

Der Züchter

Genetics and Breeding Research

Vol. 36

1966

Nr. 1

Beiträge zur Vererbung der Mehlauresistenz bei *Malus*

I. Freilandbeobachtungen an erwachsenen Sämlingen aus Kultursortenkreuzungen und freier Abblüte

H. MIHATSCH und G. MILDENBERGER

Institut für Obstbau und Zierpflanzenbau Dresden-Pillnitz, Versuchsstation für Obstzüchtung Naumburg/S.,
der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Contributions to the heredity of mildew resistance in *Malus*

I. Field observations on mature plants grown from seeds derived from crossings of cultivated varieties and from natural flowering

Summary. Over a 5–9 year period infections with powdery mildew were observed on apple seedlings in generative phase. The following results have a bearing on the problem of heredity to resistance:

1. Though the intensity of infection is very variable several results from the investigation indicate a genetic basis for mildew resistance. It is therefore justified to make mildew resistance one of the goals in breeding.

2. Under the ecological conditions of Central Europe the apple varieties "Dülmener Rosenapfel" and "Antonowka" showed transmission of very high mildew resistance, while "Cox' Orange" transmits high susceptibility to this infection. There are also some other varieties that can be designated as good stocks and are suitable for use in crosses whose goal it is to breed for high mildew resistance.

3. Matroclinous inheritance of mildew resistance could not be demonstrated.

4. Sufficiently numerous observations make it possible to select reliably individual seedlings with field-resistance to mildew infection.

1. Einleitung

Schon 1912 wurde auf dem Pomologen-Kongreß in Erfurt die Mehlauresistenz als eines der wichtigen Zuchtziele für den Apfel gefordert. Bis heute steht aber eine befriedigende Antwort auf die Frage, ob dieses Ziel zu erreichen ist, noch aus. Die Ursache dafür ist unserer Meinung nach darin zu suchen, daß die Gesetzmäßigkeiten einer Erblichkeit der Mehlauresistenz nicht leicht zu erkennen sind. Selbststerilität, Heterozygotie und das späte Eintreten in die reproduktive Phase lassen genetische Arbeiten an unseren Kernobstsorten schwierig, langwierig und sehr arbeitsaufwendig werden. So sind die bisher in der Literatur vorliegenden Ergebnisse noch unvollkommen und weichen wiederholt voneinander ab, weil — wie wir durch unsere Untersuchungen zeigen können (MIHATSCH und MILDENBERGER, II. Mitteilung, im Druck) — nicht genügend Beobachtungen durchgeführt werden konnten (GOLLMICK 1950, KARNATZ 1954, SCHANDER 1958b, TYDEMAN 1958, BROWN 1959, NYBOM 1959, VONDRÁČEK 1960, BERNHARD et REMY 1961, REMY 1962, MIŠIĆ 1964). Einstimmig kommen jedoch alle Autoren zu der Schlußfolgerung, daß die Mehlauresistenz der Elternsorten in den Nachkommenschaften wieder zu beobachten ist und demnach erblich sein muß.

Beim Studium der Literatur zeigte sich, daß es nicht einfach ist, eine überzeugende Auskunft über

die Anfälligkeit der Elternsorten selbst, ganz abgesehen von der Erblichkeit dieser Anfälligkeit, zu bekommen. Beobachtungen dazu liegen zwar genügend vor, aber die Ergebnisse sind oft widerspruchsvoll (JANCKE und LANGE 1932, STOLL 1941, GOLLMICK 1950, KARNATZ 1954, SPRAGUE 1955, VOGLER 1957, TYDEMAN 1958, SCHANDER 1958a, b, 1959, Literatur bei SCHANDER 1958b, WARTENBERG 1960, Mehlautesymposium Jork 1961, FISCHER 1962). Wenn aber schon Unklarheiten über die Anfälligkeit der Elternsorten bestehen, dann sind Schwierigkeiten für die genetische Auswertung der Resistenz unbedingt zu erwarten.

Der Grund für diese Problematik liegt in der großen Variabilität des Mehlaubefalls, die durch viele Umweltfaktoren, wie Klima, Standort, Luftbewegung, Düngung, Unterlage, Befall des Vorjahres und Ernährungszustand des Baumes, bedingt ist. Diese Faktoren tragen wesentlich dazu bei, eine Infektion zu fördern oder zu verhindern. Sie könnten aber weniger störend für die Beurteilung der Resistenz wirken, wenn eine sichtbare Abwehrreaktion klar zwischen Unanfälligkeit und Anfälligkeit trennte. Bisher ist aber nur für einige *Malus*-Wildformen, die jedoch nicht wie unsere Kultursorten zum Formenkreis *M. pumila* gehören, eine normergisch-plasmatische Abwehrreaktion gefunden worden (VOGLER 1957, WARTENBERG 1960). Beim Fehlen einer Abwehrreaktion berechtigt nur der Befall zum Urteil der Anfälligkeit, nicht aber der Nichtbefall zum Urteil der Resistenz (WARTENBERG 1960); denn die Ursache des Nichtbefalls kann auch eine fehlende Infektion sein, vor allem dann, wenn nicht genügend zahlreiche Untersuchungen durchgeführt werden konnten.

In Naumburg waren gute Bedingungen für mehrfach zu wiederholende Beobachtungen an einem sehr umfangreichen Züchtungsmaterial gegeben. Die Ergebnisse der Untersuchungen sollen unter folgenden Gesichtspunkten betrachtet werden:

1. Sind trotz fehlender Voll-Resistenz genetisch bedingte Befallsunterschiede bei den Nachkommenschaften unserer Kultursorten vorhanden, die schließlich nach genügend zahlreichen Beobachtungen erkannt werden können (GOLLMICK 1958/59), oder ist die Variabilität der Befallsstärke infolge der vielen störenden Umweltfaktoren so groß, daß auch unter den günstigsten Voraussetzungen der Erbgang, wenn es genetische Unterschiede überhaupt gibt, unerkannt bleibt?

2. Ist es möglich, neben dem Resistenzgrad der gesamten Nachkommenschaft einer Kombination auch den Resistenzgrad eines Einzelsämlings dieser Nachkommenschaft mit genügender Sicherheit festzulegen? Für den Züchtungserfolg wäre es sehr wichtig, den Selektionswert der Einzelsämlinge zu erkennen.

Die Biologie des Apfelmehltaues [*Podospheera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm.] ist hinreichend bekannt (STOLL 1941, GOLLMICK 1950, STALDER 1955, FISCHER 1956, VOGLER 1957, AERTS und SOENEN 1957, YARWOOD 1957, MÜLLER 1957, SCHANDER 1958 a, b, 1959, BURCHILL 1958, 1960, WARTENBERG 1960, Mehлтаusymposium Jork 1961, BÖMEKE 1961, KOCHMAN und BAJAN 1962, SHAY, WILLIAMS and JANICK 1962, KIRBY and FRICK 1963a, b, BAKER 1964 u. a.). Es werden deshalb hier nur die für unsere Arbeit wesentlichen Punkte kurz zusammengefaßt.

Im Zyklus der Mehлтаufektion kommt es zu einem Primär- und einem Sekundärbefall. Im Frühjahr, kurz nach dem Austrieb der Blätter, tritt der Primärbefall in Erscheinung. Da der Pilz den Winter in den Winterknospen überdauert hat, sind alle Blätter, die sich aus einer befallenen Knospe entwickeln, stark mit Hyphen des Mehлтаues überzogen, die auch später auf den ganzen Trieb übergehen können. Von diesen Infektionsherden aus verbreitet sich der Pilz im Laufe des Früh- und Hochsommers weiter, indem die ausgestreuten Konidien auf jungen Blättern auskeimen und zu einem Myzel heranwachsen. Diese Verbreitung während des Sommers ist die Sekundärinfektion, die schließlich mit dem Altern der Blätter ein Ende findet. Im zeitigen Sommer jedoch, wenn die Winterknospen für das kommende Jahr angelegt werden, können diese Knospen von hineinwachsenden Pilzhypen infiziert werden. Damit ist der Kreislauf geschlossen. Von hier aus beginnt dann im nächsten Frühjahr wiederum die Primärinfektion. Die Bedeutung der Hauptfruchtform des Pilzes, der Perithezien, die im Sommer gebildet werden, ist noch unbekannt. Für den eigentlichen Lebenszyklus des Pilzes sind sie wohl, wenigstens in unserem Klima, belanglos. Es ist nicht schwer, zu erkennen, daß eine Vielzahl von Umweltfaktoren am Zustandekommen der Infektion beteiligt sein kann.

2. Material und Methode

Für die Untersuchungen standen zahlreiche Nachkommenschaften von Kultursorten sowie Wildformen und deren Nachkommenschaften zur Verfügung. Es wurde Wert darauf gelegt, die Sämlinge in allen Entwicklungsstadien zu beobachten, um sowohl die Möglichkeit einer Frühselektion als auch die Mehлтаuresistenz an älterem Züchtungsmaterial beurteilen zu können. Einjährige Sämlinge wurden in einem Selektions-Kalthaus, zwei- bis vierjährige Sämlinge 3–4 Jahre in der Freiland-Baumschule bewertet. Am endgültigen Standort im Quartier sind die Untersuchungen dann fünf bis neun Jahre fortgesetzt worden. Tab. 1 gibt eine Übersicht über die Anzahl der in Naumburg beobachteten Sämlinge. Dazu ist zu bemerken, daß nicht immer dieselben Sämlinge in allen drei Gruppen — Gewächshaus, Baumschule, Quartier — vertreten sind. So sind z. B. von manchen Familien nur die Ergebnisse von Baumschule und Quartier, von anderen nur die Ergebnisse von Gewächshaus und Quartier, von jüngeren Familien da-

gegen nur die Bewertungen von Gewächshaus oder Baumschule bekannt. Jedoch liegen von Sämlingen gleicher Kombination in den meisten Fällen Bewertungen aus allen Entwicklungsstadien vor.

Tabelle 1. Übersicht über die in Naumburg durchgeführten Mehлтаubeobachtungen.

	Kombinationen n	Familien ¹ n	Sämlinge n	Beobachtungsjahre n
a) Kultursorten-Sämlinge				
1. Kreuzungen				
Gewächshaus	36	213	9285	1
Baumschule	34	193	4932	3
Quartier	54	219	4867	5–9
2. freie Abblüte				
Baumschule	65	230	34916	3
Quartier	39	134	3695	4–7
b) Wildformen und Wildformen-Sämlinge (Wildform × Wildform und Wildform × Kultursorte)				
1. Wildformen				
392 <i>Malus</i> -Formen und -Herkünfte mit je 3 Exemplaren				7
2. Kreuzungen				
Gewächshaus	13	24	910	1
Baumschule	8	15	661	3
Quartier	14	34	978	4–8
3. freie Abblüte				
Baumschule				
Nachkommenschaften von Wildformen	21	26	1353	3
Nachkommenschaften der F ₁	26	114	2578	3

¹ Familie = die aus einer Kreuzung hervorgehende Nachkommengeneration = 1. Filialgeneration.

Im ersten Teil unserer Arbeit werden die Beobachtungen an erwachsenen Kultursorten-Sämlingen ausgewertet. Es handelt sich dabei um Sämlinge aus den Kreuzungsarbeiten der Jahre 1944–1952*. Die Sämlinge sind also jetzt 12- bis 20jährig.

Die Mehлтаubewertungen wurden in den Jahren 1953–1964 durchgeführt. Für die Jahre 1953–1961 wurden die Beobachtungswerte den Arbeitsunterlagen von GOLLMICK entnommen. Seit 1962 sind die Arbeiten von uns fortgeführt worden. Die Sämlingsquartiere befinden sich auf einer Anhöhe im Südwesten von Naumburg auf lehmigem Lößboden. Das Klima ist relativ mild (Naumburg ist Weinbaulage, langjähriges Jahresmittel 9,1 °C) und etwas trocken (langjähriges Jahresmittel 505 mm, Hauptniederschlagsmenge Juni–Juli).

Der Mehлтаubefall wurde jeweils im Hochsommer — Juli bis Anfang September — bonitiert. Damit wurde der Gesamtbefall (Primär- und Sekundärbefall) erfaßt. Die Bewertungsklassen 0–5 geben mit „0“ keinen Befall, mit „5“ sehr starken Befall an. Während der Beobachtungsjahre wurde das Sämlingsmaterial nicht mit Fungiziden behandelt. Standardsorten zum Vergleich waren in den Quartieren nicht vorhanden. Es werden deshalb die Mehлтаubeobachtungen am Naumburger Sortiment aus früheren Jahren und ergänzend dazu die Angaben aus der Literatur verwertet.

* Die Arbeiten sind unter der Leitung von GOLLMICK und WARTENBERG durchgeführt worden.

3. Ergebnisse und Diskussion

In Tab. 2 sind die bisher in der Literatur beschriebenen Beobachtungen über die Vererbung der Mehlttauresistenz zum Vergleich mit unseren Beobach-

Tabelle 2. Übersicht über die in der Literatur beschriebenen Mehlttaubeobachtungen an Apfelkultursorten-Sämlingen.

	Kombinationen n	Sämlinge n	Alter der Sämlinge (Jahre)	Anzahl der Beobachtungsjahre
GOLLMICK (1950)	30	1755	2-4	2
KARNATZ (1954)	8		1-6	2-3
SCHANDER (1958b)	22	5100	3	1
TYDEMAN (1958)	26		2-5	4
BROWN (1959)	64	3339	2-10	1-4
NYBOM (1959)	23		3-4	
VONDRÁČEK (1960)	98	12315	1-5	1-2
MIŠIĆ (1964)	40	2399	3-6	3

tungen (Tab. 1) zahlenmäßig zusammengefaßt. Sie werden sowohl hinsichtlich der Sämlingsanzahl als auch der Anzahl der Wiederholungsbeobachtungen während der verschiedenen Jahre von unseren Untersuchungen wesentlich übertroffen.

Um einen Überblick über den Mehlttaubefall unserer Sämlingsfamilien zu bekommen, wurden sie in drei Gruppen eingeordnet (Tab. 3):

1. Kreuzungen mit Ontario
2. Kreuzungen ohne Ontario
3. Familien aus freier Abblüte.

Eine günstige Vergleichsbasis war dadurch gegeben, daß in vielen Kreuzungen stets dieselbe Sorte — Ontario — als ein Elternteil verwandt worden war. Wenn Befallsunterschiede vorhanden sind, dann müssen sie auf den anderen Elternteil zurückzuführen sein. Für jede Kombination bzw. Familie wurde

Tabelle 3. Mehlttaubefall am Naumburger Züchtungsmaterial (5-9jährige Beobachtungen an 12-20jährigen Sämlingen).

1	2	3	4	5	6
Kombination	Anzahl der Familien	Anzahl der Standorte	Anzahl der Sämlinge	Anzahl der Bewertungen	Mehlttaubefall \bar{x}
1. Kombinationen mit Ontario					
Albrechtapfel × Ontario	2	2	16	104	2,0
Antonowka × Ontario	4	3	97	676	1,2
Baumanns Renette × Ontario	11	4	311	1803	1,8
(Baumanns Ren. × Ontario) × Ontario	8	5	184	985	2,1
Berlepsch × Ontario	9	3	131	810	1,9
Charlamowsky × Ontario	1	2	43	138	2,2
Cox' Orange × Ontario	5	4	76	490	2,5
Cox' Pomona × Ontario	4	4	95	452	1,8
Croncels × Ontario	2	1	13	76	2,8
Danziger Kantapfel × Ontario	8	5	125	788	2,0
Dülmener Rosenapfel × Ontario	3	1	56	429	1,0
Ernst Bosch × Ontario	4	4	107	692	2,0
Fiessers Erstling × Ontario	4	3	220	1064	2,5
Filippasapfel × Ontario	4	1	101	814	1,9
Goldparmäne × Ontario	2	2	137	797	2,3
Bellefleur × Ontario	1	1	8	64	2,5
Gelber Edelapfel × Ontario	24	6	371	2033	1,8
Gelber Richard × Ontario	1	1	24	137	2,6
Ontario × Harberts Renette	1	1	5	40	2,5
Kaiser Alexander × Ontario	2	2	39	203	2,1
Klarapfel × Ontario	12	5	423	2567	2,1
Kurzstiel × Ontario	13	6	199	1698	2,4
Landsberger Renette × Ontario	3	3	58	444	2,3
Lesans Kalvill × Ontario	4	3	212	1456	2,1
(Lesans Kalvill × Ontario) × Ontario	3	1	9	60	2,8
Lord Grosvenor × Ontario	1	1	27	162	1,6
Oldenburg × Ontario	5	4	142	959	2,1
Ontario × Früher Viktoriaapfel	1	1	10	80	2,3
Peasgoods Sondergleichen × Ontario	5	3	66	435	1,7
Prinzenapfel × Ontario	10	4	130	766	1,7
Roter Trier. Weinapfel × Ontario	2	4	72	494	2,1
Schöner aus Bath × Ontario	5	2	46	336	1,8
Schöner aus Nordhausen × Ontario	1	2	20	80	2,9
Späher des Nordens × Ontario	15	6	163	1114	2,2
Spätblühender Taffetapfel × Ontario	3	3	132	827	2,0
Ontario × Wagnerapfel	2	2	14	87	2,7
Weißer Wachsrenette × Ontario	1	1	32	223	2,1
Weißer Winterkalvill × Ontario	3	3	46	286	2,6
2. Kombinationen ohne Ontario					
Antonowka × Prinzenapfel	2	1	22	88	1,0
Baumanns Renette × Danziger Kantapfel	1	1	14	57	1,6
Baumanns Renette × Klarapfel	1	2	29	154	2,0
Baumanns Renette × Prinzenapfel	1	2	10	66	1,6
Berlepsch × Cox' Orange	1	2	76	282	3,0
Charlamowsky × Prinzenapfel	1	2	21	139	1,8
Späher des Nordens × Cox' Orange	5	5	355	1663	3,2
Croncels × Klarapfel	2	2	16	87	2,1
Fiessers Erstling × Baumanns Renette	1	2	25	168	1,8

(Fortsetzung auf S. 4)

Tabelle 3 (Fortsetzung).

1	2	3	4	5	6
Kombination	Anzahl der Familien	Anzahl der Standorte	Anzahl der Sämlinge	Anzahl der Bewertungen	Mehltaubefall $\bar{\phi}$
Gelber Edelapfel \times Späher des Nordens	7	5	125	712	2,1
Landsberger Renette \times Gelber Richard	1	1	11	76	2,4
Landsberger Renette \times Berlepsch	1	2	64	168	3,1
Oldenburg \times Danziger Kantapfel	1	1	20	68	1,0
Schöner aus Bath \times Danziger Kantapfel	1	1	58	228	1,6
Spätblühender Taffetapfel \times Charlamowsky	1	2	10	62	1,6
Spätblühender Taffetapfel \times J. Grieve	1	2	51	340	1,6
<i>3. Familien aus freier Abblüte</i>					
Adersleber Kalvill fr. ¹	2	1	18	85	1,4
Albrechtapfel fr.	2	1	23	94	1,1
Antonowka fr.	2	1	10	49	0,9
Roter Astrachan fr.	1	1	39	183	1,0
Baumanns Renette fr.	9	2	28	127	1,2
Gelber Bellefleur fr.	2	1	13	63	0,9
Berlepsch fr.	6	2	126	585	1,0
Neuer Berner Rosenapfel fr.	1	1	18	87	1,6
Cellini fr.	5	2	93	422	0,7
Champagner Renette fr.	1	1	12	50	1,1
Cox' Orange fr.	2	2	44	176	2,4
Danziger Kantapfel fr.	3	2	34	159	1,3
Dülmener Rosenapfel fr.	2	1	78	381	0,3
Ernst Bosch fr.	2	2	114	508	0,8
Fießers Erstling fr.	3	2	43	186	1,1
Filippasapfel fr.	3	1	51	247	0,9
Gelber Edelapfel fr.	14	2	65	279	1,1
Gelber Richard fr.	2	1	13	64	1,7
Goldparmäne fr.	4	2	54	235	1,3
Hagenberger Sämling fr.	1	1	27	129	1,8
Halberstädter Jungfernapfel fr.	2	1	10	50	1,8
Harberts Renette fr.	3	2	19	89	2,1
Klarapfel fr.	7	2	28	137	1,2
Königinapfel fr.	2	2	12	58	0,5
Köstlicher aus Kew fr.	1	1	38	187	1,2
Kurzstiel fr.	3	1	46	205	0,8
Landsberger Renette fr.	5	3	43	178	1,4
Lesans Kalvill fr.	3	2	38	158	1,0
Oldenburg fr.	2	1	60	294	0,6
Ontario fr.	8	4	1559	7159	2,3
Prinzenapfel fr.	4	2	181	703	1,6
Späher des Nordens fr.	16	3	536	2338	1,8
Suislepper fr.	3	1	32	159	0,8
Spätblühender Taffetapfel fr.	2	1	54	234	0,4
Roter Trierer Weinapfel fr.	1	1	13	61	1,1
Ülzener Kalvill fr.	2	1	27	135	1,5
Virginischer Rosenapfel fr.	2	1	14	65	1,3
Weißer Wachsenette fr.	1	1	82	399	1,3

¹ fr. = freiabgeblüht

ein Befallsgrad aus dem Mittelwert aller dazugehörigen Sämlingseinzelergebnisse errechnet (Tab. 3, Spalte 6). Wenn z. B. 50 Sämlinge (Tab. 3, Spalte 4) der Kombination Gelber Edelapfel \times Ontario in einem Zeitraum von 9 Jahren jährlich beobachtet worden sind, dann setzt sich der Mittelwert aus $9 \times 50 = 450$ Beobachtungswerten (Tab. 3, Spalte 5) zusammen.

Eine Darlegung der generellen statistischen Berechnung der Werte hielten wir wegen der vielen unkontrollierbaren Faktoren, die für den Befallswert mitbestimmend sind, für überflüssig. Nur an einigen Beispielen soll gezeigt werden, in welchem Bereich berechnete Differenzen zu suchen sind (Tab. 4). Es handelt sich bei allen Kombinationen um Ontario-Kreuzungen. Bei einem Unterschied der Befallsmittel von ungefähr 0,3 (Tab. 4, Vergleich der Kombinationen 5 und 6) ist mit einer signifikanten Differenz ($t = 4,98$) zu rechnen (geforderte Sicherheitsgrenze: $P = 0,27\%$, Tabellenwerte entnommen aus SCHILDER, F. A., und M. SCHILDER 1951), bei einem

Tabelle 4. Differenz zwischen den Befallsmittelwerten einiger Ontario-Kombinationen.

Kombination	Mittelwert ¹	Vergleich der Kombinationen	t-Wert
1. Dülmener Ros. \times Ontario	1,02 \pm 0,049	1 mit 2	0,15
2. Ontario \times Antonowka	1,01 \pm 0,045	1 mit 3	5,37
3. Baumann \times Ontario	1,39 \pm 0,047	3 mit 4	4,09
4. Ontario \times Danz. Kant.	1,71 \pm 0,062	4 mit 5	2,24
5. Ontario \times Filippas	1,88 \pm 0,048	5 mit 6	4,98
6. Ontario \times Klarapfel	2,19 \pm 0,037	1 mit 6	18,79

¹ Der Mittelwert der Nachkommenschaft einer Kombination setzt sich aus den Einzelwerten der Sämlinge dieser Kombination aus 9 Beobachtungsjahren zusammen.

Unterschied von 0,2 (Tab. 4, Vergleich der Kombinationen 4 und 5) ist die Sicherheitsgrenze noch nicht ganz erreicht ($t = 2,24$). Trotzdem ist es fraglich, ob sich z. B. Filippasapfel und Klarapfel bezüglich der

Mehltauresistenz wirklich unterscheiden, oder ob nicht die Variabilität der Umweltfaktoren die zwar gesicherte, aber doch geringe Differenz hervorruft. So große Differenzen jedoch, wie sie zwischen Dülmener Rosenapfel und Klarapfel gefunden wurden (Tab. 4, Vergleich der Kombinationen 1 und 6, Differenz 1,17, $t = 18,79$), können wohl als real angesehen werden, zumal es sich um achtjährige Beobachtungen handelt. Große Differenzen sind aber auch ohne statistische Berechnungen zu erkennen, wenn zahlreiche Beobachtungswerte vorliegen.

Um die Extrem-Varianten, also die guten und schlechten Resistenzvererber, bestimmen zu können, wird in Abb. 1 ein Überblick über die Häufigkeitsverteilung der Kombinationen auf die Befallsklassen gegeben. Alle Befallswerte wurden in sieben Klassen mit einem Klassenspielraum von 0,5 Befallsgrad eingeordnet. Dabei wurden die Sämlinge, die aus Kreuzungen, und die Sämlinge, die aus freier Abblüte der Kreuzungseltern hervorgegangen sind, getrennt dargestellt. Es hatte sich gezeigt, daß der Kurvengipfel der „freien Abblüte“ gegenüber dem Kurvengipfel der „Kreuzungen“ verschoben ist. Die Ursachen dafür können vielfältig sein. So sind z. B. die Familien aus freier Abblüte in der Baumschule selektiert und damit eingengt worden, die Kreuzungsfamilien aber nicht. Wenn auch festgestellt werden konnte (MILHATSCH und MILDENBERGER, III. Mitteilung, im Druck), daß die Befallsdifferenz zwischen selektiertem und unselektiertem Material nur relativ gering ist, so kann sie sich doch in einer sehr großen Anzahl Sämlinge, wie sie hier vorliegt, in gewissem Maße auswirken. Weiterhin ist die Pollensorte der freiabgeblühten Sämlinge unbekannt, und sie kann häufiger als bei den Kreuzungsfamilien eine wenig anfällige Sorte oder sogar eine resistente Wildart sein. (In der Nähe der Mutterbäume befindet sich eine umfangreiche Wildartensammlung.) Es muß deshalb darauf hingewiesen werden, daß nur die relativen und nicht die absoluten Befallswerte beider Gruppen miteinander verglichen werden können, was bei der Betrachtung der Tab. 6 zu beachten ist.

Tabelle 5. Zusammenstellung der Sorten, deren Nachkommen gegenüber Mehltau besonders resistent oder besonders stark anfällig sind. Zum Vergleich dazu wurde der aus der Literatur entnommene Anfälligkeitsgrad der Sorten aufgeführt.

1	2	3
Elternsorten	Anfälligkeitsgrad der Nachkommen	Anfälligkeitsgrad der Sorten
Antonowka	} sehr schwach	mittel
Dülmener Rosenapfel		schwach
Baumanns Renette		schwach
Berlepsch	} schwach	schwach/mittel
Cellini		schwach
Cox Pomona		schwach
Danziger Kantapfel		schwach
Ernst Bosch		schwach
Filippasapfel		mittel
Gelber Edelapfel		schwach
Oldenburg		schwach
Peasgoods Sondergl.		schwach
Prinzenapfel		schwach
Schöner aus Bath	} mittel	mittel
Taffetapfel		schwach
Croncels		mittel
Gelber Richard	} stark	stark
Landsberger Renette		stark
Weißer Winterkalvill		stark
Cox' Orange	sehr stark	mittel/stark

Tabelle 6. Gute und schlechte Resistenzvererber in verschiedener Kombination.

1	2	3
Kombination	Sämlinge n	Mehltaubefall Ø
1. Gute Resistenzvererber¹		
<i>Antonowka</i> × Ontario	97	1,2
<i>Antonowka</i> × Prinzenapfel	22	1,0
<i>Antonowka</i> freiabgeblüht	10	0,9
<i>Baumanns Renette</i> × Ontario	311	1,8
<i>Baumanns Renette</i> × Danziger Kantapfel	14	1,6
<i>Baumanns Renette</i> × Klarapfel	29	2,0
<i>Baumanns Renette</i> × Prinzenapfel	10	1,6
<i>Fiessers Erstling</i> × <i>Baumanns Renette</i>	25	1,8
<i>Baumanns Renette</i> freiabgeblüht	28	1,2
<i>Berlepsch</i> × Ontario	131	1,9
<i>Berlepsch</i> × Cox' Orange	76	3,0
<i>Landsberger Renette</i> × <i>Berlepsch</i>	64	3,1
<i>Berlepsch</i> freiabgeblüht	126	1,0
<i>Danziger Kantapfel</i> × Ontario	125	2,0
<i>Baumanns Renette</i> × Danziger Kantapfel	14	1,6
<i>Oldenburg</i> × Danziger Kantapfel	20	1,0
<i>Danziger Kantapfel</i> freiabgeblüht	34	1,3
<i>Schöner aus Bath</i> × Danziger Kantapfel	58	1,6
<i>Dülmener Rosenapfel</i> × Ontario	56	1,0
<i>Dülmener Rosenapfel</i> freiabgeblüht	78	0,3
<i>Ernst Bosch</i> × Ontario	107	2,0
<i>Ernst Bosch</i> freiabgeblüht	114	0,8
<i>Filippasapfel</i> × Ontario	101	1,9
<i>Filippasapfel</i> freiabgeblüht	51	0,9
<i>Gelber Edelapfel</i> × Ontario	371	1,8
<i>Gelber Edelapfel</i> × Späher des Nordens	125	2,1
<i>Gelber Edelapfel</i> freiabgeblüht	65	1,1
<i>Oldenburg</i> × Ontario	142	2,1
<i>Oldenburg</i> × Danziger Kantapfel	20	1,0
<i>Oldenburg</i> freiabgeblüht	60	0,6
<i>Prinzenapfel</i> × Ontario	130	1,7
<i>Antonowka</i> × Prinzenapfel	22	1,0
<i>Baumanns Renette</i> × Prinzenapfel	10	1,6
<i>Prinzenapfel</i> freiabgeblüht	181	1,6
<i>Charlamowsky</i> × Prinzenapfel	21	1,8
<i>Schöner aus Bath</i> × Ontario	46	1,8
<i>Schöner aus Bath</i> × Danziger Kantapfel	58	1,6
<i>Spätblühender Taffetapfel</i> × Ontario	132	2,0
<i>Spätblühender Taffetapfel</i> × Charlamowsky	10	1,6
<i>Spätblühender Taffetapfel</i> × James Grieve	51	1,6
<i>Spätblühender Taffetapfel</i> freiabgeblüht	54	0,4
2. Schlechte Resistenzvererber		
<i>Cox' Orange</i> × Ontario	76	2,5
<i>Berlepsch</i> × Cox' Orange	76	3,0
<i>Späher des Nordens</i> × Cox' Orange	355	3,2
<i>Cox' Orange</i> freiabgeblüht	44	2,4
<i>Croncels</i> × Ontario	13	2,8
<i>Croncels</i> × Klarapfel	16	2,1
<i>Gelber Richard</i> × Ontario	24	2,6
<i>Landsberger Renette</i> × <i>Gelber Richard</i>	11	2,4
<i>Gelber Richard</i> freiabgeblüht	13	1,7
<i>Landsberger Renette</i> × Ontario	58	2,3
<i>Landsberger Renette</i> × <i>Gelber Richard</i>	11	2,4
<i>Landsberger Renette</i> × <i>Berlepsch</i>	64	3,1
<i>Landsberger Renette</i> freiabgeblüht	43	1,4

Erläuterung: Die Befallswerte in Spalte 3 sind die aus mehrjährigen (5—9 Jahre) Mehltau-Beobachtungen errechneten Mittel der gesamten Nachkommenschaft einer Kombination.

¹ Die Bezeichnung „Resistenzvererber“ bezieht sich auf die jeweils kursiv gedruckte Elternsorte der einzelnen Kombinationsgruppen.

Neben einer großen Anzahl Sämlingsfamilien mit mittlerem Befall (Abb. 1) fallen in der Gruppe „Kreuzungen“ 4 Kombinationen mit schwachem und 9 Kombinationen mit starkem Befall, in der Gruppe „freie Abblüte“ 3 Kombinationen mit schwachem und 9 Kombinationen mit starkem Befall auf. Für die betreffenden Elternsorten ist in Tab. 5 eine Übersicht

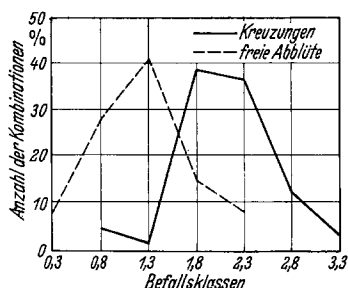


Abb. 1. Häufigkeitsverteilung aller untersuchten Nachkommenschaften aus Kreuzungen und aus freier Abblüte nach ihren Befallsmittelwerten.

zur Vererbungstendenz gegeben. Es sind nur die Sorten aufgeführt, von denen mindestens 20 Sämlinge vorhanden waren. Zum Vergleich dazu ist in Spalte 3 der in der Literatur eingeschätzte Befallsgrad der Elternsorten hinzugefügt. Eine ausführliche Zusammenstellung der in der Literatur angegebenen Anfälligkeitswerte der Elternsorten ist in Tab. 8 gegeben. Eine ganze Anzahl dieser Sorten zeichnet sich nicht nur in der Kombination mit Ontario, sondern auch in anderen Kombinationen oder in freier Abblüte als gute oder schlechte Resistenzvererber aus (Tab. 6). Die extremen Varianten dieser Befallsreihe sind die Nachkommen von Dülmener Rosenapfel und Antonowka mit hoher Resistenz und die Nachkommen von Cox' Orange mit sehr starker Anfälligkeit. Es kann natürlich vorkommen, daß die Nachkommenschaft eines guten Resistenzvererbers, wie z. B. Berlepsch, in Kombinationen mit schlechten Resistenzvererbern, etwa mit Cox' Orange oder Landsberger Renette, schlechte Befallsnoten aufweist. Diese sind dann aber nicht auf das Genmaterial des Berlepsch, sondern der Cox' Orangenrenette und Landsberger Renette zurückzuführen.

Der Befall der Nachkommenschaft stimmt im allgemeinen mit dem Befall der entsprechenden Elternsorten überein. Die betreffenden Eltern der hochresistenten und resistenten Nachkommenschaften sind meist nur schwach, einige mittelstark befallen, die Eltern der anfälligen und stark anfälligen Nachkommenschaften sind meist stark, einige mittelstark befallen. Die Differenz, die sich für Antonowka ergibt, daß die Sorte als mittelstark anfällig angegeben, die Nachkommenschaft aber sehr schwach befallen ist, muß wohl auf die Vielzahl der vorhandenen und sicher unterschiedlich reagierenden Sortenklone zurückgeführt werden. Extreme Abweichungen, daß z. B. eine Sorte stets wenig befallen war, während die Nachkommenschaft einen sehr hohen Anfälligkeitsgrad zeigte, kommen nicht vor. Die Sorten, deren Nachkommenschaften in Tab. 5 als sehr schwach oder schwach befallen bezeichnet sind, eignen sich demnach als Kreuzungseltern für das Zuchtziel Mehlttauresistenz.

Die Beziehung zwischen der Befallsstärke der Einzelsämlinge und der Befallsstärke der gesamten Nach-

kommenschaft einer Kombination kommt in Abb. 2 zum Ausdruck. Es wurde die Häufigkeitsverteilung der neunjährigen Befallsmittel von je 50 Nachkommen einiger Kombinationen dargestellt. Kurvenverlauf und Kurvengipfel entsprechen dem jeweiligen Mittelwert der Gesamtkombination recht gut. Nicht nur die Trennung der Kurven für die Nachkommen von Dülmener Rosenapfel und Antonowka einerseits und Oldenburg, Klarapfel, Kurzstiel und Landsberger Renette andererseits, die sich im Mittel um einen Befallsgrad unterscheiden, ist offensichtlich, sondern auch die dazwischenliegende Kurve für die Nachkommen von Baumanns Renette zeigt ihren charakteristischen Verlauf.

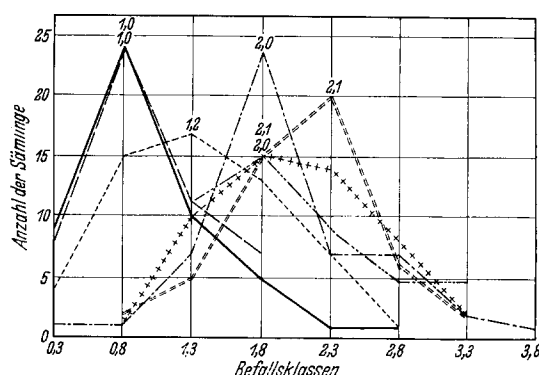


Abb. 2. Häufigkeitsverteilung von je 50 Sämlingen mehrerer Kombinationen nach ihren neunjährigen Befallsmitteln. Zum Vergleich dazu wurden die Mittelwerte der Gesamtkombination mit angegeben.

Zeichenerklärung:

Kombination	Gesamt-Befallsmittel
— Ontario × Dülmener Rosenapfel	1,0
- - - Ontario × Antonowka	1,0
..... Ontario × Baumanns Renette	1,2
— Oldenburg × Ontario	2,0
+ + + + Ontario × Klarapfel	2,0
= = = = Kurzstiel × Ontario	2,1
- · - · - Ontario × Landsberger Renette	2,1

Werden die dargelegten Ergebnisse im Zusammenhang mit Abb. 1 betrachtet, dann kommen wir zu folgender Schlußfolgerung: Die Befallsmittel der Nachkommenschaften aller untersuchten Kombinationen ergeben in der Häufigkeitsverteilung eine normale Zufallskurve. Da wir es mit Mittelwerten vieler Beobachtungen aus mehreren Jahren zu tun haben, müssen die Umweltfaktoren, die die große Variabilität der Befallsstärke bestimmen, in ihrer Wirkung auf den Befallsgrad abgeschwächt sein. Die Normal-Verteilung der Werte läßt deshalb auf andere den Befall wesentlich bestimmende Faktoren schließen. Daß diese Faktoren wahrscheinlich genetischer Art sind, geht aus unseren Untersuchungsergebnissen hervor:

1. Der besonders starke oder besonders schwache Anfälligkeitsgrad der Nachkommenschaften einiger Sorten entspricht dem Anfälligkeitsgrad der betreffenden Elternsorten.

2. Die Erbllichkeit der hohen bzw. geringen Mehlttauresistenz der Sorten Antonowka und Cox' Orange, die in der Kombination mit Ontario zum Ausdruck kommt, kann auch in der Kombination mit anderen Sorten beobachtet werden. (Dülmener Rosenapfel ist nur in der Kombination mit Ontario vorhanden.)

3. Die Kreuzungspartner der genannten drei Sorten reagieren in der Kombination mit anderen Sorten anders auf Mehlttauinfection.

4. Die Sämlinge der drei Sorten, die aus freier Abblüte gewonnen wurden, haben einen ähnlich schwachen bzw. starken Mehltaubefall wie die Sämlinge aus den entsprechenden Kreuzungen.

5. Die für die Nachkommenschaften der Kombinationen errechneten Gesamt-Befallsmittelwerte entsprechen den Einzel-Mittelwerten der jeweils dazugehörigen Sämlinge sehr gut. Diese Beziehung weist auf Gesetzmäßigkeiten im Anfälligkeitsgrad hin, die trotz störender Umweltfaktoren erkennbar bleiben.

Ein Vergleich unserer Ergebnisse mit den Angaben in der Literatur muß sehr lückenhaft bleiben. Abgesehen von der Sortenverschiedenheit des Beobachtungsmaterials sind noch andere Schwierigkeiten vorhanden. So sind vor allem Alter, Beobachtungsjahre und Standorte meist unterschiedlich. Im folgenden sollen kurze vergleichende Hinweise gegeben werden.

Nach GOLLMICK (1950) fallen einige Sorten in die Gruppe der guten Resistenzvererber, die sich auch in unseren Untersuchungen als gut erwiesen haben:

Peasgoods Sondergleichen	Danziger Kantapfel
Cox' Pomona	Spätblühender Taffetapfel
Baumanns Renette	Prinzenapfel
Gelber Edelapfel	Ernst Bosch.

Unsere besten Sorten, Dülmener Rosenapfel und Antonowka, wurden nicht untersucht. Schlechte Vererber sind nach GOLLMICK:

Fießers Erstling	Landsberger Renette
Croncels	Gelber Richard.

Auch das entspricht unseren Beobachtungen. Andere Ergebnisse jedoch widersprechen sich. So sind Goldparmäne, Weißer Winterkalvill und sogar Cox' Orange nach GOLLMICK gute Vererber, nach unseren Untersuchungen aber nur mäßig gute bis sehr schlechte Vererber.

Nach den Arbeiten von KARNATZ (1954) sind die Nachkommenschaften von Antonowka schwach bis mittelstark, vom Roten Trierschen Weinapfel stark befallen. Unsere sehr guten Ergebnisse mit Antonowka werden also nicht bestätigt. Den Roten Trierschen Weinapfel ordneten wir der Mittelgruppe zu.

Zum Vergleich mit SCHANDERS (1958b) Resultaten ist wenig zu sagen. Hier fällt am meisten James Grieve als guter Resistenzvererber auf. In Naumburg ist bisher nur wenig Sämlingsmaterial von James Grieve vorhanden. In der Kombination mit Taffetapfel bringt er auch bei uns gute Ergebnisse. Die von uns als schlechte Vererber bezeichneten Sorten Gelber Richard und Cox' Orange zeigen unterschiedliche Befallsergebnisse.

In den Untersuchungen von BROWN (1959) liegen Cox' Orange in der schlechten bis mittelguten Vererbergruppe, Bath und Späher des Nordens in der mittelguten Gruppe. Unsere Ergebnisse sind ähnlich, nur das besonders schlechte Erbgut der Cox' Orange wird von BROWN nicht so stark betont.

Auch in den Arbeiten von NYBOM (1959) gehören die Nachkommen von Cox' Orange zu den stark befall-

nen Kombinationen. James Grieve zeichnet sich ebenso wie in den Untersuchungen von SCHANDER (1958b) als guter Resistenzvererber aus.

Das Erbbild der Sorten, deren Nachkommen sowohl in Holovousy als auch in Naumburg untersucht wurden, wird in beiden Züchtungsstationen ähnlich beschrieben. Ebenso wie wir zählt VONDRÁČEK (1960) Landsberger Renette und Croncels zu den schlechten, Baumanns Renette, Taffetapfel und Rote Sternrenette zu den guten Resistenzverberern.

Die Ergebnisse von MIŠIĆ (1964) sind schwierig zu deuten. So sind z. B. die uns interessierende schlechte Verbersorte Cox' Orange und auch Jonathan in allen drei Anfälligkeitsgruppen vertreten.

Hinweise auf plasmatische, also matroklone Vererbung der Mehltaresistenz, wie sie von SCHANDER (1958b) vermutet worden ist, gaben unsere Beobachtungen nicht. Allerdings ist SCHANDERS Zahlenmaterial zu gering, um einwandfreie Schlußfolgerungen ziehen zu können. Auch BROWN (1959) lehnt nach seinen eigenen Untersuchungen Matroklone für die Mehltaresistenz ab. Auf Grund neuerer Erkenntnisse schließen sich GOLLMICK (zitiert nach FISCHER 1962) und MIŠIĆ (1964) ebenfalls dieser Meinung an. In Tab. 7 sind einige unserer reziproken Kreuzungskombinationen mit ihren Befallswerten aufgeführt. Um den Einfluß einiger Umweltfaktoren auszuschalten, wurden nur Familien aus einem Quartier miteinander verglichen. Im allgemeinen sind die Werte der entsprechenden Kombinationen untereinander sehr ähnlich. Ein geringer Grad von matroklone Vererbung scheint bei einigen Sorten vorzuliegen, so z. B. bei Cox' Orange, Späher des Nordens und Prinzenapfel, deren Nachkommenschaften stärker zur sortentypischen Befallsstärke neigen, wenn diese Sorten den mütterlichen Elternteil darstellen. Andere Sorten jedoch zeigen gerade das gegenteilige Ergebnis, wie z. B. die schwach anfällige Sorte Baumanns Renette. Da außerdem einige reziproke Kombinationen eine sehr unterschiedliche Sämlingsanzahl haben, ist selbst eine so große Befallsdifferenz von

Tabelle 7. Befallswerte reziproker Familien.

Kombination	Sämlinge n	Befall Ø	reziprok	
			Sämlinge n	Befall Ø
Baumanns Renette × Ontario	92	1,6	37	1,4
Cox' Orange × Ontario	17	2,2	17	1,9
Danziger Kantapfel × Ontario	31	1,7	27	1,7
Dülmener Rosenapfel × Ontario	10	1,0	46	1,0
Filippas × Ontario	34	1,8	67	1,9
Gelber Edelapfel × Ontario	70	1,6	51	1,7
Klarapfel × Ontario	25	2,3	23	2,5
Prinzenapfel × Ontario	67	1,6	63	1,9
Späher des Nordens × Ontario	139	2,3	40	1,8

0,5, wie sie für „Späher des Nordens × Ontario“ mit 139:40 Sämlingen gefunden wurde, zu wenig überzeugend, um als Beweis für matroklone Vererbung zu gelten.

Die bisher besprochenen Ergebnisse behandelten die Beurteilung des Resistenzgrades der gesamten Nachkommenschaft einer Kombination. Wenn aber die Mehltaresistenz in die Zuchtziele einbegriffen sein soll, dann ist eine Beurteilung der Einzelsämlinge zur Selektion unbedingt notwendig. Für einen Einzelsämling liegen aber im Höchstfall nur 9 Bewertungen

Tabelle 8. Zusammenstellung einiger Literaturangaben über den Mehltaubefall an Kulturapfelsorten.

Sorte	VOGLER		JANCKE		JANCKE		SCHANDER Literaturangaben Anzahl der Beobachtungen in den Befallsklassen				SCHAN- DER nach den Befalls- klassen 1-3	SEELIGER GOLLMICK		GOLL- MICK nach den Befalls- klassen 1-5	Mehl- tau- sym- posium 1961 - + +	Zusammen- fassende Beurteilung der Anfälligkeit
	Befall Ø	Bäume n	Befall Ø	Jahre n	Nicht- befall %	Beob- achtung n	0	1	2	3	e	Befall Ø	Jahre n	g	h	
Adersleber Kalvill	3,5	4	2,5	2	27	11						2,0	1			stark
Albrechtapfel	2,3	3										2,0	2			mittel
Alnarps Rosmarin	2,3	3	1,8	2								2,1	7			mittel
Ananasrenette	3,5	2	1,6	8	32	22						3,0	1			mittel
			0,9	8												
Antonowka	2,6	13										1,0	2			mittel
Baumanns Renette	1,9	7	0,3	7	80	19						1,2	6	2		schwach
			0,2	8												
Biesterfelder Renette	3,7	3	1,2	7								2,3	4			mittel
Bismarckapfel	3,1	7	2,6	8	10	19						2,5	5			stark
			1,8	8												
Bohnapfel	2,5	4	0,8	8	65	17						1,5	3	2		mittel
			0,1	8												
Boikenapfel	3,0	4	2,7	7	11	26	2	3	5	14		3,0	2			stark
			1,8	8												
Cellini	2,0	4	1,1	8								1,8	10			schwach
			0,5	8												
Champagnerrenette	1,0	3	0,8	3	100	3										schwach
Charlamowsky	3,0	1	1,4	8	35	17						1,5	2			mittel
			0,5	8												
Cox' Orange	2,0	9	0,4	7	36	11	1	6	5	11	2				± +	mittel/ stark
			0,4	8												
Cox Pomona	2,0	3	0,3	3	86	7						2,5	4	2		schwach
Apfel a. Croncels	2,8	6	0,8	7	64	14						4,0	1			mittel
Danziger Kantapfel	2,0	3	1,3	6	100	3						1,3	3	1		schwach
			1,0	8												
Deans Küchenapfel	5,0	2	2,0	2								3,5	2			stark
Degeers Renette	2,7	3	0,3	2								1,5	2			mittel
Dülmener Rosenapfel	1,0	1	0,4	7	100	3						1,5	2	2		schwach
Ernst Bosch	1,0	5	0,5	2								2,0	1			schwach
Fiessers Erstling	2,5	4	2,1	8	0	4						2,6	7			mittel/ stark
			1,2	8												
Filippasapfel	3,0	3	0,6	4												mittel
Berlepsch	1,6	5	0,3	6	33	3						1,0	2			schwach/ mittel
Früher Viktoria	1,3	4														schwach
Fürstenapfel	3,0	2			40	5								1		mittel
Oldenburg	1,7	5	0,3	8	100	5						2,0	1	1		schwach
			0,0	8												
Gelber Bellefleur	4,0	2	1,1	8	50	6						2,3	3			mittel
			1,0	8												
Gelber Edelapfel	1,6	26	1,0	8	60	15						1,5	10			schwach
			0,6	8												
Gelber Richard	4,3	4	2,4	7	11	9	1	1	4	7	3	3,0	4		+	stark
			2,9	8												
Görlitz. Nelkenapfel	3,5	2	1,8	2	66	3						3,0	1			mittel
Goldparmäne	2,3	4	0,5	6	43	14						2,4	6			mittel
			1,0	8												
Graue Herbstrenette	2,7	3	0,5	2	63	8						1,4	4			mittel
Gravensteiner	4,5	2	1,2	8	7	14						3,0	7		±	mittel/ stark
			1,3	8												
Hagenberger Sämling	2,0	2	0,2	5	100	3										schwach
			1,0	8												
Halberst. Jungfern.	2,3	4	0,7	7								2,0	5			mittel
			1,5	8												
Harberts Renette	2,3	11	1,4	8	50	10						2,2	6			mittel
			0,6	8												
James Grieve	2,0	1					2	3	-	-	1					schwach
Kaiser Alexander	2,3	3	1,4	8	60	5						2,3	4			mittel
			0,8	8												
Kanadarenette	2,3	3	0,0	7	63	8						1,8	6		+	mittel
			0,6	8												
Klarapfel	3,0	11	2,1	8	16	19	1	4	6	8	2	1,7	7			stark
			1,9	8												
Königinapfel	1,3	4	0,3	2	66	3						2,0	2			schwach
Kurzstiel	2,0	5	1,3	7	25	4						2,0	3			mittel
			1,1	8												
Köstlicher aus Kew	2,5	2	1,0	7								2,7	3			mittel
			1,1	8												
Landsberger Renette	2,8	12	1,1	8	5	43						3,4	11			stark
			2,8	8												
Lesans Kalvill	1,3	6	0,3	6								2,0	1	2		schwach
Lord Grosvenor	1,5	2	0,2	3								2,6	3			schwach

(Fortsetzung auf S. 9)

Tabelle 8 (Fortsetzung).

Sorte	VOGLER		JANCKE		JANCKE		SCHANDER Literaturangaben Anzahl der Beobachtungen in den Befallsklassen				SCHAN- DER nach den Befalls- klassen 1-3	SEELIGER GOLLMICK		GOLL- MICK nach den Befalls- klassen 1-5	Mehl- tau- sym- posium 1961 - ± +	Zusammen- fassende Beurteilung der Anfälligkeit
	Befall Ø	Bäume n	Befall Ø	Jahre n	Nicht- befall %	Beob- achtung n	0	1	2	3		Befall Ø	Jahre n			
	a		b		c		d				e	f		g	h	
Lord Suffield	4,0	2	2,3	2	20	5						3,5	2			mittel/ stark
McIntosh	2,8	4														stark
Nathusius Taubenapf.	3,0	1	1,1	8								3,0	1			mittel
Neu.Bern.Rosenapfel	2,0	1	1,8	6	50	4						2,0	2			mittel
Ontario	2,1	41	0,9	8								4,5	2			mittel/ stark
Peasgoods Sondergl.	1,4	7	0,7	6	50	14						1,4	8			stark schwach
Prinzenapfel	1,8	6	0,0	5	66	6						1,5	6			schwach
Ribston Pepping	3,4	5	0,0	8	66	15	1	3	3	-		1,5	4			mittel/ stark
Rote Sternrenette	2,5	2	0,9	6	25	8					3					schwach/ mittel
Roter Astrachan	3,0	3	0,5	2	100	5										stark
Roter Trier.Weinapfel	2,0	3	2,1	8	45	9	-	-	2	3	2	2,2	3			mittel/ stark
Schöner aus Bath	3,0	1	1,9	8								2,0	3			schwach
Schöner aus Boskoop	2,7	6	0,7	7	66	6						2,1	5			mittel
Schöner aus Nordhaus.	3,0	5	0,8	2								2,0	1			mittel
Signe Tillisch	3,7	3	0,4	8	65	37	7	3	5	3	2	2,7	7			stark stark
Späher des Nordens	2,6	25	0,5	8								4,0	7			mittel/ stark
Spätblüh. Taffetapfel	0,5	4	1,0	5							1	1,7	3	2		schwach
Suislepper	2,0	3	0,1	8	92	13						2,1	8			schwach/ mittel
Ülzener Kalvill	2,0	2	0,4	7								1,5	6			mittel
Virgin. Rosenapfel	4,0	2	1,6	7	60	5						2,7	3			stark
Wagners Apfel	2,5	2	1,1	8												mittel
Weißer Wachsrenette	1,5	2	2,2	8	0	8						1,8	2	1		schwach
Weißer Astrachan	3,0	3	2,3	8								1,8	5			stark
Weißer Winterkalvill	2,9	8	0,4	8	100	4						3,0	2			stark
Weißkante	2,0	2	0,2	8								4,0	2			mittel
Winterrambur	3,5	2	1,6	8	11	9						1,8	2			mittel
Zuccalmaglios Renette	2,5	2	1,7	6	0	11						2,6	2			mittel
			1,8	8												mittel
			0,5	2												mittel
			0,9	8	88	8										mittel
			0,7	8	64	11										mittel
			0,9	8												mittel

Erläuterungen zu Tabelle 8:

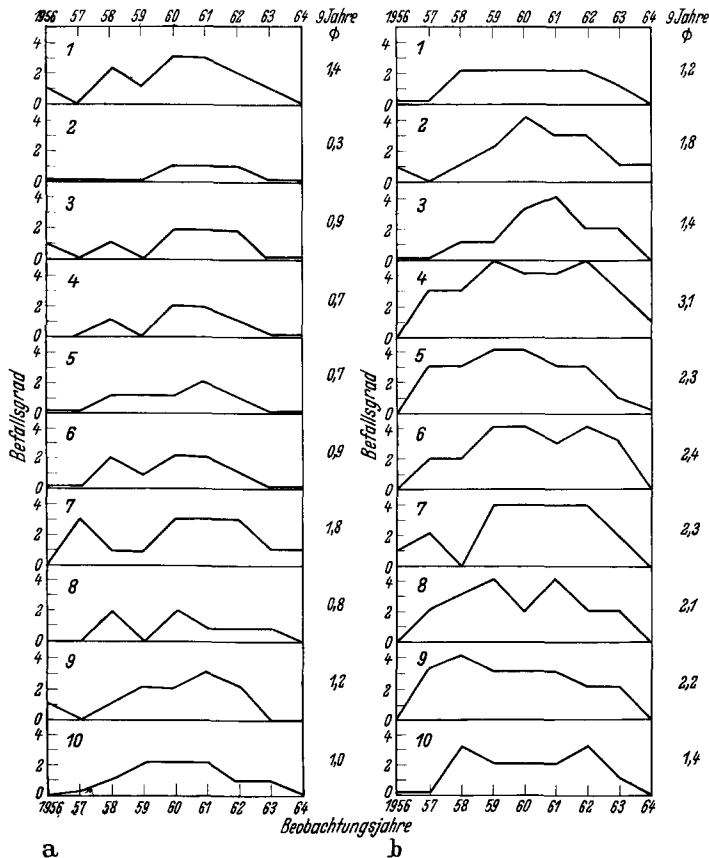
- Spalte a VOGLER, 1957: Befallsdurchschnitt einer Anzahl von Bäumen der gleichen Sorte im Jahre 1953 nach den Befallsklassen 0-5: 0 = kein Befall; 5 = sehr starker Befall.
- Spalte b JANCKE u. LANGE, 1932: Mehrjähriger Befallsdurchschnitt nach den Befallsklassen 0-4: 0 = kein Befall; 4 = starker Befall. Ein Teil der Sorten stand an zwei verschiedenen Standorten. Die Werte wurden getrennt aufgeführt.
- Spalte c JANCKE u. LANGE, 1932: Literaturangaben. Die Anzahl der Beobachtungen, die Unanfälligkeit ergaben, wurde in % ausgedrückt. Es bedeuten also: 0-24% = sehr starker Befall; 25-49% = starker Befall; 50-74% = mittlerer Befall; 75-99% = schwacher Befall; 100% = kein Befall.

- Spalte d SCHANDER, 1958: Literaturangaben. Anzahl der Beobachtungen in den Befallsklassen 0-3: 0 = nicht anfällig; 3 = stark oder sehr stark anfällig.
- Spalte e SCHANDER, 1958: Sortenbefall von 1-3: 1 = resistent und schwach anfällig; 2 = mittelanfällig; 3 = stark und sehr stark anfällig.
- Spalte f SEELIGER, GOLLMICK: Arbeitsunterlagen Naumburg. Mehrjähriger Befallsdurchschnitt in den Jahren 1934-1946 nach den Befallsklassen 1-5. 1 = kein Befall; 5 = sehr starker Befall.
- Spalte g GOLLMICK, 1950: Zweijährige Untersuchungen nach den Befallsklassen 1-5. Es wurden nur die Sorten angeführt, die keinen oder schwachen Befall zeigten. 1 = kein Befall; 2 = geringer Befall.
- Spalte h Mehltausymposium Jork, 1961: - = nicht befallen; ± = mittel befallen, z. T. weniger, z. T. stärker befallen; + = stark befallen.
- Spalte i Anfälligkeitsbeurteilung, die sich aus den angeführten Untersuchungsergebnissen ergibt.

vor, und zwar dann, wenn er 9 Jahre beobachtet worden ist. Um die Beziehung der aus diesen 9 Werten errechneten Mittelwerte zur Befallsstärke in den einzelnen Jahren aufzuzeigen, wurden auf Abb. 3a und b von je 10 Sämlingen zweier Familien — einer resistenten und einer anfälligen — die Befallskurven dargestellt. Die Mittelwerte entsprechen den einzelnen Jahreswerten recht gut, d. h. eine gute Durchschnittsnote wurde z. B. aus guten bis mittleren Ein-

zelwerten errechnet und nicht aus mehreren sehr guten und einigen sehr schlechten Werten. Das Befallsmittel eines Einzelsämlings aus mehreren Jahren ist demnach ein brauchbares Selektionsmaß. Die andere Möglichkeit, den Maximalwert anstelle des Mittelwertes als Selektionsmaß anzuwenden, ist weniger zu empfehlen, da es vorläufig für die Selektion auf Mehltaresistenz nur um Feldresistenz, nicht aber um vollkommene Resistenz gehen kann. Eine

Selektion nach dem Maximalbefall würde unnötigerweise einen Teil der Sämlinge vernichten, die sich während langjähriger Beobachtungen meist als resistent erwiesen haben und vielleicht nur einmal einen etwas stärkeren Befall zeigten.



a Ontario × Antonowka Na 1598 (Naumburger Familiennummer) Cox' Orange × Ontario Na 1607

Abb. 3 a und b. Mehltaubefall an je 10 Sämlingen einer schwach anfälligen (a) und einer stark anfälligen (b) Familie in 9 Jahren. Für jeden Sämling wurde das neun-jährige Mittel mit angegeben.

Nach unserem Bewertungsschema wäre es angebracht, die Selektionsgrenze ungefähr auf den Mittelwert 1,5 festzulegen. Ein Sämling, der in 9 Jahren öfter als zweimal mit der Note 3 oder schlechter bewertet worden ist, müßte demzufolge vernichtet werden. Das entspricht etwa den Anforderungen, die wir an eine Neuzüchtung stellen müssen. Von 10 Sämlingen der schwachanfälligen Nachkommenschaft „Antonowka × Ontario“ würden 9 resistente Sämlinge selektiert werden, von der stark anfälligen Nachkommenschaft „Cox' Orange × Ontario“ aber nur 3 Sämlinge.

Die zu Anfang unserer Arbeit gestellten Fragen können folgendermaßen beantwortet werden:

1. Trotz der großen Variabilität des Mehltaubefalls sind bestimmte Gesetzmäßigkeiten im Resistenzverhalten der Nachkommen von Apfelsorten zu erkennen, die auf genetische Unterschiede schließen lassen.

2. Nach einer Beobachtungsreihe von mehreren Jahren kann auch der Einzelsämling als stark oder schwach anfällig selektiert werden. Genügend zahlreiche Beobachtungen sind aber eine notwendige Voraussetzung für sichere Ergebnisse.

Eine exakte genetische Analyse von Resistenzmerkmalen ist nach den neueren Erkenntnissen der Resistenzphysiologie und der molekularen Genetik

kaum noch möglich. Wenn schon die Berechnung der Erblichkeitsanteile, wie sie die klassische Faktorengenetik vornimmt, für ein Resistenzverhalten mit Abwehrreaktion immer problematischer wird (JOGI 1956, HARTE 1957), dann kann für ein Wirt-Parasit-Verhältnis ohne Abwehrreaktion, wie es beim Apfelmehltau vorliegt, im besten Fall nur noch eine gewisse Erbttendenz festgestellt werden, zumal die Heterozygotie unserer Obstsorten eine Erbanalyse von vornherein sehr erschwert. Daß aber trotzdem bestimmte erbliche Gesetzmäßigkeiten für das Resistenzverhalten zu erkennen sind, konnte durch zwölfjährige Mehltaubebachtungen an einem sehr umfangreichen Apfel-Sämlingsmaterial gezeigt werden.

Obleich nur ganz ausnahmsweise ein Sämling während der Beobachtungsjahre ständig befallsfrei blieb, gibt es jedoch Sämlinge von schwach anfälligen Sorten, die auch in sogenannten „Mehltau-jahren“ höchstens mit der Note 1 bewertet wurden. Da VÖGLER (1957) für einige *Malus*-Wildformen eine mikroskopisch sichtbare normergisch-plasmatische Abwehrreaktion nachweisen konnte, sind Untersuchungen zur Prüfung der Sorten Dülmener Rosenapfel und Antonowka sowie einige ihrer Nachkommen auf Abwehrreaktion begonnen worden. Endgültige Ergebnisse müssen noch abgewartet werden.

Es ist aber auch möglich, daß bei Apfel-Kultursorten anstelle einer solchen aktiven Resistenz lediglich passive Resistenz (GÄUMANN 1951) vorliegt, deren Ursachen sehr vielgestaltig sein können. WARTENBERG (1960) sieht in der Möglichkeit des Winterknospenbefalls, also des Eindringens der Hyphen oder der Konidien durch die Knospenschuppen in die Knospe — dem Ausgangspunkt für die Primärinfektion — den wesentlichsten Faktor, der über Befall und Nichtbefall während des kommenden Jahres entscheidet. Das ist jedoch nur ein Faktor. Auch die Faktoren, von denen die Sekundärinfektion beeinflusst wird, wie z. B. Alters- und Eindringungsresistenz der Blätter oder Mangel an bestimmten Zellinhaltsstoffen, die zum Wachstum und zur Vermehrung des Pilzes notwendig sind, können ebenso zur Unterbrechung des Infektionszyklus führen.

Bevor eine Abwehrreaktion gegenüber dem Apfelmehltau an Kultursorten nicht festgestellt werden kann, ist nur mit einer mehr oder weniger schwankenden, quantitativ unterschiedlichen Feldresistenz und nicht mit vollkommener Unanfälligkeit zu rechnen. Offensichtlich hält sich diese Feldresistenz aber unter bestimmten ökologischen Bedingungen in Grenzen, die für die betreffenden Sorten charakteristisch sind, und ist so erblich. Da für den praktischen Obstbau auch die Feldresistenz schon von wesentlicher Bedeutung ist, sollte das Zuchtziel „Mehltauresistenz“ für den Apfel weiterhin gefordert werden. Wegen der großen Variabilität der Befallsstärke infolge zahlreich einwirkender Umweltfaktoren kann die Mehlttauresistenz jedoch vorerst nur durch eine genügende Anzahl mehrjähriger Beobachtungen erkannt werden.

4. Zusammenfassung

5—9-jährige Mehltaubebachtungen an einem umfangreichen Apfel-Sämlingsmaterial, das bereits die generative Phase erreicht hatte, brachten für die Fragen der Resistenzvererbung folgende Ergebnisse:

1. Trotz großer Variabilität der Befallsstärke konnten mehrere Untersuchungsergebnisse angeführt werden, die auf eine genetische Basis der Mehlauresistenz hinweisen. Es ist daher berechtigt, die Mehlauresistenz weiterhin als Zuchtziel zu fordern.

2. Unter unseren ökologischen Bedingungen fielen von den als Kreuzungseltern verwandten Sorten Dülmener Rosenapfel und Antonowka als besonders gute Resistenzvererber und Cox' Orange als besonders schlechter Resistenzvererber auf. Daneben können noch einige andere Sorten als gute Vererber bezeichnet werden, die als Ausgangsformen für die Kreuzungen mit dem Zuchtziel „Mehlauresistenz“ geeignet sind.

3. Eine matroklone Vererbung der Mehlauresistenz konnte nicht festgestellt werden.

4. Nach genügend zahlreichen Beobachtungen ist es möglich, Einzelsämlinge mit ausreichender Sicherheit als feldresistent zu selektieren.

Literatur

1. AERTS, R., und A. SOENEN: Apfelmehltau *Podosphaera leucotricha* (Ell. u. Ev.) Salm. Höfchen-Briefe **10**, 109–168 (1957). — 2. BAKER, J. V.: The occurrence of primary mildew on one-year-old shoots of Cox's Orange Pippin. *Plant Pathology* **13**, 81–85 (1964). — 3. BERNHARD, R., et P. REMY: Les arbres fruitiers. *Bull. Techn. d'Informat. Ingénieurs Services Agric.* No. 157, 1–12 (1961). — 4. BÖMEKE, H.: Der Apfelmehltau und seine Bekämpfung 1961. *Mitt. Obstbauversuchsrings Altes Land* **16**, 77–86 (1961). — 5. BROWN, A. G.: The inheritance of mildew resistance in progenies of the cultivated apple. *Euphytica* **8**, 81–88 (1959). — 6. BURCHILL, R. T.: Observations on the mode of perennation of apple mildew. *Ann. Rep. Long Ashton agric. hort. Res. Stat.* for 1957, 114–123 (1958). — 7. BURCHILL, R. T.: The rôle of secondary infections in the spread of apple mildew (*Podosphaera leucotricha* (Ell. and Ev.) Salm.). *J. hort. Sci.* **35**, 66–72 (1960). — 8. FISCHER, M.: Genetische Studien am Apfel. Diplom-Arbeit, Martin-Luther-Univ. Halle, Inst. f. Obst- u. Gemüsebau, 1962. — 9. FISCHER, R.: Beobachtungen, Untersuchungen und Versuche an Apfelmehltau. *Tätigkeitsbericht 1951–1955, Bundesanst. f. Pflanzenschutz Wien*, 212–244 (1956). — 10. GÄUMANN, E.: Pflanzliche Infektionslehre. Basel 1951. — 11. GOLLMICK, F.: Beobachtungen über den Apfelmehltau. *Nachr. Bl. Dt. Pflanzenschutzd. N. F.* **4**, 205–214 (1950). — 12. GOLLMICK, F.: Die Aufgaben der Grundlagenforschung bei der Züchtung krankheitsresistenter Obstsorten. *Wiss. Z. Univ. Halle, Math.-Nat. R.* **8**, 51–52 (1958/59). — 13. HARTE, C.: Genetik der Samenpflanzen. *Fortschr. Bot.* **19**, 324–342 (1957). — 14. JANCKE, O., und L. LANGE: Über die Mehltauanfälligkeit unserer Apfelsorten. *Gartenbauwiss.* **6**, 433–445 (1932). — 15. JOGI, B. S.: The heritability of agronomic and disease reaction characteristics in two Barley Crosses. *Agronomy J.* **48**, 293–296 (1956). — 16. KARNATZ, H.: Das Verhalten sortenreiner Kernobstsämlinge im ersten und zweiten Lebensjahr als unveredelte Pflanze. *Gartenbauwiss.* **1** (19), 325–339 (1954). — 17. KIRBY, A. H. M., and E. L. FRICK:

Greenhouse evaluation of chemicals for control of powdery mildews. I. A method suitable for apple and barley. II. Some factors affecting artificial infection of apple foliage. *Ann. appl. Biol.* **51**, 51–60; 61–68 (1963a, b). — 18. KOCHMAN, J., i C. BAJAN: Obserwacje nad zimowaniami otoczni prawdziwego maćziniaka jabłoni — *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm. *Acta agrobot. (Warszawa)* **12**, 5–12 (1962). — 19. Mehlausymposium Obstbauversuchsanstalt Jork 1961. Als Protokoll vorhanden. — 20. MIHATSCH, H., und G. MILDENBERGER: Beiträge zur Vererbung der Mehlauresistenz bei *Malus*. II. Beziehungen zwischen Mehlaubefall und Witterungsverlauf. (Im Druck 1966). — 21. MIHATSCH, H., und G. MILDENBERGER: Beiträge zur Vererbung der Mehlauresistenz bei *Malus*. III. Beobachtungen zum Frühselektionsproblem. (Im Druck.) — 22. MIŠIĆ, P. D.: An account to the problem of inheritance of apple powdery mildew. Vortrag Obstzüchtungs-Symposium Balsgård-Fjälkestad 1964. — 23. MÜLLER, R.: Untersuchungen über die Biologie und Bekämpfung des Apfelmehltaues *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm. Dissertation Stuttgart-Hohenheim 1957. — 24. NYBOM, N.: Some general aspects on fruit breeding. Vortrag 2. Kongreß Eucarpia, Köln 1959. — 25. REMY, P.: Principes et méthodes de l'amélioration des arbres fruitiers à pépins. *Ann. Amélior. Plantes* **12**, 311–323 (1962). — 26. SCHANDER, H.: Die Lebensweise des Mehlaupilzes als Grundlage für die Bekämpfung und Resistenzzüchtung. *Mitt. Obstbauversuchsrings Altes Land* **13**, 86–94 (1958a). — 27. SCHANDER, H.: Untersuchungen zur Entwicklung von Frühselektionsmethoden für die Apfelzüchtung. II. Über die Frühselektion auf Resistenz gegen Apfelmehltau (*Podosphaera leucotricha* Salm.), über die Anfälligkeit von Apfelsorten und über die Vererbung der Anfälligkeit. *Der Züchter* **28**, 105–132 (1958b). — 28. SCHANDER, H.: Beziehungen zwischen Mehlaubefall und Trockenschäden bei Äpfeln. *Mitt. Obstbauversuchsrings Altes Land* **14**, 214–217 (1959). — 29. SCHILDER, F. A., und M. SCHILDER: Anleitung zu biostatistischen Untersuchungen. Halle 1951. — 30. SHAY, J. R., E. B. WILLIAMS and J. JANICK: Disease resistance in apple and pear. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.* **80**, 97–104 (1962). — 31. SPRAGUE, R.: A re-study of apple powdery mildew in eastern Washington. *Bull. Wash. St. agric. Exp. Stats.* **560**, 1–36 (1955). — 32. STALDER, L.: Beobachtungen über das Verhalten von *Podosphaera leucotricha* (Ellis et Everh.) Salm. in Apfelknospen. *Phytopath. Z.* **23**, 341–344 (1955). — 33. STOLL, K.: Untersuchungen über den Apfelmehltau (*Podosphaera leucotricha* (Ell. u. Ev.) Salm.). *Forschungsdienst* **11**, 59–70 (1941). — 34. TYDEMAN, H. M.: The breeding of late flowering apple varieties. *Ann. Rep. East Malling* 1957, 68–73 (1958). — 35. VOGLER, H.: Infektionsversuche mit dem Erreger des Apfelmehltaues (*Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm.) und Beobachtungen über das natürliche Auftreten der Krankheit auf *Malus*-arten und -sorten. Ein Beitrag zur Kenntnis des Parasit-Wirt-Verhältnisses bei den echten Mehlaupilzen (Erysiphaceen). Inauguraldissertation Friedrich-Schiller-Univ. Jena 1957. — 36. VONDRÁČEK, J.: Příspěvek ke slechtění jabloní odolných vůči strupovitosti a padlí (Ein Beitrag zur Veredlung von schorf- und mehlauresistenten Apfelbäumen). *Vědecké práce ovocnářské Holovousích* **1**, 139–168 (1960). — 37. WARTENBERG, H.: Studien am Apfelmehltau *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm. mit Berücksichtigung einer normergisch-plasmatischen Abwehrreaktion. *Phytopath. Z.* **39**, 16–64 (1960). — 38. YARWOOD, C. E.: Powdery Mildews. *Bot. Rev.* **23**, 235–293 (1957).