

(1947). — 9. RICHARDS, B. L.: Pathogenicity of *Corticium vagum* on the potato as affected by soil temperature. *J. agricult. Res.* **21**, 459—483 (1921). — 10. RICHARDS, B. L.: Further studies on the pathogenicity of *Corticium vagum* on the potato as affected by soil temperature. *J. agricult. Res.* **23**, 761—770 (1923). — 11. SCHLEUSENER: Was lehren uns die Kartoffelkrankheiten des Jahres 1943. *Mitt. f. d. Landw.* **59**, 141 bis 143 (1944). — 12. STÖRMER, I.: Versuche zur Bekämpfung von Schorf und *Rhizoctonia* bei der Kartoffel durch

quecksilberhaltige Dünge- und Beizmittel. *Nachr. Schädlingsbekämpfung* **13**, 45—55 (1938). — 13. STÖRMER, I.: Weitere Versuchsergebnisse bei der Bekämpfung des Kartoffelschorfes und der *Rhizoctonia solani*. *Nachr. Schädlingsbekämpfung* **14**, 57—65 (1939). — 14. STÖRMER und EBEL, MARIE: *Rhizoctonia*-Bekämpfungsversuche. *Mitt. f. d. Landw.* **59**, 352—353 (1944). — 15. STÖRMER, I.: Maßnahmen zur Gesundheitspflege bei Pflanzkartoffeln. *Mitt. f. d. Landw.* **58**, 475—478 (1943).

Befruchtungsbiologische Untersuchungen an Südtiroler Apfelsorten.

Von K. W. ZANON.

Mit 3 Textabbildungen.

In Anbetracht der Wichtigkeit einer genauen Kenntnis der Blüten- und Befruchtungsbiologie der Obstgewächse und der Tatsache, daß bis heute das Verhalten der einheimischen Südtiroler Apfelsorten (80% des Südtiroler Obstbaumbestandes sind Apfelbäume!) unter sich und mit den eingeführten Sorten bis auf einen Beitrag von BACH (1928) gänzlich unerforscht geblieben ist, habe ich mich im Jahre 1947 entschlossen, eine Serie systematischer Untersuchungen zu beginnen, um diese fühlbare Lücke zu schließen.

Dem großzügigen Entgegenkommen der DOBLHOF'schen Gutsverwaltung, Meran, verdanke ich es, wenn ich meine Versuche in den rationell angepflanzten und gepflegten Obstanlagen dieses Betriebes, der etwa 40 ha Kulturgrund auf einer Meereshöhe von 325 m ü. d. M. umfaßt, durchführen konnte.

Das vorhandene Sortiment umfaßte folgende Apfelsorten:

1. Ananas Renette, 2. Champagner Renette, 3. Champion, 4. Goldparmäne, 5. Gravensteiner, 6. Jonathan, 7. Kalterer Böhmer, 8. Kanada Renette, 9. Köstlicher, 10. Rome Beauty (Morgenduft), 11. Spitzleder, 12. Wagener, 13. Weißer Rosmarin, 14. Winesap.

Wir setzten uns zum Ziel, folgende miteinander verbundene Fragen zu klären:

1. Blühdauer und Blühverlauf der einzelnen Sorten.
2. Keimfähigkeit und Keimkraft des Pollens der verschiedenen Sorten.
3. Sterilität, Unverträglichkeit, bzw. Verträglichkeit verschiedener Kreuzungen, Ermittlung der geeignetsten Befruchtungspartner, Feststellung eventueller Neigung zur Selbstfruchtbarkeit oder von Metaxenien.

Leider waren die uns zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel sehr beschränkt, so daß wir nicht alle möglichen Kreuzungen der erwähnten 14 Sorten vornehmen konnten. Der ursprünglich festgesetzte Versuchsplan mußte außerdem, infolge außergewöhnlich ungünstiger Witterungsverhältnisse während der Blütezeit (starker Wind und Regen!), welche einen Teil des Hüllmaterials versehrte, noch nachträglich reduziert werden. Trotz all dieser Schwierigkeiten, konnten wir 26 verschiedene Kreuzungen der wichtigsten Sorten, außer den dazugehörigen Kontrollen und einigen summarischen Untersuchungen über die Selbststerilität, erfolgreich durchführen. Zur Gewährleistung der Richtigkeit der erzielten Ergebnisse und der größeren Vollständigkeit halber ist es vorgesehen,

diese Versuche in den folgenden Jahren zu wiederholen und auch auf andere Kombinationen auszuweiten.

1. Die Beobachtungen über Blühdauer und Blühverlauf.

Für die vorgesehenen 14 Sorten wurde die Aufblühzeit der ersten Blütenknospen, der Zeitpunkt der Vollblüte und die Beendigung der Blüte in den Obstanlagen des Doblhof-Gutes ermittelt.

Da diese Beobachtungen sich nur auf ein einziges Jahr (1948) und bei ganz wenigen Sorten auf zwei Jahre (1947—1948) erstrecken, können nachfolgende Angaben allerdings nur annähernd die relative Blütezeit (d. h. die Aufblühfolge u. den zeitlichen Abstand der Blüte der verschiedenen Sorten) charakterisieren, da sowohl diese als die Dauer der Blütezeit vom Witterungsverlauf, von der Wüchsigkeit und dem Gesundheitszustand des Baumes, von der Veredlung, vom Ausmaß der letzten Ernte und der gegenwärtigen Blüte, sowie von vielen anderen Faktoren beeinflusst wird.

Um wenigstens einen Teil dieser Fehlerquellen zu vermeiden, wurden möglichst gleichaltrige Bäume in denselben Standorts- und Kulturverhältnissen und mit derselben Baumform (Halbstamm) ausgewählt.

Die ermittelten Daten sind in der nachfolgenden Abb. 1 übersichtlich als Phänogramme graphisch dargestellt.

Auf Grund der Ergebnisse unserer Untersuchungen haben wir die Sorten in den folgenden drei Gruppen eingeteilt:

a) Frühblühend: Gravensteiner, Kalterer Böhmer.

b) Mit mittlerer Blütezeit: Ananas Renette, Champagner Renette, Champion, Goldparmäne, Jonathan, Kanada Renette, Köstlicher, Wagener, Weißer Rosmarin, Winesap.

c) Spätblühend: Rome Beauty, Spitzleder.

Bei einer genaueren Durchsicht der Phänogramme fällt es leicht auf, daß nicht nur weitaus die Mehrheit der untersuchten Apfelsorten ungefähr gleichzeitig blüht und eine mittlere Blütezeit aufweist, sondern daß selbst Sorten, die zwei angrenzenden, und sogar der I. und III. Gruppe angehören, sich in ihrer Blüte genügend überdecken, um die gegenseitige Bestäubung in ausreichendem Maße zu gewährleisten.

Die Dauer der Blüte schwankte von 17—29 Tagen, am kürzesten war sie bei der Sorte „Goldparmäne“,

Länge, gar oft gekrümmt, gewunden, verrunzelt. Diese Beobachtungen stimmen völlig mit jenen von KOBEL, PASSECKER und anderen überein und bestätigen die von ihnen aufgefundene Korrelation zwischen Pollenbild, Chromosomenzahl und Keimfähigkeit. Ungenügende Keimfähigkeit wiesen nur die drei bereits zytologisch erforschten triploiden Sorten auf.

3. Untersuchungen über die Selbststerilität, Interfertilität und Ermittlung der geeigneten Pollenspender.

Da das zur Verfügung stehende Einbeutelungsmaterial für die Durchführung von Befruchtungsversuchen an allen vorhandenen Sorten nicht ausreichte, wählten wir unter diesen 7 Sorten aus, die am reichlichsten Blütenknospen angesetzt hatten und welche wir für unsere Zwecke für die wichtigsten hielten. Auf diesen nahmen wir uns vor, die Befruchtungsverhältnisse (Selbst- und Kreuzungsverträglichkeit bzw. Selbstfruchtbarkeit) zu untersuchen, ihre geeignetsten Pollenspender zu ermitteln und eventuell auftretende Karpoxyenien festzustellen. Unser Leitgedanke war dabei, vor allem das Verhalten unserer wertvollen einheimischen Sorte „Kalterer Böhmer“ (welche in der Obstgegend von Meran bis Schländers 60% des Apfelbaumbestandes darstellt) gründlich kennen zu lernen. Zu diesem Zwecke wurde diese Sorte nicht nur mit sich selbst und mit verschiedenen anderen Sorten bestäubt, sondern auch zur Befruchtung sämtlicher übrigen 6 Sorten verwendet. Alle Versuchsbäume waren als Halbstamm gezogen, auf Wildling veredelt und möglichst in denselben Standorts- und Kulturverhältnissen.

Die zur Untersuchung angewandte Methodik war folgende: Einige Tage vor Blühbeginn der Frühblüher (Gravensteiner, Kalterer Böhmer) hüllten wir eine gewisse Anzahl von Blütenzweigen mit Säckchen aus starkem, regenfestem Papier (Größe ungefähr 23×40 cm) ein. Für jede vorgesehene Kreuzung und Selbstung suchten wir etwa 1000 Blütenknospen (20—30 Säckchen), jedenfalls wenn möglich, nicht weniger als 200 zu isolieren. Gleichzeitig wurden die isolierten Zweige mit nummerierten Holzetiketten gekennzeichnet und in einem Protokollheft registriert.

Etwa einen Tag vor dem vorgesehenen Aufblühen in ähnlicher aber freier Lage (wir konnten bemerken, daß die künstlichen Temperatur- und Transpirationsverhältnisse in den Säckchen das Vortreiben der Blüte um etwa einen Tag bewirken) entfernten wir vorsichtig die Hüllen und nahmen die Bestäubung aller isolierten Blüten vor. Danach wurden die Zweige wiederum eingebeutelert. Vor dem Wiederanbringen der Säckchen zählten wir aber die Blüten und verzeichneten die Zahl im Register. Wir haben die Zählung nach der Bestäubung jener von einigen Verfassern empfohlenen vorher vorgenommenen vorgezogen, da beim Abnehmen und Anbringen der Säckchen und auch bei der Bestäubung selbst, eine gelegentliche Beschädigung oder gar Abbrechen der Blüten unvermeidlich ist und somit in den meisten Fällen eine Nachzählung nötig wäre.

Bezüglich des Verfahrens bei der künstlichen Kreuzbestäubung, bedienen wir uns einer sehr einfachen und raschen und doch genügend genauen Methode.

Wir schnitten ganze Zweige der Bestäubersorten, die wir ebenfalls vorher eingebeutelert hatten, in voller Blüte und mit zahlreichen Blüten mit frisch geöffneten Antheren ab. Da nun die Staubbeutel sich nur tagsüber öffnen, kann man die Arbeit erst um 9—10 Uhr vormittags beginnen und muß sie kurz nach Sonnenuntergang beenden. Man brachte dann die Zweige zum Baum, wo die Bestäubung vorgenommen werden sollte, suchte Blüten mit aufgeplatzten Antheren aus, nahm jeweils eine zwischen dem Daumen und dem Zeigefinger der rechten Hand und strich sie sanft mehrmals über die zu bestäubenden Narben, bis sie den Großteil des reifen Pollens abgegeben hatten. Zur Übertragung des Blütenstaubes bedienten wir uns der Finger.

Etwas abweichend wurden die Selbstbestäubungen vorgenommen. Nach Öffnung der Säckchen beschränkten wir uns mit einem feinen Pinsel oder mit den Fingern von einer Blüte zur anderen zu fahren, dabei achtend, möglichst Staubbeutel und Narben zu berühren. Bei jedem Wechsel der Bestäubersorte mußten natürlich die Übertragungsorgane einer Sterilisierung mit 70%igem Alkohol unterworfen werden.

Bei jeder Versuchssorte haben wir eine Gruppe von Blüten für die Selbstbestäubung und 3—4 Gruppen für die Kreuzbestäubung vorgesehen. Es wurde auch darauf geachtet, die einzelnen Kreuzungen und Selbstungen auf mehrere Pflanzen und auf verschiedene Stellen auf demselben Baum zu verteilen; dies, um möglichst von Einflüssen des Einzelbaumes und Einzelstandortes freie Durchschnittswerte zu erhalten.

Neben den Selbst- und Kreuzbestäubungen mußten natürlich auch eine entsprechende Anzahl freier (nicht isolierter) Blütenzweige in ähnlicher Lage und ebenfalls gleichmäßig verteilt gekennzeichnet und deren Blüten gezählt und registriert werden, um später einen Vergleich mit dem Fruchtansatz aus der Bestäubung in natürlichen Verhältnissen zu ermöglichen.

Alles in allem haben wir 14.253 Blüten künstlich bestäubt und 30.943 Blüten gekennzeichnet und registriert.

Nach beendeter Blüte, wenn also eine Bestäubung mit fremdem Pollen mit Sicherheit ausgeschlossen werden konnte, rissen wir die Papierbeutel auf, dabei achtend, in keiner Weise die Fruchtknoten zu beschädigen. Den gebundenen Hals der Hülle beließen wir mit Absicht, da diese weißen Manschetten sich deutlich vom grünen und braunen Hintergrund des Baumes abheben und somit das Wiederauffinden der bearbeiteten Zweige anlässlich der Kontrollen während der Vegetation wesentlich erleichtern.

Eine erste Auszählung der angesetzten Früchtchen wurde etwa 3 Wochen nach Beendigung der Blüte und zwar am 10.—13. Mai vorgenommen.

Eine zweite Kontrollzählung folgte nach dem sogenannten „Junifall“ (der eigentlich in unserem bereits südlichen Charakter aufweisenden Klima schon Ende Mai beginnt). Sie sollte vor allem eine Sicherheitsmaßnahme sein. Nach diesem Zeitpunkt nämlich ist einerseits der natürliche Fruchtanfall sehr gering, andererseits nimmt aber, je mehr wir uns der Reife nähern, die Gefahr einer gewaltsamen Änderung der Resultate (und damit oft einer Annullierung der Versuche selbst) durch Diebstahl, Wind, Hagel, bestimmte Schädlinge usw. immer mehr zu. Die letzte Zählung wurde gleichzeitig mit dem Abernten der Früchte, also

bei der Baumreife, durchgeführt (25. 8. bis 5. 10.). Die bei den einzelnen Kontrollen ermittelten Zahlen wurden natürlich immer im eigenen Register eingetragen.

Die Früchte der einzelnen Kombinationen, bzw. Selbstungen, wurden gesondert geerntet. Für jede Gruppe wurden dann folgende Daten ermittelt:

- mittleres Fruchtgewicht in g,
- Zahl guter und hohler Samen pro Frucht,
- %-Satz tauber Samen.

karpe Früchte zuweilen ähnliche Samengebilde aufweisen. Doch es war mit den uns zur Verfügung stehenden Mitteln nicht möglich, diese beiden Erscheinungen wissenschaftlich exakt abzugrenzen. Da wir aber im ganzen nur 5 solcher kernloser Äpfel fanden, davon 2 zur Gänze samenlos und 3 mit größeren samenähnlichen Gebilden, glaube ich, daß wir uns dabei nicht allzuweit vom tatsächlichen Tatbestand entfernt haben.

Tabelle 1. *Ergebnisse der Befruchtungsversuche.*

Versuchsorte × Pollenspendersorte	Zahl der Blüten	Früchtchen I. Kontr.	Ansatz %	Früchte II. Kontr.	Ansatz %	Reife Früchte	Ansatz %
1. Kalterer Böhmer							
× sich selbst	2018	2	0,1	1	0,05	1	0,05
× Champion	1061	86	8	64	6	52	5
× Jonathan	1146	58	5	37	3	29	2,5
× Weißer Rosmarin	1193	88	7	67	6	60	5
fr. Kontrolläste	6290	312	5	280	4,5	229	4
2. Weißer Rosmarin							
× sich selbst	295	15	5	3	1	3	1
× Kalterer Böhmer	302	57	19	43	14	38	13
× Köstlicher	335	68	23	43	13	40	12
fr. Kontrolläste	1370	358	25	196	14	183	13
3. Köstlicher							
× sich selbst	888	30	3	20	2	16	2
× Kalterer Böhmer	928	172	18	127	14	112	12
× Goldparmäne	702	156	22	80	11	67	10
× Kanada Renette	372	8	2	5	1,3	3	1
× Champ. Renette	470	100	21	78	16	73	15
fr. Kontrolläste	2608	589	22	432	16	380	14
4. Jonathan							
× sich selbst	362	8	2	3	1	3	1
× Kalterer Böhmer	462	68	15	44	9	38	8
× Köstlicher	237	16	7	10	4	9	3,5
× Goldparmäne	208	35	17	17	8	15	7
fr. Kontrolläste	2283	316	14	145	6	130	6
5. Winesap							
× sich selbst	272	—	0	—	0	—	0
× Kalterer Böhmer	341	47	14	14	4	12	4
× Champ. Renette	152	48	31	7	5	6	4
fr. Kontrolläste	714	234	32	86	12	69	10
6. Spitzlederer							
× sich selbst	185	4	2	3	2	3	2
Kalterer Böhmer	107	9	9	8	8	7	7
× Rome Beauty	159	17	11	15	10	10	6
fr. Kontrolläste	947	93	10	90	10	67	7
7. Kanada Renette							
× sich selbst	473	5	1	1	0,2	0	0
× Kalterer Böhmer	740	109	15	44	6	31	4
× Wagener	754	78	11	42	6	22	3
× Köstlicher	279	6	2	0	0	—	0
fr. Kontrolläste	2478	94	4	33	1,3	13	0,6

Diese Elemente zusammen mit dem Fruchtansatz können ein ziemlich genaues Bild über den Befruchtungswert der zur Bestäubung verwendeten Apfelsorten geben.

Fehlten die Samen zur Gänze, nahmen wir an, daß es sich um Jungfernfrüchte handle, fanden wir hingegen in den Früchten ziemlich entwickelte samenartige Gebilde, schrieben wir sie der Scheinparthenokarpie (Degeneration der Zygoten oder der Embryonen nach der Befruchtung) zu. Diese Unterscheidung ist zwar nicht immer richtig, da auch partheno-

Leider konnten wir mit diesem Verfahren nicht die Parthenogenese berücksichtigen. Dazu wäre entweder die Kastration einer Anzahl von Blüten, oder aber die Prüfung der Nachkommenschaft aller erhaltener Samen nötig gewesen. Beides wäre kostspielig gewesen, letzteres hätte Jahre, wenn nicht Jahrzehnte in Anspruch genommen. Dabei wußten wir, daß die Apomixis beim Apfel außerordentlich selten ist (ja bis heute nur bei zwei Sorten einwandfrei nachgewiesen ist). Wir hielten es daher für zweckmäßig und vernünftig, auf den Nachweis eventuell vorhandener (und übrigen

unwahrscheinlicher) Neigung zur Parthenogenese zu verzichten. Damit wurde sicherlich der Wert unserer Untersuchungsergebnisse nicht herabgemindert.

Das im Register gesammelte Zahlenmaterial wurde zur Zusammenstellung zweier Tabellen ausgewertet:

b) In der zweiten Übersicht, die uns einen Vergleich des Befruchtungswertes der einzelnen Pollenspendersorten ermöglichen soll, habe ich den Prozentsatz der zur Reife gebrachten Früchte, die Zahl der vollen und tauben Samen pro Frucht, den Prozentsatz

Tabelle 2. Vergleichsübersicht über den Bestäubungserfolg.

Versuchsorte × Pollenspendersorte	Fruchtausatz %	Gute Samen		Hohle Samen	% Samen hohle Samen	Durchschnittl. Fruchtgewicht g
		je Frucht				
1. Kalterer Böhmer						
× sich selbst	0,05	1,00	1,00	50,0	60,00	
× Champion	5	6,95	0,10	1,4	73,50	
× Jonathan	2,50	6,80	0,35	4,9	60,00	
× Weißer Rosmarin	5	7,35	0,00	0,0	71,00	
fr. Kontrolläste	4	7,60	0,20	2,6	66,00	
2. Weißer Rosmarin						
× sich selbst	1	5,50	1,00	15,4	52,50	
× Kalterer Böhmer	13	6,85	0,10	1,4	53,00	
× Köstlicher	12	8,05	0,30	3,6	52,50	
fr. Kontrolläste	13	8,70	0,20	2,2*	67,50	
3. Köstlicher						
× sich selbst	2	4,00	0,36	8,2	53,85	
× Kalterer Böhmer	12	7,20	0,20	2,7	52,90	
× Goldparmäne	10	8,80	0,20	2,2	51,50	
× Kanada Renette	1	2,66	0,66	20,0	63,33	
× Champ. Renette	15	7,50	0,10	1,3	52,55	
fr. Kontrolläste	14	7,05	0,40	5,3	56,00	
4. Jonathan						
× sich selbst	1	3,33	0,00	0,0	68,33	
× Kalterer Böhmer	8	4,75	0,35	6,8	75,50	
Köstlicher	3,5	4,88	0,25	4,9	82,50	
× Goldparmäne	7	6,33	0,87	12,0	70,00	
fr. Kontrolläste	6	6,50	0,80	11,0	75,00	
5. Winesap						
× sich selbst	0	—	—	—	—	
× Kalterer Böhmer	4	5,25	1,50	22,2	96,25	
× Champsg. Renette	4	4,33	1,50	25,7	196,33	
fr. Kontrolläste	10	4,25	1,85	30,4	148,50	
5. Spitzleder						
× sich selbst	2	1,66	0,33	16,7	76,66	
× Kalterer Böhmer	7	5,29	0,57	9,7	72,85	
× Morgenduft - Rome Beauty	6	8,00	0,33	4,0	103,33	
fr. Kontrolläste	7	7,50	0,45	5,6	87,50	
7. Kanada Renette						
× sich selbst	0	—	—	—	—	
× Kalterer Böhmer	4	4,40	2,40	24,1	220,75	
× Wagener	3	4,05	1,90	31,9	141,50	
× Köstlicher	0	—	—	—	—	
fr. Kontrolläste	0,6	4,00	1,60	28,6	194,00	

Tabelle 3. Isolierungsversuche mit Apfelsorten.

Sorte	Zahl der Säckchen	Zahl der Früchte			Schlußfolgerung
		I. Kontrolle	II. Kontrolle	Ernte	
1. Champion	5	0	0	0	selbstunverträglich
2. Goldparmäne	10	4	2	0	
3. Rome Beauty	18	44	5	1	praktisch selbstunverträglich
4. Wagener	7	2	0	0	selbstunverträglich

a) In der ersten, die uns einen Begriff über den Verlauf des Fruchtausatzes und des Abfallens vermitteln sollte, habe ich für jede Kombination und Kontrollgruppe die Zahl der bestäubten Blüten, der angesetzten bei den drei Kontrollen gezählten Früchte und den entsprechenden prozentuellen Fruchtausatz angegeben.

hohler Samen und das durchschnittliche Fruchtgewicht in Gramm angeführt.

Außer diesen genauen Untersuchungen haben wir bei einer weiteren Gruppe von 4 Sorten (Champion, Goldparmäne, Rome Beauty und Wagener) summarische Beobachtungen über die Selbstunverträglichkeit angestellt.

Vor Blühbeginn wurde eine Anzahl von Blütenzweigen nach der vorher beschriebenen Methode eingehüllt und ohne jeglichen Eingriff (also ohne Zählung der Blüten und künstliche Bestäubung derselben) bis zur Beendigung der Blüte belassen.

Man könnte einwenden, daß, nachdem ein direkter Pollenüberträger (Insekten, Mensch...) fehlte, es nicht auszuschließen sei, daß der Pollen nicht in ausreichendem Maße auf die Narben zu gelangen vermöge, und daher ein geringerer Fruchtansatz die Folge sein könnte. Um diese Fehlerquelle nach Möglichkeit aufzuheben, haben wir während der Blüte öfters die isolierten Zweige geschüttelt (übrigens besorgt dies auch der Wind!). Durch Rütteln wird in ausgiebiger Menge Pollen von den Antheren abgegeben, der sich dann auf die Empfängernarben absetzen kann.

Gelegentlich der drei Kontrollen haben wir dann die angesetzten Früchte gezählt und registriert.

Die Ergebnisse sind in der vorstehenden Tabelle 3 übersichtlich zusammengestellt.

Besprechung der Ergebnisse und Schlußfolgerungen.

a) Ergebnisse der Selbstbestäubungen.

Das in den vorhergehenden Tabellen unter den eingangs geschilderten Versuchsbedingungen gewonnene Zahlenmaterial läßt klar ersehen, daß alle unsere Versuchssorten mehr oder weniger selbstunverträglich sind.

Dies trifft zur Gänze bei den Sorten Kanada Renette (Prozentsatz zur Reife gebrachter Früchte 0%), Winesap (0%) und Kalterer Böhmer (aus 2018 Blüten bildete sich eine einzige reife Frucht — 0,05%, die zudem in einem etwas beschädigten Säckchen angesetzt wurde).

Einen sehr hohen Grad der Selbstunverträglichkeit zeigten alle übrigen Sorten, welche bei der Ernte einen Ansatz von 1 + 2% (statt 6 + 15%, wie bei den interfertilen Kreuzbestäubungen) aufwiesen. Die wenigen autokarpen Früchte waren in der Regel auch kleiner an Gewicht und Größe als die xenogam entstandenen. Nur jene der Sorten Köstlicher und Weißer Rosmarin wiesen keine wesentlichen Unterschiede im Umfang auf. Die durch Selbstbestäubung entstandenen Äpfel zeichneten sich weiter durch einen niedrigeren Gehalt an normalen, vollen Samen und einen höheren Prozentsatz tauber Samen (mit Ausnahme

Eine einzige Frucht der Sorte Jonathan erwies sich als vollständig kernlos, und es konnte bereits aus ihrer Kleinheit und ihrer abweichenden Form geschlossen werden, daß es sich um eine Jungferfrucht handelte.

Wir müssen daher annehmen, daß die aus den Selbstbestäubungen sich entwickelnden Früchte auf eine Befruchtung mit dem sortengleichen Pollen zurückzuführen ist. Die betreffenden Sorten dürften also eine ganz schwach ausgebildete Fähigkeit zur Pseudofertilität besitzen. Eine apogame Entstehung dieser Früchte können wir wohl ohne weiteres ausschließen. Damit wäre die Annahme einiger Verfasser widerlegt, die behaupteten, daß die bei Selbstungsversuchen eventuell sich bildenden Früchte der induktiven Parthenokarpie zuzuschreiben sind, (wir fanden aber bei allen 27 autokarpen Äpfeln nur eine einzige Jungferfrucht!).

Die ungenügende Selbstverträglichkeit der Versuchssorten trat übrigens bereits bei der ersten Auszählung der Früchtchen im Mai klar zu Tage. Bereits zu jenem Zeitpunkt war der Ansatz einiger Sorten praktisch gleich Null und zwar Winesap = 0%, Kalterer Böhmer = 0,1%, während eine andere Gruppe von Sorten sehr niedrige Ansatzprozente aufwies (von 1 — 3%). Die einzige Sorte „Weißer Rosmarin“ erreichte anfangs einen Fruchtansatz von 5%. Der äußerst geringe Prozentsatz tatsächlich bis zur Reife verbliebener Äpfel erklärt sich mit einem relativ starken Abfallen im Laufe der Vegetationsperiode der autogam entstandenen Früchtchen, das meist die 50% überstieg und u. U. 80% (Weißer Rosmarin) und sogar 100% (Kanada Renette) erreichte. Bei den xenogamen Befruchtungen erreichten die Abfallprozente, bis auf vereinzelte Ausnahmen, nie 50% und schwankten in der Regel um 25—30%.

Ein ähnliches Verhalten zeigten auch die nur oberflächlich auf ihre Fähigkeit zur Selbstbefruchtung untersuchten vier Sorten. Drei davon, und zwar Champion, Goldparmäne, Wagener behielten keine einzige Frucht bis zur Reife, und hatten bereits bei der ersten Kontrolle gar keine oder nur ganz wenige Früchtchen angesetzt (2—4, was ungefähr 1½—2% entspricht).

Nur die Sorte Rome Beauty wies bei der ersten Auszählung 44 Früchtchen (gleich ungefähr 10%) auf, die aber alle bis auf eine, im Laufe des

Wachstums abfielen. Diese einzige erhaltene reife Frucht war gut entwickelt, von normaler Gestalt und enthielt 8 gute und 1 hohlen Samen. Unzweifelhaft ist dieser Apfel autogam entstanden, um so mehr als BOWMAN dieser Sorte eine gewisse Pseudofertilität zuerkennt. Doch selbst diese Pseudofertilität ist in unserer Klimalage so schwach wirksam, daß auch die Rome Beauty als eine praktisch selbststerile Sorte anzusehen ist.

Tabelle 4. *Samengehalt und taube Samen bei den Selbstungen, verglichen mit jenen der Kreuzungen.*

Sorte	Gute Samen je Frucht		% - Satz tauber Samen	
	autokarpe Früchte	xenokarpe Früchte	autokarpe Früchte	xenokarpe Früchte
Kalterer Böhmer .	1,00	6,80 ÷ 7,60	50,0	0 ÷ 4,9
Weißer Rosmarin	5,50	6,85 ÷ 8,70	15,4	1,4 ÷ 3,6
Köstlicher	4,00	7,05 ÷ 8,80	8,2	1,3 ÷ 5,3
Jonathan	3,33	4,75 ÷ 6,50	0,0	4,9 ÷ 12
Winesap	—	—	—	—
Spitzlederer . . .	1,66	5,29 ÷ 8,00	16,7	4,0 ÷ 9,7
Kanada Renette .	—	—	—	—

der Sorte Jonathan) aus, wie aus der beigefügten Tabelle 4 leicht zu ersehen ist.

Ist nun die Zahl normal ausgebildeter Samen in den Früchten der Selbstungen auch niedriger, so ist gänzliche Samenlosigkeit eine äußerst seltene Ausnahme.

b) Ergebnisse der Fremdbestäubungen.

Wir müssen nun die Ergebnisse der verschiedenen Kreuzbestäubungsversuche überprüfen, indem wir die einzelnen bestäubten Sorten der Reihe nach kurz besprechen werden.

1. **Kalterer Böhmer:** Diese Sorte erwies sich als völlig verträglich mit den Pollenspender-sorten Champion und Weißem Rosmarin, mit welchem ein ungefähr gleicher, besser sogar ein etwas höherer Fruchtansatz als bei der freien Bestäubung erzielt wurde (5% bei Bestäubung mit den erwähnten Sorten, 4% bei natürlicher Befruchtung). Partielle Interfertilität scheint jedoch bei der Sorte Jonathan vorzuliegen (Fruchtansatz beiläufig die Hälfte der völlig interfertilen Kombinationen 2,5%). Dieser Befund würde auch vom Prozentsatz hohler Samen (der bei den ersten zwei Kreuzungen von 0—1,4% schwankte und bei der Kreuzung Kalterer Böhmer × Jonathan 4,9% erreichte), sowie vom durchschnittlichen Fruchtgewicht (71—73,50 g bei den ersten zwei Kombinationen, 60,00 g bei der dritten) voll bestätigt. Übrigens war die geringe Befruchtungsfähigkeit der Sorte Jonathan gegenüber dem Kalterer Böhmer bereits bei der ersten Auszählung in Erscheinung getreten: der zu diesem Zeitpunkt errechnete prozentuelle Fruchtansatz war um etwa $\frac{1}{3}$ geringer, als bei den anderen Kombinationen. Zahlreiche Früchte dieser Kreuzung enthielten außerdem sehr wenige keimfähige Samen.

2. **Weißer Rosmarin:** Alle zur Bestäubung verwendeten Versuchssorten und zwar Kalterer Böhmer und Köstlicher, haben sich als gute Bestäuber bewährt. Die Ansatzprozentage hielten sich ungefähr in derselben Höhe wie bei den freien Kontrollzweigen (12—13%). Die Früchte waren normaler Größe und genügend mit guten, keimfähigen Samen versehen.

3. **Köstlicher:** Auch bei dieser Sorte bestätigte sich die Interfertilität aller diploiden Sortenkombinationen (× Kalterer Böhmer, × Goldparmäne, × Champagner Renette), deren Ansatzprozentage, Fruchtgewicht, Zahl guter Samen ungefähr den bei der freien Bestäubung erzielten entsprachen und lediglich innerhalb der Grenzen der Variabilität schwankten. Ein mit der triploiden Sorte „Kanada Renette“ durchgeführter Versuch bestätigte voll und ganz, auch für unsere Klimaverhältnisse, ihr ungenügendes Befruchtungsvermögen. Sowohl der anfängliche Fruchtansatz (2%), als der Prozentsatz reifer Früchte (1%), als auch die Zahl guter Kerne pro Frucht (2,66), war nicht nur wesentlich niedriger als bei den Bestäubungen mit diploiden Sorten (18—22%, 10—15%; 7,05 bis 8,80), sondern sogar um vieles schlechter als bei der Selbstbestäubung (3%; 2%; 4,00). Entsprechend höher war dagegen der Prozentsatz degenerierter, tauber Samen (20% bei der vorliegenden Kombination, 1,3—2,7% bei den diploiden Kreuzungen, 8,2% bei den autogam entstandenen Früchten). Eine dieser Früchte enthielt nur abnorme Samen (wahrscheinlich infolge Scheinparthenokarpie), eine weitere war zur Hälfte normal kernhaltig, während die andere Hälfte vollkommen samenlos war. Nur das durch-

schnittliche Fruchtgewicht hielt sich um etwa 10 g (—20%) höher: doch glaube ich nicht, daß diese Größenzunahme einer Beeinflussung des Pollens (Metaxenien) zuzuschreiben sei. Eher dürfte eine bessere, reichlichere Ernährung der Früchte infolge der geringen angesetzten Zahl, vorliegen. Die Beobachtung hingegen, daß die aus der Befruchtung mit Kalterer Böhmer Pollen erzielten Äpfel eine intensivere Rotfärbung zeigten, ließe auf eine Karpoxenie schließen.



Abb. 2. „Kalterer Böhmer“ fremdbestäubt.



Abb. 3. „Kalterer Böhmer“ selbstbestäubt.

4. **Jonathan:** Befriedigende Verträglichkeit haben wir bei der Bestäubung mit Kalterer Böhmer und Goldparmäne (Fruchtansatz 7—8%, das ist etwas mehr als bei der natürlichen Befruchtung, welche beiläufig 6% ausmachte) vorgefunden. Ein gewisser Grad von Unverträglichkeit scheint hingegen mit der Sorte Köstlicher vorzuliegen, welche einen etwa um die Hälfte niedrigeren Befruchtungswert (Ansatz 3½%) zeitigte, obwohl die Früchte eine normale Zahl voller Samen enthielten, ja sogar der Prozentsatz hohler Samen geringer und das durchschnittliche Fruchtgewicht merklich höher als bei den anderen Kombinationen war. Um ein abschließendes Urteil aussprechen zu können, wäre eine Wiederholung dieses Einzelversuches und die Nachprüfung der heurigen Ergebnisse unerlässlich.

Viele der aus der Befruchtung mit Goldparmäne-Pollen hervorgegangenen Früchte waren minderwertig (nur zur Marmeladeherstellung oder als Mostäpfel geeignet) und enthielten eine hohe Anzahl tauber Samen (12%). Auch hier wären weitere Untersuchungen am Platze, um klarzustellen, ob dieser Umstand auf einen Einfluß des Pollenspenders oder auf andere Ursachen (Variabilität, Stellung der betreffenden Zweige auf den Baum usw.) zurückzuführen ist.

Charakteristisch ist für die Sorte Jonathan ein starkes Abfallen der Früchtchen in der ersten Wachstumsperiode (50% und mehr bei Bestäubung mit den Sorten Köstlicher, Goldparmäne und bei freien Kontrollen, 40% bei der Kreuzung mit Kalterer Böhmer).

5. *Winesap*: Das erste was uns bei der Durchsicht des diese Sorte betreffenden Zahlenmaterials auffällt, ist der sehr hohe Prozentsatz hohler Samen sowohl bei den verschiedenen Kombinationen, als bei den frei bestäubten Kontrollen: 22–30%! Das ist der beste Beweis, daß diese Sorte in hohem Maße zytologische Sterilität und vielleicht auch Letalgene aufweist. Es war wohl eigentlich zu erwarten, da *Winesap* eine triploide Sorte ist, aber es freut einen stets, wenn eine theoretische Annahme sich auch in der Praxis als richtig erweist.

Die künstliche Bestäubung mit Pollen von Kalterer Böhmer und Champagner Renette ergab eine ziemlich niedrigere Fruchtbarkeit als die Anwachswerte der frei bestäubten Kontrollzweige: 4%, statt 10%. Dies könnte auf den Umstand zurückzuführen sein, daß uns nur wenige Bäume dieser Sorte zur Verfügung standen und deshalb die gleichmäßige Verteilung der einzelnen Versuchsgruppen nicht immer möglich war. Außerdem zwangen uns oft technische Gründe, dünne Zweige für die Isolierungsversuche und stärkere Äste für die freien Kontrollen zu verwenden.

Ein Apfel der Kombination *Winesap* × Champagner Renette erwies sich als pseudoparthenokarp, da er nur zwei größere Samenansätze aufwies.

Bemerkenswert ist weiter der verhältnismäßig starke Junifall (70–80%).

6. *Spitzleder*: Sowohl die Bestäubung mit Kalterer Böhmer, als jene mit *Rome Beauty* und die freie Bestäubung erzielte ungefähr gleiche Ergebnisse (6–7%).

Der ungefähr doppelt so hohe Prozentsatz tauber Samen (9,7% statt 4–5%) und die Entstehung einer kernlosen (parthenokarpen) Frucht bei der Bestäubung mit Kalterer Böhmer, glaube ich damit erklären zu können, daß der *Spitzleder* ein ausgesprochener Spätblüher ist und ungefähr 10 Tage nach dem Kalterer Böhmer blüht. Die als „Pollenpinsel“ benutzten Blüten enthielten daher nicht nur geringe Mengen Pollen (da die Mehrzahl der Antheren bereits geleert waren), sondern vermutlich auch weniger keimfähigen Pollen (nach v. ANGELI, ist der von „Nachzüglerblüten“ stammende Blütenstaub weniger vital!).

Das um ungefähr $\frac{1}{3}$ höhere Gewicht der aus der Kreuzung mit *Rome Beauty* sich entwickelnden Früchte, dürfte auf die günstigere Stellung derselben auf dem Baum zurückzuführen sein.

7. *Kanada Renette*: Verträglichkeit mit der *Kanada Renette* zeigten sowohl Kalterer Böhmer als Wagener, ja der Bestäubungserfolg war bei den künstlichen Bestäubungen günstiger als bei der freien.

Sicher bilden *Kanada Renette* und *Köstlicher* eine Intersterilitätsgruppe. Der betreffende Fruchtansatz war bereits am Anfang sehr gering (2%) und sank durch den Junifall auf Null (wahrscheinlich war der anfängliche Auswuchs einer provisorischen Parthenokarpie, die bei dieser Sorte nicht selten zu sein scheint, zuzuschreiben).

Auch diese Sorte, wie *Winesap*, ist durch einen sehr hohen Prozentsatz hohler und degenerierter Samen (24–32%) gekennzeichnet, der ihre triploide Konstitution und das Vorhandensein zytologischer Sterilität sowohl der männlichen und weiblichen Gameten als auch der Zygoten und abgeleiteten Gewebe aufdeckt.

Die Folge davon ist auch eine äußerst geringe Fruchtbarkeit: nur 0,6% der Kontrollblüten und 3–4% der künstlich befruchteten Blüten entwickelten sich zu reifen Früchten. Ich möchte weiterhin bemerken, daß ungefähr $\frac{1}{3}$ der Früchte, welche aus der Bestäubung mit Kalterer Böhmer entstanden sind, eine lokalisierte intensive Rotfärbung aufzeigten, die bei den anderen Früchten nicht zu bemerken war (die normale Färbung der Frucht ist gelblich-grün, höchstens mit ziegelfarbener Berostung). Es ist nicht unwahrscheinlich, daß ein Fall von Metaxenie vorliegt, um so mehr als auch andere Versuchsansteller über ähnliche Beobachtungen berichtet haben.

Unsere in Südtirol durchgeführten Versuche haben wiederum eindeutig gezeigt, daß man der neuerdings in Fachkreisen auftauchenden Meinung, nach welcher die Befruchtungsbioologie der Obstgewächse für die Praxis keine große Bedeutung hätte, nicht ohne weiteres zustimmen kann. So sind Fälle von Intersterilität beim Apfelbaum durchaus nicht so selten, wie vielfach angenommen wird. In der mir zugänglichen Literatur konnte ich bis heute 68 verschiedene intersterile Kombinationen und zwar sowohl triploider × diploider, als diploider × diploider Sorten ermitteln. Bei Bestäubung triploider Sorten mit verschiedenen Pollenspendern, mußte man sogar sehr oft Intersterilität feststellen (bei der *Kanada Renette* sind z. B. bis jetzt 12 unverträgliche Sorten bekannt, beim Gravensteiner meines Wissens 6). Noch häufiger sind die Fälle partieller Unverträglichkeit, die auch bedeutend geringere Erträge als vollverträgliche Sortenkombinationen liefern. Selbstverständlich sind dann triploide Sorten, infolge ihrer ungenügenden Pollenkeimfähigkeit, als Befruchtungspartner gänzlich ungeeignet.

Sowohl die Pollengüte als die Verträglichkeit (bzw. Intersterilität oder partielle Sterilität) der einzelnen Sortenkombinationen können also als wesentliche Faktoren die Ernte beeinflussen und somit letzten Endes über die Wirtschaftlichkeit des Obstbaues selbst entscheiden.

Zusammenfassung.

1. Alle 14 untersuchten Apfelsorten decken sich in ihrer Blütenzeit in genügendem Maße, um eine gegenseitige Befruchtung zu gewährleisten.

2. Nur drei triploide Sorten: Gravensteiner, *Kanada Renette*, *Winesap* zeigten eine gänzlich ungenügende Pollenkeimfähigkeit, während alle anderen Sorten (wahrscheinlich mit diploidem Chromosomensatz)

eine für die Befruchtung ausreichende Keimfähigkeit aufwiesen.

3. Alle Versuchssorten erwiesen sich als praktisch selbst-unverträglich. Es folgt daraus die Notwendigkeit, erprobte Pollenspender zusammenzupflanzen und die Bienenzucht zu fördern und zu pflegen.

4. Nicht alle Sorten eignen sich im selben Maße zur Bestäubung einer bestimmten Empfängersorte, obwohl die meisten Kreuzungen interfertil und Fälle völliger Intersterilität (Kreuzunverträglichkeit) selten sind.

Von den von uns durchgeführten Kreuzungen erwiesen sich

a) völlig interfertil

Kalterer Böhmer	×	Champion
Kalterer Böhmer	×	Weißer Rosmarin
Weißer Rosmarin	×	Kalterer Böhmer
Weißer Rosmarin	×	Köstlicher
Köstlicher	×	Kalterer Böhmer
Köstlicher	×	Goldparmäne
Köstlicher	×	Champagner Renette
Jonathan	×	Kalterer Böhmer
Jonathan	×	Goldparmäne
Winesap	×	Kalterer Böhmer
Winesap	×	Champagner Renette
Spitzlederer	×	Kalterer Böhmer
Spitzlederer	×	Rome Beauty
Kanada Renette	×	Kalterer Böhmer
Kanada Renette	×	Wagener

b) partiell interfertil ($\frac{1}{2}$ des normalen Ansatzes)

Kalterer Böhmer	×	Jonathan
Köstlicher	×	Kanada Renette (zytol. Steril.)
Jonathan	×	Köstlicher (bedarf einer Nachprüfung).

c) völlig intersteril

Kanada Renette	×	Köstlicher.
----------------	---	-------------

5. Weder die wirkliche Jungfernerfrüchtigkeit, noch die Scheinparthenokarpie, spielt bei den betreffenden Sorten und in den gegebenen ökologischen und kulturtechnischen Verhältnissen eine wesentliche Rolle.

Aus den über 30 000 Blüten entstanden nur je 1 parthenokarpe Frucht bei den Sorten:

Jonathan, Spitzlederer

je 1 pseudoparthenokarpe Frucht bei den Sorten:

Kanada Renette, Köstlicher, Winesap.

6. Das Vorhandensein von Karpoxenien, welche die mehr oder weniger starke Rotfärbung der Fruchthaut betreffen, ist nicht gänzlich von der Hand zu weisen. Jedenfalls würde die beobachtete intensivere Rotfärbung normal hellchaliger Sorten, wie Kanada Renette und Köstlicher, bei Bestäubung mit dem rotgefärbten Kalterer Böhmer dafür sprechen. Hingegen konnten wir in keiner Weise eine Beeinflussung komplexer Eigenschaften (Fruchtgewicht, Haltbarkeit, Geschmack, Fruchtform usw. . . .) feststellen.

Am Schluß meiner Ausführungen ist es mir eine angenehme Pflicht, allen jenen, die zum guten Gelingen der vorliegenden Versuche beigetragen haben, besonders jenen, welche finanzielle Hilfe gewährten, meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Literatur.

1. BACH, F.: Über die künstliche Kreuzung einiger wichtiger Apfelsorten. Gartenbauwiss. 1928/I, H. 4. —
2. BOWMAN, F. T.: The present state of research regarding pollination in fruit trees and the application of this research to fruit culture. Int. Gartb.-K. (1938). —
3. CRANE-LAWRENCE: Genetical and cytological aspects of incompatibility and sterility in cultivated fruits. J. Pomol. (1929). —
4. DE ANGELI, G.: Cause di sterilita nelle piante da frutto e nelle vite, Bull. 5 der Versuchsstat. f. Obst- u. Gartb. der Univ. Mailand (1939). —
5. KOBEL, FR.: Die verschiedenen Formen der Sterilität bei unseren Obstgewächsen. Zürich 1930. —
6. PASSECKER, FR.: Reiche Obsternten durch gute Befruchtung. Scholle-B., Wien 1947. —
7. RUDLOFF-SCHANDERL: Die Befruchtungsbiologie der Obstgewächse. Stuttgart 1941. —
8. SCHANDERL, H.: Die Befruchtungsverhältnisse bei unseren Obstsorten. Z. Zücht. (1934).

An der Nordostgrenze des Weinbaus.

Von C. REGEL, Zürich.

1. Einleitung.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß in den letzten Jahrzehnten die Pflanzenzucht und der Anbau von Kulturpflanzen in neuen, noch wenig erschlossenen Gegenden, ungeheure Fortschritte gemacht haben, größere als vielleicht im Laufe der letzten Jahrhunderte. Dort, wo früher von Ackerbau keine Rede war, wie z. B. im hohen Norden, wird jetzt ein solcher betrieben, Gemüse wird jenseits des Polarkreises angebaut, die Nordgrenze des Obstbaus hat sich weiter nach Norden verschoben, in den Trockengebieten werden jetzt alle Anstrengungen gemacht, um wertvolle Kulturpflanzen, die uns Nahrung oder Rohstoffe liefern können, anzubauen.

Zu den Pflanzen, deren Anbau nach Norden hin größeren Schwankungen unterworfen war und die sicher in Gegenden angebaut werden könnten, in denen sie jetzt nicht gebaut werden, gehört der Weinstock. Dieses bezieht sich vor allem auf dessen Nordost-

grenze in Europa, die Nordgrenze in Deutschland ist aus der Darstellung von HEGI, die auch eine Karte enthält, ersichtlich. Diese Nordgrenze, die bis nach Meißen hin reichte, ist seitdem stellenweise zurückgegangen, da bei den verbesserten Verkehrsbedingungen der Gegenwart der Anbau von Weinreben im Norden unwirtschaftlich geworden ist.

Der Weinbau kam in die Länder des Mittelmeeres während der Herrschaft der Römer, die ihn bis nach England verbreiteten (siehe HOOPS 1905). Dann breitete sich der Anbau nach Norden hin aus und reichte bis nach Ostpreußen, um dann aber wieder nach Süden zurückzugehen. Doch die Einführung neuer Sorten, die Züchtung frostbeständiger Reben, wie z. B. durch MITSCHURIN, machen den Anbau der Weinrebe in solchen Gegenden möglich, und sogar wirtschaftlich, in denen er bis jetzt überhaupt nicht betrieben wurde. Denn im Gegensatz zu den weiter im Süden gelegenen Gegenden sind die hier eingeführ-