

- nia graminis* var. *tritici* race 21). 1. Facteurs de résistance portés par les variétés de blé tendre. Ann. Inst. nat. Rech. agronom., Sér. B, 10, 61–84 (1960). — 46. PROBST, A. H., and K. L. ATHOW: Additional studies on the inheritance of resistance to frog-eyed spot of soy beans. Phytopathology 48, 414–416 (1958). — 47. RASMUSSEN, D. C., and C. W. SCHALLER: The inheritance of resistance in barley to yellow dwarf virus. Agronomy J. 51, 661–664 (1959). — 48. ROSS, H.: Die Praxis der Züchtung auf Infektionsresistenz und extreme Resistenz (Immunität) gegen das Y Virus der Kartoffel. Europ. Potato J. 3, 296–306 (1960). — 49. RUBIN, B. A., und E. W. ARZICHOWSKAJA: Biochemische Charakteristik der Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gegen Mikroorganismen. Berlin: Akademie-Verlag 1953. — 50. RUDOLF, W.: Ein Beitrag zur Genetik der Resistenz gegen das Bohnen-Mosaik-Virus 1. Phytopath. Z. 31, 371–380 (1958). — 51. SADANAGA, K., H. C. MURPHY, and R. GRINDELAND: Inheritance of stem rust resistance of C. I. 7232, a derived tetraploid oat. Phytopathology 50, 779–781 (1960). — 52. SANDERSON, K. E.: Inheritance of reaction to several races of crown rust, *Puccinia coronata avenae* ERIKSS., in two crosses involving Ukraine oats. Canad. J. Plant. Sci. 40, 345–352 (1960). — 53. SCHAIBLE, L., O. S. CANNON, and V. WADDOUPS: Inheritance of resistance to *Verticillium* wilt in a tomato cross. Phytopathology 41, 986–990 (1951). — 54. SCHALLER, C. W., C. S. HOLTON and E. L. KENDRICK: Inheritance of the second factor for resistance to bunt, *Tilletia caries* and *T. foetida*, in the wheat variety Martin. Agronom. J. 52, 280–282 (1960). — 55. SCHROEDER, W. T., and D. W. BARTON: The nature and inheritance of resistance to the pea enation mosaic virus in garden pea. Phytopathology 48, 628–632 (1958). — 56. SEMPIO, C.: Metabolic resistance to plant diseases. Phytopathology 40, 799–822 (1950). — 57. SIMMONDS, N. W., and E. HARRISON: The genetics of reaction to pepper vein-banding virus. Genetics 44, 1281–1289 (1959). — 58. SIMONS, M. D., K. SADANAGA, and H. C. MURPHY: Inheritance of resistance of strains of diploid and tetraploid species of oats to races of the crown rust fungus. Phytopathology 49, 257–259 (1959). — 59. SING, M. P., and M. S. SWAMINATHAN: Monosomic analysis in bread wheat. III. Identification of chromosomes carrying genes for resistance to two races of yellow rust in Cometa Klein. Indian J. Genetics and Plant Breeding 19, 171–175 (1959). — 60. SMITH, A. L., and J. B. DICK: Inheritance of resistance to *Fusarium* wilt in Upland and Sea Island cottons as complicated by nematodes under field conditions. Phytopathology 50, 44–48 (1960). — 61. SUNESON, C. A.: Breeding for resistance to yellow dwarf virus in barley. Agron. J. 47, 283 (1955). — 62. TERNOVSKIY, M. F.: Stand der Arbeiten bezüglich der Immunität des Tabaks und Machorka gegenüber Krankheiten und Schädlingen (russisch). Tabak 21, 49 (1960). Ref. in Ber. Tabakforsch. Dresden 8, 296–297 (1961). — 63. WALTER, J. M.: Hereditary resistance to tobacco mosaic virus in tomato. Phytopathology 46, 513–516 (1956). — 64. WAN, H.: Inheritance of resistance to powdery mildew in *Nicotiana tabacum* L. Tobacco Science VI, 178–181 (1962). — 65. WASUWAT, S. L., and J. C. WALKER: Inheritance of resistance in cucumber to cucumber mosaic virus. Phytopathology 51, 423–428 (1961). — 66. WELB, R. E., A. P. BRUCE, A. J. HENRY, and D. M. MCLEAN: A new source of resistance to spinach blight. Phytopathology 50, 54–56 (1960). — 67. YEN, D. E., and P. R. FRY: The inheritance of immunity to pea mosaic virus. Aust. J. agr. Res. 7, 272–280 (1956). —

Aus dem Institut für Züchtungsforschung an der Bayerischen Landesanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Würzburg

Vergleichende Untersuchungen der Flavonoide und Oxyzimtsäuren in den Blättern artreiner *Vitis*-Sorten und ihrer Bastarde

Von FLORA YAP und ALFRED REICHARDT

Mit 4 Abbildungen

I. Einleitung und Problem

Über den Gehalt der Rebenblätter an Flavonoiden ist noch wenig bekannt. Eine Untersuchung dieser Substanzen bei *Vitis* erscheint in zweifacher Hinsicht wertvoll:

1. Für genetische und taxonomische Studien.
2. Für die nähere Erkenntnis der Zusammenhänge zwischen Blattinhaltsstoffen und Resistenz gegen die gallicole Reblaus.

Es gibt Arten und Varietäten im Pflanzenreich, die sich — nach BATE-SMITH (1956) besonders in den Blättern — untereinander durch einen charakteristischen Gehalt an Flavonoiden, Zimtsäuren und anderen Substanzen auszeichnen. Diese Substanzen können somit einen taxonomischen Wert haben und unter Umständen für die Erkennung von Art und Varietät der Pflanze mit herangezogen werden. Das taxonspezifische Auftreten der Flavonoide kann durch quantitative, vor allem aber durch qualitative Unterschiede erfaßt werden. Das Vorhandensein einer ganz bestimmten Substanz kann zuweilen ausreichen, um eine Pflanzenart zu identifizieren. Im allgemeinen ist jedoch auf das gemeinsame Auftreten ganzer Stoffgruppen zu achten, da viele Flavonoide in ihrer Struktur und ihren Reaktionen sehr ähnlich sind (BÖHM 1959/1960, HÄNSEL 1962).

Werden Blattextrakte für genetische und taxonomische Studien benutzt, um die Abstammung oder die systematische Stellung einer bestimmten Pflanze zu bestimmen, so ist es nicht unbedingt erforderlich, die gefundenen taxonspezifischen Substanzen zu identifizieren. Bedient man sich dabei der Papierchromatographie, so geben die Lage (R_F -Wert) und die Größe der einzelnen Flecken auf dem Chromatogramm und ihre Farben im UV-Licht nach dem Besprühen mit bestimmten Reagenzien oft durchaus ausreichende Hinweise zur Bestimmung der Abstammung und der Klassifizierung nach der Art und zuweilen auch nach der Varietät. Diesen Weg gingen BUZZATTI-TRAVERSO (1953) bei *Solanum lycopersicum* und *Cucumis melo*, BÖHME und SCHÜTTE (1956) bei *Antirrhinum majus*, SCHWARZE (1959) bei *Phaseolus*, TEAS und Mitarbeiter (1959) bei *Mango*, ALSTON (1962) bei *Baptisia* und BÖRTITZ (1962) bei *Populus*. Über den Flavonoid-Gehalt der Rebenblätter berichteten WILLIAMS und WENDER (1952) sowie HENKE (1958, 1959, 1961). REUTHER (1961) fand in den Beerenhäuten bei *Vitis* taxonspezifische Anthocyane. HENKE (1959) konnte die Vererbung des Flavonoidgehaltes in mehreren aufeinanderfolgenden Kreuzungsgenerationen quantitativ untersuchen und gab Hinweise zum Flavonoid- und Oxyzimtsäuren-Gehalt bei Arten und Sorten der Gattung

Vitis. In den Trauben und im Wein wurden diese phenolischen Inhaltsstoffe schon häufiger analysiert (BAYER, BORN und REUTHER 1957, HENNIG und BURKHARDT 1960, NORITAKA SHEJO und Mitarbeiter 1963 und HERRMANN 1963).

Der zweite Gesichtspunkt, der eine Untersuchung der Flavonoide und Oxyzimtsäuren in den Rebenblättern interessant erscheinen läßt, ist der der Reblausresistenz. Nach PRINC (1940) — zit. n. BLAGOWESTSCHENSKI (1955) — benötigt die Reblaus zu ihrer Ernährung Zerfallsprodukte von höheren Eiweißen. Diese entstehen beim Anstich des Blattgewebes durch ein von der Reblaus produziert, proteolytisch wirkendes Enzym. Bei Reben, die gegen die gallicole Reblaus unanfällig sind, wandern die Läuse nach dem Anstich ab, und es kommt nicht zur Gallenbildung. Diese Unanfälligkeit kann anatomisch und morphologisch durch besondere Resistenzmerkmale erklärt werden (BREIDER 1939, STELLWAAG-KITTLER 1955). Eine nach den Untersuchungen von PRINC (1940) sehr naheliegende physiologische Erklärung wäre eine Inaktivierung des proteolytisch wirkenden Enzyms, so daß die nach ANDERS (1961) für die Ernährung der Reblaus und für die Gallenbildung notwendigen freien Aminosäuren fehlen.

Nach den Überlegungen von PRINC wird bei resistenten Reben das von der Laus gelieferte proteolytische Enzym durch Chinone inaktiviert. Die Chinone reagieren mit den SH-Gruppen des proteolytischen Enzyms, wobei sie auf zwei Arten wirken können. Sie oxydieren unter Mitwirkung von Peroxydase die SH-Gruppen, wobei sie das proteolytische Enzym in die inaktive disulfidische Form überführen, oder sie verbinden sich unmittelbar mit dem proteolytischen Enzym (SNELL und WEISSBERGER 1939). PRINC vermutet, daß die Chinone im Rebenblatt unter Mitwirkung eines oxydierenden Enzymsystems aus Flavonoiden gebildet werden. Auch HOPP (1955) erklärt die Verfärbungen, die sich bei resistenten Reben nach dem Anstich durch die Reblaus ringförmig um die Stichwunde bilden, durch Oxydation der im Rebenblatt vorhandenen Flavonoide. HENKE (1958, 1959) untersuchte den Flavonoidgehalt und die Aktivität von Polyphenoloxydase, Peroxydase und Katalase bei reblausresistenten und reblausanfälligen *Vitis*-Sorten quantitativ. Er fand keine Beziehungen zwischen Flavonoidgehalt und Resistenz, jedoch wesentlich erhöhte Gehalte von Polyphenoloxydase und Peroxydase in den Blättern resistenter Reben. Über die Hemmwirkung der Chinone bei Proteinasen und anderen Enzymen berichtete FRIMMER (1961). JOHNSON und SCHAAL (1952) wiesen in schorffresistenten Kartoffelsorten höhere Gehalte an Chlorogensäure nach und erklärten den Wirkungsmechanismus dieser Substanzen über die Bildung von Chinonen. Eine fungizide Wirkung von Chlorogensäure und Kaffeesäure konnte VALLE (1957) ebenfalls bei Kartoffeln feststellen. BYRDE, FIELDING und WILLIAMS (1960) beobachteten bei moniliarensistenten Apfelsorten die Inaktivierung des bei *Monilia* auftretenden pecto-lytischen Enzyms durch oxydierte Flavane, wobei d-Catechin, l-Epicatechin und Leucocyanidin besonders lebhaft oxydiert werden. HERRMANN (1962) fand in vitro eine antimikrobielle Wirkung bestimmter Pflanzenphenole besonders von Hydroxyzimt-

säuren, die durch eine enzymatische Oxydation noch verstärkt wird. Die Annahme von PRINC, daß auch bei den Abwehrreaktionen der Rebe gegen die Reblaus Chinone eine Rolle spielen, wird durch diese späteren Befunde an anderen Objekten gestützt. Bei den hier vorliegenden Untersuchungen ging es also neben den genetisch-taxonomischen Studien darum, die bei der denkbaren Chinonbildung möglicherweise beteiligten Flavonoide und Oxyzimtsäuren qualitativ zu analysieren.

II. Material und Methode

Die für die Analyse benötigten Rebenblätter wurden in der Zeit von Juli bis Oktober bei ausgewachsenen Mutterstücken am 6., 7. und 8. Knoten der Triebe, von der Basis an gezählt, entnommen. Dabei ergaben sich im Juni geringere Flavonoidgehalte und im September und Oktober eine stark erhöhte Anzahl der im UV-Licht blau fluoreszierenden Substanzen. Für die Probenahme zur Flavonoidanalyse sind daher die Monate Juli und August am besten (vgl. auch HENKE 1959). Die Blätter wurden im Freiland geerntet. Außer dem eigenen Institut lieferten die Landes-Lehr- und Forschungsanstalt für Wein- und Gartenbau in Neustadt (Weinstr.), die Ecole Nationale d'Agriculture in Montpellier, die Bundes-Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau in Klosterneuburg und die Prüfstelle des Bundessortenamtes für Reben in Würzburg Material für diese Untersuchungen¹. Die Blätter wurden sofort nach dem Abnehmen am Stock in Folie gepackt und per Eilpost nach Würzburg gesandt, so daß ausschließlich frisches Material verarbeitet werden konnte.

Die Wahl der zu untersuchenden Sorten ergab sich aus der Problemstellung. Es wurden ausgewählt:

1. Artreine Typen oder untereinander nahe verwandte Kreuzungen.
2. Typen mit genau bekanntem Verhalten gegenüber der gallicolen Reblaus.

Für die genetischen und taxonomischen Studien wurde von der systematischen Einteilung der Gattung *Vitis* Tourn. nach VIALA und VERMOREL (1909) ausgegangen. Bei der Beurteilung der Reblausresistenz wurden die Befunde von BÖRNER und SCHILDER (1934) bzw. von BECKER (1961)² zu Grunde gelegt.

BÖRNER und SCHILDER untersuchten die Resistenz einer sehr großen Anzahl artreiner und bastardierter *Vitis*-Sorten gegen die gallicole Reblaus. Sie testeten die Resistenz jeder einzelnen Sorte gegen acht verschiedene Biotypen der Laus, die voneinander getrennt gehalten wurden. Die Darstellung der Resistenzgrade gegenüber der gallicolen Form der acht BÖRNERschen Biotypen erfolgte nach dem Beispiel HENKES (1958). BECKER arbeitete dagegen mit weit gestreuten Populationen von Rebläusen sehr

¹ Herrn Prof. Dr. BECKER, früher LLFA Neustadt, jetzt LFA Geisenheim, Herrn Ing. TRUDEL, Domäne Vassal der ENA Montpellier, und Herrn Landw. Ass. GEIGER, Bundessortenamt Würzburg, sei hier für ihre tatkräftige Unterstützung gedankt.

² Noch unveröffentlichte Protokolle von Beobachtungen im Prüfgarten Billigheim (Pfalz) der LLFA Neustadt (Weinstr.), die BECKER zur Verfügung stellte.

verschiedener Herkunft, mit welchen der Boden des Prüfgartens immer neu infiziert wurde.

Bei der Probenahme, Aufbereitung und Analyse der zu untersuchenden Rebenblätter wurde wie folgt vorgegangen:

Zur Extraktion wurden die frischen Blattproben (ohne Blattstiele) gewaschen, in kleine Streifen geschnitten und 5 g Material abgewogen. Diese Menge wurde mit 25 ml heißem Methanol (70%ig) übergossen und zur Abtötung etwa 15 Minuten gekocht, bis die grüne Farbe vollständig verschwunden war. Sodann kam das Material 2 Stunden bei 75 °C in das Wasserbad und wurde danach über Nacht bei +4 °C aufbewahrt. Hierdurch konnten sich die Trubstoffe und das Chlorophyll absetzen, so daß ein klares Filtrat zu gewinnen war.

40–80 µl der gewonnenen Extrakte wurden aufsteigend zweidimensional papierchromatographisch mit Butanol-Eisessig-Wasser (4:1:5) und Essigsäure (15%ig) als Lösungsmittel analysiert. Dabei wurde SCHLEICHER und SCHÜLL-Papier 2043b Mgl. verwendet. Zum Nachweis der Flavonoide und der anderen phenolischen Substanzen wurden die folgenden Sprühreagenzien erprobt: BENEDICTS Reagenz, AlCl_3 , FeCl_3 , NH_4OH , AgNO_3 und eine aromatische Borsäureverbindung. Das zuletzt genannte Reagenz, ein Diphenylborsäure-Aminoäthylester-Komplex von C. ROTH, Karlsruhe, bewährte sich am besten. Er wird in einer 0,1%igen methanolischen Lösung versprüht und hier als NEUS Reagenz bezeichnet. Die mit der genannten Borsäureverbindung besprühten Chromatogramme wiesen gut abgestufte Gelb- und Orange-Töne auf. Die Flecken waren weit besser zu unterscheiden, jedoch weniger beständig als diese bei der allgemein üblichen Verwendung von AlCl_3 (vgl. NEU (1956)). Nach dem Besprühen wurden die Chromatogramme 5 Minuten bei 70 °C getrocknet und danach im UV-Licht durchgesehen ($\lambda = 254 \text{ m}\mu$).

Für die Extinktionsmessungen wurden besonders interessierende Substanzen aus den in zahlreichen Wiederholungen hergestellten Chromatogrammen ausgeschnitten und in 96%igem Äthanol eluiert. Anschließend wurde die Extinktion mit dem Spektralfotometer ZEISS M 4 QII bei 220–400 mµ Wellenlänge gemessen.

Ein Teil der gefundenen Blatthaltsstoffe konnte mit Hilfe von Vergleichssubstanzen, durch Vergleich der R_F -Werte mit aus der Literatur entnommenen R_F -Werten und durch Extinktionsmessungen identifiziert werden (PROCHÁZKA 1958, HENKE 1959, HARBORNE 1960 und GEISSMAN 1962). Um bei einzelnen Flavonoiden zu entscheiden, ob sie als Aglykon oder als Glykosid zu betrachten sind, wurden die methanolischen Blattextrakte mit 2 N-HCL während 3 Stunden bei 75 °C hydrolysiert und die so veränderten Extrakte in der angegebenen Weise papierchromatographisch analysiert.

III. Ergebnisse

Auf den mit NEUS-Reagenz besprühten Chromatogrammen wurden bei der Durchsicht im UV-Licht über zwanzig verschiedene Substanzen gefunden. Davon leuchteten zwölf im UV-Licht gelb oder orange auf. Sie lagen je nach Art und Rebsorte in unterschiedlicher Konzentration vor oder einzelne fehlten ganz. Das Flavonol-Glykosid Isoquercitrin übertraf bei sämtlichen untersuchten Rebsorten in der gefundenen Menge alle anderen Flavonoide zusammen und wurde deshalb auf den Tabellen nicht weiter aufgeführt. Neben den gelb- und orange-farbigem Flavonoiden wurde eine größere Anzahl von im UV-Licht türkis oder blauviolett fluoreszierenden Substanzen gefunden. Darunter waren die Oxyzimtsäuren Kaffeesäure und Chlorogensäure mit Derivaten, sowie einige Substanzen, die als

Gerbsäurederivate anzusehen sind. Die mit S_d und S_e bezeichneten Substanzen konnten erst im September nachgewiesen werden. Auf den Tabellen 1–4 sind die Ergebnisse der papierchromatographischen Analyse methanolischer Blattextrakte von verschiedenen *Vitis*-Sorten zusammengestellt. Dabei wurden nur diejenigen Substanzen in einer eigenen Spalte verzeichnet, die bei den einzelnen Sorten ein unterschiedliches Verhalten zeigten. Die Auswahl der Rebsorten für die Analyse richtete sich nach ihrer praktischen Bedeutung für die Kreuzungszüchtung oder für die Rebenkultur.

Die Flavonoid- und Oxyzimtsäuregehalte in den Blättern artreiner *Vitis*-Sorten

Die qualitative Analyse der Flavonoid- und Oxyzimtsäuregehalte der methanolischen Blattextrakte ergab, wie auf Tabelle 1 zu sehen ist, bei artreinen Sorten innerhalb der Arten sehr große Ähnlichkeiten, sogar mitunter eine völlige Übereinstimmung. Daher ist der taxonomische Wert dieser Substanzen, um Sorten der gleichen Art oder gar um Klone der gleichen Sorte zu identifizieren, gering. Anders verhält es sich jedoch bei einem Vergleich verschiedener Arten untereinander. Denn bestimmte Substanzen unter den Blatthaltsstoffen verhalten sich art-spezifisch. Das Vorhandensein oder Fehlen, das nur spurenweise oder das gehäufte Auftreten dieser Sub-

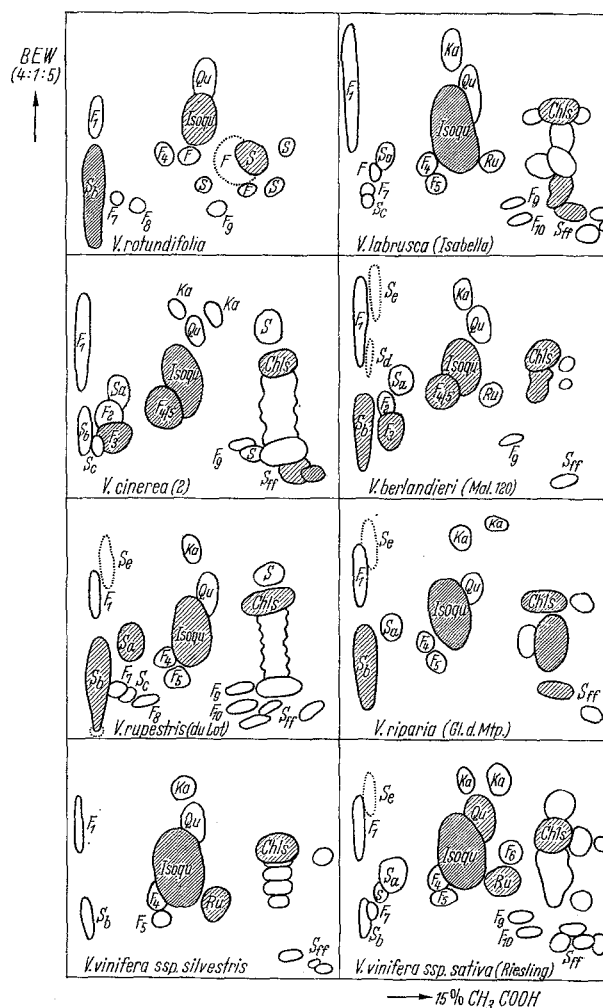


Abb. 1. Chromatogramme von artreinen *Vitis*-Sorten. Sie sind typisch für die Flavonoid- und Oxyzimtsäuren-Garnitur der jeweiligen Art. Erläuterung der Zeichen und Abkürzungen siehe Tabelle 1.

Tabelle 1. Flavonoide, Oxyzimtsäuren und weitere im UV-Licht fluoreszierende Substanzen in den Blättern artreiner Vitis-Sorten.

Art und Sorte	Herkunft	Qu	Ru	F ₁	F ₂	F ₃	F _{4/5}	F ₆	F ₇	F ₈	F _{9/10}	Chls	Sff	Sa	Sb	Se	Sd	Se
MUSCADINIA:																		
<i>V. rotundifolia</i>	Mo, Ne	+	—	—	—	—	+	—	+	+	+	—	+	—	+++	—	—	—
LABRUSCAE:																		
<i>V. labrusca</i>																		
Isabella	Mo	+	+	++	—	—	+	—	+	—	+	++	++	+	—	+	—	(+)
Early Victor	Mo	+	+	+	—	—	+	—	+	—	+	++	++	—	—	—	—	—
Carolina	Wü	+	+	+	—	—	+	—	+	—	+	++	++	—	—	—	—	—
CINERASCENTES																		
<i>V. cordifolia</i>																		
Couderc	Mo	++	—	—	—	—	++	—	—	+	—	+	+	+	+++	+	—	—
mâle	Mo	++	—	—	—	—	++	—	—	+	—	+	+	+	++	—	—	—
<i>V. berlandieri</i>																		
Resseguier 1	Mo, Ne	+	+	+	+	++	++	—	+	—	+	++	+	+	+	+	+	+
Malègue 120	Mo, Ne	+	+	+	+	++	++	—	—	—	+	++	+	+	++	+	+	+
Millardet	Mo	+	+	+	+	+	++	—	—	—	+	++	+	+	++	+	—	(+)
Salomon 3	Mo	+	—	+	+	+	+	—	—	—	+	+	+	—	+	—	—	—
<i>V. cinerea</i>																		
Darwin	Mo	+	—	+	++	++	+++	—	—	—	—	++	+	—	—	+	—	—
Couderc	Mo	+	—	—	++	++	+++	—	—	—	(+)	++	+	+	—	+	—	—
Nr. 1	Ne	+	—	(+)	++	++	+++	—	—	—	(+)	++	+	+	(+)	+	—	—
Nr. 2	Ne	+	—	+	++	++	+++	—	+	—	(+)	++	+	+	+	+	—	—
Nr. 3	Ne	+	—	—	+	++	++	—	—	—	—	++	+	—	+	+	(+)	—
Nr. 4	Ne	+	—	+	+	++	+++	—	—	—	—	++	++	—	—	+	—	—
Nr. 5	Ne	+	—	(+)	+	++	+++	—	—	—	(+)	++	++	—	(+)	—	(+)	—
Nr. 6	Ne	+	—	(+)	+	++	++	—	—	—	—	++	+	+	(+)	—	—	—
Nr. 8	Ne	+	—	+	+	++	+++	—	—	—	—	++	+	—	+	—	—	—
Nr. 9	Ne	+	—	—	+	++	++	—	—	—	—	++	+	—	+	—	—	—
Nr. 10	Ne	+	—	(+)	++	++	+++	—	—	—	(+)	++	++	+	+	+	—	—
Nr. 11	Ne	+	—	—	++	++	++	—	—	—	—	++	+	—	+	+	—	—
Nr. 12 (Arnold)	Ne	+	—	—	+	++	++	—	—	—	—	++	++	—	+	+	—	—
RUPESTRIS:																		
<i>V. rupestris</i>																		
du Lot	Wü, Ne	+	—	+	—	—	(+)	—	(+)	(+)	(+)	++	+	++	++	+	—	+
Fortworth 3	Mo	+	—	(+)	—	—	+	—	(+)	(+)	(+)	++	+	+++	++	++	—	+
de Serres	Mo	+	—	+	—	—	+	—	(+)	(+)	(+)	++	+	+	++	+	—	(+)
G 187	Ne	+	—	+	—	—	(+)	—	(+)	(+)	(+)	++	+	(+)	++	(+)	—	(+)
RIPARIAE:																		
<i>V. riparia</i>																		
Alberta	Ne	+	—	+	—	—	+	—	(+)	+	(+)	++	+	—	++	—	—	—
Urbana	Ne	+	—	(+)	—	—	+	—	(+)	+	—	++	++	+	+++	+	(+)	(+)
géant (Las Sorres)	Mo	+	—	+	—	—	+	—	(+)	—	—	++	+	—	++	+	(+)	—
Gloire de Mtp.	Mo, Ne	+	—	+	—	—	+	—	(+)	—	—	+++	++	+	++	+	+	+
à grandes feuilles glabres	Kl, Mo	+	+	+	—	—	+	—	(+)	+	+	+++	++	++	++	+	+	+
LABRUSCOIDEAE																		
<i>V. cognatae</i>	Mo	+	—	+	—	—	+	—	+	—	(+)	++	+	+	+	+	(+)	—
VINIFERA:																		
<i>V. vinifera</i>																		
ssp. <i>silvestris</i>	Wü	+	++	—	—	—	+	—	+	—	—	++	+	—	+	—	—	—
ssp. <i>sativa</i>																		
Riesling	Wü	++	++	+	—	—	+	—	+	—	+	++	+	+	+	—	+	+
Silvaner	Wü	++	++	+	—	—	+	—	+	—	+	++	+	—	+	—	—	+
Weißburgunder	Wü	++	++	+	—	—	+	—	+	—	+	++	++	+	+	—	—	+
Ruländer	Wü	++	++	+	—	—	+	(+)	(+)	—	+	+++	++	—	+	—	(+)	(+)
Aramon	Wü	++	++	+	—	—	+	+	+	—	+	++	++	+	(+)	+	—	—
Trollinger	Wü	+	++	+	—	—	+	(+)	+	—	+	+++	++	+	+	—	—	+
Gamay	Wü	+	++	+	—	—	(+)	+	+	—	+	+++	++	—	+	—	—	+

Die Zeichen und Abkürzungen auf den Tab. 1–4 und auf den Abb. 1, 2 und 4 werden wie folgt erklärt:

Wü = Würzburg, Ne = Neustadt (Weinstr.), Mo = Montpellier, Kl = Klosterneuburg

Isoqu = Isoquercitrin, Qu = Quercitrin, Ru = Rutin, Chls = Chlorogensäure, F₁, F₂ etc. = Flavonoide mit unbekannter Struktur, Sff = vermutlich Gerbsäure-derivate, Sa, Sb, Sc, Sd und Se = unbekannte Substanzen, im UV-Licht türkis oder bläulich fluoreszierend. Die Flavonoide F₄ und F₅ sowie F₉ und F₁₀ traten meist zusammen auf. Oft bildeten sie auf dem Chromatogramm nebeneinanderliegende Flecken oder überlappten sich. Sie werden daher als F_{4/5} und F_{9/10} dargestellt.

- (+) = die Substanz ist nur in Spuren wahrnehmbar
 + = die Substanz ist nur in geringer Menge, aber deutlich wahrnehmbar vorhanden
 ++ = die Substanz ist in etwas größerer Menge vorhanden
 +++ = die Substanz ist relativ stark vertreten
 ++++ = nur bei Isoquercitrin; besonders stark gehäuft

stanzen läßt bei unbekannten artreinen Sorten Schlüsse auf die systematische Stellung des zu testenden Objekts zu. Es kann sogar von einem für die jeweilige Art typischen Chromatogramm gesprochen werden. Von diesem artspezifischen Chromato-

gramm (siehe Abb. 1) weichen die Flavonoid- und Oxyzimtsäuren der einzelnen Sorten nur wenig ab.

Die Art *Vitis vinifera* ist gegenüber den anderen hier analysierten Arten durch folgende Merkmale deutlich zu unterscheiden: Noch mehr Isoquercitrin

als alle anderen Arten, Quercitrin gehäuft, Rutin immer vorhanden, meist sogar gehäuft und fast regelmäßige Anwesenheit des Flavonoides F_6 . Einen besonderen taxonomischen Wert für die Art *Vitis vinifera* haben Rutin und F_6 , die bei den anderen Arten meist ganz fehlen oder vereinzelt nur in Spuren gefunden wurden. Die Substanz S_b wurde dagegen bei *Vitis vinifera* ebenso wie die Substanz S_o bei später Probenahme nur in relativ geringen Mengen gefunden. Die Substanz S_o fehlt in der Regel bei *Vitis vinifera* ganz. Besonders zu beachten ist, daß bei den beiden Subspecies von *Vitis vinifera*, *silvestris* und *sativa*, die taxonomisch wichtigen Substanzen Rutin, $F_{4/5}$ und S_b sich ganz ähnlich verhalten und so die nahe Verwandtschaft dieser beiden Subspecies beweisen.

Typisch für die Art *Vitis rupestris* ist ein relativ geringer Flavonoidgehalt. Die Flavonoide $F_{4/5}$ treten bei *Vitis rupestris* sehr stark zurück. Die Flavonoide F_2 und F_3 fehlen ganz. Dafür sind in Spuren die Flavonoide F_7 , F_8 und $F_{9/10}$ regelmäßig vorhanden. Sehr auffallend und charakteristisch für *Vitis rupestris* sind die im UV-Licht türkis und blauviolett fluoreszierenden Substanzen. Die Substanz S_b ist gehäuft und tritt meist zusammen mit einer allein bei den *Rupestris*-Sorten unterhalb von S_b gefundenen Substanz auf. Ein Teil der *Rupestris*-Sorten hat einen deutlich erhöhten Gehalt an S_a und alle zeigen sie bei später Probenahme S_o .

Die *Riparia*-Sorten sind auf den Chromatogrammen schon schwieriger zu erkennen. Ähnlich wie bei *Vitis rupestris* fehlen hier die Flavonoide F_2 und F_3 ganz. Die Flavonoide $F_{4/5}$ sind nur in geringer Menge vorhanden. Auch das Flavonoid F_7 tritt nur in Spuren auf und hat keinen taxonomischen Wert. Übereinstimmend mit *Vitis rupestris* wurde die Substanz S_b in relativ erhöhten Mengen gefunden und die Substanzen S_d und S_o ließen sich bei später Probenahme nachweisen. Die *Riparia*-Sorten sind jedoch hinsichtlich des Flavonoid- und Oxyzimtsäuregehaltes gegenüber den ziemlich ähnlichen *Rupestris*-Sorten durch etwas höhere Gehalte an den Gerbsäurederivaten S_{ff} , allgemein geringe Gehalte an der Substanz S_a und Spuren der Substanz S_d ausgezeichnet.

Die Chromatogramme der Arten *Vitis berlandieri*, *Vitis cinerea* und zum Teil auch von *Vitis cordifolia* — also die der Artengruppe der *Cinerascentes* — sind ganz charakteristisch. Die *Cinerascentes* sind durch ihren artentypischen Flavonoidgehalt leicht zu erkennen. So fallen bei allen drei Arten der Gruppe der *Cinerascentes* die relativ hohen Gehalte an den Flavonoiden $F_{4/5}$ auf. Daneben sind die Arten *Vitis berlandieri* und *Vitis cinerea* noch sehr charakteristisch durch hohe Gehalte an den Flavonoiden F_2 und F_3 ausgezeichnet, wogegen diese beiden Substanzen in den nicht zu den *Cinerascentes* zählenden Arten nahezu vollständig fehlen. Die Gehalte an Chlorogensäure und Gerbsäurederivaten verhalten sich bei den *Cinerascentes* ziemlich unspezifisch. Ebenso die Substanzen S_a und S_o , wobei höchstens bei den *Cinerea*-Arten besonders niedrige S_a -Gehalte zu bemerken wären. Die Substanz S_b jedoch ist bei den *Berlandieri*- und besonders bei den *Cordifolia*-Sorten gegenüber den *Cinerea*-Sorten deutlich erhöht. Bei bestimmten *Berlandieri*-Sorten wurden die Sub-

stanzen S_d und S_o im Vergleich zu allen anderen Arten regelmäßiger und in leicht erhöhter Menge gefunden. Bei *Vitis cordifolia* trat noch eine weitere im UV-Licht violett aufleuchtende Substanz mit niedrigem R_F -Wert (BEW) auf.

Die Sorten der Art *Vitis labrusca* erinnern in der Zusammensetzung ihrer Flavonoide etwas an *Vitis vinifera*. Hier wurde Rutin nachgewiesen und auch die Substanzen S_a und S_o fehlen mit einer Ausnahme. Zum Unterschied von *Vitis vinifera* fehlt bei *Vitis labrusca* die Substanz S_b und Spuren eines weiteren Flavonoids oberhalb von F_7 wurden nachgewiesen.

Die der Untergattung *Muscadinia* zugehörige Art *Vitis rotundifolia* weicht phänotypisch sehr deutlich von den bereits genannten Arten der Untergattung *Euvitis* ab. Diese Sonderstellung der Art *Vitis rotundifolia* ergibt sich auch bei einer Betrachtung der Flavonoidgehalte. Im Vergleich zu den *Euvitis*-Arten hat *Vitis rotundifolia* nur einen geringen Flavonoidgehalt. Die Oxyzimtsäurederivate fehlen. Dafür treten artspezifische Flavonoide und besonders charakteristische, im UV-Licht blau und violett fluoreszierende Substanzen auf, die bei den *Euvitis*-Arten nicht vertreten sind. Der Gehalt an der Substanz S_b ist stark erhöht.

Die Flavonoid- und Oxyzimtsäuregehalte in den Blättern von interspezifischen *Vitis*-Kreuzungen

Auf den Tabellen 2 und 3 sind die Ergebnisse der papierchromatographischen Analyse von verschiedenen Kreuzungen zwischen artreinen *Vitis*-Sorten zusammengestellt. Bei diesen Untersuchungen ging es darum, die Vererbung der Flavonoide und der anderen taxonomisch wertvollen Substanzen aufzuzeigen. Ein besonderes Interesse wird hierbei den Kombinationen von *Vitis vinifera* mit anderen *Vitis*-Arten eingeräumt (siehe Tabelle 2).

Bei Kreuzungen von *Vitis vinifera* mit anderen *Vitis*-Arten ergab sich, daß der für die Art *Vitis vinifera* charakteristische Rutin-Gehalt in der ersten (F_1) wie auch in der zweiten Filialgeneration (F_2) und der Rückkreuzung ($F_2 R$) zu finden ist (siehe Abb. 2). Das gleiche gilt auch für den bei *Vitis vinifera* verhältnismäßig hohen Quercitrin-Gehalt. Bei den die Rutin-Bildung regulierenden Faktoren liegt wohl ein dominanter Erbgang vor. Das Flavonoid F_1 ist in geringer Menge allgemein verbreitet und hat so taxonomisch keine Bedeutung. Wichtiger sind die Flavonoide F_2 und F_3 . Diese sind in den Blättern der artreichen Sorten von *Vitis vinifera*, *Vitis riparia*, *Vitis rupestris* und *Vitis labrusca* nicht zu finden. Wie nicht anders zu erwarten ist, fehlen sie auch in den Kreuzungsnachkommenschaften dieser Arten. Jedoch konnten F_2 und F_3 in Kombinationen von *Vitis vinifera* mit *Vitis cinerea* nachgewiesen werden. Ähnliches gilt für die Flavonoide $F_{4/5}$ (siehe Abb. 2). Diese treten zwar in allen Kreuzungskombinationen auf, sind aber fast nur in den Sorten der *Vitis cinerea*- und *Vitis berlandieri*-Kombinationen gehäuft. Das besonders für *Vitis vinifera* charakteristische Flavonoid F_6 tritt auch in den Kombinationen von *Vitis vinifera* mit anderen *Vitis*-Arten auf. Es wurde bei acht von insgesamt 12 Kombinationen mit 50%igem

Tabelle 2. Flavonoide, Oxyginsäuren und weitere im UV-Licht fluoreszierende Substanzen in den Blättern von Kreuzungen der Art *Vitis vinifera* sp. *Sativa* mit anderen *Vitis*-Arten.

Rebsorte	Abstammung	Herkunft	Qu	Ru	F ₁	F ₂	F ₃	F _{4/5}	F ₆	F ₇	F ₈	F _{9/10}	Chls	Sfr	Sa	Sb	Sd	Se
In Kombinationen von <i>Vitis vinifera</i> mit <i>Vitis riparia</i>																		
R IV 23-1	Riesl. × (Silv. × Rip. Gl. de M.)	Wü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
R IV 73-7	Silv. × (Müller-Th. × Rip. Gl. de M.)	Wü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
26 G	Trollinger × Riparia	Ne	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
97 G	Trollinger × Riparia	Ne	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
111 G	Trollinger × Riparia	Ne	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
202 G	Trollinger × Riparia	Ne	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
N III 31-19	Silvaner × Rip. Gl. de M.	Wü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
N III 35-7	Silvaner × Rip. Gl. de M.	Ne	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Oberlin 595	Riparia × Gamay	Wü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Oberlin 702	Riparia × Gamay	Wü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
143 A	Aramon × Riparia	Wü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
R IV 62-11	(Silv. × Rip. Gl. de M.) × (Silv. × Rip. 1 G)	Wü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
R IV 76-4	(Silv. × Rip. 1 G) × (Rip. × Gamay Ob 595)	Wü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
N I 49-18	(Rip. × Gamay Ob 595) × Rip. Gl. de M.	Wü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
N I 51-18	(Rip. × Gamay Ob 595) × Rip. Gl. de M.	Wü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
In Kombinationen von <i>Vitis vinifera</i> mit <i>Vitis rupestris</i>																		
Couderc 503	Rup. Fortworth 3 × Petit Bouschet	Mo	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Couderc 1202	Mourvèdre × Rup. Ganzin	Mo	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ganzin 1	Aramon × Rup. Ganzin	Wü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
In Kombinationen von <i>Vitis vinifera</i> mit <i>Vitis riparia</i> und <i>Vitis rupestris</i>																		
Castel 196-17	(Mourv. × Rup. Gz 1203 C) × Rip. 1 G	Ne	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
R I 5-16	(Mourv. × Rup. Gz 1202 C) × Rip. 1 G	Ne	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
R I 5-17	(Mourv. × Rup. Gz 1202 C) × Rip. 1 G	Ne	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Na 702-58	(Mourv. × Rup. Gz 1202 C) × Rip. pub. Kl.	Ne	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Na 703-62	(Mourv. × Rup. Gz 1202 C) × Rip. pub. Kl.	Ne	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
N III 52-24	Silv. × (Rup. × Rip. C 3309)	Wü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
N IVb 69-26	(Rip. × Rup. M. G. 101-14) × Trollinger	Mo	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
N I 86-23	(Aramon × Rip. 143 B) × (Rip. × Rup. G 13)	Wü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
RC V 9-35	(Rip. × Rup. M. G. 101-14) × (Rip. × Gamay Ob 595)	Wü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
In Kombinationen von <i>Vitis vinifera</i> mit anderen <i>Vitis</i> -Arten																		
N II 76-24	Silv. × (Solonis × Riparia 1610E)	Wü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Na 5016-51	Riesling × Cinerea Arnold	Ne	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Na 5021-2	Trollinger × Cinerea Arnold	Ne	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Die Zeichen und Abkürzungen werden auf Tab. 1 erläutert

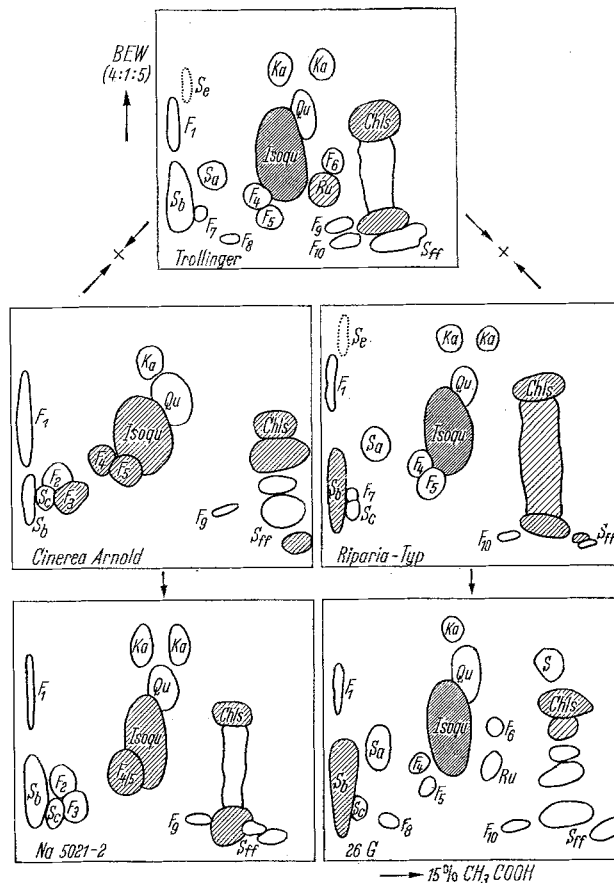


Abb. 2. Vererbung von taxonspezifischen phenolischen Substanzen. — Links: Troll. × Cin. Arnold — Na 5021-2. — Rechts: Troll. × Riparia — 26 G. Erläuterungen der Zeichen und Abkürzungen siehe Tabelle 1.

Anteil von *Vinifera*-Erbgut nachgewiesen. Ist die Art *Vitis rupestris* an einer Kombination mit *Vitis vinifera* beteiligt, so fehlt das Flavonoid F_6 in den Blättern. Es fehlt auch meist bei den Sorten, die der zweiten Filialgeneration zuzurechnen sind und selbst bei der Rückkreuzung mit *Vitis vinifera*. Möglicherweise sind an der Bildung von F_6 rezessive Faktoren beteiligt. Während das Flavonoid F_7 nur einen geringen taxonomischen Wert hat, ist das Flavonoid F_8 schon eher als taxonspezifische Substanz für *Vitis rupestris* wichtig. Sein häufiges, jedoch nicht regelmäßiges Auftreten in den Kreuzungsnachkommenschaften mit *Rupestris*-Erbgut deutet auf eine Aufspaltung der Gene hin, die die Bildung des Flavonoids F_8 steuern.

Die Kaffeesäure hat nach den hier vorliegenden Ergebnissen nur einen geringen taxonomischen Wert. Die Chlorogensäure ist bei fast allen Sorten stärker vertreten. Sie verhält sich jedoch nicht sortenspezifisch. Interessanter sind die im UV-Licht ebenfalls blau fluoreszierenden Substanzen S_{ff} , S_a , S_b , S_c und S_g . Die bei *Vitis cinerea* und vor allem bei *Vitis riparia* in etwas größerer Zahl und Menge vorhandenen Substanzen der Gruppe S_{ff} setzen sich auch bei Kombinationen mit anderen *Vitis*-Arten in der Kreuzungsnachkommenschaft durch. Da die Sorten der Art *Vitis riparia* ein wenig charakteristisches Chromatogramm ergeben, ist der Nachweis von *Riparia*-Erbgut, etwa in *Vinifera*-*Riparia*-Kombinationen, schwierig. Er muß sich allein auf die Substanzen S_{ff} , S_b und S_c stützen, die bei *Vitis vinifera* in geringer Konzentration vorliegen oder ganz fehlen.

Tabelle 3. Flavonoide, Oxyzimtsäuren und weitere im UV-Licht fluoreszierende Substanzen in den Blättern von interspezifischen *Vitis*-Kreuzungen ohne *Vinifera*-Erbgut.

Rebsorte	Abstammung	Herkunft	Qu	Ru	F ₁	F ₂	F ₃	F _{4/5}	F ₆	F ₇	F ₈	F _{9/10}	Chls	S _{ff}	S _a	S _b	S _c	S _d	S _e
C. 3309	Riparia × Rupestris	Ne	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
M. G. 101-14	Riparia × Rupestris	Wü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kober 5BB	Berlandieri × Riparia	Wü, Ne	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kober 125 AA	Berlandieri × Riparia	Wü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tel. 4, Sel. Op.	Berlandieri × Riparia	Wü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Na 43-89	Rip. Gl. de M. × (Berl. Las Sorres × Rip. Gl. de M.)	Wü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Na 257-78	(Berl. Ress. 1 × Rip. Gl. de M.) × Rip. Gl. de M.	Wü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Richter 110	Berl. Ress. 2 × Rupestris Martin	Mo	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Na 406-104	(Berl. × Rip. 125 AA) × Rup. met. G. 9	Wü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Na 5004-516	(Berl. × Rip. 125 AA) × Cinerea Arnold	Ne	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Na 5028-618	(Berl. × Rip. 125 AA) × Cinerea Arnold	Ne	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Na 5028-670	(Berl. × Rip. 125 AA) × Cinerea Arnold	Ne	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Na 5028-740	(Berl. × Rip. 125 AA) × Cinerea Arnold	Ne	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Na 5028-789	(Berl. × Rip. 125 AA) × Cinerea Arnold	Ne	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Na 5027-199	(Berl. × Rip. 5 BB) × Cinerea Arnold	Ne	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Die Zeichen und Abkürzungen werden auf Tab. 1 erläutert.

Wie es bei *Rupestris*-Erbgut leicht erklärt werden kann, sind bei Kreuzungsnachkommenschaften von Sorten dieser Art neben dem Flavonoid F_8 meist auch die Substanzen S_a , S_b und bei später Probenahme auch S_c vorhanden. Die Substanz S_b ist dann meist relativ stärker angereichert. So kann eine Beteiligung der Art *Vitis rupestris* an einer Kreuzung von zweifelhafter Herkunft zumindest in der 1. Filialgeneration nachgewiesen werden. Sofern die Gene, die die Bildung der wichtigsten taxonspezifischen Substanzen steuern, nicht herausmendeln, ist dieser Nachweis auch in der 2. Filialgeneration möglich.

Die Auswertung der auf den Tabellen 2 und 3 dargestellten Analysenergebnisse zeigt, daß die Gene, die das Auftreten der taxonomisch wertvollen Substanzen bei den einzelnen *Vitis*-Arten regulieren, in den Art-Bastarden weiter wirksam bleiben, unterdrückt oder durch die Aufspaltung ganz eliminiert werden. Über die Einzelheiten des Erbganges der hier erwähnten taxonspezifischen Faktoren und ihre Aufspaltungsverhältnisse bei interspezifischen Kreuzungen können keine Aussagen gemacht werden, da hier Individuen einer sehr unterschiedlichen Genkombination und keine umfangreiche Kreuzungsnachkommenschaften untersucht wurden. Auf Grund der hier vorliegenden Untersuchungen ist nur festzustellen, daß die papierchromatographische Analyse der taxonspezifischen Flavonoide und Oxyzimtsäuren bei Reben unbekannter Abstammung Hinweise auf die Art und Identität der Elternsorten geben kann. Dieser Abstammungsnachweis ist jedoch wegen der Aufspaltung der die Bildung der taxonspezifischen Substanzen regulierenden Gene nicht immer möglich.

Sortentypische Blattinhaltsstoffe und Resistenz gegen die gallicole Reblaus

Ein großer Teil der auf den Tab. 1, 2 und 3 dargestellten Analysenergebnisse wurde auf Tab. 4 noch einmal wiedergegeben. Dabei wurden die untersuchten Rebsorten in drei Gruppen zusammengefaßt:

1. Rebsorten, die gegen alle oder fast alle der acht von BÖRNER (1934) untersuchten Biotypen der Reblaus eine ausreichende Resistenz aufwiesen oder die nach BECKER (1961) nach dem Anstich durch die Laus keine Blattgallen, sondern nur Nekrosen bildeten.

2. Rebsorten, die sich gegenüber den meisten BÖRNERschen Biotypen der Reblaus als schwach anfällig erwiesen, und solche, die nach BECKER nach dem Anstich durch die Laus besonders große nekrotische Zonen oder auch unvollkommene Gallen bildeten.

3. Rebsorten, die sich gegenüber fast allen BÖRNERschen Biotypen als anfällig erwiesen oder die nach BECKER zu starken Blattvergallungen neigten.

Die Blattgehalte an den einzelnen auf den Tabellen verzeichneten Flavonoiden, Oxyzimtsäuren und anderen im UV-Licht fluoreszierenden Substanzen sind nunmehr bei den drei Gruppen unterschiedlicher Reblausresistenz auf Tab. 4 untereinander zu vergleichen. Dabei ist zu sehen, daß sich die Mehrzahl der untersuchten Substanzen in den drei Gruppen nicht charakteristisch unterscheidet. Es besteht jedoch der Eindruck, daß bei Anwesenheit der Flavonoide F_2 ,

F_3 und $F_{4/5}$ und der Substanzen S_a und S_c in den Rebenblättern die Resistenz gegen die gallicole Reblaus in günstigem Sinne beeinflusst wird. Für die Substanz S_c gilt diese Beobachtung jedoch nur, wenn sie nicht nur in Spuren, sondern in deutlich wahrnehmbaren Mengen zu finden ist. Die Flavonoide F_2 und F_3 , die als taxonspezifische Substanzen für die Arten *Vitis berlandieri* und *Vitis cinerea* anzusehen sind, wurden bei den vorwiegend resistenten Rebsorten häufiger gefunden als bei den anfälligen Rebsorten. Ähnliches gilt für die Flavonoide $F_{4/5}$. Während diese zwar in allen hier papierchromatographisch untersuchten Rebsorten nachgewiesen wurden, fanden sie sich fast regelmäßig bei den vorwiegend resistenten und den nur schwach anfälligen Rebsorten in größerer Menge als bei den anfälligen Rebsorten. In Rebsorten ohne *Berlandieri*- und ohne *Cinerea*-Erbgut fehlen in der Regel auch die Flavonoide F_2 und F_3 . Die Flavonoide $F_{4/5}$ liegen dann meist nur in schwächerer Konzentration vor. Handelt es sich um vorwiegend resistente Rebsorten ohne *Cinerea*- oder ohne *Berlandieri*-Erbgut, so fehlen die Flavonoide F_2 und F_3 vollständig und auch der $F_{4/5}$ -Gehalt ist meist herabgesetzt. Dafür ist bei solchen Sorten der Gehalt an den Substanzen S_a und S_c im Vergleich zu den anfälligen Sorten erhöht.

Untersuchungen zur Chemie der gefundenen Flavonoide

Mit Hilfe von R_F -Wert-Vergleichen mit den Angaben anderer einleitend zitierter Autoren, durch gleichzeitige Chromatographie von Vergleichssubstanzen und Messung der Extinktion konnten folgende Substanzen eindeutig identifiziert werden: Quercetin, Isoquercitrin, Quercitrin, Rutin, Kaffeesäure und Chlorigensäure. Der dem Quercetin entsprechende Fleck wurde bei der Auswertung der Chromatogramme auf den Tabellen und Zeichnungen mit F_1 bezeichnet, da er zum Teil von Myricetin überlagert sein dürfte.

Nachdem nun offensichtlich die Blätter von gegen die gallicole Reblaus resistenten Reben durch relativ erhöhte Gehalte an bestimmten Inhaltsstoffen ausgezeichnet waren, erschien es notwendig, die Chemie der nachfolgend genannten Substanzen näher zu untersuchen: F_2 , F_3 , $F_{4/5}$, S_a und S_c . Die beiden letztgenannten Substanzen konnten im Rahmen dieser Untersuchungen nicht weiter bearbeitet werden. Die artreinen Rebsorten Silvaner, Cinerea 2 und Berlandieri Malégué 120 wurden für diese Untersuchungen ausgewählt. Bei diesen Sorten treten die genannten Flavonoide gehäuft auf und konnten durch Ausschneiden der Flecke auf den Chromatogrammen und anschließendes Eluieren in 96%igem Äthanol leicht isoliert werden.

Bei der Durchsicht der mit NEUS Reagenz besprühten Chromatogramme im UV-Licht wurde auf die Farbreaktion der näher zu untersuchenden Flavonoide geachtet. Wie aus Tab. 5 zu ersehen ist, leuchteten die Flavonoide F_3 und $F_{4/5}$ bei den Sorten Cinerea 2 und Berlandieri Mal. 120 im gleichen hellgelben Farbton auf. Das Flavonoid F_2 erscheint bei beiden Sorten hellorange und weicht so etwas ab. Das Flavonoid $F_{4/5}$ bei Silvaner zeigt sich mit NEUS Reagenz orangefarben und nicht gelb wie $F_{4/5}$ bei den *Cinerascentes*. Dagegen schimmert hier das für die *Vinifera*-Sorten charakteristische Flavonoid F_6 fast ebenso

Tabelle 4. Gehalt an Flavonoiden, Oxyzimtsäuren und anderen im UV-Licht fluoreszierenden Substanzen in den Blättern von Reben mit unterschiedlicher Resistenz gegen die gallicole Reblaus.

Rebsorte (Abstammung s. Tab. 1—3)	Beurteilung der Resistenz nach BÖRNER und SCHÜLLER		BECKER	Qu	Ru	F ₁	F ₂	F ₃	F _{4/5}	F ₆	F ₇	F ₈	F _{9/10}	Chls	Sfr	S ₉	S _b	S _d	S _e	
	A	Z																		
1. Vorwiegend resistente Rebsorten:																				
V. rotundifolia	A	ℓ	Z	G	E	N	H	O												
V. berlandieri Ress. 1	a	R	Z	γ	η															
V. cinerea 2																				
V. cinerea 5																				
V. cinerea 12 (Arnold)	A	R	Z	G	E	N	H	O												
V. rupestris du Lot	a	R	Z	g	E	N	H	O												
V. rupestris Fortworth 3	A	R	Z	γ	η															
Na 5004—516	A	R	Z	G	E	N	H	O ⁺												
Na 5028—670	A	R	Z	G	E	N	H	O ⁺												
Na 5028—740	α	R	Z	γ	E	N	H	O												
Richter 110	a	R	Z	γ	e	N	H	ω												
Couderc 1202																				
RI 5—16																				
Na 702—58	A	R	Z	G	E	N	H	O ⁺												
Na 702—62	A	R	Z	G	E	N	H	O ⁺												
2. Schwach anfällige Rebsorten:																				
V. berlandieri Millardet	a	ℓ	ζ	γ	η	ν	χ	ω												
V. riparia géant (Las Sorres)	A	R	ζ	γ	η	n	χ	O ⁺												
Na 5016—51	A	R	z	γ	η	n	χ	ω ⁺												
Na 5021—2	r	ζ	γ	η	e	N	χ	ω ⁺												
Na 5027—199	A	R	Z	γ	e	N	χ	ω ⁺												
Na 5028—789	A	R	Z	γ	E	N	H	O ⁺												
3. Anfällige Rebsorten:																				
V. rupestris de Serres	a	r	z	g	e	n	h	o												
V. rupestris G 187	a	r	z	g	e	n	h	o												
V. riparia Gl. de M.	A	R	Z	G	E	n	h	o												
V. riparia Alberta	A	r	z	g	η	n	h	o												
V. riparia Urbana	A	r	z	G	e	n	h	o												
V. vinifera, var. Silvaner	a	r	z	g	e	n	h	o												
V. vinifera, var. Weißburgunder	a	r	z	γ	η	n	h	o												
Kober 5 BB	A	R	Z	G	E	n	h	o												
Kober 125 AA	A	r	z	g	η	n	h	o												
Couderc 503	A	r	z	g	η	n	h	o												
Couderc 3309	A	r	z	G	e	n	h	o												
Castel 196—17	A	r	z	G	e	n	h	o												
Geisenheim 26	A	r	z	g	η	n	χ	o												
Geisenheim 97	A	r	z	g	η	n	h	o												
Geisenheim 111	A	r	z	γ	e	n	h	o												
Geisenheim 202	a	r	ζ	g	η	n	h	o												

Erklärung der Resistenzbeurteilung n. BÖRNER und SCHÜLLER (1934): Große Buchstaben = unanfällig, griechische Buchstaben = schwach anfällig, kleine Buchstaben = anfällig gegen den entsprechenden, durch Buchstaben gekennzeichneten Reblaus-Biotyp.

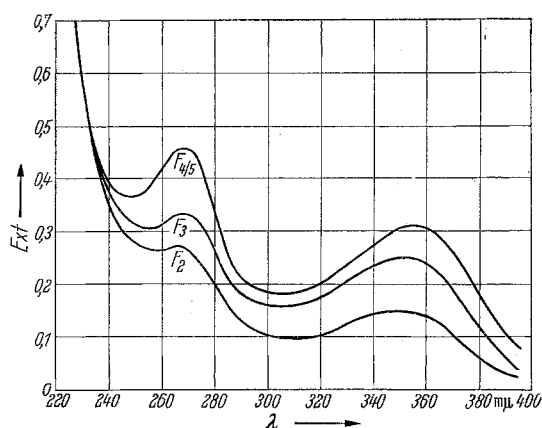
n. BECKER (1960): N = Nekrosenbildung, G = Gallenbildung, 1 = schwach, 5 = sehr stark.

Die Zeichen und Abkürzungen werden auf Tabelle 1 erläutert.

*) nach Angaben von BÖRNER, die im Besitz von BECKER sind, unveröffentlicht.

Tabelle 5. Untersuchungen zur Chemie der für reblausresistente Reben charakteristischen Flavonoide.

Rebsorte	Flavonoid	Farbreaktion im UV-Licht nach Besprühen mit NEUS Reagenz	R _F -Werte		UV-Absorptions-Spektrum in 96%igem Äthanol	
			BEW	CH ₃ COOH	λ_{\max}	λ_{\max} (hydrol.)
Silvaner	F _{4/5}	orange	0,46	0,34	275, 330	—
Cinerea 2	F ₆	zitronengelb	0,31	0,60	262, (325), 355	—
	F ₂	hellorange	0,33	0,11	265, (330), 350	—
	F ₃	zitronengelb	0,24	0,15	270, 355	262, 325
	F _{4/5}	hellgelb	0,35	0,34	270, 353	260, 322
Berlandieri Malègue 120	F ₂	hellorange	0,31	0,13	262, 330, 355	—
	F ₃	hellgelb	0,24	0,15	265, 355	262, 327
	F _{4/5}	hellgelb	0,34	0,33	265, 355	260, 330

Abb. 3. UV-Absorptionsspektrum der bei Cinerea 2 mit 96%igem Äthanol eluierten Flavonoide F₂, F₃ und F_{4/5}.

hellgelb wie F₃ und F_{4/5} bei den *Cinerascentes*-Sorten Cinerea 2 und Berlandieri Mal. 120.

Ein Vergleich der R_F-Werte der hier eingehender untersuchten Flavonoide bestätigt die Ergebnisse der Farbreaktionen auf Tab. 5. Die R_F-Werte für die Flavonoide F₂, F₃ und F_{4/5} bei Berlandieri Mal. 120 und bei Cinerea 2 sind mit BEW (4 : 1 : 5) und mit Essigsäure (15%) als Lösungsmittel gleich. Während sich der R_F-Wert (BEW) des Flavonoids F_{4/5} bei Silvaner zwar deutlich von dem des entsprechenden Flavonoids bei Cinerea 2 und Berlandieri Mal. 120 unterscheidet, stimmen die R_F-Werte (CH₃COOH) für das Flavonoid F_{4/5} bei diesen drei artreinen Sorten überein.

Nahezu die gleichen Zusammenhänge sind bei einer Auswertung der Extinktionskurven abzuleiten (siehe Tab. 5 und Abb. 3). Die λ_{\max} stimmen jeweils für die Flavonoide F₂, F₃ und F_{4/5} bei Cinerea 2 und Berlandieri Mal. 120 überein. Die Extinktionskurve des Flavonoids F_{4/5} bei Silvaner weicht etwas, jedoch nur sehr wenig von der des Flavonoids F_{4/5} bei den beiden Vergleichssorten aus der *Cinerascentes*-Gruppe ab. Die Extinktion des Flavonoids F₆ bei Silvaner läßt kaum eine Sonderstellung gegenüber der des Flavonoids F₃ bei den beiden *Cinerascentes*-Sorten erkennen.

Die hier beschriebene weitgehende Ähnlichkeit, ja zum Teil auch Übereinstimmung der in den Blättern von Silvaner, Cinerea 2 und Berlandieri Mal. 120 gefundenen Flavonoide F₂, F₃, F_{4/5} und F₆ in den Farbreaktionen mit NEUS Reagenz, in den R_F-Werten und in der Extinktion gestatten zunächst folgende Schlüsse: Die Flavonoide F₂, F₃ und F_{4/5} bei Cinerea 2 und die entsprechenden Substanzen bei Berlandieri Mal. 120 sind identisch. Dieser bei zwei einzelnen Sorten gewonnene Befund kann unbedenklich auf sämtliche Sorten der beiden Arten *Vitis cinerea* und *Vitis berlandieri* übertragen werden.

Die Flavonoide F_{4/5} bei Silvaner und die Flavonoide F_{4/5} bei Cinerea 2 und Berlandieri Mal. 120 sind zwar nicht identisch, aber doch sehr ähnlich. Vermutlich bestehen nur ganz geringfügige Unterschiede in der Art des angelagerten Zuckers oder in dessen Bindung an das Aglykon.

Das nach den Befunden auf Tab. 1 fast nur bei den *Vinifera*-Sorten auftretende Flavonoid F₆ zeigt in seinem Verhalten große Ähnlichkeit mit den Flavonoiden F₃ und F_{4/5} bei Cinerea 2 und Berlandieri Mal. 120, die ihrerseits — siehe Tab. 5 — wieder untereinander sehr nahe verwandt sein dürften.

Blattextrakte von einem Teil der auf den Tab. 1, 2 und 3 aufgeführten Rebsorten wurden mit 2N-HCl 3 Stunden bei 75 °C hydrolysiert und anschließend chromatographiert. Durch die Hydrolyse wurden folgende Blattinhaltsstoffe gespalten: Die Flavonol-Glykoside Isoquercitrin, Quercitrin und Rutin, die nicht näher identifizierten Flavonoide F₂, F₆, F₇, F₈ und F_{9/10}, die Substanzen S_{ff}, S_a, S_c, S_d, S_e und Chlorigensäure. Dafür war auf den Chromatogrammen mit hydrolysierten Blattextrakten mehr Kaffeesäure und vor allem eine starke Anreicherung der Aglykone Quercetin und Myricetin zu erkennen (siehe Abb. 4). Die Flavonol-Glykoside hatten bei der Hydrolyse ihre Zuckerreste abgegeben und das Aglykon blieb als Grundstruktur übrig. Ähnliches war bei der Chlorigensäure und den mit dem Buchstaben S benannten nicht näher identifizierten Substanzen geschehen. Nach der Hydrolyse waren nur S_b, Kaffeesäure und einige weitere aus der hydrolytischen Spaltung hervorgegangene, im UV-Licht blau fluoreszierende Substanzen auf den Chromatogrammen zu sehen. Eine Sonderstellung nahmen jedoch die Flavonoide F₃ und F_{4/5} ein (siehe Abb. 1). Bei den *Cinerea*-Sorten, bei ihren Abkömmlingen, bei den *Berlandieri*-Sorten und in deutlich schwächerem Maße bei den *Berlandieri*-Abkömmlingen erwiesen sich die beiden Flavonoide F₃ und F_{4/5} nach der Hydrolyse als stabil. Die R_F-Werte und Farbreaktionen änderten sich bei diesen beiden Flavonoiden auch nach der Hydrolyse nicht. Die Extinktionskurven der Flavonoide F₃ und F_{4/5} nach der Hydrolyse verliefen bei den *Cinerea*- und *Berlandieri*-Sorten nahezu gleich. Die Flavonoide F₃ und F_{4/5} besitzen demnach eine eigene Grundstruktur vom Charakter der Aglykone. Kleine Abweichungen gegenüber dem Kurvenverlauf vor der Hydrolyse sind jedoch festzustellen (siehe Tab. 5). Während bei den Flavonoiden F₃ und F_{4/5} im Absorptionsspektrum das λ_{\max} bei Wellenlängen unter 300 m μ vor und nach der Hydrolyse sehr dicht beisammen liegt, wurde bei Wellenlängen über 300 m μ das λ_{\max} nach der Hydrolyse bei diesen beiden Flavonoiden um 25 m μ gegen

die kürzeren Wellenlängen zu verschoben. Bei allen anderen Sorten verschwand das dort ohne F_3 vorkommende Flavonoid $F_{4/5}$ meist vollständig, oder es blieben nur noch geringe Spuren zurück.

IV. Diskussion

In den vorliegenden Untersuchungen wurden taxonspezifische Flavonoide und andere in ihrer Struktur noch nicht identifizierte Substanzen in den Blättern der *Vitis*-Arten nachgewiesen. Der Nachweis dieser taxonspezifischen Substanzen kann bei Sorten mit unbekannter Abstammung Hinweise auf die Zusammensetzung des Erbgutes geben. Die konventionelle Methode der Ampelographie, die Beschreibung morphologischer Merkmale, dürfte so möglicherweise durch eine Untersuchung der taxonspezifischen Flavonoide und der im UV-Licht nach dem Besprühen mit NEUS Reagenz violett und türkis fluoreszierenden Substanzen eine Ergänzung erfahren. Es unterscheiden sich jedoch nur die *Vitis*-Arten und ihre mit den artspezifischen Blattinhaltsstoffen ausgerüsteten Nachkommenschaften untereinander. Sorten der gleichen Art, Sorten, die sich genetisch durch ihre Abstammung sehr nahestehen, oder gar Klone der gleichen Sorten ergeben sehr ähnliche unspezifische Chromatogramme. Die gleichen Zusammenhänge von biochemischer Taxonomie und Genetik fand BÖRTTZ (1962) bei *Populus*. REUTHER (1961), der die zu den Flavonoiden zählenden Anthocyane bei *Vitis* untersuchte, fand ebenfalls taxonspezifische Stoffe in den Beerenhäuten, so die Diglucoside des Malvidins, Petunidins und Delphinidins, die auf *Riparia*-Erbgut, und die Monoglucoside der gleichen Anthocyane, die auf *Vinifera*-Erbgut hinweisen. An die Untersuchung der taxonspezifischen Blattinhaltsstoffe bei der Gattung *Vitis* können auch systematische und phylogenetische Betrachtungen anknüpfen. Nach der auf VIA-LA und VERMOREL (1909) zurückgehenden systematischen Einteilung der Gattung *Vitis* Tourn., die DE LATTIN (1939) sowie LEVADOUX, BOUBALS und RIVES (1962) auch oekogenetisch überarbeiteten, werden die Arten *Vitis cinerea*, *Vitis berlandieri* und *Vitis cordifolia* zu der Artengruppe der *Cinerascentes* zusammengefaßt. Die weitgehende Übereinstimmung in den Blattinhaltsstoffen dieser drei Arten beweist auch von der biochemischen Seite, daß sie zu Recht in einer besonderen Gruppe zusammengefaßt wurden. Für die umstrittene Abstammung der Kulturreben, die zu der Unterart *Vitis vinifera* ssp. *sativa* zählen, von der Unterart *Vitis vinifera* ssp. *silvestris* trat zuletzt TURKOVIC (1963) ein. Er lehnte sich dabei an blütenmorphologische Untersuchungen an. Seine Argumente können durch die hier mitgeteilten Beobachtungen ergänzt werden. Die beiden subspecies *sativa* und *silvestris* zeigen bei den taxonspezifischen Substanzen untereinander eine große Ähnlichkeit, während sie sich beide deutlich von allen anderen Arten unterscheiden.

Die Untersuchung einiger Blattproben der gleichen Rebsorte aus Würzburg, Neustadt (Weinstr.), Montpellier und Klosterneuburg ergab keine wesentlichen Unterschiede in der qualitativen Zusammensetzung des Flavonoid- und Oxyzimtsäuregehaltes. Es können somit bei genetischen und taxonomischen Untersuchungen unbedenklich Blattproben von verschiedenen Standorten miteinander verglichen werden, da

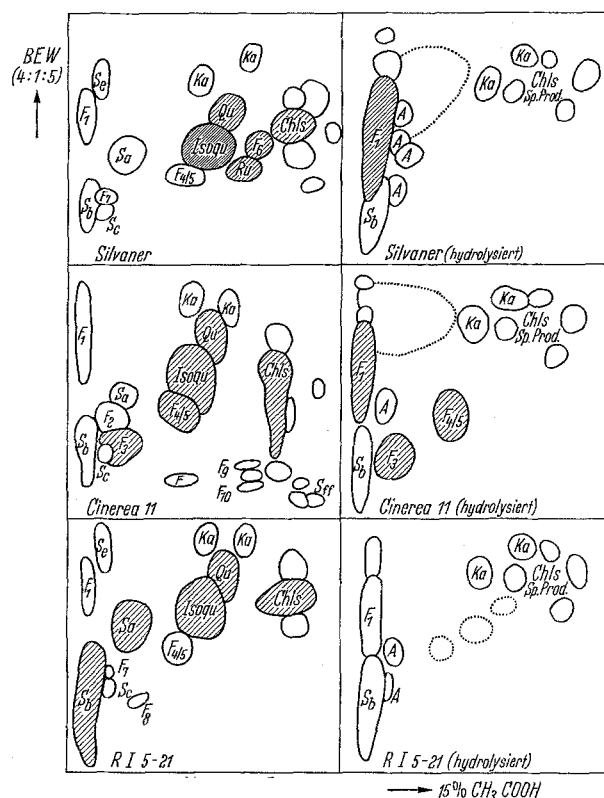


Abb. 4. Chromatogramme von drei Rebsorten vor und nach der Hydrolyse des methanolischen Blattextraktes. Die Flavonoide F_3 und $F_{4/5}$ bei *Cinerea 11* erwiesen sich bei der Hydrolyse als relativ stabil. Die Rebsorte RI 5-21 ist aus folgender Kreuzung hervorgegangen: (Mourvèdre \times Rupestris Gz. 1202 C) \times Riparia 1 G.

Erläuterungen der Zeichen und Abkürzungen siehe Tabelle 1.
A = Hydrolyseprodukte.

die qualitativen Unterschiede in den Flavonoid- und Oxyzimtsäuren-Gehalten von den Umweltfaktoren ziemlich unabhängig sind. Bei der Probenahme ist auf annähernd gleiches Alter und gleiche Insertionshöhe der Blätter zu achten. Mit quantitativen Unterschieden ist jedoch bei einer Probenahme auf verschiedenen Standorten zu rechnen, da die eigenen Untersuchungen an Gewächshaus- und Freiland-Reben und die Beobachtungen von AHLGRIMM (1956) und BASSLER (1957) an *Fagopyrum* und von NICK (1953) an *Polygonum* einen deutlichen Einfluß klimatischer Faktoren, besonders des Lichtes, auf die Flavonoidgehalte erkennen ließen.

Bestimmte Flavonoide und in ihrer Struktur unbekannte, im UV-Licht blau fluoreszierende Substanzen wurden in relativ erhöhter Menge bei gegen die gallicole Reblaus resistenten Typen gefunden. Ein Zusammenhang zwischen diesen Stoffen und der Resistenz der Reben gegen die gallicole Reblaus wäre somit sehr naheliegend. HENKE (1958, 1961), der die phenolischen Inhaltsstoffe der Rebenblätter quantitativ untersuchte und nicht mit dem für Untersuchungen dieser Art besonders geeigneten NEUS Reagenz arbeitete, fand bei allen analysierten Rebsorten eine ziemlich gleichartige Flavonoid-Garnitur und nur bei *Cinerea* Arnold bestimmte Flavonoide, die bei anderen *Vitis*-Sorten fehlen. Er bestreitet daher die nach PRINC bestehende Beziehung von Flavonoid-Gehalt und Reblausresistenz. Dieser Auffassung ist nur zuzustimmen, soweit man nach quantitativen Beziehungen zwischen Flavonoid-Gehalt und Reblausresistenz sucht. Nach den hier vorliegenden Untersuchungsergebnissen sind jedoch die qualitativen Un-

terschiede in der Zusammensetzung der Flavonoid- und Oxyzimtsäuren-Garnitur bei den einzelnen *Vitis*-Arten und ihren Bastarden größer, als von HENKE angenommen wurde.

Eine genaue Kenntnis der qualitativen Zusammensetzung der phenolischen Blattinhaltsstoffe ist jedoch wichtig, wenn man die Inaktivierung des von der Reblaus ausgeschiedenen proteolytischen Enzyms über den in der Einleitung erwähnten Chinonbildungsmechanismus erklärt. Denn nach RUBIN und ARZICHOWSKAJA (1953) und HENKE (1961) hängt die Oxydierbarkeit der Phenole neben der Aktivität der Oxydasen vor allem von der chemischen Struktur des Enzymsubstrats, also von der qualitativen Zusammensetzung der Flavonoide und Oxyzimtsäuren, ab. Hier ist der Aglykon-ähnliche Charakter der Flavonoide F_3 und $F_{4/5}$ bedeutsam. Da nach den Mitteilungen zahlreicher Autoren — BATE-SMITH (1954), BARUAH und SWAIN (1959), BÖHM (1959) und HERRMANN (1963) — die Aglykone lebhafter oxydiert werden als die Glykoside, ist es wahrscheinlich, daß die bei den *Cinerascentes* gefundenen Flavonoide F_3 und $F_{4/5}$ verhältnismäßig leicht zu Chinonen oxydiert werden und so resistenzerhöhend wirken. Da sehr verschieden strukturierte phenolische Substanzen zu Chinonen oxydiert werden können, ist es nicht weiter überraschend, wenn in reblausresistenten *Vitis*-Typen verschiedener Abstammung eine ganz unterschiedliche Flavonoid- und Oxyzimtsäuren-Garnitur gefunden wurde. So sind es bei den *Cinerascentes* die Flavonoide F_2 , F_3 und $F_{4/5}$ und bei den fast ebenso resistenten [(Mourvèdre \times Rupestris 1202C) \times Riparia 1G]-Abkömmlingen die Substanzen $F_{4/5}$, S_a , S_b und S_e , die etwas stärker angereichert sind. Nach HERRMANN (1963) können schwer oxydierbare Flavonoide unter Mitwirkung von Überträgersubstanzen, z. B. von Oxyzimtsäurederivaten, sehr rasch oxydiert werden. Daher sind für die Beurteilung der Zusammenhänge von Blattinhaltsstoffen und Resistenz auch nur spurenweise auftretende Substanzen wichtig.

Die bei den gegen die gallicole Reblaus resistenten artreinen *Vitis*-Sorten auftretenden taxonspezifischen Substanzen werden auch in interspezifischen Kreuzungen vererbt. Das Vorhandensein oder die relativ stärkere Anreicherung dieser Substanzen in der Kreuzungsnachkommenschaft deutet in den meisten Fällen auf eine erhöhte Resistenz hin. Bei einer Reblausorte, die mit einem für Reblausresistenz charakteristischen Flavonoid ausgerüstet ist, kann sich eine ausreichende Resistenz nur dann voll ausbilden, wenn gleichzeitig andere oxydierbare Substanzen vorhanden sind und — nach HENKE (1959) — eine lebhaft Polyphenoloxydase- und Peroxydase-Aktivität in Gang kommt. Wenn bestimmte *Berlandieri*-Abkömmlinge nach dem chromatographischen Befund eine gewisse Resistenz erwarten lassen, aber doch unter die anfälligen Sorten eingereiht wurden, so ist dies als Ausnahme zu betrachten, die verschiedene Ursachen haben kann: Zu wenig ergänzende oxydierbare Substanzen — z. B. wenig S_a bei Kober 5BB —, morphologische und ontogenetische Besonderheiten bei der Triebspitzenentwicklung — STELLWAAG-KITTLER (1955), ZIMMERMANN (1959) und SCHÄLLER (1962/1963) — und die bereits erwähnte, erst ab Juni stärker einsetzende Vermehrung der Flavonoide.

Nach den hier vorliegenden Untersuchungen ist nicht bewiesen, daß die Flavonoide F_2 , F_3 und $F_{4/5}$ sowie die Substanzen S_a , S_b und S_e über die enzymatische Oxydation zu Chinonen unmittelbar bei der Inaktivierung des von der gallicolen Reblaus ausgeschiedenen Enzyms beteiligt sind. Diese Substanzen sind aber von großem taxonomischem Wert. Es ist denkbar, daß der Nachweis dieser Substanzen bei gleichzeitigen Untersuchungen zur Bestimmung der Polyphenoloxydase- und Peroxydase-Aktivität für die Frühselektion resistenter Sämlinge genutzt werden kann.

Zusammenfassung

Der taxonomische Wert von Flavonoiden und Oxyzimtsäuren in den Blättern von artreinen *Vitis*-Sorten und Artbastarden sowie die Zusammenhänge von phenolischen Blattinhaltsstoffen und Resistenz gegen die gallicole Reblaus sollten geklärt werden. Hierzu wurden methanolische Blattextrakte eines sehr umfangreichen Materials zweidimensional chromatographiert und ein Diphenylborsäure-Aminoäthylester-Komplex als Sprühreagenz mit Erfolg angewandt.

Auf den Chromatogrammen wurden Flavonoide und Oxyzimtsäuren gefunden, die z. T. taxonomischen Wert besitzen. Die *Vitis*-Arten sind auf Grund ihrer charakteristischen Flavonoid- und Oxyzimtsäuren-Garnitur deutlich voneinander zu unterscheiden, nicht aber die Sorten der gleichen Art. Die Fähigkeit, taxonspezifische Blattinhaltsstoffe zu bilden, wird vererbt. Die qualitative Zusammensetzung der Flavonoide und Oxyzimtsäuren der jeweiligen Reblausorte wird von Umweltfaktoren wenig beeinflusst, so daß Material von verschiedenen Standorten miteinander verglichen werden kann. Die Untersuchungsergebnisse können für systematische und phylogenetische Betrachtungen herangezogen werden.

Bestimmte Flavonoide und Oxyzimtsäuren erwiesen sich als taxonspezifisch für *Vitis*-Sorten, die gegenüber der gallicolen Reblaus resistent sind. Die Möglichkeit einer enzymatischen Oxydation dieser Substanzen zu Chinonen und damit ihrer aktiven Beteiligung an der Resistenzausbildung wird diskutiert. Diese taxonspezifischen Stoffe können für die Frühselektion resistenter Sämlinge von Bedeutung sein.

Summary

The flavonoids and cinnamic acids in the leaves of *Vitis* varieties descending from pure species and hybrids were studied by way of paperchromatography. This research had the following purpose: 1 To examine the taxonomic value of these substances. 2 To study the interrelationship of these phenolic compounds of the leaves, and the resistancy against gall forming phylloxera.

The chromatograms were made from methanolic leaf extracts, two dimensionally, and were sprayed afterwards with diphenylboric acid amine-ethylester complex. The characteristic flavonoid and cinnamic acid pattern had a taxonomical value for the different *Vitis* species, but not for the varieties belonging to the same species. This property seemed to be genetically controlled, and could be traced further till the descendants. A comparison made of material originating from different places showed, that the qualitative composition of the flavonoids, and the cinnamic acids

mic acids were not influenced by ecological factors. This fact would be favourable for systematical and phylogenetical studies.

Certain flavonoids and cinnamic acids appeared to be taxonomically specific for *Vitis* varieties, which were resistant against the gall forming phylloxera. The possibility of enzymatic oxidation of these phenolic substances into quinones, and herewith the participation in forming resistant factors was discussed. These taxonomically specific substances could be of importance for the selection of seedlings at an early stage of development.

Résumé

Le but de ces recherches était le suivant: 1. Vérification de la valeur taxonomique des flavonoides et des acides oxycinnamiques dans les feuilles des cépages de *Vitis* venant des espèces pures ou des hybridations interspécifiques. 2. Étude des relations entre les matières phénoliques dans les feuilles et la résistance contre le phylloxéra formant des galls. Des extraits méthyliques des nombreuses échantillons étaient chromatographiés en deux dimensions. Pour faire visible les taches sur les chromatogrammes on se servait d'un diphenyl acide borique amino-éthylester complexe.

Des flavonoides et des acides oxycinnamiques étaient trouvés dont quelques-uns sont d'une valeur taxonomique. A cause de leur garniture caractéristique des flavonoides et des acides oxycinnamiques les espèces de vigne mais pas les variétés peuvent être distinguées. La capacité de produire des matières taxonomiques dans les feuilles est héréditable. La composition qualitative des flavonoides et des acides oxycinnamiques des variétés de vigne différentes n'est presque pas influencée par des facteurs oecologiques. On peut donc comparer des échantillons d'une provenance très différente. Les résultats de cette publication peuvent être utiles pour des études systematiques et phylogénétiques.

Il était démontré que certaines flavonoides et acides oxycinnamiques caractérisent des variétés de *Vitis* qui sont résistantes au phylloxéra. La possibilité d'une participation de ces matières à la formation de la résistance est discutée. Elle est expliquée par une oxydation enzymatique des matières phénoliques aux quinones. Les matières caractérisant la taxonomie d'un type de vigne peuvent servir pour la sélection des jeunes plantes résistantes venant d'une hybridation dans un stade de développement très tôt.

Literatur

1. AHLGRIMM, E. D.: Beiträge zur Frage der Biogenese sekundärer Stoffwechselprodukte, dargestellt an *Mentha piperita* L. und an *Fagopyrum*-Arten. *Planta* 47, 255 bis 298 (1956). — 2. ALSTON, R. E., B. L. TURNER, R. N. LESTER, and D. HORNE: Chromatographic validation of two morphologically similar hybrids of different origins. *Science* 137, 1048—1049 (1962). — 3. ANDERS, F.: Untersuchungen über das cecidogene Prinzip der Reblaus. *Biolog. Zentralblatt* 79, 47—58, 679—700 (1960) und 80, 199—233 (1961). — 4. BARUAH, P., and T. SWAIN: The action of potato phenolase on flavonoid compounds. *J. of the Science of Food and Agric.*, London 10, 125—129 (1959). — 5. BASSLER, R.: Einfluß ökologischer und ontogenetischer Faktoren auf die Flavone von *Fagopyrum sagittatum* Gilib. *Pharmazie* 12, 758—772 (1957). — 6. BATE-SMITH, E. C.: Flavonoid compounds in foods. *Advances in Food Res.* 5, 262—300 (1954). — 7. BATE-SMITH, E. C.: The commoner phenolic constituents of plants and their systematic distribution. *Scientific Proceedings, Royal Dublin Society* 27, 165—176 (1956). — 8. BAYER, E., F. BORN und K. H. REUTHER: Über die Polyphenoloxydase der Trauben. *Z. f. Lebensmittel-Untersuchung u. -Forschung* 105, 77—81 (1957). — 9. BECKER, H.: Untersuchungen an hochresistenten Unterlagen. *Weinberg u. Keller* 7, 291—300 (1960). — 10. BECKER, H.: Unveröffentlichte Protokolle von Beobachtungen im Prüfgarten Billigheim (Pfalz) der LLFA Neustadt/Weinstr. (1961). — 11. BLAGOWESTSCHENSKI, A. W.: Die biochemischen Grundlagen des Evolutionsprozesses der Pflanzen. Berlin: Akademie-Verlag 1955. — 12. BÖHM, K.: Die Flavonoide. *Arzneimittelforschung* 9, 539—544, 647—653, 778—785 (1959) und 10, 139—142, 188—192, 468—474, 547—554 (1960). — 13. BÖHME, H., und H. R. SCHÜTTE: Genetisch-biochemische Untersuchungen über Blütenfarbstoffe an Mutanten von *Antirrhinum majus* L. 1. Mitteilung. *Biolog. Zentralblatt* 75, 597—611 (1956). — 14. BÖRNER, C., und F. A. SCHILDER: Das Verhalten der Blattreblaus zu den Reben des Naumburger Sortimentes. Mitteilungen d. Biolog. Reichsanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft, H. 49 (1934). — 15. BÖRTITZ, S.: Papierchromatographische Differenzierung einiger Arten und Sorten der Gattung *Populus*. *Der Züchter* 32, 24—33 (1962). — 16. BREIDER, H.: Morphologisch-anatomische Merkmale der Rebenblätter als Resistenzeigenschaften gegen die Reblaus, *Phylloxera vastatrix* Planch. *Der Züchter* 11, 229—244 (1939). — 17. BUZZATTI-TRAVERSO, A. A.: Paperchromatographic patterns of genetically different tissues; a contribution to the biochemical study of individuality. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 39, 376—391 (1953). — 18. BYRDE, R. J. W., A. H. FIELDING, and A. H. WILLIAMS: The role of oxidized polyphenols in the varietal resistance of apples to brown rot. *Zit. n. J. B. PRIDHAM: Phenolics in plants in health and disease*, p. 95—99. Oxford: Pergamon Press 1960. — 19. FRIMMER, M.: Chinone im Stoffwechsel höherer Tiere. *Planta Medica* 9, 370—385 (1961). — 20. GEISSMAN, T. A.: The chemistry of flavonoid compounds. Oxford: Pergamon Press 1962. — 21. HÄNSEL, R.: Flavonoide: Endausgestaltung und Verteilung über das Pflanzensystem. *Planta Medica* 10, 361—384 (1962). — 22. HARBORNE, J. B.: The chromatography of the flavonoid pigments. In: M. LEDERER, *Chromatographic Reviews*, Vol. 2. Amsterdam: Elsevier Publ. Co. 1960. — 23. HENKE, O.: Untersuchungen über die biochemischen Grundlagen der Reblausresistenz der Reben. *Phytopatholog. Z.* 32, 149—166 (1958). — 24. HENKE, O.: Untersuchungen über den Einfluß von *Vitis cinerea* Arnold auf einige biochemische Eigenschaften von Kreuzungsnachkommen. *Z. f. Pflanzenzüchtg.* 41, 253—270 (1959). — 25. HENKE, O.: Über die Bedeutung der Stickstoffverbindungen für die stoffwechselphysiologischen Beziehungen zwischen Parasit und Wirt am Beispiel Reblaus-Rebe. *Phytopatholog. Z.* 41, 387—426 (1961). — 26. HENNIG, K., und R. BURKHARDT: Vorkommen und Nachweis von Quercitrin und Myricitrin in Trauben und Wein. *Weinberg u. Keller* 7, 1—3 (1960). — 27. HERRMANN, K.: Die Bedeutung der Phenolkarbonsäuren und der o-Phenoloxydase für die Widerstandsfähigkeit der Kulturpflanzen gegenüber Mikroorganismen. *Planta Medica* 10, 29—47 (1962). — 28. HERRMANN, K.: Über die phenolischen Inhaltsstoffe der Trauben und des Weines. *Weinberg u. Keller* 10, 154 bis 164, 208—220 (1963). — 29. HOPP, H. H.: Wirkung von Blattreblausseichel auf Pflanzengewebe. *Die Weinwissenschaft* 9, 9—22 (1955). — 30. JOHNSON, G., and L. A. SCHAAL: Relation of Chlorogenic Acid to Scab resistance in potatoes. *Science* 115, 627—629 (1952). — 31. DE LATIN, G.: Über den Ursprung und die Verbreitung der Reben. *Der Züchter* 11, 217—225 (1939). — 32. LEVADOUX, L., D. BOUBALS et M. RIVES: Le genre *Vitis* et ses espèces. *Ann. Amélior. Plantes* 12, 19—44 (1962). — 33. NEU, R.: Ein neues Reagenz zum Nachweis und zur Unterscheidung von Flavonen im Papierchromatogramm. *Naturwissenschaften* 43, 82 (1956). — 34. NICK, E.: Beiträge zur Physiologie der Gerbstoffe und Flavonfarbstoffe bei *Polygonum bistorta* L. *Pharmazie* 8, 940—950 (1953). — 35. NORITAKA SHEJO, SHORO AMEMIYA and HIROYUKI MURAKI: Polyphenol consti-

tants in vine. Chem. Abst. 10737d (1963). — 36. PRINC, J. L.: Zit. n. BLAGOWESTSCHENSKI. — 37. PROCHÁZKA, Ž.: Phenole und aromatische Säuren. In: I. M. HAYS und K. MÁCEK, Handbuch der Papierchromatographie, Bd. 1. Jena: Gust. Fischer Verlag 1958. — 38. REUTHER, G.: Genetisch-biochemische Untersuchungen an Rebenartbastarden. Der Züchter 31, 319–328 (1961). — 39. RUBIN, B. A., und E. W. ARZICHOWSKAJA: Biochemische Charakteristik der Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gegenüber Mikroorganismen. Berlin: Akademie-Verlag 1953. — 40. SCHÄLLER, G.: Untersuchungen über die Abhängigkeit der Gallenbildung und Nekrosereaktion vom physiologischen Zustand der Wirtspflanze am Beispiel Rebe-Reblaus. Phytopatholog. Z. 46, 269 bis 275 (1962/1963). — 41. SCHWARZE, P.: Untersuchungen über die gesteigerte Flavonoidproduktion in *Phaseolus*-Artbastarden (*Phaseolus vulgaris* × *Phaseolus coccineus*). Planta 54, 152–161 (1959). — 42. SNELL, J. M., and A. WEISSBERGER: The reaction of Thiol compounds with

Quinones. J. Am. Chem. Soc. 61, 450–453 (1939). — 43. STELLWAAG-KITTLER, F.: Über den Einfluß von Außenfaktoren auf den Reblausbefall. Morphologische Resistenzmerkmale der Rebe. Verh. d. Dt. Ges. f. Angew. Entomologie 13, 91–98 (1955). — 44. TEAS, H. J., W. ALMEYDA, and H. F. WINTERS: Identification of *Mango* varieties by paper chromatography. Proc. Assoc. Southern Agric. Workers p. 223 (1959). — 45. TURKOVIC, Z.: Betrachtungen über die Blütenmorphologie der *Vitis silvestris* Gmelin. Die Weinwissenschaft 18, 1–19 (1963). — 46. VALLE, EERO: On anti-fungal factors in potato leaves. Acta Chemica Scandinavica 11, 395 (1957). — 47. VIALA, P., et V. VERMOREL: Ampélographie. Paris 1909. — 48. WILLIAMS, B. L., and S. H. WENDER: The isolation and identification of Quercetin and Isoquercitrin from grapes (*Vitis vinifera*). J. Am. Chem. Soc. 74, 4372–4373 (1952). — 49. ZIMMERMANN, J.: Entwicklungsrhythmus der Rebsorten und Affinität. Weinberg u. Keller 6, 171–180 (1959).

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Gülzow-Güstrow
der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Untersuchungen zur Variabilität verschiedener Merkmale beim Raps und ihre Auswirkungen auf züchterische Maßnahmen

II. Mitteilung

Erkenntnisse zur Variabilität und korrelativen Bindung von Ertragsfaktoren und ihre Bedeutung für die Rapszüchtung

Von KARL-HEINZ RIEMANN

Mit 5 Abbildungen

Einleitung

In der I. Mitteilung¹ wurden die Erkenntnisse zur Variabilität und Vererbung des Ölgehaltes und ihre Anwendung in der Erhaltungszüchtung dargelegt. Gleichzeitig wurde auf die große Bedeutung einer strengen Befruchtungslenkung nach einer eingehenden Erbwertbeurteilung für die Zuchtarbeit mit Fremdbestäubern hingewiesen. Aus den Untersuchungsergebnissen im Rahmen der Erhaltungszüchtung der Sorte 'Ölquell' wurde erkannt, daß eine einseitige Selektion auf nur ein Merkmal, in diesem Falle den Ölgehalt, eine Minderung der Ertragsleistung nach sich ziehen kann. Eine Züchtung unter ausschließlicher Berücksichtigung nur eines Merkmals ist daher abzulehnen.

Es ergibt sich hieraus die Notwendigkeit, den Erbwert auch in den wesentlichen Ertragsfaktoren zu bestimmen. Dazu ist es notwendig, die zwischen den einzelnen Merkmalen bestehenden korrelativen Bindungen festzustellen und die Variationsbreite zu ermitteln. Danach können mit großer Sicherheit diejenigen Kreuzungspartner zusammengestellt werden, aus deren Kombination ein maximaler Effekt möglich ist. Dabei sollte das Kreuzungspaar so gebildet werden, daß die Kreuzungspflanzen sich hinsichtlich ihrer besonders gut ausgebildeten positiven Merkmale unterscheiden. Die schwachen Stellen der Eltern müssen die Möglichkeit der gegenseitigen Überwindung haben.

Als Faktoren, die den Samenertrag besonders beeinflussen, können die Umweltfaktoren Standort, Standweite, Klima, Düngung, Aussaatzeit und Erntetermin angesehen werden. Von besonderer Bedeu-

tung für den Züchter sind die genetischen Differenzen in den verschiedenen Teilkomponenten, wie Schotenzahl, Schotenlänge, Samengröße und Samenzahl je Schote, die direkten Einfluß auf den Ertrag ausüben, sowie die den Samenertrag indirekt beeinflussenden Faktoren, wie Winterfestigkeit, Spätsaatverträglichkeit, Resistenz bzw. Toleranz gegenüber Krankheiten und Schädlingen und die Platzfestigkeit. In der vorliegenden Teilarbeit werden die Variation der Samengröße, des Samenertrages, der Schotenzahl und der Schotenlänge sowie die Beziehungen dieser Merkmale untereinander und die Beziehungen dieser Merkmale zum Ölgehalt innerhalb der Winterrapsorte 'Ölquell', in Linien dieser Sorte und in einem Sortiment untersucht.

Die gewonnenen Erkenntnisse ermöglichten es, züchtmethodische Verfahren festzulegen, nach deren Anwendung mit großer Sicherheit eine Rapsorte mit maximaler Leistungsfähigkeit entwickelt werden kann.

Das verwendete Material sowie die Verrechnungsmethoden sind bereits in der I. Mitteilung beschrieben. Auf Besonderheiten wird bei der Besprechung der Ergebnisse eingegangen.

Die Variabilität und Vererbung der Samengröße

Die Samengröße ist ein wesentlicher Ertragsfaktor bei allen Druschfrüchten. Auch der Raps macht hier keine Ausnahme. So konnte bei Sommerraps im Institut für Pflanzenzüchtung Gülzow durch die Züchtung eines neuen Stammes mit einer um 20% erhöhten Samengröße trotz verminderter Kornzahl je Schote das Ertragspotential um etwa 10% erhöht werden (unveröffentl.).

¹ Der Züchter 33 (1963), S. 217–226.