

die auf dem gleichen Wurzelsystem stockten, die sich aber, offenbar infolge somatischer Mutation, in ihrer genetischen Konstitution unterschieden. Die hier mitgeteilten Ergebnisse dürften deshalb unter zwei Gesichtspunkten ein gewisses Interesse beanspruchen:

1. In allen geprüften Fällen erwies sich, daß der Rückschlag von krauser zu glatter Form mit einer gleichartigen Veränderung der Öl zusammensetzung parallel geht. Man wird deshalb die Wirksamkeit pleiotroper Gene vermuten dürfen, welche sowohl die Blattform als auch die Art des in den Blättern abgelagerten ätherischen Öles bestimmen.

2. Die hier gefundenen Unterschiede der ätherischen Öle beziehen sich auf Sprosse, die einem gemeinsamen Rhizom und Wurzelsystem aufsaßen. Es läßt sich daraus der Schluß ziehen, daß die genannten Inhaltsstoffe zumindest ihre endgültige Prägung erst am Ort ihrer Ablagerung erfahren, und daß sie nicht

etwa in fertig vorgebildeter Form aus der Wurzel in das Sproßsystem einwandern. Die Verhältnisse liegen also hier anders als bei manchen Alkaloiden, über deren Bildung in der Wurzel durch die Untersuchung heteroplastischer Ppropfungen in jüngster Zeit wichtige Aufschlüsse erhalten werden konnten. (MOTHEs, 1952.) Freilich muß für unseren Fall zunächst dahingestellt bleiben, inwieweit etwa Vorstufen der fertigen Bestandteile der ätherischen Öle aus unterirdischen Organen in das Blatt einwandern.

(Mit Unterstützung d. deutsch. Forschungsgemeinschaft.)

#### Literatur.

1. GILDEMEISTER, E.: Die ätherischen Öle, Bd. III, p. 874ff., Miltitz 1931. — 2. GUENTHER, E.: The essential oils, Vol. III, p. 676ff., New York 1949. — 3. MOTHEs, K.: Chemische Physiologie der Pflanzenalkaloide. Angewandte Chemie 64, 254, 1952. — 4. THOMAS, H. K.: Ätherische Öle in KLEIN, G., Handb. d. Pflanzenanalyse 1932. — 5. TSCHIRCH, A.: Handbuch der Pharmakognosie, Bd. II 2, p. 1100ff., Leipzig 1917.

(MAX-PLANCK-Institut für Züchtungsforschung [ERWIN BAUER-Institut] Voldagsen).

## Der augenblickliche Stand und die Aussichten der Züchtung resistenter Sorten der Kartoffel.

Von WILHELM RUDORF, Voldagsen<sup>1</sup>.

### 1. Einleitung.

Keine andere Kulturpflanze besitzt ein so großes Anpassungsvermögen an verschiedene Klimate und Bodenverhältnisse wie die Kartoffel. Sie hat sich deshalb auch wie keine andere Nutzpflanze seit ihrer Einführung in Europa neue Anbaugebiete in allen Erdteilen erobern können. Zunächst dehnte sie sich von den gemäßigten Klimabezirken Europas vor allem nach Norden aus; auf der Halbinsel Kola bis zum 70° nördlicher Breite. Dann hat sie im Zuge der Einführung immer mehr Eingang auch in warme Bezirke Asiens, Afrikas, Nord- und Südamerikas, Australiens u. a. m. gefunden. Man sollte deshalb glauben, daß die Kartoffel frei von Krankheiten und Schädlingen sei. Merkwürdigerweise muß aber festgestellt werden, daß diese Annahme nicht zutrifft und daß die Kartoffel in besonders hohem Maße Krankheiten aller Art und vielen Schädlingen ausgesetzt ist. Nur infolge der Züchtung und der Schutzmaßnahmen des Menschen, die dank der Vertiefung der Forschungsarbeit immer mehr verbessert werden konnten, hat die Kartoffel ihren Siegeszug über die Erde antreten können.

In den letzten 75 Jahren sind die Erträge in Deutschland von etwa 100 dz/ha auf rund 200 dz/ha gesteigert worden. WOERMANN schätzt die Leistungssteigerung der Kartoffel unter Berücksichtigung der Zunahme des Flächenertrages und der Anbauflächen in den letzten 60 Jahren auf rund 350%. Das Mittel der im Deutschen Reich vor Ausbruch des Krieges erzeugten Kartoffelmenge betrug 50 Mill. t und mehr. Für die Bundesrepublik liegt der Durchschnitt bei rund 25 Mill. t mit einem Wert von etwa 3 Milliarden DM. Zum Vergleich sei angeführt, daß der Wert der Jahresförderung an Kohle in der Bundesrepublik etwa 4 Milliarden DM beträgt. Es handelt sich also um beachtliche volkswirtschaftliche Werte.

<sup>1</sup> Diese Arbeit ist Herrn Prof. Dr. HAHN, dem Präsidenten der Max-Planck-Gesellschaft, zu seinem 75. Geburtstag am 8. März gewidmet.

Diese Leistungen der Kartoffel sind aber dauernd durch Krankheiten und Schädlinge in Frage gestellt. Der Befall mit Krautfäule vermag den Ertrag in Abhängigkeit von Befallstermin und Reife der anfälligen Sorten, sowie von den Witterungsbedingungen um 5–50% zu senken. Der geldliche Aufwand für die Bekämpfung mit Spritzmitteln kann auf 40–60 DM je ha geschätzt werden. In zahlreichen Versuchen und im praktischen Anbau ist nachgewiesen worden, daß durch Virusbefall je nach Grad der Verseuchung des Pflanzgutes und in Abhängigkeit von Sortenverhalten und dem hauptsächlich beteiligten Virus Ertragsausfälle bis zu 50% auftreten. Falls also die Möglichkeit besteht, durch Forschung und Züchtung resistente Sorten zu schaffen, so handelt es sich um ein volkswirtschaftlich bedeutendes Anliegen. Der Wert der jährlich durch Krankheiten und Schädlinge bedingten Ertragsverluste und Qualitätsminderungen in Höhe von 10% – einer wohl nicht zu hoch gegriffenen Annahme – macht 300 Mill. DM aus. Die Züchtung resistenter Sorten bedeutet auch, daß die Aussichten für den Pflanzkartoffelexport erhöht werden können.

In dieser Arbeit soll über die Möglichkeit der Züchtung krautfäule- und virusresistenter Sorten berichtet werden<sup>1</sup>.

### 2. Die Züchtung resistenter Sorten.

#### a) Resistenz gegenüber Krautfäule (*Phytophthora infestans* DE BARY).

Bis vor kurzem konnten die Aussichten als sehr gut bezeichnet werden. In Deutschland waren resistente Sorten im Großanbau, welche auf der Basis der W-Rassen von K. O. MÜLLER (18) gezüchtet waren. Eine resistente Sorte aus unserer Arbeit war zugelassen, andere sollten folgen.

<sup>1</sup> Über die Grundlagen der Kartoffelzüchtung ist von RUDORF und ROSS berichtet worden (27).

1951 konnte dazu ein optimistischer Bericht von RUDORF und SCHAPER (26) gegeben werden. Im Vereinigten Königreich konnte BLACK über schöne Erfolge berichten und Beiträge zur Genetik der Resistenz liefern (4, 5, 6).

In USA. wurde eine ganze Reihe resisterter Sorten in die Praxis eingeführt, die z. T. auf W-Rassen von K. O. MÜLLER, z.T. auf eigene mit Hilfe von resistentem *S. demissum* hergestellte Hybriden zurückgeführt werden können (STEVENSON und AKELEY 32). Das Auftreten neuer Rassen des Pilzes, welche bisher resistente Neuzüchtungen befallen konnten, war schon 1932 (K. O. MÜLLER 17, SCHICK 29) und in den Folgejahren beobachtet worden (LEHMANN 14, RUDORF und SCHAPER 26, SCHAPER 28, BLACK u. a. 7). Besondere Aufmerksamkeit beanspruchen die Untersuchungen von PETERSON und MILLS (19 u. 21) an amerikanischen resistenten neuen Sorten und insbesondere ihre Arbeiten über die Genetik der Resistenz gegen einzelne Pilzrassen und die experimentelle Selektion neuer Rassen (MILLS und PETERSON 16). Sie hatten drei Gene für die Resistenz B, C und D in *S. demissum* × *S. tuberosum*-Hybriden festgestellt, welche jedes für sich monomer dominant Resistenz gegen eine bestimmte Rasse bedingten. Da die drei Gene acht verschiedene Kombinationen erlauben, glaubten die Autoren, daß den acht Genkombinationen in der Kartoffel auch acht verschiedene Rassen bei *Phytophthora infestans* entsprechen müßten. Durch Passage der allgemeinen Rasse A über alte Pflanzen mit dem Resistenzgen B wurde aus A die konstante Rasse B selektiert. Auf diese Weise wurden fünf von den erwarteten acht Rassen (eingeschlossen Rasse A) wiederholt gefunden. Die beiden fehlenden Rassen CD und BCD konnten aber nicht erhalten werden. Die Autoren schlossen daraus, daß die Gene C und D allelomorphe Faktoren seien, und sie hofften, daß die entsprechenden Rassen CD und BCD nicht auftreten würden.

Diese Erwartung wurde allerdings getäuscht, als NIEDERHAUSER und MILLS (20) von Juli bis September 1952 134 resisteute CD-Hybriden und andere, auf Resistenz ausgelesene Demissum-Hybriden, sowie eine Reihe von Wildarten in Mexiko im Toluca-Tal in etwa 2500 m Höhe mit optimalen Bedingungen für den Befall mit Krautfäule anbauten und dem heftigsten Spontanbefall überließen. Bis September blieb keine der 134 CD-Hybriden völlig befallsfrei. Der Grad der Anfälligkeit und der zeitliche Verlauf des Befalls variierten aber sehr stark.

Für die Genetik der *Phytophthora*-Resistenz ist besonders wichtig, daß einige der CD-Hybriden in hohem Maße resistent, wenn auch nicht befallsfrei blieben. Es ist also zweifellos nicht so, daß die Gene C und D allein das Resistenzverhalten bestimmen, sondern daß noch andere Gene im Spiel sind.

Aus anderen Beobachtungen an den Abhängen des Vulkans Popokatepetl geht hervor, daß in den autochthonen *S. demissum*-Beständen der Befall von Juli bis September immer stärker zunahm. Immerhin konnten einige Pflanzen ohne Befall im Freien festgestellt werden. Leider erwies sich später, daß ihre Klone nachkommen im Gewächshaus durch sehr aggressive Rassen, welche aus den Beständen am Popokatepetl isoliert waren, auch angegriffen wurden. Es ist somit sehr zweifelhaft, ob in *S. demissum* eine Vollresistenz gegen alle vorhandenen und sich neu bil-

denden *Phytophthora*-Rassen überhaupt vorkommt. Ermutigend ist nur, daß sich bei diesen Versuchen in Mexiko bei einzelnen *S. demissum*-Pflanzen und auf Resistenz gegen einzelne Rassen selektionierten Hybriden ein stark verzögter und geringer Befall gezeigt hat. Ob diese Art der Resistenz identisch ist mit der Inkubations-Resistenz (RUDORF u. SCHAPER 26, SCHAPER 28), müßte noch festgestellt werden. Unsere Erfahrungen seit dem Auftreten der Rasse B im Jahre 1949, als die Sorte Aquila und andere auf W-Rassen aufgebauten Hybridsorten befallen wurden, sind mit denen von NIEDERHAUSER und MILLS (19 u. 20) in völliger Übereinstimmung. Neue Rassen haben sich auf den Wildarten und Hybriden explosionsartig entwickelt. SCHAPER (28) hatte bis 1951 sechs und später weitere drei Rassen (A—J) identifiziert. In Wirklichkeit ist ihre Zahl sicher viel größer. Mit dem Auftreten neuer Rassen hat Jahr für Jahr eine ständig zunehmende Zahl von Hybriden, welche bis dahin auf Grund der Überempfindlichkeits-Reaktion vollresistant waren, diesen höchsten Resistenzgrad verloren und ist mehr oder weniger anfällig geworden.

Betrachten wir die Hybriden im einzelnen nach ihrer Abstammung von bestimmten Wildarten ohne Berücksichtigung der Zuchtsorten, welche zu ihrem Aufbau benutzt wurden, so ergibt sich folgendes Bild: Die größte Zahl der Hybriden ist auf *S. demissum* zurückzuführen, da in der Züchtung krautfäuleresistenter Kartoffelstämme zunächst von verschiedenen resistenten Formen des *S. demissum* ausgegangen wurde. Darüber wurde 1951 ausführlich berichtet (RUDORF und SCHAPER 26, Tab. 10, 16, 17, 18). Die Fortsetzung dieses Berichtes über das Verhalten der Demissum-Hybriden wird dadurch erleichtert, daß von der großen Zahl der 1951 gegen die Rassen A, B, C und im Zuchtgarten resistenten Klone nur wenige übrig geblieben sind. Nur mehrere  $F_1$ -Klone der Kreuzung Edelgard × *S. demissum* el Desierto R. 530 sind vollresistant gegen A—J und auch im Freiland ohne Befall geblieben (49.802/32, 40, 49.805/2). Das beweist, daß in ihnen Resistenzgene gegen die bis jetzt identifizierten Rassen A—J und auch gegen die noch nicht festgestellten neuen Rassen des Zuchtgartens vorhanden sind. Alle Hybriden aus mehreren Rückkreuzungen mit Sorten haben dagegen ausnahmslos ihre Vollresistenz verloren. Der erste Befall wurde immer zuerst an älteren Pflanzen beobachtet, und es traten zunächst auch immer nur ganz wenige Infektionsstellen auf. Von da ab wurde dann bei den meisten Klonen der Befall von Jahr zu Jahr stärker, und er stellte sich auch früher in der Entwicklung ein. Eine gewisse Anzahl der früher vollresistanten Klone hat sich anders verhalten. Sie haben nach Verlust ihrer Vollresistenz im Zuchtgarten einen hohen Resistenzgrad behalten, und der geringe, erst spät in der Entwicklung eingesetzende Befall erreichte nur die Grade 1, 2 oder 3. In künstlichen Infektionsversuchen erwiesen sich diese Klone als inkubationsresistant. Tab. I enthält drei Beispiele für das Verhalten solcher Klone.

Die von *S. antipovicii* (jetzt *S. stoloniferum* SCHLECHT.) abgeleiteten Bastarde (RUDORF und SCHAPER 26, Tab. 11) zeigen leider eine besondere Anfälligkeit gegen Blattrollvirus. Sie führte zur Ausmerzung vieler alter Klone. In bezug auf Krautfäule ist der Klon 46.151/4 bis 1953 vollresistant gegen die Rassengruppen A—J geblieben. Auch im Freiland

Tabelle 1. Verhalten inkubationsresistenter Zuchtklone.

Klon Nr.	Jahr	Verhalten		
		in künstlichen Infektionsversuchen	in Zuchtgärten	
			Scharnhorst	Schleswig-Holstein
43.140/1	1953	ink. res.	o, o	o, o, o, o, o
	52	" "	o, o, o, o, o	o, o, o, o, o, 2
	51	" "	o, o, o, o, o	o, o, o—1, 1, 1—2
43.808/34	1953	ink. res.	o, o	o, o, o, o, o
	52	" "	o, o, o, o, o	o, o, o, o, o, o
	51	nicht geprüft	o, o, o, o?	o, o, o, o, o—1
49.504/20	1953	sehr ink. res.	o, o	o, o—1, o—1, o—1, o—1
	52	" "	o, o, o, o,	o, o, o, o
	51	" "	o, o, o, o, o, o	o, o—1, 1, 1, 1—2
Anfällige Sorte	1953	anfällig	1—2, 2, 4, 4—5, 5	o, 1, 2, 3—4, 4, 5
	52	"	1, 3, 4—5, 5	4, 5
	51	"	1, 2—3, 3—4, 4, 5	1—2, 4, 5

o = befallsfrei; 5 = stärkster Befall. Die nebeneinander stehenden Bonituren wurden in Abständen von 8—14 Tagen durchgeführt.

wurde kein Befall festgestellt. Andere Klone waren nur bis 1952 vollresistent gegen A—J. Nach den letzten Untersuchungen zeigen solche Klone nicht mehr Vollresistenz, sondern z.T. Inkubations-Resistenz. Hier sind zu nennen 47.174/5, 47.176/94 (außer *S. antipoviczii* ist *S. andigenum* beteiligt), 49.767/7, /8, /9 und 49.770/2. Alle diese Hybriden haben sich bis 1953 im Freiland in Scharnhorst bei Hannover wie im nördlichen Schleswig-Holstein als sehr resistent gezeigt, obwohl sie den gelegentlich in den Zuchtgärten auf Wildrassen und Hybriden aufgetretenen neuen, noch nicht identifizierten Pilzrassen ausgesetzt waren. Wenn Befall im Freiland auftritt, dann erst spät nach Abschluß des Wachstums. Er erreicht beim Abreifen den Grad 1—2, selten 3, während anfällige Sorten viel früher befallen werden und den Grad 5 erreichen. Es ist bemerkenswert, daß mehrere von *S. antipoviczii* abgeleitete Hybriden außerdem gegen Virus Y extreme Resistenz (*r*<sub>1</sub>-Typ) und gegen A die Resistenztypen *r*<sub>1</sub> oder Überempfindlichkeit zeigen. In der Ertragsfähigkeit erreichen die Klone mit den Indexzahlen 47 und 49 (1947 und 1949 entstanden) die Leistung von Sorten.

Von den mit *S. salamanii* aufgebauten Hybriden (R. u. S. 26, Tab. 12) sind nur noch zwei (47.179/1 und /2) vorhanden. Sie besitzen keine Vollresistenz gegen A—J und zeigen im Freiland nur mittlere Resistenz. Trotz geringer Anfälligkeit gegen Blattrollvirus und die Mosaikviren spielen sie in der Resistenzzüchtung keine Rolle mehr.

Von den *S. polyadenium*-Hybriden (R. u. S. 26, Tab. 13) muß berichtet werden, daß nur der F<sub>1</sub>-Klon 49.751/1 noch vollkommen resistent gegen A—J und ohne Befall im Freiland geblieben ist.

Die sonst noch geführten F<sub>2</sub>- bzw. F<sub>3</sub>-Klone (46.228/7, /15, 48.88/19, 48.238/37, 49.756/130, /149, /153) zeichnen sich im Vergleich zu anfälligen Sorten nur noch durch eine mittelmäßige Resistenz und durch etwas später eintretenden Befall aus. Es ist möglich, daß einige dieser Hybriden durch andere Resistenzmerkmale wertvoll werden.

Die mit vollresistenten Formen der Arten *S. demissum* und *S. verrucosum* hergestellten kombinierten Hybriden (s. Tab. 14, R. u. S. 26) sind alle bis auf einen Klon 47.166/1 aufgegeben worden. Auch dieser ist gegen A—J anfällig und im Felde nur von mittlerer

Resistenz. Die übrigen Klone sind hauptsächlich wegen starker Abbauneigung ausgefallen. Besondere Hoffnungen hatten wir in die sog. Komplex-Hybriden gesetzt, welche mit resistenten Formen der Wildarten *S. antipoviczii* und *S. demissum*, sowie *S. rybinii* und *S. andigenum* aufgebaut wurden, weil erwartet wurde, daß in ihnen unterschiedliche Resistenzgene der Wildarten kombiniert und sie deshalb gegen den Befall mit neuen

#### *Phytophthora*-Rassen

besser gefeit seien (R. u. S. 26, Tab. 15). Es sind nur noch die Klone 48.28/3, /9, /10 vorhanden. Sie zeigen aber nur schwache Resistenz im Zuchtgarten und waren 1952 in der Prüfung mit A—J nicht mehr vollresistent. Zusammenfassend kann über das Ergebnis krautfäuleresistenter Hybriden, die mit Hilfe von Wildarten hergestellt wurden, gesagt werden:

1. Die Aussichten, mit Hilfe von Wildarten Hybriden mit Leistung und Qualität aufzubauen, welche Vollresistenz auf Grund der Überempfindlichkeits-Reaktion gegen alle vorhandenen und in Zukunft noch auftretenden Rassen des Pilzes besitzen und behalten werden, sind zunichte geworden. Unsere eigenen Erfahrungen werden durch MILLS und PETERSON (16) und NIEDERHAUSER und MILLS (20) in Mexiko voll bestätigt.

2. Die mit verschiedenen, gegen die Müncheberger acht Rassen resistenten (hyperergisch reagierenden) Formen von *S. demissum* hergestellten Hybriden haben ihre ursprüngliche Vollresistenz durch neue Rassen des Pilzes verloren. Eine größere Anzahl von ihnen hat trotzdem einen hohen Grad von Feldresistenz durch verlängerte Inkubationszeit und geringe Sporangienbildung bewahrt. Unter diesen befinden sich fünf Klone mit Sortenleistung, welche 10 Jahre hindurch sehr eingehend geprüft worden sind.

Auch ein weiterer Klon, mit den Wildarten *S. demissum* und *S. andigenum* hergestellt, zeigt einen hohen Grad von Inkubationsresistenz.

3. Von den mit einer gegen die Müncheberger acht Rassen hyperergisch reagierenden resistenten Form von *S. antipoviczii* hergestellten Hybriden ist nur eine (46.154/4) bisher vollresistent gegen die Rassen A—J von Voldagsen geblieben. Fünf weitere Klone ähnlicher Abstammung zeigen Inkubationsresistenz in starker Ausprägung und verhalten sich in den Zuchtgärten hochresistent.

Dasselbe gilt für einen mit den Wildarten *S. antipoviczii* und *S. andigenum* aufgebauten Hybridenklon (47.176/94).

4. Die mit den Wildarten *S. salamanii* und *S. polyadenium* hergestellten Hybriden sowie verschiedene Komplex-Hybriden mit den Wildarten *S. demissum*, *S. verrucosum*, *S. andigenum*, *S. antipoviczii* und *S. rybinii* haben ihre Resistenz beim Auftreten der

neuen Rassen verloren und sind für die Züchtung krautfäuleresistenter Sorten nicht mehr von Bedeutung.

### b) Die Züchtung blattrollresistenter Sorten.

In Westdeutschland werden durch das Blattrollvirus besonders große Ertragsverluste dank der günstigen klimatischen Bedingungen für die grüne Pfirschblattlaus verursacht. Den Züchter ist es gelungen, mit Sorten wie Apta, Augusta, Aquila, Corona und Fichtelgold einen ersten praktischen Erfolg zu erzielen. Die Resistenz dieser Sorten hebt sich gegenüber anfälligen Sorten in Abbauversuchen deutlich ab, genügt aber nicht, um sie auf die Dauer ohne Gesundherhaltung durch immer wiederholten, kontrollierten gesunden Klonaufbau vor schwerer Infektion und Leistungsverfall zu schützen. Die Züchtung blattrollresistenter Sorten stößt auf große Schwierigkeiten, weil extreme Resistenz vom  $r_i$ -Typ noch nicht gefunden ist, weder in Wildarten noch in Sorten. Auch die bisher resistentesten Züchtungen konnten durch Läuseübertragung und durch Pfropfung infiziert wer-

In unserem Institut wird folgender Weg bei der Blattroll-Resistenzzüchtung beschritten:

Die erste Prüfung auf Blattroll-Resistenz bei Klonen und Sorten erfolgt in einem Abbauversuch (= abwechselnde Aufpflanzung von zwei Klonen mit einer total blattrollkranken Infektionsreihe) in einem für die Virusübertragung besonders günstigen Klima. Alle Klone, die bei diesen starken Infektionsbedingungen im Nachbau nicht mehr als 20% Kranke enthalten, besitzen wertvolle Resistenzeigenschaften, verglichen mit Handelssorten wie Ackersegen, Bona, Sieglinde, die bei dieser Behandlung zu 80—100% erkranken. Im nächsten Frühsommer schließt sich eine Prüfung mit künstlicher Infektion an, wobei auf jede von fünf gesunden Pflanzen guter Klone 20 virustragende Blattläuse gesetzt werden und der Grad der Resistenz wiederum durch den Anteil gesunder Nachbaupflanzen bestimmt wird. Gegenüber der spontanen Infektion im Abbauversuch kann hier das Virus gleichmäßig stark und sehr früh eingebracht werden. Die Infektionsrate ist dementsprechend höher, und es sind Klone mit einem Virusbesatz bis zu 40% noch als

Tabelle 2. Verhalten von gegen das Blattrollvirus infektionsresistenten Zuchtklonen sowie das ihrer Nachkommenschaften

Klon Nr.	Abstammung	im Abbauversuch % gesunder Pflanzen	nach künstl. Infektion	in 2 x infizierten Selbstungsnachkom- menschaf- ten % gesunder Pflanzen	in Kreuzungen mit 44.335/130 % gesunder Pflanzen
			% gesunder Pflanzen	% gesunder Pflanzen	% gesunder Pflanzen
44.1004/5	( <i>S. tub.</i> × <i>S. andig.</i> ) $F'_3$	95	71	1,3	8,1
44.335/130	( <i>S. dem.</i> × <i>S. tub.</i> ) $F'_3$ × ( <i>S. tub.</i> × <i>S. andig.</i> ) $F'_2$	87,5	68	2,2	—
44.1016/10	( <i>S. acaul.</i> × <i>S. tub.</i> ) $F'_5$	85	55	2,7	7,7

den. (MCKAY und CLINCH 15, BALD, NORRIS und HELSON 3, BLACK 4, BAERECKE 2.)

Es ist auch noch keine auf Überempfindlichkeit beruhende Resistenz gefunden worden, es sei denn, man rechnet die Intoleranz, welche australischen Autoren (BALD, NORRIS und HELSON 3, HUTTON 10) in der Sorte Bismarck gefunden haben, hierher. Von den deutschen Sorten besitzt Aquila einen entsprechenden Resistenztyp (KÖHLER u. a. 12). Die erwähnten Sorten zeigen neben der Intoleranz auch eine Infektionsresistenz. Diese letztere Eigenschaft haben sie gemein mit den eingangs erwähnten deutschen Sorten. Die Natur dieser Resistenz ist noch nicht genügend erforscht. Sie äußert sich darin, daß infektionsresistente Sorten weniger schnell infiziert werden und eine geringere Zahl virushaltiger Knollen an infizierten Pflanzen bilden. Es ist auch festgestellt worden, daß aus der Kreuzung solcher ziemlich resistenten Sorten Sämlinge ausgelesen werden können mit höherer Resistenz als die Elternsorten sie besitzen. Diese Infektionsresistenz beruht daher wohl auf kumulativer Wirkung vieler Gene (COCKERHAM 8, BLACK 4, FOLSOM 9, SIMPSON, BONDE, MERRIAM, MANZER und HOVEY 30). Da BAERECKE (2) 1954 eine umfassende Darstellung der Resistenzgrundlagen für die Züchtung blattrollresistenter Sorten geben wird, mögen diese Hinweise genügen.

Die Entwicklung von Methoden für die Auslese infektionsresistenter Sämlinge war besonders schwierig.

hochresistent zu bezeichnen (vgl. Tab. 2). Die auf diese Weise ausgelesenen besten Stämme werden nun auf ihren Zuchtwert in Selbstungen und Kreuzungen geprüft und die resultierenden Sämlinge noch stärkeren Infektionsbedingungen ausgesetzt. Sie werden sehr klein, im 4—6-Blattstadium, durch drei virustragende Blattläuse infiziert. Alle Pflanzen, die bis zum Spätsommer noch keine Symptome zeigen, werden mikroskopisch auf Phloemnekrosen untersucht. Die gesund gebliebenen werden nachgebaut, im Folgejahr wieder künstlich infiziert und, bleiben sie symptomlos, während des Winters mit Hilfe der Testpflanze *Physalis floridana* auf latenten Befall untersucht.

Tab. 2 enthält Angaben über drei der ältesten infektionsresistenten Klone des Instituts. Sie wurden erst als Klone, nicht schon als Sämlinge ermittelt. Zur Abstammung ist zu bemerken, daß bei 44.1004/5 zu den dreimaligen Rückkreuzungen mit Zuchtsorten das letzte Mal Aquila benutzt wurde. Dieser Klon hat wahrscheinlich von Aquila wenigstens z.T. die Intoleranz und Infektionsresistenz ererbt, die er allerdings in noch ausgeprägterer Weise als Aquila besitzt und leider auch so schlecht in Kreuzungen vererbt wie diese Sorte. Die benutzte *S. andigenum*-Form Dgor stammt aus Ecuador. Am Aufbau von 44.335/130 sind neben den Wildarten *S. demissum* und *S. andigenum* (wahrscheinlich auch Dgor) mehrere Zuchtsorten beteiligt. Dieser Klon zeigt keine Intoleranz, vererbt seine Infektionsresistenz aber besser als

44.1004/5, sowie mehrere Geschwisterklone, die ihn in der Resistenz annähernd erreichen und von denen 44.335/140 (Tab. 3) besonders erwähnt sei.

44.1016/10 (und mehrere ähnliche Geschwisterklone) sind aus fünffacher Rückkreuzung des Bastardes (*S. acaule* × *S. tuberosum*) hervorgegangen. Die  $F_1$  lässt sich nur schwer herstellen, und es treten starke Sterilitätserscheinungen auf, deren Ursachen zur Zeit untersucht werden. 44.1016/10 besitzt außerdem Resistenzeigenschaften gegen X, Y und A (Tab. 3).

c) Die Züchtung von Sorten, welche gegen die Mosaikviren X, Y und A resistent sind, steht auf einer sicheren Grundlage, nachdem in Wildarten und Hybriden bzw. Sorten verschiedene Resistenztypen festgestellt worden sind, welche einen höheren Grad von Widerstandsfähigkeit darstellen. Diese Resistenztypen sind methodisch sicherer zu erfassen als die Infektionsresistenz gegen das Blattrollvirus, und sie beruhen im Gegensatz zu der Blattrollresistenz bei X, Y und A auf einfachen genetischen Grundlagen. Bei den drei Mosaikviren konnten über-

Tabelle 3. Kombinierte Resistenz einiger Zuchtklone.

	Klon-Nr.	Wildartbasis	Zahl der <i>S. tub.</i> -Einkreuzungen	Phyt.-Inkubationsres.	Blatt-rollres.	extreme X-Resist.	extreme Y-Resist.	Y-Infektionsresist.	extreme A-Resist.	A-Überempfindlichkeit	Ertrag
1.	46.151/4	<i>S. antipoviczii</i>	2×	— <sup>2</sup>	—	—	+	—	+	—	—
2.	47.174/5 <sup>1</sup>	<i>S. antipoviczii</i>	2×	+	—	—	—	—	+	—	—
3.	47.176/74 <sup>1</sup>	<i>S. antipoviczii</i> u. <i>S. andigenum</i>	2×	+	—	—	+	—	—	+	—
4.	47.176/94 <sup>1</sup>	<i>S. antipoviczii</i> u. <i>S. andigenum</i>	2×	+	—	—	+	—	—	+	?
5.	49.767/7 <sup>1</sup>	<i>S. antipoviczii</i>	3×	+	—	—	+	—	+	—	+
6.	49.767/9 <sup>1</sup>	<i>S. antipoviczii</i>	3×	+	—	—	+	—	+	—	+
7.	50.372/22 <sup>1</sup>	<i>S. antipoviczii</i> u. <i>S. andigenum</i>	3×	+	—	—	+	—	+	—	—
8.	50.372/36 <sup>1</sup>	<i>S. antipoviczii</i> u. <i>S. andigenum</i>	3×	+	—	—	+	—	+	—	—
9.	44.1016/10	<i>S. acaule</i>	5×	—	+	+	—	±	—	+	—
10.	47.102/33	<i>S. acaule</i>	6×	—	±	+	—	—	—	+	—
11.	49.1039/1	<i>S. acaule</i>	Nachk. von Nr. 9 6× Selbst. v. Geschw. v. Nr. 10	—	±	+	—	—	—	—	—
12.	44.335/130	<i>S. demissum</i> u. <i>S. andigenum</i>	5×	—	+	—	—	—	—	—	±
13.	44.335/140	<i>S. demissum</i> u. <i>S. andigenum</i>	5×	—	+	—	—	+	—	—	±
14.	49.540/2	<i>S. demissum</i> u. <i>S. andigenum</i>	6×	—	+	—	—	+	—	+	±
15.	44.1004/5	<i>S. andigenum</i> u. <i>S. demissum</i>	3×	—	+	—	—	+	—	—	—

<sup>1</sup> Diese Bastarde gehen alle auf denselben  $F_1$ -Bastard *S. antipoviczii* × Erika zurück.

<sup>2</sup> 46.151/4 besitzt Überempfindlichkeit gegen alle in unserem Institut vorhandenen Phytophthora-Rassen und ist damit ebenfalls im Felde resistent.

+ = resistent bzw. im Ertrag über Sortenleistung liegend

— = anfällig bzw. im Ertrag unter Sortenleistung

Die Zahlen der Tab. 3 sprechen für sich. Erwähnt sei nur, daß von anfälligen Handelssorten im Abbauversuch höchstens 20% nach künstlicher Infektion etwa 5–10% gesunder Pflanzen übrig geblieben waren. Es ist bemerkenswert, daß der Hundertsatz gesunder Sämlinge bei den Klonen 44.1004/5 und 44.1016/10 nach Selbstung deutlich geringer ist als nach Kreuzung mit 40.335/130. Diese Befunde lassen sich genetisch so erklären, daß in den Klonen mehrere unterschiedliche Resistenzgene vorhanden sind, welche in Kreuzungen kombiniert und deshalb in größerer Häufigkeit zur Wirkung kommen als bei Selbstung. Es konnte ferner beobachtet werden, daß die aus den Kreuzungen der resistenten Klone ausgelesenen Sämlinge zum Teil noch resistenter als die Eltern sind. Das Ziel dieser Untersuchungen ist die Konzentration von Resistenzgenen durch Inzucht und Kreuzung solcher Partner, deren kombinierte Resistenzgene eine Transgression bringen. Bei diesen Arbeiten hat die Stammbildung beim Blattrollvirus noch nicht gestört (BAERECKE 1).

einstimmend drei Resistenztypen festgestellt werden:  
a) Infektionsresistenz, b) auf Überempfindlichkeit beruhende Resistenz und c) extreme Resistenz vom Typ r.

Die Infektionsresistenz (KÖHLER 11) kommt bei X, Y und A vor, ist aber als der geringste Grad der Resistenz bei den Mosaikviren von geringerer Bedeutung. Sie spielt allerdings bei Y in der Züchtung noch eine Rolle.

Die auf Überempfindlichkeit beruhende Resistenz ist bei den verschiedenen Stämmen der  $X^N$ - und  $X^E$ -Gruppen von besonderer Wichtigkeit. Sie kommt in verschiedenen ausländischen und auch deutschen Sorten vor und kann züchterisch ausgenutzt werden, da in überempfindlichkeitsresistenten Sorten das Eindringen des Virus Nekrosen verursacht und es an der Ausbreitung verhindert wird. (COCKERHAM 8, KÖHLER und ROSS 13, ROSS und KÖHLER 25.) Diese Überempfindlichkeits-Resistenz wird auch gegenüber A in Sorten angetroffen und ist von züchterischer Bedeutung (ROSS 24). Sie ist dagegen in Beziehung

zum Y-Virus nicht in Sorten festgestellt worden (Ross 22).

Extreme Resistenz vom  $r_i$ -Typ stellt den höchsten Grad der Resistenz bei phytopathogenen Viren dar. Ihr Vorkommen wurde von STELZNER (31) gegenüber X in bestimmten Formen des Instituts von *S. acaule*, gegenüber Y in solchen von *S. antipoviczii* (*S. stoloniferum*) wahrscheinlich gemacht und später von Ross nachgewiesen. Bei Vorliegen des  $r_i$ -Typs der Resistenz ist das Virus nach Einreiben oder sogar durch Aufpropfen eines Spenders im allgemeinen nicht in den resistenten Pflanzen nachzuweisen, und es treten auch keine Nekrosen auf. Ross hat den Nachweis geführt, daß die extreme Resistenz gegen X für alle Stämme dieses Virus gilt und auf einem dominanten Faktor beruht (23).

Die extreme Resistenz des *S. antipoviczii* gegen Y ist nach demselben Autor auch durch einen dominanten Faktor bedingt (Ross 23). Schließlich gelang es Ross auch, extreme Resistenz gegenüber A in Hybridklonen nachzuweisen, die auf extrem Y-resistentem *S. antipoviczii* aufgebaut worden sind. Die benutzte Form dieser Wildart hat neben extremer Resistenz gegenüber Y auch solche gegenüber A aufgewiesen. In einigen Klonen ähnlicher Abstammung wurde Überempfindlichkeits-Resistenz festgestellt. Das könnte immerhin darauf hinweisen, daß extreme Resistenz vom  $r_i$ -Typ und Überempfindlichkeits-Resistenz nur gradweise Unterschiede zeigen und nicht qualitativ völlig verschieden sind. Bei den oben angeführten extrem X-resistenten *S. acaule*-Hybridnen kommt es auch vor, daß derselbe Klon teils mit, teils ohne Nekrosen reagiert. Also auch hier Übergänge zwischen Überempfindlichkeits-Resistenz und extremer Resistenz.

Es ist für die Züchtung ein glücklicher Umstand, daß aus Gründen der Auslese frostresistenter Sorten mehrere Hybridklone mit dem extrem resistenten *S. acaule* hergestellt waren. Es handelt sich um 44.1016/10 und mehrere Geschwisterklone, die  $F_5'$ -Hybridnen sind, also nach fünfmaliger Rückkreuzung mit Zuchtsorten erhalten wurden. Außer 44.1016/10 ist auch 44.1016/24 extrem resistent. 47.102/23 und/33 sind aus nochmaliger Rückkreuzung von 44.1016/10 mit einem Zuchtklon von *S. tuberosum* entstanden. 49.1030/10 ist durch Selbstung von 44.1016/10 erhalten worden, 49.1034/6 und 49.1039/1 sind aus Selbstungen von Geschwisterklonen von 47.102 ausgelesen. Alle diese Klone sind miteinander verwandt und haben ihre extreme Resistenz von 44.1016/10 geerbt, drei weitere Klone von 44.1016/24. Ein Teil dieser Klone ist uns schon durch seine Blattroll-Resistenz bekannt geworden, vor allem 44.1016/10. Die Ertragsfähigkeit der gleichzeitig blattroll- und X-resistenten Hybridklone erreicht allerdings erst 50—90% derjenigen von Zuchtsorten, obwohl die Ausgangsklone 44.1016 schon in  $F_5'$  stehen.

Es wurde bereits oben erwähnt, daß mit einer Form von *S. antipoviczii*, welche resistent gegen die Münchberger acht Rassen der Krautfäule war, gegen diesen Pilz sehr resistente Hybriden aufgebaut wurden. Sie müssen natürlich auf extreme Resistenz gegen Y geprüft werden, nachdem in derselben Ausgangsform der Wildart dieser Resistenztyp festgestellt worden war. In der Tat stellte sich der älteste noch vorhandene Hybridklon dieser Abstammung in  $F_2'$ ,

46.151/4, als extrem resistent gegen Y heraus. Im ganzen sind zwölf weitere Hybridklone mit Resistenz vom  $r_i$ -Typ gegen Y vorhanden, die mindestens seit 1950 in Beobachtung stehen. Sie leiten sich alle von derselben Ausgangsform von *S. antipoviczii* ab. Es hat sich auch die Vermutung bestätigt, daß in den *S. antipoviczii*-Hybridnen Resistenz gegenüber A vorkommt. Wie Tab. 3 ausweist, sind sie z.T. extrem, z.T. überempfindlichkeitsresistent. Die meisten dieser Klone sind gleichzeitig gegen die Krautfäule resistent. Sie stehen in Ertrag und Qualität auf der Stufe von Sorten, weisen allerdings den Nachteil starker Anfälligkeit gegenüber dem Blattrollvirus auf.

#### d) Kombinierte Resistenz.

Es erleichtert die Züchtung resistenten Sorten naturgemäß sehr stark, wenn in ein und demselben Zuchtklon gleichzeitig Resistenzeigenschaften gegen mehrere Krankheitserreger vorkommen. Selbstverständlich muß bei Selbstungen und Kreuzungen von Klonen mit kombinierter Resistenz mit Aufspaltung der Resistenzgene gerechnet werden, da Pleiotropiewirkung und engste Koppelung noch nicht nachgewiesen sind. Trotzdem wird die Züchtung dadurch vereinfacht und das Zuchziel schneller erreicht werden können, wenn durch die Kreuzung nur zweier Eltern mit sich komplementierenden Resistenzmerkmalen die benötigten Resistenzgene in einer  $F_1$ -Generation zusammengeführt werden müssen. Das gilt besonders für die Kartoffel, bei der ohne Rücksicht auf Homozygotie die gegen alle beteiligten Krankheitserreger resistenten Neuzüchtung unter Umständen bereits in  $F_1$  ausgelesen werden kann.

Bei der Abhandlung der einzelnen Resistenzeigenschaften sind schon mehrfach Hinweise auf kombinierte Resistzenzen gegeben worden. Tab. 3 faßt die in den dort aufgeführten Zuchtklonen gleichzeitig vorkommenden Resistenzmerkmale zusammen. Ein Blick auf diese Tabelle läßt das Wesentliche erkennen. Die erste Gruppe der Klone Nr. 1—8 mit Abstammung von *S. antipoviczii* zeichnet sich durch Resistenz gegen *Phytophthora*, Y und A aus, ist aber gegen Blattrollvirus sehr anfällig. Die zweite Gruppe Nr. 9—11 mit Abstammung von *S. acaule* weist gegenüber der ersten komplementäre Resistenz gegen Blattrollvirus und Virus X auf, ist aber gegen *Phytophthora* anfällig. In Nr. 9 und 10 ist auch Resistenz gegen A vorhanden. Die dritte Gruppe Nr. 12—15 weist als Wildarten in der Abstammung *S. andigenum* und *S. demissum* auf, bei der Annahme, daß Aquila, welche zur dritten Rückkreuzung beim Aufbau von 44.1004/5 benutzt wurde, auch von *S. demissum* abstammt. Das ist aber wahrscheinlich nicht ganz klar gestellt. Die Klone dieser Gruppe sind alle infektionsresistent gegen Blattrollvirus, z.T. auch gegen Y. Nr. 14 ist resistent auch gegen A.

Es liegt auf der Hand, daß durch Kreuzung von Klonen der Gruppe 1 mit solchen der Gruppe 2 die beste Vereinigung von allen hier behandelten Resistenzeigenschaften erfolgen kann. Bei der Ausführung dieses Kreuzungsprogramms muß die genetische Veranlagung der Resistenzmerkmale berücksichtigt werden. Die Schwierigkeit liegt darin, daß die Resistenz gegen *Phytophthora* sicher auf mehreren, die gegen Blattrollvirus wahrscheinlich auf vielen Faktoren

beruht. Die Aufgabe wird erleichtert dadurch, daß die Resistenzeigenschaften gegen X und Y durch einen dominanten Faktor bedingt werden, wenn wir nur die extreme Resistenz berücksichtigen. Über die Erbanlagen für die beiden Resistenztypen gegen A kann noch nichts Endgültiges ausgesagt werden. Wegen dieser genetischen Grundlagen wird es aber notwendig sein, die  $F_1$  aus Kreuzungen von Klonen der ersten mit denen der zweiten Gruppe einmal, wenn nicht zweimal mit den Blattroll- und X-resistenten Klonen der Gruppe 2 zurückzukreuzen.

Im übrigen dürfte es sich empfehlen, Klon Nr. 9 der zweiten Gruppe mit Nr. 14 zu kreuzen und später in blattroll-, X- und A-resistente Stämme einen *Phytophthora*-resistenten Klon der Gruppe 1 einzukreuzen. Besondere Rücksicht muß auf Ertrag, Knollenform und Lage, sowie Qualität genommen werden. Zu diesem Zweck werden Zuchtklone, die sich durch diese Merkmale auszeichnen und im übrigen Resistenz gegen *Phytophthora* aufweisen, zum Beispiel solche der Tab. I, eingeschaltet werden müssen.

Ein Kreuzungsprogramm, das auf solchen Überlegungen beruht, ist in der Ausführung begriffen. Hier sollten nur einige grundsätzliche Bemerkungen zu diesem Problem gemacht werden.

### 3. Diskussion der Ergebnisse.

Das wichtigste Ergebnis in bezug auf die Resistenz gegen *Phytophthora* ist der Zusammenbruch der auf Überempfindlichkeit beruhenden Vollresistenz infolge der seit 1949 aufgetretenen Rassen des Pilzes. Wir hatten die meisten vollresistenten Hybriden mit Formen von *S. demissum* aufgebaut, welche hyperergische Reaktion gegen die von LEHMANN in Müncheberg isolierten acht Rassen gezeigt hatten (14). Mit ebenso reagierenden Formen der Wildarten *S. antipoviczii*, *S. verrucosum* und *S. polyadenium* waren desgleichen Hybriden mit Sortenleistung hergestellt worden. Eine Anzahl von Komplex-Hybriden leiteten sich von zwei oder mehr dieser Wildarten, z. T. auch mit Einschluß von *S. andigenum*, ab. Mit Ausnahme eines Zuchtklones (46.151/4) mit Abstammung von *S. antipoviczii* sind alle diese Hybridklone, die aus mehrfacher Rückkreuzung der betreffenden  $F_1$ -Bastarde mit Sorten stammten und Sortenleistung aufwiesen, nicht mehr vollresistant gegen die zur Zeit vorhandenen Rassen des Pilzes. Nur mehrere  $F_1$ -*S. tuberosum*-Kreuzungen mit *S. demissum* und *S. polyadenium* haben in mehrjähriger Beobachtung bis jetzt ihre Vollresistenz bewahrt. Damit ist bewiesen, daß die in diesen Kreuzungen benutzten Formen der Wildarten Resistenzgene enthalten, welche z. T. beim Aufbau der leistungsfähigen Hybridklone mittels mehrfacher Rückkreuzung mit Sorten von *S. tuberosum* verloren gegangen sind. Die Weiterverfolgung des Ziels, resistente Sorten auf der Basis der hyperergischen Reaktion gegen einzelne Rassen der *Phytophthora* aufzubauen, ist angesichts unserer eigenen Erfahrungen und der von NIEDERHAUSER und MILLS (20) in Mexiko nicht ratsam. Damit schließen leider hundertjährige Bemühungen, die in den letzten 30 Jahren durch intensive wissenschaftliche Arbeit fundiert waren, mit einem enttäuschenden Ergebnis ab, das besonders *S. demissum* als resistente Ausgangsart betrifft.

Wir konnten jedoch feststellen, daß eine gewisse Anzahl früher vollresistenter Hybridklone nach dem

Auftreten der neuen Rassen des Pilzes ihre Feldresistenz auf Grund verlängerter Inkubationszeit und geringer Sporangienbildung beibehalten haben. Diesen Resistenztyp bezeichnen wir als Inkubationsresistenz. Sie ist schon früher beobachtet, jedoch in der Züchtung nicht genügend beachtet worden, wie SCHAPER (28) berichtet hat. Nach den bisherigen Ergebnissen bei künstlicher Infektion und nach dem Verhalten inkubationsresistenter Zuchtklone ist diese Art der Resistenz nicht von den verschiedenen Rassen des Pilzes abhängig. Leider ist das morphologische bzw. physiologische Prinzip dieser Resistenz noch nicht genügend geklärt, und bei kritischer Betrachtung ist Vorsicht auch gegenüber diesem Resistenztyp in der Züchtung am Platze. Es ist immerhin ein erfreuliches Ergebnis, daß nach dem Zusammenbruch der Vollresistenz aller unserer Zuchtklone mit einer Ausnahme eine größere Anzahl Hybriden mit Sortenleistung mit Abstammung von *S. demissum*, *S. antipoviczii* und *S. andigenum* einen hohen Grad von Resistenz auf Grund verlängerter Inkubationszeit und geringer Sporangienbildung beibehalten hat.

Die Züchtung von Sorten, welche gegen das Blattrollvirus resistent sind, hat große Fortschritte gemacht. Die Grundlage ist allerdings nur eine Infektionsresistenz, die bei der Einführung großer Virusmengen durch Vektoren oder Ppropfung zusammenbricht; sie bedingt aber unter normalen Feldverhältnissen einen so hohen Grad von Widerstandsfähigkeit, daß die Züchtung blattrollresistenter Sorten auf dieser Basis lohnend ist. Die Züchtung wird dadurch erschwert, daß die genetische Veranlagung der Infektionsresistenz polyfaktoriell ist.

Für die Züchtung von Sorten, die gegen die Mosaikviren resistent sind, stehen zwei hochgradige Resistzenzen zur Verfügung. Beide, sowohl die auf Überempfindlichkeit wie die auf extremer Resistenz beruhende, haben zudem eine einfache genetische Veranlagung in bezug auf X und Y, wahrscheinlich auch bezüglich A.

Bei den Mosaikviren bereiten die bisher bekannten Stämme keine Schwierigkeiten. Das scheint auch beim Blattrollvirus der Fall zu sein, obwohl hier die Verhältnisse noch näher zu erforschen sind.

In einem besonderen Abschnitt wurden die Grundlagen für die Züchtung von Sorten mit kombinierter Resistenz gegen die hier behandelten Krankheitserreger geprüft und auch diskutiert. Die Aussichten, ein so hohes Ziel zu erreichen, können als günstig beurteilt werden.

Es muß nachdrücklich betont werden, daß uns die hier behandelten Krankheiten als die wirtschaftlich wichtigsten erscheinen, daß damit aber keineswegs alle z. T. auch sehr gefährlichen Krankheitserreger und Schädlinge erfaßt sind. Erwähnt seien nur die durch *Alternaria*-Arten und durch *Rhizoctonia* verursachten Schäden. Die tierischen Schädlinge sollten in dieser Arbeit nicht behandelt werden.

### Zusammenfassung.

a) Nur  $F_1$ -Klone von Edelgard  $\times$  *S. demissum* el Desierto R 530 und von Johanna  $\times$  *S. polyadenium* 4n haben ihre auf hyperergischer Reaktion beruhende Vollresistenz gegen alle Rassen der *Phytophthora* beibehalten, nicht dagegen, mit nur einer Ausnahme, die

mit Hilfe mehrerer Rückkreuzungen mit Sorten von *S. tuberosum* hergestellten Bastarde der genannten und anderer Wildarten mit Sortenleistungen.

b) Ein Teil von diesen aber hat einen hohen Grad von Feldresistenz bewahrt, welche auf verzögter Inkubation und geringer Sporangienbildung beruht. Darunter befinden sich Zuchtklonen, die von *S. demissum* abstammen und seit 10 Jahren eingehend beobachtet worden sind. In dieser Resistenz zeichnen sich besonders Hybriden mit Abstammung von *S. antipoviczii* aus.

c) In mehreren Zuchtklonen, an deren Aufbau *S. acaule*, *S. andigenum* allein oder in Verbindung mit *S. demissum* beteiligt sind, konnte Infektionsresistenz gegen Blattrollvirus festgestellt werden, die genetisch polyfaktoriell bedingt ist. Die Resistenzgene sind auf mehrere Zuchtklonen und auf Sorten verteilt, und bei geeigneten Kreuzungskombinationen kann deutliche Transgression in der Häufigkeit resistenter Sämlinge und im Resistenzgrad beobachtet werden.

d) Es sind Zuchtklonen mit Abstammung von *S. acaule* hergestellt worden, welche von der Wildart extreme Resistenz gegen X geerbt haben.

e) Andere Zuchtklonen mit Abstammung von *S. antipoviczii* haben extreme Resistenz gegen Y und auf Überempfindlichkeit beruhende bzw. extreme Resistenz gegen A von der Wildart geerbt.

f) Die extreme Resistenz gegen X und Y beruht je auf einem dominanten Faktor.

g) Die Grundlagen der Züchtung von Sorten mit kombinierter Resistenz gegen die hier behandelten Krankheitserreger werden auf Grund der Resistenz-eigenschaften von Zuchtklonen geprüft und günstig beurteilt.

Es ist mir eine angenehme Verpflichtung, meinen Mitarbeitern, die mit mir zusammen die Grundlagen der Resistenz-züchtung der Kartoffel bearbeiten, Fräulein Dr. M.-L. BAERECKE, den Herren Dr. H. ROSS und Dr. P. SCHAPER, sowie Fräulein A. BECKER, welche das Zuchtmaterial im Scharnhorst betreut, meinen herzlichen Dank für beispielhafte Zusammenarbeit auszusprechen.

#### Literatur.

1. BAERECKE, M.-L.: Versuche zur Isolierung von Stämmen des Blattrollvirus. Züchter, im Druck 1954.
2. BAERECKE, M.-L.: Untersuchungen zur Resistenz gegen das Blattrollvirus der Kartoffel. Z. f. Pflanzenzüchtung 1954.
3. BALD, J. G., D. O. NORRIS and G. A. HELSON: Transmission of potato virus diseases. 5. Aphid populations, resistance and tolerance of potato varieties to leaf roll. Council f. Scient. and Industr. Research, Melbourne, Australia, Bull. 196, 1-32 (1946).
4. BLACK, W.: Breeding for disease-resistance of potatoes. Emp. J. of Experiment. Agricult. 17, No. 66 (1949).
5. BLACK, W.: Inheritance of resistance to blight (*Phytophthora infestans*) in potatoes: Interrelationships of genes and strains. Proc. Roy. Soc. Edinb. B 64, 312-352 (1952).
6. BLACK, W.: A genetical basis for the classification of strains of *Phytophthora infestans*. Proc. Roy. Soc. Edinb. B 65, 36-51 (1952).
7. BLACK, W., C. MASTEN-

- BROEK, W. R. MILLS and L. C. PETERSON: A proposal for an international nomenclature of races of *Phytophthora infestans* and of genes controlling immunity in *Solanum demissum* derivatives. Euphytica 2, 173-179 (1953).
8. COCKERHAM, G.: Potato breeding for virus resistance. Ann. Appl. Biol. 30, 105-108 (1943).
9. FOLSOM, D.: Testing of seedlings for field resistance to leaf roll. 66. Ann. Report of Progress, Bull. 483, Agric. Exp. Station, Orono, Maine (1949-50).
10. HUTTON, E. M.: Potato improvement in Australia. J. of the Austr. Inst. of Agric. Sc. 14, 71-76 (1948).
11. KÖHLER, E.: Das Verhalten der Pflanzen gegen Virusinfektion. Versuch eines Systems der Resistenzerscheinungen unter besonderer Berücksichtigung der Kartoffelzüchtung. „Festschrift Appel“ B. Z. A. (1947).
12. KÖHLER, E., O. BODE und J. HAUSCHILD: Vergleichende Untersuchungen über die Blattroll-Resistenz von fünf mittelpäten Kartoffelsorten. Nachr. bl. Biol. Zentralanst., Braunschweig, 1, 81-82, (1949).
13. KÖHLER, E. und H. ROSS: Das Verhalten deutscher Kartoffelsorten gegenüber verschiedenen Stämmen des X-Virus im Ppropfversuch. 1. Mitt. Züchter 21, 179-185 (1951).
14. LEHMANN, H.: Ein weiterer Beitrag zum Problem der physiologischen Spezialisierung von *Phytophthora infestans* de BARY, dem Erreger der Kartoffelkrautfäule. Phytopatholog. Ztschr. 11, 121 bis 154 (1938).
15. MCKAY, R. and P. E. M. CLINCH: Observations on the inheritance of field resistance to leaf roll of potatos. Proc. Royal Dublin Soc. 25, 223-233 (1951).
16. MILLS, W. R. and L. C. PETERSON: The development of races of *Phytophthora infestans* (MONT.) de BARY on potato hybrids. Phytopathology 42, 26 (Abst.) (1952).
17. MÜLLER, K. O.: Bemerkungen zur Frage der „biologischen Spezialisierung“ von *Phytophthora infestans*. Angew. Bot. 15, 84-96 (1932).
18. MÜLLER, K. O.: Über die Herkunft der W-Sorten, ihre Entwicklungsgeschichte und ihre bisherige Nutzung in der praktischen Kartoffelzüchtung. Z. f. Pflanzenzüchtung 29, 366-78 (1951).
19. National Potato Breeding Progr. 1952. Plant Industry Station Beltsville, Md. JSA.
20. NIEDERHAUSER, J. S. and W. R. MILLS: Resistance of *Solanum* species to *Phytophthora infestans* in Mexico. Phytopathology 43, 456-57 (1953).
21. PETERSON, L. C. and W. R. MILLS: Resistance of some American potato varieties to the late blight of potatoes. Amer. Potato J. 30, 65-70 (1953).
22. ROSS, H.: Studies on mosaic resistance in the potato. Proc. of the conf. on potato virus diseases Wageningen 1951.
23. ROSS, H.: Die Vererbung der „Immunität“ gegen das X-Virus in tetraploidem *Solanum acaule*. Proc. of the IX. Intern. Congr. of Genetics Bellagio 1953.
24. ROSS, H.: Über die Resistenz der Kartoffelsorten gegen A-Virus auf der Basis Überempfindlichkeit. Z. f. Pflanzenzüchtung 32, 153-166 (1953).
25. ROSS, H. und E. KÖHLER: Das Verhalten deutscher Kartoffelsorten gegenüber verschiedenen Stämmen des X-Virus im Ppropfversuch. 2. Mitt. Züchter 23, 72-86 (1953).
26. RUDORF, W. und P. SCHAPER: Grundlagen und Ergebnisse der Züchtung krautfäuleresistenter Kartoffelsorten. Z. f. Pflanzenzüchtung 30, 29-88 (1951).
27. RUDORF, W. und H. ROSS: Grundlagen der Kartoffelzüchtung. Züchter 22, 119-127 (1952).
28. SCHAPER, P.: Die Bedeutung der Inkubationszeit für die Züchtung krautfäuleresistenter Kartoffelsorten. Z. f. Pflanzenzüchtung 30, 292-99 (1951).
29. SCHICK, R.: Über das Verhalten von *Solanum demissum*, *Solanum tuberosum* und ihren Bastarden gegenüber verschiedenen Herkünften von *Phytophthora infestans*. Züchter 4, 233 bis 236 (1932).
30. SIMPSON, G. W., R. BONDE, D. MERRIAM, D. F. ACELEY, F. E. MANZER and C. L. HOVEY: Procedure in field testing potato seedlings for leafroll resistance. Bull. Me. Agric. Exp. Sta. 502, 14 (1952).
31. STELZNER, G.: Virusresistenz der Wildkartoffeln. Z. f. Pflanzenzüchtung 29, 135-158 (1950).
32. STEVENSON, F. H. and R. V. ACELEY: Control of potato diseases by disease resistance. Phytopathology 43, 245-254 (1953).