

statten das Auffinden von Mutanten, die aus irgendwelchen Gründen die generativen Haplophasen oder Embryonalstadien zu passieren nicht imstande sind. D. h. also, man kann auf diesem Wege zu neuen Genotypen kommen, die auf keine andere Weise auffindbar sind. (Bei völliger Störung der ♀-Haplophase in der züchterischen Praxis bedeutungsvoll nur bei Pflanzen mit vegetativer Vermehrung.)

Von MELCHERS u. BERGMANN (1958) ist bereits darauf hingewiesen worden, welche interessanten Möglichkeiten über die hier angeführten hinaus die Einzelzellen- und Gewebekultur haploider Pflanzen für die Pflanzenzüchtung gewinnen kann, wenn es gelingen sollte, ohne allzu große Umstände massenhaft Gewebeklone aus Einzelzellen heranzuziehen und aus solchen Kulturen normale Pflanzen zu regenerieren. MELCHERS u. ENGELMANN (1955) (s. auch MELCHERS u. BERGMANN 1958 und NICKELL u. TULECKE 1959) haben einfache Methoden zur submersen Kultur von beliebig großen Mengen von Pflanzengewebe beschrieben. Ein weiterer methodisch sehr wichtiger Schritt ist von BERGMANN (1959) angegeben worden. Ihm gelang die schnelle und massenhafte Klonbildung aus Einzelzellen ohne die umständliche Anwendung von Ammengewebe. Regeneration von ganzen intakten Pflanzen aus völlig dedifferenzierten Geweben ist von REINERT (1958 und 1959) und STEWARD et al. (1958) angegeben worden. Prinzipiell ist damit auch dieser Weg für die Mutationszüchtung bereits freigelegt.

Im Einzelfall wird das Auffinden oder Herstellen von Haploiden oder gar das Anlegen und die Haltung haploider Gewebekulturen, d. h. also auch das Vermeiden spontaner Polyploidisierung, die Dissoziation zu Einzelzellen, die Anpassung der Methoden der Mutagenese an diese Kulturbedingungen, die Klonkultur aus Einzelzellen und Regeneration von ganzen Pflanzen aus diesen Klonen manche Variation

und Vervollkommennung der bisher angegebenen Methoden erfordern: ein dankbares Feld für wahrhaft fortschrittliche Züchtungsforscher!

### Literatur

1. ABEL, B.: Eine Methode zur Erhaltung von homozygoten Chlorophyllmutanten. Die Naturwissenschaften **42**, 372 (1955). — 2. BERGMANN, L.: A new technique for isolating and cloning cells of higher plants. Nature **184**, 648—649 (1959). — 3. EHRENSBERGER, R.: Versuche zur Auslösung von Haploidie bei Blütenpflanzen. Biol. Zbl. **67**, 537—546 (1948). — 4. KNAPP, E.: Haploide Pflanzen von *Antirrhinum majus*. Ber. Dt. Bot. Ges. **57**, 371—379 (1939). — 5. MALY, R.: Die Mutabilität der Plastiden von *Antirrhinum majus* L. Sippe 50. Z. Vererbungslehre **89**, 692—696 (1958). — 6. MELCHERS, G., u. L. BERGMANN: Untersuchungen an Kulturen von haploiden Geweben von *Antirrhinum majus*. Ber. Dt. Bot. Ges. **71**, 459—473 (1958). — 7. MELCHERS, G., u. U. ENGELMANN: Die Kultur von Pflanzengewebe in flüssigem Medium mit Dauerbelüftung. Die Naturwissenschaften **42**, 564—565 (1955). — 8. REINERT, J.: Morphogenese und ihre Kontrolle an Gewebekulturen aus Karotten. Die Naturwiss. **45**, 344—345 (1958). — 9. REINERT, J.: Über die Kontrolle der Morphogenese und die Induktion von Adventivembryonen an Gewebekulturen aus Karotten. Planta (Berlin) **53**, 318—333 (1959). — 10. STEWARD, F. C., O. MAPES and J. SMITH: Growth and organized development of cultured cells I. Growth and division of freely suspended cells. Amer. Journ. of Bot. **45**, 691—703 (1958). — 11. STEWARD, F. C., M. O. MAPES and K. MEARS: ... II. Organization in cultures grown from freely suspended cells. Amer. Journ. of Bot. **45**, 705—708 (1958). — 12. STEWARD, F. C. .... III. Interpretations of growth from free cell to carrot plant. Amer. Journ. of Bot. **45**, 709—713 (1958). — 13. TULECKE, W.: The pollen of *Ginkgo biloba*: in vitro culture and tissue formation. Amer. Journ. of Bot. **44**, 602—608 (1957). — 14. TULECKE, W.: The pollen cultures of C. D. LARUE: a tissue from the pollen of taxus. Bull. of the Torrey Bot. Club **86**, 283—289 (1959). — 15. TULECKE, W., and L. G. NICKELL: Production of large amounts of plant tissue by submerged culture. Science **130**, 863—864 (1959). — 16. v. WETTSTEIN, F.: Über reziprok induzierte, haploide Pflanzen aus einer Artbastardierung bei *Epilobium*. Biol. Zbl. **57**, 561—568 (1937).

Aus dem Institut für Acker- und Pflanzenbau der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin in Müncheberg

## Beiträge zur Züchtungsforschung beim Apfel

### V. Phänologische, morphologische und genetische Studien an Nachkommen aus Kreuzungen der Ananas-Renette mit sieben Kultursorten

Von HEINZ MURAWSKI

Mit 3 Abbildungen

#### A. Einleitung

Für eine systematische Weiterentwicklung der Obstzüchtung ist die Kenntnis des Erbwertes der als Kreuzungspartner zu verwendenden Sorten eine wichtige Voraussetzung. Die Schwierigkeit bei der Durchführung von Vererbungsversuchen mit Gehölzen bedingt, daß wir erst mangelhaft über den Erbwert unserer wichtigsten Apfelsorten unterrichtet sind. Die ersten Ergebnisse einer wissenschaftlichen Erbanalyse heimischer Obstsorten wurden von SCHMIDT (1947) veröffentlicht. Es gelangten damals vorwiegend Sämlinge aus freier Abblüte zur Untersuchung, da es schwierig war, am Anfang der Obstzüchtung schnell ein großes, aus Sortenkreuzungen hervorgegangenes Ausgangsmaterial zur Verfügung

zu stellen. Nur von einigen Sortenkreuzungen waren größere Nachkommenschaften vorhanden. Die Sämlingsnachkommen aus freier Bestäubung gestatten nur, den Erbwert der Muttersorte zu untersuchen. Trotz dieses Mangels konnte der Zuchtwert einiger Sorten charakterisiert werden. Auch in den Vereinigten Staaten von Nordamerika und Kanada (HARTMAN und HOWLETT 1942, WELLINGTON und HOWE 1944, HOWLETT und GOURLEY 1946, SCHNEIDER 1949, DAVIS, BLAIR und SPANGELO 1954 und KLEIN 1958), in England (TYDEMAN 1943) sowie in Schweden (NYBOM 1959) sind in den letzten Jahren teilweise sehr eingehende Untersuchungen über den Erbwert züchterisch wertvoller Apfelsorten gemacht worden. Während in diesen Arbeiten vorwiegend über die

Vererbung der Fruchteigenschaften berichtet wird, untersuchten GOLLMICK (1950) und SCHANDER (1958) in Deutschland den Erbwert mehrerer Sorten hinsichtlich ihrer Mehltäuresistenz und ZWINTZSCHER (1957) studierte die Vererbung des Frostverhaltens an einigen Nachkommenschaften verschiedener Kern- und Steinobstsorten. Diese Untersuchungen geben der Obstzüchtung wichtige Grundlagen für eine systematische Kombinationszüchtung. Es ist bei der genetischen Konstitution des Kern- und Steinobstes nicht zu erwarten gewesen, daß einfache Aufspaltungsergebnisse erhalten werden. Jedoch lassen die meisten Erbanalysen erkennen, mit welcher Häufigkeit die einzelnen Merkmale vererbt werden, und welchen Wert die jeweiligen Sorten für die Erreichung verschiedener Zuchtziele besitzen. Wir finden alle Übergänge von einem Prävalieren bestimmter Eigenschaften bis zur regellosen Aufspaltung.

Die vorliegenden Untersuchungen sollen die in Müncheberg begonnenen Erbanalysen des Zuchtmaterials als Grundlage für die Züchtung fortsetzen. Bei der Analyse der Nachkommenschaften wurde die bereits von SCHMIDT (1947) verwendete Klassifizierung beibehalten, um diese Untersuchungen mit denjenigen von SCHMIDT vergleichen zu können.

### B. Pflanzenmaterial

Die zur Untersuchung gelangten Nachkommenschaften sind aus Samen hervorgegangen, die KRUMBHOLZ (1932) während der „Untersuchungen über das Vorkommen von Xenien und Metaxien bei Äpfeln“ in Geisenheim gewann. In Tabelle 1 sind die einzelnen Kombinationen aufgeführt. KRUMBHOLZ verwendete für seine Untersuchungen bevorzugt solche diploiden Sorten, die extreme Merkmale aufweisen. So stellen Langtons Sondergleichen und Charlamowsky Frühsorten dar. Spät reifen Baumanns Rote., Grüner Fürstenapfel, Gelber Bellefleur und Wintergoldparmäne. Der Weiße Winterkalvill zeichnet sich durch die Bildung von „Kalvillrippen“ aus. Flachfrüchtig sind Baumanns Rote., Grüner Fürstenapfel und Langtons Sondergleichen. Großfrüchtig sind Gelber Bellefleur und Weiße Winterkalvill. Die allen als Muttersorte dienende Ananas-Rote. ist kleinfrüchtig und besitzt außer den typischen „Rostpunkten“ keine auffälligen Merkmale. Es besteht somit die Möglichkeit,

an den Nachkommenschaften dieser Kreuzungen einen guten Einblick in den Erbgang vieler Merkmale zu bekommen. Die Sämlinge standen in Quartieren mit einem allseitigen Pflanzabstand von 2,50 m. Bei der Auswertung waren die Quartiere nicht mehr vollständig. Die fehlenden Bäume sind während des Krieges zerstört worden oder aus unbekannten Gründen eingegangen. Da alle morphologischen und physiologischen Merkmale, durch Umweltverhältnisse bedingt, sehr schwanken, wurden die Beobachtungen mehrjährig durchgeführt. So erstrecken sich die phänologischen Beobachtungen über 6 und die pomologischen Beobachtungen über 4 Jahre.

### C. Ergebnisse

#### I. Phänologische Beobachtungen

##### 1. Laubaustrieb

Der Laubaustrieb ist im Frühjahr das erste sichtbare Zeichen der physiologischen Aktivität. Je nach den Witterungsverhältnissen ist er großen Schwankungen unterworfen. Durch mehrjährige Beobachtungen läßt sich nicht nur der umweltbedingte, sondern auch der genotypisch fixierte Zeitpunkt des Laubaustriebs ermitteln, sofern die Sämlinge unter gleichen Bedingungen stehen.

Der Laubaustrieb der an den Kreuzungen beteiligten Elternsorten war im Mittel von 6 Jahren wie folgt:

	Tage nach Jahresbeginn
Grüner Fürstenapfel	99,4
Gelber Bellefleur	100,6
Charlamowsky	101,2
Ananas-Rote.	101,5
Langtons Sondergleichen	102,0
Weiße Winterkalvill	103,0
Wintergoldparmäne	104,5
Baumanns Rote.	107,2

Es ist ersichtlich, daß sich die Sorten im Laubaustrieb deutlich unterscheiden. Betrachten wir nun den Laubaustrieb der untersuchten Nachkommenschaften, deren Aufspaltungsergebnisse in Abb. 1 dargestellt sind, so müssen wir feststellen, daß sich das Verhalten der Elternsorten in den Nachkommenschaften widerspiegelt. Wir erkennen, daß die Sämlinge der Kreuzungen, an denen Sorten mit frühem Laubaustrieb beteiligt sind, früh mit dem Laubaustrieb beginnen. Es gehören dazu Charlamowsky und Grüner Fürstenapfel. Diese Sorten zeigen eine Tendenz zur Vererbung von frühem Laubaustrieb. In der Kombination mit Gelber Bellefleur kommt dies nicht klar zum Ausdruck. Es ist möglich, daß hier die später mit dem Laubaustrieb beginnende Sorte Ananas-Rote. stärkeren Einfluß hat. Auf späteren Laubaustrieb hinwirkendes Erbgut scheinen die später als Ananas-Rote. mit dem Laubaustrieb beginnenden Sorten Langtons Sondergleichen, Wintergoldparmäne und Baumanns Rote. zu übertragen. Die Sorten Ananas-Rote. und

Tabelle 1. Zur Untersuchung gelangte Kreuzungen.

Nachkommenschaft	Aussaat-Jahr	Aussaat-Nr.	Herkunft	Gesamtzahl	Bei der Auswertung noch vorhanden
Ananas-Rote. × Baumanns Rote.	1932	247		255	131
Ananas-Rote. × Wintergoldparmäne	1932	248		282	128
Ananas-Rote. × Charlamowsky	1932	235	Geisenheim	172	119
Ananas-Rote. × Langtons Sondergleichen	1932	238		272	77
Ananas-Rote. × Weiße Winterkalvill	1932	233		358	79
Ananas-Rote. × Gelber Bellefleur	1932	234		223	105
Ananas-Rote. × Grüner Fürstenapfel	1932	244		97	38

Weißen Winterkalvill unterscheiden sich kaum im Laubaustrieb, und es wäre zu erwarten, daß sich die Sämlinge ähnlich wie die Elternsorten verhalten. Es ist jedoch auffällig, daß in dieser Nachkommenschaft viele Sämlinge mit frühem Laubaustrieb vertreten sind; eine Beobachtung, die sich beim Blühbeginn wiederholt. Es darf angenommen werden, daß dieser

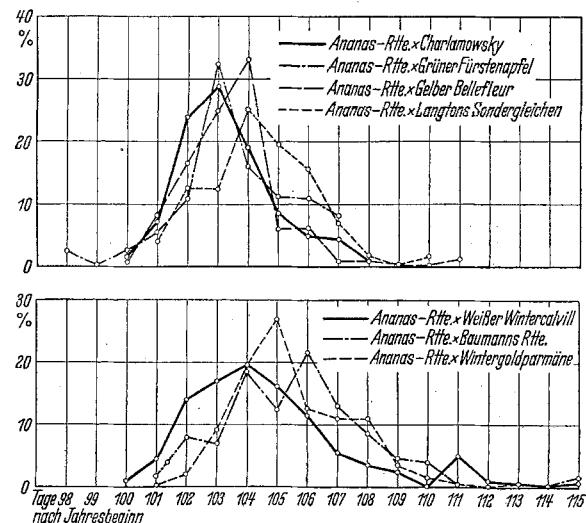


Abb. 1. Laubaustrieb der untersuchten Nachkommenschaften.

Einfluß von der Sorte Weißen Winterkalvill übertragen wird, da die Ananas-Rtte. in Verbindung mit anderen Sorten diese Tendenz nicht erkennen läßt. Eine Besonderheit ist auch in der Kombination Ananas-Rtte. × Baumanns Rtte. zu beobachten. Die Häufigkeitsverteilung ist zweigipflig. Da sich die beiden Kreuzungspartner im Laubaustrieb erheblich unterscheiden, spiegelt sich diese Tatsache auch in der Nachkommenschaft wider.

## 2. Blühbeginn

Im Blühbeginn halten die verwendeten Kreuzungspartner nicht die gleiche Rangfolge ein wie beim Laubaustrieb, da sie auf die Umweltverhältnisse unterschiedlich reagieren. Die gleiche Beobachtung wurde an einer Nachkommenschaft von Weißen Wintertaffelapfel gemacht (MURAWSKI 1959). Auch hier war die Rangfolge beim Blühbeginn nicht die gleiche wie beim Laubaustrieb. Abgesehen von meist nur geringfügigen Verschiebungen wurde jedoch festgestellt, daß Sorten mit frühem Laubaustrieb auch früher blühen.

Der Blühbeginn der beteiligten Sorten war wie folgt:

	Tage nach Jahres- beginn	relativer Blühbeginn nach SCHMIDT (1954)	Tage nach Pfirsich- roter Sommerapfel
Charlamowsky	119,5	2	
Grüner Fürstenapfel	122,6	2,3	
Langtons Sondergleichen	123,2	4,6	
Baumanns Rtte.	124,0	5,0	
Ananas-Rtte.	124,0	5,2	
Weißer Winterkalvill	124,0	—	
Gelber Bellefleur	124,2	5,7	
Wintergoldparmäne	125,5	6,6	

In der vorstehenden Aufstellung ist auch der von SCHMIDT (1954) ermittelte relative Blühbeginn der einzelnen Sorten, bezogen auf Pfirsichroter Sommerapfel, angegeben. Obwohl unsere Beobachtungen

erheblich später gemacht wurden, stimmt die Rangfolge der Sorten mit früheren Beobachtungen überein.

Wie die in Abb. 2 dargestellten Aufspaltungsergebnisse zeigen, blühen die Kombinationen Ananas-Rtte. × Charlamowsky und Grüner Fürstenapfel früher als die übrigen Kreuzungen, und der Einfluß der frühblühenden Vatersorten ist hier, genau wie beim Laubaustrieb, erkennbar. Obwohl der Blühbeginn der Sorten Ananas-Rtte. und Weißen Winterkalvill gleichzeitig ist, spalten in der Nachkommenschaft dieser beiden Sorten sehr viele Sämlinge mit früher Blüte heraus, und der durchschnittliche Blühbeginn der Kombination liegt mit 124,3 Tagen auf gleicher Höhe mit der des Grünen Fürstenapfels. Bereits beim Laubaustrieb konnte die Beobachtung gemacht werden, daß Weißen Winterkalvill Anlagen zu frühem Laubaustrieb vererbt. Es zeigt sich also an einem weiteren Merkmal, daß die genetische Konstitution von Weißen Winterkalvill für das in dieser Kombination gefundene Aufspaltungsverhältnis verantwortlich ist, da bei Ananas-Rtte. in Verbindung mit anderen zur gleichen Zeit blühenden Sorten (Baumanns Rtte. und Gelber Bellefleur) diese Aufspaltung nicht eintritt. Sehr ausgeglichen ist die Häufigkeitsverteilung der Nachkommenschaft Ananas-Rtte. × Gelber Bellefleur. Beide Sorten unterscheiden sich kaum im Blühbeginn und im Genotyp,

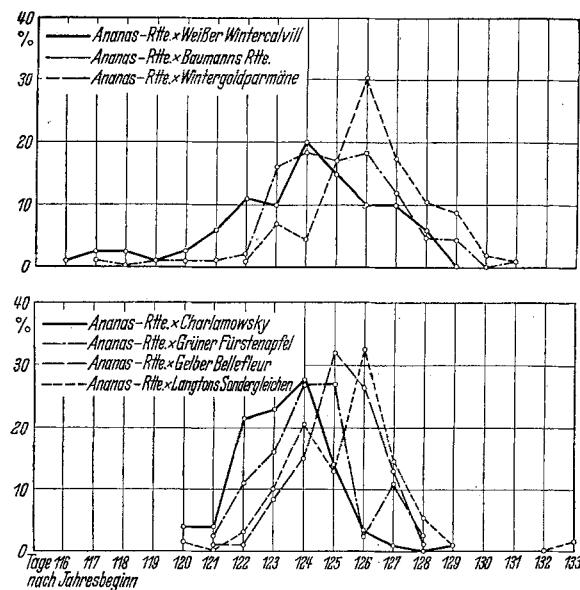


Abb. 2. Blühbeginn der untersuchten Nachkommenschaften.

wie aus den Befunden von SCHMIDT (1947) hervorgeht. Sie brachten nach dessen Untersuchungen den größten Anteil Sämlinge in der Gruppe mit mittelfrühem Blüte. Die Sorten Langtons Sondergleichen und Baumanns Rtte. bedingen das Herausspalten von Sämlingen, deren Häufigkeitsverteilung eine Kurve mit zwei Gipfeln ergibt, obwohl sich die Kreuzungspartner nur wenig oder gar nicht in der Blütezeit unterscheiden. Es läßt sich bei Langtons Sondergleichen nicht leicht entscheiden, von welchem Elternteil der Einfluß ausgeht, während bei Baumanns Rtte. eine Parallel zum Laubaustrieb besteht. Sie hatte von den als Kreuzungspartner verwendeten Sorten den spätesten Laubaustrieb, und in der Nachkommenschaft traten auch Sämlinge mit spätem Laubaustrieb auf. Man darf daher annehmen, daß

Baumanns Rtte. und Langtons Sondergleichen Gene übertragen, die den Blühbeginn verzögern, obwohl dies im Blühbeginn der Sorten selbst nicht zum Ausdruck kommt. Wie bereits erwähnt, ist die Zeit der Entwicklung vom Laubaustrieb bis zum Blühbeginn ebenfalls genotypisch fixiert und bei Taffetafel frei abg. korrelierte bei den meisten Sämlingen später Laubaustrieb mit spätem Blühbeginn (MURAWSKI 1959). In dem gleichsinnigen Kurvenverlauf von Laubaustrieb und Blühbeginn bei Baumanns Rtte. kommt diese Beziehung ebenfalls zum Ausdruck. Sehr eindeutig ist die Vererbung des späten Blühens von Wintergoldparmäne. Auch hier zeigt sich eine Übereinstimmung mit dem Untersuchungsergebnis von SCHMIDT (1947), der feststellte, daß Wintergoldparmäne frei abg. einen hohen Anteil Sämlinge in der Blütezeitgruppe „mittelspät“ hat.

HOWLETT und GOURLEY (1946) untersuchten ebenfalls die Vererbung der Blütezeit bei einer größeren Anzahl amerikanischer Apfelsorten. Auch sie konnten feststellen, daß eine breite Aufspaltung eintritt, die Blütezeit aber in Abhängigkeit von den Elternsorten zur späten oder frühen Seite hin verschoben wird oder mit keiner der Elternsorten vergleichbar ist. Northern Spy vererbte vor allem späte Blüte in Verbindung mit den Sorten Rome Beauty, Wealthy und Jonathan. In der Kombination Jonathan × Delicious blühten alle Sämlinge später als eine der beiden Elternsorten. Ähnliche Beobachtungen konnte auch TYDEMAN (1943) machen. Seine Analysen über die Vererbung der Blütezeit zeigen sehr deutlich, wie in Abhängigkeit des Blühtermins der Elternsorten eine Aufspaltung in frühblühende, in der Mitte blühende und spätblühende Sämlinge eintritt. Aber auch aus Kombinationen frühblühend × in der Mitte blühend wurden einzelne Sämlinge mit später Blüte erhalten.

Wie die untersuchten Merkmale Laubaustrieb und Blühbeginn zeigen, ist deren Vererbung sehr kompliziert. Es sind an ihrer Ausbildung wahrscheinlich, wie bei allen quantitativen Eigenschaften, viele Gene beteiligt, und je nach genetischer Konstitution der vereinigten Gameten entstehen Sämlinge mit bestimmten Eigenschaften. Die Häufigkeit, mit der die z. B. auf frühe oder späte Blüte hinwirkenden Gameten entstehen, ist von der jeweiligen Sorte abhängig. Es hat sich gezeigt, daß das Verhalten der Sorte selbst nicht in allen Fällen einen eindeutigen Anhaltspunkt für ihr Erbverhalten gibt.

### 3. Beginn der Genußreife

Auch im Beginn der Genußreife unterscheiden sich die an den Kreuzungen beteiligten Sorten. Aus Abb. 3 ist zu ersehen, in welchen Monaten die einzelnen Nachkommenschaften mit der Reife beginnen.

Von einigen hier zur Kreuzung verwendeten Sorten, wie Wintergoldparmäne, Ananas-Rtte. und Gelber Bellefleur, hat SCHMIDT (1947) die aus freier Abblüte hervorgegangenen Nachkommenschaften im Reifebeginn analysiert. Die Sorten Wintergoldparmäne und Ananas-Rtte. brachten Sämlinge, die vorwiegend im November und Dezember mit der Reife begannen, und die Nachkommen von Gelber Bellefleur reisten vorwiegend im Dezember und Januar. Alle drei Sorten brachten Nachkommen, deren Reifebeginn als spät zu bezeichnen ist.

In den zur Untersuchung gelangenden Populationen ist das Erbverhalten der Sorten Baumanns Rtte., Wintergoldparmäne, Weißer Winterkalvill und Gelber Bellefleur sehr ähnlich. Die Hauptmasse der Sämlinge beginnt mit der Reife im Dezember. Aber auch im November und Januar reift eine größere Anzahl. Bei Wintergoldparmäne fällt auf, daß der Anteil auch im Januar auffällig höher ist als bei den Sorten Baumanns Rtte., Weißer Winterkalvill und Gelber Bellefleur. Die Verlagerung des Reifebeginns

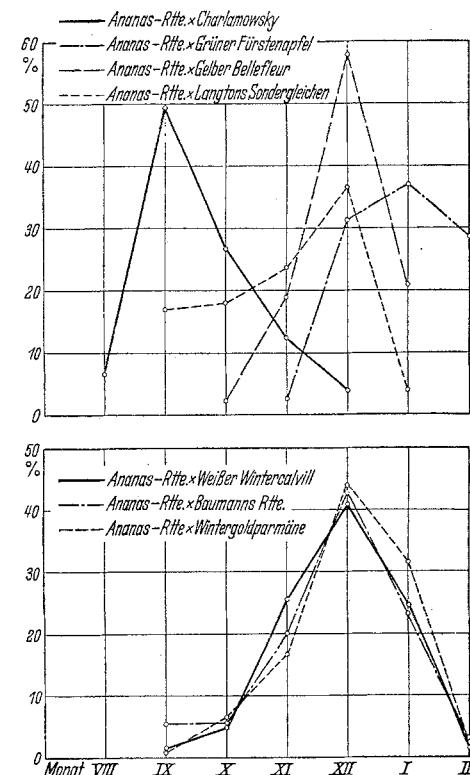


Abb. 3. Beginn der Genußreife der untersuchten Nachkommenschaften.

nach der späteren Seite hin wurde bei Wintergoldparmäne auch von SCHMIDT (1947) beobachtet. Es ist daher anzunehmen, daß die genetische Konstitution von Wintergoldparmäne so beschaffen ist, daß von ihr mehr Gene für späten Reifebeginn übertragen werden als von anderen zu dieser Reifegruppe gehörenden Sorten. Auffallend ist, daß die Kombination mit Charlamsky sehr viele Sämlinge mit frühem Reifebeginn ergibt. Das Maximum ist deutlich zur frühen Reifezeit verschoben, und ein Einfluß der Ananas-Rtte. ist kaum erkennbar. Wie das Ergebnis zeigt, ist in dieser Kombination früher Reifebeginn über späten Reifebeginn vorherrschend. Die im September reifende Sorte Langtons Sondergleichen ergibt mit Ananas-Rtte. Nachkommen, die größtenteils vom September bis Dezember mit der Reife beginnen. Hier zeigt sich, daß das Erbgut der Ananas-Rtte. die Verteilung im Reifebeginn stark beeinflußt und in diesem Fall Spätreife über Frühreife vorherrscht. Man kann an Hand der vorliegenden Häufigkeitsverteilung und infolge der polygen bedingten Merkmale in beiden Fällen nur unvollständige Dominanz oder größere Prävalenz der Gene annehmen. In der Verbindung mit Grüner Fürstenapfel spaltet der größte Anteil Sämlinge mit sehr spätem Reifebeginn heraus, da beide Elternsorten ebenfalls spät reifen. Es ist auf Grund dieses Ergebnisses festzustel-

len, daß beide Sorten, Ananas-Rtte. und Grüner Fürstenapfel, Anlagen für späte Reife besitzen und durch das Zusammentreffen sich verstärkender Gene Sämlinge mit noch späterem Reifebeginn herausspalten. Der hohe Anteil von 29,0% im Februar zeigt dies eindeutig.

Wegen der großen Bedeutung des Reifetermins der Sorten für eine möglichst frühe und lange Belieferung des Obstmarktes ist die Vererbung dieses Merkmals auch von anderen Züchtern untersucht worden.

SCHMIDT (1949) untersuchte den Reifebeginn vieler Kreuzungen zwischen amerikanischen Sorten. Nach seinen Feststellungen lag die Reifezeit einer großen Anzahl Kombinationen zwischen dem Reifebeginn der Elternsorten. Ein Teil der Kreuzungen brachte jedoch Nachkommen, deren Reifezeit erheblich vor oder nach dem Reifebeginn der beiden Elternsorten lag. So wurden in der Kombination Yellow Newton × Golden Delicious, beide im Oktober reifend, Sämlinge gefunden, deren Reifezeit im Juli lag. WELLINGTON und HOWE (1944) konnten in der Nachkommenschaft McIntosh (Reifezeit Anfang November) × King David (Reifezeit Anfang Dezember) Sämlinge aufgetreten sind, die im August und September reiften. In Münchenberg konnten wir eine Transgression in der Nachkommenschaft Geheimrat Dr. Oldenburg × Cox'Orangen-Rtte. beobachten. Während die Elternsorten sich auf dem Lager bis Dezember und Februar halten, sind die Früchte eines Sämlings aus dieser Kombination bis Anfang Juni lagerfähig. Der Züchter kann aus den meisten Aufspaltungsbefunden nur allgemeine Tendenzen ablesen, die nicht auf alle Sorten übertragen werden können. Um das gewünschte Zuchziel hinsichtlich der Reifezeit zu erreichen, wird es notwendig sein, möglichst viele Kombinationen mit Sorten herzustellen, die dem Zuchziel entsprechen und von denen möglichst auch schon genetische Analysen des Merkmals Reifezeit vorliegen.

zen sehr unterschiedlich ist und durch Rekombination neue Genkombinationen entstehen, die das Aufspaltungsverhältnis stark verändern können. Die Annahme, daß die Reifezeit durch polymere Gene bedingt wird, kann auch durch das Auftreten von Transgressionen gestützt werden. So fand SCHNEIDER (1949) in der Kreuzung der im Oktober reifenden Sorten Yellow Newton × Golden Delicious Sämlinge, deren Früchte im Juli reiften. WELLINGTON und HOWE (1944) berichten, daß in der Kombination McIntosh (Reifezeit Anfang November) × King David (Reifezeit Anfang Dezember) Sämlinge aufgetreten sind, die im August und September reiften. In Münchenberg konnten wir eine Transgression in der Nachkommenschaft Geheimrat Dr. Oldenburg × Cox'Orangen-Rtte. beobachten. Während die Elternsorten sich auf dem Lager bis Dezember und Februar halten, sind die Früchte eines Sämlings aus dieser Kombination bis Anfang Juni lagerfähig. Der Züchter kann aus den meisten Aufspaltungsbefunden nur allgemeine Tendenzen ablesen, die nicht auf alle Sorten übertragen werden können. Um das gewünschte Zuchziel hinsichtlich der Reifezeit zu erreichen, wird es notwendig sein, möglichst viele Kombinationen mit Sorten herzustellen, die dem Zuchziel entsprechen und von denen möglichst auch schon genetische Analysen des Merkmals Reifezeit vorliegen.

## II. Morphologische Beobachtungen

### 1. Fruchtgestalt

Obwohl die Fruchtgestalt durch Umwelteinflüsse in sortentypischer Weise variiert, wird sie als wichtiges pomologisches Merkmal für die Kennzeichnung einer Sorte benutzt. Durch das Verhältnis von Länge: Breite läßt sich die Fruchtgestalt charakterisieren. Bei einem Längen-Breiten-Index von 1 sind die Früchte mehr oder weniger kugelförmig; ist der Index größer als 1, sind sie mehr oder weniger länglich, ist er kleiner als 1, mehr oder weniger abgeplattet. Der Längen-Breiten-Index der Elternsorten sowie deren Nachkommenschaften ist in Tabelle 2 angegeben. Man erkennt, daß sich die Elternsorten auch im Verhältnis von Länge: Breite unterscheiden.

Die meisten Sämlinge besitzen einen Längen-Breiten-Index von 0,7 bis 0,8. Es fällt jedoch auf, daß bei einigen Kreuzungen die Extreme besonders betont sind. So in der Kombination Ananas-Rtte. × Baumanns Rtte., die von allen Kreuzungen den höchsten Anteil (12,2%) mit einem Index von 0,6 hat. Auch in der Klasse 0,7 sind verhältnismäßig viele Nachkommen, obwohl die Elternsorten einen Index von 1,0 (Ananas-Rtte.) und 0,8 (Baumanns Rtte.) besitzen. Aus den Untersuchungen von SCHMIDT (1947) geht hervor, daß Ananas-Rtte. frei abg. einen hohen Anteil von Nachkommen mit dem Index 0,8 hervorbrachte. Es ist daher anzunehmen, daß beide Elternsorten, Ananas-Rtte. und Baumanns Rtte., Gene für abgeplattet (Index 0,6) und rundlich abgeplattet (Index 0,7—0,9) übertragen. Der hohe Anteil Sämlinge mit dem Index 0,9 und 1,0 in der Kreuzung Ananas-Rtte. × Gelber Bellefleur läßt erkennen, daß Gelber Bellefleur dazu neigt, diese Fruchtform verstärkt zu vererben. Einen auffallend hohen Prozentsatz (50,6%) Nachkommen mit dem Index 0,7 bringt Weißer Winterkalvill hervor. In Verbindung mit

TYDEMAN (1943) untersuchte die Vererbung der Fruchtreife von frühreifen Sorten und Herbstsorten. Seine Ergebnisse zeigen, daß die von ihm verwendeten Frühsorten einen Einfluß auf den Reifebeginn der Nachkommenschaften haben. So gingen aus der Kombination Devonshire Quarrenden (Reifezeit Ende August) × Golden Russet (Reifezeit Dezember bis März) über 90% Sämlinge hervor, die im Sommer oder Frühherbst reiften. Ähnlich waren die Ergebnisse der Kombinationen Red McIntosh (Reifezeit Oktober bis Dezember) × Beauty of Bath (Reifezeit Anfang August) und Devonshire Quarrenden × Stirling Castle (Reifezeit September—Oktober). Die Kreuzung Baumanns Rtte. (Reifezeit Dezember bis Januar) × Brownlee's Russet (Reifezeit Januar bis April) ergab neben spätreifenden Nachkommen auch solche, die früher als eine der Elternsorten reiften.

Faßt man alle Untersuchungen über die Vererbung des Reifebeginns zusammen, so kann man feststellen, daß sich Rückschlüsse auf die Vererbungstendenz der Reifezeit nicht von allen Elternsorten ableiten lassen. Der Genbestand der Elternsorten ist entscheidend für das Aufspaltungsverhältnis. Auf Grund der breiten Aufspaltung ist anzunehmen, daß kumulativ wirkende Gene an dem physiologischen Ablauf der Reifeprozesse beteiligt sind. Ferner zeigen die Aufspaltungsergebnisse, daß die genotypische Konstitution der Sorten hinsichtlich der Aufspaltungstenden-

Tabelle 2. Verhältnis von Länge : Breite.

Nachkommenschaft	Verhältnis von Länge : Breite der Elternsorten	Index									Gesamtzahl
		0,4%	0,5%	0,6%	0,7%	0,8%	0,9%	1,0%	1,1%	1,2%	
Ananas-Rtte.	1,0										
Ananas-Rtte. × Baumanns Rtte.	0,8	0,8	1,5	12,2	53,4	25,2	6,9	—	—	—	131
Ananas-Rtte. × Wintergoldparmäne	0,9	—	0,8	3,1	39,1	47,7	7,8	0,8	—	0,8	128
Ananas-Rtte. × Charlamowsky	0,8	—	—	—	14,3	66,4	18,5	0,8	—	—	119
Ananas-Rtte. × Langtons Sondergleichen	0,7	—	2,6	3,9	32,5	48,1	11,7	1,3	—	—	77
Ananas-Rtte. × Weißer Winterkalvill	0,8	—	—	3,8	50,6	39,2	6,3	—	—	—	79
Ananas-Rtte. × Gelber Bellefleur	1,0	0,8	1,0	1,9	10,5	47,6	30,5	6,7	—	1,0	105
Ananas-Rtte. × Grüner Fürstenapfel	0,8	—	—	2,6	39,5	34,2	21,1	2,6	—	—	38

Charlamowsky ist die geringste Schwankung zu verzeichnen. Hier konnte von allen Kreuzungen der größte Anteil (66,4%) in der Klasse 0,8 ermittelt werden. Die übrigen Kombinationen lassen keine besonders auffälligen Tendenzen erkennen und verhalten sich wie die Masse der von SCHMIDT (1947) analysierten Nachkommenschaften. Insgesamt ergibt sich in der Vererbung der Fruchtgestalt eine gute Übereinstimmung zwischen diesen und den von SCHMIDT (1947) durchgeföhrten Untersuchungen.

## 2. Fruchtgröße

Der Obstbau wünscht Sorten, die eine mittlere Fruchtgröße besitzen und möglichst gleichmäßig große Früchte ausbilden. Durch die Verwendung verschiedener Unterlagen kann die Fruchtgröße unterschiedlich beeinflußt werden. So bringen manche Zuchtklone als Spindeln Früchte, die in ihrer Größe den Anforderungen des Obstbaues entsprechen, während sie als Meterstämme oder Halbstamm Früchte von zu geringer Größe entwickeln. Die Früchte anderer Klone werden dagegen in ihrer Größe durch Unterlagen weniger modifiziert. Diese Tatsache muß bei der Auswahl der Kreuzungspartner in Abhängigkeit von dem Zuchziel berücksichtigt werden. Wegen der wirtschaftlichen Bedeutung der Fruchtgröße verdient sie ebenfalls eine eingehendere Analyse.

Die Fruchtgröße wurde durch Multiplikation von Länge und Breite ermittelt. Da die Sämlingsquartiere schon verhältnismäßig alt waren und infolge des dichten Standes eine volle Ernährung der Bäume nicht mehr möglich war, sind die Früchte im Durchschnitt kleiner, als dies bei voller Ernährung der Fall wäre. Trotz dieses Mangels läßt sich bei allen Kombinationen der Erbwert der Elternsorten hinsichtlich der Fruchtgröße ermitteln.

Wie die in Tabelle 3 zusammengestellten Werte zeigen, sind die meisten Sämlinge in den Gruppen klein und mittelgroß vorhanden. Einige Kombinationen lassen aber deutlich erkennen, daß sie eine Tendenz zur Vererbung von Kleinfruchtigkeit besitzen. So treten in den Kreuzungen mit Baumanns Rtte. und Wintergoldparmäne verhältnismäßig viele Sämlinge mit sehr kleinen Früchten auf. Vergleicht man die von SCHMIDT (1947) gefundenen Aufspaltungsergebnisse von Wintergoldparmäne frei abg. mit unseren Ergebnissen, so läßt sich eine gute Übereinstimmung erkennen. Die Wintergoldparmäne brachte einen hohen Anteil sehr kleiner und kleiner Früchte. Auch von der Ananas-Rtte. wurde ein hoher Anteil kleinfrüchtiger Nachkommen ermittelt. HENNING (1947) fand bei Artkreuzungen, *Malus zumi* × Kultursorten, daß die Kombination mit Wintergoldparmäne sehr viele kleinfrüchtige Sämlinge lieferte. Es kann daraus gefolgert werden, daß Wintergoldparmäne Gene für Kleinfruchtigkeit überträgt. Durch die Verbindung mit Ananas-Rtte., die ebenfalls Anlagen für Kleinfruchtigkeit hat, ist das verstärkte Auftreten von sehr kleinen Früchten in der Kombination Ananas-Rtte. × Wintergoldparmäne sicherlich begünstigt worden. Auch in Verbindung mit Baumanns Rtte. sind sehr viele kleinfrüchtige Sämlinge vorhanden. Es kann daher auch hier angenommen werden, daß diese Sorte ebenfalls bevorzugt Anlagen für Kleinfruchtigkeit überträgt. Die meisten Sämlinge mit mittelgroßen Früchten sind in den Kreuzungen mit den verhältnismäßig großfrüchtigen Sorten Weißer Winterkalvill und Gelber Bellefleur zu finden. Diese Sorten besitzen nach den vorliegenden Ergebnissen Gene für Großfruchtigkeit. Die geringste Schwankungsbreite in der Fruchtgröße weist die Kombination mit Grüner Fürstenapfel auf, die gleich-

Tabelle 3. Fruchtgröße (Länge × Breite).

Nachkommenschaft	Fruchtgröße (Länge × Breite) der Elternsorten	sehr klein bis 20 %	klein 21—29 %	mittel 30—43 %	groß 44—49 %	sehr groß 50 und darüber %	Gesamtzahl
Ananas-Rtte.	23,5						
Ananas-Rtte. × Baumanns Rtte.	34,3	26,0	48,1	21,4	1,5	3,1	131
Ananas-Rtte. × Wintergoldparmäne	37,6	25,0	56,3	18,8	—	—	128
Ananas-Rtte. × Charlamowsky	35,1	10,1	67,2	20,2	2,5	—	119
Ananas-Rtte. × Langtons Sondergleichen	27,1	13,0	55,8	29,9	—	1,3	77
Ananas-Rtte. × Weißer Winterkalvill	47,3	3,8	48,1	45,6	1,3	1,3	79
Ananas-Rtte. × Gelber Bellefleur	57,8	8,6	38,1	46,7	6,7	—	105
Ananas-Rtte. × Grüner Fürstenapfel	27,8	7,9	76,3	15,8	—	—	38

zeitig den höchsten Anteil kleinfruchtiger Äpfel hat. Eine Mittelstellung nehmen die Kreuzungen mit Charlamowsky und Langtons Sondergleichen ein.

KLEIN (1958) folgert aus seinen Untersuchungen, daß alle von ihm analysierten Sorten heterozygot für Fruchtgröße sind. Jedoch unterscheiden sich alle Sorten im Genotyp erheblich. So traten in Verbindung mit den Sorten Jonathan, Macoun und Golden Delicious bevorzugt kleinfruchtige Sämlinge auf. Die Sorten Cortland, Wagener, Ben Davis, Yellow Newton und Yorking übertrugen in vielen Kreuzungen Anlagen für Großfruchtigkeit. Auch SCHNEIDER (1949) beobachtete, daß Yellow Newton Großfruchtigkeit vererbt. Die Sorten McIntosh, Monroe, Red Spy und Grimes übertragen Anlagen für Groß- und Kleinfruchtigkeit.

Der Einfluß unterschiedlicher Umweltverhältnisse auf die Ausbildung der Fruchtgröße wird von KLEIN (1958) an der Kreuzung der Sorten McIntosh × Ben Davis beschrieben. BISHOP (zitiert bei KLEIN 1958) berichtet, daß Ben Davis in Nova Scotia, Canada, in der Kombination mit Northern Spy (Red Spy, vererbt Großfruchtigkeit) verhältnismäßig viele kleinfruchtige Nachkommen ergibt, während in der Nachkommenschaft McIntosh (vererbt Groß- und Kleinfruchtigkeit) × Ben Davis in Geneva, New York,

hende breite Aufspaltung weist darauf hin, daß die Fruchtgröße polygen bedingt ist. Um die Fruchtgröße in den Nachkommenschaften nicht zu stark zu verringern und das Auftreten gewünschter Fruchtgrößen zu begünstigen, ist es notwendig, mindestens einen großfruchigen Partner zu verwenden, von dem bekannt ist, daß dieses Merkmal vorherrschend vererbt wird.

### 3. Fruchtgewicht

Die Vererbung des Fruchtgewichtes ist, abgesehen von durch das spezifische Gewicht bedingten Schwankungen, der Fruchtgröße sehr ähnlich, wie durchgeführte Korrelationsanalysen ergaben. Die in Tabelle 4 aufgeführten Ergebnisse lassen erkennen, daß die Kombinationen Ananas-Rtte. × Wintergoldparmäne und Baumanns Rtte. sehr viele kleinfruchtige Nachkommen haben. Die großfrüchtigsten Sämlinge erzeugten Gelber Bellefleur und Weißer Winterkalvill. Die übrigen Nachkommenschaften nahmen zwischen diesen genannten Extremen eine Mittelstellung ein. Eine Berechnung der Streuung des Fruchtgewichtes innerhalb jeder Kombination ergab, daß Baumanns Rtte. eine sehr große Streuung aufweist, während die übrigen Kreuzungen sehr ähnliche Werte ergaben (Tab. 4). Die auffällig hohe Streuung

Tabelle 4. *Fruchtgewicht.*

Nachkommenschaft	Fruchtgewicht der Elternsorten	bis 50 g %	51 bis 100 g %	101 bis 150 g %	151 bis 200 g %	über 200 g %	$\bar{x}$	S %	Gesamtzahl
Ananas-Rtte.	58,0								
Ananas-Rtte. × Baumanns Rtte.	112,0	16,8	71,8	9,9	—	1,5	74,0	50,8	131
Ananas-Rtte. × Wintergoldparmäne	112,0	16,5	78,1	5,5	—	—	67,2	28,4	128
Ananas-Rtte. × Charlamowsky	103,0	8,4	84,9	5,9	0,8	—	70,9	26,6	119
Ananas-Rtte. × Langtons Sondergleichen	81,0	6,5	83,1	10,4	—	—	75,2	28,4	77
Ananas-Rtte. × Weißer Winterkalvill	155,0	2,5	73,4	24,1	—	—	85,0	25,5	79
Ananas-Rtte. × Gelber Bellefleur	161,0	6,8	77,1	15,2	1,0	—	83,0	26,3	105
Ananas-Rtte. × Grüner Fürstenapfel	84,0	7,9	81,6	10,5	—	—	70,4	26,1	38

fast die Hälfte (44,2%) der Sämlinge große Früchte brachte. Dieser Unterschied wird von KLEIN auf die unterschiedlichen Umwelteinflüsse an beiden Versuchsstationen zurückgeführt. Die Nachkommen von Ben Davis können ihre volle Fruchtgröße nur unter warmen Klimabedingungen ausbilden.

Genetische Differenzen in der Fruchtgröße wurden auch von DAVIS, BLAIR und SPANGELO (1954), HOWLETT und GOURLEY (1946), HARTMAN und HOWLETT (1942) sowie WELLINGTON und HOWE (1944) bei vielen amerikanischen Sorten ermittelt. Die meisten Untersuchungen zeigen, daß bevorzugt kleinfruchtige Sämlinge auftreten. Auch unsere Untersuchungen lassen erkennen, daß die meisten Sorten Anlagen für Kleinfruchtigkeit übertragen. Diese Ergebnisse stützen die von CRANE und LAWRENCE (1934) gemachten Untersuchungen, daß Kleinfruchtigkeit über Großfruchtigkeit dominiert. Jedoch dürfen diese Angaben nicht zu sehr verallgemeinert werden, da es sehr vom Genotyp der benutzten Elternsorten abhängt, wie groß der Anteil klein- und großfruchtiger Nachkommen ist. TYDEMAN (1943) konnte beobachten, daß die meisten Sämlinge mit Stirling Castle als Elternsorte kleinere Früchte und mit Devonshire Quarrenden als Elternsorte größere Früchte brachten als eine der Elternsorten selbst. Die trotz der Schwerpunktbildung in bestimmten Größenklassen beste-

des Fruchtgewichtes von Baumanns Rtte. erinnert daran, daß die Vatersorte selbst dazu neigt, Früchte mit sehr unterschiedlicher Größe auszubilden. Es lassen sich auf Grund der Ergebnisse über den Erbgang des Fruchtgewichtes keine anderen Schlußfolgerungen treffen, als dies für die Vererbung der Fruchtgröße möglich war.

### 4. Rippung der Frucht

Die Früchte mancher Sorten sind dadurch gekennzeichnet, daß sie Rippen (Weißer Winterkalvill) oder Kanten (Danziger Kantapfel) ausbilden. Von den zur Kreuzung verwendeten Sorten besitzen nur Weißer Winterkalvill und Gelber Bellefleur gerippte Früchte. In den untersuchten Nachkommenschaften traten nun gerippte Früchte in sehr unterschiedlicher Anzahl auf. Den höchsten Anteil Sämlinge mit gerippten Früchten brachten die Kombinationen Ananas-Rtte. × Weißer Winterkalvill und Ananas-Rtte. × Gelber Bellefleur, wie aus Tabelle 5 ersichtlich ist. Die übrigen Kreuzungen haben nur einen geringen Anteil Früchte mit Rippung. Die Aufspaltungsbefunde zeigen sehr deutlich, daß die beiden Sorten mit Rippen dieses Merkmal auch in starkem Maße auf die Nachkommen vererben. Nach Untersuchungen von SCHMIDT (1954) trifft dies auch für die Sorten Danziger Kantapfel und Adersleber Kalvill zu. Desgleichen

beobachtete er auch das Herausspalten von Früchten mit Rippung aus Kreuzungen, an denen Eltern ohne gerippte Früchte beteiligt sind. Die Aufspaltungsbefunde unserer untersuchten Nachkommenschaften bestätigen diese Beobachtung und zeigen, daß auch Sorten ohne Rippung Gene für dieses Merkmal besitzen.

Tabelle 5. *Rippung der Früchte.*

Nachkommenschaft	ungerippt %	gerippt %	Gesamtzahl
Ananas-Rtte. × Baumanns Rtte.	90,1	9,9	131
Ananas-Rtte. × Wintergoldparmäne	89,8	10,2	128
Ananas-Rtte. × Charlamowsky	92,4	7,6	119
Ananas-Rtte. × Langtons Sondergleichen	88,3	11,7	77
Ananas-Rtte. × Weißer Winterkalvill	59,5	40,5	79
Ananas-Rtte. × Gelber Bellefleur	64,8	35,2	105
Ananas-Rtte. × Grüner Fürstenapfel	92,1	7,9	38

### 5. Beschaffenheit der Fruchtoberfläche

Die Fruchtoberfläche der Ananas-Rtte. ist mit für diese Sorte typischen „Rostpunkten“ bedeckt, die auch an vielen Sämlingen aller Kombinationen wiederzufinden sind. Den Anteil der Rostpunkte in den einzelnen Kreuzungen vermittelt Tabelle 6. Die Summe

Tabelle 6. *Vorkommen von „Rostpunkten“.*

Nachkommenschaft	keine Rostpunkte	Rostpunkte	Gesamtzahl	davon % Rostpunkte	$\chi^2$	P %
Ananas-Rtte. × Baumanns Rtte.	42	89	131	67,9	3,27	5—10
Ananas-Rtte. × Wintergoldparmäne	37	91	128	71,1	1,04	20—50
Ananas-Rtte. × Charlamowsky	29	90	119	75,6	0,33	50—90
Ananas-Rtte. × Langtons Sondergleichen	15	62	77	80,5	1,11	20—50
Ananas-Rtte. × Weißer Winterkalvill	8	71	79	89,9	9,64	< 1
Ananas-Rtte. × Gelber Bellefleur	13	92	105	87,6	8,63	< 1
Ananas-Rtte. × Grüner Fürstenapfel	14	24	38	63,2	2,17	10—20
Gesamt	158	519	677	26,19	< 1	
$\chi^2$		0,99				20—50

der Sämlinge mit berosteten Früchten aus allen Kombinationen ergibt 519 und der Anteil Sämlinge ohne berostete Früchte beträgt 158, und man könnte annehmen, es handelt sich um ein Merkmal, daß eine 3:1-Spaltung ergibt. Der Homogenitätstest (Tabelle 7) jedoch zeigt, daß das Gesamtmaterial nicht homogen ist und daher nicht zu einer Gesamtstichprobe vereinigt werden darf. Die Spaltungszahlen in den einzelnen Kombinationen lassen erkennen, wie

Tabelle 7. *Prüfung der Homogenität.*

	FG	$\chi^2$	P %
Abweichung	1	0,99	20—50
Homogenität	6	25,20	< 1
Gesamt	7	26,19	< 1

unterschiedlich das Merkmal „Rostpunkte“ der Ananas-Rtte. vererbt wird, und daß es nicht einfachen Spaltungsgesetzen folgt. Hinzu kommt, daß einige Kombinationen zu klein sind, um sichere Aussagen machen zu können. Das ideale Spaltungsverhältnis in der Kreuzung Ananas-Rtte. × Charlamowsky kann rein zufällig bedingt sein. SCHMIDT (1947) untersuchte ebenfalls die Bildung von Rostpunkten an einer Anzahl Nachkommenschaften verschiedener Sorten und stellte eine zum Teil sehr unterschiedliche Häufigkeit in der Bildung von Rostpunkten fest. Die meisten Rostpunkte brachten die Sorten Ananas-Rtte. frei abg. und Gelber Bellefleur frei abg. Aus der Verbindung dieser beiden Sorten sind in unseren Aufspaltungsergebnissen die meisten Früchte mit Rostpunkten erhalten worden.

HENNING (1947) untersuchte das Kelchverhalten an *Malus*-Artbastarden (*Malus zumi* × Kultursorten) und fand unter Auslassung der Sämlinge mit amphitypischem Kelchverhalten bei Zusammenfassung aller Kombinationen eine 3:1-Spaltung. Betrachtet man auch hier die Aufspaltungsergebnisse einzelner Kombinationen, so kann man feststellen, daß die Vererbung des Kelchverhaltens komplizierter ist, als aus dem Gesamtverhalten hervorgeht. Einfache Mendel-Spaltungen sind beim Apfel nur wenig bekanntgeworden. Die untersuchten Fälle betreffen alle die Blattfärbung (CRANE und LAWRENCE, LEWIS und CRANE, zitiert bei SCHMIDT 1947). Die Untersuchungen über die Vererbung der typischen „Rostpunkte“

der Ananas-Rtte. zeigen, daß dieses Merkmal prävalent, aber nach keinem Spaltungsgesetz vererbt wird.

Zur Untersuchung gelangten auch der Wachsüberzug, die Berostung und Rauh-schalligkeit. Die Spaltungsergebnisse bestätigen die von SCHMIDT (1947) gemachten Schlußfolgerungen, daß diese Merkmale polygen vererbt werden.

### 6. Farbe der Fruchtschale

#### a) Grundfarbe

Die Grundfarbe der Eltersorten ist in Tabelle 8 angegeben, und von einigen als Kreuzungspartner verwendeten Sorten liegen Untersuchungen über die Vererbung der Grundfarbe vor (SCHMIDT 1947). So erbrachte Wintergoldparmäne frei abg. einen hohen Anteil Sämlinge mit gelblicher und kräftig gelber Grundfarbe.

Ähnlich verhielten sich auch die Nachkommen von Ananas-Rtte. Bei der Sorte Gelber Bellefleur frei abg. traten nur Sämlinge mit gelblicher und kräftig gelber Grundfarbe auf, während die anderen Farbtöne völlig fehlten.

Wie Tabelle 8 ausweist, traten die meisten Nachkommen mit kräftig gelber Grundfarbe in den Kombinationen mit Gelber Bellefleur, Wintergoldparmäne und Weißer Winterkalvill auf und die wenigsten in der Verbindung mit Grüner Fürstenapfel. Diese Sorte brachte den höchsten Anteil Nachkommen mit grünlichgelber Grundfarbe, während Wintergoldparmäne in dieser Farbgruppe den niedrigsten Anteil hat. Obwohl die Aufspaltung sehr vielfältig ist, läßt die Häufung bestimmter Farbtypen auf den Erbwert einiger Sorten bezüglich ihrer Grundfarbe schließen. Die

Tabelle 8. Farbe der Fruchtschale, 1. Grundfarbe.

Nachkommenschaft	Grundfarbe der Elternsorten	grünlich-gelb %	gelblich-grün %	gelblich %	kräftig gelb %	weiß-gelb %	Gesamtzahl
Ananas-Rtte.	kräftig gelb						
Ananas-Rtte. × Baumanns Rtte.	gelblich	26,0	8,4	17,6	47,3	0,8	131
Ananas-Rtte. × Wintergoldparmäne	kräftig gelb	7,0	1,6	25,8	64,1	1,6	128
Ananas-Rtte. × Charlamowsky	gelb	31,1	10,1	9,2	49,6	—	119
Ananas-Rtte. × Langtons Sondergleichen	gelb	35,1	15,6	6,5	42,9	—	77
Ananas-Rtte. × Weißer Winterkalvill	kräftig gelb	26,6	11,4	2,5	59,5	—	79
Ananas-Rtte. × Gelber Bellefleur	kräftig gelb	19,1	7,6	—	72,4	1,0	105
Ananas-Rtte. × Grüner Fürstenapfel	grünlichgelb	36,8	7,9	15,8	39,5	—	38

Feststellung, daß Wintergoldparmäne und Gelber Bellefleur einen hohen Anteil Sämlinge mit gelblicher und kräftig gelber Grundfarbe ergeben, zeigt erneut, daß beide Sorten eine sehr starke Neigung zur Vererbung ihrer Grundfarbe haben. Der bei einigen Nachkommenschaften hohe Anteil Sämlinge mit grünlichgelben Äpfeln beweist, daß hier gehäuft Gene für die Ausbildung dieser Farbe vorliegen und von der Vatersorte übertragen wurden, da Ananas-Rtte. frei abg. nach Untersuchungen von SCHMIDT (1947) nur 7,2% grünlichgelbe Nachkommen hatte.

Insgesamt lassen sich über die genetischen Grundlagen in der Vererbung der Grundfarbe keine eindeutigen Schlußfolgerungen ziehen. Es kommt jedoch zum Ausdruck, daß der Erbwert der untersuchten Sorten auch in diesem Merkmal sehr unterschiedlich ist und einzelne Sorten bestimmte Farbausbildungen mit besonders großer Häufigkeit vererben.

### b) Deckfarbe

*Vorkommen und Ausbildung der Deckfarbe.* Auch in diesem Merkmal unterscheiden sich die Elternsorten beachtlich. Das Anthozyan in der Fruchtschale kann als Rötung, Streifung und als Rötung und Streifung vorkommen. Rötung und Streifung besitzen Baumanns Rtte., Wintergoldparmäne, Charlamowsky und Langtons Sondergleichen. Ohne Deckfarbe sind Ananas-Rtte., Weißer Winterkalvill, Gelber Bellefleur und Grüner Fürstenapfel. Von

Wintergoldparmäne frei abg., Gelber Bellefleur frei abg. und Ananas-Rtte. frei abg. sind die Aufspaltungsresultate bekannt. Desgleichen von der Kreuzung Baumanns Rtte. × Minister von Hammerstein (SCHMIDT 1947).

Es zeigt sich nun, wie aus Tabelle 9 zu entnehmen ist, daß Sorten mit Rötung und Streifung diese Eigenschaft auch vererben. In den hier untersuchten Kreuzungen ist dies besonders bei Baumanns Rtte. und Charlamowsky der

Fall. Da Ananas-Rtte. nur wenig Anlagen für Rötung und Streifung besitzt, sind an der Ausbildung dieser Merkmale vorwiegend die Vatersorten beteiligt. Je nach ihrer genetischen Konstitution sind in den einzelnen Gruppen unterschiedliche Zahlen zu finden.

Gänzlich anders verhalten sich die Sorten Weißer Winterkalvill, Gelber Bellefleur und Grüner Fürstenapfel. Sie erbrachten einen hohen Anteil Nachkommen ohne Deckfarbe und nur wenige Sämlinge mit Rötung. Das Ergebnis ist auch hier eindeutig und zeigt, daß diese Sorten wenig Anlagen für Rötung und Streifung haben.

### Ausbreitung der Deckfarbe

*Rötung.* Die Ausbreitung der Rötung kann auf den Früchten sehr verschieden stark sein, und die Elternsorten können in zwei Gruppen eingeteilt werden: in eine Gruppe mit Rötung (Baumanns Rtte., Wintergoldparmäne, Charlamowsky, Langtons Sondergleichen) und ohne Rötung (Weißer Winterkalvill, Gelber Bellefleur, Grüner Fürstenapfel, Ananas-Rtte.). Die von SCHMIDT (1947) analysierten, aus freier Abblüte hervorgegangenen Nachkommenschaften von Gelber Bellefleur und Ananas-Rtte. lassen erkennen, daß diese beiden Sorten unter ihren Nachkommen einen hohen Anteil ohne Rötung hatten und demzufolge auch wenig Gene für eine Ausprägung dieses Merkmals besitzen, während Baumanns Rtte. in Verbindung mit Minister von Hammerstein sehr viele Sämlinge mit Rötung und Streifung sowie nur Rötung ergab.

Die von uns gefundenen Ergebnisse sind in Tabelle 10 zusammengefaßt. Man ersieht daraus, daß die Sorte Baumanns Rtte. am häufigsten starke Rötung vererbt. Ihr folgt die Sorte Wintergoldparmäne. Erwartungsgemäß vererben Gelber Bellefleur und Weißer Winterkalvill die meisten Sämlinge ohne Rötung oder schwache Rötung. Nicht so eindeutig wie in den genannten Kombinationen ist das Aufspaltungsverhältnis bei Grüner Fürstenapfel. Die hohe Anzahl von Sämlingen mit mittel-

Tabelle 9. Farbe der Fruchtschale, 2. Deckfarbe.

Nachkommenschaft	Deckfarbe der Elternsorten	Rötung und Streifung %	Rötung %	Streifung %	ohne Deckfarbe %	Gesamtzahl %
Ananas-Rtte.	ohne Streifung					
Ananas-Rtte. × Baumanns Rtte.	Rötung und Streifung	44,3	28,7	0,8	26,7	131
Ananas-Rtte. × Wintergoldparmäne	Rötung und Streifung	36,7	15,6	2,3	45,3	128
Ananas-Rtte. × Charlamowsky	Rötung und Streifung	47,9	8,4	7,6	36,1	119
Ananas-Rtte. × Langtons Sondergleichen	Rötung und Streifung	28,6	13,0	2,6	55,8	77
Ananas-Rtte. × Weißer Winterkalvill	ohne	5,1	19,0	—	76,0	79
Ananas-Rtte. × Gelber Bellefleur	Deckfarbe ohne	1,9	19,1	—	79,1	105
Ananas-Rtte. × Grüner Fürstenapfel	Deckfarbe ohne	2,6	26,3	—	71,1	38

starker Rötung läßt vermuten, daß diese Sorte, obwohl sie selbst keine Rötung aufweist, Gene für Rötung besitzt. Verhältnismäßig wenig Sämlinge mit geröteten Früchten ergab Langtons Sondergleichen. Eine Mittelstellung nimmt die Sorte Charlamowsky ein. Sie erbrachte den höchsten Anteil mittelstark und schwach geröteter Nachkommen. Aus Tabelle 10 sind die Ergebnisse der untersuchten Kreuzungen ersichtlich.

**Streifung.** Auch hinsichtlich der Streifung unterscheiden sich die verwendeten Kreuzungspartner, und wir können wieder 2 Gruppen unterscheiden. Zur ersten Gruppe mit Streifung gehören Baumanns Rtte., Wintergoldparmäne, Charlamowsky und Langtons Sondergleichen, zur zweiten ohne Streifung Weißer Winterkalvill, Gelber Bellefleur, Grüner Fürstenapfel und die bei allen als Muttersorte verwendete Ananas-Rtte. Wie bei der Ausbildung der Rötung brachten auch bei diesem, bereits früher von SCHMIDT (1947) untersuchten Merkmal Gelber Bellefleur und Ananas-Rtte. den höchsten Anteil ohne Streifung, während Wintergoldparmäne nach Untersuchungen des gleichen Autors viele Nachkommen mit mittelstarker Streifung erbrachte. In dem vorliegenden, in

Tabelle 11 dargestellten Aufspaltungsergebnis zeigt sich nun, daß die Sorten mit Streifung dieses Merkmal unterschiedlich stark vererben, wobei diejenigen mit starker Streifung, besonders Charlamowsky, den höchsten Anteil ergaben. Weißer Winterkalvill, Gelber Bellefleur und Grüner Fürstenapfel vererben nur zu einem ganz geringen Teil schwache Streifung. Auch hier decken sich unsere Befunde mit den von SCHMIDT (1947) getroffenen Feststellungen, daß Ananas-Rtte. frei abg. und Gelber Bellefleur frei abg. wenige Nachkommen mit starker oder mittelstarker Streifung ergaben, während Wintergoldparmäne frei abg. und Baumanns Rtte. in Kombination mit Minister von Hammerstein einen höheren Anteil Früchte mit Streifung hatten.

Wie unsere und die bereits von SCHMIDT (1947) mitgeteilten Aufspaltungsbefunde erkennen lassen, vererben Sorten, die eine mehr oder weniger ausgeprägte Deckfarbe als Rötung und Streifung oder beides aufweisen, diese Merkmale mit unterschiedlicher Häufigkeit, in manchen Fällen sogar dominant.

KLEIN (1958) nimmt auf Grund seiner Aufspaltungsbefunde an, daß bei einigen Kreuzungen eine 3:1-Spaltung in rot-gestreift und nur gerötet stattfindet, und der Faktor gestreift durch ein Gen bedingt ist. Unsere Untersuchungen und auch Untersuchungen von HARTMAN und HOWLETT (1942), TYDEMAN

Tabelle 10. Farbe der Fruchtschale, 3. Ausbreitung der Rötung.

Nachkommenschaft	Rötung der Elternsorten	Rötung stark %	Rötung mittelstark %	Rötung schwach %	ohne Rötung %	Gesamtzahl %
Ananas-Rtte.	ohne Rötung					
Ananas-Rtte. × Baumanns Rtte.	Rötung stark	24,4	14,5	32,8	28,7	131
Ananas-Rtte. × Wintergoldparmäne	Rötung mittelstark	8,6	23,4	19,5	48,4	128
Ananas-Rtte. × Charlamowsky	Rötung mittelstark	4,2	21,0	30,3	44,5	119
Ananas-Rtte. × Langtons Sondergleichen	Rötung mittelstark	3,9	10,4	26,0	59,7	77
Ananas-Rtte. × Weißer Winterkalvill	ohne Rötung	3,8	5,1	15,2	76,0	79
Ananas-Rtte. × Gelber Bellefleur	ohne Rötung	1,0	1,0	17,1	81,0	105
Ananas-Rtte. × Grüner Fürstenapfel	ohne Rötung	2,6	26,3	—	71,1	38

Tabelle 11. Farbe der Fruchtschale, 4. Ausbreitung der Streifung.

Nachkommenschaft	Streifung der Elternsorten	Streifung stark %	Streifung mittelstark %	Streifung schwach %	ohne Streifung %	Gesamtzahl %
Ananas-Rtte.	ohne Streifung					
Ananas-Rtte. × Baumanns Rtte.	Streifung stark	11,5	13,0	20,6	55,0	131
Ananas-Rtte. × Wintergoldparmäne	Streifung stark	11,7	14,9	14,1	59,4	128
Ananas-Rtte. × Charlamowsky	Streifung stark	20,2	17,7	15,1	47,1	119
Ananas-Rtte. × Langtons Sondergleichen	Streifung mittelstark	7,8	13,0	9,1	70,1	77
Ananas-Rtte. × Weißer Winterkalvill	ohne Streifung	2,5	1,3	1,3	94,9	79
Ananas-Rtte. × Gelber Bellefleur	ohne Streifung	—	—	1,9	98,1	105
Ananas-Rtte. × Grüner Fürstenapfel	ohne Streifung	—	—	2,6	97,4	38

(1943) sowie WELLINGTON und HOWE (1944) zeigen, daß die Vererbung der Fruchtfarbe kompliziert ist und vom Genotyp abhängt. Eine allgemeine Schlußfolgerung läßt sich aus allen Untersuchungen über die Vererbung der Fruchtfarbe ziehen: Je intensiver die Kreuzungseltern gefärbt sind, um so mehr Sämlinge mit gefärbten Früchten treten in der Nachkommenschaft auf.

Durch die Elternsorte wird nicht nur die Stärke der Farbausbildung, sondern auch der Farbtyp bestimmt. So konnte TYDEMAN (1943) beobachten, daß in der Kreuzung Red McIntosh × Worcester neben Früchten mit blauem Anschein und starkem Duft solche mit karminroter und scharlachroter Farbe auf kremgelber Grundfarbe auftraten. Die meisten Sämlinge der Sorte Devonshire Quarrenden hatten ein mattes, ziemlich purpurnes Rot und waren wenig ansprechend. KLEIN (1958) konnte auch feststellen, daß die Vererbung des Farbtyps sortenbedingt ist. So ergab die Kreuzung Macoun × Red Spy sehr viele Sämlinge mit matter Farbe. Yellow Newton erbrachte mit Jonathan gekreuzt ebenfalls Nachkommen mit matter Fruchtfarbe, während Jonathan in anderen Kombinationen diesen Einfluß nicht ausübte. Sämlinge mit gut gefärbten Früchten gingen aus den Kreuzungen McIntosh × Jonathan und Red Spy × Golden Delicious hervor.

Eine eingehende Deutung der Aufspaltungsbefunde von Grundfarbe und Deckfarbe ist infolge der kontinuierlichen Übergänge zwischen den einzelnen Klassen und der unterschiedlichen Ausprägung der Deckfarbe im Zusammenhang mit der Grundfarbe nicht möglich, und es sind keine Fälle bekannt geworden, die ein klares Spaltungsergebnis erkennen lassen. Wo eine Deutung in dieser Richtung versucht wurde, erscheint sie meistens spekulativ. So kommen die meisten Autoren auch zu dem Schluß, daß die Ausbildung der Deckfarbe (Farbe des Anthozyans und Ausbreitung auf der Fruchtoberfläche) durch das Zusammenwirken einer Anzahl von Genen gesteuert wird. Auch die hier zur Untersuchung gelangten Kombinationen lassen erkennen, daß die Vererbung der Deckfarbe kompliziert ist.

## 7. Beschaffenheit des Fruchtfleisches

### a) Fleischfarbe

Die Beurteilung der Fruchtfleischfarbe wurde nach der in Tabelle 12 angegebenen Einteilung vorgenommen. Sie ist, gemessen an den vielen Übergängen,

Tabelle 12. Farbe des Fruchtfleisches

Nachkommenschaft	Fruchtfleischfarbe der Elternsorten	weiß	weißlich	gelblich	gelb	grünlich	Gesamtzahl
		%	%	%	%	%	%
Ananas-Rtte.	gelblich						
Ananas-Rtte. × Baumanns Rtte.	gelblich	0,8	39,7	48,1	0,8	10,7	131
Ananas-Rtte. × Wintergoldparmäne	weißlich	—	27,3	65,6	5,5	1,6	128
Ananas-Rtte. × Charlamowsky	weiß	2,5	61,3	31,1	2,5	2,5	119
Ananas-Rtte. × Langtons Sondergleichen	weißlich	5,2	36,4	40,3	9,1	9,1	77
Ananas-Rtte. × Weißer Winterkalvill	gelblich	—	21,5	65,8	5,1	7,6	79
Ananas-Rtte. × Gelber Bellefleur	weißlich	1,0	11,4	75,2	2,9	9,5	105
Ananas-Rtte. × Grüner Fürstenapfel	grünlich-weiß	2,6	47,4	29,0	—	21,0	38

verhältnismäßig grob. Die Fruchtfleischfarbe der Elternsorten ist aus der gleichen Tabelle ersichtlich. Obwohl die Aufspaltung sehr vielfältig ist, lassen einige Sorten doch erkennen, daß sie eine bestimmte Fruchtfleischfarbe bevorzugt vererben. So traten in der Kombination Ananas-Rtte. × Charlamowsky sehr viele Sämlinge auf, die weißliches Fruchtfleisch haben, während eine Häufung von Sämlingen in der Gruppe mit gelblichem Fruchtfleisch durch die Sorten Wintergoldparmäne, Weißer Winterkalvill und Gelber Bellefleur verursacht wird. Einen hohen Anteil Nachkommen mit grünlichem Fruchtfleisch erbrachte

die Sorte Grüner Fürstenapfel, die ebenfalls grünliches Fruchtfleisch besitzt. Diese Feststellung deckt sich auch mit der von CRANE und LAWRENCE (1934) gemachten Beobachtung, daß Sorten, die grünliches Fruchtfleisch besitzen, dies auch verstärkt auf die Nachkommen übertragen. DAVIS, BLAIR und SPANGELO (1954) fanden, daß die Sorten McIntosh, Melba und Yellow Transparent vorherrschend weißes und Wealthy und Delicious gelbes Fruchtfleisch vererben.

### b) Kernkammerpunkte

Die Farbe der Kernkammerpunkte ist ebenfalls sehr unterschiedlich und schwer analysierbar. Die gefundenen Ergebnisse lassen keine Beziehungen zu den von SCHMIDT (1947) bereits untersuchten Sorten erkennen und deuten ebenfalls auf eine breite Aufspaltung hin.

### 8. Geschmack

Die Geschmacksbeurteilung ist sehr schwierig durchzuführen, da eine subjektive Prüfung immer mit Fehlern behaftet ist. Um zu einer möglichst einheitlichen Beurteilung zu kommen, wurde die Bonierung, genau wie bei allen anderen Merkmalen, möglichst nur von einer Person durchgeführt.

Tabelle 13 unterrichtet über den Geschmack der Früchte. Die meisten Sämlinge sind in den Gruppen süß-säuerlich und säuerlich anzutreffen. Einige Sorten lassen auch in dem wirtschaftlich wichtigen Merkmal „Fruchtgeschmack“ deutlich ihre genetische Konstitution erkennen. So erbrachte die Sorte Wintergoldparmäne einen hohen Anteil Sämlinge mit fadem und süßem Geschmack. Daß diese Sorte eine Tendenz zur Vererbung dieser Eigenschaften hat, zeigen auch die Untersuchungen von SCHMIDT (1947).

Charlamowsky erzeugte viele Nachkommen mit säuerlichem Geschmack. Den höchsten Anteil süß-säuerlicher und saurer Äpfel hatte Langtons Sondergleichen. Gelber Bellefleur frei abg. brachte nach den Untersuchungen von SCHMIDT (1947) 11,8% Sämlinge mit fadem und 17,6% Sämlinge mit saurem Geschmack. In Verbindung mit Ananas-Rtte. ergab Gelber Bellefleur sehr wenig Früchte mit fadem und saurem Geschmack. Von Baumanns Rtte. erhielten

Tabelle 13. Geschmack der Frucht.

Nachkommenschaft	Geschmack der Frucht der Elternsorten	fade	sehr süß	süß	süß-säuerlich	säuerlich	sauer	Gesamtzahl
		%	%	%	%	%	%	
Ananas-Rtte.	süßweinig							
Ananas-Rtte. × Baumanns Rtte.	weinsäuerlich	9,2	1,5	16,8	41,2	27,5	3,8	131
Ananas-Rtte. × Wintergoldparmäne	süß	12,5	0,9	25,8	35,2	21,9	3,9	128
Ananas-Rtte. × Charlamowsky	säuerlich	3,6	—	5,9	41,2	43,7	5,9	119
Ananas-Rtte. × Langtons Sondergleichen	süßsäuerlich	2,6	—	7,8	53,3	26,0	10,4	77
Ananas-Rtte. × Weißer Winterkalvill	weinsäuerlich	5,1	—	19,2	43,6	24,4	7,7	79
Ananas-Rtte. × Gelber Bellefleur	süßsäuerlich	2,9	—	22,9	44,8	25,7	3,8	105
Ananas-Rtte. × Grüner Fürstenapfel	süßsäuerlich	—	—	13,2	50,0	31,6	5,3	38

wir 9,2% Sämlinge mit fadem Geschmack. Verhältnismäßig viel süß-säuerliche und saure Früchte erzeugte Grüner Fürstenapfel.

KLEIN (1958) untersuchte die Vererbung des Fruchtgeschmacks bei einer Anzahl amerikanischer Sorten und stellte fest, daß sie ebenfalls eine unterschiedliche Erbpotenz besitzen. So ergab Red Spy × Wagener 28,8% und Red Spy × Monroe 1,2% süße Äpfel. Die Sorte Macoun (mild säuerlich) × Red Spy ergab einen großen Anteil Sämlinge mit sehr saurem Geschmack, obwohl die Sorte Red Spy nur wenig saurer als Macoun ist. Der Autor kommt zu dem Schluß, daß süß gegenüber sauer rezessiv ist. WELLINGTON und HOWE (1944) untersuchten Kreuzungen zwischen der Sorte McIntosh und mehreren Sorten. Die Kombination McIntosh (säuerlich) × Delicious (fast süß) ergab ein ungefähres Aufspaltungsverhältnis von 1 süß : 5 sauer. Die Kreuzung McIntosh (säuerlich) × Lodi (sauer) zeigte ein ähnliches Verhältnis, während die Verbindung mit King David (sauer) keinen Sämling mit süßen Früchten ergab. Diese Untersuchungen zeigen, wie unterschiedlich der Erbwert einzelner Sorten ist und daß man vom Geschmack der Elternsorten nicht immer auf ihre Eignung als Kreuzungspartner schließen kann.

NYBOM (1959) untersuchte die Vererbung der Säure ebenfalls an einer Anzahl von Nachkommenschaften verschiedener Kultursorten. Im Gegensatz zu den bisher üblichen Geschmacksprüfungen wurde hier der pH-Wert der Säure bestimmt. Die Ergebnisse lassen mit Ausnahme einiger Kombinationen eine breite Aufspaltung im pH-Wert erkennen, mit deutlicher Schwerpunktbildung zwischen den Werten pH 3,0 bis pH 3,4. Zu den Ausnahmen gehören alle Kreuzungen, an denen die Sorten Boiken, Signe Tillisch und Akerö beteiligt sind. Hier fehlen die Werte ab pH 4,0. Mittels einer Indikator-Lösung von Bromcresolgrün konnte eine Einteilung der Sämlinge mit süßen und sauren Früchten vorgenommen werden. Auf diese Weise wurde bei einigen Kombinationen ein Aufspaltungsverhältnis von 3 sauer : 1 süß ermittelt. Diese Feststellung veranlaßt NYBOM zu der Schlußfolgerung, daß „Süße“ rezessiv monofaktoriell bedingt ist.

### 9. Fruchtgüte

Bei der Beurteilung der Fruchtgüte wurden die gleichen Maßstäbe angelegt, wie dies von SCHMIDT (1947) geschah, um zu Vergleichsmöglichkeiten mit früheren Erbanalysen zu kommen. Es braucht daher an dieser Stelle auf weitere Einzelheiten nicht eingegangen zu werden.

Tabelle 14 gibt eine Übersicht, wie sich die Nachkommenschaften auf die einzelnen Gruppen verteilen. Den höchsten Anteil Tafeläpfel ergibt die Kombination

Ananas-Rtte. × Weißer Winterkalvill. Sie liegt mit 11,4% aber immer noch niedrig im Verhältnis zu den von SCHMIDT (1947) untersuchten Kreuzungen Geheimrat Dr. Oldenburg × Cox' Orangen-Rtte. mit 33,3% und reziprok mit 28,1% Tafeläpfel. Nach den Untersuchungen des gleichen Autors brachten Wintergoldparmäne frei abg. 4,8% und Ananas-Rtte. frei abg. 15,7% Tafeläpfel. Auch in den vorliegenden Ergebnissen schneidet die Wintergoldparmäne nicht besser ab. Die Ananas-Rtte. konnte sich mit ihren besseren Fruchteigenschaften nicht durchsetzen, und man darf daher vermuten, daß die übrigen Sorten, außer Weißer Winterkalvill, wenig Anlagen für gute Fruchtqualität übertragen. Insgesamt brachten die untersuchten Kombinationen einen sehr geringen Anteil Tafeläpfel.

Da es für die praktische Züchtung von Bedeutung ist, welche Sorten die meisten Nachkommen mit guter Fruchtqualität ergeben, wurde diese Eigenschaft auch von anderen Autoren untersucht. Bei Auswertung der Untersuchungen zeigt sich, daß manche Sorten an verschiedenen Stellen gute Ergebnisse brachten. Golden Delicious wird von SCHNEIDER (1949) und KLEIN (1958) als Überträger guter Fruchtqualität genannt, Northern Spy von WELLINGTON und HOWE (1944), HOWLETT und GOURLEY (1946), Cox' Orangen-Rtte. von HARTMAN und HOWLETT (1942), WELLINGTON und HOWE (1944) sowie von KLEIN (1958). Die Sorte McIntosh erbrachte nach Untersuchungen von WELLINGTON und HOWE (1944) in ihrer Selbstungsnachkommenschaft sehr viele Sämlinge mit schlechter Fruchtqualität, obwohl sie selbst zu den qualitativ besten Sorten gehört. Auch KLEIN (1958) konnte feststellen, daß McIntosh wenig Anlagen für gute Fruchtqualität überträgt. Sie ist daher nur mit hochwertigen Sorten zu kreuzen.

TYDEMAN (1943) konnte beobachten, daß McIntosh und Worcester Sämlinge ergaben, deren Früchte süß und saftig, während die Früchte von Devonshire Quarrenden meistens süßsäuerlich waren.

In Müncheberg wurden bisher aus der Kombination Cox' Orangen-Rtte. × Geheimrat Dr. Oldenburg die qualitativ besten Nachkommen erhalten. Aus den Nachkommenschaften anderer von SCHMIDT (1947) beschriebener Kreuzungen ist der Anteil qualitativ guter Sämlinge sehr gering.

UHLHORN (zitiert bei SCHMIDT 1947) benutzte die Ananas-Rtte. ebenfalls als Kreuzungspartner und kombinierte sie mit Ribston Pepping, Purpurroter Achatapfel und Manks Küchenapfel. Aus seinen Kreuzungen sind zwei wertvolle Sorten: Zuccalmaglios Rtte. (Ananas-Rtte. × Purpurroter Achatapfel) und Goldritte. Frhr. v. Berlepsch (Ananas-Rtte. × Ribston Pepping) hervorgegangen, die wir auch heute noch in ihren Fruchteigenschaften hoch ein-

Tabelle 14. Fruchtgüte.

Nachkommenschaft	Wirtschaftlich ungeeignet %	Wirtschafts-äpfel %	Wirtschafts- und Genüß-äpfel %	Tafeläpfel %	Gesamtzahl
Ananas-Rtte. × Baumanns Rtte.	23,7	45,0	26,7	4,6	131
Ananas-Rtte. × Wintergoldparmäne	15,6	57,0	21,9	5,5	128
Ananas-Rtte. × Charlamowsky	17,7	52,9	26,9	2,5	119
Ananas-Rtte. × Langtons Sondergleichen	23,4	55,8	16,9	3,9	77
Ananas-Rtte. × Weißer Winterkalvill	6,3	50,6	31,6	11,4	79
Ananas-Rtte. × Gelber Bellefleur	11,4	51,4	34,3	2,9	105
Ananas-Rtte. × Grüner Fürstenapfel	23,7	63,2	10,5	2,6	38

schätzen. Seine anderen Züchtungen, die Sorten Ernst Bosch und Goldelschen, sind weniger hervorgetreten. Bei dem strengen Maßstab, den wir heute anlegen, würden Zuccalmagllos Rtte. und Goldritte. Frhr. v. Berlepsch nicht ausgelesen werden, da beide Sorten doch noch erhebliche Mängel haben. Sie sind daher im Anbau wenig verbreitet.

#### D. Folgerungen für die Züchtung

Der Obstzüchtung mangelt es bis heute immer noch an genügend Grundlagen für eine zielsichere Kombinationszüchtung. Es ist daher auch weiterhin dringend notwendig, die Voraussetzungen dafür zu schaffen. Ein Beitrag hierzu ist die Kenntnis des Erbwertes der Ausgangssorten, da die Wahl der geeigneten Kreuzungspartner den Züchtungserfolg wesentlich mitbestimmt. Wie die in dieser Arbeit durchgeföhrten Spaltungsanalysen von acht sich in ihren morphologischen Merkmalen sehr unterscheidenden Sorten zeigen, bestehen große Unterschiede in der Vererbung ihrer Merkmale. Wir konnten feststellen, daß manche Sorten bestimmte Eigenschaften, durch die sie sich auszeichnen, wie z. B. frühe Blüte, gute Fruchtfarbe, Fruchtgröße, Reifezeit, Haltbarkeit und Rippenbildung, mit großer Häufigkeit vererben. Es wurden aber auch andere Beobachtungen gemacht. So vererbt z. B. Wintergoldparmäne, eine gute Marktsorte, verhältnismäßig stark Kleinfruchtigkeit und schlechten Geschmack. Weißer Winterkalvill neigt zur Vererbung früher Blüte, eine Eigenschaft, die vom Verhalten dieser Sorte nicht abgeleitet und nur durch die Genkombination der beteiligten Kreuzungspartner erklärt werden kann. In anderen Fällen wurde eine intermediäre Ausbildung der Eigenschaften beobachtet, und manche Merkmale ließen keine Beziehungen zu den Eltersorten erkennen. Weiterhin wurde festgestellt, daß bereits frühere, von SCHMIDT (1947) an den Nachkommenschaften der Sorten Ananas-Rtte., Gelber Bellefleur und Baumanns Rtte. gewonnene Erkenntnisse über den Erbwert einiger Merkmale bestätigt wurden. Für die praktische Züchtung ist es nun von Bedeutung, besonders für die Erreichung gewünschter Zuchtziele, zu erfahren, welche Eigenschaften mehr oder weniger dominant vererbt werden oder welche Sorten mehrere Eigenschaften komplex vererben. Für die Sortenzüchtung erweisen sich die an den untersuchten Kreuzungen beteiligten Sorten Wintergoldparmäne, Charlamowsky, Grüner Fürstenapfel und Langtons Sondergleichen als ungeeignet, da in ihren Nachkommenschaften sehr viele Sämlinge mit ungünstigen Eigenschaften auftreten. Baumanns Rtte. überträgt in starkem Maße ihre gute Fruchtfarbe und kann in Verbindung mit solchen Sorten, die Großfruchtigkeit und guten Geschmack vererben, ein geeigneter Kreuzungspartner sein. Den höchsten Anteil mit guter Fruchtqualität vererbt Weißer Winterkalvill, während Gelber Bellefleur die meisten Nachkommen mit großen Früchten hervorbringt. Der Gesamtanteil von Sämlingen mit ausreichend guten Fruchteigenschaften ist in allen Kombinationen gering. Den höchsten Anteil mit qualitativ guten Früchten brachten in Müncheberger Versuchen bisher die Kombinationen Geheimrat Dr. Oldenburg × Cox'Orangen-Rtte. (33,3%) und reziprok (28,1%), ferner London Pepping × Ontario (28,1%) und Ge-

heimrat Dr. Oldenburg frei abg. (19,4%). Dieser hohe Prozentsatz wird kaum annähernd mit 11,4% von der Kreuzung Ananas-Rtte. × Weißer Winterkalvill erreicht, während die übrigen Kombinationen mit 2,5% bis 5,5% weit darunter liegen. Bei den hohen Anforderungen an die Fruchtqualität konnten nur wenige Sämlinge ausgelesen werden, die den Ansprüchen genügten. Der Wert einer Sorte wird nicht nur durch die Fruchtqualität bestimmt, sondern andere Eigenschaften, wie z. B. Frostresistenz, Ertragsleistung und Ertragssicherheit, Resistenz gegen Apfelschorf oder Mehltau sowie die Eignung für bestimmte Baumformen, entscheiden im wesentlichen mit darüber, welchen Wert ein Zuchtklon für den späteren Anbau besitzt. Da oft nicht geeignete Kreuzungspartner vorhanden sind, die bereits einige der gewünschten Eigenschaften vereinigen, wird es künftig notwendig sein, Testkreuzungen im größeren Umfang herzustellen, um zu ermitteln, mit welchen Sorten die gewünschten Kombinationen am besten zu erreichen sind. Hierbei wird man auf solche Sorten zurückgreifen, von denen schon bekannt ist, welche Eigenschaften sie bevorzugt vererben. Auch unter dem vorhandenen Zuchtmaterial befinden sich mitunter Klone, die günstige Teileigenschaften besitzen und deren Vererbung in Testkreuzungen überprüft werden muß. Obwohl wir immer wieder feststellen müssen, daß eine breite Aufspaltung aller Merkmale erfolgt, so kennen wir auch Erbanalysen vieler Sorten, die uns zeigen, daß sie bestimmte Merkmale prävalierend vererben, und solche Sorten sind züchterisch besonders wertvoll. Verschiedentlich wird auch das Auftreten von Transgressionen beobachtet. Da es sich hier um eine günstige Anhäufung von Erbgut handelt, muß geprüft werden, inwieweit sie für eine weitere Züchtungsarbeit von Bedeutung sind. In manchen Fällen wird das gesteckte Zuchtziel erst durch wiederholtes Einkreuzen des gewünschten Merkmals zu erreichen sein. Das Fehlen einfacher Aufspaltungen in allen wirtschaftlich wichtigen Merkmalen erschwert die Züchtungsarbeiten sehr. Es ist ferner damit zu rechnen, daß die Variabilität des Zuchtmaterials, bedingt durch Polyploidie und infolge Rekombination der Merkmale, erhöht werden kann. Gerade über diese Möglichkeiten zur Vergrößerung der Variabilität beim Apfel wissen wir sehr wenig, und ihr Anteil kann schwer geschätzt werden.

Um die gesteckten Zuchzziele schnell zu erreichen, ist es wünschenswert, eine frühe Beurteilung der Nachkommenschaften zu ermöglichen und die Generationsfolge zu beschleunigen. Auf Grund entwicklungsphysiologischer Untersuchungen beim Apfel (MURAWSKI 1955, 1957) besteht hierzu die Möglichkeit. Nachdem die Apfelsämlinge das Primärstadium verlassen haben, lassen sie sich, auf M IX veredelt, sehr bald zur Blüte bringen und erlauben so eine Beurteilung aller Fruchteigenschaften früher als am Originalsämling. Eine indirekte Auslese auf Fruchterkmale, wie sie durch eine Frühselektion angestrebt wird, bietet auf Grund bisheriger Untersuchungen noch nicht die Voraussetzungen (LOEWEL, SCHANDER und HILDEBRANDT 1957), da noch viele Einzelheiten geklärt werden müssen; insbesondere, ob Merkmale des Primärstadiums mit denen des Altersstadiums verglichen werden können und ob die Korre-

lationen eng genug sind, um eine wirksame Frühselektion zu ermöglichen. Zur vollständigen Beurteilung ganzer Nachkommenschaften, als Grundlage für eine weitere Verbesserung zielstrebiger Züchtungsarbeit, ist es zunächst wichtig, nach Wegen zu suchen, um die Generationsfolge zu beschleunigen. Entwicklungsphysiologische Untersuchungen beim Apfel werden hier der Sorten- und Unterlagenzüchtung sicher noch Anregungen geben können.

Die Entwicklung des Obstbaus zeigt, daß die vorhandenen Sorten nicht den Ansprüchen eines Intensivobstbaues genügen. Die hohen und vielseitigen Ansprüche des Verbrauchers an die Qualität der Früchte, die vielgestaltige Anbautechnik und die Berücksichtigung betriebswirtschaftlicher Belange verlangen von der Obstzüchtung heute größere Leistungen, als dies früher der Fall war. Es werden nur Sorten benötigt, die allen Anforderungen gewachsen sind. Die Erwartungen des Obstbauers können um so sicherer erfüllt werden, je mehr Grundlagen für eine systematische Züchtungsarbeit geschaffen sind. Neben der praktischen Züchtung ist daher die ständige Erweiterung dieser Grundlagen eine unbedingte Voraussetzung.

#### Literatur

1. CRANE, M. B., and W. J. C. LAWRENCE: Genetical studies in cultivated apples. *Jour. of Genetics* 28, 265—296 (1934). — 2. DAVIS, M. B., D. S. BLAIR and L. P. S. SPANGELO: Apple breeding at the Central Experimental Farm, Ottawa, Canada, 1920—1951. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 63, 243—250 (1954). — 3. GOLLMICK, F.: Beobachtungen über den Apfelmehltau. *Nachrichtenblatt für d. Dt. Pflanzenschutzdienst* 4 (30), 205—214 (1950). — 4. HARTMAN, O., and F. S. HOWLETT: An analysis of the fruit characteristics of seedlings of Rome Beauty, Gallia Beauty, and Golden Delicious parentage. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 40, 241—244 (1942). — 5. HENNING, W.: Morphologisch-systematische und genetische Untersu-
- chungen an Arten und Artbastarden der Gattung *Malus*. Der Züchter 17/18, 289—349 (1947). — 6. HOWLETT, F. S., and J. H. GOURLY: Characteristics of the progeny obtained from utilizing standard commercial varieties in apple breeding. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 48, 121—132 (1946). — 7. KLEIN, L. G.: The inheritance of certain fruit characters in the apple. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 8, 1—14 (1958). — 8. KRUMBHOLZ, G.: Untersuchungen über das Vorkommen von Xenien und Metaxenien bei Äpfeln. *Gartenbauwiss.* 6, 404—424 (1932). — 9. LOEWEL, E. L., H. SCHANDER und W. HILDEBRANDT: Untersuchungen zur Entwicklung von Frühselektionsmethoden für die Apfelzüchtung. I. Über Beziehungen zwischen Blatt- und Fruchtmerkmalen beim Apfel. *Der Züchter*, 4. Sonderheft (1957). — 10. MURAWSKI, H.: Untersuchungen zur Stadienentwicklung an Apfelsämlingen als Grundlage für die Obstzüchtung. *Archiv f. Gartenbau* 3, 255—273 (1955). — 11. MURAWSKI, H.: Ein Beitrag zur Entwicklungsphysiologie an Apfelsämlingen. *Der Züchter* 27, 33—37 (1957). — 12. MURAWSKI, H.: Beiträge zur Züchtungsforschung beim Apfel. IV. Weitere Untersuchungen zur Züchtung von Apfelsorten mit spätem Laubaustrieb und Blühbeginn. *Der Züchter* 29, 72—78 (1959). — 13. NYBOM, N.: On the inheritance of acidity in cultivated apples. *Hereditas* 45, 332—350 (1959). — 14. SCHANDER, H.: Untersuchungen zur Entwicklung von Frühselektionsmethoden für die Apfelzüchtung. *Der Züchter* 28, 105—132 (1958). — 15. SCHMIDT, M.: Beiträge zur Züchtungsforschung beim Apfel. I. Phänologische, morphologische und genetische Studien an Nachkommenschaften von Kultursorten. *Der Züchter* 17/18, 161—224 (1947). — 16. SCHMIDT, M.: Mehrjährige Beobachtungen über den Blühbeginn von Apfelsorten. *Archiv für Gartenbau* 2, 355—384 (1954). — 17. SCHNEIDER, G. W.: Characteristics of progeny from certain apple crosses. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 53, 205—212 (1949). — 18. TYDEMAN, H. M.: A preliminary account of experiments in breeding early and midseason dessert apples. *Annual Report of the East Malling Research Station* (1943). — 19. WELLINGTON, R., and G. H. HOWE: The performance of seedlings derived from selfing and crossing the McIntosh apple. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 44, 273—279 (1944). — 20. ZWINTZSCHER, M.: Beiträge zur Vererbung des Frostverhaltens der Obstgehölze. *Gartenbauwiss.* 22 (4), 50—70 (1957).

Aus der Genetisch-Systematischen Abteilung des Pflanzenphysiologischen Institutes der Humboldt-Universität zu Berlin

## Cytogenetische Untersuchungen an *Secale silvestre* Host.

### I. Der Bastard mit *Secale cereale* L.

Von URSULA NÜRNBERG-KRÜGER

Mit 2 Abbildungen

SCHIEMANN (1948) gab eine Gliederung der Gattung *Secale* L. in

- I. Section: *Agrestes* Schiem.
  - 1. *Sec. silvestre* Host.
  - 2. *Sec. montanum* Guss.
  - 3. *Sec. africanum* Stapf
- II. Section: *Cerealia* Schiem.
  - 4. *Sec. ancestrale* Zhuk.
  - 5. *Sec. cereale* L.

ROSHEVITZ (1948) versuchte, eine Darstellung der phylogenetischen Zusammenhänge zu geben. Er nimmt im Miozän eine Aufgliederung der Stammart in zwei Sectionen an:

1. *Silvestria* Roshev., aus der sich nur die Art *Sec. silvestre* Host. entwickelt hat mit dem Verbreitungssgebiet der Niederung von Sarmatien,

2. *Kuprianovia* Roshev., aus der seiner Ansicht nach *Sec. Kuprijanovii* Grossh. als Sammelart her-

vorgegangen ist, die im Pleistozän zur Abspaltung der Arten

*Sec. ciliatoglume* (Boiss.) Grossh.

*Sec. dalmaticum* Vis.

*Sec. montanum* Guss.

*Sec. anatomicum* Boiss.

*Sec. africanum* Stapf

*Sec. daralagesi* Thum.

geführt hat.

Aus dieser Artengruppe sind als III. Section die *Cerealia* Roshev. entstanden zu denken, zu denen nur Formen der Neuzeit gehören, die sämtlich einjährig sind und als Unkraut- oder Kulturroggen völlig neue Verbreitungsgebiete innehaben:

*Sec. Vavilovii* Grossh.

*Sec. ancestrale* Zhuk.

*Sec. afghanicum* (Vav.) Roshev.

*Sec. dighoricum* (Vav.) Roshev.

*Sec. segetale* (Zhuk.) Roshev. → *Sec. cereale* L.