

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

## Beiträge zur Züchtungsforschung beim Apfel

### III. Phänologische, morphologische und genetische Studien an $F_1$ -Sämlingen einer Kreuzung zwischen *Malus zumi* mit Kultursorten.

Von HEINZ MURAWSKI

Mit 9 Abbildungen

#### A. Einleitung

Die Artbastardierung in der Gattung *Malus* ist besonders zur Züchtung frostwiderstandsfähiger und anspruchsloser Sorten in der Sowjetunion, in den USA und in Kanada betrieben worden. Es sind auf diesem Wege eine Reihe frostwiderstandsfähiger, qualitativ oft aber nicht befriedigender Apfelsorten entstanden. Genetische Untersuchungen an *Malus*-Artkreuzungen sind noch nicht sehr zahlreich. Zur Durchführung derartiger Untersuchungen wurden unter BAURS Leitung in Berlin-Dahlem *Malus*-Artkreuzungen hergestellt, die in Müncheberg aufgepflanzt wurden und auch heute noch stehen. An ihnen machte HENNING (3) eingehende morphologisch-genetische Studien. Sie haben gezeigt, daß die Wildarten in allen ihren Merkmalen stark dominieren. Eine Ausnahme macht die von SCHMIDT (11) beschriebene Kombination Ernst Bosch  $\times$  *Malus niedzwetzkyana*. Hier treten Sämlinge auf, die in ihrer Fruchtgröße und -güte wesentlich besser sind als dies von anderen Artkreuzungen bekannt ist. Infolge der vielen züchterischen Schwierigkeiten, die bei *Malus*-Artbastardierungen auftreten und auf Grund der Untersuchungen von SCHMIDT (10), die gezeigt haben, daß wir für unsere Klimaverhältnisse frostfeste Sorten auch durch Kreuzung zwischen frostharten, großfrüchtigen, qualitativ aber oft nicht den Anforderungen entsprechenden und geschmacklich wertvollen Sorten erreichen können, ist die Artbastardierung in der Gattung *Malus* zur Sortenzüchtung eingeschränkt worden. Seitdem es SCHMIDT (9) gelungen ist, aus Antonowka-Nachkommen schorfresistente Sämlinge zu erhalten, konnte auch auf dem Gebiet der Schorfresistenzzüchtung die *Malus*-Artbastardierung verlassen werden. *Malus*-Artbastarde besitzen aber noch eine Bedeutung für die Unterlagenzüchtung, wie zur Zeit laufende Arbeiten zeigen.

Zum Studium der Erblchkeitsverhältnisse an *Malus*-Artbastarden sind von SCHMIDT Rückkreuzungen an Nachkommen einer  $F_1$  zwischen *Malus zumi* und Gelber Bellefleur gemacht worden, die in den letzten Jahren untersucht wurden. Die Sämlingsquartiere sind durch Kriegsereignisse sehr stark in Mitleidenschaft gezogen und waren bei der Auswertung nicht mehr vollständig. Von anderen Kombinationen sind wichtige Unterlagen verloren gegangen. Es war SCHMIDT, der 1955 verstorben ist, nicht mehr vergönnt, sein Kreuzungsmaterial auszuwerten. Die von ihm begonnenen Arbeiten wurden in seinem Sinne weitergeführt.

#### B. Das Pflanzenmaterial

Von dem an der  $F_1$  beteiligten Wildelter, *Malus zumi*, liegen keine Aufzeichnungen vor. Wahrscheinlich kommt aber die von HENNING (3) untersuchte Form aus dem Botanischen Garten in Berlin in Frage. Als Vergleich werden daher die von dieser Form gewonnenen Beobachtungen über die Fruchtmorphologie

benutzt. Die Angaben über morphologische Eigenschaften der Sorte Gelber Bellefleur stammen aus Deutschlands Obstsorten (2) und Deutsche Obstsorten (7). Die Fruchtmaße der Sorte Jonathan wurden mir freundlicherweise vom Institut für Gartenbau, Marquardt, zur Verfügung gestellt. Die  $F_1$ , *Malus zumi*  $\times$  Gelber Bellefleur, umfaßte 18 und die reziproke Kombination 9 Bäume, von denen 13 bzw. 6 zur Auswertung gelangten. An diesen  $F_1$ -Generationen, die in ihren Fruchtmerkmalen verhältnismäßig einheitlich sind, wurden Rückkreuzungen mit verschiedenen Kultursorten vorgenommen. Die Nachkommen sind nicht einzelbaumweise getrennt, sondern als Ramsch aufgepflanzt worden. Bei der Beurteilung der Ergebnisse ergaben sich dadurch gewisse Mängel, daß sie nicht auf den Einzelbaum, sondern auf die Zusammensetzung der Population in der  $F_1$  bezogen werden müssen. Zur Auswertung kamen die Kombinationen (Gelber Bellefleur  $\times$  *Malus zumi*)  $\times$  Jonathan mit 103 Bäumen und (*Malus zumi*  $\times$  Gelber Bellefleur)  $\times$  Wintergoldparmäne mit 21 Bäumen. Trotz der genannten Mängel besteht die Möglichkeit, einen Einblick in die Genetik verschiedener Merkmale zu bekommen und ihren Erbwert zu charakterisieren. Bei einigen wichtigen Eigenschaften ist die Vererbungstendenz erkennbar.

Die phänologischen Beobachtungen sind Mittelwerte aus 6 Jahren. Die blütenmorphologischen Darstellungen beschränken sich auf den Blütentyp, die Gestalt der Kelchzipfel, Blütenblätter und Narben. Andere Blütenmerkmale, die ebenfalls untersucht wurden, werden nicht näher analysiert, da sie keine Aufspaltungstendenzen erkennen lassen. Ausführlicher wird die morphologische Analyse der Fruchtmerkmale durchgeführt, da sie charakteristische Merkmale darstellen und eine bessere Beurteilung der Aufspaltung ermöglichen. Die Blütenmerkmale wurden stets an mehreren, für den Einzelbaum typischen Blüten erfaßt, die Fruchtmerkmale, soweit es möglich war, von 50 Früchten je Baum.

#### C. Ergebnisse

##### I. Phänologische Beobachtungen

###### 1. Beginn der Blüte

Der Beginn der Blütezeit ist bei den einzelnen Sorten und Sämlingen sehr unterschiedlich und, soweit sie unter einheitlichen klimatischen Verhältnissen stehen, genetisch bedingt, wie SCHMIDT (11, 13) bereits an Sorten und Sortennachkommen zeigen konnte. Es sind daher an den Artbastarden während 6 Jahren Beobachtungen über den Blühbeginn der Sämlinge gemacht worden. Die Darstellung in Abb. 1 gibt eine Gesamtübersicht über den Blühverlauf.

Die Elternsorten unterscheiden sich in ihrem Blühbeginn nur sehr wenig. An der  $F_1$ , *Malus zumi*  $\times$  Gelber Bellefleur und reziprok ist erkennbar, daß die meisten

Sämlinge früher als die beiden Elternsorten blühen. Diese Tendenz wird in der zahlenmäßig größeren F'<sub>2</sub> (Gelber Bellefleur × *Malus zumi*) × Jonathan und auch in der weniger umfangreichen Kombination (*Malus zumi* × Gelber Bellefleur) × Wintergoldparmäne noch deutlicher.

Es erhebt sich daher die Frage nach der Ursache der Verschiebung des Blühbeginns. Nach den Untersuchungen von SCHMIDT (11) sind unter den Sämlingsnachkommenschaften von Gelber Bellefleur, Wintergoldparmäne und Jonathan nur sehr wenig Frühblüher

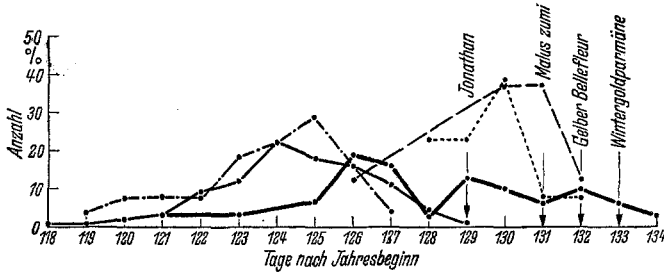


Abb. 1. Blühbeginn der untersuchten Kombinationen von *Malus*-Artbastarden.  
 - - - - - Gelber Bellefleur × *Malus zumi*  
 ——— (Gelber Bellefleur × *Malus zumi*) × Jonathan  
 - - - - - *Malus zumi* × Gelber Bellefleur  
 - · - · - (*Malus zumi* × Gelber Bellefleur) × Wintergoldparmäne  
 ——— *Malus zumi* frei abg.

aufgetreten, so daß die Sorten wahrscheinlich keine Gene für frühe Blüte besitzen. Es wurde daher eine aus freier Abblüte hervorgegangene Nachkommenschaft von *Malus zumi* untersucht. Hier zeigt sich, daß unter den Nachkommen ein erheblicher Prozentsatz Frühblüher auftritt, aber auch solche Sämlinge vorkommen, deren Blühbeginn mit dem der Elternsorten zusammenfällt. Die Nachkommenschaft von *Malus zumi* zeigt deutlich, daß *Malus zumi* Gene für frühe Blüte besitzt. Der in Müncheberg beobachtete Baum ist daher hinsichtlich des Blühbeginns für diese Species nicht als typisch zu bezeichnen. Der frühe Blühbeginn in den untersuchten F'<sub>2</sub>-Generationen ist auf frühe Blüte hinwirkende Gene von *Malus zumi* zurückzuführen, die sehr stark dominant vererbt werden.

II. Blütenmorphologische Studien

Von KRUMBHOLZ (5) ist der Vorschlag gemacht worden, neben den Fruchtmerkmalen auch die Blütenmerkmale zur Sortenbestimmung heranzuziehen, da diese den modifizierenden Umwelteinflüssen weniger unterliegen als die Früchte. In der systematischen Botanik werden die Blütenmerkmale bevorzugt zur Unterscheidung von Arten und Formen verwendet. Auch HENNING (3) hat die Blütenmerkmale bei seiner systematischen Gruppierung der *Malus*-Species benutzt und sich dabei an die Einteilung von KRUMBHOLZ gehalten. Nach HENNING'S Untersuchungen sind der Blütentyp, die Kelchzipfelform, die Blütenblattform und der Narbentyp zur systematischen Einteilung am besten geeignet. Bei den vorliegenden Untersuchungen wurden daher auch die genannten Merkmale einer Analyse unterzogen, da sich die verwendeten Kreuzungspartner oft beachtlich in diesen Merkmalen unterscheiden. Bei der Eingruppierung der Sämlinge traten manchmal Schwierigkeiten auf, da es infolge vieler genetisch bedingter Übergänge nicht immer leicht war, sie der entsprechenden Klasse zuzuordnen. Stets war der Gesamteindruck maßgebend.

1. Blütentyp

Der Blütentyp wird durch die relative Lage der Narbenhöhe zu den Antheren gekennzeichnet. Wir benutzen die von HENNING (3) verwendete Einteilung.

A. Griffeläste mit Narben überragen die Antheren weit.

B. Griffeläste mit Narben annähernd in gleicher Höhe der Antheren.

C. Griffeläste mit Narben auffallend kürzer als die Antheren.

Die an der Kreuzung beteiligten Elternsorten gehören folgenden Blütentypen an (Abb. 2): *Malus zumi* B, Gelber Bellefleur und Wintergoldparmäne A und Jonathan C. Die Aufspaltungsergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Tabelle 1. Vorkommende Blütentypen bei *Malus*-Artbastarden (Angaben in %).

Kombination	A	B	C
(Gelber Bellefleur × <i>Malus zumi</i> ) × Jonathan	14	44	41
( <i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur) × Wintergoldparmäne	35	35	30
<i>Malus zumi</i>		×	
Gelber Bellefleur	×		
Wintergoldparmäne	×		
Jonathan			×

Die F<sub>1</sub>, *Malus zumi* × Gelber Bellefleur, ergab vorwiegend Blüten vom Typ B (66,0%), während in der zahlenmäßig kleineren reziproken Kombination, Gelber Bellefleur × *Malus zumi*, der größte Anteil unter dem Typ A (75,0%) zu finden ist. Da die F<sub>1</sub>-Generationen zahlenmäßig zu gering sind, lassen sich keine klaren Entscheidungen über die Aufspaltung treffen, besonders auch darüber nicht, ob das Aufspaltungsergebnis reziprok verschieden ist, wie durch die Zahlen

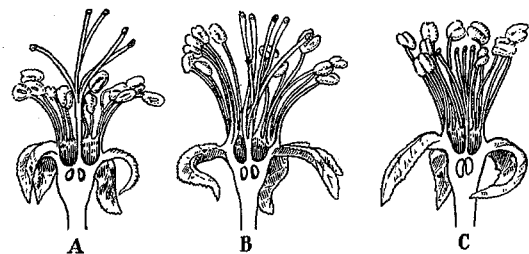


Abb. 2. Blütentypen [nach KRUMBHOLZ (5)].

angedeutet wird. Die F'<sub>2</sub>, (Gelber Bellefleur × *Malus zumi*) × Jonathan, läßt deutlich den Einfluß der Sorte Jonathan, die zum Blütentyp C gehört, erkennen. Während in der F<sub>1</sub> keine Blüten vom Typ C auftraten, ist er in der Rückkreuzungsgeneration mit 41,0% und der Zumi-Typ mit 44,0% vorhanden, während der Bellefleur-Typ zurücktritt. In der Kombination (*Malus zumi* × Gelber Bellefleur) × Wintergoldparmäne sind alle Blütentypen in gleicher Anzahl vertreten. Infolge zu geringer Individuenzahl ist hier das Aufspaltungsverhältnis nicht klar zu deuten. Es läßt sich jedoch insgesamt erkennen, daß der Erbgang infolge der vielen Übergänge zwischen den einzelnen Typen sehr kompliziert und wahrscheinlich polygen bedingt ist. Die Sorte Jonathan scheint die Kurzgriffeligkeit teilweise dominant zu vererben, aber auch der hohe Anteil des Zumi-Typs deutet eine gewisse Konstanz dieser Form an.

2. Gestalt der Kelchzipfel

Als weiteres Merkmal, das ebenfalls zur Artabgrenzung benutzt wird, soll die Gestalt der Kelchzipfel untersucht werden. In der Einteilung der Typen halten wir uns wieder an die von HENNING (3) benutzte Eingruppierung. Aus seinen Untersuchungen geht hervor, daß Sämlinge mit haftendem Kelch im wesentlichen den Kelchzipfeltyp 2 (—1) und Sämlinge mit abfallendem Kelch den Kelchzipfeltyp 3—4 haben. Die *Malus pumila*-Gruppe besitzt vorherrschend den Typ 2 (—1) und die *Malus baccata*-Gruppe die Typen 3—4. Allgemein ergab sich, daß die Gestalt des Kelchzipfels weniger variabel ist als andere Blütenmerkmale.

Die an den Kreuzungen beteiligten Formen gehören zu folgenden Kelchzipfeltypen: *Malus zumi* 4, Gelber Bellefleur 3, Jonathan und Wintergoldparmäne 1. Die Aufspaltungsergebnisse werden zusammengefaßt in Tabelle 2 gezeigt.

Tabelle 2. Gestalt der Kelchzipfel an Blüten von *Malus*-Artbastarden (Durch Fettdruck wird angegeben, in welchen Gruppen die größte Häufigkeit in der F<sub>1</sub> aufgetreten ist). (Angaben in %).

Kombination				
	1	2	3	4
(Gelber Bellefleur × <i>Malus zumi</i> ) × Jonathan	5	<b>36</b>	34	25
( <i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur) × Wintergoldparmäne		23	18	<b>59</b>
<i>Malus zumi</i>			×	×
Gelber Bellefleur	×			
Wintergoldparmäne	×			
Jonathan	×			

In der F<sub>1</sub>, *Malus zumi* × Gelber Bellefleur, ist der höchste Anteil vom Typ 4 vertreten, während in der reziproken Verbindung, genau wie beim Blütentyp, ein anderes Ergebnis beobachtet wird. Hier bildet der Typ 2 den größten Anteil. Die F<sub>2</sub>, (Gelber Bellefleur × *Malus zumi*) × Jonathan, zeigt einen deutlichen Kultursorteneinfluß, der an dem Auftreten der Kelchzipfeltypen 1 und 2 erkennbar wird. Der Jonathan-Typ selbst ist nur sehr geringfügig beteiligt. In der Kombination (*Malus zumi* × Gelber Bellefleur) × Wintergoldparmäne finden wir den höchsten Anteil beim Typ 4, während Typ 1 nicht auftritt. Die Analyse dieses Merkmals zeigt, daß *Malus zumi* seinen Kelchzipfeltyp nicht völlig dominant vererbt und nach Einkreuzung von Kultursorten in der F<sub>2</sub> eine breite Aufspaltung eintritt.

Tabelle 3. Gestalt der Blütenblätter bei *Malus*-Artbastarden. (Durch Fettdruck wird angegeben, in welchen Gruppen die größte Häufigkeit in der F<sub>1</sub> aufgetreten ist). (Angaben in %).

Kombination	1			2					3						
	a	b	c	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	f	g
(Gelber Bellefleur × <i>Malus zumi</i> ) × Jonathan	4,12	5,15		8,24	16,49	7,21	3,09	1,03	<b>13,40</b>	5,15	<b>13,40</b>	8,24	2,06	4,12	8,24
( <i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur) × Wintergoldparmäne		8,33		16,66	16,66	8,33	25,00		<b>16,66</b>		<b>8,33</b>				
<i>Malus zumi</i>				×							×				
Gelber Bellefleur					×										
Wintergoldparmäne									×						
Jonathan															

3. Gestalt der Blütenblätter

Ein weiteres, oft markantes Artmerkmal stellen die Blütenblätter dar. Ihre Gestalt soll daher nach dem von KRUMBHOLZ (5) erarbeiteten Schema untersucht werden. Die an den Kreuzungen beteiligten Sorten können folgenden in Abb. 3 dargestellten Gruppen zugeordnet werden: *Malus zumi* 3c, Gelber Bellefleur 2a, Jonathan 3a und Wintergoldparmäne 2b.

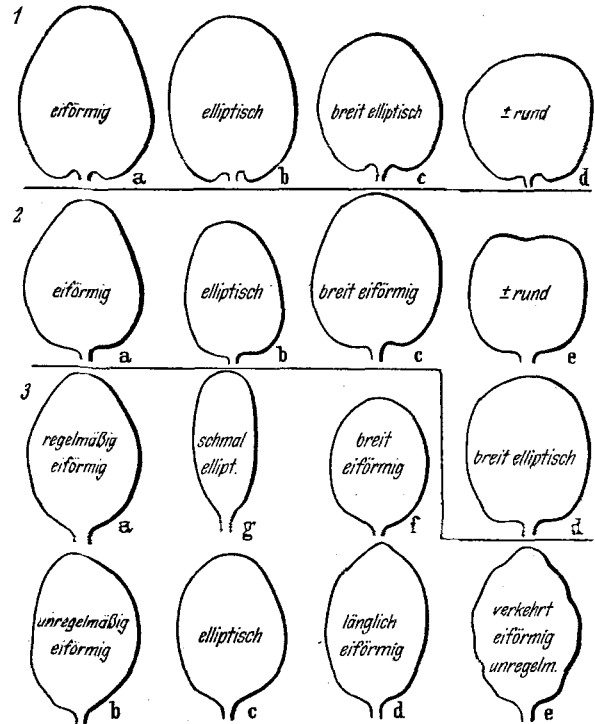


Abb. 3. Typen der Blütenblätter [nach KRUMBHOLZ (5)].

In der F<sub>1</sub>, *Malus zumi* × Gelber Bellefleur und reziprok, traten die Blütentypen 3a und 3c (Zumi-Typen) bevorzugt auf, während der Bellefleur-Typ überhaupt nicht gefunden wurde. Nach Rückkreuzung mit den Sorten Jonathan und Wintergoldparmäne erfolgte nun eine breite Aufspaltung, so daß fast alle Blütenblatttypen vorhanden sind, wie die Tabelle 3 ausweist. Faßt man die einzelnen Gruppen zusammen, so ergibt sich, daß in der Gruppe 1 die wenigsten und in der Gruppe 3 die meisten Typen auftreten. Ein Vergleich mit den von KRUMBHOLZ (5) auf die Gestalt der Blütenblätter untersuchten Kultursorten zeigt, daß auch bei ihnen in der Gruppe 3 die meisten und in der Gruppe 1 die wenigsten Typen auftreten. Wie die Aufspaltung zeigt, sind die beteiligten Elternsorten in dem Merkmal „Gestalt der Blütenblätter“ sehr heterozygot und

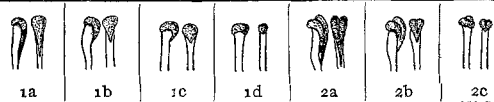
das Auftreten aller Typen mit sämtlichen Übergängen deutet auf polygene Vererbung.

4. Gestalt der Narben

Als letztes Merkmal soll die Gestalt der Narben analysiert werden, wobei die von HENNING (3) benutzte Einteilung zugrunde gelegt wird. Aus seinen Untersuchungen ist ersichtlich, daß die Narbentypen bei Wildarten sehr unterschiedlich sind und nur als zusätzliches Unterscheidungsmerkmal betrachtet werden können. Eine besondere Mannigfaltigkeit ist besonders bei solchen Arten beobachtet worden, die wahrscheinlich Bastarde darstellen (*Malus cerasifera*, *Malus prunifolia* und einige als *Malus baccata* bezeichnete Herkünfte).

Die als Eltern beteiligten Sorten haben folgende Narbentypen: *Malus zumi* 1b, Gelber Bellefleur und Wintergoldparmäne 2b, Jonathan 2c. Die Aufspaltungsergebnisse werden in Tabelle 4 gezeigt.

Tabelle 4. Narbengestalt an Blüten von *Malus*-Artbastarden (durch Fettdruck wird angegeben, in welchen Gruppen die größte Häufigkeit in der F<sub>1</sub> aufgetreten ist). (Angaben in %).

Kombination							
	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c
(Gelber Bellefleur × <i>Malus zumi</i> ) × Jonathan	5	<b>22</b>	17	20	2	<b>24</b>	10
( <i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur) × Wintergoldparmäne		<b>23</b>	12	48	6	6	6
<i>Malus zumi</i>		×					
Gelber Bellefleur						×	
Wintergoldparmäne						×	
Jonathan							×

In der F<sub>1</sub>, *Malus zumi* × Gelber Bellefleur und reziprok, treten gemäß den Narbentypen der Eltern bevorzugt der Typ 1b und 2b auf. Nach Rückkreuzung mit der Sorte Jonathan wird die Variabilität erheblich vergrößert. Es werden jetzt fast alle Typen ausgebildet, wobei auffällt, daß der Jonathan-Typ (2c) nur verhältnismäßig wenig herauspaltet; die größte Häufigkeit ist wieder in den Gruppen 1b und 2b zu finden. In der Rückkreuzungskombination mit der Sorte Wintergoldparmäne treten ähnliche Aufspaltungstendenzen wie in der erstgenannten Verbindung auf. Die große Mannigfaltigkeit in der Aufspaltung läßt auch bei diesem Merkmal auf starke Heterozygotie der beteiligten Formen schließen. Die in der F<sub>1</sub> ange deutete Dominanz der Typen 1b und 2b tritt in der F<sub>2</sub> nicht mehr in Erscheinung.

III. Morphologisch-pomologische Analyse der Früchte

1. Beginn der Genußreife

Die Genußreife der beteiligten Kreuzungspartner beginnt sehr unterschiedlich. *Malus zumi* reift Anfang Oktober und bei Gelber Bellefleur, Wintergoldparmäne und Jonathan beginnt die Genußreife im November. Bei den Sämlingen der F<sub>1</sub>, *Malus zumi* × Gelber Bellefleur und reziprok, reifen die Früchte vorwiegend im September-Oktober. Nach Rückkreuzung mit den Sorten

Jonathan und Wintergoldparmäne spalten auch Sämlinge mit späterem Beginn der Genußreife heraus, jedoch liegt die höchste Anzahl noch im Oktober. Hier ist der stark dominierende Einfluß von *Malus zumi* erkennbar. Aus Tabelle 5 sind die ermittelten Zahlen zu entnehmen.

2. Haltbarkeit der Früchte

Die Haltbarkeit von *Malus zumi* ist sehr kurz. Bald nach Beginn der Genußreife werden die Früchte überreif. Von Kultursorten dagegen ist sie wesentlich länger. Die Sorten Gelber Bellefleur, Wintergoldparmäne und Jonathan halten sich bis zum März. Vergleichen wir nun die Haltbarkeit der F<sub>1</sub>-Früchte, so müssen wir feststellen, daß ein Einfluß der Sorte Gelber Bellefleur nicht erkennbar ist und die Früchte sich nur bis November halten. Nach Rückkreuzung mit den bis März haltbaren Sorten Jonathan und Wintergoldparmäne tritt eine geringe Verschiebung der

Haltbarkeit bis Dezember ein, während der Hauptteil immer noch im Oktober reift. Die geringe Haltbarkeit der Früchte ist auf die Wildart *Malus zumi* zurückzuführen, die in diesem Merkmal stark dominiert. Die Tab. 5 gibt die prozentuale Verteilung der Haltbarkeit der Früchte wieder.

3. Fruchtgestalt

Die Fruchtgestalt ist innerhalb einer gewissen Schwankungsbreite ein sortentypisches und auch arttypisches Merkmal und daher zur genetischen Analyse einer Nachkommenschaft geeignet. Die allgemeine Fruchtgestalt ist häufig durch Beschreibung genauer zu erfassen, als dies durch Angabe des Fruchtindex möglich ist, da hier die Besonderheiten nicht erfaßt werden. Die aufgetretenen Fruchtformen, allgemeine Gestalt und Querschnitt, wurden in Gruppen zusammengefaßt. Diese Einteilung ist, wie bei anderen Merkmalen, infolge der vielen Übergänge zwischen den einzelnen Gruppen mit Fehlern behaftet, zeigt aber trotzdem sehr deutlich die Tendenzen. In Tabelle 6 sind die erhaltenen Ergebnisse zusammengestellt. In der F<sub>1</sub>, *Malus zumi* × Gelber Bellefleur und in der reziproken Kombination treten vor allem Fruchtformen auf, die an den Wildelter *Malus zumi* erinnern und rundlich abgeplattet oder kugelig sind. HENNING

Tabelle 5. Genußreife und Haltbarkeit von *Malus*-Artbastarden.

Kombination	Monat:	Genußreife %				Haltbarkeit %			
		IX	X	XI	XII	IX	X	XI	XII
Gelber Bellefleur × <i>Malus zumi</i>		67	33					83	17
<i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur		15	38	46			31	69	
( <i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur) × Wintergoldparmäne			76	14	10		48	33	19
(Gelber Bellefleur × <i>Malus zumi</i> ) × Jonathan		8	64	10	18	2	49	29	20
<i>Malus zumi</i>			×				×		
Gelber Bellefleur				×			März		
Jonathan				×			März		
Wintergoldparmäne				×			März		

Tabelle 6. Allgemeine Gestalt und Querschnitt der Frucht bei *Malus*-Artbastarden.

Kombination	Allgemeine Gestalt %						Querschnitt %			
	ab-geplattet	rundlich ab-geplattet	kugelig	rundlich zugespitzt	länglich ab-geplattet	länglich zugespitzt	rund	kantig	gerippt	Ge-samtzahl
Gelber Bellefleur × <i>Malus zumi</i>		87	13				25	75		8
<i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur	31	46	15			8	40	60		13
( <i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur) × Wintergoldparmäne	14	76		5	5		29	24	48	2
(Gelber Bellefleur × <i>Malus zumi</i> ) × Jonathan	2	65	13	1	16	4	45	18	37	103
<i>Malus zumi</i> × Jonathan		×	×				×			
Gelber Bellefleur × Jonathan		×					×	×		
Jonathan × Wintergoldparmäne		×					×			

(3) konnte in seinen zahlenmäßig größeren Aufspaltungsbefunden der Kombination *Malus zumi* × Gelber Bellefleur ein Vorherrschen des Zumi-Typs beobachten, während die Fruchtform der Kultursorte nicht auftrat. In der Rückkreuzungsgeneration (*Malus zumi* × Gelber Bellefleur) × Jonathan tritt eine deutliche Veränderung der Aufspaltung ein. Während die Hauptmenge der Sämlinge rundlich abgeplattete Früchte besitzt, finden wir auch solche mit länglich abgeplatteten Früchten, so daß die Aufspaltungsskala nun durch 2 Maxima gekennzeichnet ist. SCHMIDT (11) analysierte die Fruchtgestalt von Jonathan frei abg. und Gelber Bellefleur frei abg. und stellte bei beiden Sorten eine Häufung der Fruchtform „rundlich abgeplattet“ fest. Es darf daher angenommen werden, daß beide Sorten, Gelber Bellefleur und besonders Jonathan, vorwiegend Gene für rundlich abgeplattet besitzen, die für das gehäufte Auftreten dieser Fruchtformen verantwortlich sind. Das Herausspalten von Früchten mit länglich abgeplatteter Form wird verständlich, wenn man berücksichtigt, daß hier, so wie bei allen anderen Gestaltsmerkmalen, mehrere Gene beteiligt sind, und durch das Zusammentreten mehrerer Gene der beteiligten Kultursorten andere Fruchtformen entstehen können.

Das Auftreten von Früchten mit rundlich zugespitzter und länglich zugespitzter Form, also vorwiegend Merkmale einer Wildart, beweist, daß noch nicht alle Wildmerkmale in der Fruchtform durch die Rückkreuzung verdrängt werden konnten. Auffälliger wird dies noch, wenn man die Früchte auf Grund ihrer äußeren Gestaltsmerkmale in solche mit „Kultursortenmerkmalen“ und in solche mit „Wildsortenmerkmalen“ einteilt. Man kommt dann in der  $F_2$ , (Gelber Bellefleur × *Malus zumi*) × Jonathan, zu folgendem Ergebnis: 81,0% Sämlinge mit Früchten, die „Kultursortenmerkmale“ und 19,0% Sämlinge mit Früchten, die „Wildsortenmerkmale“ tragen. In der  $F_1$ , *Malus zumi* × Gelber Bellefleur, konnte HENNING (3) keine Kultursortenmerkmale finden. Die Nachkommenschaft (*Malus zumi* × Gelber Bellefleur) × Wintergoldparmäne ist infolge der geringen Anzahl nur mit Vorbehalt auszuwerten. Die Tendenz ist aber ähnlich wie bei der Kombination (Gelber Bellefleur × *Malus zumi*) × Jonathan.

Neben dem starken Durchschlagen der Fruchtform von *Malus zumi* ist das Auftreten kantig-gerippter Früchte in den meisten Kreuzungen mit *Malus zumi* beobachtet worden. HENNING (3) fand 37,95% bis

80,64% kantig-gerippte Früchte in den Kreuzungen mit *Malus zumi*. Bei unserer zahlenmäßig kleinen  $F_1$  (Tab. 6), (*Malus zumi* × Gelber Bellefleur und reziprok), traten keine kantig-gerippten Früchte auf. Daß die Merkmale kantig und gerippt nicht nur von der dieses Merkmal enthaltenden Sorte Gelber Bellefleur stammen, geht daraus hervor, daß HENNING (3) bei der Verwendung runder und glatter Sorten bei der Kombination mit *Malus zumi* ebenfalls kantige und gerippte Früchte erhielt. Durch Rückkreuzung mit den beiden glatten Sorten Wintergoldparmäne und Jonathan wurde das Aufspaltungsergebnis nicht sehr zugunsten der glatten Rückkreuzungseltern verschoben, was darauf hindeutet, daß diese Merkmale durch Zusammentreten mehrerer Gene stets neu entstehen können und auch in glatten Sorten Anlagen für Kantigkeit und Rippung vorhanden sind.

#### 4. Fruchtgröße

Zur Charakterisierung der Fruchtgröße wird der Fruchtdurchmesser benutzt, weil so ein Vergleich mit

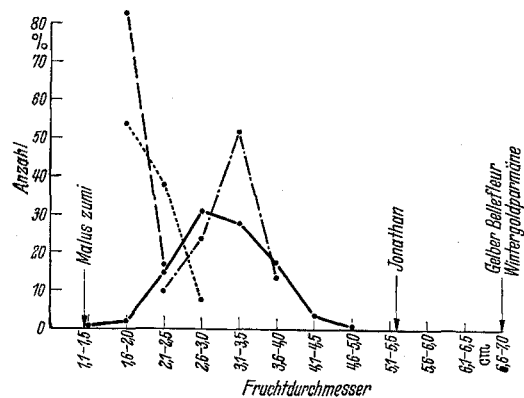


Abb. 4. Fruchtdurchmesser der untersuchten Kombinationen von *Malus*-Artbastarden.

— — — — — Gelber Bellefleur × *Malus zumi*  
 — — — — — (Gelber Bellefleur × *Malus zumi*) × Jonathan  
 ·········· *Malus zumi* × Gelber Bellefleur  
 - · - · - · - · (Malus zumi × Gelber Bellefleur) × Wintergoldparmäne

den von HENNING (3) gefundenen Aufspaltungsergebnissen von *Malus*-Artbastarden möglich ist. Die an der  $F_1$  und  $F_2$  ermittelten Werte sind in Abb. 4 graphisch dargestellt. Die für die  $F_2$  als Ausgangspopulation dienende  $F_1$  ist zahlenmäßig sehr klein und eine Häufigkeitsverteilung ergibt kein klares Bild über die Aufspaltungsbreite. Jedoch stimmt der mittlere Fruchtdurchmesser mit den von HENNING (3) gefundenen Ergebnissen überein; er beträgt in beiden Kombi-

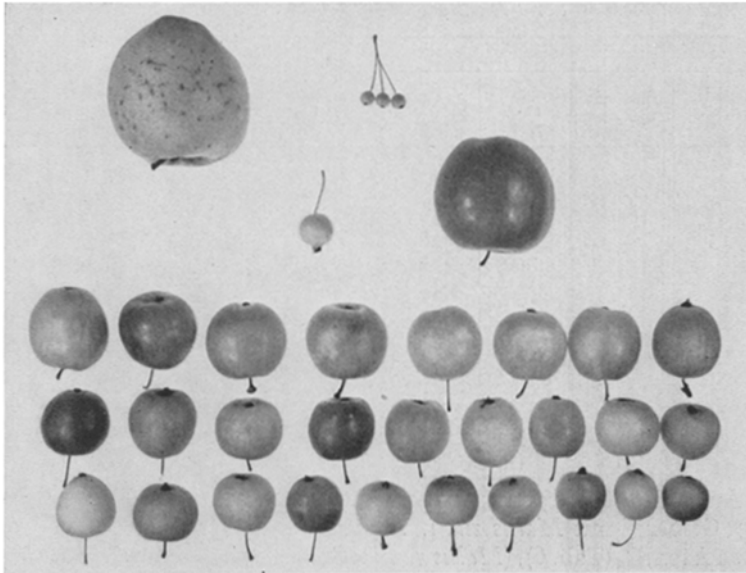


Abb. 5. Übersichtsaufnahme der untersuchten Kombination (Gelber Bellefleur  $\times$  *Malus zumi*)  $\times$  Jonathan.

Obere Reihe von links nach rechts: Gelber Bellefleur, *Malus zumi*  
Mittlere Reihe von links nach rechts: Frucht eines Sämlings der  $F_1$ , Jonathan  
Untere Reihen: je eine Frucht eines Sämlings der  $F'_2$ .

nationen, *Malus zumi*  $\times$  Gelber Bellefleur und Gelber Bellefleur  $\times$  *Malus zumi*, 2,4 cm. Nach Rückkreuzung der  $F_1$  mit den beiden Kultursorten Jonathan und Wintergoldparmäne werden die Früchte größer. In beiden Kombinationen hat sich der mittlere Fruchtdurchmesser von 2,4 cm der  $F_1$  auf 3,3 cm in der  $F'_2$  vergrößert. Die Kombination mit Wintergoldparmäne ist zahlenmäßig sehr klein, und es ist nicht sicher, ob die aufgetretene Tendenz in der Vererbung der Fruchtgröße auf eine zu geringe Individuenzahl zurückzuführen ist. HENNING (3) beobachtete bei der Kreuzung *Malus zumi*  $\times$  Wintergoldparmäne hinsichtlich der Fruchtgröße eine ausgeprägtere Dominanz von *Malus zumi*. Es traten hier Sämlinge auf, die noch unter der Fruchtgröße von *Malus zumi* lagen, während dies in anderen Kombinationen, *Malus zumi*  $\times$  Kultursorten, nicht der Fall war. SCHMIDT (11) fand ebenfalls, daß die Sorte Wintergoldparmäne eine geringe Fruchtgröße vererbt. Auch aus noch unveröffentlichten Aufspaltungsergebnissen zwischen Ananas-Rttee.  $\times$  Wintergoldparmäne geht hervor, daß in dieser Kombination viele Sämlinge mit geringer Fruchtgröße auftreten.

Aus den Aufspaltungsergebnissen der Fruchtgröße in den Kombinationen (Gelber Bellefleur  $\times$  *Malus zumi*)  $\times$  Jonathan und (*Malus zumi*  $\times$  Gelber Bellefleur)  $\times$  Wintergoldparmäne ist ersichtlich, daß die Vererbung der Fruchtgröße sehr kompliziert ist und auf polygener Grundlage erfolgt, wie dies bereits von mehreren Autoren angenommen wird. SCHMIDT (11) weist ebenfalls darauf hin, daß die Fruchtgröße auch auf kumulativer Genwirkung beruht. Das kommt darin zum Ausdruck, daß die Verschiebung der Aufspaltungsbreite nach Rückkreuzung mit einer Kultursorte gleichmäßig erfolgt und das Herausspalten großer und sehr kleiner Früchte mit der Gesamt tendenz der Aufspaltung im Einklang steht. Über die Dominanzverhältnisse der Fruchtgröße liegen unterschiedliche Untersuchungsergebnisse vor. CRANE und LAWRENCE (1) nahmen an, daß Kleinfrüchtigkeit über Großfrüchtigkeit dominiert. WELLINGTON (14) dagegen behauptet, daß Großfrüchtigkeit über Kleinfrüchtigkeit dominiert.

Vergleichen wir die Zunahme des Fruchtdurchmessers der untersuchten Kombinationen, so beträgt sie in der  $F_1$  gegenüber dem Wildelter *Malus zumi* 1 cm und um fast die gleiche Differenz ist der Fruchtdurchmesser in der  $F'_2$  von 2,4 cm auf 3,3 cm vergrößert worden. Die Schwankungsbreite bei *Malus zumi*  $\times$  Gelber Bellefleur beträgt in den Versuchen von HENNING (3) 1,42 bis 3,20 cm, nach Rückkreuzung der  $F_1$  mit Jonathan 1,5 cm bis 5,0 cm und mit Wintergoldparmäne 2,5 cm—4,5 cm. Die im Mittel nur geringe Steigerung der Fruchtgröße bestätigt die von HENNING (3) gemachte Beobachtung, daß hier eine unvollständige Dominanz der Kleinfrüchtigkeit vorliegt. Wie aus der Schwankungsbreite des Fruchtdurchmessers hervorgeht, entstehen aber auch klein- und großfrüchtige Typen, je nach den genetischen Differenzen der vereinigten Gameten. Zur genauen Erfassung der Dominanzverhältnisse für die Bestimmung der Anzahl der beteiligten Gene und für ihre Wirkungsweise bei der Vererbung der

Fruchtgröße ist es notwendig, eine größere Anzahl von Kreuzungen an Einzelbäumen in verschiedenen Richtungen und Selbstungen durchzuführen, um Aussagen über die genetischen Differenzen der untersuchten Sorten machen zu können. Da in der  $F_1$ , *Malus zumi*  $\times$  Kultursorten, selbstfertile Formen auftreten, sind die Möglichkeiten zu solchen Untersuchungen gegeben. Abb. 5 stellt die Aufspaltungsergebnisse hinsichtlich der Fruchtgröße in der Kombination (Gelber Bellefleur  $\times$  *Malus zumi*)  $\times$  Jonathan dar.

### 5. Stiellänge

In der Vererbung der Fruchtstiellänge liegen die Verhältnisse ähnlich wie bei der Vererbung der Fruchtgröße. Die Fruchtstiellänge der  $F_1$ -Eltern beträgt 3,8 cm (*Malus zumi*) und 1,7 cm (Gelber Bellefleur), während die  $F_1$  eine durchschnittliche Stiellänge von 2,5 cm und 2,6 cm aufweist. Nach Rückkreuzung der  $F_1$  mit den Sorten Jonathan (Stiellänge 1,25 cm) und Wintergoldparmäne (Stiellänge 1,8 cm) ist hier ein Einfluß des Rückkreuzungselters erkennbar. Die durchschnittliche Stiellänge der Kombination (Gelber Bellefleur  $\times$  *Malus zumi*)  $\times$  Jonathan beträgt jetzt 1,7 cm und der Kombination (*Malus zumi*  $\times$  Gelber

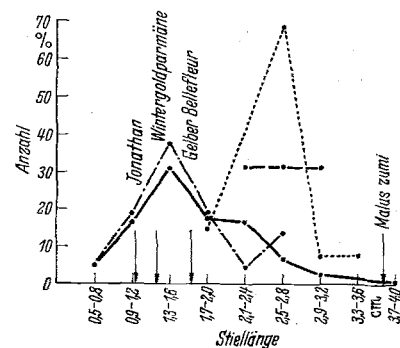


Abb. 6. Stiellänge der untersuchten Kombinationen von *Malus*-Artbastarden.

— Gelber Bellefleur  $\times$  *Malus zumi*  
- - - (Gelber Bellefleur  $\times$  *Malus zumi*)  $\times$  Jonathan  
- - - *Malus zumi*  $\times$  Gelber Bellefleur  
— (*Malus zumi*  $\times$  Gelber Bellefleur)  $\times$  Wintergoldparmäne

Bellefleur) × Wintergoldparmäne 1,6 cm. In Abbildung 6 sind die Ergebnisse graphisch dargestellt. Bei der Vererbung der Stiellänge scheint in der F<sub>2</sub> eher eine Angleichung an die Kultursorten zu erfolgen als beim Fruchtdurchmesser.

6. Relative Stiellänge

HENNING (3) vermutet, daß zwischen Fruchtgröße und Stiellänge eine negative Korrelation besteht. Nach

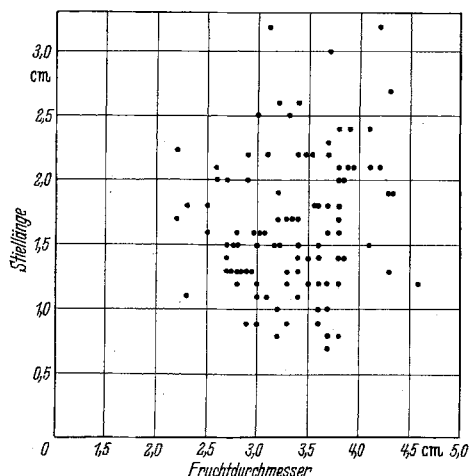


Abb. 7. Beziehungen zwischen Fruchtdurchmesser und Stiellänge bei der Kombination (Gelber Bellefleur × *Malus zumi*) × Jonathan.

CRANE und LAWRENCE (1) wird die relative Stiellänge als das Verhältnis zwischen Stiellänge und Fruchtdurchmesser bezeichnet. Bei den Kultursortenschwankt die relative Stiellänge von 0,09 cm bis 0,43 cm und bei den Wildarten finden wir eine relative Länge von weit

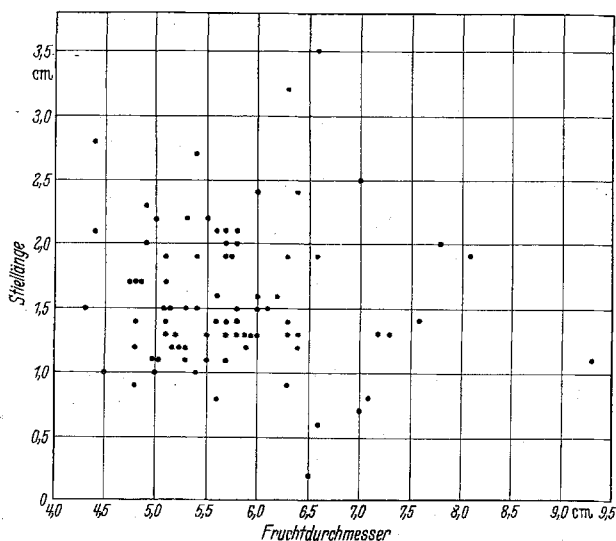


Abb. 8. Beziehungen zwischen Fruchtdurchmesser und Stiellänge bei der Kombination Ananas-Rtte. × Baumanns-Rtte.

über 0,80 cm. Unter ihnen erreichten nur die *Pumila*-Formen Werte von 0,52 cm bis 0,79 cm, die denen der Kultursorten nahe stehen.

Die Kombination (Gelber Bellefleur × *Malus zumi*) × Jonathan wurde ebenfalls auf die Beziehung zwischen Stiellänge und Fruchtgröße untersucht. HENNING verwendete die relative Stiellänge zur Ermittlung der Beziehung zwischen Stiellänge und Fruchtgröße. Da zwangsläufig bei etwa gleichbleibender Stiellänge und Vergrößerung des Fruchtdurchmessers die relative Stiellänge kleiner wird und daher immer eine negative

Korrelation auftritt, ist dieser Vergleich nicht zulässig. Es wurde daher die absolute Stiellänge mit dem Fruchtdurchmesser verglichen und der Regressionskoeffizient (8) berechnet, der mit  $b = 0,002$  bestimmt wurde. Er drückt aus, daß bei einer Zunahme des Fruchtdurchmessers um 1 cm die Stiellänge um 0,002 cm zunimmt, also praktisch keine Beziehung zwischen der Stiellänge und dem Fruchtdurchmesser besteht. Wie in der Abb. 7 zu erkennen ist, treten kleine und großfrüchtige Sämlinge mit langen oder kurzen Fruchtstielen auf. Die gleiche Beobachtung konnte an einer Nachkommenschaft aus der Kombination Ananas-Rtte. × Baumanns-Rtte. gemacht werden, wie aus Abb. 8 ersichtlich ist. Wie die Vererbung der absoluten Stiellänge zeigt, wird bei diesem Merkmal wesentlich früher eine Angleichung an die Länge der Kultursorten erreicht als bei der Vererbung der Fruchtgröße. Eine weitere Steigerung der Fruchtgröße wird nur nach weiteren Rückkreuzungen mit Kultursorten möglich sein, ohne daß die Stiellänge über ihren genetisch bedingten Schwankungsbereich hinaus verändert wird. Es ergibt sich demzufolge, daß die Stiellänge unabhängig von der Fruchtgröße ererbt wird.

7. Fruchtgewicht

Bei den zu untersuchenden *Malus*-Artbastarden ist auch die Vererbung des Fruchtgewichtes von Interesse, da es sich bei den Eltern um Formen mit großen

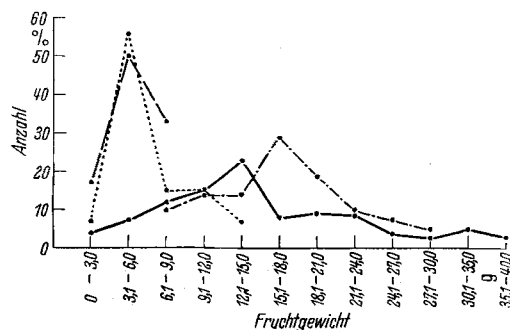


Abb. 9. Fruchtgewicht der untersuchten Kombinationen von *Malus*-Artbastarden.

- Gelber Bellefleur × *Malus zumi*
- (Gelber Bellefleur × *Malus zumi*) × Jonathan
- *Malus zumi* × Gelber Bellefleur
- (*Malus zumi* × Gelber Bellefleur) × Wintergoldparmäne

Gewichtsunterschieden handelt. Wie aus der Darstellung in Abb. 9 zu erkennen ist, ergibt sich eine gute Übereinstimmung mit dem Kurvenverlauf des Fruchtdurchmessers. Genau wie beim Fruchtdurchmesser macht sich auch beim Fruchtgewicht eine starke Dominanz des Wildelterns *Malus zumi* nicht nur in der F<sub>1</sub>, sondern auch in der F<sub>2</sub> bemerkbar. Die F<sub>2</sub>-Früchte erreichen in der Kombination (*Malus zumi* × Gelber Bellefleur) × Wintergoldparmäne im Mittel 16,23 und in der Kombination (Gelber Bellefleur × *Malus zumi*) × Jonathan 15,68 g, während die Kultursorten 73,9 g (Jonathan) bzw. 112,0 g (Wintergoldparmäne) wiegen. Der Erbgang des Fruchtgewichtes ist also dem des Fruchtdurchmessers gleich.

8. Kelchverhalten

Das Verhalten des Kelches, abfallend (0) oder haftend (+), ist für einige *Malus*-Arten charakteristisch und wird von den Systematikern als Artmerkmal verwendet. So haben z. B. die echten Formen von *Malus baccata* und *Malus toringo* (*M. toringo* var. *zumi*) (3)



Tabelle 7. Kelchverhalten, Wachsbelag und Berostung bei Früchten von *Malus*-Arbastarden.

Kombination	Kelchverhalten %				Wachsbelag %			Berostung %					
	haftend	abfallend	amphitypisch	Gesamtzahl	keiner	schwachwachsige	mit Wachsüberzug	unberostet	Rostpunkte	Rost in der Stieleinsenkung	Schale berostet	rauschalig	Gesamtzahl
Gelber Bellefleur × <i>Malus zumi</i>		87	13	8	17	67	17		50	17		33	6
<i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur		77	23	13		92	8	15	77			8	13
( <i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur) × Wintergoldparmäne	100			21		95	5	14	71	10		5	21
(Gelber Bellefleur × <i>Malus zumi</i> ) × Jonathan	100			103	1	95	4	17	60	19	2	2	103
<i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur	×	×				×				×			
Jonathan × Gelber Bellefleur	×						×				×		
Jonathan × Wintergoldparmäne	×						×			×			

einen abfallenden Kelch, während *Malus prunifolia* und *Malus pumila* sowie alle Kultursorten einen haftenden Kelch besitzen. HENNING (3) konnte feststellen, daß bei Kreuzungen zwischen Kultursorten (+) und Wildarten (o) Sämlinge mit abfallendem oder haftendem Kelch und amphitypischem Kelchverhalten auftreten. Als amphitypisch bezeichnet HENNING (3) solche Sämlinge, bei denen beiderlei Kelchverhalten an einem Baum zu beobachten ist. Die von HENNING (3) durchgeführte Analyse über die Aufspaltung von Nachkommenschaften aus der Kombination *Malus zumi* (o) × Kultursorten (+) ergab in Bezug auf das Kelchverhalten eine 3:1-Spaltung ohne Einbeziehung der Formen mit amphitypischem Verhalten.

Bei der kleinen Anzahl von Sämlingen der als Mutterbäume dienenden  $F_1$  von *Malus zumi* × Gelber Bellefleur traten 10 Sämlinge mit haftendem Kelch und 3 Sämlinge mit amphitypischem Verhalten auf. In der reziproken Kombination traten 7 Sämlinge mit haftendem Kelch und einer mit amphitypischem Verhalten auf. Die Rückkreuzungen der  $F_1$  mit den Sorten Jonathan und Wintergoldparmäne ergaben nur Sämlinge mit haftendem Kelch, während in anderen zahlenmäßig sehr kleinen, hier nicht zur Auswertung herangezogenen Kombinationen Sämlinge mit haftendem, abfallendem Kelch oder mit amphitypischem Verhalten auftraten. Aus Tabelle 7 sind die Aufspaltungsbefunde der untersuchten Kombinationen ersichtlich. HENNING (3) versuchte eine Deutung der Aufspaltungsverhältnisse haftend-abfallend 3:1 auf bifaktorieller Grundlage. Für die Wildart *Malus zumi* (o) nimmt er die Konstitution AAKK und für die Kulturformen (+) aakk an. Nur durch das Zusammentreten der dominanten Allele AK wird das Abfallen des Kelches bewirkt. Die Sämlinge der  $F_1$  mit haftendem Kelch können demnach die Konstitution AaKK, aaKk und aakk gehabt haben. Bei der Rückkreuzung mit einer Kultursorte aakk können daher nur noch Formen mit haftendem Kelch entstehen, wenn die oben geäußerte Annahme zutrifft. Das Auftreten von Sämlingen mit abfallendem Kelch und amphitypischem Kelchverhalten in der Kombination (*Malus zumi* × Gelber Bellefleur) × Kultursorten deutet jedoch darauf hin, daß die genetische Konstitution bezüglich des Kelchhaltens nicht bei allen Kultursorten gleich ist. Die genaue Erklärung für die Aufspaltung: Kelch abfallend, Kelch haftend und amphitypisches Kelchverhalten muß daher später an einem genetisch geeigneten

Ausgangsmaterial gesondert vorgenommen werden. Im ganzen gesehen ist aber auch hier der Einfluß der Kultursorte an der Aufspaltung der  $F_2$  erkennbar.

#### 9. Wachsüberzug

Der Wachsüberzug an Früchten von Kultursorten kann in allen Übergangsstufen vom Fehlen bis zur Ausprägung einer starken Wachsschicht reichen. Das zur Bonitierung verwendete Schema: kein Wachsüberzug, schwach wachsig, mit Wachsüberzug, ist infolge der vielen möglichen Übergänge ebenfalls mit Fehlern behaftet, so daß nur ein grober Überblick über die aufgetretene Aufspaltung vermittelt werden kann. Von den an der Kreuzung beteiligten Elternsorten ist außer bei *Malus zumi*, die einen schwachen Wachsbelag aufweist, die Beschaffenheit der Fruchtoberfläche an Nachkommenschaften analysiert worden. So konnten in den Nachkommenschaften der mit Wachsbelag versehenen Sorten Gelber Bellefleur und Jonathan, Sämlinge mit allen drei Bonitierungsstufen — ohne Wachsbelag, schwach wachsig, mit Wachsbelag — gefunden werden. SCHMIDT (11) folgert aus diesen und an anderen Sorten beobachteten Aufspaltungsbefunden, daß das Merkmal Wachsbelag polygen vererbt wird.

In der  $F_1$ , *Malus zumi* × Gelber Bellefleur und reziprok, besitzen die meisten Sämlinge schwach wachsig Früchte. Nach Rückkreuzung mit den Sorten Jonathan (mit Wachsbelag) und Wintergoldparmäne (mit Wachsbelag) hat sich das Aufspaltungsergebnis nicht verändert. Die Hauptmasse der Sämlinge ist in der Gruppe schwach wachsig zu finden. Andere Schlußfolgerungen, als die von SCHMIDT (11) an Kultursortennachkommen festgestellten, lassen sich auch hier nicht ableiten. Einzelheiten über die Aufspaltung sind aus der Tabelle 7 ersichtlich.

#### 10. Berostung

Sehr unsicher ist auch die genetische Analyse der Berostung der Fruchtschale. Obwohl die Berostung für manche Apfelsorten charakteristisch ist, konnte SCHMIDT (11) nach der Analyse dieses Merkmals an mehreren Apfelsorten keine genetischen Schlußfolgerungen ziehen. In der  $F_1$  ist die größte Anzahl der Früchte mit Rostpunkten versehen. In der  $F_2$  ist das Verhältnis nicht wesentlich verändert. Auffallend ist, daß Sämlinge mit  $\pm$  ganzschalig berosteten Früchten überhaupt nicht aufgetreten sind, während bei Kultur-



sortennachkommen, mit wenigen Ausnahmen, immer ein kleiner Teil mit rauhschaligen Früchten beobachtet wird. Tabelle 7 gibt die Aufspaltungsbefunde wieder.

### 11. Fruchtfarbe

Die Farbskala der Fruchtfarbe bei Sämlingsnachkommenschaften ist sehr mannigfaltig und wird durch das Zusammenwirken der verschiedensten Farbkombinationen bedingt. Wir unterscheiden zwischen Grundfarbe und Deckfarbe.

#### a) Grundfarbe

Die Grundfarbe der  $F_1$ , *Malus zumi* × Gelber Bellefleur und reziprok, ist vorwiegend gelb oder gelblich. Die an der  $F_1$  beteiligten Eltern, Gelber Bellefleur und *Malus zumi*, besitzen ebenfalls eine gelbe Grundfarbe. Die Analyse einer zahlenmäßig kleinen Nachkommenschaft von Gelber Bellefleur zeigt, daß hier nur Früchte mit gelblicher und kräftig gelber Grundfarbe auftreten. Nach Rückkreuzung der  $F_1$  mit den Sorten Jonathan und Wintergoldparmäne wird die Variationsbreite der

tungsverhältnis ein ähnliches Bild, wie aus Tabelle 8 zu entnehmen ist. Aus diesem Aufspaltungsverhältnis lassen sich, genau wie in den Arbeiten von SCHMIDT (11) und CRANE und LAWRENCE (1), keine eindeutigen Schlußfolgerungen über die Vererbung der Grundfarbe ableiten. CRANE und LAWRENCE (1) nehmen an, daß gelb teilweise dominant oder epistatisch über grün ist und die komplizierte Vererbung der Grundfarbe auf dem Zusammenwirken mehrerer Allelpaare beruht. Die Häufung von Früchten mit gelblicher und gelber Fruchtfarbe in den von uns analysierten Nachkommenschaften deutet darauf hin, daß die an der  $F_1$  beteiligten Eltern vorwiegend dominante Gene für gelb besessen haben müssen, um in der  $F_2$  diesen hohen Anteil an Früchten mit gelber Grundfarbe entstehen zu lassen, gegenüber Jonathan frei abg. mit einem Anteil von nur 35,2% Früchten mit gelblicher Grundfarbe.

#### b) Deckfarbe

Das Anthocyan in der Fruchtschale des Apfels kann sehr verschieden sein. Im Zusammenwirken von Grundfarbe und Deckfarbe können vielfältige Kombinationen in der Ausprägung der Deckfarbe entstehen. Die Bonitierung der Farbe wurde nach Vorlagen der Horticultural colour charts (4) vorgenommen. Die Deckfarbe des einen  $F_1$ -Elters, *Malus zumi*, ist orange bis hellrot und Gelber Bellefleur besitzt eine schwach bräunlich rote Deckfarbe. In der  $F_1$  sind vorwiegend Sämlinge mit Früchten ohne Deckfarbe aufgetreten und nur wenige besitzen eine Deckfarbe mit helleren Farbtönen. Nach Rückkreuzung mit der scharlach-roten Sorte Jonathan ergab sich das in Tabelle 9 dargestellte Aufspaltungsverhältnis. Wir erkennen deutlich, daß der größte Teil der Früchte eine scharlachrote, geraniumlackrote oder karminrote Deckfarbe besitzt und damit etwa im Farbbereich der Sorte Jonathan liegt. Es fand sich nur ein Sämling ohne Deckfarbe. Es sind sogar Sämlinge mit wesentlich intensiverer Farbe wie z. B. türkischrot aufgetreten.

Anders ist das Aufspaltungsergebnis in der Nachkommenschaft (*Malus zumi* × Gelber Bellefleur) × Wintergoldparmäne. Die Rückkreuzung mit der Sorte Wintergoldparmäne brachte einen hohen Prozentsatz

Tabelle 8. Grundfarbe an Früchten von *Malus*-Artbastarden.

Kombination	Grundfarbe %						Gesamtzahl
	grün	grünlich	grünlichgelb	gelblichgrün	gelblich	gelb	
Gelber Bellefleur × <i>Malus zumi</i>				33		67	6
<i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur			8	8		85	13
( <i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur) × Wintergoldparmäne	5		5	5	14	71	21
(Gelber Bellefleur × <i>Malus zumi</i> ) × Jonathan	1	2	7	4	16	71	103
<i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur					×	×	
Jonathan					×		
Wintergoldparmäne						×	

Aufspaltung erheblich vergrößert. Die Sorte Jonathan frei abg. brachte, wie die Untersuchungen von SCHMIDT (11) ergaben, Sämlinge, die alle Übergänge von grün bis weißgelb zeigen, jedoch die größere Häufigkeit in den Gruppen gelblich und gelb besitzen. In der Kombination (Gelber Bellefleur × *Malus zumi*) × Jonathan ist die Hauptmenge der Sämlinge unter gelblich und gelb zu finden, während die übrigen Farbtöne des grünen bis gelblich-grünen Bereichs nur gering vertreten sind. In der Kombination (*Malus zumi* × Gelber Bellefleur) × Wintergoldparmäne zeigt das Aufspal-

Tabelle 9. Deckfarbe an Früchten von *Malus*-Artbastarden.

Kombination	Anzahl mit Deckfarbe %														Gesamtzahl
	ohne Deckfarbe	Orange-farbig	Saturnrot	Kapuzinerkressenrot	Feuerrot	Mohnrot	Mandarinrot	Zinnober	Scharlachrot	Geraniumlackrot	Karmin	Karmesin	Signalrot	Türkischrot	
Gelber Bellefleur × <i>Malus zumi</i>	75			12				12							8
<i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur	62		8	15		8		8							13
( <i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur) × Wintergoldparmäne	47				5		5		10	24	5			5	21
(Gelber Bellefleur × <i>Malus zumi</i> ) × Jonathan	1	×	2	2	4	3	8	4	19	28	11	4	1	14	103
<i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur		×							×						
Jonathan															
Wintergoldparmäne		×													

Sämlinge mit Früchten ohne Deckfarbe, während der andere Teil Früchte mit Deckfarbe, vornehmlich zinn-ober- und scharlachrot, aufweist.

Betrachtet man nun die von SCHMIDT (11) beobachteten Aufspaltungsbefunde der Sorten Gelber Bellefleur, Jonathan und Wintergoldparmäne, so kann man folgendes feststellen.

Die Sorte Gelber Bellefleur ergab den höchsten Anteil (70,6%) Sämlinge ohne Deckfarbe, während Jonathan keine Sämlinge ohne Deckfarbe hatte. Die Wintergoldparmäne nimmt eine Mittelstellung ein. Das Fehlen von Früchten ohne Deckfarbe in der Rück-

farbe. Dieses Ergebnis überrascht nicht, wenn man die Aufspaltungsergebnisse der Muttersorte Wintergoldparmäne betrachtet. Hier ist der Anteil der Gruppen, Rötung und Streifung verhältnismäßig gleichmäßig verteilt.

Obwohl die Verbundung in der Verteilung der Deckfarbe sehr kompliziert ist, lassen sich aber doch einige Beziehungen zu den verwendeten Rückkreuzungseltern feststellen. Die Sorte Jonathan übertrug nicht nur die Stärke der Verteilung ihrer Deckfarbe, sondern es entstand ein wesentlich höherer Anteil von Sämlingen mit Rötung und Streifung, als in der Nachkom-

Tabelle 10. Vorkommen und Ausbreitung der Deckfarbe an Früchten von *Malus*-Artbastarden.

Kombination	Vorkommen und Ausbreitung der Deckfarbe %					Ausbreitung der Deckfarbe %						
	ohne Deckfarbe	Rötung	Streifung	Rötung und Streifung	Gesamtzahl	keine Deckfarbe	sehr wenig	wenig	mittel	stark	sehr stark	Gesamtzahl
Gelber Bellefleur × <i>Malus zumi</i>	33	50	17		6	33	33	17	17			6
<i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur	62	31		8	13	62		15	23			13
( <i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur) × Wintergoldparmäne	48	14		38	21	47	10	10	10	24		21
(Gelber Bellefleur × <i>Malus zumi</i> ) × Jonathan	1	15	7	78	103	1	9	17	32	32	10	103
<i>Malus zumi</i> × Jonathan		×					×					
Gelber Bellefleur × Jonathan		×					×					
Jonathan × Wintergoldparmäne		×		×					×	×		

kreuzungsgeneration (Gelber Bellefleur × *Malus zumi*) × Jonathan ist daher auf die genotypische Konstitution der Sorte Jonathan zurückzuführen. Auch in der Verbindung Cox × Jonathan fehlen Früchte ohne Deckfarbe. Diese drei bisher analysierten Kombinationen, Jonathan frei abg., Cox × Jonathan und (Gelber Bellefleur × *Malus zumi*) × Jonathan, liefern deutliche Beweise, daß die Fruchtfarbe der Sorte Jonathan dominant vererbt wird. Bei der Sorte Wintergoldparmäne sind die Ergebnisse nicht so eindeutig, so daß hier eine wesentlich kompliziertere Vererbung der Fruchtfarbe angenommen werden kann.

#### c) Vorkommen und Ausbildung der Deckfarbe

Das Vorkommen und die Ausbildung der Deckfarbe kann als Rötung, Streifung oder Rötung und Streifung beobachtet werden. Die Elternsorten der  $F_1$  weisen nur eine sehr schwache, als Rötung ausgebildete Deckfarbe auf. Die Sämlinge der  $F_1$ , Gelber Bellefleur × *Malus zumi* und reziprok, verhalten sich ähnlich ihren Elternsorten. In einer Nachkommenschaft von Gelber Bellefleur waren die meisten (70,6%) Sämlinge ohne Deckfarbe. Der andere Teil besaß Rötung oder Streifung. Sämlinge mit Rötung und Streifung traten nicht auf. Eine Nachkommenschaft der stark geröteten Sorte Jonathan ergab keine Sämlinge ohne Deckfarbe und ein großer Teil besaß Rötung und Streifung (22,0%) und Rötung (40,0%). In der Rückkreuzungsgeneration (Gelber Bellefleur × *Malus zumi*) × Jonathan besaß ein sehr beachtlicher Anteil Sämlinge die Merkmale Rötung und Streifung, wie die Tabelle 10 zeigt. In der anderen Kombination, (*Malus zumi* × Gelber Bellefleur) × Wintergoldparmäne, traten nur wenige Sämlinge mit den Merkmalen Rötung und Streifung auf und der größte Teil war gänzlich ohne Deck-

gemeinschaft Jonathan frei abg. Die Wintergoldparmäne überträgt wahrscheinlich wenig Gene für Fruchtfärbung, da hier der Anteil der Sämlinge ohne Deckfarbe sehr hoch ist. Sie verhält sich somit ähnlich wie bereits SCHMIDT (11) an einer aus freier Bestäubung hervorgegangenen Nachkommenschaft dieser Sorte beobachtete.

Der Grund für das Auftreten von Sämlingen mit unterschiedlicher Verteilung der Deckfarbe in den beiden Kombinationen dürfte daher in der genotypischen Konstitution der beiden Rückkreuzungssorten Jonathan und Wintergoldparmäne zu suchen sein.

#### d) Ausbreitung der Deckfarbe

Nicht nur die Deckfarbe selbst ist von Bedeutung, sondern auch ihre Ausbreitung auf der Frucht. Die aufgetretenen Unterschiede wurden in Gruppen 0—5 geordnet. Die Kombination mit Jonathan zeigte hier, daß vorwiegend Sämlinge mit mittelstarker (3) bis sehr starker (5) Ausbreitung der Deckfarbe auftreten, während die Sorte Wintergoldparmäne vorwiegend Sämlinge ohne Deckfarbe oder mit sehr schwacher (1) bis mittelstarker (3) Ausbreitung der Deckfarbe ergibt, wie Tabelle 10 zeigt. In der  $F_1$ , *Malus zumi* × Gelber Bellefleur und reziprok, sind meistens Sämlinge ohne Deckfarbe oder mit nur geringer Ausbreitung der Deckfarbe hervorgetreten. In den Aufspaltungsbefunden von SCHMIDT (11) hatte die Sorte Jonathan frei abg. und die Kombination Cox × Jonathan den höchsten Anteil mit starker Rötung, während Wintergoldparmäne frei abg. wesentlich weniger Sämlinge mit starker Rötung ergab. Es ist auch hier bemerkenswert, wie die Sorte Jonathan die Ausbreitung der Deckfarbe sehr stark vererbt.

## 12. Dicke der Schale

Hinsichtlich der Vererbung der Schalendicke lassen sich in keiner Richtung Aufspaltungstendenzen erkennen. Die meisten Sämlinge der  $F_1$  und  $F'_2$  haben eine dünne bzw. mittelstarke Fruchtschale. Aus Tabelle 11 sind die beobachteten Aufspaltungsergebnisse ersichtlich.

## 13. Fruchtfleisch

## a) Farbe des Fruchtfleisches

Die Fruchtfleischfarbe der beteiligten Eltern ist gelblich (*Malus zumi* und Jonathan), weißlich (Gelber Bellefleur) und weiß (Goldparmäne). In der  $F_1$ , *Malus zumi* × Gelber Bellefleur und reziprok, traten vorwiegend Früchte mit gelblichem und gelbem Fruchtfleisch auf. Nach Rückkreuzung mit Jonathan und Wintergoldparmäne wird das Aufspaltungsverhältnis nicht wesentlich geändert (Tab. 12). Sämlinge mit weißem, weißlichem sowie grünlichem und rötlichem Fruchtfleisch traten nur in geringer Anzahl auf. Ihr Vorhandensein beweist aber, daß die Vererbung der Fruchtfleischfarbe ebenfalls sehr kompliziert ist.

Tabelle 12. Farbe und Konsistenz des Fruchtfleisches sowie Farbe der Kernkammerpunkte an Früchten von *Malus*-Artbastarden.

Kombination	Farbe des Fruchtfleisches %						Konsistenz des Fruchtfleisches %					Farbe der Kernkammerpunkte %					
	weiß	weißlich	gelblich	gelb	grünlich	rötlich	sehr weich	weich	mittel-fest	fest	sehr fest	gelb	gelblich	grünlich	grün	rötlich	Gesamtzahl
Gelber Bellefleur × <i>Malus zumi</i>			17	50	33				67	33		67		33			6
<i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur		8	61	31				31	46	23		61	31	8			13
( <i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur) × Wintergoldparmäne		14	62	10	14			5	62	24	10	62	14	14	10		21
Gelber Bellefleur × <i>Malus zumi</i> × Jonathan	2	15	43	29	10	1	1	23	50	25		55	23	17	5		103
<i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur		×	×					×				×	×				
Jonathan			×									×			×		
Wintergoldparmäne	×												×				

## b) Konsistenz des Fruchtfleisches

Die Bonitierung der Konsistenz des Fruchtfleisches konnte nur auf subjektiver Grundlage erfolgen. Eine exakte Messung, wie sie von KRUMBHOLZ und WOLOCKE-WITSCH (6) vorgeschlagen wird, war nicht möglich. Wie aus der Tabelle 12 hervorgeht, besitzen die meisten Sämlinge eine mittelfeste Konsistenz, während sich der übrige Teil um diesen Mittelwert gruppiert.

## 14. Farbe der Kernkammerpunkte

Als Kernkammerpunkte werden die auf dem Querschnitt der Frucht sichtbaren Gefäßbündelstränge bezeichnet. Ihre Farbe ist bei den einzelnen Sorten unterschiedlich. Die Farbe der Kernkammerpunkte der beteiligten Kreuzungseltern ist gelb (*Malus zumi* und Gelber Bellefleur), gelblich (Wintergoldparmäne) und grün (Jonathan). In der  $F_1$ ; *Malus zumi* × Gelber Bellefleur und reziprok, sind neben gelben Kernkammerpunkten auch grüne aufgetreten. Nach Rückkreuzung mit Wintergoldparmäne waren ebenso grüne Kernkammerpunkte wie nach Kreuzung mit der Sorte

Tabelle 11. Schalendicke bei Früchten von *Malus*-Artbastarden.

Kombination	Schalendicke %					
	sehr dünn	dünn	mittel stark	dick	sehr dick	Gesamtzahl
Gelber Bellefleur × <i>Malus zumi</i>		83	17			6
<i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur		85	15			13
( <i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur) × Wintergoldparmäne	5	81	14			21
(Gelber Bellefleur × <i>Malus zumi</i> ) × Jonathan	2	57	33	7	1	103
<i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur		×		×		
Jonathan				×		
Wintergoldparmäne			×			

Jonathan zu beobachten. In den Aufspaltungsanalysen von SCHMIDT (11) ergab die Sorte Wintergoldparmäne vorwiegend gelbe und gelbliche, die Sorte Jonathan vorwiegend grüne und grünliche Kernkammerpunkte. Die an dem untersuchten Material gemachten Beobachtungen lassen keine Beziehungen zum Rückkreuzungselter erkennen, so daß wir danach auf eine komplizierte Vererbung schließen können.

## 15. Fruchtgüte

Im Gegensatz zu den Kultursorten besitzen die meisten Wildarten einen zum Teil hohen Gerbstoffgehalt in der Frucht. Genau wie bei der relativen Stielgröße macht auch hier die *Malus pumila*-Gruppe unter den Wildarten eine Ausnahme, da sie sich durch einen nur geringen Gerbstoffgehalt auszeichnet. HENNING (3) bezeichnet den Gerbstoffgehalt daher als ein antagonistisches Merkmalspaar. Die Bonitierung des Gerbstoffgehaltes erfolgt nach dem Schema 0—5. Die durch die geschmackliche Bonitierung erhaltenen Werte reichen für eine grobe Klassifizierung des Sämlingsmaterials aus. Die als Wildelter benutzte Art *Malus zumi* besitzt einen sehr hohen (5) Gerbstoffgehalt.

In der  $F_1$ , *Malus zumi* × Gelber Bellefleur und reziprok, dominiert der hohe Gerbstoffgehalt von *Malus zumi*, wie dies auch bereits HENNING (3) bei seinen Kreuzungsanalysen gefunden hat. Auch in dem von ihm untersuchten Material ist aus den Kombinationen mit *Malus zumi* nicht eine einzige Form ohne Gerb-

stoffgehalt hervorgetreten. Es ist daher wichtig zu erfahren, wie die Aufspaltung in der  $F'_2$  nach Rückkreuzung mit gerbstofffreien Kultursorten ist. Wie aus Tabelle 13 ersichtlich ist, spalten gerbstofffreie Formen auch hier noch nicht heraus, lediglich der Anteil mit seinem sehr geringen (1) Gerbstoffgehalt vergrößert

Tabelle 13. Gerbstoffgehalt der Früchte von *Malus-Artribastarden*.

Kombination	Gerbstoff	%	Gesamtzahl
Gelber Bellefleur × <i>Malus zumi</i>	0—1	100	6
	2—5		
<i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur	0—1	100	13
	2—5		
( <i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur) × Wintergoldparmäne	0—1	19	21
	2—5	81	
(Gelber Bellefleur × <i>Malus zumi</i> ) × Jonathan	0—1	20	103
	2—5	80	

sich. Andere Wildarten verhalten sich, wie HENNING (3) zeigen konnte, günstiger und ergaben sehr viel Sämlinge ohne Gerbstoff. Er wies daraufhin, daß eine Beziehung zwischen Gerbstoffgehalt und Fruchtgröße zu bestehen scheint, die bei den *Zumi*-Kreuzungen jedoch nicht deutlich in Erscheinung tritt, bei anderen Kreuzungen aber bestimmte Fruchtgrößen mit einer bestimmten Gerbstoffklasse in Beziehung stehen. Das vorhandene Sämlingsmaterial ist auch in dieser Richtung untersucht worden. Es läßt sich keine Beziehung zwischen der Fruchtgröße und dem Gerbstoffgehalt ermitteln. Die Fruchtgrößen in jeder Gerbstoffklasse entsprechen etwa dem Mittelwert der gesamten Nachkommenschaft.

**D. Folgerungen für die Züchtung**

Auf die bestehenden Schwierigkeiten bei der Apfelzüchtung zur Aufklärung der Vererbung einiger wirtschaftlich wichtiger Merkmale haben SCHMIDT (11) und HENNING (3) bereits hingewiesen. Bei Kreuzungen zwischen Wildarten und Kultursorten ist von HENNING (3) festgestellt worden, daß die meisten Wildmerkmale in der  $F_1$  dominieren. Es war nun wichtig zu erfahren, wie sich weitere Rückkreuzungsgenerationen im Erbgang einiger Merkmale verhalten. Wie unsere Untersuchungen dazu zeigen, ist das Erbgut von *Malus zumi* auch in der  $F'_2$  besonders in den wirtschaftlich wichtigen Merkmalen wie: Beginn der Genußreife, Haltbarkeit der Früchte, Fruchtgröße und Fruchtgüte dominierend, so daß auch in der  $F'_2$  immer noch sehr viel Formen auftreten, die gehäufte Merkmale des Wildelters in sich vereinigen und somit weitere Rückkreuzungen zur Verbesserung der Fruchtqualität notwendig werden. Dabei muß man aber damit rechnen, daß das Merkmal des Wildelters, welches man durch seine Einkreuzung erhalten wollte, sehr stark verdrängt wird und die Wahrscheinlichkeit, daß Resistenzmerkmale, z. B. Frostresistenz, mit guter Fruchtqualität gekoppelt sind, immer geringer wird. Es sind demzufolge mehrere umfangreiche Rückkreuzungsgenerationen notwendig um das gesteckte Ziel zu erreichen. Für die Obstzüchtung bedeutet dieser Züchtungsgang sehr viel Zeitverlust und hohe Aufwendungen. Die Untersuchungen von SCHMIDT (10) über die Frostresistenz an Apfelkreuzungen zeigen, daß es auch großfrüchtige Sorten gibt, die eine für

Tabelle 14. Darstellung über die Aufspaltungsergebnisse an *Malus-Artribastarden*.

	$F_1$ <i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur [nach HENNING (3)]	$F_1$ <i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur und reziprok	$F'_2$ (Gelber Bellefleur × <i>Malus zumi</i> ) × Jonathan	$F'_2$ ( <i>Malus zumi</i> × Gelber Bellefleur) × Wintergoldparmäne
Beginn der Blüte		●	■	■
Blütentyp		●	●	●
Gestalt der Kelchzipfel		●	●	●
Gestalt der Blütenblätter		●	●	●
Gestalt der Narben		●	●	●
Beginn der Genußreife		●	●	●
Haltbarkeit der Früchte		■	●	●
Fruchtgestalt	■	■	○	○
Fruchtdurchmesser	■	■	●	●
Stiellänge		●	○	○
Relative Stiellänge	■	●	○	○
Fruchtgewicht		■	●	●
Kelchverhalten	□	□	□	□
Wachsbelag		●	●	●
Berostung		●	●	●
Fruchtfarbe	○	●	●	●
Grundfarbe		●	●	●
Deckfarbe		●	□	□
Vorkommen und Ausbildung der Deckfarbe		●	□	□
Ausbreitung der Deckfarbe		●	□	□
Dicke der Schale		●	●	●
Farbe des Fruchtfleisches		●	●	●
Konsistenz des Fruchtfleisches		●	●	●
Farbe der Kernkammerpunkte		●	●	●
Fruchtgüte	■	■	●	●

Zeichenerklärung:  
 ■ Wildart sehr stark durchschlagend  
 ● Wildart stark durchschlagend  
 ○ Intermediäre Ausbildung  
 ○ Kultursorte durchschlagend  
 □ Kultursorte stark durchschlagend

unsere Klimaverhältnisse ausreichende Frosthärte vererben. Von ZWINTZSCHER (16) wird diese Ansicht bestätigt.

Die ungünstige Zusammensetzung der Population mit *Malus zumi* hinsichtlich wirtschaftlich wichtiger Merkmale ist auf das starke Durchschlagen der ungünstigen Eigenschaften dieser Art zurückzuführen, während andere Arten wie *Malus baccata* var. *himalaica* oder *Malus prunifolia* (3) als Kreuzungspartner besser geeignet sind. Die Erfolge MITSCHURINS bei seinen „Kitajka“-Sorten (*Malus prunifolia* × Kultursorten) sind wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß die verwendete Ausgangsform *Malus prunifolia* bereits ein Artbastard war und Anlagen für Großfrüchtigkeit besaß.

Wertvolle Aufschlüsse wurden über die Vererbung der Fruchtfarbe erhalten. Es konnte weiterhin bestätigt werden, daß die Sorte Jonathan ihre Fruchtfarbe (Deckfarbe, Vorkommen und Ausbildung der Deckfarbe sowie Ausbreitung der Deckfarbe) dominant vererbt. Die Sorte Wintergoldparmäne hat wesentlich weniger Anlagen für die Vererbung guter Fruchtfarbe. Für weitere Züchtungsarbeiten sind diese Erkenntnisse deshalb von großem Wert, weil gute Fruchtfarbe ein wichtiges Zuchtziel ist.

Für die Unterlagenzüchtung haben *Malus*-Artkreuzungen noch Bedeutung. Wie zur Zeit laufende Arbeiten zeigen, besitzen sie bei guter Frosthärte bis jetzt eine bessere Verträglichkeit mit Edelsorten als Nachkommen von reinen Wildarten.

In Tab. 14 sind die untersuchten Merkmale zusammengefaßt mit den früheren Untersuchungsergebnissen dargestellt. Bedingt durch die genetische Natur der Äpfel tritt in vielen Merkmalen eine breite Aufspaltung ein, während in anderen, vor allem wirtschaftlich wichtigen Merkmalen, immer noch ein starker Einfluß des Wildelters vorhanden ist.

### E. Zusammenfassung

1. An zwei  $F'_2$ -Generationen zwischen *Malus zumi* × Kultursorten wurden insgesamt 25 Merkmale genetisch analysiert.
2. Es wurde festgestellt, daß *Malus zumi* in einigen Eigenschaften nicht nur in der  $F_1$ , sondern auch in der  $F'_2$  stark dominiert.
3. Die in der  $F'_2$  beobachtete frühe Blüte wird auf den genetischen Einfluß von *Malus zumi* zurückgeführt, wie an einer aus freier Abblüte hervorgegangenen Nachkommenschaft dieser Art hervorgeht.
4. Bei den untersuchten Blütenmerkmalen (Blütentyp, Gestalt der Kelchzipfel, Gestalt der Blütenblätter, Gestalt der Narben) war eine breite Aufspaltung zu beobachten.
5. Bei wirtschaftlich wichtigen Merkmalen wie Beginn der Genußreife, Haltbarkeit der Frucht, Fruchtdurchmesser, Fruchtgewicht und Fruchtgüte konnte auch in der  $F'_2$  keine wesentliche Verbesserung der Eigenschaften erzielt werden.
6. Die Spaltungsergebnisse zeigen, daß alle Merkmale kompliziert vererbt werden und der Erbgang auf polygener Grundlage erfolgt.
7. Die Sorte Jonathan vererbt ihre Fruchtfarbe (Deckfarbe, Vorkommen und Ausbildung der Deckfarbe, Ausbreitung der Deckfarbe) dominant.

8. Zwischen Fruchtgröße und Stiellänge konnte keine Beziehung gefunden werden. Beide Merkmale werden unabhängig voneinander vererbt.

Die erforderlichen Bonitierungen wurden von den technischen Assistentinnen Frau ADELHEID PRESTIN und Fräulein IRMGARD WEBERS durchgeführt. Ihnen sei für ihre Hilfe herzlichst gedankt.

### Literatur

1. CRANE, M. B., and W. J. C. LAWRENCE: Genetical studies in cultivated apples. *J. Genet.* **28**, 265—296 (1934).
2. Deutschlands Obstsorten. Stuttgart: Eckstein und Stähle 1905—1934.
3. HENNING, W.: Morphologisch-systematische und gametische Untersuchungen an Arten und Artbastarden der Gattung *Malus*. *Der Züchter* **17/18**, 289—349 (1947).
4. o. A.: Horticultural colour chart (1938).
5. KRUMBHOLZ, G.: Beiträge zur Morphologie der Apfelblüte. II. Über die Eignung der Blütenmerkmale zur Sortenbeschreibung. *Gartenbauwiss.* **13**, 1—65 (1939).
6. KRUMBHOLZ, G. u. N. WOLODKIEWITSCH: Festigkeitsmessungen an Früchten und ihre Anwendungsmöglichkeiten. I. Mitteilung: Die Bestimmung der Fruchtfleischfestigkeit. *Gartenbauwiss.* **17**, 543—590 (1943).
7. KRÜMMEL, GROH u. FRIEDRICH: Deutsche Obstsorten. Berlin: Deutscher Bauernverlag 1956.
8. LINDER, A.: Statistische Methoden. Basel: Birkhäuser 1957.
9. SCHMIDT, M.: *Venturia inaequalis* (Cooke) Aderhold. VIII. Weitere Untersuchungen zur Züchtung schorf-widerstandsfähiger Apfelsorten. (Erste Mitteilung). *Der Züchter* **10**, 280—291 (1938).
10. SCHMIDT, M.: Beiträge zur Züchtung frostwiderstandsfähiger Obstsorten. *Der Züchter* **14**, 1—19 (1942).
11. SCHMIDT, M.: Beiträge zur Züchtungsforschung beim Apfel. I. Phänologische und genetische Studien an Nachkommen von Kultursorten. *Der Züchter* **17/18**, 161—264 (1947).
12. SCHMIDT, M.: Beiträge zur Züchtungsforschung beim Apfel. II. Morphologisch-pomologische Studien an  $F_1$ -Sämlingen der Kreuzung einer Kultursorte mit *Malus niedzwetzkyana*. *Der Züchter* **23**, 327—334 (1953).
13. SCHMIDT, M.: Mehrjährige Beobachtungen über den Blühbeginn von Apfelsorten. *Arch. f. Gartenbau* **II**, 355—384 (1954).
14. SCHMIDT, M.: Beiträge zur Züchtung frostwiderstandsfähiger Obstsorten. *Der Züchter* **14**, 1—19 (1942).
15. WELLINGTON, R.: An experiment in breeding apples II. *New York State Agr. Exp. Stat. Techn. Bull.* **106**, 1—149 (1924).
16. ZWINTZSCHER, M.: Beiträge zur Vererbung des Frostverhaltens der Obstgehölze. *Gartenbauwiss.* **22** (4), 50—70 (1957).

Aus der Zweigstelle Rosenhof des Max-Planck-Instituts für Züchtungsforschung, Ladenburg a. N.  
(Leiter: Prof. Dr. EDGAR KNAPP)

## Die praktische Ermittlung des Ploidiegrads von Zuckerrüben durch Zählen der Schließzellen-Chloroplasten

Von THEODOR BUTTERFASS

Mit 4 Abbildungen

MOCHIZUKI und SUEOKA (1955) haben gezeigt, daß diploide, triploide und tetraploide Zuckerrüben verschieden viel Chloroplasten in den Schließzellen der Stomata besitzen. Die Unterschiede sind recht beachtlich: Diploide Pflanzen haben etwa 12—14—16, triploide 17—20—22 und tetraploide 22—25—28 Chloroplasten im Schließzellenpaar. Diese Unterschiede können für die Praxis dann nützlich sein, wenn sie die Bestimmung des Ploidiegrads mit hinreichender Sicherheit und in kürzerer Zeit ermöglichen als dies auf andere Weise der Fall ist.

Einen Fortschritt in dieser Hinsicht bedeutete schon die Zählung der Trabantenchromocentren im Ruhekern durch REITBERGER (1956). So wertvoll dieses Verfahren ist und bleibt, so erfordert es doch Fixation und Färbung in Arbeitsgängen, die von der Präparation getrennt sind und daher zusätzliche Zeit bean-

spruchen. Außerdem stellt es an die Gewissenhaftigkeit und Beobachtungsgabe der untersuchenden Person ziemlich große Ansprüche, so daß sich nicht jede Hilfskraft dafür eignet. Die Pflanzen dürfen ferner im Wachstum nicht stagnieren und nicht stärker von Viren befallen sein. Es wäre sehr erwünscht, wenn man ein Verfahren hätte, für das diese Einschränkungen nicht im gleichen Umfang gelten. Auf alle Fälle aber könnte eine weitere Möglichkeit der Ploidiegradbestimmung zur wahlweisen Anwendung nur willkommen sein.

Bisher liegen keine Angaben darüber vor, ob die Chloroplastenzählungen bei der Züchtungsarbeit in rationeller Weise eingesetzt werden können und welche Gesichtspunkte die Verwendbarkeit bestimmen. Es erscheint daher zweckmäßig, die bisherigen Erfahrungen darüber zu veröffentlichen.