

dem Wasser; b) die Knäule wurden bei verschiedener Zeitdauer und bei verschiedener Temperatur in obengenannten Lösungen belassen (so bei 12—13 Grad und bei 28—30 Grad für 6, 12, 24, 36 Stunden); c) die Knäule wurden zur Keimung entweder in mit Colchicinlösung oder mit Wasser getränkter Baumwolle getan oder in mit Colchicinlösung oder mit Wasser getränkten Sand; d) die normalen Knäule wurden direkt in mit Colchicinlösung getränkter Baumwolle oder mit Colchicinlösung getränkten Sand getan.

Dabei wurde nun folgendes Wesentliche festgestellt:

Je länger man die Verbleibzeit in Colchicinlösung ausdehnt (auch dies natürlich innerhalb einer gewissen Grenze, über die hinaus die Samen absterben), desto stärker wird die Intensität der Färbung.

Knäule, die zuerst in Colchicinlösung gehalten und dann zur Keimprobe in ebenfalls mit Colchicin getränkten Sand gegeben werden, treiben Keimlinge mit Würzelchen, die ihre Eigenarten noch stärker aufzeigen.

Ein vorheriges Verhalten der Knäule in fließendem Wasser erweist sich nur dann als notwendig, wenn man den Versuch der Keimung in Baumwolle machen will.

Wenn man jedoch die Knäule nach einem zu kurzen Verbleib (etwa nur 6 Stunden) in Colchicinlösung zum Keimen in mit Wasser getränkten Sand gibt, werden die Würzelchen länger, und die Diagnose gelingt nur mit verminderter Sicherheit.

Um das Aufrichten bzw. Herausheben der

Knäule bei Beginn der Keimung zu verhindern, ist es ratsam, eine Glasscheibe über das Sandbett zu legen.

Wenn man die Keimlinge bei schon gut fortgeschritten Keimung aus dem Brutofen nimmt und sie dem Licht sowie normaler Laboratoriumstemperatur aussetzt, wird die Färbung der Würzelchen noch intensiver.

Im großen und ganzen ziehen wir es jedoch vor, die Keimversuche in Sand statt in Baumwolle vorzunehmen, was natürlich nicht ausschließt, daß es jedem einzelnen Forscher überlassen bleibt, nach seinen eigenen Erfahrungen sich auch seine eigene Verfahrenstechnik zu formen.

Da es sich immerhin um ein sehr delikates Problem handelt, muß ein vorsichtiges Kriterium unbedingt darauf drängen, daß mehrere Versuche gleichzeitig durchgeführt werden: man belasse die Knäule mit unterschiedlicher Zeitdauer in Colchicinlösungen und bringe sie dann in entweder mit Wasser oder aber in mit Colchicin getränktem Sand zur Keimung.

Haupt-Schlußfolgerung.

Durch das angewandte Verfahren beschränkt sich die Diagnose nicht allein auf den Untersamenlappen, sondern erstreckt sich auch auf das Würzelchen, welches — je nach seiner Artzugehörigkeit — eine rote oder gelbe Färbung annimmt. Hierdurch vereinigen sich in dem oben beschriebenen Verfahren die Schnelligkeit der Verfahrenstechnik selbst mit der Sicherheit der Identifizierung.

(Aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Rebenzüchtungsforschung Müncheberg/Mark.)

Gedanken zur Resistenzzüchtung.

Von B. Husfeld.

Die Notwendigkeit der Schaffung von ertrags-sicheren, dabei ertragsfähigeren und qualitativ wertvolleren Kulturpflanzen, die gegen parasitäre Krankheiten resistent sind, wird heute vor allem in Deutschland in Anbetracht des zur Verfügung stehenden Lebensraumes allgemein anerkannt, zumal die Entwicklung krankheitswiderstandsfähiger Kultursorten die jährlichen Ausgaben für Bekämpfungsmaßnahmen nicht nur herabsetzt, sondern auch für die Steigerung und Sicherung der Erträge und der Qualität ausschlaggebend ist. Sicherung der Ernte und Erhaltung der Qualität bedeuten aber nichts

anderes als Beseitigung der jährlichen Ertragschwankungen, die ihre Ursache außer in den Witterungseinflüssen vorwiegend in den Krankheiten der Feldbestände haben. Der Volkswirtschaft wäre maßgeblich geholfen, wenn Erzeugung und Bedarf in jedem Jahr weitgehend in Einklang ständen.

Einige Zahlen mögen zeigen, welche verheerenden Wirkungen parasitäre Krankheiten in einzelnen Jahren auszulösen vermögen. Als Deutschland in den Jahren 1914—1918 in schwerem Ringen stand, brachte 1916 eine *Phytophthora*-Infektion einen Ausfall von 15 Millionen Tonnen Kartoffeln (= 1000 Millionen RM), wodurch ernste Schwierigkeiten in der Ernährungslage eintraten. 1926 brachte derselbe Pilz einen Schaden von

¹ Nach einem Vortrage, gehalten auf dem Internationalen Weinbaukongreß in Bad Kreuznach (21. bis 30. 8. 1939).]

250 Millionen RM. Bekannt ist die vernichtende Wirkung von *Puccinia graminis* in U. S. A. und Kanada, wo nicht selten die Hälfte der Weizernte durch Einwirkung dieses einen Parasiten ausfällt. Durch *Puccinia graminis tritici* sind in Deutschland Ertragsrückungen von 8—10 dz je ha nicht selten (15). Für die landwirtschaftlichen Nutzpflanzen ist allein für Deutschland ein jährlicher Verlust von 600—800 Millionen RM durch tierische und pflanzliche Schädlinge errechnet worden.

Die Gegenmaßnahmen, die angewandt werden, um eine Diskrepanz zwischen Ertrag und Verbrauch zu verhindern, bestehen in erster Linie in einer fortlaufenden Bekämpfung der zu erwartenden Krankheit, wobei berücksichtigt werden muß, daß die Gegenmaßnahmen auch in solchen Jahren zu erfolgen haben, in denen die betreffende Krankheit gar nicht auftritt. Dadurch werden aber Unsummen des Volksvermögens unproduktiv verausgabt, die bei Vorhandensein krankheitsresistenter Formen anderweitig nutzbar gemacht werden könnten. Allein im deutschen Weinbau werden in einem Jahr zur Verhütung der Schadwirkung der Parasiten etwa 50 Millionen RM verwandt, d. h. etwa 16% seines Gesamtproduktionswertes (21). Die Störungen und die dadurch auftretenden Ertragschwankungen, die trotz Anwendung der Bekämpfungsmittel zu verzeichnen sind, sind bei dieser Berechnung unberücksichtigt geblieben.

Auf lange Sicht lassen sich diese großen Schäden am Volksvermögen am erfolgreichsten nur durch Züchtung krankheitsresistenter Kultursorten beseitigen. Von diesem Gesichtspunkte aus darf die volkswirtschaftliche Bedeutung der Resistenzzüchtung nicht unterschätzt werden.

Grundsätzlich sei betont, daß eine Züchtung krankheitsresistenter Formen unter allen Umständen gegen sämtliche parasitären Krankheiten möglich ist. Daß sie nicht überall angewandt wird, hat teilweise seinen Grund darin, daß billige, einfache und relativ sichere Bekämpfungsverfahren zur Verfügung stehen. Da aber, wo eine direkte Bekämpfung nicht möglich ist oder, wie im Falle der *Plasmopara* und *Phylloxera*, großen Kosten- und Zeitaufwand erfordert, muß die Resistenzzüchtung eingesetzt werden. Von diesem Standpunkt aus gesehen, würde eine enge Zusammenarbeit der Züchtungsforschung und Schädlingsbekämpfung von außerordentlicher Bedeutung und Förderung sein.

Die Züchtung krankheitsresistenter Pflanzen erhielt einen neuen Auftrieb und eine grundlegende, anders geartete Ausrichtung, als Erwin BAUR (2, 3) die Erkenntnisse der jungen erfolg-

reichen Vererbungswissenschaft auch in der Züchtung zur Anwendung brachte. Wir pflegen heute die Ideen BAURS als Selbstverständlichkeiten zu betrachten, wobei leider vergessen wird, welche Schwierigkeiten beseitigt werden mußten, bevor BAURS Gedankengut fruchtbaren Boden fand.

Auf der Grundlage moderner Genetik hat sich die Resistenzzüchtung entwickelt, und sie wird sich in den nächsten Jahren um so erfolgreicher weiter ausbauen lassen, je mehr man dazu übergehen kann, nach sorgfältiger Erbanalyse die Wirkungsweise der Anlagen zu ergründen. Dies setzt natürlich für den, der sich züchterisch auf diesem Gebiet betätigen will, nicht nur das Wissen um moderne genetische Forschungen voraus, sondern auch Kenntnisse der Grundlagenwissenschaften, wie z. B. in der Zoologie, der Botanik, der Anatomie, der Physiologie, der Physik und der Chemie. Ich möchte damit andeuten, daß wir nicht nur in der Genetik an einem Punkt angelangt sind, von dem aus eine neue Phase vererbungswissenschaftlicher Forschung sich zu entwickeln im Begriff ist, sondern daß auch wir in der Resistenzzüchtung daran denken müssen, die Wirkungen solcher Erbanlagen zu erfassen, die allein oder erst in Kombination miteinander dem pflanzlichen Organismus Resistenz verleihen, um so die Merkmalskombination zu erkennen, die die Pflanze gegen alle vorhandenen und kommenden Rassen eines Parasiten widerstandsfähig macht.

Es kann nicht die Aufgabe sein, an dieser Stelle den gesamten Fragenkomplex der Resistenz zu erörtern. Jedoch erscheint es in Anbetracht der Tatsache, daß dieses Problem der Züchtungswissenschaft gerade in der Rebenzüchtung von so außerordentlicher Bedeutung ist und außerdem die Rebe sich wie kaum eine andere Pflanze zum Studium des Wesens der Resistenz eignet, von Wichtigkeit, einige Gesichtspunkte herauszustellen, die jetzt und in Zukunft nicht nur in der Rebenzüchtung, sondern auch bei anderen Kulturpflanzen eingehende Beachtung verdienen. Vorweg sei bemerkt, daß die sogen. Scheinresistenz durch Jahreszeitliche oder räumliche Trennung des Wirtes vom Parasiten nicht berücksichtigt werden soll. Ebenso sollte der Ausdruck „Immunität“ solange nicht in der Rebenzüchtung angewandt werden, als ihre Feststellung in der pflanzlichen Pathologie insbesondere in der Gattung *Vitis* nicht gemacht worden ist. Man sollte nur dann von Immunität sprechen, wenn im Fall des Eindringens eines Parasiten oder seiner Toxine (z. B. Reblaus-Aphidinin) im Wirtsgewebe Abwehr-

stoffe gebildet werden, die sich über den ganzen Organismus verteilen und nicht nur die Widerstandsfähigkeit im Verlauf der ersten Infektion erhöhen, sondern den Wirt auch gegen weitere Erkrankungen wenigstens eine Zeit lang „immun“ machen. Zur Erreichung der Immunität ist zweierlei erforderlich, nämlich 1. die erbliche Disposition für die Immunreaktion und 2. der auslösende Außenreiz, der durch den Parasiten ausgeübt wird. Eine derartige Widerstandsfähigkeit darf keinesfalls als eine „erwor-

befähigt werden, dem Parasiten bei optimalen Infektionsbedingungen erfolgreich Widerstand entgegenzusetzen. Diese Eigenschaft kann auf einem oder mehreren Merkmalen beruhen, von denen schon jedes für sich oder erst in Verbindung mit den anderen wirksam wird. Je nachdem, ob physiologische oder morphologisch-anatomische Faktoren die Resistenz charakterisieren, spricht man von a) physiologischer und b) morphologisch-anatomischer Resistenz. In den letzten zwei Jahrzehnten haben sich viele Autoren unter Vernachlässigung der morphologisch-anatomischen Resistenz der Analyse des Faktorenkomplexes zugewandt, der die physiologische Widerstandsfähigkeit charakterisiert. Der Endeffekt der zahlreichen und gewissenhaft durchgeföhrten Untersuchungen ist die wenig erfreuliche Feststellung, daß es niemals möglich sein wird, krankheitsresistente Formen zu erhalten, die den Anforderungen der Praxis entsprechen. Denn mit der Aufspaltung einer Kulturpflanze bezüglich ihrer Resistenzgene und deren Kombination in F_2 -Populationen läuft eine entsprechende Aufspaltung und Neukombination des pilzlichen und tierischen Schädlings parallel, so daß gleichsam jede biologische Rasse einer Pflanzenart ihre spezielle Parasitenform in der Schädlings-Population vertreten hat bzw. früher oder später erhalten wird. Denn man muß ja bedenken, daß z. B. die potentielle Variabilität einer Pilzpopulation sich ebenso wie die der Wirtspflanze außer durch Kombination von vorhandenen Erbanlagen auch durch plötzliche erbliche Abänderungen von Erbfaktoren erheblich erweitert. Jede Mutation schafft nämlich in generativer Vermehrung neue Kombinationen und verdoppelt bei geschlechtlicher Fortpflanzung die individuelle Variabilität. Im allgemeinen vermehrt sich ein Parasit — ich erinnere nur an *Plasmopara viticola* und *Phylloxera vastatrix* — nicht nur schneller als seine Wirtspflanze, sondern er hat zwischen zwei generativen Vermehrungsphasen eine Reihe vegetativer bzw. parthenogenetischer Fortpflanzungsvorgänge eingeschaltet, wodurch eine einmal aufgetretene Mutation in gleicher Faktorenkombination nicht nur erhalten, sondern sogar vermehrt wird. Welche zahlenmäßige Vermehrung eine Mutation von *Pseudopeziza tracheiphila* z. B. bei vegetativer Vermehrung erfährt, hängt lediglich vom Zeitpunkt des Auftretens der Mutante ab. Durch die geschlechtliche Vermehrung hat eine jede dieser neuen Erbanlagen die Möglichkeit zu unzähligen Neukombinationen.

Die Variabilität der Parasiten bezieht sich wie bei den Kulturpflanzen auf morphologische und

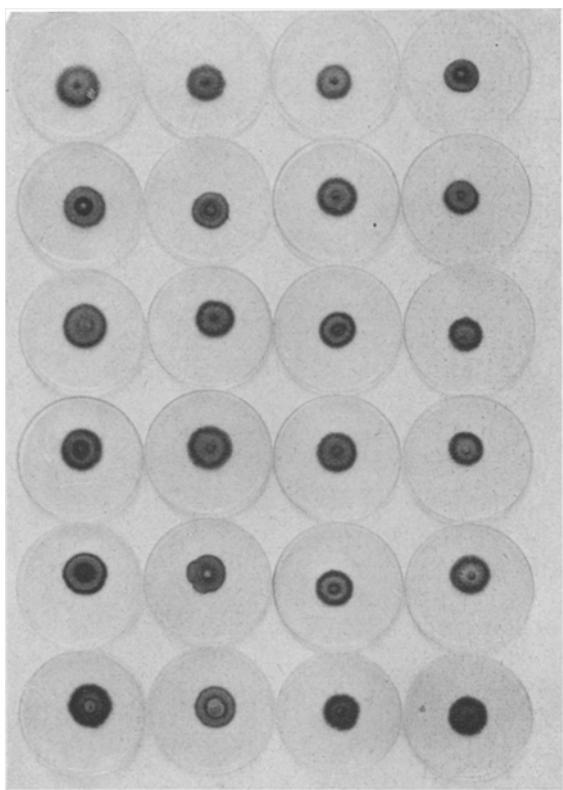


Abb. 1. Einsporenkulturen des Apfelschorfpilzes (*Venturia inaequalis*). Morphologisch verschiedene Ausbildung gleich alter Kulturen auf dem gleichen Nährboden. Nach Schmidt (1940).

bene“ und „nicht erbliche“ bezeichnet werden. Abgesehen davon, daß diese Art der Immunisierung bisher in der Phytopathologie noch nicht sicher nachgewiesen ist, sei es gestattet, an dieser Stelle zu betonen, daß ja nicht die Eigenschaft als solche vererbt wird sondern nur die Fähigkeit, unter gewissen Außenbedingungen in einer bestimmten Weise zu reagieren, was gerade in der Resistenzzüchtung gut ist, sich immer wieder ins Gedächtnis zu rufen.

Bei der pflanzlichen Resistenz handelt es sich um eine Eigenschaft, durch die die Pflanzen oder ihre Organe unter normalen Lebensverhältnissen

physiologische Verschiedenheiten. Bei *Venturia inaequalis* sind eine ganze Reihe von Morphotypen (19) bekannt geworden, die sich wie die von *Pseudopeziza tracheiphila* durch Unterschiede in der Mycelausbildung oder Wuchsform auszeichnen (Abb. 1 u. 2). Aber nicht nur durch Fak-

ten, ebenso zahlreich, ja wohl noch zahlreicher, weil es sich um mehrere oft unkontrollierbare Merkmale handelt, ist das Auftreten physiologischer Varianten der Parasiten. Soweit es sich um solche physiologischen Merkmale handelt, die die Virulenz bzw. Aggressivität kennzeichnen,

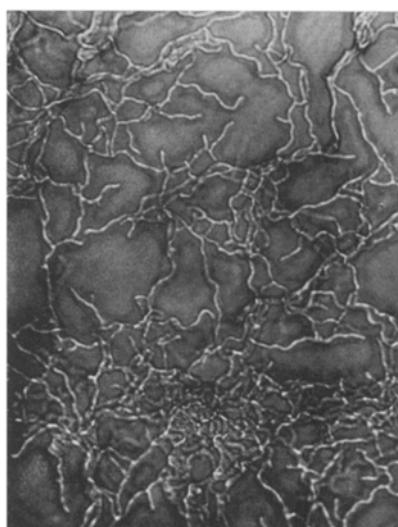
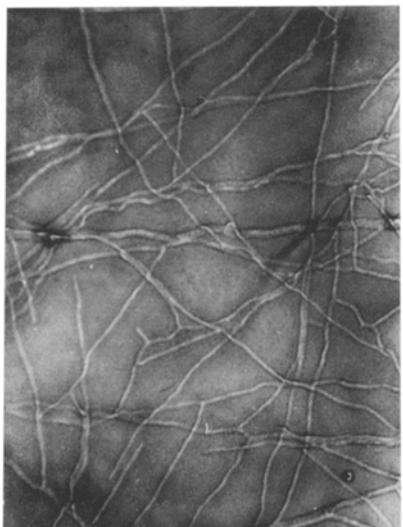
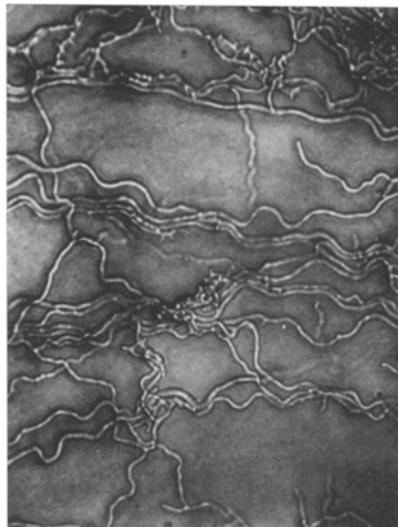
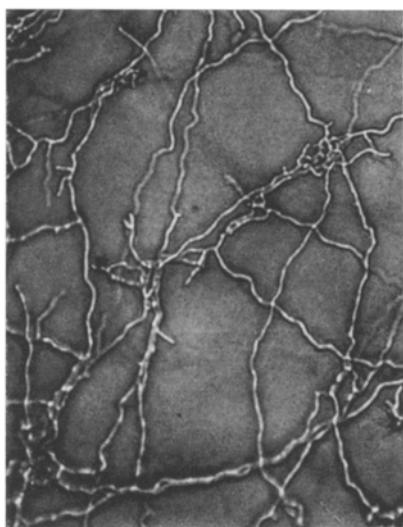


Abb. 2. Morphotypen des Roten Brenners *Pseudopeziza tracheiphila*. Verschiedenartige Ausbildung des Myzels auf gleichem Nährboden.

torenspaltung und Kombination entstehen Morphotypen, sondern ebensogut auch durch generative wie somatische Mutationen, wie die nächste Darstellung zeigt. Es handelt sich um eine Ein-sporkultur von *Ustilago zaeae* (Abb. 3). So wie die Pilze in Struktur und Wuchsform wechseln kön-

können Varianten in sogen. Zuchtsortimenten getrennt weiterkultiviert werden. Dazu benutzt man genotypisch verschiedene Sorten ein und derselben Kulturpflanze, von denen jede den besten Wirt (Testpflanze) für eine physiologische Rasse darstellt.

Daß bei dieser Sachlage der physiologischen Aufspaltung die Resistenzzüchtung auf manche Schwierigkeiten stößt und manche Mißerfolge zu verzeichnen hat, ist theoretisch eigentlich zu

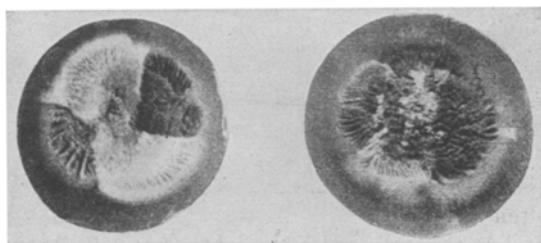


Abb. 3. Durch Mutation hervorgerufene Sektorenbildung in Einspor-kulturen von *Ustilago zeae* (Nach Christensen 1932).

erwarten gewesen. Es sei gestattet, im folgenden an Hand einiger Darstellungen diese Verhältnisse auseinanderzusetzen. Durch Kreuzung einer anfälligen Kultursorte mit einer widerstandsfähigen Form versuchte man in der F_2 sowie in der Rückkreuzung Resistenz mit Qualität zu vereinigen. Die Auslese auf Widerstandsfähigkeit in der F_2 geschieht im allgemeinen mit dem vorhandenen Infektionsmaterial, das nicht immer die gesamte genotypische Variationsbreite des betreffenden Parasiten darstellt, weil die gesamte parasitische Variation im allgemeinen nicht in einer Gegend noch in einer Zuchtstation vertreten ist. Sofern man mit homozygotem Infektionsmaterial, wie es gewisse physiologische Rassen sind, arbeitet, ist die Kombinationszüchtung zur Resistenz gegen mehrere der vorhandenen Rassen des Schädlings leicht. Z. B.: eine Kartoffelsorte ist gegen die physiologischen Rassen 1—4 der *Phytophthora infestans* resistent; für die Rassen 5—8 aber anfällig. Eine zweite dagegen verhält sich genau umgekehrt, also widerstandsfähig gegen die Rassen 5—8, aber anfällig für die Rassen 1—4. Nunmehr werden die sich so verhaltenden Kartoffelsorten miteinander gekreuzt, mit dem Ergebnis, daß in einer genügend großen F_2 -Nachkommenschaft Formen auftreten, die gegen alle 8 physiologischen Rassen resistent sind. Leider stellen aber die 8 physiologischen Rassen nicht die potentielle Pilzpopulation dar, noch machen sie, wie bereits gesagt wurde, von plötzlichen mutativen Abänderungen eine Ausnahme. Die Folge davon ist, daß im Falle des Auftretens eines weiteren, in diesem Beispiel neunten Biotyps des Parasiten keine widerstandsfähigen Formen mehr vorhanden sind. Wir ersehen daraus, daß man bei dieser Art der Resistenzzüchtung auf physiologischer Grundlage eine Selektion in der Parasitenpopu-

lation durchführt. Es gelangen letzten Endes nämlich immer nur solche Parasitenrassen bevorzugt zur Vermehrung, die gerade auf denjenigen Wirtsformen zu parasitieren imstande sind, welche von den Rassen nicht befallen werden können, gegen die die Resistenzzüchtung zunächst gerichtet war. Morphologisch brauchen sich die festgestellten physiologischen Rassen nicht zu unterscheiden. Ihre Unterscheidungsmerkmale sind physiologischer Natur, weshalb sie auch als „physiologische Rassen“ in die Züchtersprache Eingang gefunden haben. Nach diesen Entdeckungen der physiologischen Unterscheidbarkeit setzte eine ungeheure Kleinarbeit ein, in der jeder Forscher, der sich mit diesen speziellen Fragen beschäftigte, sein Augenmerk auf die Selektion einer neuen Parasitenrasse richtete. Man lief vielfach, auch in der Rebenzüchtung, dabei Gefahr, das eigentliche Zuchziel, das in einer harmonischen Verbindung von Qualität, Quantität und Resistenz bestand, aus dem Auge zu verlieren. Freilich hat die Lösung der Fragen der physiologischen Spezialisierung pflanzlicher und tierischer Schädlinge für die allgemeine Resistenzzüchtung wesentliche Ergebnisse gebracht, andererseits kann sie sich des Vorwurfs nicht entledigen, den Praktiker dahingehend beeinflußt zu haben, daß er heute den Erfolgen der Resistenzzüchtung mit einer gewissen Skepsis gegenübersteht.

Vom Schwarzrost des Weizens und der Gerste, *Pucc. graminis tritici*, kennen wir heute mehr als 150 im vorhandenen Standardsortiment unterscheidbare physiologische Rassen, von *Pucc. graminis secalis* 15, von *Pucc. gr. avenae* 10 (9a), womit nicht ihre potentielle Variabilität erschöpfend gekennzeichnet ist. Sicher läßt sich bei entsprechender intensiver Forschungsarbeit die Zahl der physiologischen Varianten beliebig vermehren. Von der *Phylloxera* sind nach BÖRNER zwei Arten, *vastatrix* und *vitifolia*, bekannt. Während eigentümlicherweise von *vastatrix* nur eine physiologische Rasse bisher entdeckt wurde, existieren bei *vitifolia* heute 7 im Testsortiment erkennbare Varianten. Eine weitere ist nach BÖRNER aus der Kreuzung von *vitifolia* \times *vastatrix* hervorgegangen. Die Weiterverfolgung der physiologischen Spezialisierung der Parasiten ist zweifellos interessant; für die Züchtung gewährleisten diese Arbeiten aber keine schnellen und sicheren Erfolge, wenigstens solange nicht, als der Züchtforscher nicht sein Hauptaugenmerk dem Zuchtobjekt zuwendet, indem er versucht, all die Merkmale zu analysieren, die die Widerstandsfähigkeit ausmachen. Ansätze zu derartigen Untersuchungen sind auch wieder-

holt an verschiedenen Objekten gemacht worden. Immerhin haben sie die für die Resistenzzüchtung bedeutsamen Vermutungen wahrscheinlich machen können, daß solche Faktoren für die physiologische Resistenz mitverantwortlich zu machen sind, die auch irgendwie im Merkmalskomplex der Qualität oder Quantität verankert sind. Das gilt namentlich für die physiologische Resistenz gegen solche Schädlinge, die an Früchten parasitieren. Speziell in der Rebenpathologie sind von MÜLLER-THURGAU, WILL und anderen Forschern Mitteilungen dahingehend gemacht worden, daß Sorten mit geringerem Zuckergehalt widerstandsfähiger sind gegen *Plasmopara viticola*, *Pseudopeziza tracheiphila*, *Botrytis cinerea*, *Guignardia Bidwellii* usw. In Ergänzung zu diesen Literaturangaben hat H. SCHEU (17) an einer großen F_2 -Population der Kreuzung *Vitis vinifera* Gamay \times *V. riparia*, deren F_1 -Elter Oberlin 595 war, zeigen können, daß starker Grasgeschmack und starke unangenehme Säuren Resistenzmerkmale darstellen können. Daß auch Charaktere, die mit der Geschlechtsausbildung in Beziehung stehen, den physiologischen Resistenzkomplex gegen *Plasmopara* realisieren, hat H. SCHEU (18) wahrscheinlich machen können. Demnach sind Männchen und Zwölfer plasmopararesistenter als weibliche Stöcke. Daraus erhellt, daß auch andere als qualitätsmindernde physiologische Faktoren die Resistenz gegen den Falschen Mehltau, *Plasmopara viticola*, charakterisieren können.

Welche physiologischen Eigenschaften der Rebe an der Resistenz gegen die physiologischen Rassen der Reblaus beteiligt sind, wissen wir heute leider noch nicht. Erst seit einigen Jahren sind Anstrengungen gemacht worden, die das Wesen der physiologischen Reblausresistenz klären möchten. So berichten JAHNKE wie BREIDER übereinstimmend, daß die Wasserstoffionenkonzentration der Blätter einen Teil der Blattresistenzfaktoren charakterisiert, indem Formen mit einem durchschnittlichen pH-Wert von 3,4 resistenter sind als solche, deren pH-Wert etwa bei 4,1 liegt. BÖRNER (5) machte darüber Mitteilung, daß wurzelresistente Reben sich durch starke Gerbsäureschichten auszeichnen.

Wie dem aber auch letzten Endes sein möge, Tatsache bleibt leider, daß diese Art von Merkmalen den jeweiligen Umweltverhältnissen stark unterworfen sind. Schließlich besteht noch die Möglichkeit, daß physiologische Resistenz gegen einen Schädling mit Anfälligkeit für einen anderen korreliert sein kann.

Resistenzzüchtung auf physiologischer Grundlage allein ist abzulehnen, insbesondere weil

stets mit dem Auftreten neuer virulenter Typen gerechnet werden muß, für die die vorhandenen oder die gezüchteten resistenten Formen anfällig sind.

Für die Rebenzüchtung speziell, aber auch zweifellos für die Resistenzzüchtung im allgemeinen, ergibt sich daraus die Folgerung, daß nach anderen Wegen gesucht werden muß, um die Erfolge der Züchtung auf Widerstandsfähigkeit gegen Parasiten zu sichern. Der allein sichere Weg wäre der, auf dem es gelingen würde, die Biotypen in ihrem unterschiedlichen Verhalten dem Wirt gegenüber auszuschalten, d. h. es müssen vor allem solche Merkmale in die Betrachtung gezogen werden, die schon allein oder in Verbindung mit anderen Charakteren eine Widerstandsfähigkeit schaffen, die gegen alle physiologischen Rassen sich gleich verhält. Die Natur ist auch in dieser Arbeit der beste Lehrmeister. Es gibt eine Anzahl von Pflanzenschädlingen, bei denen Aggressivität und Virulenz kein Strauch und kein Baum mehr vorhanden sein dürfte, wenn die Natur ihre Selektion auf Resistenz lediglich auf physiologischer und somit biotypischer Grundlage durchgeführt hätte. In letzter Zeit mehren sich bereits die Stimmen, die Resistenzzüchtung auch auf anderer als nur auf biotypischer Grundlage verlangen.

HONECKER (9a) sagt u. a.: „Wenn bei stark spezialisierten Erregern, deren einzelne Rassen jahrgangs- und gebietsweise mehr oder weniger regellos auftreten, auf Grund der vorausgegangenen Erwägungen eine Resistenzzüchtung auf biotypischer Grundlage durch Kombination der im Keimpflanzenstadium im Gewächshaus auf einzelne Varietäten zerstreuten Resistenzgene deshalb geradezu als eine Danaidenarbeit zu betrachten ist, so sind damit die Möglichkeiten der züchterischen Bekämpfung solcher Pilzkrankheiten des Getreides jedoch nicht erschöpft“. So haben amerikanische Forscher feststellen können, daß gewisse Weizensorten im Keimlingsstadium im Gewächshaus gegen Schwarzrost oder Braunrost hochanfällig sind, in späteren Entwicklungsstadien dagegen gesteigerte Resistenz erkennen lassen, die sich einheitlich gegen sämtliche physiologische Rassen des Pilzes erweist. Hinzu kommt noch, daß diese Altersresistenz, z. B. beim Weizen, monofaktoriell vererbt wird, was die Zuchtarbeit relativ einfach macht. Wenn man berücksichtigt, daß es beim Schwarzrost, von seltenen Ausnahmen abgesehen, meist erst gegen Ende Juli zu verheerenden Krankheitsausbrüchen kommt, also zu einer Zeit, da der Weizen bereits in der Reife steht und die Altersresistenz sich manifestieren konnte, so muß

man zugeben, daß eine derartige Widerstandsfähigkeit unsren praktischen Erfordernissen genügt. Es soll dabei aber nicht verhehlt werden, daß durch gewisse Umweltfaktoren in manchen Jahren diese Art der Widerstandsfähigkeit, die Altersresistenz, genau wie jede andere Art der Resistenz aufgehoben sein kann, so daß dann eine Epidemie von verheerender Wirkung die Folge ist. Dies ist wohl in erster Linie darauf zurückzuführen, daß die Mehrzahl unserer Kultursorten, speziell die der Weinrebe, auf Umweltverschiedenheiten derartig rasch reagieren, daß sie also in der Manifestation gewisser Eigenschaften von der Umwelt weitgehend abhängig sind. Diesem Übel könnte dadurch abgeholfen werden, daß Sorten gezüchtet würden, die in der Ausprägung ihrer Widerstandsfähigkeit weitgehend umweltstabil sind, d. h., daß die Resistenz sich aus einer Reihe verschiedener Merkmale zusammensetzt.

Man könnte eine ganze Reihe solcher Fälle von Alters- oder Stadienresistenz bei Hafer, Gerste, Kartoffel usw. aufzählen. Hier sollen in erster Linie die der Rebe geschildert werden.

Bekanntlich sind die amerikanischen *Vitis*-Wildarten dank einer in der Natur stattgehabten Auslese dem Falschen Mehltau, *Plasmopara viticola*, gegenüber weitgehend resistent. Die Kultur-Spezies *V. vinifera* hat diese Selektion in den vorhandenen Sorten in der Natur nicht erfahren; sie ist einseitig auf Ertrag ausgelesen und physiologisch hochanfällig. In interspezifischen Kreuzungsnachkommenschaften lassen sich bereits im 1. und 2. Laubblattstadium resistente Formen mit Hilfe künstlicher Plasmodparainfektion selektionieren, und zwar dank der vom amerikanischen Großelter ererbten Resistenz. Allerdings kommen von diesen resistenten Typen sehr wenige dem idealen Kombinationsziel nah, so daß es vorteilhaft erschien, auch einen anderen Zuchtweg einzuschlagen. Zu diesem Zwecke war es notwendig, auch die Erbmasse der *Vinifera*-Sorten hinsichtlich solcher Gene zu analysieren, die in bestimmter Kombination als Resistenzanlagen eine Rolle spielen könnten (16). Die Selbstungs-Aufspaltung der Kultursorten und ihrer intraspezifischen Kreuzungsformen ergab, daß *Vinifera*-Sämlinge dann vollkommen ausgerottet werden, wenn die künstliche Infektion mit *Plasmopara viticola* im 1. oder 2. Laubblattstadium der Sämlinge vorgenommen wurde. Eine Verzögerung des Zeitpunktes der Infektion jedoch erbrachte überraschenderweise das Resultat, daß bei einer Infektion im 5. oder 6. Laubblattstadium eine ganze Reihe reinartiger *Vinifera*-Nachkommen sich als *plasmopara*-resistente

Formen, selbst unter Gewächshausbedingungen, offenbarten. Natürlich ist die Zahl *plasmopara*-resistenter *Vinifera*-Formen im Vergleich zu dem untersuchten Material relativ gering, so daß es uns nicht wundern darf, wenn unter etwa 20 Millionen Sämlingen nur 300—400 *plasmopara*-widerstandsfähige Typen gefunden werden konnten.

Wenn unter dieser kleinen Anzahl resistenter Formen auch noch nicht eine vorhanden zu sein braucht, die den weinbaulichen Erfordernissen entspricht, so darf die Bedeutung dieses Zuchtweges doch nicht unterschätzt werden, weil wir nicht nur damit unerwünschte qualitätsmindernde Eigenschaften amerikanischer Wildarten ausschalten, sondern weil wir darüber hinaus Formen erhalten werden, die unseren schwierigen Weinbergs-Böden besser angepaßt sind. Das Wesentlichste an dieser Feststellung scheint jedoch die Tatsache zu sein, daß unsere Kulturrebe überhaupt über Erbanlagen verfügt, die Resistenz gegen einen erst seit 80 Jahren in Europa eingeführten Rebenschädling bedingen. Bemerkenswert ist ferner, und das trifft nach den Müncheberger Untersuchungen für sämtliche *Vitis*-Sämlings-Populationen zu, daß die Resistenz der Sämlinge erst von einem bestimmten Entwicklungsstadium ab vorhanden ist, so daß wir mit Recht diese Art der Widerstandsfähigkeit als „Stadienresistenz“ betrachten dürfen, deren Ursachen ebenso gut im Erbgut verankert liegen wie Gene irgendeines anderen Merkmals. Diese Stadienresistenz bleibt auch im Freiland erhalten. Man kann den Beginn der Stadienresistenz auch früher legen, und zwar dadurch, daß man *Vinifera*-Sorten mit F_1 - oder F_2 -Bastarden kreuzt, die Erbgut amerikanischer Arten enthalten. In solchen Rückkreuzungspopulationen ist der Zeitpunkt einer erfolgreichen *Plasmopara*-Selektion bereits in das Stadium des 3. und 4. Laubblattes verlagert, woraus hervorgeht, daß Amerikanerreben über Gene verfügen müssen, die die Zeitfaktoren der Stadienresistenz günstig beeinflussen. In einer *Vinifera* \times *Riparia*- F_2 -Population sind demnach sowohl rein physiologisch widerstandsfähige wie solche Individuen zu finden, deren *Plasmopara*-Resistenz sich erst auf einem bestimmten Entwicklungsstadium zeigt. Dazwischen gibt es natürlich alle möglichen Übergangskombinationen von physiologisch-morphologisch-anatomischer Widerstandsfähigkeit. Es bleibt dem Geschick des Züchters vorbehalten, zwischen diesen Formen die geeigneten auszuwählen.

Im Effekt der Stadienresistenz ähnlich, genetisch aber von dieser grundsätzlich verschieden, ist die „Feldresistenz“, also jene Widerstands-

fähigkeit, die die Kulturpflanzen erst im Freiland erlangen. Für die Züchtung ist diese von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Auch dies soll an Reben erläutert werden. Es ist eine der auffallendsten und überraschendsten Feststellungen gewesen, daß die Kulturreben von *Vitis vinifera*

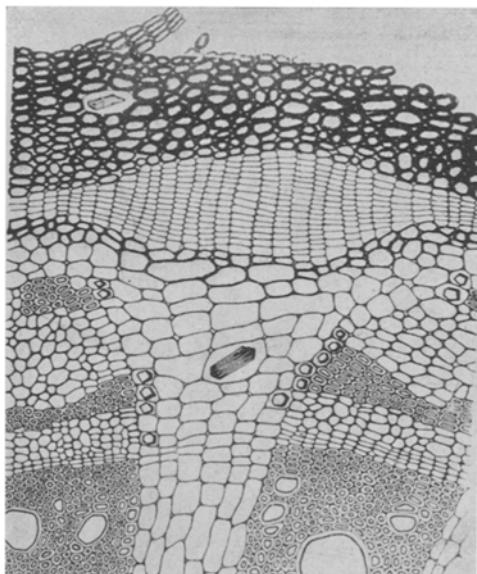


Abb. 4. Verdickung der Korkschicht über dem Markstrahl einer Rebwurzel, ein Charakteristikum für bestimmte, gegen Reblaus widerstandsfähige Formen. Nach Abessadze, Makarevskaja u. Zchakaja (1930).

im Freiland von der Blattreblaus nicht befallen, obgleich sie infolge ihrer Wurzel-Empfänglichkeit sehr leicht durch die Wurzelform der *Phylloxera* vernichtet werden. Bringt man aber *Vinifera*-Sorten ins Gewächshaus, so sind sie nach BREIDER (7) binnen kurzem ähnlich blattvergallt wie bestimmte F_1 -Bastarde aus der Kreuzung *Vinifera* \times *Riparia* oder *Vinifera* \times *Rupestris* sowie deren amerikanische Eltern im Freiland. BREIDER (7) sowie GOLLMICK und SCHILDER (8) berichten hierüber Einzelheiten.

Wenn sich die Kulturrebe auch hinsichtlich ihrer Wurzelanfälligkeit feldresistent verhalten würde, würde das Reblausproblem keine Beachtung gefunden haben. Das ist nun leider nicht so. *Vitis vinifera* ist in ihren vorhandenen Sorten hoch reblauswurzelanfällig. Analysiert man aber das Erbgut, indem man eine große generative Nachkommenschaft herstellt, so erhält man alle Übergänge von Resistenzgraden gegen die Wurzelreblaus. In Müncheberg konnten bisher wenigstens gegen *Phylloxera vastatrix* einige widerstandsfähige *Vinifera*-Nachkommen als kleiner Hundertsatz sehr großer Sämlingspopulationen erhalten werden. Welche Merkmale

für diese Art der Resistenz verantwortlich sind, ist noch unbekannt. MILLARDET (13), VIALA (20) sowie RAVAZ und BONNET (14), nach ihnen ABESSADZE, MAKAREVSKAJA, ZCHAKAJA (1) und neuerdings BÖRNER (5) berichten über interessante wurzelspezifische Abwehrreaktionen bei der Rebe. Im allgemeinen kommt es nach dem Reblausstich zur Bildung von Nodositäten, an denen das gesamte Wurzelgewebe teilnimmt. Schließlich folgt der Absterbeprozeß. Einige Reben nur vermögen durch eine sekundäre Korkbildung der schädigenden Wirkung des Reblauspeichels Einhalt zu gebieten (Abb. 4). Freilich besitzen diese Fähigkeit nicht alle Rebsorten. Jedoch gibt es zwischen dem Fehlen dieser Reaktionsfähigkeit und ihrem Vorhandensein alle Übergänge. Aus Abb. 5 geht das klar hervor. Diese Reaktion ist evtl. nicht gegen alle Biotypen die gleiche und wird außerdem in der Geschwindigkeit ihres Ablaufs von Umweltfaktoren abhängig sein. Deswegen muß danach getrachtet werden,

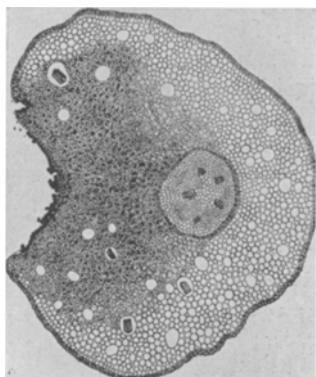
1. weitere Merkmale aufzudecken, die gegen alle Biotypen einheitliches Verhalten aufweisen und
2. Reben nur in solche Böden zu bringen, für die sie auf Grund ihrer Veranlagung geeignet sind.

Übrigens finden sich auch in anderen Disziplinen der Resistenzzüchtung ganz ähnliche Mitteilungen. Ein Beispiel aus der Getreidezüchtung zeigt, daß die Rostpilze sich lediglich im Parenchym ausbreiten können. Das Sklerenchymgewebe können sie nicht durchdringen. Die relative Menge des Holzgewebes und die Anordnung dieser Gewebe bestimmen dementsprechend den Ausbreitungsgrad der Parasiten. Diese Tatsache hat für die Resistenz des Getreidehalms gegen Schwarzrost wesentliche Bedeutung, namentlich für solche Sorten, bei denen ein Sklerenchymring den Halm umgibt (Abb. 6). In der Darstellung finden sich drei Stufen der Resistenz bzw. Anfälligkeit gegen den Schwarzrost bei Weizen, die allein auf der Stärke der Sklerenchymschicht beruhen. Nach HURSH (15) finden sich stärkste Rostentwicklung bei der Sorte Marquis, wo die Infektionsstellen nicht von Kollenchym eingeschlossen werden wie bei der Sorte Hope oder der Sorte Acme, die den Pilz vollkommen eingekapselt haben.

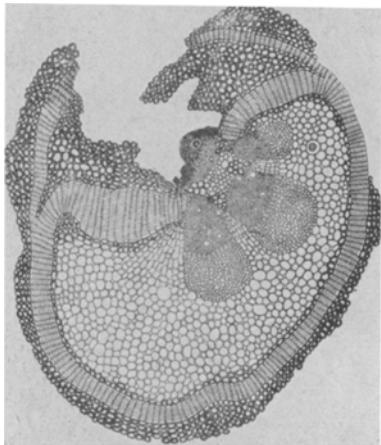
Auch in der *Plasmopara*-Resistenzzüchtung finden wir bei einigen Reben ein ähnliches Verhalten, indem nämlich die Rebe versucht, den durch die Stomata eingedrungenen Pilz dadurch einzukapseln, daß entweder die Nachbarzellen einer

Spaltöffnungszelle bei Berührung mit dem Pilz absterben, oder in einer weiteren Umgebung dieser Nekrosenbildungsprozeß vor sich geht, so daß alle Größenordnungen der Nekrose in einer Population vertreten sein können. Auf jeden Fall wird der Pilz am weiteren Eindringen gehemmt. Wenn das nicht abgestorbene Zentrum

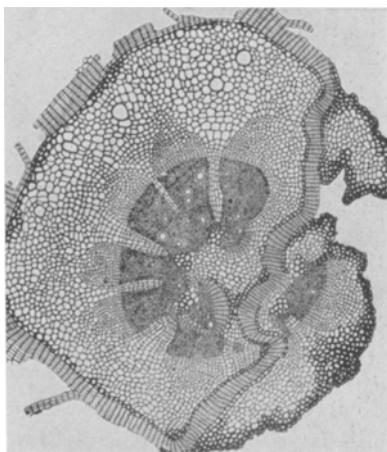
stand der Pflanzen im allgemeinen abhängig. Wenn man nämlich einen mit dem Resistenzgrad I (= sehr gut) beurteilten Sämling umtopft und ihn nach dem Umtopfen infiziert, reagiert er mit keiner Nekrosenbildung sondern



a)



b)



c)



d)

Abb. 5. Verschiedene Abstufung der Korkringbildung nach Anstich durch die Reblaus.

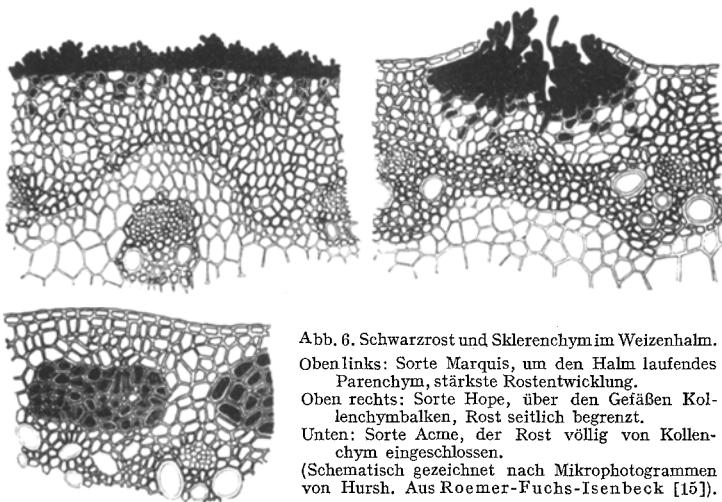
- a) Normale Nodositäten-Bildung ohne jegliche Tendenz zur Korkbildung.
- b) Trotz tiefer bis zum Mark reichender Reblausschädigung wird ein Korkring angelegt, der sich aber nicht mehr schließen kann.
- c) Ähnlich starke Reblausschädigung wie bei b; die Korksicht ist isoliert jedoch das gesunde Gewebe vom geschädigten völlig.
- d) Schädigung mit geringer Tiefenwirkung durch schnelle und vollkommen Korksichtisolierung. Nach Abessadze, Makarevskaja u. Zchakaja (1930).

eines Nekrosenringes, in dem der Pilz parasitiert, groß genug ist, kann es bisweilen noch zur Bildung von Konidien kommen. Allerdings handelt es sich in solchen Fällen meist um einen, und dazu noch kleinen schwach fruchtbaren Konidienträger. Diese Resistenzerscheinungen der Rebe gegen den Falschen Mehltau sind vom Zu-

fällt dem Pilz zum Opfer. Daraus ist wiederum die Bedeutung umweltstabiler Sorten ersichtlich. In der *Plasmopara*-Resistenzzüchtung konnten dank der bislang sehr streng durchgeföhrten Selektion mit einem Biotypen-Gemisch physiologische Rassen der *Plasmopara* keine Rolle spielen. Um diese Frage eingehend zu prüfen, wur-

den nicht nur mit in Müncheberg gezüchteten resistenten interspezifischen F_2 -Reben in Rumänien, Italien und der Türkei sondern auch mit den gleichen Rebenklonen unter Benutzung der

durch starke Behaarung der Triebspitze und der jüngeren Blätter auszeichnet. Wie BREIDER (7) nachgewiesen hat, ist diese Behaarung gleichzeitig ein weitgehender Schutz gegen die Reblaus. Während normalerweise die Infektion bei schwach behaarten Formen an der zarten Triebspitze beginnt und die Zahl frischer Infektionen mit dem Alter der Blätter abnimmt, verläuft der Reblausbefall bei den behaarten Formen genau umgekehrt. Wir finden hier relativ mehr frische Infektionsstellen bzw. junge Gallenbildungen auf den älteren Blättern. Ihre Zahl nimmt mit der Jugend der Blätter parallel der Zunahme der Behaarung stark ab (Abb. 7). Die Anzahl der Gallen je Blatt wird auf diese Weise



verschiedensten *Plasmopara*-Herkünfte aus den deutschen Weinbaugebieten in Müncheberg Infektionsversuche angestellt. Diese Reben haben sich bei all diesen Prüfungen über mehrere Jahre als vollkommen widerstandsfähig erwiesen, wie SCHERZ (16) mitteilen konnte.

Einen sicheren Schutz gegen parasitäre Organismen können gewisse mechanische Eigenschaften bieten. Wenn es gelingt, Merkmale zu vereinigen, die einen Befall unmöglich machen, wäre der Idealzustand der Resistenzzüchtung erreicht. Dann könnten so viel Biotypen auftreten wie nur eben möglich. Im genannten Sinne unanfällige Sorten blieben trotzdem verschont. Solche Merkmale setzen natürlich wiederum eine möglichst große Umweltunabhängigkeit ihrer Realisation oder Förderung ihrer Manifestation im günstigen Sinne voraus. So sind z. B. gewisse Sonnenblumensorten widerstandsfähig gegen die Sonnenblumenmotte. In der Samenschale dieser Sorten befindet sich zwischen Kork- und Sklerenchymschicht eine dunkelfarbige, aus kohlenstoffreichem Material aufgebaute Panzerung, die von der Mottenraupe nicht durchfressen werden kann. Die Anlage der Panzerschicht im Samen geschieht so früh, daß sie bereits vorhanden ist, wenn die Raupe schlüpft.

Auch die Rebe verfügt über analoge Charaktere. Es dürfte bekannt sein, daß der größte Teil unserer Kultursorten sich den meisten amerikanischen Reben und Artbastarden gegenüber

durch die erschwerte Infektionsmöglichkeit stark eingeschränkt.

Auch bei der Rebenwurzel gibt es nach der Literatur, wie oben erläutert, derartige me-

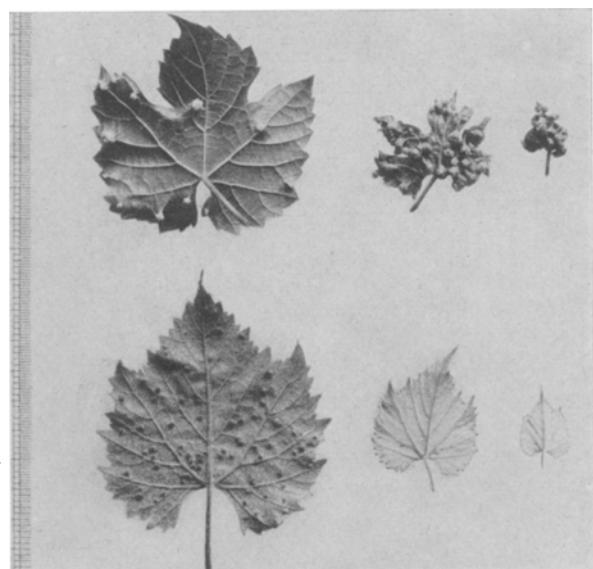


Abb. 7. Schutzwirkung intensiver Behaarung gegen Blattvergallung durch *Phylloxera*. Obere Reihe fast unbehaarte, untere Reihe stark behaarte Rebsorten, bei der im Gegensatz zu der Vergleichssorte die Neuminfektionen meist nicht an den jüngsten, sondern erst an den älteren Blättern stattfinden, bei denen die Behaarung bereits weitgehend infolge des Wachstums gelockert ist.

chanisch wirksame Eigenschaften; z. B. soll eine Verdickung der Korksicht über den

Markstrahlen einige resistente Formen charakterisieren (1).

Interessant in diesem Zusammenhange sind auch die Toleranzerscheinungen, die für die züchterische Bekämpfung der Parasiten ebenfalls eine wesentliche Bedeutung haben dürfen. BREIDER und HUSFELD (6) haben für die Reblaus, *Phylloxera vastatrix*, hochanfällige Klone einer interspezifischen *Vitis*- F_2 -Population auf den Schädigungsgrad untersucht, den sie unter dem Parasitismus dieser Aphide erleiden. Abgesehen davon, daß einige Klone mit zunehmendem Alter resistent gegen die Wurzelreblaus wurden, war die Schädigung bei allen Sorten mit gutem Befall keineswegs gleich. Es gab Sorten, die trotz starker Reblausbesiedlung gegenüber den Kontrollpflanzen keinen wesentlichen Schaden zeigten. Andererseits konnten aber auch Sorten festgestellt werden, die schon bei schwachem Réblausbefall stark geschädigt wurden. Daraus geht zunächst hervor, daß das Befallsbild keineswegs immer für den Schädigungsgrad ausschlaggebend ist. Es ist ferner ersichtlich, daß es Formen gibt, die, ohne nennenswerten Schaden zu erleiden, den Parasiten miternähren können.

Es dürfte nach diesen Ausführungen klar sein, welcher Weg in der Resistenzzüchtung den meisten Erfolg verspricht. Der morphologisch-anatomischen Resistenz sowie der Toleranz müßte in Zukunft zweifellos mehr Beachtung geschenkt werden, weil bei Begründung der Resistenz auf solchen Charakteren, die gegen alle physiologischen Rassen eine einheitliche Abwehrmauer darstellen, die Gefahr ausscheidet, daß evtl. neu auftretende Biotypen der Parasiten den bereits erreichten Zuchterfolg zunichte machen.

Literaturnachweis.

1. ABESSADZE, K. J., E. A. MAKAREVSKAJA, K. E. ZCHAKAJA: Über die verschiedenen Grade der Widerstandsfähigkeit gegen Reblaus allgemein verbreiteter georgischer Rebensorten, bedingt durch die Unterschiede in der anatomischen Struktur ihrer Wurzeln. Scientific Papers of the applied Sections of the Tiflis Botan. Garden. H. 7, 1930. — 2. BAUR, E.: Einige Aufgaben der Rebenzüchtung im Lichte der Vererbungswissenschaft. Beitr. Pflanzenzucht 5, 1922. — 3. BAUR, E.: Der heutige Stand der Rebenzüchtung in Deutschland. Züchter 5, 4, 1933. — 4. BÖRNER, C. und F. A. SCHILDER:

Beiträge zur Züchtung reblaus- und mehltaufester Reben. II. Das Verhalten der Blattreblaus zu den Reben des Naumburger Sortiments. Mittl. a. d. B. R. A. H. 49, 1934. — 5. BÖRNER, C.: Parasitäre Spezialisation und pflanzliche Immunität nach Untersuchungen über die Reblaus. VII. Int. Kongr. f. Entom. Berlin 1938. S. 2281—2290, 1939. — 6. BREIDER, H. und B. HUSFELD: Die Schädigung der Rebe durch die radicicole Form der Reblaus (*Phylloxera vastatrix*). Gartenbauwissenschaft 12, 1, 1938. — 7. BREIDER, H.: Morphologisch-anatomische Merkmale der Rebenblätter als Resistenz-eigenschaften gegen die Reblaus *Phylloxera vastatrix* Planch. Züchter 11, 8, 1939. — 8. GOLLMICK, F. und F. A. SCHILDER: Histologie und Morphologie der Rebenblätter in ihren Beziehungen zum Reblausbefall. Mittl. d. B. R. A. f. Land- u. Forstwirtschaft Nr. 65, 1941. — 9. HONECKER, L.: Über die physiologische Spezialisierung des Gerstenmehltaus als Grundlage für die Immunitätszüchtung. Züchter 10, 7, 1938. — 9a. HONECKER, L.: Der gegenwärtige Stand der Resistenzzüchtung und die Verwertbarkeit ihrer Ergebnisse für die praktische Züchtung. Schulungsbriefe d. Reichsverb. d. d. Pflzzbetr. Nr. 27 (1939). — 10. HUSFELD, B.: Über die Züchtung plasmoparawiderstandsfähiger Reben. Gartenbauwissenschaft 7, 1, 1932. — 11. HUSFELD, B.: Genetik und Rebenzüchtung. Agronomia Lusitana, 1939. — 12. HUSFELD, B.: Zur Züchtung krankheitswiderstandsfähiger Kulturpflanzen. Angewandte Botanik, XXV, 1 u. 2, 1943. (Dort noch weitere Literatur.) — 13. MILLARDET, A.: Histoire des principals variétés et espèces de vigne d'origine américaine qui résistent au Phylloxéra. Paris: G. Masson 1885. — 14. RAVAZ, L. und A. BONNET: Ann. de l'école nationale d'agric. de Montpellier. Nouv. Ser. 1, 28, 52, 1904. — 15. ROEMER-FUCHS-ISENBECK: Die Züchtung resisternter Rassen der Kulturpflanzen. Verlag Paul Parey, Berlin 1938. — 16. SCHERZ, W.: Zur Immunitätszüchtung gegen *Plasmopara viticola*. Züchter 10, H. 9/10, 1938. — 17. SCHEU, H.: Die Verschiebung des phänotypischen Bildes einer auf *Plasmopara viticola*-Widerstandsfähigkeit selektionierten ExA- F_2 -Population. Wein und Rebe 20, 1938. — 18. SCHEU, H.: Beobachtungen an F_2 -Populationen interspezifischer Rebencreuzungen. Züchter 11, 8, 1939. — 19. SCHMIDT, M.: *Ventura inaequalis* (Cooke) Aderhold. X. Zur Vererbung der morphologischen Merkmale auf künstlichem Substrat und der Aggressivität gegenüber bestimmten Wirten bei Ei-sporerherkünften des Apfelschorfpilzes. Gartenbauw. 15 (1940). — 20. VIALA, P.: Les maladies de la vigne, 1887. — 21. ZILLIG, H.: Die wirtschaftliche Bedeutung des Rebschutzes in Deutschland. Mittl. d. B. R. A. f. Land- u. Forstwirtschaft 62, 1941.