

Tabelle 3. Vergleich der verschiedenen Bestimmungenarten für die mittlere Spindelgliedlänge.

Herkunft	Sp I	σ	Sp II	σ	Sp III	σ
Selzach II.....	7,4	0,77	7,6	0,49	7,5	0,61
Rüderswil.....	6,8	0,49	6,8	0,44	6,7	0,65
Trachselwald II	6,6	0,31	7,0	0,27	6,8	0,54
Selzach I.....	6,6	0,74	7,0	0,53	6,8	0,48
Großwil.....	6,5	0,32	6,8	0,28	6,7	0,49
Dottikon.....	6,2	0,57	6,4	0,44	6,5	0,60
Trachselwald I.	6,2	0,35	6,5	0,34	6,5	0,52
Schaffhausen..	6,2	0,48	6,6	0,39	6,3	0,58
Sumiswald....	5,9	0,40	6,4	0,33	6,1	0,58
Flawil.....	5,9	0,50	6,4	0,44	6,5	0,82
Schüpbach....	5,9	0,39	6,2	0,30	6,2	0,58
Bätterkinden..	5,8	0,46	6,4	0,33	6,1	0,74
Münsingen....	5,7	0,46	6,0	0,39	6,0	0,49
Lützelflüh.....	5,6	0,50	6,1	0,27	6,2	0,50
Röthenbach...	5,4	0,78	6,1	0,42	6,2	0,53
Kühlewil.....	4,9	0,60	6,0	0,39	5,8	0,65

als *Sp I* und *Sp II*, ist nicht verwunderlich, denn bei *Sp I* und *Sp II* sind die Einzelvarianten selbst wieder die Mittelwerte aus den 15 bis 20 Spindelgliedlängen einer Ähre; man müßte also eigentlich bei der Berechnung von *Sp III* 15—20mal mehr Einzelvarianten messen als bei *Sp I* und *Sp II*.

Zusammenfassend ergibt sich, daß man bei *Triticum spelta* mit Vorteil die Formeln

$$D = \frac{\text{Ährchenzahl}}{\text{Spindellänge}} \cdot 10$$

und
$$Sp = \frac{\text{Spindellänge}}{\text{Ährchenzahl} - 1}$$

durch die Formeln

$$D = \frac{\text{Anzahl voll entwickelter Ährchen}}{\text{Voll entwickelter Teil der Ährenspindel}} \cdot 10$$

und
$$Sp = \frac{\text{Voll entwickelter Teil der Ährenspindel}}{\text{Anzahl voll entwickelter Ährchen} - 1}$$

ersetzt; also den schlecht entwickelten Spindelteil an der Ährenbasis beim Messen und Zählen nicht berücksichtigt. Dieser Vorschlag deckt sich zum Teil mit demjenigen von CLARK, MARTIN und BALL, die den Wert *D* durch Messung von 10 Internodien in der Mitte der Spindelachse ermitteln. Ob man dann lieber mit der Ährendichte oder der Spindelgliedlänge operiert, scheint mir unwesentlich.

Eine Einteilung auf Grund der so erhaltenen Werte ergibt Gruppen, die in ihrem Ährenbau weitgehend übereinstimmen. Die Wirkung verschiedener Umweltseinflüsse auf die Ährendichte wird teilweise ausgeschaltet; was durch eine geringere Variationsbreite innerhalb einer Herkunft und durch geringere Schwankung der Mittelwerte verschiedener Herkünfte einer Sorte zum Ausdruck kommt. Die Vorteile einer möglichst geringen Variationsbreite eines Merkmals für die Sortendiagnostik und für variationsstatistische Arbeiten brauchen ja nicht näher dargelegt zu werden.

Das Gesagte gilt nicht nur für *Triticum spelta*, sondern läßt sich auf alle Getreidearten anwenden, bei denen die vollständige Entwicklung der Ährchen an der Spindelbasis sehr stark von Umweltseinflüssen abhängt.

Literatur.

CHRISTIANSEN-WENIGER, F.: Über die Modifizierbarkeit der Form der Weizenähre durch die Jahreswitterung und erster Bericht über eine Variabilismutation bei Weizen. *Z. Pflanzenzüchtg* 11, 315—339 (1926).

CLARK, J. A., J. H. MARTIN and C. R. BALL: Classification of American Wheat varieties. *Bull.* 1074 U. S. Dep. of Agric. 1923.

DERLITZKI, G.: Beiträge zur Systematik des Roggens durch Untersuchungen über den Ährenbau. *Landw. Jahrb.* 44, 353—408 (1913).

ERIKSSON, J.: Beiträge zur Systematik des kultivierten Weizen. *Landw. Versuchsstat.* 45, 37 bis 135 (1895).

MOEBIUS, F.: Untersuchungen über die Sorteneinteilung bei *Tr. vulgare*. *Landw. Jahrb.* 43, 711—789 (1912).

NEBERGARD, TH. v.: Normalsystem för bedömande af axets morfologiska sammansättning hos våra säddesslag. *Allm. wenska Utsädesföreningens årsberättelse för år 1887*, S. 37; zitiert nach ERIKSSON. *Landw. Versuchsstat.* 45, 67 (1895).

RIEDNER, R.: Morphologische Untersuchungen an der Ähre des Weizens. *Fortschr. Landw.* 1927, 1—54.

SCHRÖDER, E.: Neue Gesichtspunkte zur Errechnung der Ährendichte. *Züchter* 4, 174—178 (1932).

SNELL, K., u. J. FR. PFUHL: Beitrag zur Morphologie und Systematik der Weizensorten. *Mitt. biol. Reichsanst. Landw.* 39, 5—37 (1930).

(Aus dem Botanischen Laboratorium der Staatlichen Lehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau in Weihenstephan.)

Die Befruchtungsverhältnisse bei unseren Obstsorten.

III. Äpfel.

(Sammelreferat.)

Von E. Eißmann.

Den Äpfeln kommt unter den innerhalb der gemäßigten Zonen angebauten Obstsorten die größte wirtschaftliche Bedeutung zu, da viele

Sorten lange haltbar und sich verhältnismäßig leicht und sicher auch auf große Entfernungen hin versenden lassen. Es ist deshalb wohl ver-

ständig, wenn das über die Befruchtungsverhältnisse bei Äpfeln vorliegende Schrifttum besonders umfangreich ist. Wie an Birnen hat WAITE (62) bereits in den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts als erster auch an Äpfeln Studien über die Befruchtungsverhältnisse angestellt und hat damit nicht nur für Amerika, sondern auch für die interessierten Länder Europas den Anstoß gegeben, die Bearbeitung der Fragen aufzunehmen, die mit der Befruchtung und dem Fruchtansatz der Kern- und Steinobstarten in Beziehung stehen. Heute wird, soweit sich übersehen läßt, außer in den Vereinigten Staaten von Nordamerika auch in Kanada, Dänemark, Deutschland, England, Holland, Italien, Österreich, Portugal, Rußland, Schweden, der Schweiz und Südafrika an der Klärung der Befruchtungsverhältnisse der Äpfel mit großem Eifer und z. T. in sehr großem Ausmaße gearbeitet, und auch in Australien scheint man nunmehr diese Fragen aufzugreifen.

In Deutschland war EWERT (16), der erste, der vor nunmehr etwa 30 Jahren des Studium der Biologie der Blüte sowie der Bestäubungs- und Befruchtungsverhältnisse unserer Obstgehölze in Untersuchungen und Versuchen aufnahm. Infolge des fast 4 $\frac{1}{2}$ -jährigen Weltkrieges trat eine längere Stockung in den Arbeiten ein. Die nach Abschluß des Weltkrieges für die deutsche Volkswirtschaft und den deutschen Obstbau sich ergebende neue Lage zwang auch im Obstbau zu Rationalisierungsmaßnahmen, die u. a. die Verringerung der Sortenzahl mit dem Ziele der Aufstellung örtlicher, aus einer geringen Zahl von Sorten bestehender Sortimenten betrafen und den befruchtungsbiologischen Arbeiten neuen Antrieb gaben. So sind im Verlaufe des letzten Jahrzehntes auch in Deutschland von verschiedenen Autoren eine Reihe wertvoller Beiträge zur Klärung der Befruchtungsverhältnisse der Äpfel geliefert worden, über deren Ergebnisse zusammen mit den für uns wesentlichen der sehr umfangreichen ausländischen Literatur, soweit mir diese zugänglich war, hier berichtet werden soll.

I. Die Bestäubungsversuche und ihre wichtigsten Ergebnisse.

1. Fruchtbildung ohne Befruchtung.

a) *Parthenokarpie.*

Wie bei den übrigen Obstarten gilt auch bei den Äpfeln als Regel, daß Bestäubung und Befruchtung einer Blüte die Voraussetzung für die Fruchtentwicklung sind. Eine Ausnahme bildet die als Parthenokarpie oder Jungferfrüchtigkeit bekannte Erscheinung, deren verbreiteteres

Vorkommen bei den Kernobstsorten EWERT (17, 18) erstmals nachgewiesen hat. Die Entwicklung parthenokarper Früchte, die durch das Fehlen von Kernen ausgezeichnet sind, geht demnach ohne Befruchtung einer Blüte vor sich und kann nach den Untersuchungen EWERTS, MÜLLER-THURGAUS und OSTERWALDERs und eigenen Feststellungen des Ref. auch ohne Bestäubung zustande kommen. Wie KOBEL (38) bemerkt, liegen aber zuverlässige und genügend umfangreiche Untersuchungen über die Frage, ob der Ansatz von Jungferfrüchten durch Selbstbestäubung der Blüten erhöht wird, nicht vor. Auch Fremdbestäubung führt nach eigenen Versuchsergebnissen gelegentlich zur Ausbildung parthenokarper Früchte (induzierte Parthenokarpie). Die Neigung zur Parthenokarpie ist im übrigen nach den vorliegenden Beobachtungen bei den Äpfeln minder ausgeprägt als bei den Birnen (EWERT 17, REINICKE 51, SCHANDERL 57). Es ist daher bei den Äpfeln noch weniger als bei den Birnen Veranlassung gegeben, dieser Erscheinung größere praktische Bedeutung beizumessen und daraus etwa gar gewisse Schlußfolgerungen für die Anlage von Pflanzungen zu ziehen. Die Zahl der Apfelsorten, bei denen die Ausbildung parthenokarper Früchte beobachtet wurde, ist einmal verhältnismäßig gering, außerdem ist, wie in der Literatur mehrfach (EWERT 17, KOBEL 38, SCHANDERL 56, 57) betont wird bzw. aus einzelnen Arbeiten ersehen werden kann (CRANE u. LAWRENCE 8, REINECKE 51), die Parthenokarpie von verschiedenen Faktoren, wie Standorts- und Jahresklima, dem Ernährungszustand und dem Alter des Baumes, der Veredlungsunterlage u. a. abhängig. So sind offenbar in Südafrika (REINECKE 51) die klimatischen Verhältnisse für die Entwicklung parthenokarper Früchte wenigstens hinsichtlich der Birnen besonders günstig. Auch bleiben die parthenokarpen Früchte, die in manchen Fällen schon durch ihre abweichende, mehr walzenförmige Gestaltung (EWERT 19) als solche erkannt werden können, vielfach kleiner und kommen gewöhnlich etwas früher zur Reife als normale Früchte; nicht selten werden sie (z. B. bei der Wintergoldparmäne) auch mehr oder weniger krüppelhaft. Da unter den als parthenokarp bezeichneten Apfelsorten der Anteil solcher Sorten verhältnismäßig groß ist, die an sich in der Regel nur sehr wenig Kerne mit einem relativ hohen Anteil verkümmert in der Frucht aufweisen, vielfach überhaupt nur verkümmerte oder taube Kerne enthalten, erscheint es fraglich, ob es sich bei den in der Literatur verzeichneten Fällen immer um echte Parthenokarpie und

nicht z. T. um Scheinparthenokarpie nach KOBEL handelt, bei der die Befruchtung als wesentlicher Faktor mitwirkt und den Anreiz zur Fruchtbildung gibt. Solche „scheinparthenokarpen“ Früchte wurden in eigenen Bestäubungsversuchen bei manchen Apfelsorten (Schöner von Boskop u. a.) häufiger festgestellt. Sie zeigen in der Regel eine oder wenige anscheinend inhaltsleere Samenhüllen, die vielfach die Größe normaler Kerne aufweisen. Die Untersuchung dieser Gebilde läßt aber häufig noch im Innern eine mehr oder weniger weit fortgeschrittene, aber frühzeitig gehemmte Keimentwicklung erkennen.

b) *Parthenogenesis*.

Außer der Parthenokarpie ist in der Literatur als gelegentliche Ausnahme von der normalen Fruchtbildung noch die durch „Apogamie“ bzw. somatische Parthenogenesis nach WINKLER bedingte Fruchtentwicklung verzeichnet. Nach KOBEL (36) ist dieser Fall von ihm bei der Apfelsorte Croncels, sowie einem Sämling aus der Kreuzung Croncels \times Weißer Astrachan nachgewiesen worden. Aber auch dieser bisher nur von KOBEL beobachteten Erscheinung, bei der vermutlich diploide Eizellen beteiligt sind, kommt vorerst keine praktische Bedeutung für den Obstbau zu, da sie sich nachweislich nicht regelmäßig zeigt.

2. Selbstbestäubung.

Schon seit WAITE steht im Vordergrund aller befruchtungsbiologischen Arbeiten an Äpfeln die so wichtige Frage: Wie verhalten sich die Sorten bei Selbstbestäubung? Sind sie selbstfertil, d. i. selbstfruchtbar, oder sind sie selbststeril, d. i. selbstunfruchtbar? Durch die vielen Versuche, die in den letzten 30—40 Jahren in den einzelnen Ländern zur Klärung dieser Frage durchgeführt worden sind, darf heute als hinreichend erwiesen gelten, daß fast alle Apfelsorten bei Selbstbestäubung keinen oder nur einen mehr oder weniger beschränkten Ertrag an kernhaltigen Früchten liefern (BRITAIN 5, R. FLORIN 23, E. JOHANSSON 30, KOSTINA 40, MARSHALL und Mitarbeiter 41, MURNEEK 42, REINECKE 51, ROH 54, SCHANDERL 56). Da die Sorten vegetativ vermehrt werden, ist es im Grunde ohne Bedeutung, ob die Selbstbestäubung mit blüteneigenem Pollen, mit Pollen anderer Blüten desselben Baumes oder eines anderen Baumes derselben Sorte erfolgt. Die Apfelsorten sind demnach in der Regel selbstunfruchtbar oder selbststeril, wenn auch diese Eigenschaft nicht so festgelegt und ausgeprägt ist wie bei den Birnen. Im übrigen sind die bei

Selbstbestäubung erhaltenen, nicht parthenokarpen Früchte meist kernarm (CRANE u. LAWRENCE 8, KOSTINA 40, MARSHALL u. Mitarb. 41, MURNEEK 43 und BACKER 1) und nicht selten mehr oder weniger stark krüppelig und kleiner als die durch Fremdbestäubung entstandenen Früchte.

Die auch bei den Birnen und anderen Obstarten nachgewiesene Selbststerilität hat ihre Erklärung in der Hemmung bzw. Verzögerung des Pollenschlauchwachstums im Griffelgewebe der eigenen Sorte gefunden. OSTERWALDER (46) hat als erster diese Verhältnisse bei Birnen und beim Böhmisches Rosenapfel untersucht und fand, daß bei Selbstbestäubung die Pollenschläuche die Samenanlagen gar nicht erreichten. Diese Befunde OSTERWALDERs und die von ihm vertretene Ansicht sind durch KNIGHT (31), ROBERTS (52), BEAUMONT (2) und COOPER (7) an anderen Apfelsorten in dem Sinne ergänzt worden, daß bei Selbstbestäubung Pollenschläuche zwar bis zu den Samenanlagen vorzudringen vermögen, aber infolge erheblicher Verzögerung nicht mehr zur Befruchtung der gealterten Samenanlagen kommen.

Bei Durchsicht der umfangreichen Literatur, die sich mit dem Verhalten der Blüten von Apfelsorten bei Ausschluß der Fremdbestäubung bzw. bei künstlicher Selbstbestäubung befaßt, möchte man allerdings den Eindruck gewinnen, als ob eine Anzahl von Apfelsorten selbstfruchtbar oder selbstfertil sei. Vor allem die Angaben in der amerikanischen (WELLINGTON u. Mitarb. 63) und englischen (CHITTENDEN 6, SUTTON 60, CRANE u. LAWRENCE 8 und RAWES 50) Literatur haben viel zu dieser Auffassung beigetragen, indem der bei Selbstbestäubung sich ergebende Fruchtertrag ohne Rücksicht auf den Kerngehalt bewertet wurde, und dabei die Möglichkeit parthenokarper Fruchtbildung keine Berücksichtigung fand. Diese Verhältnisse, die auch für die Birnen zutreffen und wegen der bei ihnen verbreiteteren und noch stärker ausgeprägten Parthenokarpie deren Beurteilung noch enger und wesentlicher berühren, sind in dem von SCHANDERL (57) erstellten Sammelreferat über die Birnen unter gleichzeitiger Klarstellung der in der englischsprachigen Literatur gebräuchlichen Worte „selffruitful“ und „selffruitfulness“ kritisch besprochen worden, so daß ich darauf verweisen kann.

Bei fast allen Autoren, die eine Bestimmung des Kerngehaltes der bei Bestäubungsversuchen erhaltenen Früchte durchgeführt haben, hat sich gezeigt, daß bei Selbstbestäubung kernhaltige Früchte überhaupt nicht zur Entwicklung kamen

oder das Ergebnis an solchen Früchten verhältnismäßig gering war und erheblich unter dem bei Fremdbestäubung durchschnittlich erzielten Fruchtertrag blieb. Die unter den Bedingungen der Selbstbestäubung bei vielen Apfelsorten innerhalb gewisser, meist enger Grenzen vor sich gehende Bildung kernhaltiger Früchte bezeichnen wir mit EAST u. Mitarb. (12) als Pseudofertilität. Sie ist u. a. durch die vergleichsweise geringe Kernzahl der Früchte gekennzeichnet. Es gibt allerdings wahrscheinlich Apfelsorten, bei denen sich Pseudofertilität unter besonderen Verhältnissen bei Fehlen von Fremdbestäubung und Belegung der Narben mit sorteneigenem Pollen häufig in einem beachtenswerten und wohl auch wirtschaftlich nicht unwesentlichen Ausmaße einstellt. Zu diesen dürften vor allem die Sorten Baldwin, Jonathan, Rome Beauty und Gallia Beauty gehören, die nach HOWLETT (28) im Verlaufe seiner neunjährigen Versuche die höchsten Grade von „Selbstfruchtbarkeit“ zeigten. Der nach dem Juni-Fruchtfall verbleibende Fruchtansatz entsprach bei Rome Beauty 8—64%, bei Gallia Beauty 18—54% einer Voll-ernte. Daß die Pseudofertilität durch Standorts-, Witterungs-, Ernährungsverhältnisse und Alter des Baumes beeinflußt werden kann, ist im Hinblick auf viele in verschiedenen Ländern in mehrjährigen Versuchen gewonnene Ergebnisse (WELLINGTON u. Mitarb. 63, CRANE u. LAWRENCE 8, REINECKE 51, KOSTINA 40, HOWLETT 27, 28) wahrscheinlich. Soweit in der Literatur bei Äpfeln von Selbstfertilität bzw. selbstfertilen Apfelsorten gesprochen wird, dürfte es sich in allen Fällen entweder um Pseudofertilität oder um Parthenokarpie bzw. Parthenogenese handeln. Die drei verschiedenen Erscheinungen können auch nebeneinander vertreten sein (wie z. B. bei den Versuchsergebnissen von CRANE u. LAWRENCE) und zusammenwirken, so daß ein mehr oder weniger hoher Grad von Selbstfertilität vorgetäuscht wird. KOSTINA (39) weist wohl mit Recht darauf hin, daß bei den Äpfeln zwischen der „Selbstfertilität“ und der Neigung zur Parthenokarpie enge Beziehungen bestehen. Es sind aber nur solche Apfelsorten als selbstfertil zu bezeichnen, die bei Selbstbestäubung unter sonst günstigen Verhältnissen einen Voll-ertrag an Früchten mit einem für die Sorte normalen Durchschnittskerngehalt bringen. Auch CRANE u. LAWRENCE haben in früheren Jahren versäumt, bei ihren Versuchen den Kerngehalt der Früchte festzustellen. Sie haben unter 40 geprüften Apfelsorten, von denen allerdings einige nur mit einer geringen Blütenzahl im Versuch standen, 10 Sorten mit einem

ziemlich hohen Fruchtertragsprozent von 5 bis 9,6% gefunden, darunter neben Bramleys Sämling und Antonowka auch die Sorte Cellini (8,7%), bei der EWERT (17) bereits eine starke Neigung zur Parthenokarpie hat feststellen können. In Erkenntnis der Bedeutung des Kerngehaltes der Früchte für eine richtige Beurteilung des jeweiligen Versuchsergebnisses haben CRANE u. LAWRENCE (8) später für eine größere Zahl der Apfelsorten ihre Versuche ergänzt durch Untersuchung der Früchte auf ihren Kerngehalt. Dabei hat sich gezeigt, daß bei vielen Sorten parthenokarpe Früchte einen wesentlichen Anteil an dem Ergebnis hatten. Im ganzen ist bei den Versuchsergebnissen von CRANE u. LAWRENCE zu beachten, daß ihre Versuche mit Topfobstbäumen in Glashäusern angestellt wurden, also mit Bäumen, die hinsichtlich ihrer Gesamternährung und Entwicklung den Obstbäumen des Freilandes nicht gleichstehen, worauf auch KOBEL (38) hinweist. Dasselbe gilt im allgemeinen für die Versuche von SUTTON und zum Teil auch für die Versuchsergebnisse von RAWES. Die Ansicht, daß auch unter den in Deutschland angebaute Apfelsorten sich selbstfertile Sorten finden, ist durch BRANSCHIEDT (3) vertreten worden. Sie hat sogar in speziellen für die Praxis bestimmten Anweisungen Berücksichtigung gefunden. Die Schlüsse, die BRANSCHIEDT aus seinen im Laboratorium durchgeführten Untersuchungen über die Pollenkeimung in Rohrzuckerlösungen bei Gegenwart sorteneigener und sortenfremder Narben gezogen hat, waren zu voreilig; sie stehen in nicht wenigen Fällen mit den bei befruchtungsbiologischen Versuchen am Apfelbaum im freien Felde gewonnenen Ergebnissen in Widerspruch. Für die Klärung der Befruchtungsverhältnisse der Äpfel sowie der übrigen Fruchtarten, kann nur der am Baum selbst unter möglicher Beibehaltung natürlicher Verhältnisse sorgfältig durchgeführte Versuch maßgebend sein. Diese wichtige Forderung ist wiederholt von verschiedenen Seiten, u. a. von KOBEL (37, 38), ROH (53), SCHANDERL (56) betont worden.

3. Fremdbestäubung.

Die Fremdbestäubung, die neben einer Reihe anderer Faktoren bei den Äpfeln die Voraussetzung für einen qualitativ und quantitativ vollwertigen Fruchtertrag ist, hängt in ihrem Erfolg wesentlich von der Funktionsfähigkeit des Pollens und der Samenanlagen ab.

a) Beschaffenheit des Pollens.

Wie bei den Birnen finden sich auch bei den

Äpfeln eine größere Zahl z. T. wirtschaftlich besonders wertvoller Sorten, die durch einen zur Befruchtung sehr wenig geeigneten Pollen gekennzeichnet sind. Die Antheren der Blüten dieser Sorten liefern im Vergleich zu anderen nur geringe Mengen Blütenstaub, der zudem wenig einheitlich ist und neben Körnern normaler Größe und übergroßen einen hohen Anteil kleiner inhaltsleerer, geschrumpfter oder inhaltsarmer Pollenkörner aufweist. Bei der Prüfung der Keimfähigkeit des Pollens dieser Sorten auf künstlichem Nährsubstrat (Rohrzuckerlösung bzw. Rohrzuckerlösung mit Agarzusatz) wurde ein auffallend niedriges Keimprozent und zugleich bei einem mehr oder weniger großen Teil der keimenden Pollenkörner eine nur geringe Wuchskraft der Keimschläuche beobachtet. Wohl in allen Ländern, in denen die Bearbeitung befruchtungsbiologischer Fragen aufgenommen wurde, sind auch Untersuchungen über die Keimfähigkeit des Pollens durchgeführt worden. Dabei hat sich gezeigt, daß der Apfelpollen im Durchschnitt noch besser keimt als der Birnenpollen. Viele Apfelsorten weisen ein Keimprozent von 80 bis über 90% auf. Soweit bestimmte Sorten, deren Echtheit und Einheitlichkeit außer Zweifel liegt, in verschiedenen Ländern geprüft worden sind, stimmen die Ergebnisse trotz gewisser Unterschiede hinsichtlich der Untersuchungsbedingungen und der Bestimmungsmethode im allgemeinen ziemlich überein. Dabei ist außerdem die Tatsache zu berücksichtigen, daß die Keimfähigkeit des Pollens sowohl bei den einzelnen Blüten als auch bei verschiedenen Individuen einer Sorte und von Jahr zu Jahr und je nach Standort innerhalb gewisser Grenzen schwankt (WENTWORTH 64, 65, ROH 53, BRANSCHIEDT 3). Nach BRANSCHIEDT sind die sich in den verschiedenen Jahren zeigenden Schwankungen bei den schlechten Pollenbildnern größer als bei den guten. Das heute vorliegende sehr große Zahlenmaterial gestattet uns, die Apfelsorten hinsichtlich ihrer Pollenkeimfähigkeit in 2 Gruppen gliedern (vgl. Tabelle 1). Die eine Gruppe umfaßt die Sorten mit einem durchschnittlichen Keimprozent über 30%, Sorten, die im allgemeinen an sich zur Befruchtung anderer Sorten geeignet sind und als gute Pollenbildner bezeichnet werden; in der anderen Gruppe finden sich Sorten, deren durchschnittliches Pollenkeimprozent im allgemeinen 30% nicht übersteigt, vielfach sogar noch wesentlich unter dieser Grenzzahl liegt. Diese schlechten Pollenbildner haben in allen Fällen, in denen sie im Bestäubungsversuch Verwendung fanden, nur

einen geringen, wirtschaftlich nicht befriedigenden Ertrag an Früchten bewirkt, die in der Regel nur eine verhältnismäßig niedrige Zahl voll entwickelter Kerne aufweisen. So lieferten die Befruchtungsversuche in Wädenswil (KOBEL 37) bei Verwendung von Pollen eines guten Pollenbildners einen durchschnittlichen Fruchtansatz von 13%, bei Verwendung von Pollen schlechter Pollenbildner nur einen Fruchtansatz von 1,5%. Auch die zahlreichen Versuche HOWLETTs an Apfelsorten ergaben ein für die Bewertung der schlechten Pollenbildner interessantes und wertvolles Zahlenmaterial. Die zur Bestäubung verwendeten schlechten Pollenbildner brachten im Durchschnitt nur einen wenig über 1% liegenden Fruchtertrag. Die schlechten Pollenbildner sind demnach zur Befruchtung anderer Apfelsorten ungeeignet. Beim Vergleich von Pollensorten, die im Durchschnitt nur ein mittleres Keimprozent (Keimfähigkeit 30—60%) aufweisen, mit Sorten, deren Pollen sich im allgemeinen durch ein hohes bis sehr hohes Keimvermögen (Keimfähigkeit 80—100%) auszeichnet, kam KOBEL (37) im Bestäubungsversuch zu dem Ergebnis, daß sich die ersteren als ebenso wertvoll für die Befruchtung erwiesen wie die letzteren. In den Vereinigten Staaten von Amerika hat man der Frage der relativen Bewertung der Sorten als Pollenspender große Aufmerksamkeit geschenkt. Die in verschiedenen Staaten an einem meist sehr umfangreichen Blütenmaterial durchgeführten Versuche sind fast ausnahmslos zu dem Ergebnis gekommen, daß auch bei den guten Pollenbildnern hinsichtlich ihrer Befruchtungswirkung gegenüber den einzelnen Sorten Unterschiede bestehen, die schließlich im Fruchtertrag und im Kerngehalt der Früchte zum Ausdruck kommen. Diese Unterschiede sind vielfach so groß, daß man ihnen auch praktische Bedeutung beimißt. Wir werden demnach die heute wohl ziemlich allgemein verbreitete Ansicht, daß die in wiederholten Pollenkeimprüfungen als gute Pollenbildner erkannten Apfelsorten zur Befruchtung anderer Sorten brauchbar sind, für die in Deutschland angebaute Sorten in mehrjährigen, möglichst an verschiedenen Örtlichkeiten durchgeführten Versuchen eingehend prüfen müssen. Diese Ansicht mag zur vorläufigen allgemeinen Orientierung gelten. Die bisher in Deutschland erarbeiteten Versuchsergebnisse bieten noch nicht die sichere Grundlage, um zu der Bewertungsfrage im einzelnen bestimmte Stellungnahmen zu können.

Durch die Untersuchungen von SHOEMAKER 58), KOBEL (33, 35, 36), RYBIN (55), NEBEL

(44a u. b), CRANE u. LAWRENCE (8), DARLINGTON u. MOFFET (10), GORCZYNSKI (24), HEILBORN (25) haben wir einen Einblick in die Vorgänge und Ursachen erhalten, die bei Äpfeln ebenso wie bei Birnen die Bildung minderwertigen Pollens bei den sog. schlechten Pollenbildnern zur Folge haben. Die Mehrzahl der Apfelsorten weist den diploiden Chromosomensatz $2n = 34$ auf; daneben kennen wir aber auch Sorten mit dem triploiden Chromosomensatz $2n = 51$. Während bei den diploiden Sorten die der Pollenbildung vorausgehenden Reifeteilungen der Pollenmutterzellen im allgemeinen ohne Störungen in einem größeren Ausmaße verlaufen, ergeben sich bei den triploiden Sorten Unregelmäßigkeiten, die sich z. T. schon frühzeitig an den Pollenmutterzellen selbst zeigen und deren Degeneration zur Folge haben, z. T. sich erst bei der heterotypen und homiootypen Teilung hinsichtlich der Chromosomenpaarung, ihrer Verteilung und ihrer Rückwanderung nach den Polen bemerkbar machen und zur Entstehung von Pollenkörnern mit sehr verschiedenen Chromosomensätzen führen. Diese werden von der Normalzahl $n = 17$ in der Regel abweichen und häufig erheblich höher, z. T. erheblich niedriger sein. Aus der Pollenmutterzelle entstehen unter diesen Verhältnissen vielfach Tetraden mit mehr als 4 Pollenkörnern, die dann stets von ungleicher Größe sind, darunter auch ausgesprochene Riesen- und Zwergkörner; viele dieser abnormchromosomigen, meist schon in ihrer Größe, z. T. auch in ihrem Bau voneinander abweichenden Pollenkörner sind nicht lebensfähig und bereits abgestorben (geschrumpfte, taube Pollenkörner), wenn die Antheren sich öffnen. Die übrigen erweisen sich z. T. als nicht keimfähig oder zeigen nur eine geringe Keimkraft. Bei den diploiden Apfelsorten hingegen finden wir in der Regel viergliedrige Pollentetraden und Pollenkörner mit der gleichen Chromosomenzahl. Der Pollen dieser Sorten zeigt normal gute bis sehr gute Keimfähigkeit, die triploiden Sorten sind allgemein durch ein niedriges Pollenkeimprozent gekennzeichnet, das cytologisch bedingt ist (KOBEL 38, CRANE u. LAWRENCE 8). Diese Form der Sterilität wird daher nach KOBEL als cytologisch bedingte Pollensterilität bezeichnet.

KOBEL (38) hat noch auf einen besonderen Fall von Pollensterilität beim Apfel hingewiesen, der bisher nur bei der Schweizer Mostsorte Tobiasler von ihm beobachtet wurde. Diese diploide Sorte weist auch unter günstigen Entwicklungsverhältnissen Pollen mit einem hohen Anteil verkrüppelter Körner auf. Da cytolo-

gisch bedingte und durch mangelhafte Ernährung verursachte Sterilität nicht in Frage kommen kann, hält KOBEL für diese Sorte faktoriell bedingte Pollensterilität für wahrscheinlich.

In gleichem Sinne nimmt HEILBORN (26) zu der auch bei anderen diploiden Apfelsorten in verschiedenem Grade, doch bei der einzelnen Sorte in ziemlich konstantem Ausmaße nachweisbaren Pollensterilität, die sich auch unabhängig von Außenfaktoren zeigt, Stellung. Er ist der Ansicht, daß dieser Erscheinung letale Genkombinationen zugrunde liegen.

b) Beschaffenheit des weiblichen Geschlechtsapparates.

Während zahlreiche cytologische Arbeiten über die Pollenentwicklung diploider und triploider Apfelsorten vorliegen, in denen ein umfangreiches Tatsachenmaterial zur Begründung der cytologischen Bedingtheit der Pollensterilität triploider Apfel- und Birnensorten behandelt ist, sind erst in jüngster Zeit auch eingehende Untersuchungen über die entsprechenden Entwicklungsvorgänge im weiblichen Geschlechtsapparat bei einigen Apfelsorten durchgeführt worden. Nach STEINEGGER (59) scheinen bei triploiden Sorten (Schöner von Boskop und Gravensteiner) Störungen der Entwicklung im Verlaufe der Reifeteilungen der Embryosackmutterzelle und der weiteren zur Bildung der Eizelle führenden Teilungen des primären Embryosackkerns ziemlich häufig zu sein. Das regelmäßige und verbreitete Vorkommen der von KOBEL für triploide Apfel- und Birnensorten angenommenen cytologisch bedingten Sterilität des weiblichen Geschlechtsapparates hält STEINEGGER wenigstens hinsichtlich der Äpfel für erwiesen. ELSSMANN und v. VEH (15, 61) konnten bei den an zahlreichen Blüten der Sorte Schöner von Boskop vorgenommenen Untersuchungen den Nachweis der von KOBEL vermuteten Störungen nicht erbringen, so daß weitere Untersuchungen zu dieser Frage erwünscht sind. Jedenfalls muß man die Tatsache, daß sich in den Früchten triploider Apfel- und Birnensorten im allgemeinen eine nur geringe Zahl vollentwickelter Kerne vorfindet, bzw. der Anteil inhaltsarmer und tauber Kerne am Gesamtkerngehalt der Früchte verhältnismäßig hoch ist, nicht unbedingt als Zeichen einer auf cytologischen Verhältnissen beruhenden Sterilität ansehen.

DORSEY (11) glaubt nachgewiesen zu haben, daß wenigstens bei gewissen Apfelsorten (Arkansas, York) auch die Ernährung auf die voll-

kommene Ausbildung und damit auf die Funktionsfähigkeit des Embryosacks Einfluß hat.

c) *Intersterilität.*

Die physiologisch bedingte Sterilität, die in der bei den meisten Kern- und Steinobstarten festgestellten Selbststerilität — soweit nicht durch cytologisch bedingte Pollensterilität verursacht — in Erscheinung tritt, ist außerdem in Form der Intersterilität bei Steinobst vielfach nachgewiesen und insbesondere bei Kirschen verbreitet. Bei Äpfeln scheint Intersterilität ebenso wie bei Birnen keine größere Rolle zu spielen. So berichteten MARSHALL u. Mitarb. (41), daß sie im Verlaufe achtjähriger Bestäubungsversuche in Michigan Intersterilität bei Äpfeln nicht feststellen konnten. Auch WELLINGTON u. Mitarb. (63) bemerken, daß im Verlaufe der seit Jahren in New York laufenden Versuche ausgesprochene Intersterilität (crossincompatibility) bei Apfelsorten nicht beobachtet wurde. E. JOHANSSON (30) kommt in Schweden auf Grund der Ergebnisse mehrjähriger Kreuzbestäubungsversuche gleichfalls zu der Ansicht, daß Intersterilität bei Äpfeln selten ist. Auch die seit 1928 in Weihenstephan laufenden Versuche haben bisher keinen Fall von Intersterilität bei Äpfeln ergeben¹. Um Unklarheiten auszuschalten, muß hier betont werden, daß überall da von Intersterilität nicht gesprochen werden kann, wo zur Fremdbestäubung Pollen einer triploiden Sorte bzw. Pollen mit geringer Keimkraft Verwendung fand. In der einschlägigen Literatur ist das leider vielfach nicht beachtet worden. Bei Nichtberücksichtigung der bisher zu Unrecht als intersteril bezeichneten Kombinationen zeigt sich in der Tat, daß Intersterilität bei Äpfeln offenbar eine seltene Ausnahme ist. EINSET (13), der die in der amerikanischen Literatur vermerkten Fälle von Intersterilität nachprüfte, konnte nur die von AUCHTER und SCHRADER berichtete Unverträglichkeit von Grimes Golden (als Vater) und Arkansas (als Mutter) bestätigen. Auch HOWLETT (28) kam hinsichtlich dieser Kombination zu demselben Ergebnis. Außerdem hat dieser Autor in Übereinstimmung mit Overholser und

Overley bei der Sorte Delicious und der als Knospenmutation aus dieser hervorgegangenen Sorte Starking reziproke Intersterilität gefunden und für die hinsichtlich ihrer Abstammung ebenfalls einander sehr nahe stehenden Sorten Rome Beauty und Gallia Beauty (Gallia Beauty ist nach GOURLEY und ELLENWOOD ein Sämling von Rome Beauty) dasselbe Ergebnis berichtet. Allerdings ist die Intersterilität der zuletzt genannten zwei Sorten nicht vollkommen. Sie bewegt sich innerhalb der bei Selbstbestäubung gewonnenen Ertragswerte. E. JOHANSSON (30) hat in zweijährigen Bestäubungsversuchen an Ribston Pepping mit Pollen von Cox' Pomona so gut wie keinen Fruchtausatz erzielt und Intersterilität für diese Kombination wahrscheinlich gemacht. Wir wissen aber aus eigenen Erfahrungen, daß negative Ergebnisse bei triploiden Sorten mit besonderer Vorsicht zu beurteilen sind. Daß die von JOHANSSON gleichfalls durchgeführte reziproke Kreuzung der beiden Sorten fast das gleiche Ergebnis lieferte, ist deshalb nicht verwunderlich, weil bei Ribston Pepping als triploider Sorte cytologisch bedingte Pollensterilität vorliegt. Im übrigen bestehen auch zwischen diesen beiden Sorten engere verwandtschaftliche Beziehungen, da Cox' Pomona ein Abkömmling von Ribston Pepping ist. Ob außerdem die Sorten Allington und Cox' Orangenrenette, wie es nach den vorläufigen Versuchsergebnissen den Anschein hat, reziprok intersteril sind, bedarf auch nach Ansicht JOHANSSONs noch weiterer Klärung. OVERHOLSER und OVERLEY (47) haben schließlich außer für Starking noch für die Sorten Richard und Skottwell, beide Knospenmutationen von Delicious, nachgewiesen, daß sie mit Delicious und untereinander intersteril sind.

Die bisher bei Äpfeln festliegenden Fälle von Intersterilität betreffen demnach fast ausnahmslos solche Sorten, bei denen engste verwandtschaftliche Beziehungen vorliegen. Da erwiesen ist, daß Intersterilität auf denselben erblich bedingten Ursachen wie die Selbststerilität beruht, kann diese Feststellung nicht weiter verwunderlich sein. In Anbetracht der außerordentlich zahlreichen Kreuzbestäubungen, die im Verlaufe der letzten Jahrzehnte in und außerhalb Deutschlands durchgeführt wurden, ist die Zahl der erwiesenen Fälle von Intersterilität bei Äpfeln sehr gering. Die von BRANSCHIEDT auf Grund von Pollenkeimungsuntersuchungen vermutete Intersterilität zwischen Schöner von Boskop und Landsberger Renette besteht nach den Versuchsergebnissen KOBELs (37), die durch eigene noch nicht veröffentlichte Versuche des

¹ In einer eben kürzlich im Landw. Jahrb. d. Schweiz 48, 741 (1934) erschienenen Arbeit, betitelt: „Die Befruchtungsverhältnisse von Apfel- und Birnsorten und der Nachweis von Intersterilität bei denselben“, bringen F. KOBEL und P. STEINEGGER den Nachweis der Intersterilität für folgende Apfelkreuzungen: Berner Rosenapfel × Parker's Pepping und Parker's Pepping × Berner Rosenapfel; Oetwiler Renette × Oberrieder Glanzrenette. Weiter auf diese Arbeit einzugehen, war leider nicht mehr möglich.

Ref. bestätigt sind, nicht. Nun hat allerdings BRANSCHIEDT (4) gezeigt, daß die Sorte Landsberger Renette in zwei verschiedenen Formen vertreten ist, die absolute Keimfähigkeit des Pollens der einen Form liegt immer unter 50%, während die andere eine sehr hohe Pollenkeimfähigkeit aufweist. In Bestäubungsversuchen, die BRANSCHIEDT mit diesen beiden Formen an einem Baum der Sorte Schöner von Boskop durchführte, wurde mit dem Pollen der zweiten Form ein Fruchtertrag von 13,3% mit 3,6% Kernen erzielt, der Pollen der anderen Form versagte. Es ist demnach nicht unwahrscheinlich, daß wenigstens diese eine Form der Landsberger Renette mit Schöner von Boskop intersteril ist. Aber auch der von KOBEL (37) angegebene Fall von Intersterilität zwischen Weißer Klarapfel ♀ × Croncels ♂ fand in Versuchen des Ref. keine Bestätigung. In zwei Versuchsjahren, in denen diese Kreuzbestäubung zur Ausführung kam, ergab sich übereinstimmend ein sehr hoher Fruchtertrag von 41,9 bzw. 40,8%.

II. Schlußfolgerungen für den praktischen Obstbau.

Die vorstehenden Ausführungen zeigen, daß die Äpfel selbststeril sind. Diese Selbststerilität ist allerdings bei vielen Sorten weniger stark ausgeprägt, so daß sie auch bei ausschließlicher Bestäubung der Blüten mit sorteneigenem Pollen einen begrenzten Fruchtersatz liefern (Pseudofertilität). Dieser dürfte aber im allgemeinen nie einem Vollertrag entsprechen. Parthenokarpie und Parthenogenese spielen nach unseren heutigen Kenntnissen keine wesentliche Rolle für das Fruchten der Äpfel. Vollerträge werden wir daher nur dann erwarten dürfen, wenn Fremdbestäubung und Fremdbefruchtung der Sorten in hinreichendem Maße ermöglicht ist. Die Gewähr für eine wirksame Fremdbefruchtung ist allerdings nur bei Sorten gegeben, die durch gute Beschaffenheit und Keimfähigkeit ihres Pollens ausgezeichnet sind (= diploide Sorten). Gruppe A der Tabelle 1 umfaßt solche Sorten.

In einer Pflanzung sind demnach immer mindestens zwei Sorten zu vereinigen. Dabei ist Voraussetzung, daß beide gute Pollenbildner sind und ihre Blütezeit hinreichend zusammenfällt. Die Anordnung in der Pflanzung kann dann z. B. so sein, daß auf 2 oder 3 Reihen der einen Sorte 1, 2 oder 3 Reihen der anderen im Wechsel folgen, oder man ordnet die zweite Sorte in die Pflanzung so ein, daß jeder dritte oder vierte Baum jeder dritten Reihe ihr zugehört.

Da viele Apfelsorten einen ziemlich regelmäßigen Rhythmus zwischen einem Blüte- und Tragjahr und einem Ruhejahr zeigen, manche sich aber in dieser Beziehung anders verhalten, erscheint es zweckmäßig, sich nicht auf 2 Sorten zu beschränken, damit eine ausgiebige Bestäubung und wirksame Befruchtung der Blüten möglichst in allen Jahren gewährleistet ist.

Bei der Anlage von Pflanzungen ist schließlich auch zu berücksichtigen, daß nicht alle Sorten im gleichen Alter zum Blühen und Fruchten kommen.

Ist eine der Sorten triploid und hat infolgedessen minderwertigen Pollen, dann sind mindestens 3 Sorten in eine Pflanzung hereinzunehmen.

Alle diploiden Sorten dürften in der Regel als Pollenspender brauchbar sein und einen guten Fruchtersatz gewährleisten. Auf Intersterilität beruhende Mißerfolge sind im allgemeinen nicht zu befürchten, da diese Erscheinung offenbar bei Äpfeln eine seltene Ausnahme ist. Unter den in Deutschland angebauten Sorten wurde Intersterilität bisher nur für die Kombination Ribston Pepping ♀ × Cox' Pomona ♂ wahrscheinlich gemacht.

Den Bienen kommt als Vermittlern der Bestäubung eine ganz überragende Bedeutung zu. Daher ist der Bienenhaltung von jedem Obstbauer die gebührende Aufmerksamkeit zu schenken.

Tabelle 1.

Zusammenstellung von Apfelsorten nach Beschaffenheit und Keimfähigkeit des Pollens.

A. Sorten mit hinreichender bis sehr guter Keimfähigkeit des Pollens:

Gute Pollenbildner.

Keimfähigkeit: 31—100%.

Adams Parmäne	
Adersleber Kalvill	P d
Akerö	d
Alexander	d
Allington	d
Amerikanischer Schneeapfel (Fameuse)	d
Ananasrenette	P
Anna Stina	
Annie Elisabeth	d
Antonowka	P d
Apfel aus Lunow	d
Arvidsapfel	
Bananenapfel (Winter Banana)	d
Baumanns Renette	d
Belyi nalif.	d
Ben Davis	d
Berner Rosenapfel	d
Bismarckapfel	
Boikenapfel	
Borovinka	
Bough Sweet	

Cellini	<i>P d</i>	Muskatrenette	<i>d</i>
Champagner-Renette	<i>d</i>	Neuer englischer Taubenapfel	
Charlamowsky (Duchess of Oldenburg)	<i>P d</i>	Newton Wonder	<i>d</i>
Charles Ross		Oberdiecks Renette	<i>d</i>
Cortland		Ökna lökapple	
Cox' Orangenrenette	<i>d</i>	Ontarioapfel	<i>d</i>
Cox' Pomona	<i>d</i>	Oranie	<i>d</i>
Croncels	<i>d</i>	Orleansrenette	<i>P d</i>
Danziger Kantapfel	<i>d</i>	Parkers Pepping	<i>P</i>
Deans Küchenapfel		Peasgoods Sondergleichen	<i>P</i>
Delicious	<i>d</i>	Pewaukee	
Doberaner Renette (Doberaner Borsdorferrenette)		Pfirsichroter Sommerapfel	<i>d</i>
Edelborsdorfer		Prinzenapfel	
Edward VII		Purpurroter Cousinot	
Eldröd Pigeon		Rival	<i>d</i>
Ernst Bosch		Rome Beauty	<i>d</i>
Esopus Spitzenburg	<i>d</i>	Rosmarin	
Fiessers Erstling		Roter Astrachan	<i>d</i>
Filippa		Roter Bellefleur	
Fraas' Sommerkalvill	<i>P</i>	Roter Herbstkalvill	
Freiherr von Berlepsch		Roter Jungfernapfel	<i>d</i>
Früher Viktoriaapfel (Early Victoria)	<i>d</i>	Rote Sternrenette	
Gano		Roter Stettiner	<i>d</i>
Geheimrat Oldenburg	<i>d</i>	Roter Trierer Weinapfel	
Gelber Bellefleur (Yellow Bellflower)	<i>d</i>	Roter Winterkalvill	
Gelber Edelapfel (Golden noble)		Rote Winterrenette	<i>d</i>
Gelber Richard	<i>d</i>	Roter Wintertaubenapfel	
Gloria Mundi		Säfstaholm	<i>d</i>
Golden Russet	<i>d</i>	Schöner aus Bath	<i>d</i>
Goldparmäne	<i>P d</i>	Schöner aus Nordhausen	
Grahams Jubiläumsapfel		Schöner aus Pontoise	<i>P</i>
Grimes Goldpepping (Grime's Golden)	<i>d</i>	Signe Tillisch	
Großherzog Friedrich	<i>d</i>	Skovfoged	
Hagedornapfel (Hawthornden)		Sommergewürzapfel	<i>d</i>
Hällonäpple från Holowaus		Sommerparmäne	
Hampus	<i>d</i>	Späher des Nordens (Northern Spy)	<i>d</i>
Hörningsholmapfel		Sparreholm	
Hornsberg		Spätblühender Taffetapfel	<i>d</i>
Irischer Pfirsichapfel (Irish Peach)	<i>P d</i>	St. Lawrence	
James Grieve		Sturmer Pepping	
Jonathan	<i>d</i>	Suislepper	<i>d</i>
Kaiser Alexander		Titowka	<i>d</i>
Kantil Sinap	<i>d</i>	Tolman Sweet	
Kasseler Renette	<i>d</i>	Transparente Blanche (White Transparent).	
Kentish Codlin	<i>d</i>	Ullerud	
Keswickers Küchenapfel	<i>d</i>	Vaterapfel ohne Kern	<i>P</i>
Klarapfel	<i>P d</i>	Virginischer Rosenapfel	
Kleiner Langstiel		Wagener	<i>d</i>
Königinapfel (The Queen)		Wealthy	<i>d</i>
Königlicher Kurzstiel		Weidners Goldrenette	<i>d</i>
Kronprinz Rudolf		Weißer Astrachan	<i>d</i>
Landsberger Renette		Weißer Rosmarin	<i>d</i>
Lanes Prinz Albert	<i>d</i>	Weißer Winterkalvill	<i>P</i>
Langtons Sondergleichen		Wellington	<i>d</i>
Lesans Calville	<i>d</i>	Wintertaffetapfel	
London Pepping	<i>d</i>	Winesap ¹	<i>d</i>
Lord Derby	<i>d</i>	Wolf River	<i>d</i>
Lord Grosvenor	<i>d</i>	Worcester Parmäne	<i>d</i>
Lord Suffield	<i>P</i>	Yellow Newton	<i>d</i>
Mac Intosh	<i>d</i>	Yellow Transparent	
Macoun	<i>d</i>	York Imperial	
Maglemer		Zuccalmaglios Renette	<i>d</i>
Manks Apfel (Manks Codlin)	<i>d</i>	Zwanzig Unzenapfel (Twenty Ounce)	<i>d</i>
Maiden Blush			
Medina	<i>d</i>		
Melba			
Melonenapfel			
Menigasker			
Minister von Hammerstein	<i>d</i>		

¹ Der Pollen dieser Sorte zeigt nach WELLINGTON und Mitarbeiter (63) ein außergewöhnliches Verhalten insofern, als er in Form kompakter Massen in den Pollenfächern der teilweise geöffneten Antheren verbleibt. Seine Übertragung durch Insekten ist daher sehr erschwert.

B. Sorten mit mangelhafter Keimfähigkeit des Pollens:

Schlechte Pollenbildner.

Keimfähigkeit: 0—30 %.

Arkansas	tr
Baldwin	P tr
Beutelsbacher Rambur	
Blenheimer Goldrenette	tr
Bohnapfel	P tr
Bramleys Sämling	tr
Brünnerling	
Coulons Renette	
Crimson Beauty (Scarlet Pippin)	tr
Crimson Bramley	tr
Damasonrenette	tr
Frösåker	
Geflammtter Kardinal	P
Granatapfel	
Gravensteiner (in seinen verschiedenen Formen)	P tr
Graue Herbstrenette	P
Graue französische Renette	
Harberts Renette	tr
Hausmütterchen	
Henze's Gravensteiner	tr
Jakob Lebel	tr
Kaiser Wilhelm	
Kalmar Glasapfel	
Kanadarenette	P tr
King	tr
Lohrer Rambur	
Lütticher Ananaskalvill	
Nonpareil (Roxbury Russet)	tr
Osnabrücker Renette	
Pollinger Klosterapfel	
Rhode Island Greening	tr
Ribston Pepping	tr
Riesenboikenapfel	
Rossviks-Apfel	
Roter Eiserapfel	tr
Schöner aus Boskop	tr
Schmidtbergers Renette	
Stark	tr
Stayman Winesap	tr
Stäfner Rosenapfel	tr
Tompkins King	tr
Warners King	tr
Welschisner	
Winterrambur (Rhein. Winterrambur, Teuringer Winterrambur)	
Winterzitroneapfel	tr

Bei der Zusammenstellung fanden Berücksichtigung die Arbeiten von BACKER, BRANSCHIEDT, BRITAIN, CRANE und LAWRENCE, DARLINGTON und MOFFET, ELSSMAN, FLORIN, HEILBORN, JOHANSSON, KOBEL, NEBEL, PASSECKER, REINECKE, SCHANDERL und ZIEGLER-BRANSCHIEDT. In das Verzeichnis sind nur Sorten aufgenommen, deren Pollenkeimfähigkeit von wenigstens zwei Forschern mit übereinstimmenden Ergebnissen untersucht ist.

Zeichenerklärung.

P = Neigung zu Jungferfruchtigkeit beobachtet,
d = durch cytologische Untersuchung als diploid festgestellt,
tr = durch cytologische Untersuchung als triploid festgestellt.

Literatur.

1. BACKER, T.: Nogle Undersøgelser af Pollen og Befrugtuingsforholdene hos Aebler. Tidsskr. for Planteavl. 34, 348 (1928).
2. BEAUMONT, J. H.: The course of pollen tube growth in the apple. Minnesota Univ. Stud. Biol. Sci. 1927.
3. BRANSCHIEDT, P.: Die Befruchtungsverhältnisse beim Obst und bei der Rebe. Gartenbauwiss. 2, 158 (1929).
4. BRANSCHIEDT, P.: Weitere Beiträge zur Frage der Fertilitätsverhältnisse bei Kern- und Steinobstsorten. Gartenbauwiss. 7, 546 (1933).
5. BRITAIN, W. H.: Apple pollination studies in the Annapolis valley. Dom. of Canada. Dept. of Agric. Bull. 162, N. S. (1928—1932), 1933.
6. CHITTENDEN, F. J.: Contributions from the Wisley Laboratory XXI. — Pollinations in orchards. — III. Self-fruitfulness and selfsterility in apples. J. Roy. Hort. Soc. 1914.
7. COOPER, J. R.: The behaviour of pollen tubes in self and cross pollination. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 25 (1928).
8. CRANE, M. B., and W. J. C. LAWRENCE: Genetical and cytological aspects of incompatibility and sterility in cultivated fruits. J. Pom. and Hort. Sci. 7, 276 (1929).
9. CRANE, M. B., and W. J. C. LAWRENCE: Studies in sterility. Report and proceedings. IX. Intern. Hortic. Congress. London 1930.
10. DARLINGTON, C. D., and A. A. MOFFET: Primary and secondary chromosome balance in Pyrus. J. Genet. 22, 129 (1930).
11. DORSEY, M. J.: The relation between embryosac development and the set of fruit in the apple. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 26, 56 (1929).
12. EAST, E. M., and J. B. PARK: Studies on self-sterility. I. The behaviour of self-sterile plants. Genetics 2, 505 (1917).
13. EINSET, O.: Cross-unfruitfulness in the apple. N. Y. Sta. Agr. Exp. Sta. Techn. Bul. 159 (1930).
14. ELSSMAN, E.: Über Bedingungen eines guten Blüten- und Fruchtaussetzes bei unseren Obstbäumen und die Keimfähigkeit ihres Pollens. Geisenh. Mitt. Obst- u. Gartenbau 39, 17 (1924).
15. ELSSMAN, E., u. v. VEH, R.: Beiträge zur Frage nach den Befruchtungsverhältnissen der für Deutschland wirtschaftlich wertvollsten Kern-, Stein- und Beerenobstsorten. I. Nachweis der Reduktionsteilung im weiblichen Archespor von Malus (bei der Sorte „Schöner von Boskop“). Gartenbauwiss. 6, 54 (1931).
16. EWERT, R.: Blütenbiologie und Tragbarkeit unserer Obstbäume. Landw. Jb. 35, 259 (1906).
17. EWERT, R.: Die Parthenokarpie oder Jungferfruchtigkeit der Obstbäume und ihre Bedeutung für den Obstbau. Berlin: P. Parey 1907.
18. EWERT, R.: Neuere Untersuchungen über Parthenokarpie bei Obstbäumen und einigen anderen fruchttragenden Gewächsen. Landw. Jb. 38, 767 (1909).
19. EWERT, R.: Blüten und Früchten der insektenblütigen Garten- und Feldfrüchte unter dem Einfluß der Bienezucht. Neudamm 1929.
20. FLORIN, R.: Zur Kenntnis der Fertilität und partiellen Sterilität des Pollens bei Apfel- und Birnensorten. Acta Horti Berg. 7, 1 (1920).
21. FLORIN, R.: Om sterilitet hos svenska frukt-sorter. Svering. Pom. Fören. Arsskrift 21 (1920).

22. FLORIN, R.: Biologiska undersökningar av frukträd. IV. Sverig. Pom. Fören. Arsskrift **22** (1921).
23. FLORIN, R.: Pollen production and incompatibilities in apples and pears. Mem. Hort. Soc. New York **3**, 87 (1927).
24. GORCZYNSKI, T.: Zytologische Analyse einiger Pollenentwicklungsvorgänge bei der Apfelsorte „Schöner von Boskop“. Acta Soc. Bot. Polon. Vol. XI, 1 (1934).
25. HEILBORN, O.: Zytologische Studien über Pollensterilität von Apfelsorten. Svensk. Bot. Tidsk. **22**, 185 (1928).
26. HEILBORN, O.: Lethal gene-combinations and pollen sterility in diploid apple varieties. Hereditas **16**, 1 (1932).
27. HOWLETT, F. S.: Further experiments on the relativ self-fruitfulness of apple varieties. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **26**, 49 (1930).
28. HOWLETT, F. S.: Self- and cross-pollination studies of apple varieties, particularly Rome Beauty and Gallia Beauty. J. Agricult. Res. **47**, 52 (1933).
29. JOHANSSON, E.: Undersökningar av pollens beskaffenhet hos fruktsorter. Sver. Pom. Fören. Arsskr. **16** (1929).
30. JOHANSSON, E.: Blombiologiska försök med frukträd vid Alnarp 1926—1930. Sver. Pom. Fören. Arsskr. **23** (1931).
31. KNIGHT, L. J.: Physiological aspects of self sterility of the apple. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **15**, 101 (1918).
32. KOBEL, F.: Die Keimfähigkeit des Pollens einiger wichtiger Apfel- und Birnensorten und die Form der gegenseitigen Befruchtungsfähigkeit dieser Sorten. Landw. Jb. (Schweiz) **1924**.
33. KOBEL, F.: Ursachen und Folgen der teilweisen Pollensterilität verschiedener Apfel- und Birnensorten. Landw. Jb. (Schweiz) **1926**.
34. KOBEL, F.: Untersuchungen über die Keimfähigkeit des Pollens unserer wichtigsten Stein- und Kernobstsorten mit einem Überblick über die Befruchtungsverhältnisse derselben. Landw. Jb. (Schweiz) **1926**.
35. KOBEL, F.: Die zytologischen Ursachen der partiellen Pollensterilität bei Apfel- und Birnensorten. Arch. der Julius Klaus-Stiftung für Vererbungsforsch. u. a. **2**, 39 (1926).
36. KOBEL, F.: Zytologische Untersuchungen an Prunoideen und Pomoideen. Arch. der Julius Klaus-Stiftung für Vererbungsforsch. u. a. **3**, 1 (1927).
37. KOBEL, F.: Befruchtungsversuche mit Apfelsorten. Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau **1931**.
38. KOBEL, F.: Lehrbuch des Obstbaues auf physiologischer Grundlage. Berlin: Springer **1931**.
39. KOSTINA, K. F.: Experiments on self-pollination of fruit trees. J. Gouv. Bot. Gard. Nikita, Yalta, Crimea, **9**, 53 (1927).
40. KOSTINA, K. F.: Self pollination of fruit trees. J. Gov. Bot. Gard. Nikita, Yalta, Crimea, **10**, 1 (1928).
41. MARSHALL, R. E., S. JOHNSTON, H. D. HOOTMAN and H. M. WELLS: The pollination of orchard fruits in Michigan. Spec. Bul. Agr. Exp. Sta. Michigan **188** (1929).
42. MURNEEK, A. E., W. W. YOCUM and E. N. MC CUBBIN: Apple pollination investigations. Agr. Exp. Sta. Univ. Missouri, Res. Bul. **138** (1930).
43. MURNEEK, A. E.: Apple pollination. An evaluation of methods and pollenizers. Agr. Exp. Sta. Univ. Missouri. Res. Bul. **175** (1932).
44. NEBEL, B.: a) Über einige Obstkreuzungen aus dem Jahre 1929 und zur Zytologie von Malus II. Züchter **1**, 209 (1929). b) Zur Cytologie von Malus und Vitis. Gartenbauwiss. **1**, 549 (1929).
45. NEBEL, B. R.: Recent findings in the cytology of fruits (cytology of pyrus III). Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **27**, 406 (1930).
46. OSTERWALDER, A.: Blütenbiologie, Embryologie und Entwicklung der Frucht unserer Kernobstbäume. Landw. Jb. **39**, 917 (1910).
47. OVERHOLSER, E. L., and E. L. OVERLEY: Pollination of certain apple bud sports in North Central Washington. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **28**, 74 (1931).
48. PASSECKER, F.: Untersuchungen über die Fertilität des Pollens von Kern- und Steinobstsorten. Fortschr. Landw. **2**, 37 (1927).
49. PASSECKER, F.: Kann man aus der Keimfähigkeit des Pollens in Zuckerlösung auf dessen Tauglichkeit zur Befruchtung schließen? Gartenbauwiss. **3**, 201 (1930).
50. RAWES, A. N.: Pollination in orchards. V. Summary of apple pollination investigations. J. Roy. Hort. Soc. **47** (1922).
51. REINECKE, O. S. H.: Field and laboratory studies of the pollination requirements of varieties of deciduous fruit trees grown in South Africa. Univ. South Africa, Sci. Bul. **9** (1930).
52. ROBERTS, R. H.: Apple physiology: growth, composition and fruiting responses in apple trees. Wisconsin Stat. Res. Bul. **68** (1922).
53. ROH, L. M.: Über die Keimfähigkeit und Fertilität des Pollens bei verschiedenen Obstbäumen. 1925—1928. Arbeit. Mleew. Gartenbau-Versuchsstation Mleew. Sekt. f. Obstbau **14** (1929).
54. ROH, L. M.: Über die Befruchtungsverhältnisse bei verschiedenen Obstbäumen. Arbeit. Mleew. Gartenbau-Versuchsstation, Sekt. f. Obstbau **15** (1929).
55. RYBIN, V. A.: On the number of chromosomes observed in the somatic and reduction division of the cultivated apple in connection with pollen sterility of some of its varieties. Bull. appl. Bot. **17**, 102 (1927).
56. SCHANDERL, H.: Untersuchungen über die Befruchtungsverhältnisse bei Stein- und Kernobst in Westdeutschland. Gartenbauwiss. **6**, 196 (1932).
57. SCHANDERL, H.: Die Befruchtungsverhältnisse bei unseren Obstsorten. I. Die Befruchtungsverhältnisse unserer Birnensorten. Züchter **6**, 6 (1934).
58. SHOEMAKER, J. S.: Pollen development in apple with special reference to chromosome behaviour. Bot. Gaz. **81**, 148 (1926).
59. STEINEGGER, P.: Cytologisch bedingte Ei- und Zygotensterilität bei triploiden Apfelsorten. Ber. Schweiz. Bot. Ges. **42**, 285 (1933).
60. SUTTON, J.: Reports on tests of self sterility in plums, cherries and apples at the John Innes Horticultural Institution. J. Genet. **7**, 281 (1918).
61. v. VEH, R.: Beiträge zur Frage nach den Befruchtungsverhältnissen der für Deutschland wertvollsten Kern-, Stein- und Beerenobstsorten. II. Entwicklungsgeschichtlich-cytologische Untersuchung der Samenanlagen der Apfelsorte „Schöner von Boskop“. Gartenbauwiss. **8**, 146 (1933).

62. WAITE, B. M.: The pollination of the pomaceous fruits. Yearbook Dept. Agr. Washington 1898.

63. WELLINGTON, R., A. B. STOUT, O. EINSET and L. M. VAN ALSTYNE: Pollination of fruit trees. N. Y. Agr. Exp. Sta. Bul. 577 (1929).

64. WENTWORTH, S. W.: Relative effectiveness

of apple pollen from vigorous and weak trees as determined by the spur unit method. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 25, 149 (1928).

65. WENTWORTH, S. W.: Further evidence of the variability of apple pollen as determined by the spur-unit method. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 26, 43 (1929).

(Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung, Müncheberg, Mark.)

Versuche über Photoperiodismus bei südamerikanischen Kartoffelklonen.

Von J. Hackbarth.

Seitdem GARNER und ALLARD im Jahre 1920 nachwiesen, daß die Tageslänge die Entwicklung vieler Pflanzen ausschlaggebend beeinflussen kann, ist eine große Anzahl von Versuchen angestellt worden, die diese Frage weitgehend geklärt haben. Sie haben zu einer Einteilung der Pflanzen in Kurztag-, tagneutrale und Langtagformen geführt. Bald tauchte auch der Gedanke auf, ob innerhalb einer Art, deren Verbreitung sich über Gebiete mit verschiedenen Tageslängen erstreckt, verschieden reagierende Formen vorkommen können, d. h. mit anderen Worten, ob eine direkte Proportionalität zwischen geographischer Breite des Herkunftsortes und photoperiodischer Reaktion besteht. Zur Klarstellung dieser Verhältnisse bei Kartoffeln sollen in der Hauptsache die Versuche beitragen, die im folgenden besprochen werden¹. Das Material, das mir hierfür von Herrn Dr. SCHICK überlassen wurde, ist von ihm und Prof. E. BAUR während einer halbjährigen Reise durch den südamerikanischen Kontinent gesammelt worden. Die Reise erstreckte sich auf das Gebiet zwischen dem 42. Grad südlicher und dem 5. Grad nördlicher Breite. Hauptsächlich wurden Kartoffeln der andinen Gebiete in Bolivien, Peru, Ecuador und Kolumbien gesammelt. Dazu kommt Material von *Solanum tuberosum* von der Insel Chiloé. Aus der großen Anzahl der Klone wurden etwa 50 aus den verschiedensten Breiten ausgewählt, um so einen Querschnitt durch den ganzen Kontinent zu erhalten. Zur Untersuchung gelangten in der Hauptsache Formen von *Sol. andigenum* und *Sol. tuberosum*. Nebenbei wurden noch einige andere Arten geprüft.

In der *Literatur* finden sich bereits einige Arbeiten, die sich mit diesem Problem auf experimenteller Grundlage befassen. Es soll hier nur

¹ Die Versuche wurden ermöglicht durch die Gewährung eines Forschungsstipendiums und Bewilligung von Sachkrediten seitens der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, der Verf. dafür zu großem Dank verpflichtet ist.

auf solche näher eingegangen werden, die eine Anzahl verschiedener Herkünfte einer Art behandeln, also einen möglichst großen Teil der ganzen Variationsbreite berücksichtigen. Als die umfassendsten sind die Versuche von RASUMOV und DOROSHENKO zu erwähnen (4, 5). Diese Autoren bezogen in ihre Untersuchungen in der Hauptsache Getreide und Leguminosenarten ein. Bei Gerste, *Triticum durum*, Hafer, Roggen und Bohnen ergaben sich klare Beziehungen zwischen der photoperiodischen Reaktion im Versuch und der Tageslänge des Herkunftsortes. Die Hirse, eine ausgesprochene Kurztagpflanze, verhielt sich nicht immer ganz eindeutig, so daß sich ebenso wie bei Erbsen, weitere Versuche als notwendig erwiesen haben. RUDORF (11) baute Sommerweizen aus Gebieten mit verschiedener Tageslänge einmal in Argentinien und ein zweites Mal in Deutschland an. Die Sorten verhielten sich im allgemeinen so, wie es ihrer Herkunft nach zu erwarten war. Bei Zwiebeln und einigen tropischen Gewächsen konnte McCLELAND (2) eine positive Beziehung zur geographischen Breite des Herkunftsortes nachweisen, das gleiche gelang DARROW und WALDO (3) bei Erdbeeren.

Untersuchungen über die photoperiodische Reaktion von Kartoffeln sind ebenfalls von russischen Forschern angestellt worden. RASUMOV (10) kommt auf Grund der bisherigen Ergebnisse zu der Ansicht, daß die Varietäten von *Sol. tuberosum* tagneutral und diejenigen von *Sol. andigenum* mehr oder weniger Kurztagformen sind. *Sol. demissum* und *Sol. acaule* dagegen werden als reine Kurztagtypen angesehen.

Bevor ich auf die Ergebnisse der eigenen Versuche eingehe, halte ich es für zweckmäßig, einige Angaben über die *Versuchstechnik* einzuschalten. Im allgemeinen wird es sich in unseren Breiten um eine Verkürzung der Tageslänge handeln, nur bei Prüfung von Pflanzenarten aus dem höheren Norden käme eine Verlängerung in Frage, die sich durch elektrische Zusatzbe-