

Bundesforschungsanstalt für Rebenzüchtung Geilweilerhof, Siebeldingen, BR Deutschland

Untersuchungen zur Vererbung von Resistenzeigenschaften bei Reben gegen *Oidium tuckeri*, *Plasmopara viticola* und *Botrytis cinerea*

von

R. EIBACH, H. DIEHL und G. ALLEWELDT

Investigations on the heritability of resistance to *Oidium tuckeri*, *Plasmopara viticola* and *Botrytis cinerea* in grapes

S u m m a r y : In the years 1985—1987 investigations on progenies of interspecific crossings were carried out in order to ascertain the heritability of resistance to *Oidium tuckeri*, *Plasmopara viticola* and *Botrytis cinerea* (formation of stilbene). Results from testing the resistance in the field and *in vitro* were closely correlated and allowed therefore to check the degree of resistance *in vitro* under standardized conditions. The coefficients of heritability in the narrow sense calculated for *O. tuckeri* range from 0.31 to 0.51, for *P. viticola* from 0.26 to 0.39 and for the formation of stilbene from 0.23 to 0.26. According to these results, the resistance to *O. tuckeri* is most strongly influenced by additive gene effects. The high coefficients of heritability in the broad sense lying between 0.82 and 0.95 for all the investigated characters indicate little environmental dependence.

Investigations on a seedling population of the Asian wild species *Vitis yeshanensis* point to a monogenic respectively oligogenic mechanism of resistance. The usage of this resistance for breeding purposes as a complement to the establishment of a stable horizontal resistance is discussed.

Key words: oidium, Plasmopara, Botrytis, variety of vine, Vitis, crossing, population, resistance, analysis, screening, genetics, heritability, statistics.

Einleitung

Zu den zweifellos wichtigsten pilzlichen Pathogenen der Rebe zählen neben dem Graufäulepilz *Botrytis cinerea* die Erreger der Mehltaukrankheiten *Plasmopara viticola* und *Oidium tuckeri*. Während der vorwiegend als Schwächeparasit mit saprophytischer Lebensweise (STEIN 1984) auftretende Graufäulepilz *Botrytis cinerea* vermutlich bereits seit Jahrhunderten in Europa heimisch ist (Literatur bei HILL 1979), gelangten die obligaten Parasiten *O. tuckeri* und *P. viticola* erst im vorigen Jahrhundert auf den europäischen Kontinent. Die Bekämpfung dieser Pathogene wurden schließlich durch die Entdeckung der fungiziden Wirkung von Kupfer und Schwefel ermöglicht. Dennoch ist die Idee, diese Schädlingsprobleme auf züchterischem Wege zu lösen, schon sehr alt. Bereits vor über hundert Jahren versuchte man durch Einkreuzung amerikanischer Wildformen deren Resistenz mit der Qualität der europäischen Kultursorten zu kombinieren (HUSFELD 1933). Die Realisierung dieses Zuchtzieles erwies sich jedoch als sehr langwierig, so daß den damaligen Züchtern wie beispielsweise SEIBEL, COUDERC oder OBERLIN ein durchschlagender Erfolg zunächst versagt blieb. Dennoch gelten die zu jener Zeit entwickelten Hybriden als Donatoren der Resistenzeigenschaften und bilden somit eine wesentliche Grundlage für die heutige Resistenzzüchtung. Zwischenzeitlich konnten auf diesem Gebiet einige bemerkenswerte Erfolge erzielt werden (ALLEWELDT 1985). So unterscheiden sich heute einige pilzresistente Neuzüchtungen bezüglich ihrer Ertrags- und Qualitätsleistung nicht

mehr von den bekannten einheimischen Sorten (BECKER und ZIMMERMANN 1980; STAUDT *et al.* 1984; EIBACH 1987; BECKER 1989). Neben ökonomischen Aspekten sind es vor allem ökologische Gesichtspunkte, die verstärkte Bemühungen auf dem Gebiet der Resistenzzüchtung ratsam erscheinen lassen.

Der hohe Zeitaufwand für die Züchtung pilzresistenter Rebsorten ergibt sich vor allem aus dem polygenen Charakter von Resistenz und Qualität. Die polygen bedingte Merkmalsausprägung erfordert mehrere Rückkreuzungen zur optimalen Kombination von Qualitäts- und Resistenzgenen, die auf Grund des Entwicklungszyklus der Rebe jeweils mehrere Jahre bis Jahrzehnte in Anspruch nehmen. Darüber hinaus erschwert der hohe Heterozygotiegrad der Rebe eine Analyse zur Vererbung der Resistenzeigenschaften. Kenntnisse über die Vererbbarkeit der Resistenz gegenüber den Mehltaukrankheiten und der Graufäule würden eine gezieltere Auswahl der Kreuzungseltern ermöglichen und damit u.U. zu einem rascheren Zuchtfortschritt führen. Die vorliegenden Untersuchungen beschäftigen sich daher mit der Ermittlung der Heritabilität für die erwähnten Pilzkrankheiten.

Material und Methoden

Die in den Jahren 1985—1987 durchgeführten Untersuchungen erfolgten an Nachkommen interspezifischer Kreuzungen, die im Rahmen des Zuchtprogramms der Bundesforschungsanstalt für Rebenzüchtung gewonnen wurden. Für alle drei Pilzkrankheiten wurde die Resistenzprüfung *in vitro* an Blattscheiben von annähernd gleichem physiologischen Alter (4.—6. Blatt in basipetaler Zählrichtung) unter standardisierten Bedingungen bei 23 °C im Langtag (16 h bei $70 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) durchgeführt. Je Genotyp wurden 5 Blattscheiben mittels eines Korkbohrers ausgestanzt (Durchmesser 17 mm) und in einer verdünnten NaOCl-Lösung 3 min oberflächensterilisiert. Im Falle von *P. viticola* wurden die Blattscheiben mit der Blattunterseite nach oben in Kulturschalen auf feuchtes Filterpapier aufgelegt. Von einer standardisierten Sporensuspension mit ca. 25.000 Sporangiosporen/ml wurden jeweils 40 μl und damit etwa 1.000 Sporen je Blattscheibe aufgetragen. Nach erfolgter Infektion im Dauerdunkel wurde der verbleibende Tropfen nach 12—24 h entfernt. Die Befallsbonitur wurde nach weiteren 7 d gemäß dem O.I.V.-Schema (1 = nicht resistent, 9 = hoch resistent) durchgeführt (O.I.V. 1983).

Für die Resistenzprüfung gegenüber *O. tuckeri* wurde in den Kulturschalen die Blattoberseite der Lichtquelle zugewandt. Die Inokulation erfolgte durch trockenes Überimpfen mit Pilzsporen befallener Blätter. Zur Standardisierung der Inokulumdichte wurden Deckgläser randomisiert zwischen die Blattscheiben verteilt und nach der Beimpfung mittels Mikroskop auf ihren Sporenbesatz untersucht. Mit einiger Übung war eine Standardisierung der Inokulumdichte auf ca. 1.000 Sporen/Blattscheibe möglich. Nach einer 12tägigen Inkubationszeit wurde eine Befallsbonitur ebenfalls gemäß dem O.I.V.-Schema in Abstufungen zwischen 1 und 9 vorgenommen.

In ähnlicher Weise erfolgte die Resistenzprüfung bei Beeren. In der Entwicklungsphase vor Erreichen des Säuremaximums wurden die Beeren mit dem Stiel in feuchtes Filterpapier gesteckt und mit Oidiumsporen trocken überimpft. Die Resistenz wurde analog zu den Blättern ermittelt.

In Anlehnung an eine von LIND und WENZEL (1984) beschriebene Methode wurden die Boniturstufen mit der gebildeten Sporenmenge korreliert. Die hochsignifikanten Korrelationen bei *O. tuckeri* ($r = 0,96$) und *P. viticola* ($r = 0,95$) erlaubten die Beschränkung auf die Boniturstufen für die weiteren Untersuchungen.

Die Sammlung und Kultivierung des Infektionsmaterials von *O. tuckeri* und *P. viticola* erfolgte nach DIEHL (1988).

Nach STEIN (1984) ist das Stilbenbildungsvermögen der Rebe eng mit der Botrytisresistenz von Blatt und Beere korreliert. Die von den einzelnen Genotypen synthetisierte Stilbenmenge wurde ebenfalls an Blattscheiben nach dem von STEIN und HOOS (1984) beschriebenen Testverfahren ermittelt.

Die Sporenvitalität von *O. tuckeri* und *P. viticola* wurde nach dem von STEIN und BACHMANN (1982) beschriebenen Verfahren unter dem Aufsicht-Fluoreszenzmikroskop bestimmt. Dadurch war eine recht genaue Standardisierung des Anteils lebender Sporen je Blattscheibe möglich.

In Vorversuchen erwies sich der Zeitpunkt vor der Blüte von Anfang bis Mitte Juni für die Ermittlung der *Plasmopara*- und *Oidium*resistenz am günstigsten. Hinsichtlich der Stilbenproduktion wurden die besten Ergebnisse im Juli erzielt, so daß diese Termine für die späteren Untersuchungen berücksichtigt wurden.

Der hohe Befallsdruck durch *Oidium* im Jahre 1985 und durch *Plasmopara* im Jahre 1987 wurde für Freilandbonituren der auch *in vitro* geprüften Sämlingspopulationen genutzt. Die Bonitur erfolgte nach dem O.I.V.-Schema.

Da ein für die statistische Auswertung wünschenswertes vollständiges dialleles Kreuzungsschema nicht gegeben war, wurden für die Schätzung der Heritabilitätskoeffizienten mehrere Verfahren angewandt. Zum einen erfolgte die Bestimmung über die Regressionsanalyse. Diese hatte den Vorteil, daß alle untersuchten Populationen berücksichtigt werden konnten. Zum anderen wurde eine Unterteilung in vollständige Subblocks vorgenommen, die nach einer Varianzanalyse mit Zweiweg-Klassifikation oder nach einer Varianzanalyse mit hierarchischer Struktur ausgewertet werden konnten (LEROY 1960; ALLARD 1964; WEBER 1978).

Die ersten Auswertungen mit einem Umfang von jeweils ca. 60 Genotypen/Population ergaben, daß diese Zahl ohne Informationsverlust auf die Hälfte reduziert werden konnte. Für die weiteren Untersuchungen wurden daher nur noch 30 Genotypen/Population in die Resistenztests einbezogen.

Ergebnisse

1. Beziehungen zwischen *in-vitro*- und Freilandprüfung

Nachdem STEIN (1984) zwischen der *in-vitro*-Stilbensynthese und der Botrytisresistenz eine enge positive Korrelation nachweisen konnte, wurde überprüft, inwieweit die Ergebnisse der *in-vitro*-Resistenzprüfung gegenüber den Mehltaukrankheiten auf das Freiland übertragbar sind. Die Ergebnisse der *Oidium*resistenzprüfung, die bei 5

Tabelle 1

Die *Oidium*resistenz einiger F_1 -Nachkommenschaften, ermittelt durch *in-vitro*- und Freilandprüfung

Powdery mildew resistance of some F_1 progenies evaluated by *in vitro* and field testing

Population	\bar{x} <i>in vitro</i>	\bar{x} Freiland
Gf. Ga-54-14 \times Domina ¹⁾	3,0	4,0
Gf. Ga-54-14 \times Pollux	3,3	4,4
Spätburgunder ¹⁾ \times Phoenix	3,6	5,0
Pollux \times Phoenix	3,8	6,1
Phoenix \times Fr. 993-60	4,6	7,4

¹⁾ *Vitis vinifera* cv.

Populationen sowohl *in vitro* als auch im Freiland durchgeführt wurden, sind in Tabelle 1 dargestellt. Die Werte der *in vitro*-Bonitur sind durchschnittlich um etwa 1—2 Boniturstufen angehoben, was auf Grund der höheren Inokulumdichte durch die massive künstliche Infektion erklärt werden kann. Die gegebene hochsignifikante Korrelation von $r = 0,98$ erlaubt die Übertragbarkeit der *in-vitro*-Ergebnisse auf das Freiland.

Für *P. viticola* ergeben sich ähnliche Verhältnisse (Tabelle 2). Unterschiede zwischen der *in vitro*- und der Freilandprüfung von bis zu 2,4 Boniturstufen sind vor allem bei Populationen mit niedrigem Resistenzniveau festzustellen, während Populationen mit einem höheren durchschnittlichen Resistenzgrad *in vitro* und im Freiland sehr ähnliche Werte aufweisen. Die signifikante Korrelation von $r = 0,76$ verdeutlicht auch in diesem Fall die gegebene Beziehung zwischen *in vitro*- und Freilandergebnissen.

Tabelle 2

Die Plasmopararesistenz einiger F_1 -Nachkommenschaften, ermittelt durch *in-vitro*- und Freilandprüfung

Downy mildew resistance of some F_1 progenies evaluated by *in vitro* and field testing

Population	\bar{x} <i>in vitro</i>	\bar{x} Freiland
Pollux \times Gf. III-28-51 ¹⁾	3,0	5,3
Kerner ¹⁾ \times Pollux	3,2	5,6
Pollux \times Müller-Thurgau ¹⁾	3,8	5,0
Pollux \times Phoenix	6,1	6,9
Madeleine angevine ¹⁾ \times Phoenix	6,3	5,6
Gf. Ga-54-14 \times Fr. 993-60	7,1	6,2
Sirius \times Fr. 993-60	7,3	7,1

1) *Vitis vinifera* cv.

2. Beziehung zwischen Blatt- und Beerenresistenz

Während die Blattresistenz für eine optimale Photosynthese von großer Bedeutung ist, verhindert die Beerenresistenz Ernteauffälle sowie eine Geschmacksbeeinträchtigung des Lesegutes, die insbesondere bei Oidiumbefall entsteht. In Tabelle 3 sind die Ergebnisse der parallelen Oidiumresistenzprüfung an Blatt und Beere dargestellt. Trotz einzelner Abweichungen von bis zu 4 Boniturnoten stimmen die Boniturnoten für Blatt und Beere recht gut überein ($r = 0,87^{**}$), so daß — wenn nicht im Einzelfall, so doch für Populationsanalysen dieser Art — ohne größere Einschränkungen von der Blattresistenz auf die Beerenresistenz geschlossen werden darf.

3. Schätzung der Heritabilitätskoeffizienten

3.1. *Oidium tuckeri*

Tabelle 4 zeigt Ergebnisse der *in-vitro*-Oidiumresistenzprüfung aus dem Jahr 1986. Die Mittelwerte der einzelnen Populationen unterscheiden sich z.T. erheblich und reichen von 3,5 (Spätburgunder \times Pollux) bis zu 7,4 (Spätburgunder \times Phoenix). Zwar ist ein direkter Vergleich zwischen den Elternsorten wegen der fehlenden Kreuzungskombination nicht möglich, dennoch können Tendenzen abgeleitet werden. So hat beispielsweise bei den Vatersorten die Rebsorte Pollux mit 4,4 den niedrigsten Resistenzgrad in der Nachkommenschaft, die Rebsorte Phoenix mit 7,0 den höchsten mittleren Resistenzgrad. Von den Muttersorten schneidet wiederum Phoenix mit einem middle-

Tabelle 3

Korrelation zwischen Oidiumresistenzen von Blatt und Beere
Correlation between the powdery mildew resistance of leaves and of berries

Sorte/Zuchtstamm	Blatt	Beere
Kerner ¹⁾	1,0	1
Riesling ¹⁾	1,0	1
Madeleine angevine ¹⁾	1,0	3
Gf. V 3125 ¹⁾	2,0	1
Gf. Ga-54-14	5,4	5
Orion	8,0	9
Phoenix	8,8	9
Gf. Ga-48-12	6,2	9
Gf. Ga-50-25	7,6	9
Gf. Ga-50-34	8,0	9
Gf. Ga-58-14	7,2	9
Maréchal Joffre	7,4	9
Maréchal Foch	7,0	9
Gf. 67-198-3	7,6	9
Gf. Ga-198-2	8,0	9
Gf. 64-170-1	8,0	9
Seyve Villard 12-375	6,8	9
Vidal 256	8,8	9
Gf. 79-49-85	7,8	5
Gf. 78-10-95	2,3	5
Gf. 79-13-268	1,0	5
Gf. 76-119-3	3,4	3
Gf. 79-13-225	4,2	3
Gf. 79-26-15	3,5	3
Gf. 79-26-665	1,4	5
Gf. 79-13-153	2,0	1
Gf. 76-116-1145	4,8	3
Gf. 76-116-521	3,6	3
Gf. 79-4-308	5,8	9
Gf. 76-120-86	1,7	3
Gf. 76-119-22	1,3	3
Gf. 76-26-204	3,0	5
Gf. 79-26-383	1,0	1

¹⁾ *Vitis vinifera* cv.

ren Resistenzgrad von 6,3 in den Nachkommenschaften am besten ab. Die über dem Durchschnitt liegenden Resistenzwerte der Nachkommenschaften mit Phoenix deuten auf eine gute allgemeine Kombinationsfähigkeit dieser Sorte in Bezug auf die Oidiumresistenzvererbung hin. Nochmals verdeutlicht wird dies durch die in Abb. 1 dargestellten Häufigkeitsverteilungen der Resistenzklassen eines Subblocks aus dem in Tabelle 4 wiedergegebenen unvollständigen Block. In allen Kreuzungen mit der Rebsorte Phoenix ist eine Verschiebung der Häufigkeitsverteilungen zu den höheren Resistenzklassen und damit zu einem höheren Anteil resistenter Sämlinge in den Nachkommenschaften zu erkennen. Umgekehrtes gilt für die Rebsorte Pollux, die in ihren

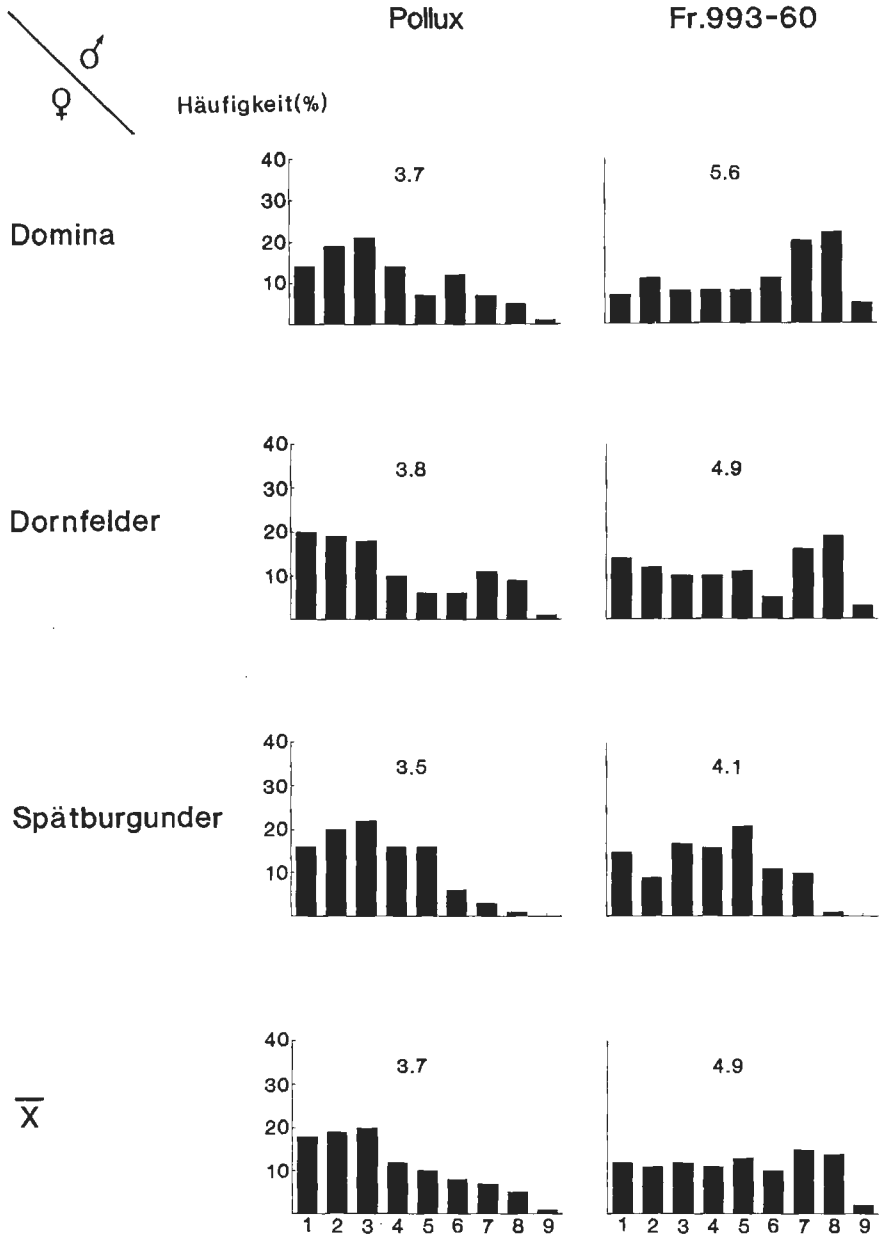
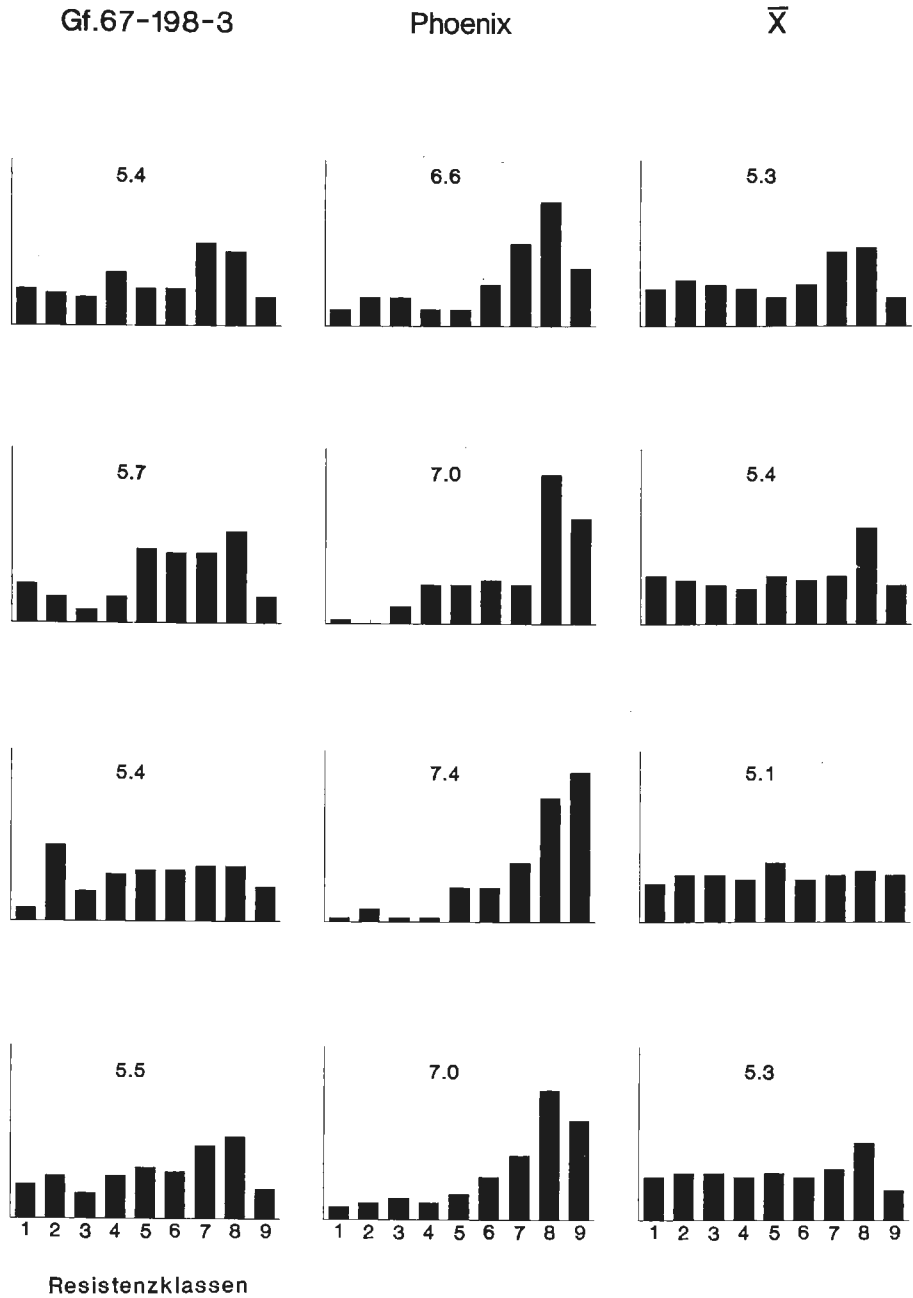


Abb. 1: Die relative Verteilung der Oidiumresistenzklassen einiger Populationen (1986).
 Relative distribution of classes of resistance to powdery mildew within some populations (1986).

Nachkommenschaften einen deutlich höheren Anteil oidiumanfälliger Sämlinge aufweist. Sowohl die Häufigkeitsverteilungen von Phoenix als auch von Pollux lassen sich mit Hilfe des χ^2 -Testes gegen das Gesamtmittel statistisch absichern.



Die für die Heritabilitätsberechnungen nach der Regressionsmethode benötigten Resistenzgrade der Elternsorten sind in Tabelle 5 aufgeführt. Die im Jahre 1986 durchgeführte schärfere *in-vitro*-Resistenzprüfung ergibt für keine der *V.-vinifera*-Rebsor-

Tabelle 4
Mittelwerte der Oidiumresistenz von F₁-Nachkommenschaften (1986)
Mean values of powdery mildew resistance of F₁ progenies (1986)

Mütter	Väter								\bar{x}
	Orion	Phoe- nix	Fr. 993-60	Pol- lux	Gf. 67- 198-3	Fa- ber ¹⁾	Dorn- feld. ¹⁾	Domi- na ¹⁾	
Kerner ¹⁾	5,3	7,0	—	4,4	—	—	—	—	5,6
Domina ¹⁾	5,5	6,6	5,6	3,7	5,4	—	—	—	5,4
Spätburg. ¹⁾	—	7,4	4,1	3,5	5,4	—	—	—	5,1
Dornfelder ¹⁾	6,5	7,0	4,9	3,8	5,7	—	—	—	5,5
Gf. Ga-54-14	—	—	4,5	5,9	—	5,5	4,4	4,0	4,9
Sirius	—	—	5,1	5,4	—	3,6	6,6	—	5,3
Phoenix	—	—	5,6	—	—	6,7	—	6,6	6,3
Fr. 993-60	—	—	—	4,3	—	—	—	—	4,3
\bar{x}	5,8	7,0	5,0	4,4	5,5	5,3	5,4	5,3	5,3

¹⁾ *Vitis vinifera* cv.

Tabelle 5
Die Oidiumresistenz von Kreuzungseltern
Powdery mildew resistance of crossing parents

Sorte	1985 Freiland	1986 <i>in vitro</i>
Kerner ¹⁾	2,5	1,0
Domina ¹⁾	2,0	1,0
Dornfelder ¹⁾	—	2,0
Spätburgunder ¹⁾	4,4	2,0
Faber ¹⁾	3,2	2,0
Pollux	5,9	5,0
Fr. 993-60	8,0	8,0
Gf. Ga-54-14	7,3	5,4
Sirius	4,7	5,0
Orion	5,2	8,0
Phoenix	7,8	8,8
Gf. 67-198-3	—	7,6
Maréchal Joffre	8,8	—
Vidal 256	8,7	—
Baco blanc	8,6	—
Seibel 15051	9,0	—
Seyve Villard 12-375	8,8	—
Castell 19637	8,8	—
Plantet	8,3	—
Bellandais noir	8,3	—

¹⁾ *Vitis vinifera* cv.

ten eine über die Boniturnote 2 hinausgehende Resistenzstufe. Den höchsten Resistenzgrad zeigt hier die Sorte Phoenix mit einer Boniturnote von 8,8.

Die Mittelwerte der nach den verschiedenen Verfahren abgeleiteten Heritabilitätswerte sind in Tabelle 6 dargestellt. Für die Heritabilitätswerte im engeren Sinn (h_e^2) ergeben sich Werte von 0,31 bis 0,51. Dies deutet darauf hin, daß die *Oidium*-Resistenz zu einem erheblichen Anteil durch additive Genwirkung beeinflusst wird. Die mit 0,94 bzw. 0,95 hohen Heritabilitätswerte im weiteren Sinn (h_w^2) verdeutlichen, daß sich unter den gegebenen Bedingungen Umweltverhältnisse wenig modifizierend auf die Merkmalsausprägung auswirken.

Tabelle 6
Heritabilitäten des Merkmals *Oidium*-Resistenz
Heritability coefficients for powdery mildew resistance

Heritabilitäten	1985	1986
h_e^2	0,51	0,31
h_w^2	0,94	0,95

3.2. *Plasmopara viticola*

Die Prüfungsergebnisse aus dem Jahre 1986 von insgesamt 26 Populationen sind in Tabelle 7 zusammengestellt. Der mittlere Resistenzgrad in den Nachkommenschaften liegt zwischen 4,5 (Spätburgunder × Pollux) und 7,0 (Phoenix × Fr. 993-60). Im Vergleich zu *Oidium tuckeri* ist jedoch die Schwankung zwischen den Kreuzungsnachkommenschaften insgesamt geringer. Bei der Interpretation der Mittelwerte über die Elternsorten sind wiederum die fehlenden Kreuzungskombinationen sowie die Tatsache, daß es sich z.T. um Kreuzungen zwischen *V. Vinifera*-Sorten und interspezifischen Sorten und z.T. um Kreuzungen zwischen interspezifischen Sorten handelt, zu berücksichtigen, so daß sich daraus lediglich Tendenzen ableiten lassen.

Eine klarere Übersicht liefern die in Abb. 2 dargestellten Verteilungen der *Plasmopara*-Resistenzklassen eines vollständigen Subblockes. Im Vergleich zu den anderen

Tabelle 7
Mittelwerte der *Plasmopara*-Resistenz von F_1 -Nachkommenschaften (1986)
Mean values of downy mildew resistance of F_1 progenies (1986)

Mütter	Väter								\bar{x}
	Orion	Phoenix	Fr. 993-60	Pollux	Gf. 67-198-3	Faber ¹⁾	Dornfelder ¹⁾	Domina ¹⁾	
Kerner ¹⁾	6,1	7,0	—	5,6	—	—	—	—	6,3
Domina ¹⁾	6,2	6,5	4,5	5,6	5,2	—	—	—	5,6
Spätburg. ¹⁾	—	6,9	5,2	4,5	5,8	—	—	—	5,6
Dornfelder ¹⁾	6,8	6,5	6,5	5,7	6,5	—	—	—	6,4
Gf. Ga-54-14	—	—	6,4	6,6	—	6,2	6,4	4,7	6,0
Sirius	—	—	6,4	6,1	—	6,0	5,7	—	6,0
Phoenix	—	—	7,0	—	—	5,5	—	4,8	5,8
Fr. 993-60	—	—	—	5,8	—	—	—	—	5,8
\bar{x}	6,4	6,7	6,0	5,7	5,8	5,9	6,1	4,8	5,9

¹⁾ *Vitis vinifera* cv.

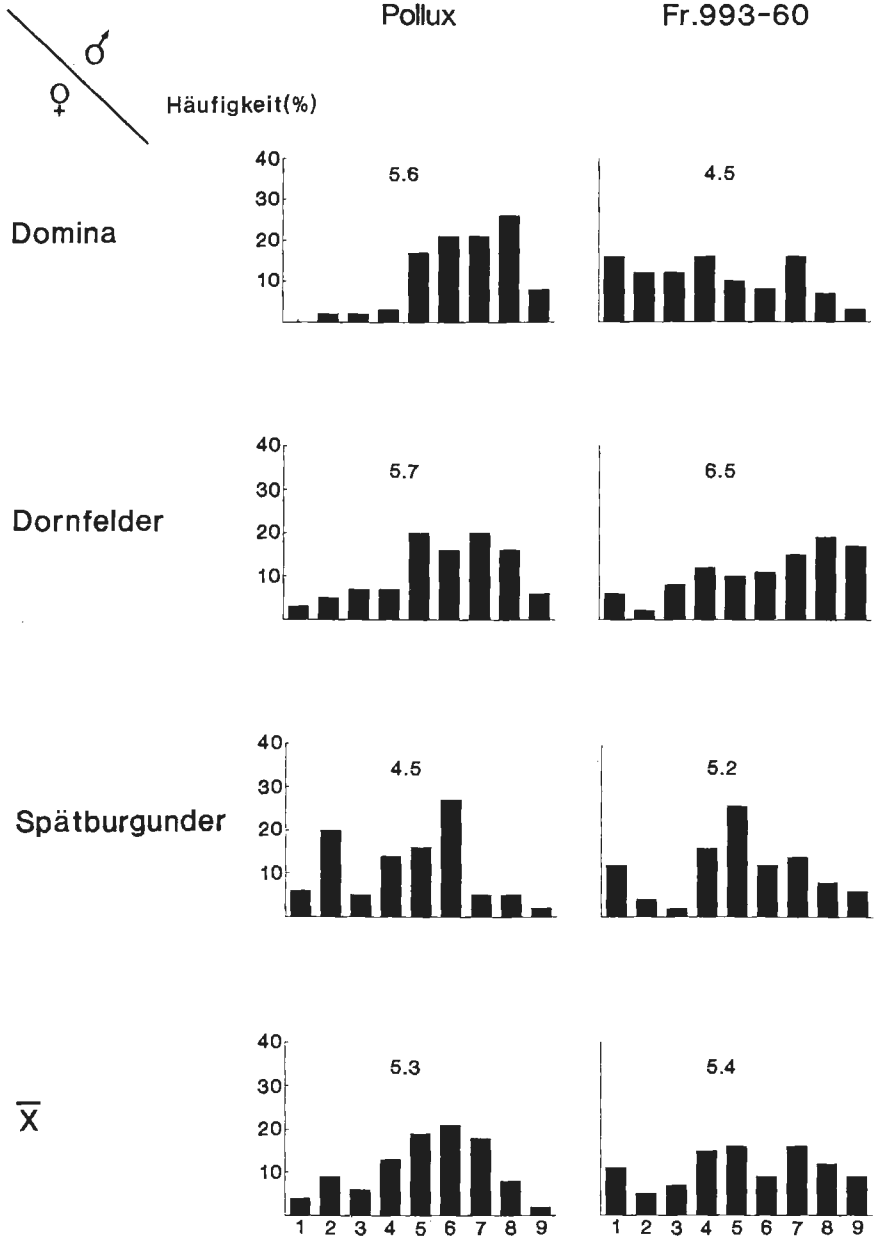


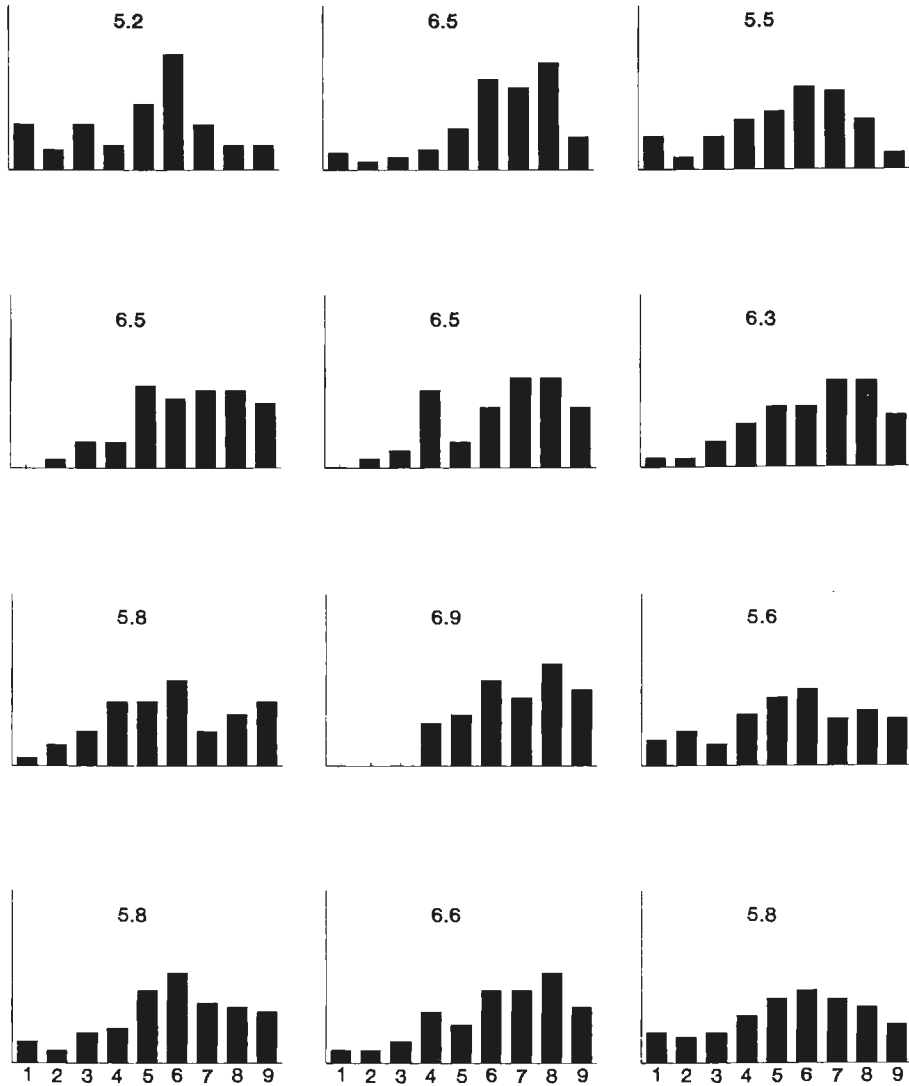
Abb. 2: Die relative Verteilung der Plasmopararesistenzklassen einiger Populationen (1986).
 Relative distribution of classes of resistance to downy mildew within some populations (1986).

einbezogenen Vatersorten ist in den Nachkommenschaften der Phoenix-Kreuzungen eine Verschiebung zugunsten der höheren Resistenzklassen zu erkennen, die sich statistisch signifikant absichern läßt. Trotz des sehr ähnlichen Resistenzgrades der

Gf.67-198-3

Phoenix

\bar{X}



Resistenzklassen

Elternsorten Phoenix, Gf 67-198-3 und Fr. 993-60 (Tabelle 8) vererbt demnach die Rebsorte Phoenix ihre Resistenz offensichtlich besser auf die Nachkommenschaften.

Die errechneten Heritabilitätswerte (Tabelle 8) liegen für h_c^2 im Bereich von 0,26 bis 0,39. Die hohen h_w^2 -Werte von 0,83 bis 0,94 verdeutlichen zum einen den unter den

gegebenen Versuchsbedingungen geringen Umwelteinfluß auf die Merkmalsausprägung. Zum anderen läßt die große Differenz zu den h_e^2 -Werten auf einen erheblichen Anteil dominanter Genwirkung schließen.

Tabelle 8
Heritabilitäten des Merkmals Plasmopararesistenz
Heritability coefficients for downy mildew resistance

Heritabilitäten	1985	1986
h_e^2	0,39	0,26
h_w^2	0,94	0,83

3.3. Stilbenbildung

Die Ergebnisse der Prüfung auf Stilbenbildung als Maß für die Botrytisresistenz sind in Tabelle 9 dargestellt. Im Vergleich zu den Mehltreuresistenzen streuen die Populationsmittelwerte hier stärker. Die Schwankung reicht von 2,6 (Domina × Fr. 993-60) bis 7,3 (Spätburgunder × Gf. 67-198-3). Auffallend sind die z.T. erheblichen Abweichungen innerhalb eines Kreuzungselters. Die als Vatersorte eingesetzte Rebsorte Fr. 993-60 erreicht beispielsweise in der Kombination mit der Rebsorte Domina mit 2,6 den niedrigsten mittleren Populationswert, während sich die Population aus der Kombination mit Dornfelder mit 7,1 durch ein sehr hohes Stilbenbildungsvermögen auszeichnet. Im Mittel über alle Kreuzungen eines Elters lassen die Häufigkeitsverteilungen für die Sorte Gf. 67-198-3 des in Abb. 3 dargestellten Subblockes eine leichte Verschiebung zugunsten höherer Boniturstufen erkennen. Eine mittels χ^2 -Tests statistisch signifikante Absicherung ist allerdings nicht möglich. Vor allem für 1986 fällt auf, daß die an den Kreuzungen beteiligten *V. vinifera*-Sorten im Vergleich zu den interspezifischen Sorten ein geringeres Stilbenbildungsvermögen aufweisen

Tabelle 9
Mittelwerte der Botrytisresistenz (= Stilbenbildung) von F_1 -Nachkommenschaften (1986)
Mean values of *Botrytis* resistance (= formation of stilbene) of F_1 progenies (1986)

Mütter	Väter								\bar{x}
	Orion	Phoe- nix	Fr. 993-60	Pol- lux	Gf. 67- 198-3	Fa- ber ¹⁾	Dorn- feld. ¹⁾	Domi- na ¹⁾	
Kerner ¹⁾	5,5	6,1	—	6,6	—	—	—	—	6,1
Domina ¹⁾	5,2	5,1	2,6	5,5	5,3	—	—	—	4,7
Spätburg. ¹⁾	—	6,4	5,3	5,4	7,3	—	—	—	6,1
Dornfelder ¹⁾	5,8	4,8	7,1	5,6	6,5	—	—	—	6,0
Gf. Ga-54-14	—	—	6,6	5,8	—	6,0	6,1	5,9	6,1
Sirius	—	—	5,7	5,4	—	5,0	6,1	—	5,6
Phoenix	—	—	5,0	—	—	4,1	—	6,6	5,4
Fr. 993-60	—	—	—	6,7	—	—	—	—	6,7
\bar{x}	5,6	5,6	5,4	5,8	6,4	5,2	6,1	6,3	5,8

¹⁾ *Vitis vinifera* cv.

(Tabelle 10). Den mit 6,8 höchsten Wert erreicht die Sorte Gf. 67-198-3. Die z.T. deutlichen Jahresunterschiede erklären sich durch die verschiedenen Prüftermine (DIEHL 1988).

Tabelle 10
Ergebnisse der Stilbenprüfung von Kreuzungseltern
Evaluation of stilbene formation by crossing parents

Sorte	1985	1986
Kerner ¹⁾	—	3,0
Domina ¹⁾	6,6	2,0
Dornfelder ¹⁾	4,6	2,0
Spätburgunder ¹⁾	—	3,0
Faber ¹⁾	2,6	2,0
Siegerrebe ¹⁾	3,6	—
Lemberger ¹⁾	3,2	—
Pollux	5,0	3,2
Gf. Ga-54-14	7,4	4,6
Sirius	6,6	5,4
Orion	—	4,6
Phoenix	—	4,6
Fr. 993-60	3,4	4,6
Gf. A-100-3	8,0	—
Gf. C-97-45	5,4	—
Gf. 67-198-3	—	6,8

¹⁾ *Vitis vinifera* cv.

Die Berechnung der Heritabilitätskoeffizienten mittels Regression bzw. mittels Varianzkomponentenschätzung ergibt für h_e^2 Werte zwischen 0,23 und 0,26 (Tabelle 11). Damit liegen sie im Vergleich zu den Heritabilitätskoeffizienten der Mehlttauresistenzen niedriger. Diese niedrigen Werte in Kombination mit den hohen h_w^2 -Werten zwischen 0,82 und 0,92 lassen wiederum auf einen hohen Anteil dominanter Genwirkung schließen.

Tabelle 11
Heritabilitäten des Merkmals Stilbenbildung
Heritability coefficients for stilbene formation

Heritabilitäten	1985	1986
h_e^2	0,23	0,26
h_w^2	0,82	0,92

4. Beziehungen zwischen den Resistenzmerkmalen

Neben der Vererbung der Resistenzmerkmale interessiert, inwieweit zwischen den einzelnen Eigenschaften Kopplungen bzw. Pleiotropie vorliegen. Die Korrelationskoeffizienten zwischen den Resistenzen bei einer Kreuzungsfamilie mit 100 getesteten Genotypen liegen zwischen 0,03 (Korrelation zwischen *Oidium* und *Botrytis*) und 0,25 (Korrelation zwischen *Plasmopara* und *Botrytis*) und sind statistisch nicht abzusi-

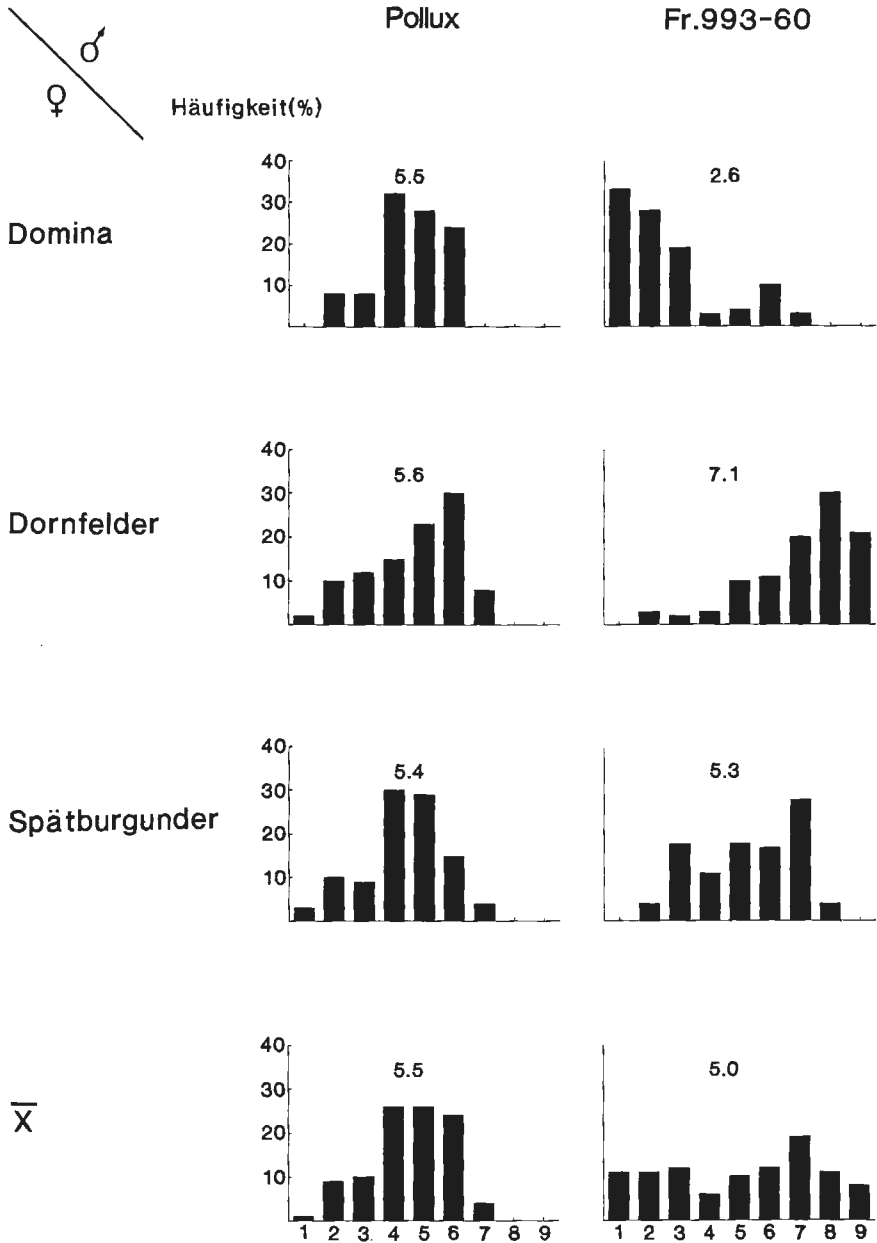


Abb. 3: Die relative Verteilung der Botrytisresistenzklassen (Stilbenbildung) einiger Populationen (1986).

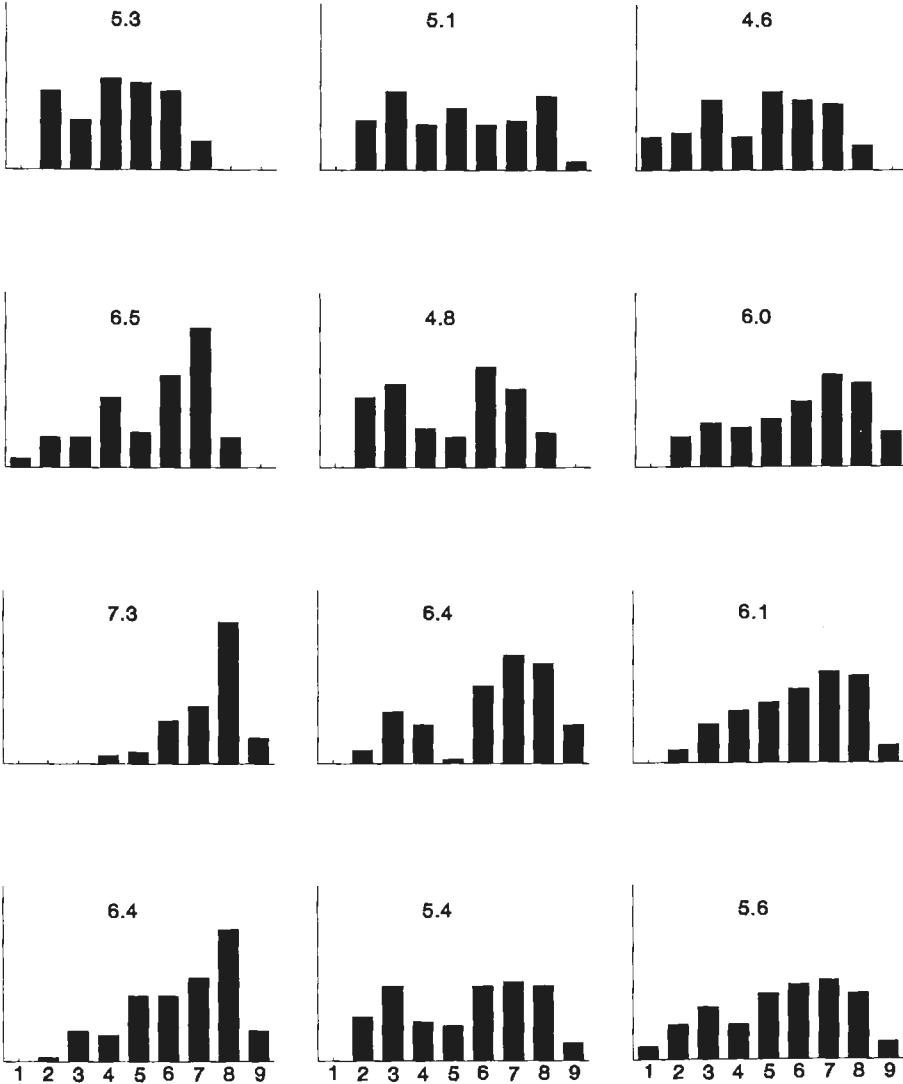
Relative distribution of classes of resistance to *Botrytis* (estimated by stilbene formed) within some populations (1986).

chern. Werden derartige Untersuchungen an bereits selektionierten Zuchtsorten durchgeführt, so ergeben sich signifikante Korrelationskoeffizienten zwischen *Oidium*

Gf.67-198-3

Phoenix

\bar{X}



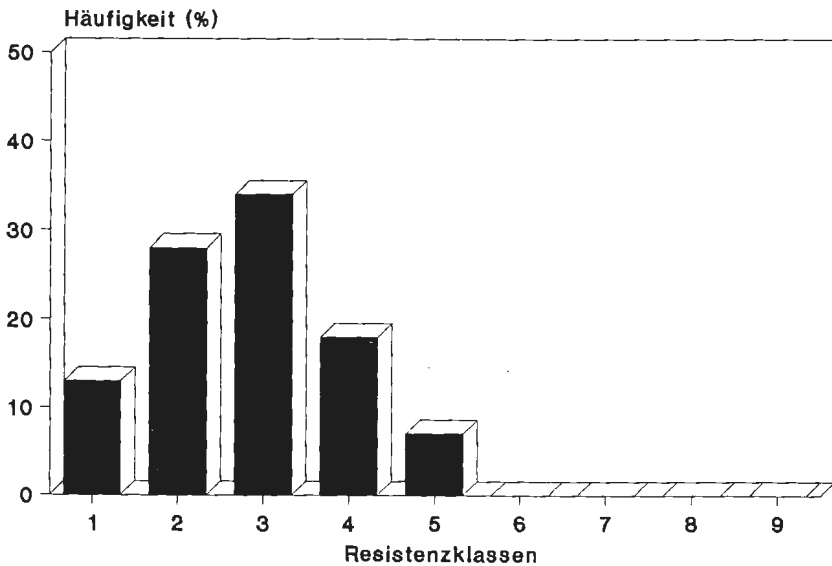
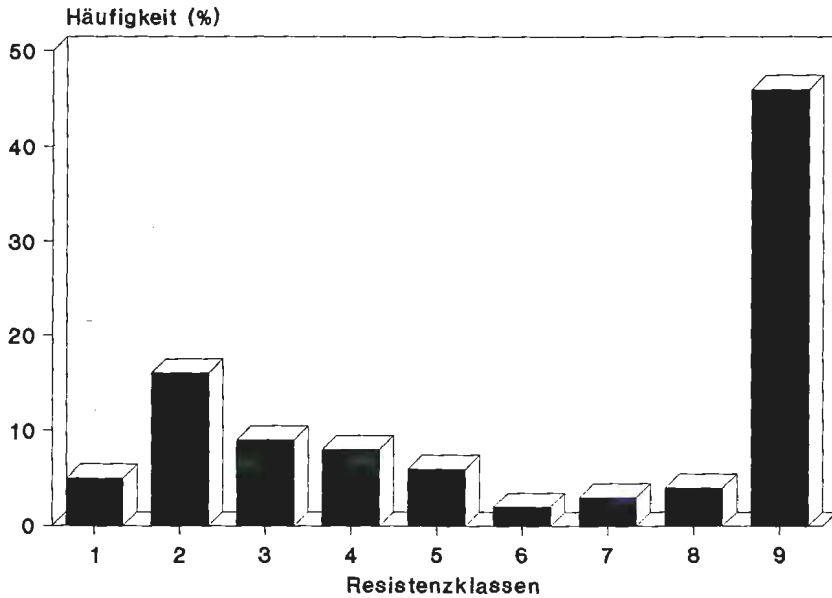
Resistenzklassen

und *Plasmopara* von $r = 0,54$ (Bonitur im Gewächshaus, 1985), bzw. von $r = 0,45$ (*in-vitro*-Prüfung, 1986). Bei dem Ergebnis für die Zuchtstämme ist zu beachten, daß es sich im Gegensatz zu den anderen Untersuchungen nicht um eine zufällige Stichprobe, sondern um bereits vorselektioniertes Zuchtmaterial aus dem laufenden Zuchtpro-

gramm handelt, wobei auch die Resistenzeigenschaften als Selektionskriterium herangezogen werden. Auch für die Zuchtstämme ergeben sich keine signifikanten Korrelationen zwischen *Botrytis* und den Mehltaukrankheiten.

5. Resistenzuntersuchungen bei *Vitis yeshanensis*

Die Ergebnisse der Mehltauresistenzuntersuchungen an einer aus Kernen angezogenen Sämlingspopulation der asiatischen Art *V. yeshanensis* sind in Abb. 4 dargestellt.



stellt. Die Häufigkeitsverteilung der *Oidium*resistenzklassen entspricht annähernd einer Normalverteilung und reicht von den Boniturstufen 1 bis 5. Höhere Boniturstufen treten in keinem Fall auf. Ein deutlich anderes Bild ergibt sich für die Häufigkeitsverteilungen der *Plasmopara*resistenzklassen. 46 % aller untersuchten Genotypen weisen die Boniturstufe 9 und damit die höchste Resistenzstufe auf und 44 % der Genotypen liegen im Bereich zwischen 1 und 5. Wird die Klassenbreite geändert, indem die Stufen 1—7 und 8—9 zusammengefaßt werden, so ergibt sich eine statistisch signifikante 1 : 1-Verteilung. Bei einer feineren Unterteilung in 4 Klassen mit den Stufen 1, 2—4, 5—7 und 8—9 läßt sich eine 1 : 3 : 3 : 9-Verteilung statistisch absichern. Im ersten Fall könnte die Resistenz auf die Wirkung eines dominanten Majorgens zurückgeführt werden, im zweiten Fall ließe sich die Resistenz durch einen dihybriden dominanten Erbgang mit komplementärer Wirkung der dominanten Allele erklären.

Diskussion

Die in diesen Untersuchungen eingesetzten *in-vitro*-Methoden zur Resistenzprüfung sind gegenüber der Testung an *in-vitro*-Pflanzen (KLEMPKA *et al.* 1984; BARLASS *et al.* 1987) eine Vereinfachung. Sie erlauben ebenfalls eine weitgehende Standardisierung der Versuchsbedingungen, darüber hinaus jedoch die Testung einer hohen Anzahl von Genotypen in kurzer Zeit. Voraussetzung für deren Brauchbarkeit ist jedoch die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf Freilandbedingungen. Die gefundenen engen Korrelationen zwischen der Resistenz gegenüber den Mehltaukrankheiten *in vitro* und im Freiland bestätigen deren Eignung für die Resistenzermittlung. Der auf Grund des hohen Infektionsdruckes und der für den Pilz günstigen Bedingungen im Durchschnitt um 1—2 Boniturnoten geringere Resistenzgrad nach der *in-vitro*-Methode ist bei einem Einsatz im Rahmen der Züchtung zu beachten, da Zuchtsorten mit einer u.U. ausreichenden Feldresistenz möglicherweise zu schlecht beurteilt werden.

Wenngleich die Ergebnisse von STEIN (1984) und STEIN und HOOS (1984) eine enge Korrelation zwischen der Stilbenbildung und der *Botrytis*resistenz belegen, so sind die Stilbene sicherlich nur ein Teil der Resistenzursachen gegenüber *B. cinerea*. Stilbene sind „Stressmetaboliten“ (CRUICKSANK 1980; POOL *et al.* 1980; BARLASS *et al.* 1987) und unterliegen daher einer Reihe weiterer Einflußfaktoren, d.h. einer Vielzahl von Elicitoren (BLAICH und BACHMANN 1980; HOOS 1988). Die *Botrytis*resistenz ist daher als Funktion mehrerer Einflußgrößen zu sehen, die sowohl biochemische als auch morphologische Ursachen aufweist. Gleichwohl eignet sich die Methode für ein erstes, einfach zu handhabendes Screening sehr gut.

Neben dem Vergleich von *in-vitro*- und Freilandverhalten ist die Beziehung zwischen dem Resistenzverhalten der vegetativen und generativen Organe von Bedeutung. Nach HILL (1979) wird die *Botrytis*resistenz mit zunehmender Reife der Beeren geringer. Umgekehrtes gilt für die Resistenz gegen *P. viticola*. Nach Verkorkung der Spaltöffnungen auf den Beeren und deren Umfunktionierung in Lentizellen verhindert diese morphologisch bedingte Resistenz eine Infektion (LORENZ 1988). Für *O. tuckeri*

Abb. 4: a (oben): Die relative Verteilung der *Plasmopara*resistenzklassen von *Vitis-yeshanensis*-Genotypen (n = 60). — b (unten): Die relative Verteilung der *Oidium*resistenzklassen von *Vitis-yeshanensis*-Genotypen (n = 60).

a (above): Relative distribution of classes of resistance to downy mildew with genotypes of *Vitis yeshanensis* (n = 60). — b (below): Relative distribution of classes of resistance to powdery mildew with genotypes of *Vitis yeshanensis* (n = 60).

zeigen Infektionsversuche von DIEHL (1988) in verschiedenen Phasen der Beerenreife, daß die Beeren nach dem Beginn der Zuckereinlagerung nicht mehr befallen werden. Vor dem Säuremaximum zeigen die vorliegenden Ergebnisse eine gute Korrelation zwischen dem Resistenzverhalten von Blatt und Beere und stehen damit im Einklang mit Befunden von DOSTER und SCHNATHORST (1985) sowie BOUQUET (1986). Unberücksichtigt bleibt hierbei allerdings die Länge der Phase von der Blüte bis zum Beginn der Beerenreife. Ist diese Phase lang, so bestehen über einen längeren Zeitraum Infektionsmöglichkeiten.

Heritabilitätsuntersuchungen bei Reben liegen bisher nur in recht bescheidenem Umfang vor. Dies erklärt sich sicherlich aus den Besonderheiten der Rebkultur, wie z.B. dem langen Entwicklungszyklus, dem großen Platzbedarf sowie Schwierigkeiten bei der unter biometrischen Gesichtspunkten optimalen Anlage eines Versuches. Die bisher vorliegenden Ergebnisse beschränken sich vornehmlich auf den Ertrag bzw. Ertragskomponenten (AVRAMOV *et al.* 1978; GOLODRIGA und TROCHINE 1978; SCHNEIDER und STAUDT 1979; LEFORT und BRONNER 1981; TODOROV und ZANKOV 1983). FANIZZA und RADDI (1973) geben Heritabilitätskoeffizienten für den Beginn der Beerenreife an, und FIROOZABADY und OLMO (1982) berichten von Heritabilitätsuntersuchungen bezüglich der Nematodenresistenz. Bei pilzlichen Rebkrankheiten sind derartige Studien bisher nicht bekannt. Die vorliegenden Ergebnisse ergeben vor allem für die Vererbung der Oidiumresistenz mit Werten zwischen 0,31 und 0,51 recht hohe h_c^2 -Werte. Für die in die Untersuchung eingegangenen Rebsorten läßt sich daraus ein recht hoher Anteil an additiver Genwirkung ableiten. Somit ist i.a. eine recht gute Vererbung der Oidiumresistenz eines Kreuzungselters zu erwarten. Als Beispiel hierfür sei die in die Untersuchungen einbezogene Rebsorte Phoenix genannt. Während die Plasmopararesistenzvererbung mit h_c^2 -Werten zwischen 0,26 und 0,39 eine Mittelstellung einnimmt, liegen die Heritabilitätskoeffizienten für die Stilbenbildung zwischen 0,23 und 0,26 und damit am niedrigsten. Die Ausprägung dieses Merkmals wird demnach in hohem Maße durch dominante Genwirkungen beeinflusst. Es ist daher nicht zu erwarten, daß Rebsorten mit einem hohen Stilbenbildungsvermögen diese Eigenschaft gut an die Nachkommenschaft vererben, vielmehr kommt hier der spezifischen Kombinationseignung eine größere Bedeutung zu.

Nach BAVARESCO und EIBACH (1987) wird der Resistenzgrad gegenüber den Mehltaukrankheiten sowie die Stilbenbildung durch die Stickstoffdüngung beeinflusst. Demgegenüber deuten die errechneten hohen h_w^2 -Werte für alle drei Merkmale auf eine geringe Umweltabhängigkeit hin. Untersuchungen von DIEHL (1988) an zwei Standorten bestätigen dies. Hiervon klar zu unterscheiden ist allerdings die Tatsache, daß eine Sorte unter bestimmten Klimabedingungen eine ausreichende Resistenz aufweisen kann, während unter anderen, für das Pilzwachstum günstigeren Bedingungen die Resistenz u.U. nicht ausreichend ist.

Die statistisch nicht abzusichernden Korrelationen zwischen den Resistenzen gegenüber den untersuchten Pilzkrankheiten bei zufälligen Stichproben aus Kreuzungspopulationen belegen, daß die Vererbung der Plasmopara- und Oidiumresistenz sowie der Stilbenbildung von verschiedenen Genen gesteuert wird und allenfalls schwache Kopplungen bzw. pleiotrope Geneffekte vorliegen. Die Selektion auf Resistenz gegenüber einem pilzlichen Schaderreger hat somit keinen Einfluß auf das Resistenzverhalten gegenüber den anderen Pilzkrankheiten.

Der polyfaktorielle Charakter der untersuchten Resistenzen ergibt sich aus den dargestellten Häufigkeitsverteilungen und wird von mehreren Autoren bestätigt (HUSFELD 1933, 1954; SCHERZ 1938; HILL 1979). Dagegen diskutiert BOUQUET (1986) die Existenz eines dominanten Resistenzgens gegen *P. viticola* und *O. tuckeri* bei *V. rotundifolia*. Die vorliegenden Untersuchungen an Sämlingen der asiatischen Art *V. yesha-*

nensis kommen namentlich für *P. viticola* zu ähnlichen Ergebnissen. Die Häufigkeitsverteilung der Resistenzklassen deutet auf eine mono- bzw. oligogen bedingte Resistenz hin und unterscheidet sich damit von den polygen bedingten Resistenzmechanismen der in der Züchtung bisher vornehmlich verwendeter amerikanischen Vitisarten. Die züchterische Nutzung dieser Resistenz könnte u.U. eine wertvolle Ergänzung im Hinblick auf den Ausbau einer stabilen horizontalen Resistenz darstellen.

Zusammenfassung

In den Jahren 1985 bis 1987 wurden an Nachkommenschaften interspezifischer Kreuzungen Untersuchungen zur Heritabilität der Resistenzeigenschaften gegenüber *Oidium tuckeri*, *Plasmopara viticola* und *Botrytis cinerea* (= Stilbenbildung) durchgeführt. Die engen Korrelationen zwischen den im Freiland und *in vitro* gewonnenen Ergebnissen erlaubten die Resistenzprüfung *in vitro* unter standardisierten Bedingungen. Die ermittelten Heritabilitätskoeffizienten im engeren Sinn liegen für *O. tuckeri* zwischen 0,31 und 0,51 für *P. viticola* zwischen 0,26 und 0,39 und für die Stilbenbildung zwischen 0,23 und 0,26. Die Resistenz gegenüber *O. tuckeri* wird demnach am stärksten durch additive Genwirkung beeinflusst. Die hohen Heritabilitätswerte im weiteren Sinn im Bereich von 0,82 und 0,95 für alle drei Merkmale dokumentieren die geringe Umweltabhängigkeit der Merkmalsausprägung.

Die Untersuchungen an einer Säumlingspopulation der asiatischen Wildart *Vitis yeshanensis* deuten in Bezug auf *P. viticola* auf einen monogenen bzw. oligogen bedingten Resistenzmechanismus hin. Die züchterische Nutzung dieser Resistenz als Ergänzung im Hinblick auf den Ausbau einer stabilen horizontalen Resistenz wird diskutiert.

Literatur

- ALLARD, R. W.; 1964: Principles of Plant Breeding. Wiley and Sons Inc., New York, London.
- ALLEVELDT, G.; 1985: Die Resistenzzüchtung von Reben. Rebe Wein **38**, 75—77.
- AVRAMOV, L.; JOVANOVIĆ, M.; RUZEVIĆ, M.; 1978: Etude du mode d'hérédité de quelques caractères qualitatifs et quantitatifs dans la descendance F₁ au croisement «Muscat de Hamburg» × «Dattier de Beyrouth». Génétique et Amélioration de la Vigne. II^e Symp. Intern. Amélior. Vigne, Bordeaux 14—18 juin 1977; 135—140. I.N.R.A., Paris.
- BARLASS, M.; MILLER, R. M.; DOUGLAS, T. J.; 1987: Development of methods for screening grapevines for resistance to infection by downy mildew. II. Resveratrol production. Amer. J. Enol. Viticult. **38**, 65—68.
- BAVARESCO, L.; EIBACH, R.; 1987: Investigations on the influence of N fertilizers on resistance to powdery mildew (*Oidium tuckeri*), downy mildew (*Plasmopara viticola*) and on phytoalexin synthesis in different grapevine varieties. Vitis **26**, 192—200.
- BECKER, N.; 1989: Pilzresistente Rebsorten im Versuchsanbau. Rebe Wein **42**, 242—248.
- — ; ZIMMERMANN, H.; 1980: Wine quality of newly bred grape varieties resistant to downy mildew. Proc. 3rd Intern. Symp. Grape Breeding, Davis, Ca., June 15—18, 1980; 308—323.
- BLACH, R.; BACHMANN, O.; 1980: Die Resveratrolsynthese bei Vitaceen. Induktion und cytologische Beobachtungen. Vitis **19**, 230—240.
- BOUQUET, A.; 1986: Introduction dans l'espèce «*Vitis vinifera*» L. d'un caractère de résistance à l'oidium («*Uncinula necator*» SCHW. BURR.) issu de l'espèce «*Muscadinia rotundifolia*» (MICHX.) SMALL. Atti 4^o Symp. Intern. Genetica Vite (Verona), 13—18 Apr. 1985. Vignevini **13**, Suppl., 141—146.
- CRUICKSANK, E.; 1980: Defenses triggered by the invader: Chemical defenses. In: HORSFALL, J. G.; COWLING, E. B. (Eds.): Plant Disease, an Advanced Treatise, Vol. **5**, 247—267. Academic Press, London, New York.

- DIEHL, H.-J.; 1988: Untersuchungen zur Erbllichkeit von Resistenzeigenschaften bei Reben gegen *Oidium tuckeri*, *Plasmopara viticola* und *Botrytis cinerea*. Diss., Univ. Hohenheim.
- DOSTER, M.; SCHNATHORST, W.; 1985: Effects of leaf maturity and cultivar resistance on development of the powdery mildew fungus on grapes. *Phytopathology* **75**, 318—321.
- EIBACH, R.; 1987: Pilzresistente Rebsorten. *Weinwirtsch., Anbau* **10**, 27—28.
- FANIZZA, G.; RADDI, P.; 1973: The heritability of fruit ripening date in *Vitis vinifera* L. *Vitis* **12**, 93—96.
- FIROOZABADY, E.; OLMO, H. P.; 1982: The heritability of resistance to root-knot nematode (*Meloidogyne incognita acrita* CHIT.) in *Vitis vinifera* × *V. rotundifolia* hybrid derivatives. *Vitis* **21**, 136—144.
- GOLODRIGA, P. Ia.; TROCHINE, L. P.; 1978: Héritabilité des caractères quantitatifs chez la vigne. Génétique et Amélioration de la Vigne, II^e Symp. Intern. Amélior. Vigne, Bordeaux, 14—18 juin 1977; 113—117. I.N.R.A., Paris.
- HILL, B. H. E.; 1979: Untersuchungen zur Resistenz von Reben gegenüber *Botrytis cinerea* PERS.: Entwicklung einer Methode zur Resistenzprüfung. Diss. Univ. Hohenheim
- HOOS, G.; 1988: Untersuchungen über den Metabolismus von Stilbenen an Zellkulturen von *Vitis*. Diss., Univ. Karlsruhe.
- HUSFELD, B.; 1933: Über die Züchtung plasmoparawiderstandsfähiger Reben. *Gartenbauwiss.* **7**, 15—92.
- — ; 1954: Über die Beeinflussung der Plasmopararesistenz interspezifischer *Vitis*-Kreuzungen durch das *vinifera*-Genom. *Caryologia* **6**, Suppl., 1124—1128.
- KLEMPKA, K. C.; MEREDITH, C. P.; SALL, M. A.; 1984: Dual culture of grape powdery mildew (*Uncinula necator* BURR.) on its host (*Vitis vinifera* L.). *Amer. J. Enol. Viticult.* **35**, 170—174.
- LEFORT, P.-L.; BRONNER, A.; 1981: Modalités contraintes et efficacité de la sélection sur descendance de plain-frères chez la vigne (*Vitis vinifera* L.). *Agronomie* **1**, 667—678.
- LE ROY, H. L.; 1960: Statistische Methoden der Populationsgenetik. Birkhäuser-Verlag, Basel, Stuttgart.
- LIND, V.; WENZEL, G.; 1984: Test auf Mehlauresistenz für die Roggenzüchtung. *Nachrichtenbl. Dt. Pfl.schutzd.* **36**, 17—20.
- LORENZ, D. H.; 1988: Es gibt sie noch: Die Plasmopara. Vortrag, Pfälzer Weinbautage, Neustadt/Weinstr., 14.—15. Jan. 1988.
- O.I.V.; 1983: Codes des caractères descriptifs des variétés et espèces de *Vitis*. Office International de la Vigne et du Vin, Paris.
- POOL, R.; CREASY, L.; FRACKLETON, A.; 1980: Resveratrol and the viniferins, their application to screening for disease resistance in grape breeding programs. *Proc. 3rd Intern. Symp. Grape Breeding*, Davis Ca., June 15—18, 1980; 251—262.
- SCHERZ, W.; 1938: Zur Immunitätszüchtung gegen *Plasmopara viticola*. *Züchter* **10**, 299—312.
- SCHNEIDER, W.; STAUDT, G.; 1979: Zur Schätzung der Heritabilität im weiteren Sinn einiger Merkmale von *Vitis vinifera*. *Vitis* **18**, 238—243.
- STAUDT, G.; BAUER, O.; KOEPCHEM, W.; 1984: Resistenzzüchtung bei Reben. *Dt. Weinbau* **39**, 1539—1543.
- STEIN, U.; 1984: Untersuchungen über biochemische und morphologische Merkmale der Botrytisresistenz bei Vitaceen. Diss., Univ. Karlsruhe.
- — ; BACHMANN, O.; 1982: Nachweis phytotoxisch wirkender Stoffwechselprodukte mit pflanzlichen Zellsuspensionen. *Angew. Bot.* **56**, 99—107.
- — ; HOOS, R.; 1984: Induktions- und Nachweismethoden für Stilbene bei Vitaceen. *Vitis* **23**, 179—194.
- TODOROV, I.; ZANKOV, Z.; 1983: Heredity of certain quantitative characters of the grapevine cv. Bolgar in case of intraspecific hybridisation. [Bulg.] *Gradinar. Lozar. Nauka* **20**, 76—84.
- WEBER, E.; 1978: Mathematische Grundlagen der Genetik. 2. Aufl. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.

Eingegangen am 21. 9. 1989

Dr. R. EIBACH
BFA für Rebenzüchtung
Geilweilerhof
D 6741 Siebeldingen