIEDT, 1994: Reduction of powdery mildew and other diseases by over-the-trellis application of lime sulfur to dormant grapevines. Plant Dis. **78**, 83-87.
- GERLACH, W.W.P., 1993: Echter Mehltau – alternative Bekämpfung. 6b. GW **30**, 1390–1392.
- GUBLER, W.D., D.G. FOGLE & D.O. CHELLEMI, 1988: Viability and pathogenicity of *Uncinula necator* ascospores in California. (Abstr.) Phytopathology **78**, 1572.
- HENNER, J., 1970: Auch 1969 Masseninfektion in Österreich, neue Aspekte. Der Pflanzenarzt **23**, 43-44.
- HENNINGER, H., : Untersuchungen zur Entwicklung und Variabilität von *Pseudopeziza tracheiphila* (Müller Thurgau). Phytopath. Zeitschrift **22**, 1-34.



- HERRMANN, J.V. & H. HOFMANN, 1994: Leitfaden zum Rebschutz. Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Veitshöchheim.
- HERRMANN, J.V., H. HOFMANN & K. REISS, 1996: Aktuelle Aspekte zur Biologie und Bekämpfung des Roten Brenners. *Rebe und Wein* **6**, 188-191.
- HILL, G.K., 1990: Das Peronospora-Risikoprognosemodell Oppenheim (P.R.O.) im Praxistest. *DDW* **12**, 514-517.
- HILL, G.K., I. BAUMBERGER & S. SPIES, 1995: Studies on the occurrence of the Cleistothecia of *Uncinula necator* (schw.) Burr. in two vinegrowing areas of Germany. *Vitic. Enol. Sci.* **50**, 3-8.
- HOLZ, B., 1993: Untersuchungen zur Prognose über die Stärke des Auftretens des Roten Brenners (*Pseudopezicula tracheiphila*) und Festlegung des ersten Bekämpfungstermins. In: Jahresbericht 1993 Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin und Braunschweig.
- HOMMA, Y., Y. ARIMOTO & T. MISATO, 1981: Effect of sodium bicarbonate on each growth stage of cucumber powdery mildew fungus (*Sphaerotheca fuliginea*) in its life cycle. *J. Pesticide Sci.* **6**, 201-209.
- HORST, R.K., KAWAMOTO, S.O. & L.L. PORTER, 1992: Effect of sodium bicarbonate and oils on the control of powdery mildew and black spot of roses. *Pl. Diss.* **76**, 247-251.
- ISREAL, H.W., S.J. INGALLIS, L.L. PORTER & R.K. HORST, 1993a: Control of powdery mildew of Rose with bicarbonates: I. A qualitative microscopic study of eradication. *Phytopathology* **83**, 244 (Abstract).
- ISREAL, H.W., S.J. INGALLIS, L.L. PORTER & R.K. HORST, 1993b: Control of powdery mildew of Rose with bicarbonates: III. A microscopic study of protection. *Phytopathology* **83**, 244 (Abstract).
- KORF, R.P., R.C. PEARSON, W. ZHUANG & B. DUBOS, 1986: *Pseudopezicula* (Helotiales, *Peziculoideae*), a new discomycete genus for pathogens causing an angular leaf scorch disease of grapes ("Rotbrenner"). *Mycotaxon* **26**, 457-471.
- KUNDERT, J. & A. BOLAY, 1968: Der Rotbrenner der Rebe und seine Bekämpfung im Jahre 1967. *Schweiz. Z. f. Obst- und Weinbau* **7**, 145-195.
- LEHOCZKY, J., 1966: Sexual spore formation of *Pseudopeziza tracheiphila* and its role in causing epidemics. *Wiss. Publ. Forschungsinst. Weinbau und Koordinationskommission Nr. 40*; Budapest.
- Liptay-Reuter, I. & C. Ptach (Eds.), 1998: Sensorische Methoden und ihre statistische Auswertung. *arotop-Schriftenreihe*, ngv Verlag für Nahrung, Gesundheit und Vitalität, ISBN 3-9805556-2-3.

- MARLOTH, R.H., 1931: The influence of hydrogen-ion concentration and sodium bicarbonate and related substances on *Penicillium italicum* and *Penicillium digitatum*. *Phytopathology* **21**, 169-198.
- METZGER, P. & K. HAAS, 1992: Bekämpfung des Roten Brenners. *DDW* **13**, 528-529.
- MOLOT, B., 1998: Une nouvelle alternative: l'azoxystrobine. *Progrès Agricole et Viticole* **115**, 36-38.
- MUCKENSTURM, B., 1996: Mieux raisonner la lutte contre le rougeot parasitaire de la vigne. *Phytoma* **481**, 33-35.
- MÜLLER-THURGAU, H., 1903a: Der Rote Brenner des Weinstocks. *Centralblatt Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, 2. Abteilung, Band 10*, 8-17.
- MÜLLER-THURGAU, H., 1903b: Der Rote Brenner des Weinstocks. *Centralblatt Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, 2. Abteilung, Band 10*, 48-61.
- MÜLLER-THURGAU, H., 1903c: Der Rote Brenner des Weinstocks. *Centralblatt Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, 2. Abteilung, Band 10*, 81-88.
- MÜLLER-THURGAU, H., 1903d: Der Rote Brenner des Weinstocks. *Centralblatt Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, 2. Abteilung, Band 10*, 113-121.
- MÜLLER-THURGAU, H., 1913: Der Rote Brenner des Weinstocks II. Teil. *Centralblatt Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, 2. Abteilung, Band 38*, 586-620.
- NIEMEYER, L., 1958: Der Rote Brenner. *Deut. Weinbaukalender* **9**, 89-93.
- OSNAYA-GONSÁLEZ, M. 2000: Strategie zur Befallsminderung des Sternrußtaus (*Diplocarpon rosae* Wolf) an Rosen unter besonderer Berücksichtigung alternativer Materialien des Pflanzenschutzes. *Diss. Gießen*.
- OSNAYA-GONSÁLEZ, M., B. STEINHAEUER, & E. SCHLÖSSER, 1997: Effect of alternative plant protection materials on blackspot of roses. *Med. Fak. Rijksuniv. Gent* **62**, 1041-1048.
- PEARSON R.C. & W. GÄRTEL, 1985: Occurrence of Hyphae of *Uncinula necator* in buds of grapevine. *Plant Dis.* **69**, 149-151.
- PEARSON, R., W. SIEGFRIED, M. BODMER & H. SCHÜEPP, 1991: Ascospore discharge and survival in *Pseudopezicula tracheiphila*, causal agent of Rotbrenner of grape. *Phytopath. Z.* **132**, 117-185.
- PEARSON, R.C. & A.C. COHEEN, 1988: *Compendium of Grape Diseases*. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota 55121, USA.

- PEARSON, R.C. & D.M. GADOURY, 1987: Cleistothecia, the source of primary inoculum for grape powdery mildew in New York. *Pytopathology* **77**, 1509-1514.
- PEARSON, R.C., B. DUBOS & R.P. KORF, 1986: Occurrence of *Pseudopeziza tracheiphila*, causal agent of rotbrenner, on grape in New York. *Phytopathology* **76**, 656-657.
- PEARSON, R.C., F.D. SMITH & B. DUBOS, 1988: Angular Leaf Scorch, a new disease of grapevines in North America caused by *Pseudopezicula tetraspora*. *Pl. Dis.* **72**, 796-800.
- PORTER, L.L., R.K. HORST & H.W. ISRAEL, 1993a: Control of powdery mildew of Rose with bicarbonates: II. Quantitative influence of fungal structures. *Phytopathology* **83**, 246 (Abstract).
- PORTER, L.L., R.K. HORST & H.W. ISRAEL, 1993b: Control of powdery mildew of Rose with bicarbonates: IV. Temporal influence on conidial germination. *Phytopathology* **83**, 246 (Abstract).
- REH, I. & E. SCHLÖSSER, 1994: Alternative control of powdery mildew on grapevine. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent* **59**, 909-917.
- REH, I. & E. SCHLÖSSER, 1995: Control of powdery mildew on grapevine with sodium hydrogen carbonate. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent* **60**, 321-327.
- REH, I., J.V. HERRMANN & E. SCHLÖSSER, 1993: Ascospore discharge in *Pseudopezicula tracheiphila*, the causal agent of Rotbrenner of grapevine. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent* **58**, 1201-1205.
- REISS, K. & V. ZINKERNAGEL, 1993: Heterothallie bei *Pseudopezicula tracheiphila* (Müll.-Thurg) Korf & Zhuang (syn. *Pseudopeziza tracheiphila* Müll.-Thurg.). *Z. PflKrankh. PflSchutz* **101**, 212-214.
- REISS, K. & V. ZINKERNAGEL, 1997: Epidemiologische Untersuchungen zur Ascosporenfreisetzung von *Pseudopezicula tracheiphila* (Müll.-Thurg.) Korf & Zuang, dem Erreger des Roten Brenner am Wein. *Z. PflKrankh. PflSchutz* **104**, 113-125.
- REISS, K., 1996: Untersuchungen zur Epidemiologie und Pathogenese des Roten Brenners (*Pseudopezicula tracheiphila*) an *Vitis vinifera* als Grundlage für die Prognose und gezielte Bekämpfung. *Diss. Univ. München*.
- REISS, K., H. GUTMANN, H.-CH. BARTSCHERER & V. ZINKERNAGEL, 1997: *Pseudopezicula tracheiphila* on *Vitis vinifera*: Microscopical studies of the infection mechanism. *J. Pl. Dis. Protect.* **104**, 483-491.
- SALL, M.A. & J. WRYSINSKI, 1982: Perennation of powdery mildew in buds of grapevines. *Plant Dis.* **66**, 678-679.
- SCHLÖSSER, E., 1997: *Allgemeine Phytopathologie*. 2. Aufl., Thieme-Verlag, Stuttgart.

- SCHÜEPP, H., 1959: Untersuchungen über *Pseudopezizoideae* sensu Nannfeldt. Phytopathol. Zeitschr. **36**, 213-269.
- SCHÜEPP, H., 1988: Rotbrenner. Compendium of grape diseases. Academic press, New York, 19-20.
- SIEGFRIED, W. & H. SCHÜEPP, 1983: Der Rotbrenner, eine unberechenbare Krankheit. Schweiz. Z. Obst- und Weinbau **119**, 235-239.
- SIEGFRIED, W., 1995: Pflanzenschutzempfehlung 1995 für den Weinbau, Flugschrift Nr. 123. Eidgen. Forschungsanst. Obst-, Wein- und Gartenbau, Wädenswil.
- SIEGFRIED, W., 1996: Rougeot. Téléomorphe: (*Pseudopeziza tracheiphila* Müll.-Thurg.) Korf & Zhuang Anamorphe: *Phialophora tracheiphila* (Sacc. & Sacc.) Korf. Révue suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture **28**, 1.
- SMILANICK, J.L., D.A. MARGOSAN & D.J. HENSON, 1995: Evaluation of heated solutions of sulfur dioxide, ethanol and hydrogen peroxide to control postharvest green mold of lemons. Pl. Diss. **79**, 742-747.
- STARK-NOTHELFER, H., 1986: Der Rote Brenner und seine Bekämpfung. Rebe und Wein **39**, 153-156.
- VAN DER SPUY, J.E. & F.N. MATTHEE, 1977: Overwintering of the oidium stage of *Uncinula necator* in the buds of the grapevine. Plant Dis. Rep. **61**, 612-615.

## 8 Danksagung

Die Untersuchungen zur Epidemiologie des Roten Brenners wurden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützt (Schl 90/32-1). Mein Dank gilt Herrn W. Siegfried, Eidgenössische Forschungsanstalt Wädenswil, für die Einführung in die Rotbrenner-Problematik und für seine beratende Hilfestellung. Ebenso gebührt Dank Herrn J.V. Herrmann, Bayerischen Landesanstalt für Wein- und Gartenbau Würzburg/Veitshöchheim, Herrn F. Voll, Herrn H. Flach (Weinhaus Erlabrunn) und meinem Vater F. Reh für die Bereitstellung von Versuchsflächen. Herzlichen Dank spreche ich auch allen fränkischen Rebschutzwarten aus, die an der Befallserhebung „Roter Brenner“ mitgewirkt haben.

Im Hinblick auf die Untersuchungen zum Krankheitsmanagement des Echten Mehltaus danke ich Herrn A. Kestler und meinem Vater F. Reh für die Bereitstellung von Oidium-Versuchsflächen. Großer Dank gebührt auch Herrn H. Baumann, dem technischen Leiter der Gebiets-Winzergenossenschaft Franken, Kitzingen/Reppendorf, für die Durchführung der analytischen Untersuchungen und der Weinfiltration sowie Herrn Dr. Zürn, Institut für Weinbau und Kellerwirtschaft, FH Wiesbaden-Geisenheim, für die Durchführung der Weinverkostung.

Herzlichst danke ich auch meinem Ehemann Andreas für die Unterstützung bei der Anfertigung von Graphiken und Fotos für diese Arbeit.

Ganz besonders danke ich jedoch meinem Doktorvater, Herrn Prof. E. Schlösser, für die fachliche Unterstützung bei der Betreuung der Doktorarbeit. Seine menschliche und beherzte Natur hat mir während dieser Zeit sehr geholfen.

## Signifikanztabelle für die Dreiecksmethode

n	Erforderliche Anzahl übereinstimmender Stimmen Signifikante Unterscheidung mit einer statistischen Sicherheit von		
	95 %	99 %	99,9 %
1	-	-	-
2	-	-	-
3	3	-	-
4	4	-	-
5	4	5	-
6	5	6	-
7	5	6	7
8	6	7	8
9	6	7	8
10	7	8	9
11	7	8	10
12	8	9	10
13	8	9	11
14	9	10	11
15	9	10	12
16	9	11	12
17	10	11	13
18	10	12	13
<b>19</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>14</b>
20	11	13	14
21	12	13	15
22	12	14	15
23	12	14	16
24	13	15	16
25	13	15	17
26	14	15	17
27	14	16	18
28	15	16	18
29	15	17	19
30	15	17	19
40	19	21	24
50	24	26	28
60	28	30	33
70	32	34	37
80	35	38	41
90	39	42	45
100	43	46	49
150	62	65	69
200	80	84	89
300	117	122	122
400	152	158	165
500	188	194	202
1000	363	372	383

Quelle: Liptay-Reuter & Ptach, 1998: Sensorische Methoden und ihre statistische Auswertung, S. 110.

**Tabelle A1: Entwicklung der Apothezien von *P. tracheiphila* in Gegenüberstellung zu dem Sporenflug und den Witterungsdaten: Standort Thüngersheim (Lehmental), Rebsorte Müller-Thurgau**

Jahr 1992 Zeitspanne	Apothezien (%)				Sporen pro cm <sup>2</sup>	Temp.- summe (°C)	Nieder- schlag (l/m <sup>2</sup> )	Blattnässe- perioden ≅ 8 h*
	Geschlossen	Aufbrechend	Offen	Leer				
25.04. -11.05.	100	0	0	0	0	133,6	19,0	1 (12)
11.-18.05.	84	15	1	0	0	197,1	8,0	1 (25)
18.-25.05.	25	10	61	4	4	271,1	6,0	2 (15,5; 14)
25.05. -02.06.	22	17	60	1	9	366,0	0,0	0
02.-09.06.	26	21	53	0	8	420,3	39,0	7 (10, 16, 19, 9, 20,5; 13, 15,5)
09.-15.06.	16	12	72	0	0	473,0	2,5	1 (13)
15.-22.06.	2	5	61	32	9	544,4	45,0	3 (38, 17,5; 8)
22.-29.06.	4	3	30	63	13	626,6	16,0	2 (23, 9)
29.-06.07.	0	0	6	94	9	706,4	16,0	2 (18,5; 22)
06.-13.07.	0	0	0	100	0	766,1	12,0	5 (14, 8, 20, 10, 11)

\*Blattnässedauer in Stunden (h)

**Tabelle A2: Differenzierung der Asci von *P. tracheiphila* in Gegenüberstellung zu dem Sporenflug und den Witterungsdaten: Standort Thüngersheim (Lehmental), Rebsorte Müller-Thurgau**

Jahr 1992 Zeitspanne	Differenzierung (%)				Sporen pro cm <sup>2</sup>	Temp.- summe (°C)	Nieder- schlag (l/m <sup>2</sup> )	Blattnässe- perioden ≅ 8 h*
	Undifferen- ziert	Intermediär	Differen- ziert	Leer				
25.04. -04.05.	100,0	0,0	0,0	0,0	0	90,5	16,0	2 (12, 23,5)
04.-11.05.	99,2	0,8	0,0	0,0	0	133,6	19,0	1 (12)
11.-18.05.	99,5	0,5	0,0	0,0	0	197,1	8,0	1 (25)
18.-25.05.	92,5	3,1	2,6	1,4	4	271,1	6,0	2 (15,5; 14)
25.05. -02.06.	85,5	6,1	6,9	1,5	9	366,0	0,0	0
02.-09.06.	90,2	3,3	5,3	1,2	8	420,3	39,0	7 (10, 16, 19, 9, 20,5; 13, 15,5)
09.-15.06.	69,6	3,5	19,2	7,8	0	473,0	2,5	1 (13)
15.-22.06.	13,3	5,6	51,5	30,0	9	544,4	45,0	3 (38, 17,5; 8)
22.-29.06. <sup>§</sup>					13	626,6	16,0	2 (23, 9)

\*Blattnässedauer in Stunden (h)

<sup>§</sup>ab dieser Periode konnten keine aussagefähigen Quetschpräparate hergestellt werden

**Tabelle A3: Entwicklung der Apothezien von *P. tracheiphila* in Gegenüberstellung zu dem Sporenflug und den Witterungsdaten: Standort Thüngersheim (Lehmental), Rebsorte Müller-Thurgau**

Jahr 1993 Zeitspanne	Apothezien (%)				Sporen pro cm <sup>2</sup>	Temp.- summe (°C)	Nieder- schlag (l/m <sup>2</sup> )	Blattnässe- perioden ≅ 8 h*
	Geschlossen	Aufbrechend	Offen	Leer				
26.-29.04.	100	0	0	0	0	107,5	0,0	0
29.04. -03.05.	59	18	23	0	0	137,3	20,0	2 (18, 24)
03.-06.05.	47	21	32	0	0	146,6	0,0	0
06.-10.05.	79	18	3	0	1	170,0	0,5	2 (10 <sup>#</sup> , 10)
10.-13.05.	51	18	31	0	281	200,0	12,3	1 (15,5)
13.-17.05.	47	17	29	7	328	221,8	15,6	1 (18,5)
17.-20.05.	12	8	74	6	0	253,5	0,0	0
20.-24.05.	3	4	77	16	363	277,0	17,9	2 (14, 18)
24.-27.05.	9	3	52	36	1	314,8	1,2	0
27.-31.05.	6	10	40	44	74	349,9	2,2	1 (15)
31.05. -03.06.	2	0	42	56	235	375,0	16,7	1 (25)
03.-07.06.	0	0	51	49	67	418,0	2,9	2 (16, 18 <sup>#</sup> )
07.-10.06.	0	0	40	60	0	461,5	0,0	0
10.-14.06.	14	0	36	50	45	499,5	2,9	1 (14)
14.-17.06.	0	0	23	77	42	517,0	11,4	3 (25, 8, 16)
17.-21.06.	0	0	18	82	0	559,9	2,3	0
21.-24.06.	0	0	3	97	10	581,3	6,5	2 (11, 19)
24.-28.06.	0	0	0	100	0	604,5	3,1	2 (10, 8)

\*Blattnässedauer in Stunden (h)

<sup>#</sup>kein Niederschlag, sondern Nebel/Tau/Dunst



**Tabelle A4: Differenzierung der Asci von *P. tracheiphila* in Gegenüberstellung zu dem Sporenflug und den Witterungsdaten: Thüngersheim (Lehmental), Rebsorte Müller-Thurgau**

Jahr 1993 Zeitspanne	Differenzierung (%)				Sporen pro cm <sup>2</sup>	Temp.- summe (°C)	Nieder- schlag (l/m <sup>2</sup> )	Blattnässe- perioden ≅ 8 h*
	Undifferen- ziert	Intermediär	Differen- ziert	Leer				
26.-29.04.	100,0	0,0	0,0	0,0	0	107,5	0,0	0
29.04. - 03.05.	92,3	3,2	1,6	3,0	0	137,3	20,0	2 (18, 24)
03.-06.05.	88,9	3,3	2,5	5,3	0	146,6	0,0	0
06.-10.05.	76,8	21,5	1,5	0,2	1	170,0	0,5	2 (10 <sup>#</sup> , 10)
10.-13.05.	86,0	9,3	1,9	2,8	281	200,0	12,3	1 (15,5)
13.-17.05.	87,9	1,3	1,8	9,1	328	221,8	15,6	1 (18,5)
17.-20.05.	61,9	2,4	11,0	24,7	0	253,5	0,0	0
20.-24.05.	80,4	2,7	5,7	11,2	363	277,0	17,9	2 (14, 18)
24.-27.05.	71,1	6,1	2,4	20,4	1	314,8	1,2	0
27.-31.05.	64,4	1,0	3,8	30,8	74	349,9	2,2	1 (15)
31.05. - 03.06.	62,9	2,0	8,0	27,1	235	375,0	16,7	1 (25)
03.-07.06.	69,6	1,2	5,9	23,3	67	418,0	2,9	2 (16, 18 <sup>#</sup> )
07.-10.06.	56,9	1,7	9,8	31,6	0	461,5	0,0	0
10.-14.06.	34,9	0,9	10,7	53,5	45	499,5	2,9	1 (14)
14.-17.06.	23,6	2,0	14,6	59,8	42	517,0	11,4	3 (25, 8, 16)
17.-21.06 <sup>\$</sup> .					0	559,9	2,3	0
21.-24.06.					10	581,3	6,5	2 (11, 19)

\*Blattnässedauer in Stunden (h)

<sup>#</sup>kein Niederschlag, sondern Nebel/Tau/Dunst

<sup>\$</sup>ab dieser Periode konnten keine aussagefähigen Quetschpräparate hergestellt werden

**Tabelle A5: Entwicklung der Apothezien von *P. tracheiphila* in Gegenüberstellung zu dem Sporenflug und den Witterungsdaten: Standort Escherndorf, Rebsorte Silvaner**

Jahr 1993 Zeitspanne	Apothezien (%)				Sporen pro cm <sup>2</sup>	Temp.- summe (°C)	Nieder- schlag (l/m <sup>2</sup> )	Blattnässe- perioden ≈ 8 h*
	Geschlossen	Aufbrechend	Offen	Leer				
26.-29.04.	100	0	0	0	0	129,1	0,0	0
29.04. -03.05.	59	19	22	0	0	166,6	6,5	2 (18, 16)
03.-06.05.	56	19	25	0	0	175,4	0,0	0
06.-10.05.	51	15	34	0	0	208,1	1,0	1 (10)
10.-13.05.	48	12	40	0	0	242,6	0,0	0
13.-17.05.	36	18	41	5	3	269,3	6,6	2 (19, 8,5 <sup>#</sup> )
17.-20.05.	9	9	56	26	0	303,8	0,0	0
20.-24.05.	10	9	73	8	12	328,5	21,7	1 (36)
24.-27.05.	9	3	52	36	0	368,8	1,4	0
27.-31.05.	14	4	47	35	0	403,8	6,9	2 (12, 8)
31.05. -03.06.	0	2	56	42	-	430,5	2,6	1 (23)
03.-07.06.	0	0	51	49	1	474,8	1,3	1 (16)
07.-10.06.	0	0	0	100	0	520,8	0,0	0
10.-14.06.	2	0	25	73	0	559,5	8,1	2 (14,5; 13,5)
14.-17.06.	0	0	0	100	1	576,8	16,2	2 (27, 15,5)
17.-21.06.	0	0	36	64	-	618,6	0,0	0
21.-24.06.	0	0	11	89	0	643,9	9,0	2 (10, 18,5)
24.-28.06.	0	0	0	100	0	676,1	2,6	0

\*Blattnässedauer in Stunden (h)

<sup>#</sup>kein Niederschlag, sondern Nebel/Tau/Dunst

- Objektträger bei Bodenbearbeitung abgerutscht

**Tabelle A6: Differenzierung der Asci von *P. tracheiphila* in Gegenüberstellung zu dem Sporenflug und den Witterungsdaten: Standort Escherndorf, Rebsorte Silvaner**

Jahr 1993 Zeitspanne	Differenzierung (%)				Sporen pro cm <sup>2</sup>	Temp.- summe (°C)	Nieder- schlag (l/m <sup>2</sup> )	Blattnässe- perioden ≅ 8 h*
	Undifferen- ziert	Intermediär	Differen- ziert	Leer				
26.-29.04.	100,0	0,0	0,0	0,0	0	129,1	0,0	0
29.04. - 03.05.	93,3	4,9	1,6	0,2	0	166,6	6,5	2 (18, 16)
03.-06.05.	96,6	0,4	0,4	2,6	0	175,4	0,0	0
06.-10.05.	93,1	2,0	0,7	4,3	0	208,1	1,0	1 (10)
10.-13.05.	94,3	2,4	0,9	2,4	0	242,6	0,0	0
13.-17.05.	81,1	7,4	2,1	9,4	3	269,3	6,6	2 (19, 8,5 <sup>#</sup> )
17.-20.05.	78,8	0,7	0,2	20,3	0	303,8	0,0	0
20.-24.05.	80,3	5,9	0,1	13,7	12	328,5	21,7	1 (36)
24.-27.05.	70,7	4,1	1,2	23,9	0	368,8	1,4	0
27.-31.05.	57,0	4,0	13,5	25,7	0	403,8	6,9	2 (12, 8)
31.05. - 03.06.	59,8	2,3	9,9	28,0	-	430,5	2,6	1 (23)
03.-07.06.	51,6	0,0	7,1	41,3	1	474,8	1,3	1 (16)
07.-10.06.	0,0	0,0	0,0	100,0	0	520,8	0,0	0
10.-14.06.	53,3	1,0	8,9	36,8	0	559,5	8,1	2 (14,5; 13,5)
14.-17.06. <sup>\$</sup>					1	576,8	16,2	2 (27, 15,5)
17.-21.06.					-	618,6	0,0	0
21.-24.06.					0	643,9	9,0	2 (10,18,5)

\*Blattnässedauer in Stunden (h)

<sup>#</sup>kein Niederschlag, sondern Nebel/Tau/Dunst

- Objektträger bei Bodenbearbeitung abgerutscht

<sup>\$</sup>ab dieser Periode konnten keine aussagefähigen Quetschpräparate hergestellt werden

**Tabelle A7: Entwicklung der Apothezien von *P. tracheiphila* in Gegenüberstellung zu dem Sporenflug und den Witterungsdaten: Standort Wipfeld, Rebsorte Bacchus**

Jahr 1993 Zeitspanne	Apothezien (%)				Sporen pro cm <sup>2</sup>	Temp.- summe (°C)	Nieder- schlag (l/m <sup>2</sup> )	Blattnässe- perioden ≅ 8 h*
	Geschlossen	Aufbrechend	Offen	Leer				
26.-29.04.	100	0	0	0	0	133,3	0,0	0
29.04. -03.05.	58	18	24	0	0	171,3	4,5	2 (9, 18)
03.-06.05.	64	19	16	0	0	178,8	0,0	0
06.-10.05.	63	7	30	0	0	202,5	8,9	1 (10,5)
10.-13.05.	35	12	53	0	0	237,5	1,8	0
13.-17.05.	30	48	22	0	1	257,8	3,8	1 (10 <sup>#</sup> )
17.-20.05.	1	5	69	25	0	295,0	0,2	0
20.-24.05.	7	12	78	3	5	327,0	17,2	2 (12, 13,5)
24.-27.05.	13	10	57	20	0	366,3	1,4	0
27.-31.05.	2	0	62	36	1	405,3	3,9	1 (15)
31.05. -03.06.	0	3	70	27	9	429,8	5,9	1 (17,5)
03.-07.06.	0	0	38	62	1	471,8	0,0	1 (13)
07.-10.06.	0	0	0	100	0	516,8	0,0	0
10.-14.06.	0	0	37	63	37	549,8	10,7	2 (13, 14)
14.-17.06.	2	0	40	58	2	566,0	14,7	2 (24, 15)
17.-21.06.	0	0	16	84	1	607,0	0,0	0
21.-24.06.	0	0	7	93	1	633,0	6,6	1 (17)
24.-28.06.	0	0	0	100	0	660,5	2,6	0

\*Blattnässedauer in Stunden (h)

<sup>#</sup>kein Niederschlag, sondern Nebel/Tau/Dunst

**Tabelle A8: Differenzierung der Asci von *P. tracheiphila* in Gegenüberstellung zu dem Sporenflug und den Witterungsdaten: Standort Wipfeld, Rebsorte Bacchus**

Jahr 1993 Zeitspanne	Differenzierung (%)				Sporen pro cm <sup>2</sup>	Temp.- summe (°C)	Nieder- schlag (l/m <sup>2</sup> )	Blattnässe- perioden ≅ 8 h*
	Undifferen- ziert	Intermediär	Differen- ziert	Leer				
26.-29.04.	100,0	0,0	0,0	0,0	0	133,3	0,0	0
29.04. - 03.05.	87,6	6,5	4,3	1,6	0	171,3	4,5	2 (9, 18)
03.-06.05.	95,1	0,5	0,1	4,3	0	178,8	0,0	0
06.-10.05.	92,2	4,3	1,1	2,4	0	202,5	8,9	1 (10,5)
10.-13.05.	91,0	0,5	0,2	8,3	0	237,5	1,8	0
13.-17.05.	80,5	1,1	0,3	18,1	1	257,8	3,8	1 (10 <sup>#</sup> )
17.-20.05.	78,6	2,5	5,9	13,0	0	295,0	0,2	0
20.-24.05.	66,2	2,1	0,7	30,9	5	327,0	17,2	2 (12, 13,5)
24.-27.05.	83,0	2,9	3,7	10,5	0	366,3	1,4	0
27.-31.05.	80,6	2,7	2,2	14,6	1	405,3	3,9	1 (15)
31.05. - 03.06.	47,3	2,3	9,6	40,8	9	429,8	5,9	1 (17,5)
03.-07.06.	28,2	8,0	32,1	31,7	1	471,8	0,0	1 (13)
07.-10.06.	0,0	0,0	0,0	100,0	0	516,8	0,0	0
10.-14.06.	46,8	0,6	6,6	46,0	37	549,8	10,7	2 (13, 14)
14.-17.06.	44,8	4,4	12,1	38,7	2	566,0	14,7	2 (24, 15)
17.-21.06. <sup>\$</sup>					1	607,0	0,0	0
21.-24.06.					1	633,0	6,6	1 (17)

\*Blattnässedauer in Stunden (h)

<sup>#</sup>kein Niederschlag, sondern Nebel/Tau/Dunst

<sup>\$</sup>ab dieser Periode konnten keine aussagefähigen Quetschpräparate hergestellt werden

**Tabelle A9: Entwicklung der Apothezien von *P. tracheiphila* in Gegenüberstellung zu dem Sporenflug und den Witterungsdaten: Standort Thüngersheim (Lehmental), Rebsorte Müller-Thurgau**

Jahr 1994 Zeitspanne	Apothezien (%)				Sporen pro cm <sup>2</sup>	Temp.- summe (°C)	Nieder- schlag (l/m <sup>2</sup> )	Blattnässe- perioden ≅ 8 h*
	Geschlossen	Aufbrechend	Offen	Leer				
01.-04.05.	100	0	0	0	0	116,6	0,0	0
04.-06.05.	100	0	0	0	1	120,1	4,2	3 (9, 8, 19)
06.-09.05.	100	0	0	0	0	140,4	0,0	1 (8 <sup>#</sup> )
09.-12.05.	100	0	0	0	0	159,4	0,0	0
12.-16.05.	13	26	61	0	65	190,6	23,5	3 (8, 15,5; 16)
16.-19.05.	26	13	61	0	143	219,8	26,4	2 (11, 14)
19.-23.05.	20	15	56	9	1437	245,0	7,6	4 (24, 14, 18,5; 8)
23.-26.05.	15	2	69	14	431	269,8	9,6	3 (14, 15, 9)
26.-30.05.	4	12	53	31	130	288,4	5,3	2 (23, 8)
30.05. - 02.06.	35	12	12	39	0	319,3	0,0	0
02.-06.06.	4	2	54	40	121	357,6	10,6	1 (11, 20, 15,5)
06.-09.06.	0	0	28	72	22	388,9	2,9	1 (15, 12)
09.-13.06.	0	0	40	60	0 <sup>+</sup>	414,9	1,5	1 (28)
13.-16.06.	-	-	-	-	0	444,4	0,0	0
16.-20.06.	-	-	-	-	7	488,6	1,7	2 (15, 8,5 <sup>#</sup> )
20.-23.06.	-	-	-	-	2	530,9	0,3	1 (8)
23.-27.06.	0	0	13	87	3	593,6	4,4	0
27.-30.06.	0	0	10	90	0	649,1	0,3	1 (8)
30.06. - 04.07.	-	-	-	-	0	710,1	0,0	0
04.-07.07.	0	0	8	92	0 <sup>+</sup>	752,4	24,1	2 (16, 8)
07.-11.07.	-	-	-	-	0	795,6	0,0	0
11.-14.07.	-	-	-	-	0	843,1	0,0	0
14.-18.07.	-	-	-	-	0 <sup>+</sup>	897,0	11,9	1 (17)

\*Blattnässedauer in Stunden (h)

<sup>#</sup>kein Niederschlag, sondern Nebel/Tau/Dunst

0<sup>+</sup>=Sporen gefunden, Anzahl durch Umrechnungsfaktor aber <0,5 Sporen/cm<sup>2</sup>

- keine Probenentnahme

**Tabelle A10: Differenzierung der Asci von *P. tracheiphila* in Gegenüberstellung zu dem Sporenflug und den Witterungsdaten: Standort Thüngersheim (Lehmental), Rebsorte Müller-Thurgau**

Jahr 1994 Zeitspanne	Differenzierung (%)				Sporen pro cm <sup>2</sup>	Temp.- summe (°C)	Nieder- schlag (l/m <sup>2</sup> )	Blattnässe- perioden ≅ 8 h*
	Undifferen- ziert	Intermediär	Differen- ziert	Leer				
04.-06.05.	100,0	0,0	0,0	0,0	1	120,1	4,2	3 (9, 8, 19)
06.-09.05.	100,0	0,0	0,0	0,0	0	140,4	0,0	1 (8 <sup>#</sup> )
09.-12.05.	100,0	0,0	0,0	0,0	0	159,4	0,0	0
12.-16.05.	73,8	1,3	0,9	24,0	65	190,6	23,5	3 (8, 15,5; 16)
16.-19.05.	46,3	3,1	21,5	29,1	143	219,8	26,4	2 (11, 14)
19.-23.05.	71,0	2,5	6,3	20,2	1437	245,0	7,6	4 (24, 14, 18,5; 8)
23.-26.05.	39,9	0,1	17,6	42,4	431	269,8	9,6	3 (14, 15, 9)
26.-30.05.	33,2	0,5	10,4	55,9	130	288,4	5,3	2 (23, 8)
30.05. - 02.06.	39,4	0,0	1,4	59,2	0	319,3	0,0	0
02.-06.06. <sup>\$</sup>					121	357,6	10,6	3 (11, 20, 15,5)

\*Blattnässedauer in Stunden (h)

<sup>#</sup>kein Niederschlag, sondern Nebel/Tau/Dunst

<sup>\$</sup>ab dieser Periode konnten keine aussagefähigen Quetschpräparate hergestellt werden

**Tabelle A11: Entwicklung der Apothezien von *P. tracheiphila* in Gegenüberstellung zu dem Sporenflug und den Witterungsdaten: Standort Escherndorf, Rebsorte Silvaner**

Jahr 1994 Zeitspanne	Apothezien (%)				Sporen pro cm <sup>2</sup>	Temp.- Summe (°C)	Nieder- schlag (l/m <sup>2</sup> )	Blattnässe- perioden ≅ 8 h*
	Geschlossen	Aufbrechend	Offen	Leer				
01.-04.05.	100	0	0	0	0	79,5	0,0	0
04.-06.05.	100	0	0	0	16	82,4	10,1	3 (8, 12, 21)
06.-09.05.	100	0	0	0	0	98,8	0,0	1 (13,5 <sup>#</sup> )
09.-12.05.	100	0	0	0	0	115,3	0,0	1 (10 <sup>#</sup> )
12.-16.05.	21	15	64	0	38	140,8	1,5	2 (14, 16)
16.-19.05.	24	6	70	0	279	164,5	6,4	2 (11, 14)
19.-23.05.	10	6	81	3	1196	185,0	6,5	3 (21, 13, 18)
23.-26.05.	11	23	62	4	944	203,5	12,6	3 (13, 15, 10,5 <sup>#</sup> )
26.-30.05.	0	0	65	35	279	215,3	3,5	2 (24, 12 <sup>#</sup> )
30.05. - 02.06.	0	0	20	80	0	234,3	0,0	0
02.-06.06.	0	1	40	59	186	259,4	15,7	3 (10, 18, 13,5)
06.-09.06.	0	0	38	62	175	281,8	2,1	3 (12, 9 <sup>#</sup> , 12)
09.-13.06.	0	0	27	73	1	293,6	2,5	2 (13, 12 <sup>#</sup> )
13.-16.06.	-	-	-	-	0	315,5	0,0	0
16.-20.06.	-	-	-	-	0	351,9	0,0	2 (9 <sup>#</sup> , 8 <sup>#</sup> )
20.-23.06.	-	-	-	-	0	387,1	0,0	0
23.-27.06.	0	0	23	77	11	445,3	3,5	0
27.-30.06.	-	-	-	-	5	497,3	3,7	1 (9,5 <sup>#</sup> )
30.06. - 04.07.	-	-	-	-	0	559,0	0,0	0
04.-07.07.	0	0	9	91	3	599,6	5,5	2 (14, 9,5 <sup>#</sup> )
07.-11.07.	-	-	-	-	0	641,5	0,0	1 (8 <sup>#</sup> )
11.-14.07.	-	-	-	-	0	692,0	0,0	0
14.-18.07.	-	-	-	-	35	742,0	28,4	2 (16, 8)

\*Blattnässedauer in Stunden (h)

<sup>#</sup>kein Niederschlag, sondern Nebel/Tau/Dunst

- keine Probenentnahme



**Tabelle A12: Differenzierung der Asci von *P. tracheiphila* in Gegenüberstellung zu dem Sporenflug und den Witterungsdaten: Standort Escherndorf, Rebsorte Silvaner**

Jahr 1994 Zeitspanne	Differenzierung (%)				Sporen pro cm <sup>2</sup>	Temp.- summe (°C)	Nieder- schlag (l/m <sup>2</sup> )	Blattnässe- perioden ≅ 8 h*
	Undifferen- ziert	Intermediär	Differen- ziert	Leer				
04.-06.05.	100,0	0,0	0,0	0,0	16	82,4	10,1	3 (8, 12, 21)
06.-09.05.	100,0	0,0	0,0	0,0	0	98,8	7,2	1 (13,5 <sup>#</sup> )
09.-12.05.	100,0	0,0	0,0	0,0	0	115,3	0,0	1 (10 <sup>#</sup> )
12.-16.05.	82,3	1,5	3,8	12,4	38	140,8	1,5	2 (14, 16)
16.-19.05.	63,2	5,7	12,8	18,3	279	164,5	6,4	2 (11, 14)
19.-23.05.	47,2	1,0	5,7	46,0	1196	185,0	6,5	3 (21, 13, 18)
23.-26.05.	47,8	0,0	5,5	46,7	944	203,5	12,6	3 (13, 15, 10,5 <sup>#</sup> )
26.-30.05.	13,9	0,0	2,4	83,7	279	215,3	3,5	2 (24, 12 <sup>#</sup> )
30.05. - 02.06.	9,6	0,0	4,4	86,0	0	234,3	0,0	0
02.-06.06. <sup>\$</sup>					186	259,4	15,7	3 (10, 18, 13,5)

\*Blattnässedauer in Stunden (h)

<sup>#</sup>kein Niederschlag, sondern Nebel/Tau/Dunst

<sup>\$</sup>ab dieser Periode konnten keine aussagefähigen Quetschpräparate hergestellt werden

**Tabelle A13: Entwicklung der Apothezien von *P. tracheiphila* in Gegenüberstellung zu dem Sporenflug und den Witterungsdaten: Standort Wipfeld, Rebsorte Bacchus**

Jahr 1994 Zeitspanne	Apothezien (%)				Sporen pro cm <sup>2</sup>	Temp.- summe (°C)	Nieder- schlag (l/m <sup>2</sup> )	Blattnässe- perioden ≅ 8 h*
	Geschlossen	Aufbrechend	Offen	Leer				
01.-04.05.	100	0	0	0	0	121,9	0,0	0
04.-06.05.	73	9	18	0	12	126,4	4,6	3 (8, 9, 19)
06.-09.05.	80	12	2	0	0	148,9	0,0	1 (8,5 <sup>#</sup> )
09.-12.05.	100	0	0	0	0	172,0	0,0	0
12.-16.05.	100	0	0	0	22	206,0	5,6	0
16.-19.05.	14	18	68	0	240	233,9	8,2	2 (9, 13)
19.-23.05.	4	96	0	0	1632	258,9	5,7	2 (9, 8)
23.-26.05.	1	3	91	5	370	279,2	14,4	2 (13, 12)
26.-30.05.	3	4	68	25	6	296,1	5,1	1 (10)
30.05. - 02.06.	2	5	45	48	0	319,3	0,0	0
02.-06.06.	0	0	22	78	64	344,0	15,3	1 (17)
06.-09.06.	4	0	35	61	5	370,4	2,7	2 (8, 8)
09.-13.06.	0	0	26	74	2	386,4	5,8	0
13.-16.06.	-	-	-	-	0	413,6	0,0	0
16.-20.06.	-	-	-	-	3	449,0	2,7	1 (8)
20.-23.06.	-	-	-	-	0	485,5	0,0	0
23.-27.06.	0	0	25	75	10	547,1	4,3	0
27.-30.06.	-	-	-	-	3	602,6	7,8	0
30.06. - 04.07.	-	-	-	-	0	672,9	0,0	0
04.-07.07.	0	0	12	88	5	712,8	3,8	2 (14, 9 <sup>#</sup> )
07.-11.07.	-	-	-	-	0	749,4	0,0	0
11.-14.07.	-	-	-	-	0	801,9	0,0	0
14.-18.07.	-	-	-	-	41	854,4	27,6	2 (16, 8)

\*Blattnässedauer in Stunden (h)

<sup>#</sup>kein Niederschlag, sondern Nebel/Tau/Dunst

- keine Probenentnahme

**Tabelle A14: Differenzierung der Asci von *P. tracheiphila* in Gegenüberstellung zu dem Sporenflug und den Witterungsdaten: Standort Wipfeld, Rebsorte Bacchus**

Jahr 1994 Zeitspanne	Differenzierung (%)				Sporen pro cm <sup>2</sup>	Temp.- summe (°C)	Nieder- schlag (l/m <sup>2</sup> )	Blattnässe- perioden ≅ 8 h*
	Undifferen- ziert	Intermediär	Differen- ziert	Leer				
04.-06.05.	99,0	0,0	0,0	1,0	12	126,4	4,6	3 (8, 9, 19)
06.-09.05.	100,0	0,0	0,0	0,0	0	148,9	0,0	1 (8,5 <sup>#</sup> )
09.-12.05.	100,0	0,0	0,0	0,0	0	172,0	0,0	0
12.-16.05.	69,1	0,9	5,0	25,0	22	206,0	5,6	0
16.-19.05.	57,8	2,5	7,0	32,7	240	233,9	8,2	2 (9, 13)
19.-23.05.	52,0	2,6	5,7	39,7	1632	258,9	5,7	2 (9, 8)
23.-26.05.	40,1	0,0	7,2	52,7	370	279,2	14,4	2 (13, 12)
26.-30.05.	61,2	0,0	2,0	36,8	6	296,1	5,1	1 (10)
30.05. - 02.06.	41,4	0,0	1,7	56,9	0	319,3	0,0	0
02.-06.06. <sup>\$</sup>					64	344,0	15,3	1 (17)

\*Blattnässedauer in Stunden (h)

<sup>#</sup>kein Niederschlag, sondern Nebel/Tau/Dunst

<sup>\$</sup>ab dieser Periode konnten keine aussagefähigen Quetschpräparate hergestellt werden

**Tabelle A15: Entwicklung der Apothezien von *P. tracheiphila* in Gegenüberstellung zu dem Sporenflug und den Witterungsdaten: Standort Leinach, Rebsorte Zweigelt**

Jahr 1994 Zeitspanne	Apothezien (%)				Sporen pro cm <sup>2</sup>	Temp.- summe (°C)	Nieder- schlag (l/m <sup>2</sup> )	Blattnässe- perioden ≅ 8 h*
	Geschlossen	Aufbrechend	Offen	Leer				
01.-04.05.	100	0	0	0	0	118,8	0,0	0
04.-06.05.	100	0	0	0	4	122,0	4,6	2 (9, 8)
06.-09.05.	100	0	0	0	0	141,8	0,0	1 (11 <sup>#</sup> )
09.-12.05.	100	0	0	0	0	160,6	0,0	0
12.-16.05.	19	14	67	0	21	192,3	10,8	1 (12)
16.-19.05.	5	3	92	0	72	218,1	24,5	2 (8, 11)
19.-23.05.	2	3	90	5	620	238,8	6,1	4 (19, 14 10, 9)
23.-26.05.	5	4	64	27	346	257,4	10,3	3 (13, 13, 9)
26.-30.05.	3	3	65	29	90	266,8	3,6	1 (19)
30.05. - 02.06.	11	2	57	30	0	291,0	0,0	0
02.-06.06.	1	1	42	56	138	318,4	11,5	1 (19)
06.-09.06.	0	1	46	53	26	333,3	2,7	2 (8,5; 10)
09.-13.06.	0	0	33	67	4	340,6	3,8	2 (13, 8)
13.-16.06.	-	-	-	-	0	364,4	0,0	0
16.-20.06.	-	-	-	-	3	399,9	1,3	2 (15, 10 <sup>#</sup> )
20.-23.06.	-	-	-	-	0	435,5	0,3	0
23.-27.06.	0	0	28	72	12	493,1	4,5	1 (8)
27.-30.06.	0	0	19	81	0	544,5	0,0	0
30.06. - 04.07.	-	-	-	-	0	611,3	0,0	0
04.-07.07.	0	0	11	89	21	650,5	15,6	0
07.-11.07.	-	-	-	-	0	684,8	0,0	0
11.-14.07.	-	-	-	-	0	735,0	0,0	0
14.-18.07.	-	-	-	-	50	790,8	7,2	1 (15)

\*Blattnässedauer in Stunden (h)

<sup>#</sup>kein Niederschlag, sondern Nebel/Tau/Dunst

- keine Probenentnahme

**Tabelle A16: Differenzierung der Asci von *P. tracheiphila* in Gegenüberstellung zu dem Sporenflug und den Witterungsdaten: Standort Leinach, Rebsorte Zweigelt**

Jahr 1994 Zeitspanne	Differenzierung (%)			Leer	Sporen pro cm <sup>2</sup>	Temp.- summe (°C)	Nieder- schlag (l/m <sup>2</sup> )	Blattnässe- perioden ≅ 8 h*
	Undifferen- ziert	Intermediär	Differen- ziert					
04.-06.05.	100,0	0,0	0,0	0,0	4	122,0	4,6	2 (9, 8)
06.-09.05.	100,0	0,0	0,0	0,0	0	141,8	0,0	1 (11 <sup>#</sup> )
09.-12.05.	100,0	0,0	0,0	0,0	0	160,6	0,0	0
12.-16.05.	68,1	1,0	4,4	26,5	21	192,3	10,8	1 (12)
16.-19.05.	59,4	2,8	14,9	22,9	72	218,1	24,5	2 (8, 11)
19.-23.05.	48,2	2,5	1,0	48,3	620	238,8	6,1	4 (19, 14, 10, 9)
23.-26.05.	37,6	3,8	3,7	54,9	346	257,4	10,3	3 (13, 13, 9)
26.-30.05.	33,9	0,0	4,3	61,8	90	266,8	3,6	1 (19)
30.05. - 02.06.	36,7	0,0	8,7	54,6	0	291,0	0,0	0
02.-06.06.	32,2	0,0	6,1	63,7	138	318,4	11,5	1 (19)
06.-09.06 <sup>\$</sup> .					26	333,3	2,7	2 (8,5; 10)

\*Blattnässedauer in Stunden (h)

<sup>#</sup>kein Niederschlag, sondern Nebel/Tau/Dunst

<sup>\$</sup>ab dieser Periode konnten keine aussagefähigen Quetschpräparate hergestellt werden

# JUSTUS - LIEBIG - UNIVERSITÄT GIESSEN

Institut für Phytopathologie u. Angewandte Zoologie

Bismarckstr. 16, 35390 Gießen, Tel.: 0641-702-3694, FAX 0641-792476

## Befallserhebung "Rotbrenner" 1994

Name:.....

Straße:.....

Wohnort:..... Tel.:.....

Lage des befallenen Standortes:

Gemarkung:.....

Flurstücksnummer, -name:.....

Wann zeigten sich die ersten Symptome (chlorotische Flecken)?

Wie stark ist der Befall?

- schwach : weniger als 10 % der Blätter in der Traubenzone
- mittel : bis zu 50 % Blätter in der Traubenzone
- stark : Traubenzone völlig befallen

Befallene Rebsorte:.....

weniger befallene Rebsorten.....

.....

Grenzt die Rebfläche an Wald oder Windschutzhecken an?

nein

an Wald  angrenzend

an Windschutzhecken angrenzend

Wie ist die Bodenoberfläche beschaffen? offen

teilzeitbegrünt

dauerbegrünt seit 199....

sonstiges:.....

.....

- 2 -

- |                              |          |                          |
|------------------------------|----------|--------------------------|
| Wurde im Herbst 93 geackert? | ja       | <input type="checkbox"/> |
|                              | nein     | <input type="checkbox"/> |
| Art der Reblage:             | Tallage  | <input type="checkbox"/> |
|                              | Hochlage | <input type="checkbox"/> |

**Wieviel Prozent der Rebfläche Ihrer Gemeinde sind mit Rotem Brenner befallen?**

Seit welchem Jahr etwa trat die Rebkrankheit auf?

Für die Mithilfe an diesem Projekt bedanke ich mich herzlichst bei Ihnen. Wenn noch Fragen auftreten, können Sie mich gerne auch zu Hause unter 09384/1353 (Wipfeld) anrufen. Ich spreche auch gerne mit Winzern Ihrer Gemeinde, um wichtige Informationen zu diesem Thema zusammentragen zu können. Ich bedanke mich schon jetzt für Ihre Mitarbeit. Bitte schicken Sie mir den Bogen bis Ende August zurück. Bis dahin werden sich die Schadsymptome (durch Hauptadern scharf abgegrenzte Blattnekrosen) auch deutlich ausgeprägt haben, sodaß eine entsprechend Beurteilung gut möglich sein dürfte.

## LEBENS LAUF

Name: Irene Maria R E H  
geb.: 18.04.1964 in Wipfeld, Landkreis Schweinfurt  
Eltern: Franz und Roswitha Reh, geb. Pabst  
Geschwister: Matthias Reh, geb. 29.06.1962  
Familienstand: verheiratet  
Kinder: Dominik Reh, geb. 27.10.2001



## SCHULISCHER UND BERUFLICHER WERDEGANG

1970-74 Besuch der Grundschule in der Verbandschule Schwanfeld

1974-80 Wechsel an das Neusprachliche Gymnasium, Mädchenbildungswerk der Schwestern vom hl. Kreuz in Gemünden am Main mit Abschluss der Mittleren Reife

1980-82 Winzerlehre in der Rebschule Steinmann, Sommerhausen am Main

1982/83 Besuch der Fachoberschule mit Schwerpunkt Agrarwirtschaft in Geisenheim mit dem Abschluss der Fachhochschulreife

1983-87 Aufnahme des Studiums Weinbau und Getränketechnologie an der Fachhochschule Geisenheim, Abschluss mit Diplom

1987-89 Aufbaustudium Oenologie an der Justus-Liebig-Universität Giessen, Abschluss des Studiums als Diplom-Oenologe

1989 Dreimonatiges landwirtschaftliches Praktikum zur Erntezeit (01.08. bis 31.10.1989) mit Schwerpunkt *Weinbau* an der Universität Bornova/ Izmir, Türkei

1990 Beginn der Doktorarbeit am Institut für Phytopathologie und Angewandte Zoologie der Justus-Liebig-Universität Gießen unter der Leitung von Herrn Prof. E. Schlösser

1993-95 In der Zeit vom 16.10. bis 31.12.1993 als wissenschaftliche Hilfskraft am Institut für Phytopathologie und Angewandte Zoologie der Justus-Liebig-Universität Gießen tätig, anschließend im Rahmen eines Werkvertrages bis 31.03.1995 beschäftigt

seit 1996 Anstellung als Fremdsprachensekretärin im Sekretariat des Geschäftsführenden Direktors des Zentrums für Hygiene, Institut für Virologie, Philipps-Universität Marburg (Beginn des Arbeitsverhältnisses: 22.01.1996)



## **PUBLIKATIONEN**

- REH, I., HERRMANN, J.V., and SCHLÖSSER, E.: Ascospore discharge in *Pseudopezicula tracheiphila*, the causal agent of Rotbrenner of grapevine. Medelingen van de Faculteit van de Landbouwwetenschappen, Rijkuniversiteit Gent, 58/3b (1993)
- REH, I., and SCHLÖSSER, E.: Alternative control of powdery mildew on grapevine. Medelingen van de Faculteit van de Landbouwwetenschappen, Rijkuniversiteit Gent, 59/3a (1994)
- REH, I., and SCHLÖSSER, E.: Control of powdery mildew with sodium hydrogen carbonate. Medelingen van de Faculteit van de Landbouwwetenschappen, Rijkuniversiteit Gent, 60/2a (1995)

## **EHRENÄMTER:**

- 1984-1987      Örtliche Weinprinzessin der Weinbaugemeinde Wipfeld. Im Laufe der dreijährigen Amtszeit erwuchs ein sehr grosser Bekanntheitsgrad, sodass sich die Repräsentationstätigkeiten bis auf Landesebene erstreckten
- 2/86-1/88      1. Vorsitzende des GVL ‚Liederkranz‘ Wipfeld

## **SONSTIGE AKTIVITÄTEN**

- 1990-3/91      Leitung des Kinderchores.  
Mitbetreuung des gemischten Chores als Ersatzdirigentin  
Die Basis für die Chorleitertätigkeit bildete die erfolgreiche Teilnahme an drei einwöchigen Chorleiterschulungen (Kurse A-C) des Fränkischen Sängerbundes
- 3/90-3/92      Tätigkeit als Servierkraft im Gästecasino der Firma VOKO, Pohlheim, Garbenteich
- 4/92-8/93      Küchenhilfe im Landhaus Klosterwald, Arnsburg/Lich, verantwortlich für die "Kalte Küche" (Dauer des Arbeitsverhältnisses: bis 17.08.1993)
- 1996-1998      Aktives Mitglied im Musikzug Muschenheim
- 1996-1997      Mitglied im Kammerchor des Gießener Konzertvereins und der Singakademie Wetzlar unter der Leitung von Bernhard Steiner