Die Folgen der Bestäubung bei Obst- und Rebenblüten

Autor(en): **Müller-Thurgau, H.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse**

Band (Jahr): **13 (1903)**

Heft 13

PDF erstellt am: **30.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-13221

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

die von Millionen von Vögeln und den dort heimischen Nilpferden und Krokodilen bewohnt sind.

Die Barre bildet sich am Ufer des Flusses. Bei jedem Steigen desselben werden Stücke weggerissen, mit denen die Stämme starker Bäume (Salvadora, Balanites, Acacia) hinuntertreiben und sich zu einer festen Masse verfilzen. Nur schwer kann der dichte Filz mit Dynamit und Beil gesprengt werden. Emin Pascha hat dies 1878 erfahren. Während dreier Jahre war er infolge der Grasbarren von jeder Verbindung abgeschnitten. Noch heute muss die Post oberhalb Khartum, wo sie monatlich einmal verkehrt, oft umgeladen werden. Der blaue Nil ist ein fröhlicher Gebirgsstrom; der weisse Nil aber fliesst ruhig dahin und vermag die starke Barre, die etwa mit den schwimmenden Inseln einzelner Seen zu vergleichen wären, nicht mehr zu durchbrechen.

Die Folgen der Bestäubung bei Obst- und Rebenblüten

von Prof. Dr. **H. Müller-Thurgau** (Wädensweil).

In einem ersten Abschnitte des so betitelten Vortrages in der zürcherischen botanischen Gesellschaft suchte Verf. zunächst die Vorgänge bei der Bestäubung und Befruchtung scharf auseinander zu halten.

Dem zweiten Abschnitte:

Ursachen der Unfruchtbarkeit

sei Nachfolgendes entnommen:

Ausser dem Unterbleiben der Bestäubung haben noch verschiedene andere Umstände Unfruchtbarkeit der Blüten im Gefolge. So kann das Austreiben der Pollenkörner aus mehreren Ursachen unterbleiben. Anhaltende regnerische Witterung ist nicht nur der Uebertragung des Pollens hinderlich, sondern auch etwa auf die Narbe gelangte Pollenkörner platzen in der allzuverdünnten wässerigen Flüssigkeit leicht. Der Pollen von Apfelblüten erweist

sich hierbei empfindlicher als der von Birnblüten. Anderseits konnte ich schon öfters beobachten, dass bei anhaltender grosser Trockenheit und namentlich bei Föhn die Narben infolge des allgemeinen Wassermangels im Baume keine Flüssigkeit ausscheiden, wodurch natürlich auch das Keimen der Pollenkörner verhindert wird. Da unter solchen Umständen zudem die Narbenzellen rasch absterben, wird oft in wenigen Tagen die Unfruchtbarkeit einer grossen Zahl von Baumblüten herbeigeführt.

Unfruchtbarkeit kann ferner gefördert werden durch eine mangelhafte Keimfähigkeit des Pollens mancher Obstsorten. Entgegen der allgemeinen Anschauung, die Pollenkörner der Obstbäume seien sämtlich zur Befruchtung geeignet, fand ich bei verschiedenen Sorten bis zur Hälfte und bei einer bis 90% derselben zur Keimung unfähig. Es mag diese Erscheinung wohl dem Umstande zuzuschreiben sein, dass die neueren, grösstenteils zufällig gewonnenen Obstsorten meines Erachtens sämtlich Bastarde sind und dass die einseitig auf Grösse und Farbe der Frucht gerichtete Auswahl und forcierte Kultur ungünstig auf die übrigen Eigenschaften der Pflanzen einwirken kann. Vermögen solche Umstände aber einen Teil der Pollenkörner vollständig keimunfähig zu machen, so werden wahrscheinlich auch die keimfähigen Körner in gewissem Grade geschwächt und zur eigentlichen Befruchtung weniger geeignet sein.

Hieran reiht sich eine weitere Ursache der Unfruchtbarkeit. Es können gesunde keimungsfähige Pollenkörner auf normal beschaffene Narben gelangen und sie vermögen daselbst dennoch nicht zu keimen, weil sie hierzu einer anderen Beschaffenheit der Narbenflüssigkeit bedürfen. Dies trifft natürlich meist zu bei Pollen von Pflanzen anderer Arten, zumal verwandtschaftlich weit abstehender. Gerade dieses Verhalten verschiedenartigen Pollens auf den Narben mehr oder weniger nah verwandter Pflanzen zu untersuchen, zu bestimmen, welche Faktoren die Keimung oder dann das Eindringen der

Pollenschläuche verhindern, wäre sicher eine lohnende Aufgabe; vorläufig weiss man nur wenig darüber.

Bekanntlich ist bei vielen Pflanzen der Pollen einer Blüte auf der Narbe der gleichen Blüte oder einer anderen Blüte der gleichen Pflanze unwirksam, oder es findet wenigstens bei ausgeschlossener Fremdbestäubung keine Samenbildung statt. Es wäre nun von Interesse, das Schicksal der Pollenkörner in den verschiedenen Fällen unwirksamer Selbstbestäubung genau zu kennen; zu wissen, ob schon die Keimung unterbleibt oder ob die Pollenschläuche nicht in Narbe und Griffel eindringen oder endlich, ob dies alles geschieht, der Misserfolg aber erst bei der eigentlichen Befruchtung beginnt. Auch hierüber ist nur wenig bekannt. Bei meinen Versuchen war bei Birnblüten einige Male zu beobachten, wie die Schläuche des eigenen Pollens nicht in die Narbe eindrangen, sondern sich geradezu davon abwandten; doch bildete dies immerhin die Ausnahme und die Ursache der Selbststerilität dürfte wohl in den meisten Fällen erst beim Befruchtungsvorgang, d. h. bei der Verschmelzung der Kerne zur Geltung gelangen.

Unfruchtbarkeit kann auch durch einen abnormen Bau der Ovula verursacht werden. Ein instruktives Beispiel hierfür bietet die Rebsorte Aspirant, bei der die Samenknospen nur aus einem Integument und einem verkümmerten Kern bestehen.[1]) Dieser hängt in Form eines verschiedenartig gestalteten Sackes aus der weit geöffneten Mikropyle und enthält weder Embryosack noch Eizelle. Eine eigentliche Befruchtung ist damit ausgeschlossen und natürlich auch die Ausbildung von Samen. Da trotzdem die Beeren ein gewisses beschränktes Wachstum zeigen und vollkommen ausreifen, so bietet dieses Beispiel eben einen Beweis dafür, dass letztgenannte Vorgänge

---

[1]) Näheres hierüber, sowie über andere in diesem Vortrage behandelte Fragen enthält meine Abhandlung in dem landw. Jahrbuch der Schweiz. Abhängigkeit der Ausbildung der Traubenbeeren und einiger anderer Früchte von der Entwicklung der Samen. 1898 Seite 135—205 und Tafel I—IV.

auch ohne eigentliche Befruchtung stattfinden können.

Nicht allein abnormer anatomischer Bau wie im vorstehenden Falle, sondern auch sonstige mangelhafte Beschaffenheit der Ovula, wie sie z. B. durch ungünstige Ernährungsverhältnisse verursacht werden kann, vermag die Befruchtung zu verhindern. Ein beweisendes Beispiel hierfür bieten ebenfalls die Rebenblüten. Bekanntlich bleiben bei kalter Blütezeit viele Blüten unbefruchtet, sie fallen entweder bald ab, oder es bilden sich doch keine Samen aus und es entstehen dann kleine, kernlose Beeren. Diesem Uebelstande kann man nun vorbeugen, indem man die betreffenden Triebe vor dem Blühen unterhalb der Trauben ringelt. Da durch diesen Eingriff, der die Wegfuhr organischer Stoffe aus dem Zweige verhindert, ja nicht die Witterung verändert, sondern nur der Ernährungszustand der Blüten verbessert wird, so ist damit der Beweis geliefert, dass die kalte Witterung nicht direkt wirkt, sondern ungünstige Ernährungszustände der Blüten die eigentliche Ursache der Unfruchtbarkeit bilden. Und es lies sich gerade an diesen Vorgängen des sogenannten Durchfallens oder Abröhrens der Trauben der Beweis erbringen, dass dabei in erster Linie der Ernährungszustand des Pistills und speziell der Ovula in Betracht kommt. Handelt es sich in diesem Falle um eine Verhinderung der eigentlichen Befruchtungsvorgänge, so kann Unfruchtbarkeit im weiteren Sinne, d. h. ein Unterbleiben der Frucht- und Samenbildung gar nicht selten, auch noch nachträglich, nach vollzogener Befruchtung infolge Nahrungsmangels eintreten.

In letzter Linie möge als Ursache der Unfruchtbarkeit eine ungenügende Affinität der Geschlechtszellen angeführt sein, wobei alle auf die Bestäubung folgenden Vorgänge bis auf die Vereinigung der Sexualkerne in normaler Weise stattfinden, diese Vereinigung aber unterbleibt, oder doch nicht zur Bildung eines Embryos führt. Als Beispiel hierfür sei unter den Reben der «Grobriesling» angeführt, unter den Apfelsorten der «Vaterapfel ohne Kern». Uebrigens dürfte die weiterhin zu besprechende Selbst-

sterilität der Obstsorten zu einem grossen Teil hier einzureichen sein.

Nach diesen allgemeinen Darlegungen möge noch etwas näher auf das Verhalten der Reben- und Obstblüten eingetreten werden. Während bei den wildwachsenden Rebsorten neben Individuen mit Zwitterblüten auch solche mit männlichen Blüten vorkommen und ferner solche mit sogen. weiblichen Blüten, bei denen die Staubblätter verkümmert und die Pollenkörner zur Keimung unfähig sind, verwendet man zur Kultur mit unwesentlichen Ausnahmen natürlich nur Sorten mit Zwitterblüten und diese sind nach meinen Untersuchungen durchwegs selbstfertil, d. h. jede Blüte kann durch den eigenen Pollen mit Erfolg befruchtet werden.

Anders dagegen liegen die Verhältnisse bei den Obstbäumen. Schon seit langem weisen die Bienenzüchter darauf hin, dass unsere Apfel- und Birnbäume des Insektenbesuches bedürfen, um fruchtbar zu sein und dass an Zweigen, die man zur Blütezeit mit einer leichten Hülle umgibt, sich keine Früchte bilden. Genauer wurden diese Verhältnisse jedoch erst in neuerer Zeit und zwar besonders durch Waite untersucht.[1]) In den Vereinigten Staaten Nordamerikas werden häufig ausgedehnte Ländereien von vielen Hektaren mit nur einer einzigen Obstsorte angepflanzt. Bei dieser Pflanzart blieben nun gewisse Sorten wie z. B. Bartlett (= Williams Christbirne), trotzdem sie blühten, unfruchtbar. Die im Auftrage der Regierung vorgenommene Untersuchung ergab, dass die in den Vereinigten Staaten angebauten Birnsorten etwa zu ein Drittel selbststeril sind, d. h., dass die Blüten bei Selbstbestäubung keine Frucht bilden, gleichgültig ob der Pollen aus derselben Blüte oder aber aus einer anderen vom nämlichen Baume oder von einem anderen Baume der gleichen Sorte stammt. Bei Bestäubung mit Pollen von einer anderen Sorte erwiesen sie sich dagegen fruchtbar. Da die Bäume einer Obstsorte durch ungeschlechtliche Vermehrung (Veredlung)

[1]) The Pollination of pear flowers. Washington 1895.

von einem Individuum abstammen, ist die Gleichwertigkeit des Pollens aller Bäume der gleichen Sorte, insoweit sie auf inneren Ursachen beruht, verständlich. Als selbststeril erwiesen sich ausser Bartlett noch Klapps Liebling, Clairgeau's Butterbirne, Anjou, Andenken an den Kongress, hochfeine Butterbirne. Andere Sorten setzen dagegen auch bei Selbstbestäubung Frucht an, konnten demnach als selbstfertil bezeichnet werden.

Es sind also namentlich ganz feine Sorten, die Produkte einer gewissen Ueberkultur, selbststeril und der Gedanke lag nahe, es möchten die bei uns in grossem Massstabe angebauten rauheren Mostbirnen sich nicht ebenso verhalten. Die Versuche, die ich anstellte, ergaben auch in der Tat, dass sich darunter selbstfertile Sorten befinden, allein es erwies sich bald, dass das Verhalten der verschiedenen Sorten nicht so bestimmt ist, wie man nach der ersten Bekanntmachung der Ergebnisse Waites hätte schliessen können. Es zeigte sich vielmehr, dass manche Sorten je nach den Witterungsverhältnissen, der Bodenbeschaffenheit, dem Düngungszustande, der Blattgesundheit etc. selbstfertil oder selbststeril sind. Alles was vorteilhaft auf den Ernährungszustand der Bäume hinwirkt, begünstigt die Selbstfertilität.[1])

Auch Waite gelangt im weiteren Verlaufe seiner Untersuchungen[2]) dazu, vor einer strengen Unterscheidung der Apfel- und Birnsorten in selbststerile und selbstfertile zu warnen, indem er ebenfalls auf den grossen Einfluss vorerwähnter Faktoren hinweist. Unter günstigen Verhältnissen konnten selbst Anjou und Bartlett bei Selbstbestäubung Früchte produzieren. Junge Bäume, solange die Triebkraft vorherrsche, seien gerne selbststeril, während anderseits, wenn der Baum einmal seine fruchttragende Fähigkeit ausgebildet habe, diese sehr von der Kraft des Baumes bestimmt

---

[1])VIII. Jahresbericht der deutschschweiz. Versuchsstation und Schule für Obst-, Wein- und Gartenbau in Wädensweil 1897 bis 1898. Seite 86.

[2]) Pollination of pomaceous fruits, Yearbook of Dep. of Agriculture for 1898, p. 179.

werde. In der Kraft heruntergekommene Bäume seien vollständig selbststeril und unter Umständen sogar bei Fremdbestäubung unfruchtbar.

Sichtet man die Summe der vorliegenden Beobachtungen, so gelangen wir zu der Vermutung, dass die ursprünglichen, wenig der Kultur unterworfenen Obstsorten selbstfertil waren, dass aber durch die fortwährende Neuzüchtung von Sorten mit vielfacher, meist unbewusster Kreuzung und bei sehr intensiver Kultur die Blütenorgane der Obstbäume geschwächt wurden, so dass manche der besten Sorten nun selbststeril sind. Ja, bei einigen Sorten ist dieser Prozess so weit vorgeschritten, dass die Ovula selbst bei Einwirkung von Fremdbestäubung sich nicht zu Samen ausbilden, oder dass endlich sogar in den Blüten gar keine Ovula mehr ausgebildet werden, wie z. B. bei der Apfelsorte Sonderkern und bei Lebruns Butterbirne.

Die sog. selbstfertilen und selbststerilen Sorten sind, wie bereits erwähnt, nicht streng geschieden; nicht allein werden die selbstfertilen Sorten unter ungünstigen Verhältnissen selbststeril, während selbststerile gelegentlich sich selbst befruchten, sondern es finden sich zwischen den beiden Gruppen Uebergänge, die man weder zu der einen noch zu der andern Gruppe rechnen könnte. Wohl stets, auch bei den selbstfertilen, wirkt fremden Pollen kräftiger als der eigene. Bei den Sorten, die zur Selbststerilität neigen, ist dies selbstverständlich, aber auch bei denjenigen, die unter günstigen Verhältnissen als selbstfertil erscheinen, macht sich doch die Ueberlegenheit des Pollens anderer Sorten bemerkbar, indem bei Bestäubung mit dem eigenen Pollen zwar wohl normal ausgebildete Früchte entstehen können, ihre Samen aber regelmässig hohl sind. Richtig ausgebildete keimfähige Samen sind bei den Kernobstbäumen in weitaus den meisten Fällen das Produkt einer Kreuzbefruchtung.

Aus den Wait'schen und meinen Versuchen ist für die Praxis des Obstbaues zu entnehmen, dass man in ausgedehnten Obstbaumanlagen keinen reinen

«Satz» anwenden, sondern abwechselnd neben einander mehrere Sorten pflanzen sollte, die sich gegenseitig zu befruchten vermögen.

Spalierwände, wo die Bäume vor den freistehenden blühen, sollten ebenfalls nicht mit einer einzigen Sorte bepflanzt werden.

Selbst bei Mischpflanzung sind Sorten, die zur Selbstfertilität neigen, soweit die andern Eigenschaften dies gestatten, vorzuziehen, da die Uebertragung des Pollens von Baum zu Baum nicht immer gesichert ist und da ohnehin diese Sorten leichter ansetzen und andere sicherer befruchten.

3. Einfluss der Bestäubung resp. Befruchtung auf das Wachstum der Samen.

An die direkten Folgen der Befruchtung: die Entstehung und weitere Entwicklung des Embryos sowie die Ausbildung des Endosperms knüpfen sich eine Reihe weitere Vorgänge wie Wachstum der Integumente, innere Ausbildung der Samenschalen, Wachstum der Fruchtknotenwand bei Beeren uud des Fruchtbodens etc. bei einigen Scheinfrüchten und das Reifen dieser bei den Obstfrüchten als Verbreitungsmittel dienenden Gebilde.

Gar mannigfaltig ist die Ausbildung, die die Samen bei der weiteren Fruchtentwicklung finden. Von den vier Samenknospen einer Traubenbeere z. B. werden selten alle vollkommen ausgebildet, bei den meisten Rebsorten durchschnittlich nur 1—2. Daneben finden sich sogenannte taube Samen, die eine harte Samenschale besitzen, aber hohl sind, dann solche, die zwar ganz oder nahezu die normale Länge erreichen, deren Samenhülle jedoch weich und, da das Endosperm fehlt, eingedrückt erscheint, ferner ähnliche Gebilde von nur halber Samenlänge und noch kleinere mit allen Uebergängen und endlich, von diesen wieder deutlich unterschieden, Samenknospen, die sich nach der Blüte gar nicht weiter entwickelt haben.

Meine Untersuchungen haben nun ergeben, dass, wenn Pollenschläuche in den Fruchtknoten gelangen, eine Samenknospe aber nicht erreichen bezw. nicht

in sie eindringen, diese dann nicht weiter wächst. Es zeigt dies recht deutlich die schon erwähnte Sorte Aspirant, bei der ein Eindringen der Pollenschläuche ausgeschlossen ist; aber auch das Verhalten der Perltraube und des Grobriesling, sowie dasjenige der echten Korinthen des Handels, bei denen die Samenknospen nach der Blüte sich ebenfalls nicht weiter ausbilden, geben hierfür Beweise. Dringen dagegen Pollenschläuche in Samenknospen ein, findet aber keine wirkliche Befruchtung statt oder doch keine weitere Entwicklung der Eizellen, so wird gleichwohl ein gewisser Reiz ausgeübt, der ein beschränktes Wachstum der Samenknospen auslöst; sie erreichen etwa das Doppelte bis Dreifache der ursprünglichen Grösse. Es sind namentlich die Beeren, der in Rebsortimenten kultivierten weissen Korinthe ein für die Konstatierung dieses Verhaltens geeignetes Beobachtungsmaterial. Noch wirksamer ist der Wachstumsreiz auf die Integumente, wenn Pollenschläuche nicht nur eindringen, sondern wenn eine wirkliche Befruchtung stattfindet. Ohne dass es zu einer weitergehenden Entwicklung des Embryos und Endosperms kommt, kann dann doch der Same in beschränktem Masse sich weiter entwickeln und vielleicht die halbe Länge erreichen, ein Hartwerden der Samenschale tritt aber nicht ein. In einigen, noch weiter entwickelten, jedoch ebenfalls hohlen Samen mit harten Schalen konnten kleine mehrzellige, jedoch abgestorbene Embryonen konstatiert werden, so dass, wenn es auch noch nicht streng bewiesen ist, doch vermutet werden darf, dass Befruchtung und ein beschränktes Wachstum des Embryos ausreicht, die Wachstumsvorgänge der Integumente so anzuregen, dass fast normale Samenschalen ausgebildet werden, während der in der Entwicklung stehengebliebene Inhalt einschrumpft. Wenn man in Traubenbeeren verschieden weit entwickelte Samen und Samenanlagen findet, so kann man sich auf Grund des Vorstehenden über die Ursache ihrer ungleichen Ausbildung einigermassen Rechenschaft geben.

Die nämlichen Einflüsse dürften wohl auch die fast stets zu beachtende ungleiche Ausbildung der

Samen in Aepfeln und Birnen herbeiführen. Beim «Vaterapfel ohne Kern» besitzt die Blüte die normale Zahl von 10 scheinbar gut ausgebildeten Samenanlagen. Allein sämtliche bleiben bei der Ausbildung des Apfels unverändert. Obgleich Pollenschläuche in das Pistill gelangten, sind sie offenbar nicht in die Samenknospen eingedrungen und haben keinen Wachstumsreiz auf dieselben ausgeübt. Bei der bekannten Goldparmäne finden sich neben einander meist nur normal ausgebildete Samen und solche in der Entwicklung stehengebliebene Samenknospen, dagegen gewöhnlich keine Zwischenstufen. Möglich, dass jeweils nur wenige Pollenschläuche in die Carpelle gelangen, so dass aus diesem oder auch aus einem anderen Grunde nur einzelne Samenknospen befruchtet werden. Bei den meisten Apfel- und Birnsorten findet man dagegen neben den vollkommenen Kernen noch hohle, mehr oder weniger ausgebildete Samen. Bei diesen hat wohl eine Einwirkung des Pollenschlauches und bei weiterer Entwicklung auch eine beschränkte Ausbildung des Embryos stattgefunden, bevor der Inhalt des Samens abgestorben ist.

Wie Waite zuerst mitteilte und ich bei einer Reihe von Sorten feststellen konnte, enthalten die infolge Selbstbestäubung entstandenen Früchte keine normalen keimfähigen Samen, wohl aber eine grössere Zahl tauber Samen. Bei Diels Butterbirne z. B. fand ich in solchen Früchten meist 3—5 schmale, vollkommen eingesunkene leere Samen von der Länge eines normalen Kerns und die übrigen gleichbeschaffen, jedoch etwas kürzer und schmaler. Waite hat sich nicht weiter über die Ursache dieser Vorkommnisse ausgesprochen. Nach unseren obigen Darlegungen vermochten bei der Selbstbestäubung die Pollenschläuche bis zu den Samenknospen zu gelangen, in dieselben einzudringen und hierdurch sowie durch eine wirkliche Befruchtung einen Wachstumsreiz auszuüben. Wie weit der aus der Selbstbefruchtung resultierende offenbar lebensschwache Embryo in dem einen und anderen Samen sich entwickeln konnte, bevor er abstarb, wurde nicht näher festgestellt. Wären die

Pollenschläuche nicht in sie eingedrungen, so hätten die Samenknospen ihre Grösse nicht weiter verändert.

4. Einfluss der Bestäubung auf das Wachstum des Fruchtfleisches.

Vor Selbst- und Fremdbestäubung bewahrte Blüten fallen bald ab; es findet eine weitere Entwicklung nicht statt. So vertraut uns diese Erscheinung auch ist, so ist sie eben doch nicht selbstverständlich. Natürlich kann nicht Mangel an Wasser oder Nahrungsstoffen im Zweige die Ursache sein, da ja, wenn Bestäubung stattfindet, beides in genügender Menge vorhanden ist; es fehlt den Blüten nur die Fähigkeit, diese Stoffe aufzunehmen. Bald lässt sich an den Birnblüten z. B. schon äusserlich erkennen, wenn keine Pollenschläuche eingedrungen sind. Die grüne Farbe von Blütenstiel und Kelch wird gelblicher, die Gewebe lassen eine gewisse Lebensschwäche erkennen. Wir werden mit der Annahme nicht irre gehen, dass schon durch das Eindringen der Pollenschläuche und sodann durch die Befruchtung ein belebender Reiz nicht etwa nur auf Eizelle und Endosperm, sondern auf die ganzen Carpelle und bei den Pomaceen auch auf die Blütenachse ausgeübt wird, der diese Organe allein zu weiterer Entwicklung, zum Bezug von Nahrung etc. befähigt. Da diese Wirkung sich sehr bald bemerkbar macht, bevor noch die ersten Teilungen der Eizelle eintreten, so ist sie wohl anfangs den Pollenschläuchen direkt zuzuschreiben, während späterhin die sich entwickelnden Samen einen nachhaltigeren Einfluss ausüben.

Auf welche Weise der von Pollenschläuchen und Samen auf das Fruchtfleisch ausgeübte Wachstumsreiz zustande kommt, ist noch aufzuklären. Hier möchte ich zunächst nur seine Wirksamkeit an einigen Beispielen nachweisen; weitere Ausführungen hierüber finden sich in meiner bereits citierten Abhandlung.

Wie im dritten Abschnitte mitgeteilt wurde, gibt es Traubensorten, wie z. B. Aspirant, deren Samenknospen nicht befruchtet werden können. Wenn nun dennoch die Blüten nicht abfallen, sondern zu Beeren

auswachsen, so kann dies nur einem durch die Pollenschläuche direkt ausgeübten, die Lebensenergie erhöhenden Reize zugeschrieben werden; denn ohne Polleneinwirkung fallen auch diese Blüten bald ab. Selbstverständlich enthalten die auf solche Weise zustande gekommenen Beeren keine Samen. Bei einer anderen Sorte, dem Grobriesling, der unter gewöhnlichen Verhältnissen sämtliche Blüten fallen lässt, entstehen, wenn vor der Blüte geringelt wird, kernlose Beeren mit vollkommen unbefruchteten, sich nicht weiter entwickelnden Samenknospen; die Ringelung ändert die Ernährungsverhältnisse in der Weise, dass Pollenschläuche eindringen können; allein eine Befruchtung der Samenknospen tritt dennoch nicht ein. Das Wachstum der Beeren, hier wie beim Aspirant, wird also durch den Reiz der eindringenden Pollenschläuche allein ausgelöst. Wenn nun in einer solchen Beere des Grobrieslings ausnahmsweise eine Samenknospe befruchtet wird, so zeigt die Beere ein weitaus beträchtlicheres Wachstum als jene kernlosen Beeren. (Das Beerenfleisch von 100 kernlosen ausgewachsenen Beeren wog 40 Gramm, von 100 einkernigen 164 Gramm.) Auch in diesen einkernigen Beeren wird wenigstens Anfangs der von den Pollenschläuchen ausgeübte Wachstumsreiz zur Geltung gekommen sein, so dass man vielleicht von den 164 Gramm fleischiger Fruchthülle 40 Gramm dem Pollenreiz und 120 dem von den Samen ausgeübten Reize zuschreiben darf.

Aehnlich gestalten sich die Verhältnisse bei den Beeren anderer Rebsorten; ja es liess sich ein geradezu gesetzmässiger Einfluss der Kernzahl auf das Wachstum des Beerenfleisches feststellen, worauf ich übrigens schon in einem früheren Vortrag hinwies. So betrug das Gewicht (in Gramm) des Beerenfleisches von 100 Beeren bei:

Sorte	kernlos	1-kernig	2-kernig	3-kernig	4-kernig
Riesling	25	58	77	89	112
Frühburgunder	28	53	92	111	140
Portugieser	24	81	116	141	156
Orleans	60	112	202	244	259

Also je mehr Kerne, desto mehr Fruchtfleisch. Der Pollenreiz kommt in der Wirkung ungefähr demjenigen eines Samens gleich. Sind mehrere Samen vorhanden, so wirkt der einzelne nicht so stark wie da, wo sich nur einer vorfindet. Möglich, dass bei den grösseren, mehrkernigen Beeren die Beschaffung der Baustoffe Schwierigkeiten bereitet, um so mehr, da ja auch die Samen mit Reservestoffen gefüllt werden müssen. Das durch einen Kern angeregte Wachstum ist übrigens um so bedeutender, je besser er selbst ausgebildet ist, doch vermögen sogar hohle, nur die halbe Grösse erreichende Samen noch ganz beträchtlich auf das Beerenwachstum einzuwirken, wenn auch nicht wie ein vollkommen ausgebildeter Kern. Es steht also das Gewicht des Beerenfleisches in direkter Abhängigkeit von der Gesamtmasse der Samen, daneben selbstverständlich auch von der Zufuhr von Baustoffen, worauf an schon erwähnter Stelle näher eingetreten wurde.

Dieser interessante Einfluss der Samen kommt übrigens auch in der einzelnen Traubenbeere zum Ausdruck, indem z. B. bei einkernigen Beeren die kernhaltige Seite gegenüber der anderen ein gesteigertes Wachstum zeigt, und es ist die beträchtliche Grössenzunahme nicht etwa nur der Anwesenheit des Kernes zuzuschreiben, sondern noch mehr der Wachstumssteigerung des Fruchtfleisches auf dieser Seite. Da diese sich nicht nur im Durchmesser der Fruchtknotenwand äussert, sondern auch im Längenwachstum der betreffenden Beerenhälfte, so erhalten Beeren mit einseitiger Kernlagerung eine krumme Axe, was namentlich bei längsgestreckten Beeren. z. B. bei der Eicheltraube schon äusserlich deutlich hervortritt.

Will man die Einwirkung der Samen auf das Wachstum des Fruchtfleisches näher erforschen, so darf man nicht etwa nur an einen direkten Einfluss, wie ihn auch das Insektenei bei der Gallenbildung ausübt, denken, sondern es ist offenbar noch eine indirekte Wirkung der Samen zu berücksichtigen. Es zeigte sich nämlich, dass die weitere Entwicklung eines Samens schon sehr bald ein auffallend starkes

Dickenwachstum des Beerenstieles zur Folge hat und zwar sowohl der Gefässbündel als auch des zuckerführenden Grundgewebes. Die hierdurch erleichterte und vermehrte Zufuhr von Wasser und organischen Stoffen wird aber wiederum das Wachstum des Beerenfleisches fördern.

Auch bei der Ausbildung der Kernobstfrüchte können ähnliche Vorgänge wie bei den Traubenbeeren beobachtet werden, wenn auch nicht so scharf ausgeprägt. Lebruns Butterbirne und die Apfelsorte Sonderkern, in denen sich in der Regel auch nicht eine Andeutung von Samenknospen findet, sind relativ gut tragende Sorten. Werden Blüten von Lebruns Butterbirne vor dem Blühen der Antheren beraubt und dann eingeschlossen, so fallen manche bald ab, wie dies bei gewöhnlichen Birnsorten ganz regelmässig geschieht, andere dagegen entwickeln sich noch während kurzer Zeit, um sich erst dann abzulösen. Zur Bildung von ausgewachsenen normalen Früchten ist demnach, soweit meine Versuche zeigen, die Einwirkung von Pollen notwendig, obgleich eine Befruchtung doch nicht eintreten kann. Dabei ist allerdings nicht zu übersehen, dass bei dieser Sorte schon ohne jegliche Polleneinwirkung hie und da wenigstens eine beschränkte Entwicklung der Früchte stattfindet, und dass wohl wegen dieser leichten Entwicklungsfähigkeit der direkte Pollenreiz allein dann genügt, Früchte von so beträchtlicher Grösse (an 500 Gramm und mehr) zur Ausbildung zu bringen. Ausnahmsweise finden sich bei Lebruns Butterbirne auch Blüten mit Samenknospen, welch letztere ziemlich regelmässig befruchtet werden. Die daraus entstehenden Samen haben jedoch in den von mir untersuchten Fällen keine erhöhte Massenentwicklung der Frucht zu verursachen vermocht, dagegen immerhin doch einen Einfluss auf ihr Wachstum ausgeübt. Bei der Entstehung dieser Birnen ist der unter den Carpellen befindliche Teil der Blüten besonders stark beteiligt, so dass das vollständig leere, nur zart ausgebildete Kernhaus im oberen Viertel der Frucht, also nahe am Kelche sich befindet. Auch im Dickenwachstum

kommt der untere Teil dem oberen nahezu gleich, so dass diese kernlosen Früchte oft fast walzenförmig sind. Sowie eine solche Birne jedoch Kerne enthält, schwillt der obere, die Carpelle umschliessende Teil merklich an (Einwirkung der Samen), dafür bleibt aber der Stielteil der Frucht dünner als bei kernlosen. An der so zustande kommenden «Birnform» lässt sich schon äusserlich mit Sicherheit erkennen, wenn eine Lebruns Butterbirne Samen enthält.

Bei einzelnen Apfelsorten üben die Samen auch einen Einfluss auf die Massenentwicklung des Fruchtfleisches aus; so konnte bei Goldparmänen vom gleichen Aste ganz regelmässig beobachtet werden, dass die an Kernen reicheren Exemplare grösser waren. Besonders macht sich dieser Einfluss auch in einzelnen kernarmen Früchten dieser Sorte selbst bemerkbar, indem die kernhaltige Seite jeweils stärker entwickelt wird als die kernlose. Besonders deutlich konnte dieser Einfluss der Samen an den Jugendstadien der Früchte verschiedener Sorten festgestellt werden.

Sollte sich Waites Angabe, dass die Früchte der gleichen selbstfertilen Birnsorte bei Fremdbestäubung grösser werden als bei Selbstbefruchtung, bestätigen, dann wäre dieses Beobachtungsergebnis auf Grund meiner Untersuchung wohl durch den von den Samen ausgehenden Reiz zu erklären; denn bei Selbstbestäubung entstehen nur taube, infolge der Fremdbestäubung dagegen normal ausgebildete Samen, die, wie bei den Traubenbeeren dargetan wurde, einen intensiveren Wachstumsreiz ausüben als jene.

Hier mögen noch einige Fälle von Fruchtbildung bei Ausschluss jeder Polleneinwirkung Erwähnung finden, die vielleicht geeignet sind, weiteres Licht in die uns hier vorliegenden Probleme zu bringen.

Wie bereits erwähnt, vermochten einigemal Blüten von Lebruns Butterbirne sich trotz sorgfältig vermiedener Bestäubung wenigstens teilweise zu entwickeln. Einen typischen Fall vollkommener Fruchtausbildung ohne Polleneinwirkung zeigt die kernlose Mispel von Hohenheim, die ich in der schon mehrmals erwähnten

Arbeit eingehender beschrieben habe. Den Blüten dieses Baumes fehlen die Carpelle und es kann daher keine Polleneinwirkung stattfinden. Dennoch entstehen kleine, jedoch vollkommen ausreifende Früchte. Immerhin war nicht ausgeschlossen, dass Pollen auf dem Blütenboden oder den Nektarien keimen und von da aus Pollenschläuche eindringen konnten. Indem O. Kirchner späterhin die Antheren vor dem Aufblühen entfernte und die entmannten Blüten einschloss, lieferte er den Beweis, dass hier wirklich ohne jegliche Einwirkung von Pollen Fruchtbildung stattfinden kann.[1])

Einen weiteren derartigen Fall habe ich in der Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten beschrieben.[2]) Bei einigen Birnbäumen (Josephine von Mecheln und Erzbischof Hons) waren anfangs März in einzelnen der noch wenig entwickelten Blüten die Carpelle vollkommen erfroren. Die betreffenden Blüten entwickelten sich aber doch weiter, sie blieben merkwürdigerweise nach dem Blühen erhalten und entwickelten sich, ohne dass Pollenschläuche einwirken konnten, doch zu Früchten, die nur schlanker als gewöhnliche waren. Im folgenden Jahre angestellte Versuche, bei denen Blüten der betreffenden Bäume der Staubbläter beraubt und vor Fremdbestäubung geschützt wurden, ergaben aber ein negatives Resultat, d. h. die der Polleneinwirkung entzogenen Blüten fielen alle bald nach dem Blühen ab.

Dass Früchte ohne Polleneinwirkung entstehen können, ist übrigens bei einzelnen Gurkensorten schon länger bekannt.[3])

Bilden die erwähnten Fälle von Fruchtbildung ohne Bestäubung auch nur Ausnahmen, so lassen sie anderseits doch erklärlich erscheinen, dass schon ein geringer Reiz, wie er z. B. durch eindringende Pollen-

---

[1]) O. Kirchner: Ueber die kernlose Mispel. Jahresheft des Vereins f. vaterl. Naturkunde in Württemberg 1900, Seite XXXI.

[2]) Eigentümliche Frostschäden an Obstbäumen und Reben. Bd. 10, (1900) S. 335.

[3]) Noll, der dieses Vorkommnis neuerdings nachprüfte, bezeichnet die Erscheinung als Parthenocarpie.

schläuche ausgeübt wird, sehr oft genügen kann, ohne wirkliche Befruchtung normale Fruchtbildung zu ermöglichen.

Nur kurz möge zum Schlusse noch erwähnt sein, dass bei den zahlreichen von uns ausgeführten Kreuzbefruchtungen bei Obstsorten sich niemals ein Einfluss der Pollen liefernden Sorte auf Grösse, Form oder Farbe der Frucht zeigte, also eine Xenienbildung ergab, obgleich grün- mit rotfrüchtigen und gross- mit kleinfrüchtigen Sorten etc. gekreuzt wurden. Wohl aber kann fremder Pollen die Beschaffenheit der Frucht indirekt beeinflussen, indem er besser als der eigene Pollen zur Befruchtung der Samenknospen befähigt ist und die gut sich entwickelnden Samen dann günstig auf die Ausbildung der Frucht einwirken können. Der intensivere «Reiz», den die vollkommen ausgebildeten Samen ausüben, wird eine energischere Lebenktätigkeit der Zellen zur Folge haben und es ist nicht ausgeschlossen, dass infolgedessen z. B. eine vermehrte Farbstoffbildung in der Haut eintritt. Eine Frucht mit roter Färbung würde dann bei Fremdbestäubung dunkler gefärbt werden können, auch wenn die Pollen liefernde Sorte gelbfrüchtig wäre.

Selbst bei Trauben, wo die Einwirkung der Samen auf das Fruchtfleisch weittragender ist, als bei Kernobstfrüchten, gelang es mir bei den vielen ausgeführten Kreuzbefruchtungen niemals, die Bildung von Xenien zu beobachten. Auch der Teinturier, von dem angegeben wird, sein Blütenstaub vermöge auf die Narben hellbeeriger Sorten gebracht, die daraus hervorgehenden Früchte dunkel zu färben[1]), hat bei meinen Versuchen diese Eigenschaft nicht gezeigt.[2])

V. Abhängigkeit des Reifens von der Bestäubung und Befruchtung.

Auf Grund meiner Untersuchungen über das Reifen der Früchte bin ich zu einer Anschauung über

---

[1]) W. O. Focke, die Pflanzenmischlinge, S. 513.

[2]) IX. Jahresbericht der Versuchstation-Schule für Obst-, Wein- und Gartenbau in Wädensweil, S. 60.

diesen Lebensvorgang gelangt, die von der bisher herrschenden wesentlich abweicht und die ich in der Abhandlung über die Abhängigkeit der Ausbildung der Traubenbeeren und einiger anderer Früchte von der Entwicklung der Samen[1]) eingehend begründete. Es mögen daher hier zum Schluss nur einige Resultate kurz angeführt werden:

Der eigentliche Reifeprozess des Fruchtfleisches besteht nicht in einer Aufspeicherung von Zucker, in der Abnahme von Säure etc., sondern es sind dies vielmehr Folgen des Reifens. Das Reifen ist nichts anderes als ein Altern der Zellen und es ist begreiflich, dass dieses Altern stattfindet auch wenn verhältnismässig wenig Zucker disponibel ist. Es haben daher Trauben und Obstfrüchte der gleichen Sorte, selbst wenn sie vollkommen reif sind, in den verschiedenen Jahren oder an verschiedenen Standorten nicht den gleichen Zuckergehalt. Ebenso kann auch reichliche Zuckerlieferung von den Blättern her den Reifevorgang nur bis zu gewissem Grade beschleunigen; die Zellen des Fruchtfleisches vermögen nicht mehr aufzunehmen als ihrem zeitweiligen Alterszustand, oder Reifegrad entspricht. Die Früchte reifen also nicht, weil sie Zucker aufnehmen, sondern sie speichern diesen nach Massgabe ihres Reifezustandes. Alles was das Altern verzögert, verlangsamt auch das Reifen. Der von den Samen ausgeübte Wachstumsreiz erhöht die Lebensenergie des Fruchtfleisches, verzögert also das Altern oder Reifen. Damit in Uebereinstimmung lässt sich denn auch ein gesetzmässiger Zusammenhang zwischen dem Kerngehalt einer Traubenbeere und ihrem Reifevorgang erkennen. An einer Traube mit verschiedenkernigen Beeren sind die kernlosen zuerst reif, später folgen die einkernigen, dann die zweikernigen u. s. f. Ja sogar in einer und derselben einkernigen Beere reift die kernhaltige Seite später als die kernlose, zu einem bestimmten Zeitpunkt ist erstere ärmer an Zucker und reicher an Säure als letztere. Besonders schön und leicht lassen

---

[1]) Landw. Jahrbuch der Schweiz, 1898, S. 186 u. ff.

sich diese Beziehungen bei beginnender Färbung blauer Trauben erkennen, wobei man die Färbung als Massstab des Reifegrades benutzen kann. Da sieht man dann leicht, wie die kernlosen Beeren den übrigen voraneilen, die einkernigen sodann den zweikernigen etc. und wie z. B. bei einer einkernigen Beere das Fruchtfleisch da, wo der Kern sich befindet am längsten grün bleibt.

Wird nun auch durch die Anwesenheit von Samen der Reifevorgang des Fruchtfleisches verzögert, so vermag dieses infolge der erhöhten Lebensenergie im Laufe längerer Zeit bis zur vollendeten Reife mehr Zucker aufzuspeichern, als dasjenige kernloser Beeren.

Noch ist nicht untersucht, ob und in welcher Weise die Samen den Reifevorgang bei Aepfeln und Birnen beeinflussen. Waite gibt an, dass bei selbstfertilen Sorten die Früchte bei Fremdbestäubung besser würden als bei Selbstbestäubung, allerdings ohne an diese Beobachtung weitere Schlüsse zu knüpfen. Es ist aber wohl denkbar, dass auch hier die bessere Ausbildung der Samen bei Fremdbestäubung die Lebensenergie des Fruchtfleisches erhöht und dieses zu einer vermehrten Zuckerspeicherung befähigt. Ob damit eine Verzögerung des Reifevorganges verbunden ist, wäre erst noch zu prüfen, wie denn hier noch eine ganze Reihe von Fragen der wissenschaftlichen Bearbeitung harrt.

Zur Herkunft der Alpenpflanzen des Zürcheroberlandes

von Dr. O. Naegeli (Zürich).

Die Herkunft der alpinen Elemente im Pflanzenteppich unserer Oberländerberge hat in neuester Zeit wieder lebhafte Erörterungen wachgerufen, Erörterungen, die in erster Linie sich an die ausserordentlich eingehende, pflanzengeographische Bearbeitung des obern Tösstales durch Dr. Hegi anschlossen. Nach den Studien dieses Autors wären die alpinen Be-