

Zusammenfassung

Die Vorteile einer Zuchtmethod gegenüber anderen Selektionsverfahren werden durch experimentelle Ergebnisse am Mais belegt. Es wird eine Zuchtmethod beschrieben, die bei verkürztem Kreuzungszyklus Vorteile der reziproken rekurrenten Selektion besitzt. Als Selektionskriterium für die Verbesserung des Ausgangsmaterials und der Kombinations-eignung zwischen den elterlichen Populationen wird ein sogenannter Hybrideignungstest benutzt.

Frl. E. VOIGTLÄNDER sei für technische Mitarbeit auch an dieser Stelle herzlich gedankt.

Literatur

1. COMSTOCK, R. E., H. F. ROBINSON, and P. H. HARVEY: A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. *Amer. Soc. Agron.* **41**, 360–367 (1949). — 2. GAMBLE, E. E.: Gene effects in corn (*Zea mays* L.). *Canadian J. of Plant Science* **42**, 339 (1962). — 3. HJORTH, G. E.: Heterosis III. *Quantitative Genetik*, Kap. 18. Berlin-Göttingen-Heidel-

berg: Springer-Verlag 1963. — 4. HULL, F. H.: Recurrent Selection for specific combining ability in corn. *Amer. Soc. Agron.* **37**, 134–145 (1945). — 5. JENKINS, M. T.: Correlation studies with inbred and crossbred strains of Maize. *J. of Agricultural Research* **39**, 677–721 (1929). — 6. JONES, D. F., and H. L. EVERETT: Hybrid field corn. *Conn. Agr. Exp. St. Bull.* 532 (1949). — 7. LE ROY, H. L.: Statistische Methoden der Populationsgenetik. Basel: Verlag Birkhäuser 1960. — 8. MAYERL, F., and K. ROHRINGER: Ertragssteigerung durch Reciprocal Recurrent Selection mit einem Zahnmais- und einem Hartmaispartner. *Der Züchter* **33**, 164–167 (1963). — 9. SCHNELL, F. W.: Über Methoden zur reziproken Verbesserung der Kombinationseignung. *Vorträge für Pflanzenzüchter* **6**. Frankfurt/M.: DLG-Verlag 1960. — 10. SPRAGUE, G. F.: Corn breeding. In: SPRAGUE, Corn and corn improvement, Ch. 5. New York: Academic Press 1955. — 11. WELLHAUSEN, E. J.: Heterosis in a new Population. In: GOWEN, Heterosis, Kap. 27, 1952. — 12. WELLHAUSEN, E. J., and L. S. WORTMAN: Combining ability of S_1 and derived S_3 lines of corn. *Agronomy J.* **46**, 86–89 (1954). — 13. WELLHAUSEN, E. J., and E. PETERNIANI: Comparison of original and third generation sibbed seedstocks of S_1 lines of corn. *Agronomy J.* **47**, 136–138 (1955).

Beiträge zur Züchtungsforschung beim Apfel

IX. Untersuchungen über die Wuchs- und Ertragsleistungen von Apfelklonen

HEINZ MURAWSKI

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

Contributions to research on apple breeding

IX. Investigations on growth and yield of apple clones

Summary. In investigations on growth and yield of 53 apple-clones compared with 7 apple-varieties, the following results were obtained:

1. Very great differences in growth, spread and volume of the crowns exist between clones. On an average, progeny from 'Geheimrat Dr. Oldenburg' × 'Cox' Orangen-Rtte.' showed the smallest crown volume. A great difference in the structure of the crown could also be observed. Relatively low crowns occurred in the progeny from 'Geheimrat Dr. Oldenburg' × 'Cox' Orangen-Rtte.'

2. Between clones, a notable difference in yield per m² crown area and m³ crown volume could be shown. If we tested separately yield per m² area and m³ crown volume between the groups, we noted significant differences. Clones from 'Cox' Orangen-Rtte.' × 'Geheimrat Dr. Oldenburg' showed the highest yields.

3. We think that it may be possible with modern breeding methods to obtain varieties with favourable crown structure and high yield-capacity, which are suitable for growth on short trunks.

A. Einleitung

Untersuchungen über den Zuchtwert von Apfelsorten und die in diesem Zusammenhang durchgeführten genetischen Analysen erstreckten sich bisher vorwiegend auf die Beurteilung der Früchte und die Resistenz gegen Krankheiten und Schädlinge von Nachkommenschaften. Dagegen fanden andere Merkmale nur geringere Beachtung. Hierzu gehören auch die Wuchs- und Ertragsleistungen von Sämlingen. Nur in einer Arbeit von ZWINTZSCHER (1957) wird auf die Bedeutung von Wachstum und Ertrag als Zuchtziel hingewiesen. Die Bonitierung der Fruchtqualität ist mit weniger Aufwand verbunden als eine genaue Erfassung der Wuchs- und Ertragsleistung. Trotz bestehender Schwierigkeiten bei der Beurtei-

lung dieser Merkmale darf die Züchtungsforschung nicht darauf verzichten, nach Wegen zu suchen, solche wirtschaftlich wichtigen Merkmale wie die Wuchseigenschaften und die Ertragsleistung zu erfassen und eine Beurteilung des Erbwertes der Elternsorten vorzunehmen.

Die weitere Rationalisierung im Obstbau erfordert Sorten, die bei einem dem heutigen Anbausystem angepaßten Wuchs weniger Pflegearbeiten verursachen und hohe Ertragsleistungen bringen. Dabei ist nicht die Gesamtertragsleistung eines Baumes maßgebend, sondern der Ertrag je m² Kronengrundriß und je m³ Kronenvolumen. Da bei Verringerung der Baumabstände und gleichbleibender Gassenbreite die Standflächennutzung je ha abnimmt, können hohe Erträge je Fläche nur von Sorten mit spezifisch hohen Ertragsleistungen gebracht werden (NEUMANN, D. und NEUMANN, U. 1964).

Die Wuchsleistung und der natürliche Kronenaufbau einer Sorte ist daher für den Apfelanbau, besonders für den Niederstammanbau, von Bedeutung. Da diese Voraussetzungen neben einer vielfach zu geringen Fruchtqualität bei vielen alten Sorten nicht erfüllt sind, besitzen sie nur noch eine geringe Eignung für unser heutiges Anbausystem. Bei ihnen steht oft einer zu starken Wuchsleistung ein zu niedriger Ertrag gegenüber. Von neuen Sorten fordern wir aber eine geringere Wuchsleistung und einen hohen Ertrag. Die geringe Berücksichtigung der Wuchs- und Ertragseigenschaften des Baumes seitens der Züchtung kann ihren Grund darin haben, daß der Obstbau durch Variieren der Unterlagen und des Schnittes diese „Sortenfehler“ auszugleichen versuchte.

Die Züchtung von Sorten mit einem für den Niederstammanbau günstigen Kronenaufbau ist noch

nicht gefordert worden, und eine Auslese von Zuchtmaterial nach der Wuchsleistung und dem natürlichen Kronenaufbau erfolgte in der Apfelzüchtung bisher nicht. Es hat sich aber als notwendig erwiesen, der Wuchsleistung und dem natürlichen Kronenaufbau in der Züchtung mehr Beachtung zu schenken als bisher.

In einem Prüfungsquartier mit Apfelzuchtclonen der zweiten Selektionsstufe haben wir die Möglichkeit, die auf Fruchtqualität ausgelesenen Klone in ihren Wuchs- und Ertragsleistungen zu vergleichen. Über erste Ergebnisse dieser Untersuchungen soll hier berichtet werden.

B. Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden an 53 Apfelklonen und 7 Vergleichssorten durchgeführt, die zu je 3 Bäumen auf den Unterlagen *Malus I* und *Malus XI* in einem Abstand von 5×5 m stehen und 1952 gepflanzt worden sind. 11 Klone entstammen der Kreuzung Cox'Orangen-Rtte. \times Geheimrat Dr. Oldenburg oder reziprok. 15 Klone sind aus freier Abblüte der Sorte Cox'Orangen-Rtte. hervorgegangen und 5 aus freier Abblüte der Sorte Geheimrat Dr. Oldenburg. Die übrigen 22 Klone sind aus verschiedenen Kreuzungen entstanden (Tab. 1). Der Boden in dem Prüfquartier ist durchweg ein lehmiger Sand mit Lehmschleiern in wechselnder Tiefe und 10–15% abschlämmbaren Teilchen. Bis Mitte Juli wurde jährlich eine laufende Bodenbearbeitung durchgeführt. Von diesem Zeitpunkt an erfolgte in den meisten Jahren eine Einsaat von Gründüngungspflanzen. Als Mineraldünger wurden in den letzten 5 Jahren jährlich folgende Mengen Reinnährstoffe je ha gegeben: 120 kg N, 100 kg P_2O_5 , 180 kg K_2O . Der Schnitt erfolgte entsprechend dem Wachstum der Klone und kann als „naturgemäß“ bezeichnet werden (KEMMER 1937). Besonderer Wert wurde auf Beibehaltung des natürlichen Wuchses gelegt. Die Erträge wurden einzelbaumweise erfaßt. Die Messung der Kronenausdehnung ist im Abstand von 2 Jahren nach dem Schnitt im Frühjahr vorgenommen worden. Die Ertragsleistung wird in den Tabellen nicht als Einzelbaumertrag angegeben, sondern als Ertrag in kg je m^2 Kronengrundriß und je m^3 Kronenvolumen. So ist ein Vergleich zwischen den einzelnen Klonen und Sorten möglich, die sich in der Wuchsleistung zum Teil erheblich unterscheiden. Die Berechnung des Kronenvolumens erfolgte nach der Formel des Rotationsellipsoids. Mit der Erfassung der Erträge und der Wuchsleistung ist 1961 begonnen worden, da in diesem Quartier in den Jahren zuvor noch Apfelzuchtmaterial als Zwischenpflanzung stand. Angaben über die Anfangserträge sind daher nicht möglich. Ab 1960 war die Entwicklung jedoch völlig einheitlich. Es liegen jetzt vierjährige Messungen der Wuchs- und Ertragsleistungen aus der Periode des Hauptertrages vor, die für eine erste Beurteilung ausreichen und die Unterschiede zwischen den einzelnen Klonen deutlich hervortreten lassen.

C. Ergebnisse

1. Wuchsleistung

a) *Kronengrundriß*. Unter Kronengrundriß wird die von der Krone bedeckte Fläche verstanden. Im

Durchschnitt aller Klone und Vergleichssorten betrug der Kronengrundriß der auf *Malus XI* veredelten Klone $7,2 m^2$ und der auf *Malus I* veredelten Klone $5,5 m^2$. Der Einfluß der stärker wachsenden Unterlage *Malus XI* ist erkennbar. Unser Interesse gilt weniger dem Unterlageneinfluß, sondern der großen Variabilität des Untersuchungsmaterials in der Wuchsleistung. Wie die Angaben in Tab. 1 und 2 erkennen lassen, gibt es hier beachtliche Unterschiede. Kronen mit einer sehr großen Flächenausdehnung auf *Malus XI* bilden z. B. die Klone 17, 28, 42 und 45, von den Vergleichssorten die Sorten Boskoop, Frhr. v. Berlepsch und Landsberger Rtte. Es gibt jedoch auch sehr viele Klone, die auf *Malus XI* eine ähnliche Kronenausdehnung haben, wie die für den Intensivanbau gut geeigneten Sorten Geheimrat Dr. Oldenburg und James Grieve. Aber auch Klone mit einer zu geringen Wuchsleistung sind zu finden, wie z. B. die Nummern 12, 13, 15, 29, 33 und 50. Die getrennte Beurteilung der Wuchsleistung nach der Abstammung der Klone ergibt auf *Malus XI* keine sehr großen Unterschiede, auf *Malus I* dagegen sind sie etwas stärker ausgeprägt (Tab. 3).

b) *Kronenvolumen*. Im Durchschnitt aller Klone und Vergleichssorten wurde auf *Malus XI* ein Kronenvolumen von $13,2 m^3$ und auf *Malus I* ein solches von $10,8 m^3$ errechnet. Die schwächere Wuchsleistung der Klone auf *Malus I* kommt auch hier wieder zum Ausdruck. Wie aus den Tabellen 1 und 2 zu ersehen ist, gibt es im Kronenvolumen große Unterschiede zwischen den Klonen. Es variiert auf *Malus XI* von 40,9% bis 225,0%. Ziehen wir auch beim Kronenvolumen wieder die für den Intensivanbau geeigneten Sorten James Grieve und Geheimrat Dr. Oldenburg zum Vergleich heran, so ist festzustellen, daß viele Zuchtklone ein für den Intensivanbau geeignetes Kronenvolumen besitzen. Eine getrennte Beurteilung der Klone nach ihrer Abstammung läßt hier deutlichere Unterschiede erkennen als beim Kronengrundriß (Tab. 3). Im Mittel brachten die Klone aus der Kreuzung Cox'Orangen-Rtte. \times Geheimrat Dr. Oldenburg die kleinsten und die Vergleichssorten die größten Kronen. Auch im Kronenvolumen kommt die unterschiedliche Wuchsleistung des Untersuchungsmaterials deutlich zum Ausdruck.

c) *Kronenaufbau*. Kronengrundriß und Kronenvolumen können noch kein deutliches Bild von einer Krone und ihrer Eignung für den Niederstammanbau vermitteln. Das genetisch bedingte Wuchsverhalten, wie z. B. Stärke der Verzweigung und Winkelstellung der Verzweigung sowie deren Wuchsstärke und Wachstumsrhythmus sind weiterhin wichtige Merkmale. Sorten mit einem steilen Kronenaufbau sind für den Niederstammanbau nicht geeignet. Nur Sorten mit einem flachen Verzweigungswinkel lassen sich ohne großen Arbeitsaufwand zu geeigneten Kronen für den Niederstammbobstbau erziehen. Aus diesem Grunde ist auch das Verhältnis von Kronenbreite zu Kronenhöhe ermittelt worden. Die errechneten Werte aus Kronenbreite:Kronenhöhe ergaben einen Schwankungsbereich von 0,9–1,5. Die am flachsten ausgebildeten Kronen konnten in der Kombination Geheimrat Dr. Oldenburg \times Cox'Orangen-Rtte. beobachtet werden. Der Mittelwert betrug hier 1,3, während er in den übrigen Kombinationen nur

Tabelle 1. Durchschnittliche Erträge je m² Kronengrundriß und je m³ Kronenvolumen auf Malus XI
(Mittelwerte = 100%).

Klon-Nr.	Abstammung	Kronengrundriß m ²	%	Ertrag m ² Kronengrundriß kg	%	Kronenvolumen m ³	%	Ertrag m ³ Kronenvolumen kg	%	
Klon 1	Cox' Orangen-Rtte. × Geheimrat Dr. Oldenburg	7,9	108,2	5,6	155,5	12,8	97,0	3,4	161,9	
Klon 2		—	—	—	—	—	—	—	—	
Klon 3		—	—	—	—	—	—	—	—	
Klon 4		5,2	71,2	3,0	83,3	6,7	50,8	2,4	114,3	
Klon 5		6,4	87,7	4,4	122,2	9,3	70,5	2,3	109,5	
Klon 6		6,4	87,7	2,5	69,4	10,0	75,8	3,1	147,0	
Klon 7		6,4	87,7	4,8	133,3	9,7	73,5	3,2	152,4	
Klon 8		9,0	123,3	5,3	147,2	17,0	128,8	2,8	133,3	
Klon 9		7,9	108,2	6,7	186,1	12,3	93,2	4,6	219,0	
Klon 10		8,5	116,4	2,4	66,7	12,8	97,0	1,4	66,7	
Klon 11		7,1	97,3	1,1	30,6	7,5	56,8	1,1	52,4	
Klon 12		3,5	47,9	5,3	147,2	5,4	40,9	3,2	152,4	
Klon 13	4,9	67,1	1,5	41,7	7,8	59,1	1,0	47,6		
Klon 14	5,0	68,5	3,3	91,7	9,2	69,7	2,5	119,0		
Klon 15	4,9	67,1	8,0	222,2	6,8	51,5	4,8	228,6		
Klon 16	7,1	97,3	0,7	19,4	10,9	82,6	0,5	23,8		
Klon 17	11,0	150,7	2,0	55,6	23,4	177,3	1,1	52,4		
Klon 18	Cox' Orangen-Rtte. frei abgeblüht	6,2	84,9	3,7	102,8	9,0	68,2	1,9	90,5	
Klon 19		7,0	95,9	1,2	33,3	13,3	100,8	0,6	28,6	
Klon 20		6,4	87,7	0,8	22,2	16,8	127,3	0,5	23,8	
Klon 21		7,5	102,7	1,3	36,1	15,0	136,4	0,6	28,6	
Klon 22		6,8	93,2	5,0	138,9	11,8	89,4	2,9	138,1	
Klon 23		6,1	83,6	0,9	25,0	9,3	70,5	0,5	23,8	
Klon 24		—	—	—	—	—	—	—	—	
Klon 25	6,3	86,3	4,4	122,2	10,9	82,6	1,9	90,5		
Klon 26	9,9	135,6	3,6	100,0	21,3	161,4	1,8	85,7		
Klon 27	5,2	71,2	5,6	155,6	8,2	62,1	4,9	233,3		
Klon 28	Geheimrat Dr. Oldenburg frei abgeblüht	13,0	178,1	1,8	50,0	29,8	225,8	1,0	47,6	
Klon 29		4,6	63,0	3,5	97,2	6,9	52,3	2,2	104,8	
Klon 30		8,5	116,4	0,2	5,6	15,0	113,6	0,3	14,3	
Klon 31		8,5	116,4	5,3	147,2	16,3	123,5	2,7	128,6	
Klon 32		7,4	101,4	2,0	55,6	11,6	87,9	1,3	61,9	
Klon 33		4,6	63,0	1,8	50,0	5,7	43,2	1,6	76,2	
Klon 34	Weißer Klarapfel × Schöner aus Bath	5,5	75,3	3,2	88,9	9,8	74,2	1,9	90,5	
Klon 35		5,7	78,1	2,5	69,4	9,5	72,0	1,5	71,4	
Klon 36		Jonathan frei abgeblüht	9,5	130,1	5,4	150,0	20,5	155,3	2,4	114,3
Klon 37			7,0	95,9	3,5	97,2	8,7	65,9	2,4	114,3
Klon 38	Ontario × Minister von Hammerstein	4,9	67,1	5,3	147,2	7,9	59,8	2,9	138,1	
Klon 39		8,3	113,7	4,4	122,2	16,6	125,6	2,1	100,0	
Klon 40	Weidners Goldrenette × Jonathan	8,9	121,9	3,4	94,4	21,2	160,6	1,3	61,9	
Klon 41		6,9	94,5	4,0	111,1	13,6	103,0	1,9	90,5	
Klon 42	Weidners Goldrenette × selbst	11,2	153,4	4,0	111,1	24,7	187,1	1,8	85,7	
Klon 43	Landsberger Rtte. × Frhr. v. Solemacher	6,1	98,4	6,3	150,0	10,4	99,1	3,6	128,6	
Klon 44	Cox' Orangen-Rtte. × Schöner aus Nordhausen	6,7	91,8	1,2	33,3	12,1	91,7	0,7	33,3	
Klon 45		10,7	146,2	5,6	155,6	22,3	168,9	2,6	123,8	
Klon 46	Adersleber Calvill frei abg.	—	—	—	—	—	—	—	—	
Klon 47	Wintergoldparmäne frei abgeblüht	8,5	116,4	2,3	63,9	14,7	111,7	1,4	66,7	
Klon 48	London Pepping × Ontario	6,3	86,3	3,6	100,0	10,9	82,6	2,1	100,0	
Klon 49	Antonowka frei abgeblüht	7,1	97,3	5,0	138,9	11,5	87,1	3,0	142,9	
Klon 50	Königlicher Kurzstiel × Ananas-Rtte.	4,3	58,9	2,3	63,9	6,9	52,3	1,5	71,4	
Klon 51	Ananas-Rtte. × Charla- mowsky	10,3	141,1	3,2	88,9	18,0	136,4	1,8	85,7	
Klon 52	Königlicher Kurzstiel × Cox' Orangen-Rtte.	5,8	79,5	4,2	116,7	10,3	78,0	2,3	109,5	
Klon 53	Cox' Orangen-Rtte. × Säfstaholm	5,4	74,0	2,0	55,6	9,7	73,5	1,1	52,4	
Vergleichssorten										
Geheimrat Dr. Oldenburg		7,0	95,9	6,4	177,8	11,5	87,1	3,9	185,7	
James Grieve		7,5	102,7	6,0	166,7	12,3	93,2	3,6	171,4	
Wintergoldparmäne		7,2	98,6	3,5	97,2	15,6	118,2	1,7	81,0	
Landsberger Rtte.		8,8	120,5	3,6	100,0	19,6	148,5	1,6	76,2	
Frhr. v. Berlepsch		9,4	128,8	2,4	66,7	20,2	153,0	1,1	52,4	
Schöner aus Boskoop		11,8	161,6	2,4	66,7	24,5	185,6	1,2	57,1	
Ontario		5,4	74,0	5,9	163,9	9,5	72,0	3,5	166,7	

Tabelle 2. Durchschnittliche Erträge je m² Kronengrundriß und je m³ Kronenvolumen auf Malus I
(Mittelwerte = 100%).

Klon-Nr.	Abstammung	Kronengrundriß m ²	%	Ertrag m ² Kronengrundriß kg	%	Kronenvolumen m ³	%	Ertrag m ³ Kronenvolumen kg	%	
Klon 1	Cox' Orangen-Rtte. × Geheimrat Dr. Oldenburg	7,1	114,5	7,7	183,3	11,2	103,7	4,9	175,0	
Klon 2		5,1	82,3	7,3	173,8	7,8	72,2	4,8	171,4	
Klon 3		10,4	167,7	6,2	147,6	22,7	210,2	2,9	103,6	
Klon 4		3,2	51,6	6,5	154,8	4,3	39,8	4,8	171,4	
Klon 5		8,1	130,6	3,7	88,1	12,5	115,7	4,0	142,9	
Klon 6		3,6	58,1	6,7	159,2	3,6	33,3	6,5	232,1	
Klon 7		4,6	74,2	3,6	85,7	6,1	56,9	2,7	96,4	
Klon 8		8,2	132,3	5,4	128,6	15,2	140,7	2,9	103,6	
Klon 9		3,3	53,2	5,2	123,8	3,5	32,4	4,9	175,0	
Klon 10		3,0	48,4	3,4	81,0	11,8	109,3	1,9	67,9	
Klon 11		3,9	62,9	6,1	145,2	4,5	41,7	5,3	189,3	
Klon 12		2,8	45,2	2,5	59,5	3,0	27,8	2,3	82,1	
Klon 13		4,5	72,6	3,1	73,8	6,7	62,0	2,1	75,0	
Klon 14		4,8	77,4	2,1	50,0	7,9	73,1	1,3	46,4	
Klon 15		2,7	43,5	5,4	128,6	2,8	25,9	4,9	175,0	
Klon 16	2,4	38,7	2,0	47,6	2,2	20,4	2,1	75,0		
Klon 17	5,4	87,1	4,3	102,4	9,6	88,9	2,5	89,3		
Klon 18	5,4	87,1	3,2	76,2	6,9	63,9	2,5	89,3		
Klon 19	Cox' Orangen-Rtte. frei abgeblüht	6,0	96,8	1,6	38,1	10,6	98,1	0,7	25,0	
Klon 20		8,9	143,5	1,3	31,0	12,4	114,8	0,7	25,0	
Klon 21		4,7	75,8	4,0	95,2	7,1	65,7	2,7	96,4	
Klon 22		5,6	90,3	6,0	142,9	7,7	71,3	4,3	153,6	
Klon 23		5,9	95,2	1,8	42,9	8,7	80,6	1,2	42,9	
Klon 24		3,5	56,5	6,2	147,6	4,1	38,0	5,5	196,4	
Klon 25		4,7	75,8	4,9	166,7	7,7	71,3	2,9	103,6	
Klon 26		8,4	135,5	6,3	150,0	18,6	172,2	2,8	100,0	
Klon 27		4,5	72,6	3,5	83,3	5,7	52,8	2,8	100,0	
Klon 28		9,2	148,4	2,7	64,3	18,1	167,6	1,5	53,6	
Klon 29	Geheimrat Dr. Oldenburg frei abgeblüht	4,2	67,6	4,5	107,1	5,4	50,0	3,5	125,0	
Klon 30		4,2	67,6	0,9	21,4	5,6	51,9	0,8	25,0	
Klon 31		4,6	74,2	6,3	150,0	6,5	60,2	4,4	157,1	
Klon 32		7,6	122,6	1,9	45,2	12,3	113,9	1,2	42,9	
Klon 33		5,1	82,3	3,7	88,1	9,8	90,7	2,3	82,1	
Klon 34	Weißer Klarapfel × Schöner aus Bath	7,3	117,7	2,4	57,1	14,6	135,2	3,9	139,3	
Klon 35		4,3	69,4	3,1	73,8	6,2	57,4	2,3	82,1	
Klon 36		10,4	167,7	4,0	95,2	18,5	171,3	2,2	78,6	
Klon 37	Jonathan frei abgeblüht	9,6	154,8	3,6	85,7	18,3	169,4	1,7	60,7	
Klon 38		11,8	190,3	2,4	57,1	24,4	225,9	1,3	46,4	
Klon 39	Ontario × Minister von Hammerstein	6,1	98,4	4,6	109,5	9,4	87,0	2,9	103,6	
Klon 40		11,1	190,0	3,6	85,7	25,7	238,0	1,5	53,6	
Klon 41	Jonathan	6,3	101,6	3,8	90,5	11,3	104,6	1,9	67,9	
Klon 42		Weidners Goldrenette × selbst	12,2	180,6	5,8	138,1	27,4	253,7	2,5	89,3
Klon 43	Landsberger Rtte. × Frhr. v. Solemacher	6,1	98,4	6,3	150,0	10,4	99,1	3,6	128,6	
Klon 44	Cox' Orangen-Rtte. × Schöner aus Nordhausen	6,8	109,7	3,1	73,8	13,2	122,2	1,6	57,1	
Klon 45		8,7	140,3	6,9	164,3	15,1	139,8	3,9	139,3	
Klon 46		Adersleber Calvill frei abg.	7,5	121,0	6,2	147,6	15,3	141,7	3,0	107,1
Klon 47		Wintergoldparmäne frei abgeblüht	4,3	69,4	1,5	35,7	5,7	52,8	1,1	39,3
Klon 48	London Pepping × Ontario	3,2	51,6	4,5	107,1	3,8	35,2	3,8	135,7	
Klon 49	Ontario frei abgeblüht	8,5	137,1	5,1	121,4	14,9	138,0	2,9	103,6	
Klon 50	Königlicher Kurzstiel × Ananas-Rtte.	4,8	77,4	1,6	38,1	7,0	64,8	1,2	42,9	
Klon 51	Ananas-Rtte. × Charla- mowsky	8,1	130,0	4,9	116,7	13,6	125,9	2,4	85,7	
Klon 52	Königlicher Kurzstiel × Cox' Orangen-Rtte.	—	—	—	—	—	—	—	—	
Klon 53	Cox' Orangen-Rtte. × Säfstaholm	6,0	96,8	2,6	61,9	10,3	95,4	1,5	53,6	
Vergleichssorten										
	Geheimrat Dr. Oldenburg	5,4	87,1	5,6	133,3	7,7	71,3	3,9	139,3	
	James Grieve	5,0	80,6	5,3	126,2	8,4	77,8	3,2	114,3	
	Wintergoldparmäne	8,1	130,6	4,5	107,1	16,9	156,5	2,1	75,0	
	Landsberger Rtte.	9,8	158,1	4,7	111,9	22,8	211,1	2,0	71,4	
	Frhr. v. Berlepsch	7,1	114,5	6,0	142,9	13,0	120,4	3,5	125,0	
	Schöner aus Boskoop	8,0	129,0	3,0	71,4	13,8	127,8	0,8	28,6	
	Ontario	5,6	90,3	4,4	104,8	9,7	89,8	2,9	103,6	

den Wert 1,1 erreichte. Damit erhalten wir einen Hinweis, daß durch entsprechende Wahl der Kreuzungspartner das genetisch bedingte Wuchsverhalten einer Krone verändert werden kann. Es wird möglich sein, Sorten zu schaffen, die sich ganz speziell für bestimmte Erziehungsformen eignen. Die Abbildungen 1—9 zeigen einige typische Kronen verschiedener Klone und Vergleichssorten.

Weitere Mitteilungen über die Ertragsleistung, angegeben als maximaler Ertrag in kg je m² Kronengrundriß, liegen von NEUMANN (1963) vor. Diese Untersuchungen weisen ebenfalls auf eine sehr starke Streuung hin und lassen erkennen, wie unterschiedlich die genotypisch bedingte Ertragspotenz sein kann.

Werden die Erträge auf *Malus XI* je m² Kronengrundriß nach der Abstammung der Klone geordnet

Tabelle 3. Durchschnittliche Kronengröße in m² Kronengrundriß und m³ Kronenvolumen und durchschnittlicher Ertrag je m² Kronengrundriß (Kr.Gr.) und m³ Kronenvolumen (Kr.Vol.), getrennt nach Abstammung der Klone.

Gruppe	Abstammung	Ertrag kg m ² Kr. Gr.		Kronengrundriß m ² ∅		Ertrag kg m ³ Kr.Vol.		Kronenvolumen m ³ ∅	
		M XI	M I	M XI	M I	M XI	M I	M XI	M I
I.	Cox' Orangen-Rtte. × Geheimrat Dr. Oldenburg	4,0	5,6	7,2	5,5	2,7	4,1	10,9	9,4
II.	Cox' Orangen-Rtte. frei abgeblüht	3,0	3,6	6,6	6,9	1,7	2,6	12,2	7,7
III.	Geheimrat Dr. Oldenburg frei abgeblüht	3,3	3,6	8,0	5,3	2,2	2,6	15,2	8,3
IV.	Klongemisch	3,6	3,9	7,2	7,4	1,9	2,3	13,2	13,7
V.	Vergleichssorten	4,3	4,8	8,2	7,0	2,4	2,6	16,2	13,2
	Mittelwert aller Klone und Sorten	3,6	4,2	7,3	6,2	2,1	2,8	13,2	10,8

2. Ertrag

a) *Ertrag je m² Kronengrundriß.* Der Durchschnittsertrag von allen Apfelklonen und Vergleichssorten auf *Malus XI* betrug 3,6 kg je m² Kronengrundriß. Von diesem Mittelwert gibt es jedoch beachtliche Abweichungen. So bringt der Klon 30 nur 5,6% des Mittelwertes, Klon 15 dagegen 222,2%. Damit wird aufgezeigt, wie stark die Ertragsleistung schwanken kann. Insgesamt sind es 11 Apfelklone, die die 150%-Grenze fast erreichen oder zum Teil erheblich überschreiten (Tab. 1). Sie übertreffen sogar die ertragreichen Sorten Geheimrat Dr. Oldenburg und James Grieve.

Einen Durchschnittsertrag von 3,6 kg m² konnte auch NEUMANN (1959) in einem Apfelsortiment, bestehend aus 14 Sorten auf den Unterlagen *Malus XI* und Apfelsämling, feststellen. Als herausragende Sorte wurde nur Minister von Hammerstein ermittelt. Insgesamt waren die positiven Ausschläge in der Ertragsleistung nicht so hoch wie bei unserem Zuchtmaterial. Außerdem waren hohe Erträge nur bei qualitativ weniger guten Sorten festzustellen.

Tabelle 4. Signifikanzbetrachtung der Unterschiede zwischen den Mittelwerten des Ertrages je m² Kronengrundriß bei den untersuchten Apfelklonen, getrennt nach ihrer Abstammung. Veredelt auf *Malus XI*.

Signifikanzbeurteilung		Gruppe*				
		I	II	III	IV	V
Differenz der Varianten		3,98	2,98	3,28	3,57	4,31
I	3,98		—	—	—	—
II	2,98	1,00		—	—	—
III	3,28	0,70	0,30		—	—
IV	3,57	0,41	0,59	0,29		—
V	4,31	0,33	1,33	1,03	0,74	

* Abstammung der Gruppen siehe Tab. 3.

und die Mittelwerte miteinander verglichen, lassen sich Ertragsdifferenzen zwischen den einzelnen Gruppen feststellen (Tab. 3), die jedoch nicht signifikant sind (Tab. 4).

Auf *Malus I* betrug der Durchschnittsertrag je m² Kronengrundriß von 52 Apfelklonen und 7 Vergleichssorten 4,2 kg. Damit liegt er um 0,6 kg höher als auf *Malus XI*. Die hohe Leistungsfähigkeit einiger Klone kommt hier ganz besonders zum Ausdruck. So bringt der Klon 1 auf *Malus I* einen wesentlich höheren Ertrag als auf *Malus XI*. Er übertreift auch die Sorte James Grieve auf *Malus I* und *Malus XI* ganz erheblich. Der Klon 15 bringt auf *Malus I* einen wesentlich geringeren Ertrag als auf *Malus XI*. Er vermag auf Grund zu geringer Wuchsleistung auf *Malus I* seine genetisch bedingte hohe Ertragspotenz nicht auszunutzen (Tab. 2).

Berechnet man die Erträge je m² Kronengrundriß auf *Malus I* wieder getrennt nach der Abstammung der Klone, so fällt die überragende Leistung der Klone aus der Kombination Cox' Orangen-Rtte. × Geheimrat Dr. Oldenburg auf (Tab. 5). Mit 5,6 kg

Tabelle 5. Signifikanzbetrachtung der Unterschiede zwischen den Mittelwerten des Ertrages je m² Kronengrundriß bei den untersuchten Apfelklonen, getrennt nach ihrer Abstammung. Veredelt auf *Malus I*.

Signifikanzbeurteilung		Gruppe*				
		I	II	III	IV	V
Differenz der Varianten		5,62	3,65	3,58	3,88	4,78
I	5,62		+	+	+	—
II	3,65	1,97		—	—	—
III	3,58	2,04	0,07		—	—
IV	3,88	1,74	0,23	0,30		—
V	4,78	0,84	1,13	1,20	0,90	

* Abstammung der Gruppen siehe Tab. 3.

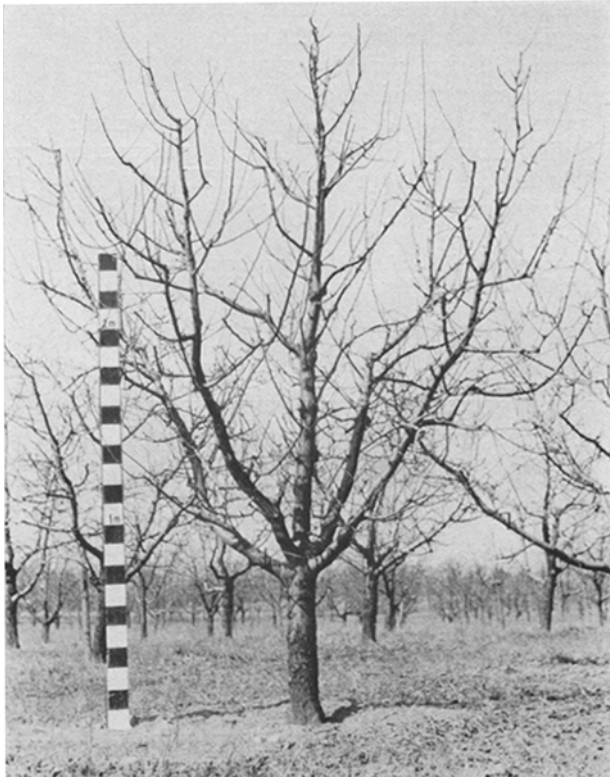


Abb. 1. Vergleichssorte Wintergoldparmäne.

Der Wuchs beider Sorten ist stark, ihre Eignung für den Niederstammobstbau ist daher begrenzt, der Ertrag ist gering.

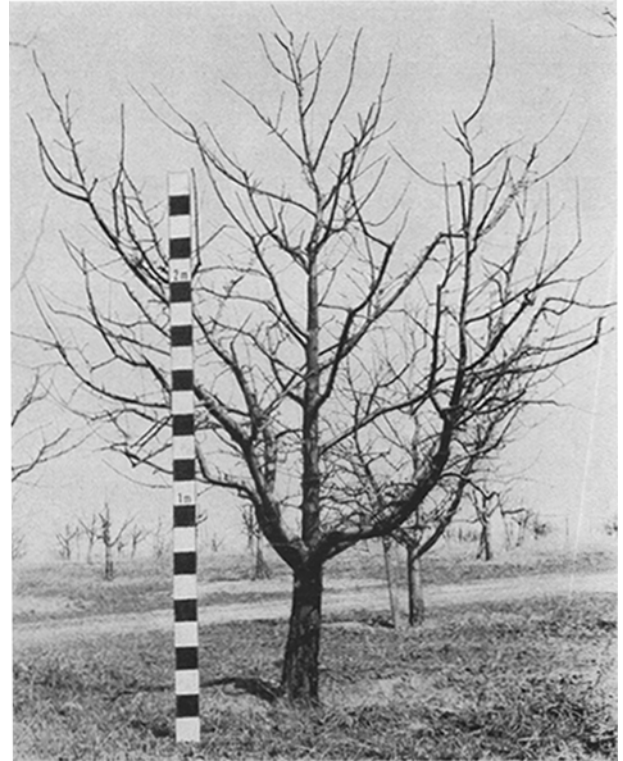


Abb. 2. Vergleichssorte Frhr. v. Berlepsch.

Ertrag je m^2 Kronengrundriß übertrifft sie die übrigen Gruppen. Die Ertragsdifferenzen zwischen der Gruppe I und den Gruppen II, III und IV sind signifikant. Damit wird die auf *Malus XI* angedeutete hohe Leistung dieser Kombination bestätigt. Die geringere Durchschnittsleistung der Gruppe I auf

Malus XI ist wahrscheinlich durch das Fehlen der ertragreichen Klone 2 und 3 bedingt. Die Ertragsdifferenzen zwischen den übrigen Gruppen sind nicht signifikant.

b) Ertrag je m^3 Kronenvolumen. Der durchschnittliche Ertrag je m^3 Kronenvolumen auf *Malus XI* betrug 2,1 kg. Die Schwankungen sind jedoch ganz

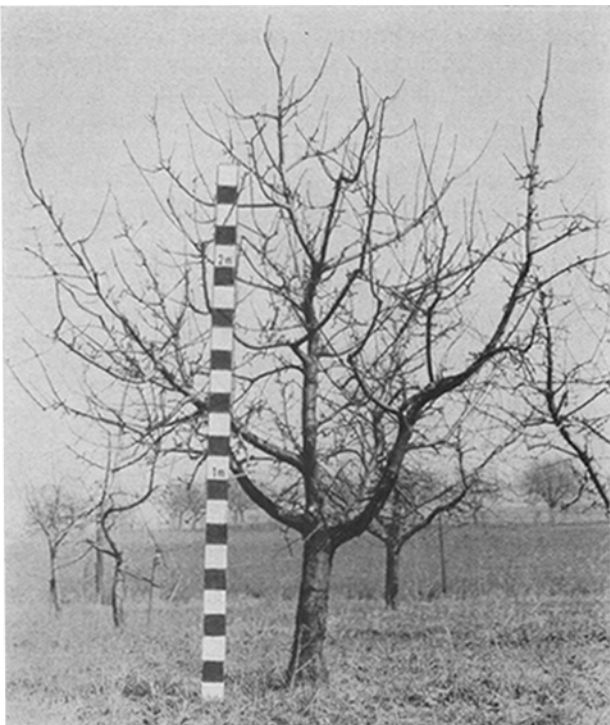


Abb. 3. Vergleichssorte James Grieve.

Der Wuchs beider Sorten ist schwach bis mittelstark, sie sind für den Niederstammobstbau gut geeignet. Die Erträge sind hoch.

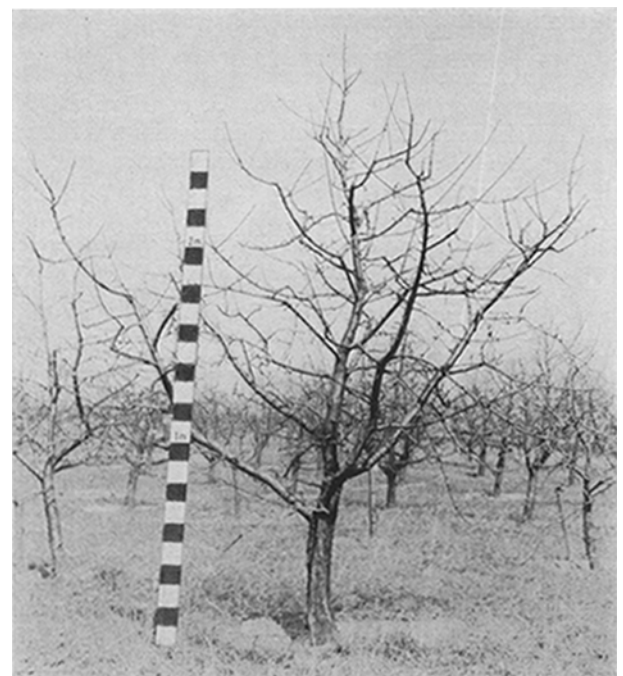


Abb. 4. Vergleichssorte Geheimrat Dr. Oldenburg.

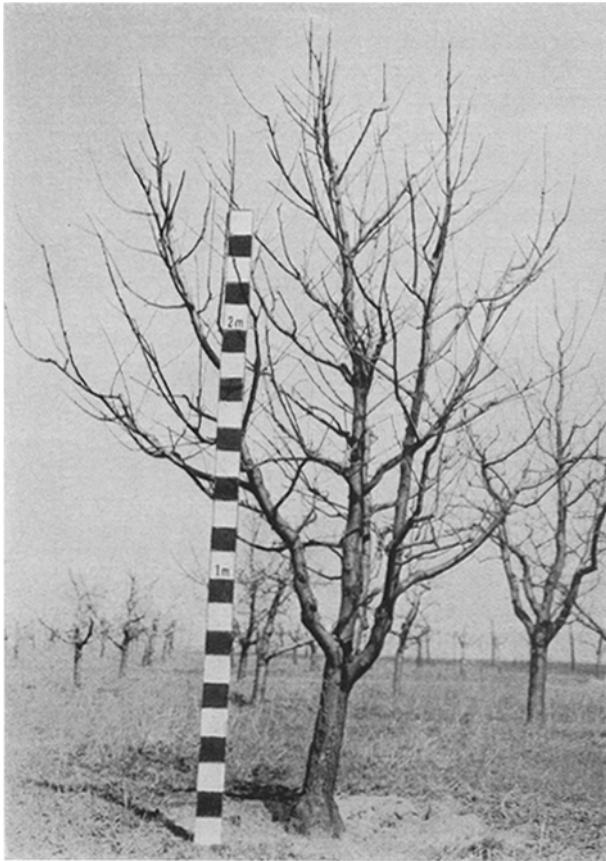


Abb. 5. Klon 44, starkwüchsig mit aufrechter Krone, vegetativer Typ, geringe Ertragsleistung.

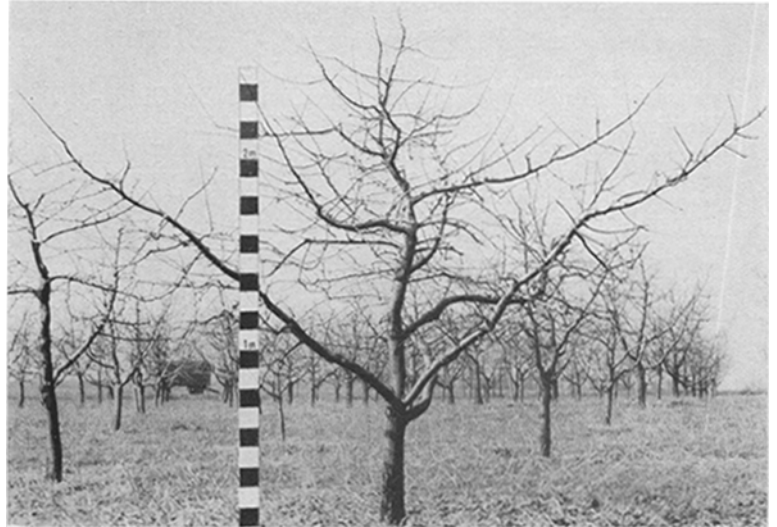


Abb. 7.

Abb. 7. Klon 10, Ausbildung einer sehr breiten Krone, gute Verzweigung, Wuchs der Verzweigungen schwach bis mittel, mittlerer bis hoher Ertrag.

Abb. 8. Klon 1, Krone ähnlich dem Klon 10, jedoch nicht ganz so flach, sehr hohe Ertragsleistung.

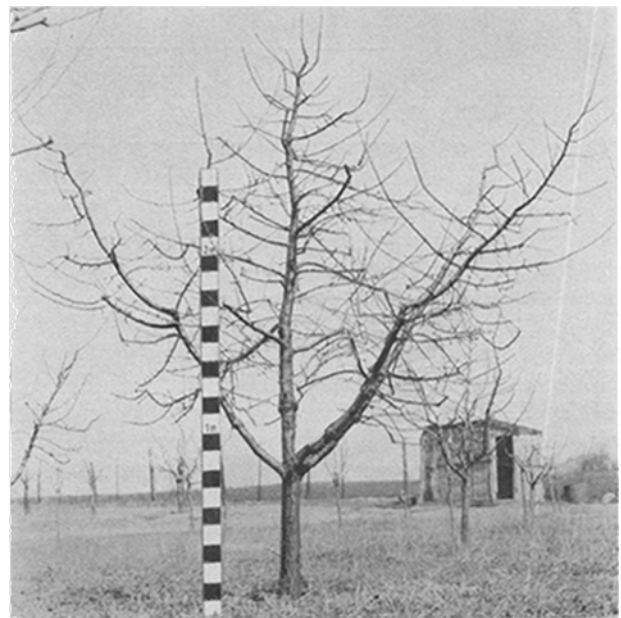


Abb. 8.

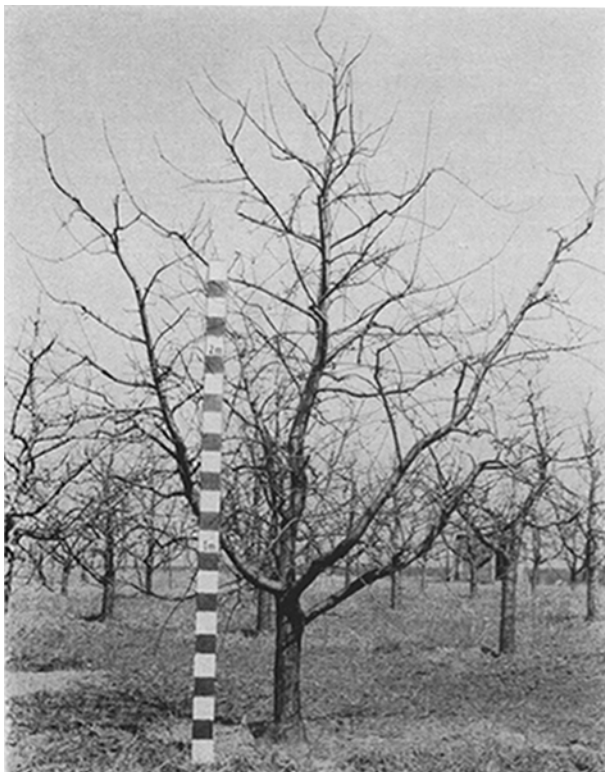


Abb. 6. Klon 36, starkwüchsig, stark verzweigt, Wuchs der Verzweigungen schwach bis mittel, Ausbildung von viel Fruchtholz, hohe Ertragsleistung.



Abb. 9. Klon 15, Wuchs mittelstark, gute Verzweigung mit meistens schwachem Wuchs, sehr hohe Ertragsleistung.

beträchtlich und reichen von 23,8—228,0%. 9 Klone erreichen oder überschreiten die 150%-Grenze. Einige von ihnen hatten sogar höhere Erträge als die sehr ertragreichen Vergleichssorten Geheimrat Dr. Oldenburg und James Grieve. Unter den Vergleichssorten brachten Geheimrat Dr. Oldenburg (185,7%), James Grieve (171,4%) und Ontarioapfel (166,7%) die höchsten Erträge je m³ Kronenvolumen.

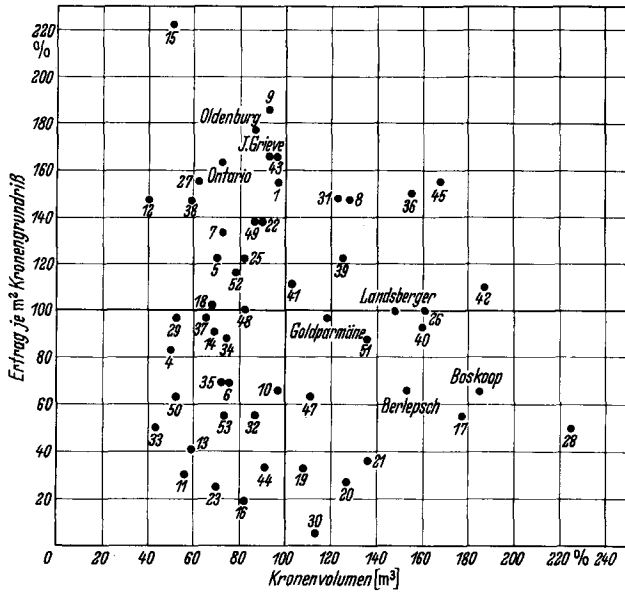


Abb. 10. Beziehungen zwischen Kronenvolumen und Ertrag je m³ Kronengrundriß bei den untersuchten Apfelklonen und Vergleichssorten. Veredelt auf *Malus XI*. Die Zahlen entsprechen den Klon-Nummern in Tabelle 1.

NEUMANN (1959) ermittelte an 14 auf Sämling und *Malus XI* veredelten Sorten je m³ Kronenvolumen einen Durchschnittsertrag von 1,51 kg. Die Sorten Minister von Hammerstein (2,67 kg) und Altländer Pfannkuchenapfel (2,12 kg) hatten die höchsten Erträge. Auch im Ertrag je m³ Kronenvolumen waren die positiven Ausschläge nicht so hoch wie bei unserem Zuchtmaterial. Bei Klonen, die in ihrer Fruchtqualität die Sorten Minister von Hammerstein und Altländer Pfannkuchenapfel übertreffen, ermittelten wir Erträge von über 4,0 kg je m² Kronenvolumen.

Faßt man auch hier die Erträge der Klone auf *Malus XI* je m³ Kronenvolumen nach Gruppen, ent-

sprechend ihrer Abstammung, zusammen, so lassen sich zwischen diesen Gruppen ebenfalls Differenzen feststellen (Tab. 6). Besonders auffallend ist der Unterschied zwischen der Gruppe I und II. Die Kombination Cox' Orangen-Rtte. × Geheimrat Dr. Oldenburg bringt signifikant höhere Erträge je m³ Kronenvolumen als die Nachkommen der Cox' Orangen-Rtte. aus freier Abblüte. Die Ertragsdifferenzen zwischen den anderen Gruppen sind nicht signifikant.

Auf *Malus I* betrug der durchschnittliche Ertrag je m³ Kronenvolumen 2,8 kg. Er liegt um 0,7 kg höher als auf *Malus XI*. Es gibt auch auf dieser Unterlage Klone, die in ihrer Leistung von dem errechneten Mittelwert sehr stark abweichen, wobei die leistungsfähigsten Vergleichssorten übertroffen werden. Insgesamt übertreffen 10 Klone den Durchschnittsertrag von 2,8 kg je m³ Kronenvolumen um mehr als 50%. Von den Vergleichssorten wird diese Leistung nicht erreicht.

Eine getrennte Berechnung des Ertrages der Klone auf *Malus I* je m³ Kronenvolumen nach ihrer Abstammung zeigt auch hier wieder ganz deutlich die Überlegenheit der Klone aus der Kombination Cox' Orangen-Rtte. × Geheimrat Dr. Oldenburg. Die hohe Durchschnittsleistung mit 4,1 kg Ertrag je m³ Kronenvolumen ist gegenüber den Gruppen II—V signifikant (Tab. 7).

3. Beziehungen zwischen dem Ertrag je m² Kronengrundriß und dem Kronenvolumen

Von wirtschaftlichem Interesse ist die Feststellung, ob mit abnehmendem Kronenvolumen auch der Ertrag je m² Kronengrundriß geringer wird oder ob es Formen gibt, die bei kleinerem Kronenvolumen gleichhohe oder sogar höhere Erträge bringen als der Durchschnitt der untersuchten Sorten und Klone.

Aus den in Tabelle 1 angegebenen Werten für den Ertrag je m² Kronengrundriß und dem Kronenvolumen sind die Beziehungen zwischen diesen Größen in Abbildung 10 dargestellt. Aus ihr ist deutlich zu ersehen, daß ein Teil der Klone bei einem unter dem Durchschnitt liegenden Kronenvolumen einen überdurchschnittlichen Ertrag bringt. Solche Klone besitzen eine hohe spezifische Ertragsleistung und sind für den Intensivanbau besonders geeignet.

Tabelle 6. Signifikanzbetrachtung der Unterschiede zwischen den Mittelwerten des Ertrages je m³ Kronenvolumen bei den untersuchten Apfelklonen, getrennt nach ihrer Abstammung. Veredelt auf *Malus XI*.

Signifikanzbeurteilung	Differenz der Varianten	Gruppe*				
		I	II	III	IV	V
		2,70	1,70	2,23	1,95	2,37
I	2,70		+	-	-	-
II	1,70	1,00		-	-	-
III	2,23	0,50	0,53		-	-
IV	1,95	0,75	0,25	0,28		-
V	2,37	0,33	0,67	0,14	0,42	

* Abstammung der Gruppen siehe Tab. 3.

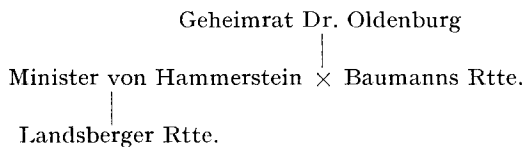
Tabelle 7. Signifikanzbetrachtung der Unterschiede zwischen den Mittelwerten des Ertrages je m³ Kronenvolumen bei den untersuchten Apfelklonen, getrennt nach ihrer Abstammung. Veredelt auf *Malus I*.

Signifikanzbeurteilung	Differenz der Varianten	Gruppe*				
		I	II	III	IV	V
		4,14	2,57	2,59	2,32	2,63
I	4,14		+	+	+	+
II	2,57	1,57		-	-	-
III	2,59	1,55	0,02		-	-
IV	2,32	1,82	0,74	0,27		-
V	2,63	1,51	0,06	0,04	0,31	

* Abstammung der Gruppen siehe Tab. 3.

D. Besprechung der Ergebnisse

Die Auswertung der an 53 Apfelklonen und 7 Vergleichssorten gewonnenen Ergebnisse über Wuchs- und Ertragsleistung haben gezeigt, daß das untersuchte Klonmaterial in diesen Merkmalen große Unterschiede aufweist. Es ließ sich nachweisen, daß die im Vergleich stehenden Sorten in ihrer Ertragsleistung zum Teil erheblich übertroffen werden und daß eine Ertragssteigerung bei gleichzeitiger Verbesserung der Qualität durch Züchtung möglich ist. Für die Beurteilung der Ertragsleistung erschien der Ertrag je m² Kronengrundriß am besten geeignet, da so die unterschiedliche Flächenausdehnung der Krone ausgeschaltet werden kann. Um jedoch die Leistungsfähigkeit eines Zuchtklones genauer beurteilen zu können, ist auch der Ertrag je m³ Kronenvolumen von Bedeutung. In beiden Merkmalen bestehen nicht nur zwischen den einzelnen Klonen Unterschiede, sondern auch zwischen den in Tabelle 3 zusammengestellten Gruppen, entsprechend ihrer Abstammung. Dabei hat sich gezeigt, daß besonders die Nachkommen aus der Kreuzung Cox' Orangen-Rtte. × Geheimrat Dr. Oldenburg eine hohe Ertragsleistung je m² Kronengrundriß und je m³ Kronenvolumen besitzen. Die guten Erträge dieser Kombination dürften auf den Einfluß der Vatersorte Geheimrat Dr. Oldenburg zurückgehen. Sie selbst ist als ertragreich bekannt und brachte auch von unseren Vergleichssorten die höchsten Erträge. Diese hohe Ertragsleistung ist wahrscheinlich durch ihre Abstammung bedingt.



Wie aus dem obigen Abstammungsnachweis hervorgeht, ist ein Elternteil von Geheimrat Dr. Oldenburg die Sorte Minister von Hammerstein. Auch diese Sorte wird in der pomologischen Literatur als sehr ertragreich beschrieben (MÜLLER und BISSMANN 1905—1934). In den Versuchen von NEUMANN (1959) gehört sie zu den Sorten mit den besten Erträgen. Die gute Ertragsleistung von Minister von Hammerstein ist über Geheimrat Dr. Oldenburg bis in die Kombination Cox' Orangen-Rtte. × Geheimrat Dr. Oldenburg vererbt worden. Die weniger guten Erträge der aus freier Abblüte von Cox' Orangen-Rtte. und Geheimrat Dr. Oldenburg hervorgegangenen Klone sind wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß die meisten der unbekannteren Vatersorten keine Anlagen für eine hohe Ertragspotenz besaßen.

Erste Untersuchungen über die Ertragsstruktur von Apfelsorten und Müncheberger Zuchtmaterial liegen von NEUMANN (1963) vor. Wie diese Untersuchungen zeigen, ist die Ertragskapazität einer Sorte ein komplexes Merkmal, das sich aus mehreren Teileigenschaften zusammensetzt. Auf Grund der großen Variabilität der Wuchs- und Ertragsleistungen des vorhandenen Beobachtungsmaterials ist anzunehmen, daß die einzelnen Teileigenschaften unabhängig voneinander kombiniert werden können. Das Auftreten von Klonen mit einem großen oder geringen Ertragspotential wird wesentlich durch die zur Kreuzung benutzten Elternsorten beeinflusst. Es ist

uns bisher jedoch noch nicht bekannt, in welchem Maße die wuchs- und ertragsbestimmenden Teileigenschaften von den einzelnen Sorten vererbt werden. Eine Analyse der Vererbung der Teileigenschaften und deren jeweilige Bedeutung für die Gesamtleistung ist für die Züchtung sehr wichtig, da dann durch Kombinationszüchtung eine Synthese der für den Ertrag und den Wuchs der Krone bedeutungsvollsten Teilfunktionen möglich erscheint, um Sorten zu schaffen, die für die verschiedensten Anbaumethoden geeignet sind. Bereits der Versuch von NEUMANN (1963) zu einer Zerlegung des komplexen Merkmals „Ertragsstruktur“ in einzelne Teileigenschaften ergab wertvolle Aufschlüsse über das Zustandekommen unterschiedlicher Wuchs- und Ertragsleistungen. Die Fortführung solcher Analysen unter Berücksichtigung physiologischer Eigenschaften an Nachkommen geeigneter Kreuzungen wird unsere Erkenntnisse wesentlich vertiefen und uns damit die Möglichkeit geben, die Leistung neuer Apfelsorten weiter zu verbessern.

Zusammenfassung

Die an 53 Apfelklonen und 7 Vergleichssorten durchgeführten Untersuchungen über die Wuchs- und Ertragsleistung zeigen folgende Ergebnisse:

1. In Wuchsleistung, Kronenausdehnung und Kronenvolumen bestehen zwischen den Klonen sehr große Unterschiede. Das durchschnittlich kleinste Kronenvolumen hatten die Klone aus der Kreuzung Geheimrat Dr. Oldenburg × Cox' Orangen-Rtte. Auch im Kronenaufbau konnte eine beachtliche Variationsbreite festgestellt werden. Verhältnismäßig flache Kronen hatten die Klone aus der Kombination Geheimrat Dr. Oldenburg × Cox' Orangen-Rtte.

2. Im Ertrag je m² Kronengrundriß und je m³ Kronenvolumen ließen sich zwischen den Klonen ebenfalls beachtliche Unterschiede nachweisen. Bei einer getrennten Beurteilung der Klone waren im Ertrag je m² Kronengrundriß und je m³ Kronenvolumen zwischen den Gruppen, entsprechend der Abstammung der Klone, zum Teil signifikante Unterschiede vorhanden. Die Klone aus der Kreuzung Cox' Orangen-Rtte. × Geheimrat Dr. Oldenburg brachten die höchsten Erträge.

3. Die erhaltenen Ergebnisse lassen darauf schließen, daß es durch systematische Züchtung möglich ist, Sorten mit einem für den Niederstammbau günstigen Kronenaufbau und einer hohen Ertragspotenz zu züchten.

Literatur

1. KEMMER, E.: Die Gestaltung der Obstbaumkrone unter dem Einfluß der Kronenentwicklung, der Kronenform und des Kronenbaues. Merkblatt I, Inst. f. Obstbau d. Univ. Berlin 1937. — 2. MÜLLER und BISSMANN: Deutschlands Obstsorten. Bd. I, ECKSTEIN und STÄHLE. Stuttgart 1905—1934. — 3. NEUMANN, D.: Die Wuchs- und Ertragsleistung von Apfelsorten im VE Lehr- und Versuchsgut Eschenhörn. Archiv f. Gartenbau 7, 195—207 (1959). — 4. NEUMANN, U.: Kronengestaltende Wuchsmerkmale bei Apfelsorten und ihre Bedeutung für die Ertragskapazität der Krone. Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Rostock 12, 181—191 (1963). — 5. NEUMANN, D., und U. NEUMANN: Die Kronenerziehung in Abhängigkeit von Standweite und Standflächennutzung. Obstbau 4, 104—107 (1964). — 6. ZWINTZSCHER, M.: Wachstum und Ertrag als Zuchtziel beim Obst. Z. f. Pflanzenz. 37, 159—184 (1957).