

Untersuchungen zur Resistenzzüchtung gegen „Heuwurm“-Befall bei Reben

von

G. GEISLER

Einleitung und Problemstellung

Von den tierischen Schädlingen, die im Weinbau bei den Bekämpfungsmaßnahmen Berücksichtigung finden, ist neben der Reblaus in erster Linie der „Heu- und Sauerwurm“ (Traubenwickler) von größerer Bedeutung. Es handelt sich hierbei um die Raupen zweier Schmetterlinge, und zwar des einbindigen Traubenwicklers, *Clysia ambiguella* Hb., und des bekreuzten Traubenwicklers, *Polychrosis botrana* Schiff. Die Untersuchungen, über die hier berichtet werden soll, beziehen sich auf die erste Generation dieser Schmetterlingsarten. Die Raupen dieser Generation werden im allgemeinen als „Heuwürmer“ bezeichnet. Trotz dieser Einschränkung dürften die Ergebnisse auch für die Resistenz gegen den Befall durch die 2. Generation, bzw. bei *P. botrana* auch 3. Generation („Sauerwurm“), im wesentlichen Gültigkeit haben.

Obwohl die Biologie der beiden Schmetterlingsarten Unterschiede aufweist [STELLWAAG (6)], konnte auf eine ins Einzelne gehende Differenzierung bei der Beurteilung des Befalls verzichtet werden, da diese Unterschiede bei den hier gegebenen Voraussetzungen nur geringfügig zur Auswirkung gelangen dürften. Soweit trotzdem eine Unterscheidung der beiden Traubenwickler wichtig erschien, wird bei der Besprechung der Ergebnisse darauf hingewiesen werden.

Die Resistenzzüchtung gegen tierische Schädlinge stößt meist auf erhebliche Schwierigkeiten. Die Fälle einer „echten“ Resistenz, bei der also trotz einer Befallsmöglichkeit keine oder nur sehr geringe Schädigungen der Pflanze — z. B. infolge Ungenießbarkeit für den Schädling — festzustellen sind, finden sich nur selten. Meist handelt es sich bei der Resistenz gegen tierische Schädlinge um eine sogenannte „Schein“-resistenz, d. h. auf Grund eines unterschiedlichen Entwicklungsrhythmus der Pflanze und des Schädlings wird ein Befall verhindert, bzw. abgeschwächt, oder es sind sonstige, nicht unmittelbar einwirkende Eigenschaften, wie es z. B. für morphologische Merkmale gelten kann, die eine Schädigung verhindern.

Da die Raupen des Traubenwicklers sehr stark polyphag sind, dürfte eine „echte“ Resistenz wohl nicht in Frage kommen. Auch nach den Angaben in der Literatur, die zwar auf Sortenunterschiede hinweisen, stand zu vermuten,

daß eine „echte“ Resistenz nicht besteht. Völlig unbefallene, im Anbau befindliche Sorten sind nicht bekannt. Bemerkenswert ist auch, daß nach Mitteilung von STELLWAAG (6) zwischen den Bedingungen der Futteraufnahme durch die Raupen in der Gefangenschaft und im Freiland unterschieden werden muß. Auch Pflanzen und Sorten, die im Freiland schwach befallen werden, dienen den Raupen in der Gefangenschaft ohne weiteres als Nahrung.

Erheblich günstigere Aussichten haben dagegen Untersuchungen, die sich mit entwicklungsphysiologischen und morphologischen Eigenschaften und Merkmalen der Reben beschäftigen, von denen ein Einfluß auf die Befallshöhe und auch auf die Stärke der Schädigung erwartet werden kann. Die Voraussetzungen für die züchterische Bearbeitung der zuletzt genannten Resistenzmerkmale und Eigenschaften dürfte insofern besonders günstig zu beurteilen sein, als die Entwicklung und Vermehrung der Traubenwickler außerordentlich stark von bestimmten Witterungs- und Klimabedingungen abhängig ist. STELLWAAG (6) erwähnt hierzu: „Es gibt wohl selten ein Beispiel in der ganzen landwirtschaftlichen Schädlingsforschung, das so deutlich die Reaktion der Tiere auf physikalische Faktoren der Außenbedingungen widerspiegelt, wie es die Traubenwickler zeigen.“ Auf die hierbei wirksamen Faktoren, die eine Erklärung für die Empfindlichkeit der Traubenwickler gegenüber bestimmten Umweltfaktoren geben, wird später bei der Darstellung der einzelnen Entwicklungsphasen der Schädlinge hingewiesen werden.

Es ist bereits seit längerem bekannt, daß spezifische Sortenunterschiede beim Heu- und Sauerwurmbefall bestehen. Eine umfassende Darstellung hierüber wird von FISCHER (3) gemacht, der ca. 50 Sorten (*V. vinifera*) unter Berücksichtigung mehrjähriger Beobachtungen in 5 Befallsklassen einteilte, wobei z. B. die Sorte Riesling zu den stark befallenen Sorten zählte, während Sylvaner erheblich geringer geschädigt wurde. Besonders interessant sind in diesem Zusammenhange Untersuchungen von SCHWANGART (5), der folgende Angaben macht:

Sylvaner (gemischter Satz), auf 100 Blütenstände 50 Raupen, Riesling (reiner Satz) auf 100 Blütenstände 163 Raupen, Riesling (gemischter Satz) auf 100 Blütenstände 220 Raupen. Die Befallsunterschiede zwischen Sylvaner und Riesling stehen also in einem Verhältnis von 1 : 4, wobei die Befallsstärke beim Riesling im gemischten Satz zunimmt, was auf eine deutliche Bevorzugung dieser Sorte durch die Schädlinge schließen läßt. Untersuchungen über die Ursachen dieses recht auffälligen Verhaltens der Traubenwickler liegen bisher nicht vor, wenn auch einige Vermutungen in der Literatur erwähnt werden. Derartig große Differenzen in der Befallsstärke verschiedener Sorten muß aber die Untersuchung sortenspezifischer Merkmale und Eigenschaften die für eine Erklärung der Resistenzunterschiede in Frage kommen, besonders wertvoll erscheinen lassen.

Die Bearbeitung der Resistenzzüchtung gegen Heuwurmbefall ergibt nun folgende Fragestellung: Inwieweit finden sich innerhalb der gegebenen Variabilität Eigenschaften und Merkmale, die eine „Schein“-resistenz bedingen und in welchem Umfange kann dadurch die Stärke des Befalls beeinflußt werden?

Schließlich konnte am Rande auch überprüft werden, ob die Vermutung einer „echten“ Resistenz möglich ist, da bei der Bonitierung des zur Verfügung stehenden Materials einige Sorten festgestellt wurden, die keinen Befall durch Heuwurm aufwiesen.

Material und Methode

Für die geplanten Untersuchungen standen ca. 3 000 Sämlinge interspezifischer Kreuzungen — vegetativ vermehrt auf 3 bis 4 Stöcke je Sämling — zur Verfügung. Es handelt sich im Einzelnen um folgende Abstammungen:

1. G 157 × Riesling
2. G 157 × Sylvaner
3. G 157 × Gutedel
4. Ob. 595 F₁ × Riesling
5. Ob. 595 F₁ × Sylvaner
6. Ob. 595 F₂
7. C 1202 F₁
8. *V. labrusca* × *V. riparia*

Die Kreuzungselter der G 157 sind: *V. solonis* × Riesling, die der Ob. 595: Gamay noir × *V. riparia* und die der C 1202: Mourvèdre × *V. rupestris*.

Dieses Sämlingsmaterial war auf mehrere Parzellen verteilt, wobei die vegetativen Vermehrungen der einzelnen Sämlinge geschlossen innerhalb der Anlage standen, während die Sämlinge der einzelnen Populationen über alle Parzellen gestreut angebaut waren.

Bei dem untersuchten Zuchtmaterial handelte es sich ausschließlich um pilzresistente Sämlinge, so daß jede Schädlingsbekämpfung durch Spritzen oder Stäuben unterblieb. Der Heu- und Sauerwurmbefall erfolgte daher innerhalb dieser Parzellen völlig unbeeinflußt.

Die Bonitierungen des Heuwurmbefalls wurden im Jahre 1952 erstmalig durchgeführt. Auf Grund dieser Bonitierungsergebnisse wurde eine gewisse Anzahl von Sämlingen für die weiteren Untersuchungen ausgewählt. Die Heuwurmbonitierungen wurden auch im Jahre 1953 wiederholt; hierbei ergaben sich keine wesentlichen Änderungen in den Bonitierungsergebnissen gegenüber 1952. 1953 wurde an dem ausgewählten Sämlingsmaterial die Bonitierung bestimmter Einzeleigenschaften und Merkmale der Sämlinge, von denen eine Beeinflussung der Befallsstärke vermutet werden konnte, vorgenommen. Die Bonitierungen dieser Sämlingseigenschaften wurden im Jahre 1954 wiederholt, hierbei ergaben sich keine wesentlichen Änderungen gegenüber den Ergebnissen 1953. Das in der Arbeit selbst dargestellte und ausgewertete Material bezieht sich auf die Bonitierungen 1953. Eine weitere Beobachtung der Sämlinge in den folgenden Jahren, die insbesondere auch im Hinblick auf die völlig befallsfreien Sämlinge — ca. 1 bis 2% des Materials — sehr interessant gewesen wäre, mußte unterbleiben, da der Befall durch Heu- und Sauerwurm zu gering war.

Die Bonitierungen wurden in der Form durchgeführt, daß die Anzahl der Gescheine der vegetativen Vermehrung des Sämlings (also von 3—5 Stock) und die Anzahl der Gespinste des Heuwurms ausgezählt wurden. Im Durchschnitt der untersuchten Stöcke konnten ca. 80—100 Gescheine je Sämling berücksichtigt werden. Die Angaben, die aus der Anzahl der Gescheine und der Gespinste berechnet wurden, ergeben als Befallsstärke die Anzahl der Gespinste je Geschein.

Die Untersuchungen, die bezüglich der vermutlichen Resistenzeigenschaften und -merkmale durchgeführt wurden, beziehen sich auf das bereits erwähnte, ausgewählte Material. Der Umfang dieser ausgesuchten Gruppe betrug 120 Sämlinge, die auf 3 Schädigungsklassen aufgeteilt wurden, wobei die

Klasse 1 die unbefallenen Sämlinge enthielt und die Klassen 2 und 3 Sämlinge mit einer Gespinstanzahl bis zu 2, bzw. über 2 umfaßten. Auf weitere Einzelheiten bezüglich der Auswahl des Materials und der Bonitierungen wird im Zusammenhange mit der Besprechung der Ergebnisse hingewiesen werden. Es wurde darauf geachtet, daß jeweils die Hälfte der zur Bonitierung bestimmten Stöcke in den einzelnen Schädigungsklassen aus den Populationen G 157 \times *V. vinifera* und Ob. 595 $F_1 \times V. vinifera$ ausgewählt wurden, da die Sämlinge dieser beiden Abstammungsgruppen recht deutliche morphologische Unterschiede aufwiesen, die sich im wesentlichen auch auf die vermutlichen Resistenzeigenschaften beziehen.

Die in der Arbeit durchgeführten Berechnungen der Korrelationskoeffizienten erfolgten unter Verwendung der BRAVAIS'schen Formel. Die partiellen Korrelationskoeffizienten wurden mit Hilfe einer graphischen Darstellung [KOLLER (4)] bestimmt; hierbei sind allerdings die Korrelationskoeffizienten nur auf zwei Stellen hinter dem Komma anzugeben.

Ergebnisse

Die Differenzen in der Befallshöhe der einzelnen Sämlinge sind relativ groß. Die individuelle Schwankung der Befallsstärke beträgt ca. 0,4 Gespinstje Geschein bei einem Schwankungsbereich von 0 bis 4 Gespinsten. Im Hinblick auf diese recht starke Schwankung wurde vor der Auswertung des Materials der Einfluß des Standortes der Sämlinge innerhalb der Parzelle überprüft, da es bekannt ist, daß Randstöcke häufig einen erheblich höheren Befall aufweisen. Aus den Angaben von FAES (2) geht z. B. hervor, daß an Randstöcken der Befall 5 bis 8 mal stärker sein kann als innerhalb der Parzelle.

Um diese Frage zu überprüfen, insbesondere auch im Hinblick auf die Vergleichbarkeit des für die Bonitierungen auszuwählenden Sämlingsmaterials,

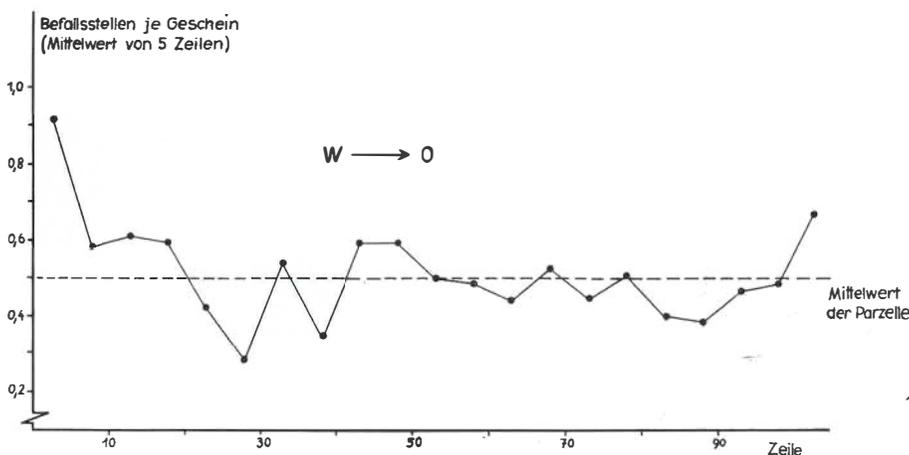


Abb. 1 Heuwurmbefall innerhalb der Parzelle
(Zeilenrichtung von West nach Ost)

wurde eine hierfür geeignete Parzelle ausgewertet. Bei dieser Parzelle handelte es sich um eine Anlage, die an drei Seiten offen war, d. h. die anschließenden Flächen wiesen keinen Rebenbestand auf. Die Seiten der Parzellen verliefen nahezu genau in Ost-West-, bzw. Nord-Süd-Richtung, wobei die West-, Süd- und auch die Ostseite der Parzelle an ackerbaulich genutzte Flächen angrenzte. Der Befall der einzelnen Sämlinge wurde bonitiert und in einem Lageplan aufgezeichnet. Die Mittelwerte der Sämlingsreihen wurden dann sowohl in der Ost-West-Richtung als auch in der Nord-Süd-Richtung aufgetragen (vgl. Abb. 1 Seite 87 und 2). Es läßt sich nun aus den Darstellungen

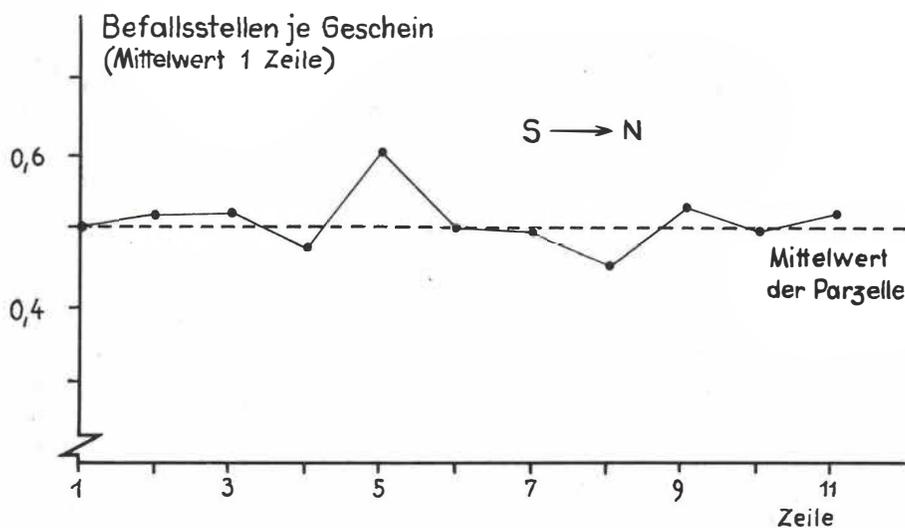


Abb. 2 Heuwurmbefall innerhalb der Parzelle
(Zeilenrichtung von Süd nach Nord)

ersehen, daß die Stärke des Befalls in den Randzeilen nicht unbedingt wesentlich erhöht sein muß. Sowohl an der Nord- als auch an der Südseite der Parzelle ist keine Erhöhung nachzuweisen, an der Ostseite ist die Erhöhung der Befallsstärke nur geringfügig. Dagegen tritt im westlichen Teil der Parzelle eine recht wesentliche Häufung der Gespinste je Geschein auf. Hierbei liegt die Befallsstärke ungefähr bis zu einer Tiefe von 25 m erheblich über dem Durchschnitt der Parzelle. Die folgenden Zeilen dagegen bis zu einer Tiefe von 50 m erreichen nicht das Mittel des Parzellendurchschnittes.

Diese Verteilungsunterschiede können sicherlich dadurch erklärt werden, daß bei der vorwiegend westlichen Windrichtung die Schmetterlinge an diesen Teil der Parzelle herangetragen werden und sich hier bevorzugt niederlassen. Naturgemäß muß dies in den folgenden Zeilen ein Absinken unter die mittlere Befallsstärke der Parzelle zur Folge haben.

Um den Einfluß des Standortes der Sämlinge innerhalb der Parzelle für die Untersuchungen zu berücksichtigen, wurde darauf geachtet, daß aus dem westlichen Teil der Parzelle keine Sämlinge zu weiteren Beobachtungen ausgewählt wurden.

Die Überlegungen, welche Eigenschaften der Rebensämlinge eine Heu- und Sauerwurmresistenz bedingen könnten, waren im Zusammenhange mit folgenden Lebensvorgängen der Traubenwickler anzustellen:

1. Eiablage
2. Eientwicklung
3. Raupenentwicklung bzw. Raupenaufenthalt

Untersucht man die Eigenschaften der Sämlinge, die bei der Eiablage wirksam werden könnten, so dürfte es wenig wahrscheinlich sein, daß die bevorzugten Aufenthaltsorte der Schmetterlinge innerhalb des Rebstockes auch Stellen einer gehäuften Eiablage sind. Die Eiablage erfolgt vorwiegend in der Dämmerung, bzw. in der Nacht. Die Schmetterlinge legen die Eier einzeln ab und suchen hierzu eine größere Anzahl von Stöcken auf. Schon aus diesen Angaben geht hervor, daß die Aufenthaltsorte der Schmetterlinge — windgeschützte Stellen innerhalb des Stockes — keine gehäuften Eiablage aufweisen können. Wenn daher in der Literatur auch im Zusammenhange mit dem Aufenthaltsort der Schmetterlinge angegeben wird [VOGEL(7)], daß an beschatteten und windgeschützten Stellen ein stärkerer Befall zu verzeichnen ist, so muß dies auf andere Ursachen zurückgeführt werden, wobei zu vermuten ist, daß entweder die Eientwicklung an diesen Stellen begünstigt wird, oder aber, daß die ausgeschlüpften Raupen diese Aufenthaltsorte bevorzugen.

Soweit also bei der Eiablage bereits Sämlingeigenschaften für die Resistenz zu berücksichtigen sind, dürften Beobachtungen von STELLWAAG (6) interessant sein, nach denen es wahrscheinlich ist, daß Tastreize auf die Ablage der Eier durch die Schmetterlinge einen gewissen Einfluß haben. Im Zusammenhang mit Tastreizen kann die Gescheinsbehaarung oder auch die Gescheinsform eine gewisse Rolle spielen.

Bezüglich der Eientwicklung liegen einige recht interessante Untersuchungen vor, die bei der Resistenzzüchtung zu berücksichtigen sind. Sowohl die Eier von *Cl. ambiguella* als auch von *P. botrana* sind relativ hitzeempfindlich. STELLWAAG (6) beschreibt Beobachtungen, wonach die Räupchen die Eihäute nicht durchbeißen können, wenn diese längere Zeit der Sonne ausgesetzt waren. DEWITZ (1) weist nach, daß unter dem Einwirken einer Temperatur von 45° C die Eier innerhalb von 5 Minuten absterben. Andere Autoren geben an, daß die Eier bereits bei 35 bis 38° C absterben, wenn diese Temperaturen länger wirksam sind, was unter den natürlichen Bedingungen ohne weiteres der Fall sein kann. Man hat diese Beobachtungen auch praktisch verwendet, indem zur Herabminderung des Befalls die Rebstöcke um die Gescheine herum entblättert wurden, so daß die Gescheine der Sonneneinstrahlung stärker ausgesetzt waren. Diese starke Empfindlichkeit der Eier gegen höhere Temperaturen und direkter Sonneneinwirkung dürfte bei der Beurteilung der Sämlingeigenschaften eine gewisse Bedeutung haben, da einige Sämlingeigenschaften bekannt sind, die eine mehr oder weniger starke Exponiertheit der Gescheine verursachen.

Schließlich ist noch auf die Raupenentwicklung bzw. die bevorzugten Aufenthaltsorte der Raupen hinzuweisen. Auch die Raupen sind nach übereinstimmenden Angaben in der Literatur [vgl. STELLWAAG (6) und DEWITZ (1)] sehr wärmeempfindlich und kurzfristiges Einwirken einer stärkeren Sonnenbestrahlung kann zum Absterben der Raupen führen; dies gilt insbesondere für die Raupen von *Cl. ambiguella*. Allerdings dürften die Raupen infolge ihrer

Beweglichkeit in den meisten Fällen geeignete Aufenthaltsorte innerhalb des Stockes aufsuchen können, ehe sie der Sonneneinwirkung erliegen. Dieses Verhalten der Raupen dürfte auch der wesentliche Grund dafür sein, daß die vor Hitze und Sonneneinstrahlung geschützten Gescheine stärker befallen sind.

Unter Berücksichtigung der eben geschilderten Verhältnisse in der Biologie der Traubenwickler wurden einige Sämlingseigenschaften, von denen ein gewisser Einfluß auf die Befallshöhe erwartet werden konnte, untersucht:

1. Entwicklungsschnelligkeit der Gescheine
2. Gescheinsform
3. Gescheinsbehaarung
4. Gescheinsgröße
5. Vorblättergröße
6. Gescheinsdichte
7. Lage der Gescheine am Stock

Im Folgenden soll auf einige Beziehungen hingewiesen werden, die auf Grund der dargestellten Schädlings-Biologie vermutet werden können. Bei der Eiablage der Schmetterlinge wurde bereits erwähnt, daß hier in erster Linie die Gescheinsbehaarung der *Vitis*-Sämlinge eine gewisse Bedeutung haben kann, aber auch die Gescheinsdichte und die Gescheinsform muß in diesem Zusammenhang genannt werden.

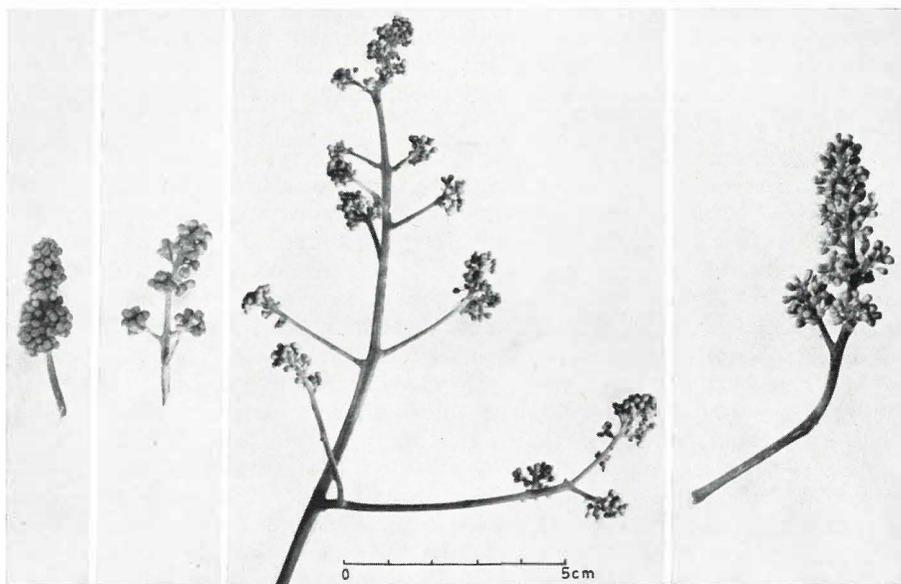


Abb. 3

Abb. 4

Abb. 5

Abb. 6

Verschiedene Gescheinsformen bei *Vitis*-Sämlingen

- Abb. 3 Dichtes Geschein
 Abb. 4 Lockeres Geschein
 Abb. 5 Stark aufgegliedertes Geschein
 Abb. 6 Gepacktes Geschein

Im wesentlichen dürften die aufgeführten Eigenschaften bei der Ei- und Raupenentwicklung wirksam werden. Neben der eben erwähnten Gescheinsdichte und -form ist hier die Größe der Vorblätter zu nennen (Abb. 7 und 8), die der Ei- und Raupenentwicklung mehr oder weniger günstige Voraussetzungen bieten dürften. Außerdem ist mit Sicherheit zu erwarten, daß die Lage der Gescheine am Stock einen großen Einfluß auf die Befallshöhe ausüben muß, wobei Sämlingen mit exponierten Gescheinen günstige Voraussetzungen bezüglich ihrer Resistenz zugesprochen werden muß.

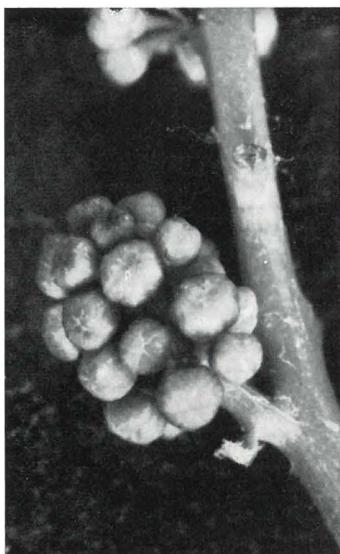


Abb. 7



Abb. 8

Vorblattentwicklung bei *Vitis*-Sämlingen

Abb. 7 Schwache Vorblattentwicklung

Abb. 8 Starke Vorblattentwicklung

Schließlich sind bei den Untersuchungen noch zwei Eigenschaften zu berücksichtigen, die in einem besonderen Zusammenhange mit dem Problem der Heuwurmresistenz stehen. Hierbei handelt es sich einmal um die Schnelligkeit der Gescheinsentwicklung, zum anderen um die Gescheinsgröße. Die Entwicklungsschnelligkeit der Gescheine, die nicht mit der Frühzeitigkeit der Blüte in Verbindung gebracht werden darf, ist in mehrfacher Hinsicht von Bedeutung. Bereits STELLWAAG (6) weist auf die Entwicklungsschnelligkeit der Blüten hin und berichtet von Beobachtungen, wonach bei rascher Gescheinsentwicklung die Gespinste der Raupen innerhalb der Gescheine zerrissen werden und die Raupen hierdurch so stark geschädigt werden können, daß sie schließlich absterben. Neben diesem unmittelbaren Einfluß der Gescheinsentwicklung auf die Resistenz muß insbesondere ihre Beziehung zu den bereits

erwähnten Sämlingseigenschaften, also Gescheinsdichte, Gescheinsform, Behaarung und Lage der Gescheine, beachtet werden, da diese Eigenschaften wiederum mit der Gescheinsentwicklung korreliert sind.

Abschließend ist noch die Gescheinsgröße zu besprechen, die unmittelbar mit der Befallshöhe in Beziehung stehen kann, da große Gescheine naturgemäß mehr Möglichkeiten zur Eiablage bieten. Die Berücksichtigung der Gescheinsgröße war aber auch insofern wesentlich, als die Ertragshöhe in einem gewissen Umfang auch von der Gescheinsgröße abhängig ist. Dies gilt insbesondere für extrem kleine Gescheine, die unterdurchschnittlich große Trauben in der späteren Entwicklung bedingen.

Vor der Darstellung der Ergebnisse muß noch auf die Art der Bonitierungen erläuternd hingewiesen werden. Die Bonitierungen wurden während der Dauer von drei Wochen täglich, bzw. alle 2 Tage an allen zur Untersuchung ausgewählten Sämlingen ($n = 120$) durchgeführt. Hierbei wurden die Einzel-eigenschaften nach dem jeweiligen Stand beurteilt und nach Abschluß der Bonitierungen die Einzelwerte je Sämling zusammengefaßt und durch Errechnung des Mittelwertes ausgedrückt. Die Bonitierungen wurden zu dem Zeitpunkt abgeschlossen, als die letzten der ausgewählten Sorten kurz vor dem Aufblühen standen. Sämlinge, die innerhalb dieses dreiwöchigen Zeitraumes ihre Gescheinsentwicklung schnell beendeten, z. B. bereits nach $1\frac{1}{2}$ bis 2 Wochen, wurden bis zum Abschluß der Bonitierung des Gesamtmaterials mitbonitiert, so daß die Mittelwerte der Bonitierungsergebnisse eines Sämlings auch Ausdruck für den Zusammenhang zwischen den Einzeleigenschaften und der Entwicklungsschnelligkeit der Gescheine sind.

Tabelle 1

Beziehungen zwischen Heuwurmresistenz und verschiedenen Eigenschaften von *Vitis*-Sämlingen

Eigenschaft der Sämlinge	Korrelationskoeffizient $r =$	B	Bemerkungen
1. Entwicklungsschnelligkeit der Gescheine	+ 0,651	38 %	Schnelle Gescheinsentwicklung ist korreliert mit einer Verringerung des Heuwurmbefalls
2. Gescheinsform	- 0,174	3 %	Keine gesicherte Beziehung zur Resistenz
3. Gescheinsbehaarung	+ 0,760	58 %	Mit zunehmender Gescheinsbehaarung zunehmender Befall
4. Gescheinsgröße	- 0,225	5 %	Keine gesicherten Beziehungen (Tendenz: kleine Gescheine schwächer befallen)
5. Vorblättergröße	+ 0,599	36 %	Große Vorblätter sind mit hohem Befall korreliert
6. Gescheinsdichte	+ 0,631	40 %	Dichte Gescheine weisen weniger Befall auf
7. Lage der Gescheine am Stock	+ 0,611	37 %	Exponierte Gescheine sind weniger befallen

($n = 120$) Grenzwert für r ist 0,272 bei $P = 0,27\%$

Die Bonitierungsergebnisse und die Befallsstärke der Sämlinge wurden zur Auswertung in Korrelationstabellen zusammengestellt. Die Ergebnisse dieser Berechnungen gibt die Tab. 1, Seite 92 wieder. Es lassen sich im einzelnen folgende Beziehungen zwischen Sämlingseigenschaften und Befallsstärke nachweisen. Zwischen der Gescheinsform und der Gescheinsgröße einerseits und der Resistenz andererseits besteht keine Korrelation, wenn auch für die Gescheinsgröße die Tendenz gelten dürfte, daß kleine Gescheine etwas schwächer befallen sind. An erster Stelle der gesicherten Beziehungen steht die Gescheinsbehaarung ($r = +0,76$), danach sind die Gescheine mit starker Behaarung erheblich stärker befallen. Ähnlich enge Beziehungen gelten auch für die Gescheinsdichte — lockere Gescheine sind stärker befallen — ($r = +0,631$) —, die Lage der Gescheine am Stock — beschattete Gescheine weisen eine größere Anzahl von Gespinsten auf ($r = +0,611$) — und die Größe und die Anzahl der Vorblätter — bei dem Vorhandensein großer und zahlreicher Vorblätter findet sich ein hoher Befall ($r = +0,599$). Interessant ist nun, daß die Entwicklungsschnelligkeit der Gescheine ebenfalls mit dem Heuwurmbefall korreliert ist. Schnelle Gescheinsentwicklung führt zu einer deutlichen Verringerung des Heuwurmbefalls ($r = +0,651$).

Bei den eben besprochenen Korrelationskoeffizienten handelt es sich um statistische Werte, aber man wird unter Berücksichtigung der Biologie der Schädlinge diese Beziehungen auch kausal sehen dürfen. Die Größe der Vorblätter gibt z. B. sicherlich günstige Bedingungen für die Eientwicklung und wahrscheinlich auch für den Aufenthalt der Raupen, da unter den Vorblättern Eier und Raupen der Sonneneinwirkung entzogen werden und auch in viel geringerem Maße einer Austrocknung unterliegen. Gleiche Überlegungen dürften auch für die Gescheinsdichte zutreffen; bei sehr dicht gepackten Gescheinen kann die Eiablage nur auf den einzelnen Blüten aber nicht zwischen den Blütenstielen innerhalb des Gescheins erfolgen, so daß die abgelegten Eier besonders stark der Sonneneinwirkung ausgesetzt sind. Auch der Einfluß der Gescheinsbehaarung kann sowohl unmittelbar bei der Eiablage im Zusammenhang mit Tastreizen eine gewisse Bedeutung haben oder aber den Raupen bei der Anlage der Gespinnste günstige Voraussetzungen geben. Die Bedeutung der exponierten Lage der Gescheine für die Resistenz dürfte ohne weiteres verständlich sein.

Eine Beurteilung der Zusammenhänge auch in quantitativer Hinsicht soll später besprochen werden. Es soll hier nur allgemein darauf hingewiesen werden, daß die Korrelationskoeffizienten recht enge Beziehungen zwischen der Resistenz und den Einzeleigenschaften vermuten lassen.

Es war einleitend darauf hingewiesen worden, daß im Zuge der Auswertung auch eine Bestimmung partieller Korrelationskoeffizienten geplant war. Die Durchführung der Bonitierungen über einen längeren Zeitraum und die Zusammenstellung dieser Werte ergab nun die Voraussetzungen für die Berechnung partieller Korrelationskoeffizienten. Tab. 2, Seite 94 bringt eine Zusammenstellung aller Beziehungen, die zwischen den Eigenschaften der Sämlinge bestehen. Soweit diese Beziehungen gesichert sind, ist in der Tabelle angegeben, in welcher Weise diese Beziehungen bestehen. Im Einzelnen sollen hier folgende Korrelationskoeffizienten besonders erwähnt werden: Schnelle Entwicklung der Gescheine ist mit schwacher Behaarung korreliert (1,3); es ist dies ohne weiteres verständlich, da mit der Entwicklung der Gescheine naturgemäß die Behaarungsstärke abnimmt. Schnelle Entwicklung führt außerdem

Tabelle 2

Korrelationskoeffizienten zur Berechnung partieller Korrelationen
(Beziehungen zwischen den in der Tab. 1, S. 92, aufgeführten Sämlingseigenschaften)

Eigenschafts- kombination	Korrelations- koeffizient r =	B	Bemerkungen
1,2	- 0,243	6 0/0	— —
1,3	+ 0,772	60 0/0	schnelle Entwicklung — schwache Behaarung
1,4	- 0,388	15 0/0	schnelle Entwicklung — kleine Gescheine
1,5	+ 0,088	1 0/0	— —
1,6	+ 0,497	25 0/0	schnelle Entwicklung — dichte Gescheine
1,7	+ 0,821	68 0/0	schnelle Entwicklung — exponierte Gescheine
2,3	- 0,199	4 0/0	— —
2,4	+ 0,289	9 0/0	geschlossene Gescheine — große Gescheine
2,5	+ 0,066	1 0/0	— —
2,6	- 0,102	1 0/0	— —
2,7	- 0,240	6 0/0	— —
3,4	- 0,374	14 0/0	schwache Gescheinsbehaarung — kleine Gescheine
3,5	+ 0,268	8 0/0	— —
3,6	+ 0,783	62 0/0	schwache Gescheinsbehaarung — dichte Gescheine
3,7	+ 0,814	67 0/0	schwache Gescheinsbehaarung — exponierte Gescheine
4,5	- 0,229	6 0/0	— —
4,6	- 0,125	2 0/0	— —
4,7	- 0,378	15 0/0	kleine Gescheine — exponierte Gescheine
5,6	+ 0,265	7 0/0	— —
5,7	+ 0,168	3 0/0	— —
6,7	+ 0,470	23 0/0	dichte Gescheine — exponierte Gescheine

auch zu stärker exponierten Gescheinen (1,7). (In diesem Zusammenhange ist auch darauf hinzuweisen, daß im Auslesematerial Sämlinge auftreten können, bei denen in besonders auffälliger Form die Gescheinsentwicklung der Blattentwicklung vorangeht).

Die Zusammenstellung der partiellen Korrelationskoeffizienten ist in der Tab. 3, Seite 95 wiedergegeben. Die Korrelationskoeffizienten zwischen Resistenz und den Einzeleigenschaften werden unter Berücksichtigung einer Konstanthaltung der übrigen Eigenschaften z. T. erheblich vermindert. Dies trifft für die Gescheinsform, die Größe der Vorblätter an den Gescheinen und der Entwicklungsschnelligkeit der Gescheine nicht zu, es handelt sich also um Merkmale, die praktisch als unabhängig betrachtet werden können. Da die

Tabelle 3

Partielle Korrelationskoeffizienten

Eigenschaftskombination	einfacher Korrelationskoeffizient	partieller Korrelationskoeffizient	**)
R*, 1 Entwicklungsschnelligkeit der Gescheine	= + 0,651	R, 1 · 2, 3, 4, 5, 6, 7 = + 0,42	-
R , 2 Gescheinsform	= - 0,174	R, 2 · 1, 3, 4, 5, 6, 7 = - 0,16	-
R , 3 Gescheinsbehaarung	= + 0,760	R, 3 · 1, 2, 4, 5, 6, 7 = + 0,41	+
R , 4 Gescheinsgröße	= - 0,225	R, 4 · 1, 2, 3, 5, 6, 7 = + 0,34	+
R , 5 Vorblättergröße	= + 0,599	R, 5 · 1, 2, 3, 4, 6, 7 = + 0,72	-
R , 6 Gescheinsdichte	= + 0,631	R, 6 · 1, 2, 3, 4, 5, 7 = + 0,06	+
R , 7 Lage der Gescheine am Stock	= + 0,611	R, 7 · 1, 2, 3, 4, 5, 6 = - 0,16	+

einfacher Korrelationskoeffizient: Grenzwert für r ist 0,272 bei P = 0,27 %

partieller Korrelationskoeffizient: Grenzwert für r ist 0,286 bei P = 0,27 %

*) R = Resistenz

***) Differenzen zwischen einfachen und partiellen Korrelationskoeffizienten gesichert (+), bzw. nicht gesichert (-)

Größe der Vorblätter und die Entwicklungsschnelligkeit der Gescheine außerdem gesicherte Beziehungen zur Resistenz aufweisen, bieten sich gerade diese Merkmale zur Selektion besonders an. Die übrigen Koeffizienten werden dagegen mehr oder weniger stark verändert. In erster Linie sind es die Dichte, die Stellung und die Behaarung der Gescheine, die auf Grund ihrer engen Beziehungen zur Entwicklungsgeschwindigkeit und auch anderen Zwischenkorrelationen erheblich verändert werden. Die Berücksichtigung partieller Korrelationskoeffizienten hat insbesondere Bedeutung für die Selektion. Es dürfte also zweckmäßig sein, nach der Größe der Vorblätter und der Entwicklungsschnelligkeit der Gescheine, die sich als primäre und unabhängige Eigenschaften erwiesen haben, auszuwählen.

Interessant ist in diesem Zusammenhange, daß die Gescheinsgröße, die unter Berücksichtigung des partiellen Korrelationskoeffizienten in ihrer Beziehung zur Resistenz einen stark veränderten Wert erhält, gegenüber dem einfachen Korrelationskoeffizienten eine gegenläufige Tendenz angibt.

Es war bereits darauf hingewiesen worden, daß zwischen Sämmlingeigenschaften und Resistenz, neben dem Nachweis einer Korrelation auch die quantitative Bedeutung dieser Beziehungen zu überprüfen war. Um einen Eindruck von den möglichen Befallsunterschieden innerhalb einer Sorte auf Grund von Umwelteinflüssen zu erhalten, wurde der Befall der unteren Gescheine in einer Ertragsanlage mit dem Befall der mittleren und oberen Gescheine verglichen. Die unteren Gescheine befanden sich bei der gegebenen Erziehungsweise zwischen 70 und 85 cm, die mittleren zwischen 85 und 100 cm und die oberen über 100 cm Höhe. Als charakteristisch ist hierbei anzunehmen, daß die mittleren und oberen Gescheine erheblich stärker der Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind, während die unteren Gescheine durch das Laub beschattet werden. Die Auszählung der Befallsstellen wurde an 240 Stöcken durchgeführt, die zu je

60 in einer Zeile standen. Die Ergebnisse der Auszählungen sind in der Tab. 4 angegeben. Es zeigt sich hierbei, daß die unteren Gescheine etwa $2\frac{1}{2}$ -fach mehr Befallsstellen aufweisen als die mittleren und oberen Gescheine. Bereits dieses Ergebnis gibt einen Hinweis auf die quantitative Bedeutung der im ersten Teil der Arbeit diskutierten Sämlingseigenschaften.

Tabelle 4

Heuwurmbefall in Abhängigkeit von der Gescheinshöhe
(Anzahl der Gespinste je Geschein)

Sorte: Sbl. 2-26-5

Zeile	untere Gescheine	mittlere Gescheine	obere Gescheine	Mittelwert
57	0,93	0,51	0,31	0,53
58	1,61	0,37	0,38	0,58
59	1,26	0,37	0,35	0,52
60	1,34	0,51	0,50	0,67
61	1,16	0,44	0,44	0,58
62	1,01	0,73	0,69	0,77
Mittelwert	1,19	0,48	0,45	0,60

Eine nähere Untersuchung der quantitativen Beziehungen zwischen Sämlingseigenschaften und ihrer Resistenz gestattete die Berechnung der aus den Korrelationskoeffizienten (vgl. Tabelle 5) zu ermittelnden Regressionen. Wie die in der Tabelle zusammengestellten Angaben zeigen, handelt es sich in erster Linie um die Entwicklungsschnelligkeit der Gescheine, die Gescheinsbehaarung, die Größe der Vorblätter und die Lage der Gescheine am Stock, die jeweils in ihrem Einfluß bis zu $\frac{2}{3}$ der möglichen Befallsstärke kontrollieren. Das würde, gemessen an der absoluten Befallshöhe, die bis zu 4 Gespinsten je Geschein erreichen kann, bedeuten, daß der Befall um 2 — 3 Gespinste je Geschein bei Berücksichtigung dieser Eigenschaften verändert werden kann. Diese Angaben zeigen, in welchem Umfange die Empfindlichkeit der Traubenwickler gegen bestimmte Umwelteinflüsse über die in der Arbeit untersuchten Sämlingseigenschaften wirksam werden kann und inwieweit diese Eigenschaften auch die Voraussetzungen für eine relativ starke sortenspezifische Resistenz geben können.

Tabelle 5
Regressionen
(Resistenz zur Sämlingseigenschaft)

Eigenschaft der Sämlinge	Regression \pm m
Entwicklungsschnelligkeit der Gescheine	+ 0,438 \pm 0,06
Gescheinsform	- 0,159 \pm 0,13
Gescheinsbehaarung	+ 0,451 \pm 0,04
Gescheinsgröße	- 0,228 \pm 0,14
Vorblättergröße	+ 0,625 \pm 0,10
Gescheinsdichte	+ 0,375 \pm 0,05
Lage der Gescheine am Stock	+ 0,344 \pm 0,05

Es soll hier noch auf die Bedeutung der bei den Bonitierungen nicht befallenen Stöcke eingegangen werden. Es ist in der Literatur häufig diskutiert worden, ob Resistenzeigenschaften bei *Vitis*-Sämlingen auftreten können, die auch unmittelbar auf die Schmetterlinge der Traubenwickler einwirken. In erster Linie wird man hier an Duftstoffe zu denken haben, die eine abweisende Wirkung ausüben. Die bei den Bonitierungen gefundenen, nicht befallenen Stöcke wurden daher gesondert in den Jahren 1952, 53 und 54 beobachtet. Hierbei ergab sich, daß die 1952 befallsfreien Stöcke 1953 zu ca. 75 % Gespinste in den Gescheinen aufwiesen. Die Zahl der Gespinste war allerdings recht gering. Bei den restlichen Sämlingen, die in beiden Jahren keinen Befall aufwiesen, handelte es sich ausschließlich um Typen, die sehr ausgeprägt die bereits besprochenen Resistenzmerkmale aufwiesen, d.h. stark exponierte, schwach behaarte und dichte Gescheine mit sehr kleinen Vorblättern und einer raschen Entwicklung. Nach diesen Ergebnissen kann auf Grund des hier untersuchten Materials vermutet werden, daß es keine spezifischen Resistenzfaktoren gibt, die abweisend auf die Traubenwickler einwirken.

Es war bereits in der Arbeit erwähnt worden, daß Beziehungen zwischen dem Ertrag und den Resistenzeigenschaften der Sämlinge unwahrscheinlich sind. Um diese Frage an einem hierfür besonders geeigneten Material zu überprüfen, wurden die nicht befallenen Sämlinge auch bezüglich ihres Ertrages bonitiert (vgl. Tabelle 6). Hierbei ergab sich eine Verteilung der Traubengröße, die der Verteilung in dem Gesamtmaterial von ca. 3 000 Sämlingen entsprach. Von den untersuchten 79 Sämlingen hatten 26 Sämlinge Trauben mit Sylvaner- bzw. Guttedelgröße. Danach ist auch mit Sicherheit eine Beziehung zwischen den Resistenzeigenschaften und der Ertragshöhe nicht gegeben.

Abschließend wurden aus dem vorhandenen Material die einzelnen Abstammungsgruppen zusammengestellt und bezüglich ihres Befalles geprüft.

Die Ergebnisse dieser Zusammenstellung sind in der Tab. 7, Seite 98 wiedergegeben. Es finden sich in allen Abstammungsgruppen praktisch die gleichen Variationsbereiche bezüglich der Befallsstärke. Die Mittelwerte der Verteilungen sind dagegen recht unterschiedlich. Die Unterschiede dürften sich allerdings ohne weiteres auf Grund der im ersten Teil der Arbeit untersuchten Sämlingeigenschaften erklären lassen. So sind z.B. — um ein besonders auffälliges Merkmal zu nennen — die Sämlinge der Kreuzungen *V. labrusca* × *V. riparia* und G 157 × *V. vinifera* an den Gescheinen stärker behaart als die Sämlinge der Abstammungsgruppen Ob. 595 F_1 × *V. vinifera* bzw. C 1202 F_2 ; dies würde eine Erklärung für den stärkeren Befall der zuerst genannten Sämlingspopulationen geben. Die bezüglich des Befalles am günstigsten zu beurteilende Kombination — C 1202 F_2 — ist besonders durch schnelle Gescheinsentwicklung, exponierte Lage der Gescheine und schwache Gescheinsbehaarung gekennzeichnet. Diese kurzen Hinweise sollen genügen, um zu zei-

Tabelle 6

Verteilung der Traubengrößenklassen bei unbefallenen Sämlingen

	Traubengröße				n
	2	3	4	5	
Anzahl der Sämlinge	1	25	39	14	79

Tabelle 7

Heuwurmbefall an Sämlingen interspezifischer Kreuzungen verschiedener Populationen

Abstammung	Befallstärke (Befallstellen je Geschein)														n	M	± m				
	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6				2,8	3,2	3,6	4,0
<i>V. labrusca</i> × <i>V. riparia</i>	2	4		6	7	10	4	3	1	1					1	1			52	0,84	0,091
G 157 × <i>V. vinifera</i>	8	68	144	111	72	34	22	13	2		3	11		2	1	1			483	0,62	0,016
G 157 × Riesling	5	56	112	82	61	31	18	10	2		2	1	1	2	1	1			385	0,63	0,019
G 157 × Sylvaner		3	16	7	3	1	2	1											33	0,56	0,047
G 157 × Gutedel	3	9	16	22	8	2	2	2			1								65	0,56	0,044
Ob. 595F ₁ × <i>V. vinifera</i>	27	252	281	138	51	22	4	3	2	1		1	1					2	785	0,42	0,01
Ob. 595F ₁ × Riesling	27	224	267	136	50	22	4	3	2	1		1	1					1	739	0,43	0,009
Ob. 595F ₁ × Sylvaner		28	14	2	1													1	46	0,37	0,083
Ob. 595F ₂		43	42	10	4														99	0,35	0,014
C 1202F ₂		12	11	4				1											28	0,37	0,012

gen, daß die Unterschiede in den Populationen mit großer Wahrscheinlichkeit auf die in der Arbeit untersuchten Sämlingseigenschaften zurückzuführen sind und daß keine Veranlassung zur Annahme spezifischer Resistenzeigenschaften besteht.

Zusammenfassung

An einem umfangreichen Sämlingsmaterial interspezifischer *Vitis*-Kreuzungen verschiedener Abstammungen wurde eine Anzahl von Sämlingseigenschaften bezüglich ihres Einflusses auf die Heuwurmresistenz untersucht.

1. Die Entwicklungsphasen der Eiablage, Eientwicklung und der Raupenentwicklung von *Clysia ambiguella* Hb. und *Polychrosis botrana* Schiff. dürften durch einige Sämlingseigenschaften gefördert bzw. eingeschränkt werden. Bei diesen Sämlingseigenschaften handelt es sich um die Gescheinsbehaarung, Gescheinsdichte, Entwicklungsschnelligkeit der Gescheine, Lage der Gescheine am Stock, sowie Größe und Anzahl der Vorblätter.
2. Sämlinge mit schwach behaarten und dichten Gescheinen, mit einer schnellen Gescheinsentwicklung und exponierter Lage der Gescheine, sowie kleinen Vorblättern sind deutlich gegen Heuwurmbefall resistent, wie ein Vergleich der Befallshöhe mit diesen Sämlingseigenschaften ergibt. Der Einfluß dieser Sämlingseigenschaften auf den Befall umfaßt etwa $\frac{2}{3}$ der absoluten Befallspanne.
3. Es tritt ein gewisser Prozentsatz nicht befallener Stöcke auf. Diese Sämlinge zeichnen sich alle durch starke Ausbildung der als Resistenzmerkmale geschilderten Eigenschaften aus, so daß spezifische Resistenzeigenschaften, z. B. Geruchstoffe, die abweisend auf die Traubenwickler der Schmetterlinge wirken könnten, unwahrscheinlich sind.
4. Die Unterschiede in der Befallsstärke bei verschiedenen Abstammungen lassen sich ebenfalls durch die untersuchten Resistenzmerkmale erklären. Hierbei zeigen die Kreuzungen mit *V. labrusca* und G 157 im Mittelwert der untersuchten Sämlinge besonders ungünstige Resistenzeigenschaften, während Kreuzungen mit *V. riparia* und insbesondere *V. rupestris* günstiger zu beurteilen sind. Bei den *vinifera*-Sorten sind die Kreuzungen mit Riesling gegenüber denen mit Sylvaner und Gutedel im Mittel der untersuchten Sämlinge stärker befallen.

Literaturverzeichnis

1. DEWITZ, J.: Über den Einfluß der Wärme auf die Raupen der Traubenmotten *Cochylis ambiguella* und *Eudemis botrana*. Berichte der Lehranstalt Geisenheim 1905, 161 — 188.
2. FAES, H.: zitiert nach STELLWAAG (6).
3. FISCHER, E.: zitiert nach STELLWAAG (6).
4. KOLLER, S.: Graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen. D. Steinkopff, Darmstadt, 3. Auflage (1953).
5. SCHWANGART: zitiert nach STELLWAAG (6).

6. STELLWAAG, F.: Die Weinbauinsekten der Kulturländer. Paul Parey, Berlin (1928).
7. VOGEL: zitiert nach STELLWAAG (6).
8. JAHNCKE, D. und R. ROESLER: Beiträge zur Lebensweise der Traubenwickler. Wein und Rebe **22**, 145 — 169 (1940).

eingegangen am 3. 8. 1959