

Systematische Untersuchungen sind erforderlich, um die Rolle der Standortsfaktoren zu prüfen und die Zusammenhänge von spezif. Gewicht, Trockensubstanzgehalt und Luftanteil mit der Lagerfähigkeit der Sorten in verschiedenen Jahren aufzudecken.

Über die Beziehungen zu den Zellteilungs- und -wachstumsvorgängen sollen gesonderte Untersuchungen durchgeführt werden.

### Literatur

1. ARCHBOLD, H. K.: Chemical studies in the physiology of apples. XII. Ripening process in the apple and the relation of time of gathering to the chemical changes in cold storage. *Ann. Bot.* **46**, 407–459 (1932).
2. ASKEW, H. O.: Changes in the chemical composition of developing apples. *J. Pomol. a. Hort. Sci.* **13**, 232–246 (1935).
3. BAIN, J. M., and R. N. ROBERTSON: The physiology of growth in apple fruits. I. Cell size, cell numbers, and fruit development. *Austral. J. Sci. Res. Ser. B* **4**, 75–91 (1951).
4. BONNIER, G., und O. TEDIN: Biologische Variationsanalyse. Hamburg-Berlin 1959.
5. CRINS, W. H.: De diktegroei der vruchten van appels en peren en de resultaten van dunning der vruchten. Meded. Dir. Tuinbouw **13**, 405–411 (1950).
6. DUHAN, K.: Die wertvollsten Obstsorten. Wien 1957ff.
7. EGGENBERGER, W.: Biochemische Untersuchungen an Äpfeln während der Entwicklung und Lagerung. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* **59**, 91–154 (1949).
8. JENSEN, G.: Hvor staerkst vokser aebler? *Erhvervsfrugtavleren* **15**, 216–218 (1949).
9. JONKERS, H., en A. J. DE VISSER: Soortelijk-gewichtsbepalingen bij appels en peren. *Tuinbouwkundig onderzoek Jaarverslag* 1959 67–68.
10. KRÜMMEL, H., W. GROH und G. FRIEDRICH: Deutsche Obstsorten. Berlin 1956ff.
11. LUSIS, E.: Untersuchungen über das spezifische Gewicht bei Äpfeln und Birnen. *Arch. f. Gartenbau* **6**, 91–125 (1958).
12. MATZNER, F.: Untersuchungen über die Fruchtgröße und das spezifische Gewicht beim Apfel. Habilitationsschrift, Jena 1956 (zit. bei J. SCHMIDT).
13. MUDRA, A.: Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche. Berlin 1958.
14. ROEMER, K.: Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur auf das Wachstum von Apfelfrüchten. *Mitt. OVR Jork*, Beiheft 2 (1963).
15. ROHRBERG, A.: Die Anwendung der Wahrscheinlichkeits- und Häufigkeitsnetze. Hrsg. von Fa. Schleicher & Schüll, ohne Jahreszahl.
16. ROOTSI, N.: Die Feststellung des spezifischen Gewichtes bei Gemüse und Obst. *Gartenbauforschg.* **1**, 77–104 (1947).
17. ROOTSI, N.: Spezifisches Gewicht und Trockensubstanzgehalt der Tomate. *Gartenbauforschg.* **2**, 52–72 (1948).
18. ROOTSI, N.: Några bedömningsgrunder för fruktkvalitet hos äpple. *Frukt i År* **139**–147 (1958).
19. ROOTSI, N.: Über das spezifische Gewicht bei Äpfeln. *Stat. Trädg. försöks Särtrykserie Nr. 153* (1962).
20. ROOTSI, N.: briefl. Mitt. (1963).
21. SCHMIDT, J.: Zum Problem der sortenbedingten Festigkeit des Fruchtfleisches von Äpfeln. *Gartenbauwiss.* **27**, 303–358 (1962).
22. SCHUMACHER, R.: Fruchtentwicklung und Blütenknospenbildung beim Apfel in Abhängigkeit von der Blattmasse, unter Berücksichtigung der abwechselnden Tragbarkeit. *Schweiz. Landw. Forschg.* **1**, 361–449 (1962).
23. SIMPSON, M.: Fruit maturity studies. *Agric. Inst. Rev.* **8**, 27 (1953); Ref. *Hort. Abstr.* **23**, 3869 (1953).
24. SMITH, W. H.: Anatomy of the apple fruit. *Rep. Food Invest. Board for 1936*; **137** (1937); *Rep. Food Invest. Board for 1937*; **127** (1938).
25. SMITH, W. H.: Cell-multiplication and cell-enlargement in the development of the flesh of the apple fruit. *Ann. Bot. NS.* **14**, 23–38 (1950).
26. WEBER, E.: Grundriß der biologischen Statistik. 4. Aufl. Jena 1961.
27. WESTWOOD, M. N.: Seasonal changes in specific gravity and shape of apple, pear and peach fruits. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **80**, 99–96 (1962).
28. ZWINTZSCHER, M.: Wachstum und Ertrag als Zuchtziel beim Obst. *Z. Pflanzenzüchtg.* **37**, 159–184 (1957).
29. STOLL, K.: mdll. Mitt. Zit. bei SCHUMACHER, R.

Aus dem Institut für Obstbau der Technischen Universität Berlin

## Untersuchungen über das natürliche Ausmaß der Parthenokarpie bei Kernobstsorten\*

Von A. KARNATZ

Mit 6 Abbildungen

### Einleitung

Die für eine rationelle Betriebsführung notwendige Ertragssicherheit der Obstbäume ist in unserem Klimabereich häufig durch Spätfröste oder feuchtkaltes Blühwetter in Frage gestellt. Eine Möglichkeit, trotz dieser Gefährdung vollwertige Früchte zu ernten, bietet die Parthenokarpie, d. h. die Fruchtbildung ohne Samenentwicklung (Jungfernfruchtigkeit). Vor allem neigen Birnen zu diesem Verhalten, doch wurde es, insbesondere nach Blütenfrösten, auch bei Äpfeln beobachtet. Häufig handelt es sich allerdings dabei nur um zufällige Feststellungen, die keinen so einwandfreien Überblick erlauben, wie es für eine zielbewußte Förderung dieser Eigenschaft angebracht erscheint.

Zur gründlichen Klärung der Verhältnisse laufen am hiesigen Institut seit 1953 Untersuchungen, die sich mit dem natürlichen Ausmaß der Parthenokarpie bei unseren einheimischen Kernobstsorten be-

fassen. Sie begannen mit der Feststellung des Anteils samenloser Früchte nach freier Abblüte, also nach unbehinderter Fremdbestäubung (8, 9). Da sie aber nur in begrenztem Umfang Auskunft über die Parthenokarpie geben, weil samenlose Früchte der Konkurrenz samenhaltiger nicht immer gewachsen sind und deshalb häufig vorzeitig abfallen, wurden seit 1957 zusätzlich Beutelungsversuche durchgeführt, in denen die Fremdbestäubung verhindert wurde. Dabei wurden in der Regel alle nicht isolierten Blüten beseitigt. Nur während der Jahre 1960 und 1962 blieben sie an einigen Bäumen zur Kontrolle erhalten.

Nachdem bereits früher über die Ergebnisse der ersten Untersuchungsjahre berichtet worden ist (5), folgen jetzt die Beobachtungen der letzten 3 Jahre (1960–62). Sie werden, soweit es möglich ist, mit den Ergebnissen der früheren Jahre in Zusammenhang gebracht, um einen abschließenden Überblick zu geben. Auf die vorliegende Literatur wird dabei nur in einigen besonders wichtig erscheinenden Fällen eingegangen, da eine ausführliche Auseinandersetzung bereits vorliegt (5).

\* Herrn Professor Dr. h. c. KEMMER zum 68. Geburtstag gewidmet.

### Material und Methoden

(Freie Abblüte.) Insgesamt wurden im Laufe von 10 Jahren 151 Apfelsorten mit über 100 000 Früchten und 43 Birnensorten mit über 45 000 Früchten erfaßt. Das unsortierte Obst wurde aufgeschnitten und der Kerngehalt überprüft. Da taube Kerne ebenso wie gute Kerne aus einer Befruchtung hervorgehen, gehören Früchte auch dann zur Gruppe „Früchte mit Kernen“, wenn sie nur leere Samen besitzen. Früchte dagegen, in denen sich nur die sogenannten Schläuche befinden, müssen zu der Gruppe „Früchte ohne Kerne“ gezählt werden. Die Schläuche, die vor allem bei Birnen vorkommen, sind schmale, lange, schwarze Gebilde. Sie stellen den Nucellus dar, der sich ohne Befruchtung der Eizelle kurzfristig weiterentwickelt hat.

(Beutelungen.) Während bei den Beutelungsversuchen von 1957–1959 123 Apfelsorten und 25 Birnensorten Verwendung fanden, wurden ab 1960 nur noch 50 Apfelsorten mit 120 Bäumen und 18 Birnsorten mit 50 Bäumen geprüft. Bei den Äpfeln handelt es sich um Spindeln meist auf Typ IX, die sich 1960 im 7.–24. Standjahr befanden; bei den Birnen standen in erster Linie 8jährige Bäume auf Sämling zur Verfügung. Nur vereinzelt wurden ältere Bäume in die Untersuchung einbezogen.

Das Einbeuteln der Blüten zur Verhinderung der Fremdbestäubung erfolgte im Ballonstadium in rd. 20 cm<sup>2</sup> große Nesselsäckchen. Jede Beutelung erhielt ein Etikett mit der Zahl der Blüten und Blütenstände. Nicht isolierte Blüten wurden je nach Versuchsanstellung entweder entfernt oder zur Kontrolle ihrer Entwicklung ebenfalls etikettiert. Eine Vereinzelung der Blüten innerhalb des Blütenstandes erfolgte nicht. Der Behang wurde nach dem Blütenblattfall, dem Junifall und zur Erntezeit überprüft. Wegen der weitgehenden Selbststerilität beim Kernobst unterblieb in den Hauptversuchen eine Kastrierung der Blüten. Nur an einigen Bäumen wurden zur Kontrolle neben einfachen Einbeutelungen zusätzliche Kastrierungen und Selbststüngelungen vorgenommen, indem die Antheren vor dem Einbeuteln mit einer Pinzette entfernt bzw. die eingebeutelten Blüten mit eigenem Pollen bestäubt wurden. Die Zahl der eingebeutelten Blüten betrug im großen Durchschnitt 300–500 je Baum und Jahr. Nur in Einzelfällen lag sie unter 100 Stück. Die Ergebnisse werden nach dem Erntebehang von je 100 Blüten beurteilt.

Die statistische Prüfung der Differenz zwischen zwei Häufigkeitsziffern erfolgte über  $D/s D$  (10). Eine varianzanalytische Auswertung des Materials war nicht möglich, weil bei dem Umfang der Untersuchungen die dazu notwendige Einheitlichkeit der Baumbestände nicht erreicht werden konnte. Da in den folgenden Tabellen nur die wichtigsten Werte zusammengefaßt sind, sei darauf hingewiesen, daß Einheiten im Archiv des Instituts für Obstbau, Technische Universität Berlin, eingesehen werden können.

### Ergebnisse

#### I. Ausmaß der Jungfernfruchtigkeit nach freier Abblüte

Wie schon eingangs erwähnt, kann bei unbefreiter Fremdbestäubung die Neigung zur Jungfernfruchtigkeit nicht restlos erfaßt werden. Davon

abgesehen, lassen jedoch auch diese Untersuchungen die grundsätzlichen Unterschiede zwischen Apfel und Birne deutlich erkennen (Tab. 1). Während bei den Äpfeln in der 10jährigen Untersuchungszeit nur 0,5% samenlose Früchte gefunden wurden, sind es bei den

Tabelle 1. Samenlosigkeit nach freier Blüte.

Jahr	geprüfte Sorten		geprüfte Früchte insgesamt	Früchte ohne Kerne			
	insge- sammt Stück	mit Früchten ohne Kerne Stück		insge- sammt % %	davon		
					ohne Schläuche %	mit Schläuchen %	
Äpfel							
1953–1962	151	32	109 304	0,5	0,5	0	
Max.=1962	30	7	6 545	1,5	1,5	0	
Min.=1960	30	1	10 851	0,1	0,1	0	
Birnen							
1953–1962	43	41	45 511	21,0	6,8	14,2	
Max.=1957	9	9	2 381	74,4	69,3	5,1	
Min.=1954	19	14	4 332	5,6	1,2	4,4	

Birnen mit 20,9% rund 40mal soviel. Beide Obstarten lassen dabei deutlich den Einfluß von Witterung und Sorteneigenschaft erkennen. So erreicht die Samenlosigkeit bei den Birnen im Jahre 1957 einen Höchstwert von 74%. Damals traf am 14./15. April ein Nachtfrost von – 6,6 °C (1 m ü. B.) die Knospen im Austrieb. Bei den Äpfeln liegt der Höchstwert mit 1,5% tief unter dem der Birnen. Er wurde 1962 erreicht, einem Jahr, in dem unmittelbar vor dem Aufbrechen der Apfelblüten bei sonst recht warmem Wetter in der Nacht zum 1. Mai die Temperatur auf – 2,5 °C fiel. Anschließend war es kühl und naß. Wie schon früher erwähnt (8, 9, 5), so zeigt sich auch hier, daß erhöhte Samenlosigkeit meist mit Spätfrost oder schlechtem Blühwetter zusammenfällt. Die Ursache dafür liegt darin, daß der Frost die Entwicklung samenhaltiger Früchte weitgehend unterbindet und dadurch eine Konkurrenz, der die parthenokarpfen Früchte nur selten gewachsen sind, verhindert wird. Eine direkte Förderung der Parthenokarpie, wie sie allgemein angenommen wird, liegt nicht vor. Vielmehr zeigten spezielle Untersuchungen, daß auch die Jungfernfruchtbildung durch den Frost beeinträchtigt wird (6).

Unter den Sorten zeichneten sich neben Bessemjanka und Slawjanka vor allem Herrnhut und Ontario durch höhere Anteil kernloser Früchte aus (1,3 bis 12,3%). Bei den Birnen brachten 9 Sorten, darunter Lucas, Trévoix und Guyot, mindestens in einem der gepfüteten Jahre über 50% samenloser Früchte. Genauere Angaben über das Sortenverhalten während der ersten Untersuchungsjahre sind der Abhandlung von KARNATZ (5, Tab. III, IV) zu entnehmen.

#### IIa. Ausmaß der Jungfernfruchtigkeit nach Isolierung der Blüten unter Beseitigung des sonstigen Ansatzes

##### 1. Behang und Kerngehalt bei Einbeutelung ohne zusätzliche Maßnahmen

Bei dem folgenden Überblick ist zu beachten, daß die Ergebnisse des ersten Untersuchungsjahrs (1957) unberücksichtigt bleiben. Die meisten Sorten haben

damals infolge der Ungunst der Witterung zu stark versagt, um ihr Verhalten mit dem der restlichen 5 Jahre vergleichen oder gar mitteln zu können.

#### Behang bei Äpfeln:

Wie Tabelle 2 zeigt, betrug die durchschnittliche Ernte nach einfacher Einbeutelung 4,7%. Die Jahresdurchschnitte schwankten zwischen 2,3 (1959) und 7,4% (1962). Der niedrige Wert von 1959, erst recht das völlige Versagen mehrerer Sorten in diesem Jahr geht auf den Spätfröstschaeden zurück. Er betrug bereits an den nicht gebeutelten Blüten der untersuchten Bäume durchschnittlich 53% und erreichte bei mehreren Bäumen sogar 80—95%. Innerhalb der Beutel war, wie schon früher dargelegt (4), der Schaden erheblich höher. Für die besonders guten Ergebnisse von 1962 können wir jedoch keine rechte Erklärung finden. Es mögen die hohen Niederschläge dabei eine Rolle gespielt haben, jedoch waren die Temperaturen im Frühjahr und Sommer recht niedrig. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die mehrjährige Wiederholung der Untersuchungen an den gleichen Bäumen allmählich zu besserem parthenokarpem Behang geführt hat, da in dieser Zeit keine Erschöpfung durch hohe Ernte eintrat.

Tabelle 2. Erntebehang bei 50 Apfelsorten nach Isolierung der Blüten. (Je Sorte 1 Baum in allen Jahren geprüft; \* = Unterlage mittelstark, sonst Typ IX; tr = triploid)

Kerngehaltgruppe nach Tab. 4	Sorten	Prozentualer Erntebehang						Rangordnung nach dem Ø Behang
		1958	1959	1960	1961	1962	i. M.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1a	Akerö	4,2	0	1,7	7,8	8,8	4,2	26
3a	Altländer; tr.	3,3	0	2,5	3,7	0,5	2,1	39
1b	Ananas	4,0	1,6	1,2	0,3	0,5	1,9	41
2b	Baldwin; tr.	4,8	2,4	9,9	2,9	4,8	5,5	17
3b	Bath	1,8	3,9	2,4	2,7	8,4	2,9	33
3a	Boskoop; tr.	1,6	1,5	1,8	0,6	0,3	1,3	46
2b	*Cox Orange	0	0	1,3	0,2	5,1	1,1	48
—	Croncels	0	0	0	0	0	0	50
1a	*Early McIntosh	13,7	6,3	7,3	8,3	27,8	12,5	4
3a	Ernst Bosch	4,8	0,3	0,8	6,8	2,5	2,3	38
1a	Feys Record	8,6	0	5,7	9,1	4,3	5,7	15
2a	Früher Victoria	14,3	7,1	8,8	33,1	36,6	17,7	1
1b	Gascoynes	5,2	0,2	2,1	5,0	8,9	4,1	27
3b	Gelber Edel	7,2	0	1,1	1,1	6,9	3,2	31
1b	Glockenapfel	1,6	0	1,2	4,1	11,8	4,3	25
2a	Golden Delicious	1,6	0	0,6	0,9	3,1	1,4	45
2b	Goldparmäne	3,3	4,7	10,2	14,0	7,7	6,0	14
1b	Graue Herbst; tr.	8,4	0	3,0	4,5	5,6	4,9	23
1a	Gravensteiner; tr.	2,1	0,5	7,3	15,4	6,6	5,7	16
1b	Hammerstein	4,2	0,8	1,7	1,2	10,4	3,5	30
1a	Herrnhut	3,6	1,0	11,0	12,5	13,8	8,8	9
3a	Ingrid Marie	1,7	0	4,1	2,8	3,5	2,6	36
3a	*James Grieve	3,3	4,6	4,6	5,9	7,8	4,8	24
2a	J. Böttner	22,1	2,2	15,6	3,3	18,6	14,5	2
2a	Kanada; tr.	4,7	2,6	3,7	2,3	4,0	3,6	29
1a	King of Tompkins; tr.	2,1	12,0	1,9	3,4	2,7	3,2	32
1a	*Klarapfel	10,6	12,7	10,8	3,2	24,0	11,7	7
1b	*Landsberger	7,0	3,9	4,8	1,9	8,1	5,4	18
1b	Laxtons Superb	6,3	19,8	18,5	12,5	14,4	12,0	5
3b	Laxtons Pioneer	3,1	0	6,3	14,0	3,7	5,2	20
1b	Lebel; tr.	1,0	0,2	1,3	11,3	4,7	2,0	40
2b	Lord Grosvenor	5,3	3,8	1,3	40,1	24,7	13,8	3
1b	Melba	7,6	0	3,8	9,7	3,3	5,4	19
1b	Musch; tr.	6,6	0	4,0	17,2	4,0	5,2	22
1a	Nordhausen	0,7	0	0	0,6	3,6	1,0	49
3a	Oldenburg	1,4	0	3,9	6,6	5,2	2,9	34
1b	Ontario	14,7	4,3	5,9	15,5	8,7	8,7	10
1b	Pepin schafranij	11,4	1,4	5,1	5,2	1,4	5,3	21
1b	Prinz Albrecht	5,8	0	2,9	2,5	3,0	2,7	35
1a	Prinzenapfel	8,9	14,2	3,9	6,8	6,2	6,8	13
1a	*Renet Bergamotnij	6,5	2,1	0	1,3	2,0	2,4	37
2b	Reverend Wilks	6,7	1,7	11,7	9,8	28,5	12,0	6
1b	Roter Astrachan	1,5	0,6	0,8	2,4	0,6	1,1	47
1a	Schafran kitaika	14,6	7,0	8,1	11,5	8,9	9,3	8
1b	Weißer Astrachan	1,2	0	6,7	0,3	0,9	1,5	44
1b	Winterbananen	2,3	0	0,2	1,5	3,5	1,9	42
1a	Winternrambour; tr.	4,2	0	0,4	7,2	6,4	3,9	28
2b	Worcester	5,6	0	6,6	19,2	6,3	7,3	11
1a	Zigeunerin	5,5	2,0	2,5	4,9	20,8	7,0	12
1b	Zuccalmaglio	1,8	1,6	0,2	1,3	4,9	1,9	43
		Im Mittel	4,4	2,3	4,1	5,3	7,4	4,7

Tabelle 3. Gegenüberstellung des Erntebehanges eingebutelter und frei abgeblühter Bäume bei 12 Apfelsorten.

(B = Beutelung an je 1 Baum; F = Freie Abblüte an je 5 Bäumen)

Sorten	1959		1960		1961		1962		1959—1962	
	B	F	B	F	B	F	B	F	B	F
Boskoop	1,5	14,7	1,8	10,4	0,6	8,7	0,3	3,7	1,0	9,2
Cox Orange	0	14,9	1,4	11,5	0,2	3,9	5,1	4,9	1,6	7,9
E. McIntosh	6,3	26,5	7,3	19,7	8,3	17,0	27,8	20,0	12,3	21,0
Golden Delicious	0	28,3	0,6	15,8	0,9	23,1	3,1	17,0	1,4	20,6
Goldparmäne	4,7	9,5	10,2	8,8	14,0	9,7	7,7	6,7	8,8	8,6
James Grieve	4,6	10,1	4,6	11,7	5,9	10,0	7,8	4,6	5,5	8,9
Klarapfel	12,7	32,8	10,8	32,2	3,2	22,8	24,0	27,3	12,1	28,7
Landsberger	3,9	13,8	4,8	14,8	1,9	9,9	8,1	13,0	4,7	12,9
Laxtons Superb	19,8	9,1	18,5	14,6	12,5	14,1	14,4	11,1	16,7	12,4
Ontario	4,3	7,4	5,9	8,9	15,5	8,6	8,7	7,7	7,1	8,1
Pepin schafranij	1,4	54,6	5,1	23,8	5,2	33,8	1,4	19,5	3,1	24,9
Schafran kitaika	7,0	25,3	8,1	25,3	11,5	27,8	8,9	18,4	8,8	24,1
Im Mittel	5,2	18,2			5,9	15,9	6,0	15,2	10,9	12,4
Verhältnis		29:100			37:100		40:100		88:100	46:100

Auch bei einem Vergleich mit den frei abgeblühten Bäumen der in Tab. 3 aufgeführten 12 Sorten schneidet der Beutelungsbehang von Jahr zu Jahr zunehmend besser ab. Allerdings spielen hier verschiedene Ursachen eine Rolle. So dürfte der im Vergleich zur freien Abblüte besonders niedrige Beutelungsbehang von 1959 (29:100) auf den höheren Frostschaden in den Beuteln zurückzuführen sein. Der auffallend hohe Wert von 1962 (88:100) mag dagegen u. a. damit zusammenhängen, daß das feuchtkalte Blühwetter zu schlechter Befruchtung geführt hat, die natürlich nur die frei abgeblühten Bäume schädigen konnte. Es darf bei diesen Hinweisen nicht außer acht gelassen werden, daß die Werte der Beutelung und der freien Abblüte zwar die Verschiebungen von Jahr zu Jahr sowie die Sortenunterschiede wiedergeben, jedoch nicht unmittelbar miteinander vergleichbar sind. Das ist deshalb der Fall, weil den Beutelungen wegen Beseitigung der sonstigen Blüten eine wesentlich geringere Blütenzahl je Baum zugrunde liegt als der freien Abblüte. Bekanntlich sinkt mit zunehmender Blütenzahl der Prozentsatz, der sich zur reifen Frucht entwickelt.

Bei der Beurteilung der einzelnen Sorten muß zwar berücksichtigt werden, daß die Bäume im Alter und Standort nicht ganz gleichmäßig waren, doch dürfen zumindest die größeren Differenzen als echte Unterschiede gewertet werden. Dies gilt um so mehr, als für die vorliegende Zusammenstellung aus dem umfangreichen Material möglichst gleichwertige Bäume herausgesucht worden sind. Die Mittelwerte der Sorten lagen zwischen 0 und 17,7%. 9 Sorten erreichten mehr als das Doppelte des Gesamtmittelwertes

(> 9,4%). 13 Sorten dagegen lagen im Durchschnitt unter der Hälfte des Mittelwertes (< 2,4%). Eine Überlegenheit der triploiden Sorten, wie KOBEL (7) sie angibt, konnte nicht beobachtet werden.

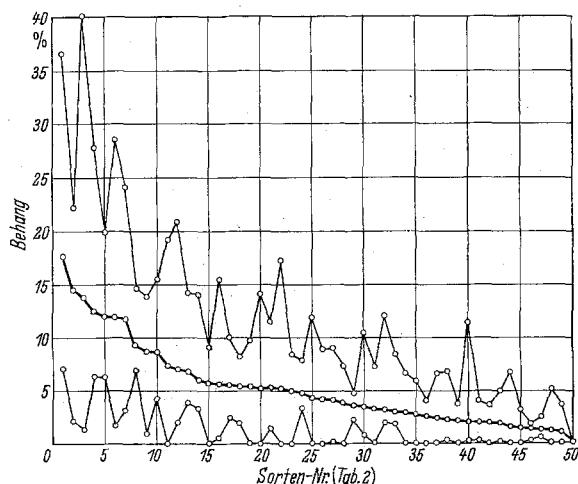


Abb. 1. Behang bei 50 Apfelsorten nach Einbeutelung der Blüten, geordnet nach der Durchschnittsleistung (je Sorte 1 Baum).  
— = Mittel der Jahre 1958–1962.  
— = Maximum- bzw. Minimumswerte.

Auffallend sind die hohen, vor allem bei den Sorten mit gutem Durchschnittsbehang auftretenden Jahreschwankungen (Abb. 1). Einige Sorten brachten gerade in den 3 letzten Untersuchungsjahren ganz andere Werte als vorher. So hatten z. B. Goldparmäne, Gravensteiner und Herrnhut unerwartet hohen Behang. Nur wenige Sorten wie Boskoop, Kanada Röte oder Landsberger waren verhältnismäßig beständig (Tab. 2).

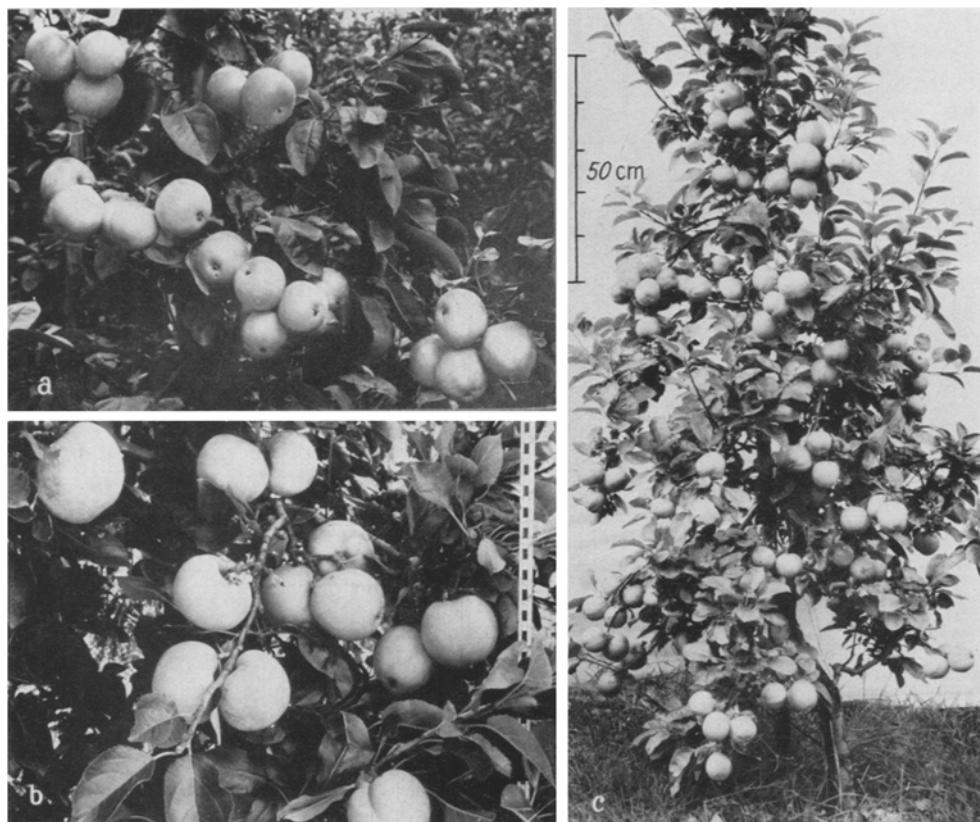


Abb. 2. Erntebehang eingebauter Apfelpflanzen im Jahre 1962.  
a) Parthenokarpe Sorte E. McIntosh. Insgesamt 23,5% Behang = 64 Früchte mit 3,4 kg; 81% kernlos, 19% mit 1–2 Kernen;  
b) Selbstfertile Sorte James Grieve. Insgesamt 13,9% Behang = 43 Früchte mit 4,7 kg; 7% kernlos, 28% mit 1–2 Kernen,  
65% mit > 2 Kernen; c) Pseudofertile Sorte Früher Victoria. Insgesamt 18,4% Behang = 84 Früchte mit 5,8 kg,  
45% kernlos, 43% mit 1–2 Kernen, 12% mit > 2 Kernen.

Kerngehalt bei Äpfeln. In welchem Umfange die Früchte eingebettelter Blüten tatsächlich durch Parthenokarpie entstanden sind, kann einwandfrei nur durch Prüfung des Kerngehaltes festgestellt werden. Wir haben dabei zwischen samenlosen parthenokarpfen Früchten, solchen mit 1–2 Kernen und Früchten mit mehr als 2 Kernen (i. M. 5 Stück) unterschieden.

Im Durchschnitt der untersuchten Sorten und Jahre war die Gruppe samenloser Früchte mit 63% am größten. Die samenhaltigen Früchte sind, wie die zusätzlichen Selbststungen und Kastrierungen später noch zeigen werden, vorwiegend aus Selbstbefruchtung hervorgegangen. Dabei wiesen die einzelnen Sorten im Anteil samenhaltiger Früchte und in der Kernzahl unerwartete Unterschiede auf, so daß es notwendig ist, zwischen 3 Gruppen zu unterscheiden, und zwar zwischen Sorten mit:

1. vorwiegend samenlosen Früchten,
2. samenlosen und samenhaltigen Früchten,
3. vorwiegend samenhaltigen, mehrkernigen Früchten.

Die in Tabelle 4 durchgeführte Untergliederung dieser Gruppen läßt erkennen, wie fließend die Übergänge sind. Das bringt es mit sich, daß in einzelnen Jahren Überschneidungen auftreten, die bei der vorliegenden Gruppierung nach den Gesamtergebnissen von 1958–1962 unberücksichtigt bleiben mußten. Die Sorten der Gruppe 2 z. B., die in der Regel Früchte mit Kernen entwickelten, wichen in Spätfrostjahren (z. B. 1959) weitgehend auf die samenlose parthenokarpe Fruchtbildung aus. Dagegen waren die selbstfertilen Sorten der vorwiegend mehrkernigen 3. Gruppe bei der Fruchtbildung auf gleichzeitige Kernentwicklung angewiesen. Fruchtbildung aus Blüten mit frostgeschädigten Samenanlagen ist bei ihnen kaum möglich. Das zeigt auch die geringe jährliche Schwankung der Kernbildung bei diesen Sorten mit 2–12% Früchten ohne Kerne gegenüber 18–74% bei Gruppe 2 (Tab. 4).

Ein wichtiges Ergebnis der Untersuchungen liegt darin, daß der Kerngehalt der Früchte auf den Erntebehang nach Einbeutelung keinen Einfluß hatte (Abb. 2). Sowohl unter den samenlosen als

Tabelle 4. *Kerngehalt bei Äpfeln nach Einbeutelung der Blüten während der Jahre 1958–1962.*  
(\* = Sortennamen siehe Tabelle 2, Spalte 1 u. 2)

Kerngehalt	Anzahl Sorten (*)	Anzahl Früchte	% ohne Kerne	% Früchte mit	
				1–2 Kernen	> 2 Kernen
<b>1. Vorwiegend samenlose Früchte</b>					
a) > 90% ohne Kerne	13	4006	96	3	1
b) 50–90% ohne Kerne	17	2893	68	28	4
Insgesamt	30	6899	84	14	2
Während der Jahre					
1958		1846	85	13	2
1959		1137	94	5	1
1960		1148	78	18	4
1961		1010	79	18	3
1962		1758	84	14	2
<b>2. Samenlose und samenhaltige Früchte</b>					
a) Früchte ohne Kerne u. mit 1–2 Kernen zu gleichen Teilen	4	1221	45	43	12
b) alle 3 Gruppen zu gleichen Teilen	6	1365	31	34	35
Insgesamt	10	2586	37	38	24
Während der Jahre					
1958		628	32	46	22
1959		179	74	24	2
1960		538	18	42	40
1961		524	44	35	21
1962		717	43	35	22
<b>3. Vorwiegend samenhaltige Früchte mit &gt; 2 Kernen</b>					
a) 30–80% mit > 2 Kernen	6	1125	11	33	56
b) über 70% mit > 2 Kernen	3	383	2	15	83
Insgesamt	9	1508	9	26	65
Während der Jahre					
1958		191	8	39	53
1959		286	12	21	67
1960		300	2	25	73
1961		291	11	29	60
1962		440	8	29	63
Gesamtmittel	49	10993	63	21	16

auch unter den mehrkernigen Sorten trat hoher bzw. niedriger Behang auf. Kerngehalt und Erntebehang müssen deshalb nach Selbststungen getrennt voneinander beurteilt werden. Bisher spricht man von Selbstfertilität nur, wenn gute Fruchtbildung mit normalem Kernbesatz vorliegt (2), und man spricht von Pseudofertilität, wenn es sich um geringfügige Fruchtbildung mit wenigen Kernen handelt (1).

Nach den nunmehr vorliegenden Ergebnissen sollte der Begriff Selbstfertilität grundsätzlich für jede mehrkernige Fruchtbildung gelten. Je nach der Höhe des Behanges ist dann zwischen „schwacher“ und „ausgeprägter“ Selbstfertilität zu unterscheiden. Unter dieser Voraussetzung sind die Sorten der oben genannten Gruppe 3 mit vorwiegend samenhaltigen, mehrkernigen Früchten als selbstfertil zu bezeichnen. Ihnen stehen die parthenokarpfen Sorten der Gruppe 1 mit vorwiegend samenlosen Früchten gegenüber.

Alle Sorten, bei denen weder die eine noch die andere Eigenschaft besonders ausgeprägt war, wurden zur Gruppe 2 mit samenlosen und samenhaltigen Früchten zusammengefaßt. Diese Gruppe wird als

pseudofertil bezeichnet, weil hier die 1-2kernige Fruchtentwicklung eine wichtige Rolle spielte. Allerdings dominierte sie bei keiner der untersuchten Sorten, sondern war immer mit Parthenokarpie oder Selbstfertilität oder mit beiden Eigenschaften verbunden.

Behang bei Birnen. Hier betrug der durchschnittliche Wert für den Gesamtbehang 5,4%. Die Jahresschwankungen lagen zwischen 1,6 und 7,9% (Tab. 5). Der Höchstwert wurde im Gegensatz zu den Äpfeln nicht 1962, sondern 1961 erreicht. Eine Erklärung dafür dürfte in dem unterschiedlichen Frostschaden an eingebutelten Blüten gegeben sein. Während die Birnenblüten in der Frostnacht am 1. 5. 1962 bereits eingebutelt und damit, wie schon erwähnt, besonders gefährdet waren, erfolgte bei den Äpfeln die Einbeutelung später.

Unter den 18 geprüften Sorten fielen Trévoix und Guyot durch besonders hohen Behang auf, dem alle weiteren Sorten erst mit wesentlichem Abstand folgten (Abb. 3 und 4). Aber auch zwischen diesen beiden besten Sorten bestand noch ein erheblicher Unterschied. In bezug auf die Jahresschwankungen waren die meisten Birnensorten jedoch beständiger als die Äpfel. Nur Marillat und Williams brachten 1960-1962 weit höhere Werte als in den beiden Vorjahren (Tab. 5). Die ansteigende Tendenz von Jahr zu Jahr ist auch hier besonders deutlich bei der Gegen-

entsprechend wurde bei den kernlosen Früchten zwischen solchen ohne Schläuche und solchen mit Schläuchen unterschieden. Die Früchte mit Kernen enthielten meist nur 1-2 Stück, so daß sich eine Aufgliederung dieser Gruppe erübrigte.

Kernhaltige Früchte traten nach Ausschluß der Fremdbestäubung bei Birnen wesentlich seltener als bei den Äpfeln auf. Im gesamten Durchschnitt von 14 Sorten, die für die Beurteilung eine ausreichende Fruchtzahl gebracht haben, betrug der Anteil von Früchten mit Kernen lediglich 2% (Tab. 7). Nur die Sorten Guyot und Williams lagen mit 9% über diesem Wert.

Unter den einzelnen Jahren zeichnete sich 1960 durch überdurchschnittlichen Kerngehalt der Früchte aus, während die beiden Spätfrostjahre 1959 und 1962 besonders viele kernlose Früchte ohne Schläuche brachten.

Die Fähigkeit zur Schlauchbildung ist bei den Sorten unterschiedlich stark ausgebildet. Clapps, Diels und Lucas zeichneten sich durch besonders hohen Anteil an schlauchhaltigen Früchten aus, die Sorte Bere simnjaja dagegen durch besonders niedrigen. Eine Beziehung zwischen dem Ausmaß der Schlauchbildung und der Höhe der Parthenokarpie konnte in den vorliegenden Untersuchungen nicht beobachtet werden. Diese Feststellung ist um so bemerkenswerter, als GORTER und VISSER (3) an-

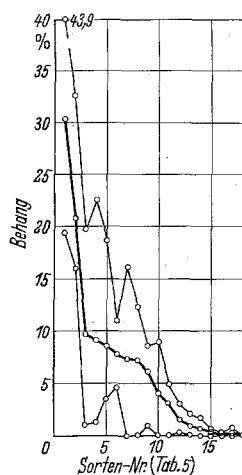


Abb. 3. Behang bei 18 Birnensorten nach Einbeutelung der Blüten, geordnet nach der Durchschnittsleistung (je Sorte 1 Baum). — Mittel der Jahre 1958-1962. - = Maximum- bzw. Minimumswerte.

überstellung des Erntebehanges eingebutelter und frei abgeblühter Bäume zu beobachten (Tab. 6). Die Überlegenheit der Beutelung gegenüber freier Abblüte im Jahre 1962 ist allerdings nur scheinbar gegeben, da sie, wie bei den Äpfeln, durch geringere Blütenzahl veranlaßt wurde und deshalb nicht unmittelbar mit der freien Abblüte verglichen werden kann.

Kerngehalt bei Birnen. Die Prüfung des Kerngehaltes bei den Birnen verlangt insofern besondere Aufmerksamkeit, als aus unbefruchteten Samenanlagen häufig die bereits erwähnten Schläuche hervorgehen. Dem-

Tabelle 5. Behang bei 12 Birnensorten nach Isolierung der Blüten.  
(Je Sorte 1 Baum in allen Jahren geprüft; tr. = triploid)

Sorten	Prozentualer Erntebehang						Rangordnung der Sorten nach dem Ø Behang
	1958	1959	1960	1961	1962	i. M.	
Bere simnjaja	0,3	3,0	0,4	1,2	2,3	1,5	12
Clairegeau	5,2	0	3,8	4,4	12,3	7,2	8
Clapps	0	0	0,3	1,6	1,7	0,7	14
Diels; tr.	0	0,4	0	0,3	2,1	0,9	13
Edelcrassane	0	0	0	0	0,6	0,2	15
Gellerts	0	0,7	3,6	4,8	4,1	3,1	11
Gräfin	5,3	1,0	5,1	8,6	7,1	6,1	9
Guyot	16,5	18,2	16,0	32,5	32,3	20,8	2
Lucas; tr.	3,6	0	3,5	8,9	2,9	4,0	10
M. Marillat	1,3	1,6	7,1	22,5	11,8	9,1	4
Marianne	0	0	0,1	0	0	0,05	16
Neue Poiteau	10,4	1,0	9,2	19,7	9,1	9,7	3
Pastoren; tr.	0	0	0	0	0	0	18
Tongern	3,5	4,8	6,3	18,7	12,9	8,6	5
Trévoix	24,0	19,4	36,0	43,9	30,1	30,3	1
Vereinsdechants	0	0	0	0,7	0	0,05	17
Winterforelle	5,0	4,5	6,5	11,0	7,1	7,8	6
Williams	1,6	0	10,9	16,1	8,9	7,4	7
Im Mittel	4,9	1,6	4,2	7,9	6,5	5,4	

Tabelle 6. Gegenüberstellung des Erntebehanges eingebutelter (B) und frei abgeblühter (F) Bäume bei 6 Birnensorten.

Sorten	1960		1961		1962		1960-1962	
	B	F	B	F	B	F	B	F
Clapps	0,3	4,2	1,6	21,1	1,7	3,3	1,0	4,2
Gellerts	3,6	2,5	4,8	11,5	4,1	2,9	4,1	3,2
Gräfin	5,1	8,0	8,6	9,3	7,1	5,4	6,9	7,0
Lucas	2,3	1,2	13,1	4,8	4,9	2,7	4,4	2,4
Trévoix	36,0	36,4	43,9	53,5	30,1	20,4	32,8	28,5
Williams	10,9	5,6	16,1	14,7	8,9	6,3	11,0	6,7
Im Mittel	4,7	7,2	9,7	11,4	9,4	5,9	7,5	7,0
Verhältnis	65:100		85:100		159:100		107:100	



Abb. 4. Erntebehang eingebettelter Birnenbäume im Jahre 1962.  
a) Guyot. Insgesamt 32,3% Behang = 81 Früchte mit 7,6 kg; 100% kernlos, davon 63% ohne Schläuche, 37% mit Schläuchen;  
b) Trévoix. Insgesamt 30,1% Behang = 156 Früchte mit 18,1 kg; 100% kernlos, davon 48% ohne Schläuche, 52% mit Schläuchen.

nehmen, daß die höhere Neigung der Birnen zur Parthenokarpie mit der den Äpfeln fehlenden Neigung zur Schlauchbildung zusammenhängt.

Tabelle 7. Kerngehalt bei Birnen nach Einbeutelung der Blüten während der Jahre 1958–1962.

Sorten	Anzahl Früchte	% Früchte		
		ohne Kerne ohne Schläuche	mit Schläuchen	mit Kernen
Bere simnjaja	22	82	18	0
Clairegeau	96	39	59	2
Clapps	166	8	91	1
Diels	22	0	100	0
Gellerts	292	38	62	0,3
Gräfin	1214	10	90	0,4
Guyot	748	38	53	9
Lucas	933	9	91	0
Marillat	220	36	64	0,4
Neue Poiteau	141	40	60	0
Tongern	575	32	66	2
Trévoix	1434	26	74	0,1
Winterforelle	126	25	74	1
Williams	605	9	82	9
Insgesamt	6594	22	76	2
Sortenmittel während der Jahre				
1958	1827	11	88	1
1959	450	38	60	2
1960	1342	6	88	6
1961	1681	23	75	2
1962	1294	46	53	1

## 2. Behang und Kerngehalt bei Einbeutelung mit zusätzlicher Selbstung oder Kastrierung

Die einfachen Einbeutelungsversuche, bei denen lediglich die Fremdbestäubung ausgeschlossen wurde, lassen es offen, ob die daraus hervorgegangenen

samenhaltigen Früchte durch Selbstbefruchtung oder Apogamie entstanden und ob ferner bei den samenlosen Früchten vegetative Parthenokarpie oder durch eigenen Pollen hervorgerufene Reizparthenokarpie vorlag. Zur Prüfung dieser Fragen wurden bei einigen Sorten neben der einfachen Einbeutelung an den gleichen Bäumen zusätzlich Selbstungen und Kastrierungen vorgenommen.

Äpfel. Aus den Durchschnittsergebnissen der 14 vier Jahre lang geprüften Apfelsorten geht hervor, daß die Entwicklung kernhaltiger Früchte aus kastrierten Blüten in der Regel so gering war, daß sie ohne Bedeutung ist (Tab. 8). Die kernhaltigen Früchte aus einfacher Einbeutelung der Blüten gehen also in erster Linie auf Selbstbefruchtung zurück. Das zeigte sich auch beim Erntebehang. Im Vergleich zur einfachen Isolierung wurde er im allgemeinen durch zusätzliche Selbstung nur wenig erhöht ( $\phi = 5\%$ ), durch Kastrierung dagegen deutlich vermindert ( $\phi = < 0,1\%$ ).

Einzelne Sorten reagierten jedoch ganz anders. Als extreme Beispiele sind in Tabelle 8 Klarapfel und Bath aufgeführt. Während Klarapfel bei beiden Behandlungen annähernd gleich hohen samenlosen Behang aufwies, versagte Bath nach Kastrierung und brachte nach Selbstung nur Früchte mit Kernen. Klarapfel ist also streng selbststeril, besitzt aber die Fähigkeit zur Parthenokarpie. Bath dagegen neigt zur Selbstfertilität, kann jedoch keine Jungfernfrüchte entwickeln. Das gleiche Ergebnis zeigten bereits die einfachen Beutelungsversuche. Auch bei den anderen, in den Tabellen nicht besonders aufgeführten Sorten bestätigten Kastrierung bzw. zusätzliche Selbstung die nach einfacher Einbeutelung beobachtete unterschiedliche Neigung zur Parthenokarpie oder zur Selbstfertilität.

Es sei erwähnt, daß z. T. erhebliche witterungsbedingte Unterschiede auftraten. Beim Klarapfel z. B. dominierte 1959 und 1961 der Selbstungsbehang, 1962 dagegen der Kastrierungsbehang, 1960 waren beide gleich hoch. Entsprechende Unterschiede wurden auch in ein und demselben Jahr zwischen gleichwertigen Bäumen beobachtet. Eine stichhaltige Erklärung können wir für diesen Fall nicht geben. Immerhin läßt er das labile Verhalten der Bäume erkennen. Eine ständige, auf Reizparthenokarpie hinweisende Erhöhung des samenlosen Behanges durch zusätzliche Selbstung wurde nicht gefunden. Es liegt demnach bei den untersuchten Sorten vegetative Parthenokarpie vor.

**Birnen.** Bei den Birnen entwickelte sich aus den kastrierten Blüten nur eine einzige Frucht mit 3 Kernen (= 0,3%). Alle anderen Früchte waren samenlos (Tab. 9). Aber auch nach zusätzlicher Selbstung enthielten 86% der Birnen keine Kerne. Nur bei den Sorten Guyot, Williams und Tongern traten einige samenhaltige Früchte auf. Diese Ergebnisse zeigen, daß die bei den Beutelungsversuchen entstandenen Früchte ebenso wie bei den Äpfeln aus Selbstbefruchtung hervorgingen. Gleichzeitig bestätigen sie, daß Selbstbefruchtung bei den Birnen nur selten vorkommt und auf einige Sorten beschränkt ist. Die Entwicklung der Schläuche wurde durch Kastrierung oder zusätzliche Selbstung nicht beeinflußt.

Diesen Ergebnissen entsprechend zeigte auch der durchschnittliche Behang nach Kastrierung und zusätzlicher Selbstung keine wesentlichen Abweichungen voneinander (Tab. 9). Nennenswerte Sortenunterschiede traten hier nicht auf. Allerdings kam es in einigen Fällen ebenso wie bei den Äpfeln zu erheblichen Schwankungen zwischen den Jahren und einzelnen Bäumen. Reizparthenokarpie konnte auch bei den Birnen nicht nachgewiesen werden.

Tabelle 8. Erntebehang und Kerngehalt bei Äpfeln nach zusätzlicher Selbstung (S), Kastrierung (K) und einfacher Einbeutelung (B) während der Jahre 1959—1962.

Sorten	Behandlung der Blüten	Anzahl Früchte		davon Früchte		
		insgesamt	je 100 Blüten	ohne Kerne %	mit 1—2 Kernen %	> 2 Kernen %
Im Mittel von 14 Sorten	S	387	6,6	43	35	22
	K	202	3,7	95	4	0,5
	B	1184	5,9	67	20	13
Klarapfel	S	128	10,0	95	5	0
	K	123	10,1	98	2	0
	B	648	12,4	99	0,3	0,4
Bath	S	48	2,1	2	17	81
	K	1	0,05	100	0	0
	B	174	2,9	0	15	85

Tabelle 9. Durchschnittlicher Erntebehang und Kerngehalt von 6 Birnensorten nach verschiedenen Behandlungen der Blüten während der Jahre 1959—1962.

(Je Sorte 1 Baum)

Behandlung der Blüten	Anzahl Früchte		davon Früchte		
	insgesamt	je 100 Blüten	ohne Kerne %	mit Schläuchen %	mit Kernen %
Zusätzliche Selbstung	411	9,7	28	58	14
Kastrierung	296	9,2	38	62	0,3
Einfache Einbeutelung	868	8,8	24	70	6

## IIb. Ausmaß der Jungfernfruchtigkeit nach Isolierung der Blüten ohne Beseitigung des sonstigen Ansatzes

Die Werte in den Tabellen 10 und 11 bestätigen, daß die Fruchtentwicklung aus isolierten Blüten durch die gleichzeitige Entwicklung von Früchten aus freien, also fremd bestäubten Blüten wesentlich beeinträchtigt wird.

**Äpfel.** Besonders empfindlich reagierten die Äpfel. Bei ihnen wurde der Behang der eingebutelten

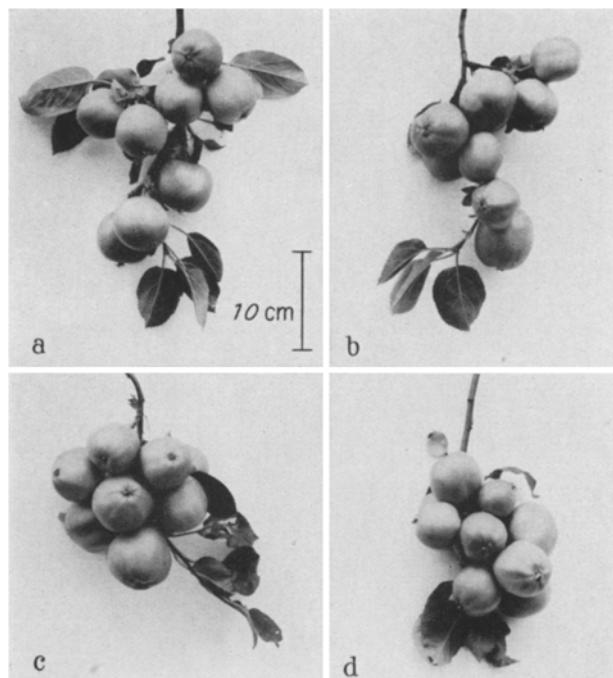


Abb. 5. Gleichartige Traubenbildung nach unterschiedlicher Behandlung der Blüten an einem Baum der Sorte Früher Victoria im Jahre 1962.

a) Freie Abblüte: 9 Früchte = 615 g, alle Früchte mit > 2 Kernen; b) Kastrierung: 9 Früchte = 622 g, alle Früchte kernlos; c) Zusätzliche Selbstung: 10 Früchte = 814 g, 9 Früchte kernlos, 1 Frucht mit 1—2 Kernen; d) Isolierung gegen Fremdbestäubung: 10 Früchte = 671 g, 9 Früchte kernlos, 1 Frucht mit 1—2 Kernen.

Blüten 1960 durchschnittlich von 4,6 auf 0,4% (100:9) heruntergedrückt, 1962 dagegen von 7,5 auf 1,4% (100:18; Tab. 10a). Außer diesem in den genannten Zahlen sichtbar werdenden Einfluß der samenhaltigen Früchte zeichneten sich vor allem 1962 gewisse Sortenunterschiede ab. Am empfindlichsten waren die parthenokarpfen, samenlosen Sorten. Sie versagten unter diesen Bedingungen ganz, wie z. B. E. McIntosh und Klarapfel. Die mehr zur Selbstfertilität neigenden mehrkernigen Sorten schnitten dagegen unter den erschweren Bedingungen günstiger ab und brachten 1962 immer noch mehr als 50% des Behanges der Bäume mit ausschließlich gebeutelten Blüten. Sorten mit samenloser und samenhaltiger Fruchtbildung nahmen eine Mittelstellung ein.

Diesen Beobachtungen entspricht es, daß im Jahre 1962 der Behang nach Kastrierung durch gleichzeitige Fruchtentwicklung aus freier Abblüte noch stärker beeinträchtigt wurde als nach Selbstung oder einfacher Ausschluß der Fremdbestäubung (Tab. 10b). Abb. 5 zeigt allerdings einen seltenen Fall, bei dem es entgegen den sonstigen Beobachtungen nicht nur nach freier Abblüte, son-

Tabelle 10a. Einfluß des Behanges freier Blüten auf den Behang eingebeutelter Blüten bei Äpfeln.  
(In beiden Jahren die gleichen Bäume geprüft; je Sorte 1 Baum)

Sorten	1960		1962	
	Baum nur mit gebeutelten Blüten % Behang	Baum mit gebeutelten und freien Blüten aus Beutelung % Behang aus freier Blüte	Baum nur mit gebeutelten Blüten % Behang	Baum mit gebeutelten und freien Blüten aus Beutelung % Behang aus freier Blüte
Durchschnitt von 17 Sorten	4,6	0,4 13,7	7,5	1,4 20,3
Sorten mit vorwiegend samenlosen Früchten				
E. McIntosh	18,2	0,1 16,9	15,0	0 23,9
Klarapfel	11,2	0 23,4	20,0	0 39,6
Sorten mit samenlosen und samenhältigen Früchten				
Goldparmäne	9,4	0 11,3	8,0	1,8 12,2
Fr. Victoria	8,8	0,9 18,6	36,6	7,2 24,7
Sorten mit vorwiegend samenhältigen Früchten				
Bath	1,5	0 5,3	8,0	4,4 17,6
James Grieve	4,6	1,2 6,2	7,8	4,9 20,1

dern auch nach Einbeutelung sowie nach zusätzlicher Selbstung und Kastrierung zu gutem, traubähnlichem Ansatz an ein und demselben Baum gekommen ist.

Birnen: Bei den 4 untersuchten Birnensorten wurde der parthenokarpe Behang durch die gleichzeitige Entwicklung kernhaltiger Früchte aus freier Abblüte 1. M. nur etwa um die Hälfte reduziert (Tab. 11a). Jahres- und Sortenunterschiede waren geringer als bei den Äpfeln. Auch die Fruchtentwicklung aus den verschiedenen Blütenbehandlungen zeigte keine klaren Unterschiede (Tab. 11b).

Die verschiedenen starke Reaktion der beiden Obstarten bestätigt die frühere Beobachtung (5), daß parthenokarpe Äpfel gegenüber der Konkurrenz samenhaltiger Früchte von fremdbestäubten Blüten wesentlich empfindlicher sind als parthenokarpe Birnen. Das gleiche trifft, wenn auch in geringerem Ausmaß, für das Verhalten gegenüber der Witterung zu. Darin liegt ein wichtiger Unterschied zwischen diesen beiden Obstarten. Er erklärt, warum bei Beobachtung der Samenlosigkeit nach freier Abblüte nur selten kernlose Äpfel gefunden werden, obgleich, wie die Beutelungsversuche gezeigt haben, auch bei dieser Obstart einige Sorten ausgeprägte Neigung zur Parthenokarpie besitzen.

### III. Gewichtsvergleich zwischen normalen und parthenokarpfen Früchten

Parthenokarpe Äpfel und Birnen haben für die Praxis nur dann Bedeutung, wenn sie in der Qualität

Tabelle 10b. Einfluß des Behanges freier Blüten auf den Behang verschieden behandelter eingebeutelter Blüten bei Äpfeln.  
(Mittel von 9 Sorten)

Behandlung der Blüten	% Erntebehang			
	1960	Bäume ohne freie Blüten	1962	Bäume mit freien Blüten
Selbstung	6,6	1,4	8,5	2,8
Kastrierung	2,9	0	6,0	1,0
Ausschl. Fremdbest.	5,1	0,5	8,8	2,6
Freie Abblüte	—	13,3	—	17,8

Tabelle 11a. Einfluß des Behanges freier Blüten auf den Behang eingebeutelter Blüten bei Birnen.  
(In beiden Jahren die gleichen Bäume geprüft; je Sorte 1 Baum)

Sorten	1960		1962	
	Baum nur mit gebeutelten Blüten % Behang	Baum mit gebeutelten und freien Blüten aus Beutelung % Behang aus freier Blüte	Baum nur mit gebeutelten Blüten % Behang	Baum mit gebeutelten und freien Blüten aus Beutelung % Behang aus freier Blüte
Clapps	0,3	0,7 10,2	1,7	0,3 9,1
Gräfin	5,9	2,4 6,2	6,5	4,8 4,2
Tongern	4,5	1,8 9,3	3,8	7,0 14,1
Trévoix	36,0	9,2 12,5	30,1	13,3 27,7
Im Mittel	5,8	3,1 9,0	11,3	6,2 11,8

Tabelle 11b. Einfluß des Behanges freier Blüten auf den Behang verschieden behandelter eingebeutelter Blüten bei Birnen.  
(Mittel von 4 Sorten)

Behandlung der Blüten	% Erntebehang			
	1960	Bäume ohne freie Blüten	1962	Bäume mit freien Blüten
Zusätzliche Selbstung	3,6	2,7	8,4	5,6
Kastrierung	5,7	2,7	9,9	6,2
Einfache Einbeutelung	7,5	4,1	14,3	7,5
Freie Abblüte	—	8,8	—	12,9

den üblichen, aus Fremdbestäubung hervorgehenden Früchten gleichkommen. Dabei ist als erstes die Fruchtgröße zu berücksichtigen.

Das Gewicht der aus eingebeutelten Blüten entstandenen Früchte ist in Tabelle 12 dem Gewicht von Früchten aus freier Abblüte am gleichen Baum gegenübergestellt. Es zeigte sich, daß die kern- und schlau-

Tabelle 12. Durchschnittsgewicht (g) der Früchte nach Einbeutelung und nach freier Abblüte am gleichen Baum im Jahre 1962.

Obstart	Gewicht der Früchte aus Beutelung			
	ohne Kerne ohne Schläuche	mit Schläuchen	mit Kernen	aus freier Blüte mit Kernen
6 Apfelsorten	79	—	89	86
3 Birnensorten	77	91	—	87

losen Früchte den kernhaltigen nur wenig unterlegen waren. Kernlose Birnen mit Schläuchen erreichten sogar das gleiche Gewicht wie diejenigen mit Kernen.

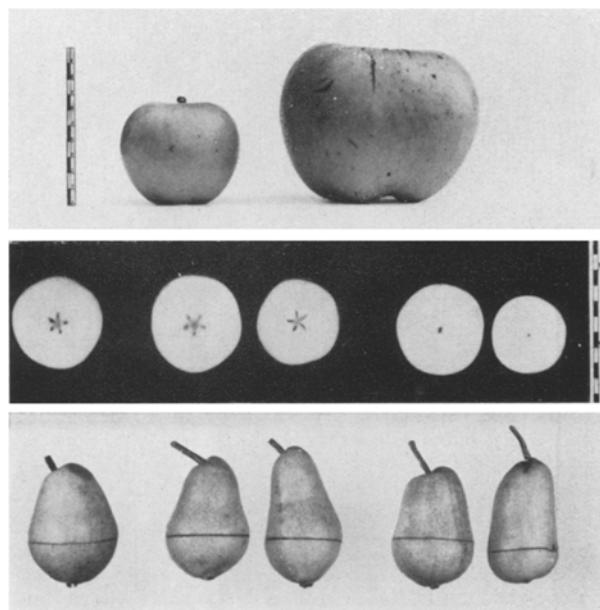


Abb. 5. Gegenüberstellung samenloser und samenhaltiger Äpfel und Birnen. Oben: Gascoynes; links: mehrkernige Frucht aus freier Abblüte = 180 g; rechts: kernlose Frucht aus isolierten Blüten = 690 g; Mitte und unten: Trévoix; von links nach rechts: eine mehrkernige Frucht aus freier Abblüte = 125 g, vier kernlose Früchte aus isolierten Blüten: zwei mit Schläuchen = 132 g und 127 g; zwei ohne Kernhaus = 123 und 115 g, davon je eine mit normaler und eine mit walzenähnlicher Form.

An Bäumen, an denen die Konkurrenz durch Früchte aus freier Abblüte beseitigt war, ging das Gewicht der samenlosen Äpfel und Birnen noch über das handelsübliche Gewicht der jeweiligen Sorte hinaus. In einzelnen Fällen wurden sogar Mammutfrüchte ausgebildet, wie sie gewiß nur selten zu sehen sind (Tab. 13 und Abb. 6). Wenn auch solch hohe Gewichte nur bei relativ geringem Behang erreicht werden können,

so zeigen sie doch, daß das Größenwachstum der Früchte nicht von der gleichzeitigen Entwicklung der Samen abhängig sein muß.

Während die Fruchtform bei den samenlosen Äpfeln kaum verändert war, fanden sich unter den Birnen neben sortentypischen Früchten auch solche mit walzenähnlicher Form (Abb. 6). Verkrüppelungen, wie sie in der Literatur häufig geschildert werden, wurden jedoch nur an Birnen aus Nachblüten beobachtet (5).

Eine Untersuchung der inneren Qualität erfolgte nicht. Jedoch sei erwähnt, daß der Geschmack gut war und keinen merkbaren Unterschied zu anderen Früchten zeigte.

### Schlußbetrachtung

Durch eine 3jährige Weiterführung der Untersuchungen über das natürliche Ausmaß der Parthenokarpie bei Kernobst konnten die in den vorangegangenen Jahren gemachten Beobachtungen (5) in den wesentlichen Punkten bestätigt und vertieft werden. Im Hinblick auf das spezielle Sortenverhalten ergaben sich jedoch Verschiebungen, die den starken Einfluß der Witterung auf die Parthenokarpie erkennen lassen.

Bei der insgesamt 10jährigen Überprüfung von Früchten, die aus freier Fremdbestäubung hervorgegangen sind, wurden nur 0,5% samenlose Äpfel, dagegen 20,9% samenlose Birnen gefunden (Tab. 1). Wenngleich einzelne Sorten von den Mittelwerten erheblich abweichen, entspricht dieses Ergebnis der allgemeinen Beobachtung, daß Parthenokarpie vor allem bei Birnen, aber kaum bei Äpfeln vorkommt.

Um so erstaunlicher waren die Ergebnisse der 5jährigen Einbeutelungsversuche, bei denen die Fremdbestäubung kurz vor dem Öffnen der Blüten geschlossen wurde. Hier brachten nicht nur die Birnen, sondern auch mehrere Apfelsorten guten Behang (Tab. 2 und 5). Im Durchschnitt unterlagen die Äpfel den Birnen nur noch um die Hälfte, gemessen am Verhältnis zum Behang nach freier Abblüte (Tab. 3 und 6). Die Ursache dafür liegt darin, daß die parthenokarpfen Äpfel der Konkurrenz von Früchten aus fremdbestäubten Blüten weniger gewachsen sind als die Birnen. Eine Bestätigung dafür geben Kontrolluntersuchungen, bei denen an einigen Bäumen neben den eingebettelten Blüten auch freie, der Fremdbestäubung ausgesetzte Blüten belassen worden waren. Unter dieser Bedingung konnte sich der Beutelungsbehang bei Äpfeln viel weniger behaupten als bei Birnen (Tab. 10 und 11).

Aus diesem entscheidenden Unterschied zwischen den beiden Obstarten erklärt es sich, daß nach freier Abblüte nur wenige samenlose Äpfel gefunden werden und dementsprechend die Parthenokarpie bei dieser Obstart kaum bekannt ist, obgleich die Beutelungsversuche gezeigt haben, daß auch bei ihr die Veranlagung zur Parthenokarpie nicht selten ist.

Tabelle 13. Gewicht (g) samenloser Früchte von eingebettelten Bäumen sowie samenhaltiger Früchte von frei abgeblühten Bäumen.

Sorten	Höchstgewicht 1958–62	Samenlose Früchte aus Beutelung					Samenhaltige Früchte aus freier Abblüte
		1958	1959	1960	1961	1962	
Äpfel							
Cox Orange	350	—	170	144	—	120	95
Gascoynes	855	415	370	482	233	180	165
Golden Delicious	246	165	130	135	189	120	100
Goldparmäne	310	165	150	150	110	105	95
Landsberger	485	220	250	223	180	128	145
Birnen							
Gellerts	282	155	150	131	209	137	150
Guyot	260	80	105	111	113	98	102
Lucas	445	195	320	212	213	178	145
Trévoix	250	110	150	111	80	112	118
Williams	208	150	155	151	116	85	133

Die Beobachtung, daß bei freier Abblüte samenlose Früchte vor allem nach Spätfrostjahren entstehen, hat zu der verbreiteten Annahme geführt, daß Frost die Parthenokarpie fördert. Aus den Beutelungsversuchen geht nun hervor, daß das nicht der Fall ist. Vielmehr wurde auch die parthenokarpe Fruchtentwicklung durch Blütenfrost beeinträchtigt (6). Die erhöhte Samenlosigkeit nach Spätförsten ist daraus zu erklären, daß die Samenanlagen als erste der Blütenorgane erfrieren und damit die Entwicklung samenhaltiger Früchte, die die Parthenokarpie weitgehend unterdrücken, wegfällt.

Auch andere Faktoren, vor allem die Witterung sowie der physiologische Zustand des Baumes, in Abhängigkeit von Alter, Standort, Ertragsleistung u. a., wirkten sich auf die parthenokarpe Fruchtentwicklung aus. Dabei scheinen ungünstige Faktoren die Jungfernfruchtigkeit stärker zu beeinträchtigen als die aus Fremdbefruchtung hervorgehende Fruchtentwicklung (5).

Eine Überprüfung des Kerngehaltes der Früchte aus eingebettelten Blüten zeigt, daß die Selbststerilität bei den Äpfeln nicht so ausgeprägt ist wie bei den Birnen. Erstere brachten durchschnittlich 63% samenlose Früchte, letztere dagegen 98%. Zur Kontrolle durchgeföhrte zusätzliche Selbstungen und Kastrierungen bestätigten die Erwartung, daß die Früchte mit Kernen vorwiegend aus Selbstbefruchtung stammen (Tab. 8 u. 9). Die Äpfel zeigten deutliche Sortenunterschiede. Es kann zwischen 30 streng selbststerilen, aber zur Parthenokarpie neigenden Sorten mit vorwiegend samenlosen Früchten, 10 pseudofertilen Sorten mit samenlosen und samenhaltigen Früchten und 9 selbstfertilen Sorten mit vorwiegend samenhaltigen, mehrkernigen Früchten unterschieden werden (Tab. 4). In allen 3 Gruppen sind Sorten mit hohem und mit niedrigem Behang vertreten. Der Kerngehalt hat also nach Ausschluß der Fremdbestäubung keinen Einfluß auf den Umfang der Fruchtentwicklung. Ebenso wurde bei den Birnen keine Beziehung zwischen Schlauchbildung und Parthenokarpie gefunden.

Das Gewicht der samenlosen Früchte erreichte den sortentypischen Wert (Tab. 12 und 13). An Bäumen, an denen nur Früchte aus eingebettelten Blüten zur Entwicklung kamen, entstanden sogar Mammutfrüchte; ein Zeichen dafür, daß nach Ausschluß der Konkurrenz samenhaltiger Früchte auch das Größenwachstum nicht an die Entwicklung von Kernen gebunden ist.

Rückblickend liegt die Frage nahe, ob und in welchem Umfange tatsächlich eine Ertragssicherung bei Kernobst in unserem Klimabereich durch Parthenokarpie erwartet werden darf. Die Veranlagung ist bei einigen Sorten beider Obstarten vorhanden, jedoch zeigte sich insbesondere bei den Äpfeln eine starke Abhängigkeit von geeigneten Umweltbedingungen. Vor allem konnte beobachtet werden, daß Frost die Jungfernfruchtigkeit nicht, wie bisher angenommen wurde, fördert, sondern verringert. Dennoch darf u. E. von der Parthenokarpie eine nennenswerte Verbesserung der Ertragssicherheit erwartet werden, sofern es gelingt, die natürliche Veranlagung durch Züchtung auf weitere Sorten zu übertragen und sie durch Wuchsstoffbehandlung der Blüten in besonders kritischen Jahren zu unterstützen.

#### Literatur

1. EAST, E. M., and I. B. PARK: Studies on self-sterility. I. The behaviour of self-sterile plants. Genetics 2, 505—609 (1917); nach ELSSMANN (1935). — 2. ELSSMANN, E.: Die Befruchtungsverhältnisse bei unseren Obstsorten. Züchter 7, 84—95 (1935). — 3. GORTER, CH. J., and T. VISSER: Parthenocarpy of pears and apples. J. Hort. Sci. 54, 118—124 (1958). — 4. KARNATZ, A.: Über Verschärfung von Frostschäden. Erwerbsobstbau 1, 153 (1959). — 5. KARNATZ, A.: Untersuchungen über Parthenokarpie bei Äpfeln und Birnen. Diss. Techn. Univ. Berlin 1960. — 6. KARNATZ, A.: Über den fördernden und hemmenden Einfluß des Frostes auf die Parthenokarpie. Erwerbsobstbau 4, 31—33 (1962). — 7. KOBEL, F.: Lehrbuch des Obstbaus. 2. Auflage. Berlin: Springer-Verlag 1954. — 8. THIELE, I.: Über Parthenokarpie bei Birnen im Jahre 1953. Der Obstbau 73, 117 (1954). — 9. THIELE, I.: Jungfernfruchtigkeit als züchterische Aufgabe. Züchter 26, 241—243 (1956). — 10. WEBER, E.: Grundriß der biologischen Statistik. 4. Auflage. Jena: Gustav Fischer Verlag 1961.

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin und der Agrarmeteorologischen Forschungsstation Groß-Lüsewitz des Meteorologischen und Hydrologischen Dienstes der Deutschen Demokratischen Republik

## Eine Massentest-Methode zur Bestimmung des Holzgehaltes in Sproßachsen von Futterkohl

Von W. SCHWEIGER, P. LAMPRECHT und A. RAEUBER

Mit 4 Abbildungen

Markstammkohl (*Brassica oleracea* var. *medullosa* Thell.) und andere Subspezies von *B. oleracea* gewinnen in der DDR mehr und mehr an Bedeutung als Zweitfrüchte nach späträumenden Winterzwischenfrüchten. Die züchterische Bearbeitung der verschiedenen Futterkohlformen wurde demzufolge während der letzten Jahre intensiviert. Insbesondere kommt es darauf an, Formen zu selektieren, die sich neben hohen Erträgen durch hohen Futterwert, gute

Verdaulichkeit, vollmechanische Erntbarkeit mit dem Mäh- bzw. Schlegelhäcksler — auch als gepflanzte Bestände — und im Interesse einer sicheren Saatguterzeugung durch sehr hohe Winterfestigkeit auszeichnen. Bedeutsam für diese Merkmale ist der Holzgehalt in der Sproßachse der Futterkohle.

Ein zu hoher Holzgehalt vermindert die Verdaulichkeit und den Futterwert und erschwert die vollmechanische Erntbarkeit. Ein zu geringer Holz-