FLORA.

№ 31.

Regensburg. 21. August. **1849.**

Inhalt: Dr. F. Cohn, Beiträge zur Physiologie des Samens. Sturm, monströser Fruchstand eines Equisetum pratense. — HERBARIEN. Wimmer u. Krause, Herbarium Salicum. Erstes Heft.

Beiträge zur Physiologie des Samens

von

Dr. Ferdinand Cohn in Breslau.*)

I. Ueber das Reifen der Früchte.

Während das Pflanzeneichen von dem Moment seiner Bildung an bis zur Entstehung des Embryo in seinen ersten Umrissen in neuester Zeit durch sehr viele und die ausgezeichnetsten Beobachter untersucht, und dadurch in ein helles, selbst Einzelnheiten aufklärendes Licht gestellt wurde, so wurde dasselbe von diesem Moment an bis zu dem der Keimung beinahe von allen Physiologen gänzlich ausser Augen gelassen, als ob die durchgreifenden, chemischen, physischen und anatomischen Veränderungen desselben während des dazwischen liegenden Zeitraums sich alle von selbst verstünden. Fragen wie die, nach welchen Gesetzen das Wachsthum des Samens und seiner einzelnen Theile vor sich gehe, wann und wie die Bildung der chemischen, von denen des unreifen so sehr verschiedenen Bestandtheile des reifen Samens, auf welche Weise die gänzliche Umwandlung aller physikalischen Eigenschaften, der Durchsichtigkeit, der Härte, der Farbe, des specifischen Gewichts u. s. w. im Laufe des Reifungsprocesses eintrete, sind nur von sehr Wenigen gestellt, von Keinem beantwortet worden.

*) Nachdem ich mich durch mehrere Versuche von dem Keimen unreifer Samen überzeugt hatte, veranlasste ich meinen mir als genauen Beobachter bekannten Schüler, Hrn. Cohn, diese Arbeit in weiterer Ausdehnung vorzunehmen, deren Resultate er in seiner i. J. 1837 zu Berlin auch im Buchhandel erschienenen Inauguraldissertation (Symbola ad seminis physiologiam) veröffentlichte. Die vorliegende Abhandlung ist die deutsche Bearbeitung derselben. Breslau, den 1. Aug. 1849. Göppert.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0486-5

Freilich wird diese Vernachlässigung bei einem verhältnissmässig kleinen, und daher schwierig zu untersuchenden Objecte weniger wunderbar, wenn man bedenkt, dass auch das Reifen der ganzen Frucht, obwohl nicht blos in pflanzenphysiologischer, sondern auch in technischer und pharmakologischer Hinsicht von eingreifender Bedeutung, sich kaum einer grössern Beachtung erfreut hat. Dennoch haben diese Untersuchungen, so einseitig sie auch sind, da sie meist nur von Chemikern angestellt wurden, und so viel sie auch im Einzelnen Mangelhaftes und Widersprechendes darbieten, doch genügt, um wenigstens in allgemeinen Umrissen ein Bild von den Vorgängen entwerfen zu können, die in kurzer Zeit den kleinen, grünen, chemisch meist indifferenten Fruchtknoten der Pflanze in die oft zu bedeutender Grösse heranwachsende, die mannigfaltigsten und wirksamsten Stoffe enthaltende Frucht verwandeln.

Namentlich haben Couverchel*) in chemischer und L. C. Treviranus**) in botanischer Hinsicht nachgewiesen, dass beim Reifen der Früchte 2 in einander übergehende, aber in ziemlich scharfe Gränzen eingeschlossene und durch sehr wesentliche Merkmale characterisirte Perioden unterschieden werden müssen. Schon in der ersten, der Periode des Wachsthums, erlangen die grünen Pericarpien in ungleichem Rhythmus die ihnen zukommende Grösse; indem sie theils aus dem Erdboden, theils aus den in den übrigen Theilen der Pflanze selbst niedergelegten Nahrungsstoffen die für ihre Ausbildung nothwendige Substanz an sich ziehen; sie entwickeln sich daher nicht weiter, wenn sie während dieser Periode von der Pflanze getrennt werden. Indem allmählig die, der Frucht ihre Nahrung zuführenden Zellen und Gefässe des Fruchtstiels verholzen und dieser selbst dadurch zur Weiterleitung des Saftes unfähig wird und sich zu entgliedern anfängt, tritt die zweite Periode, die des eigentlichen Reifens, ein. In dieser erleidet die schon ausgewachsene, aber noch grüne und chemisch indifferente, oder an freien Säuern reiche Frucht allmählig eine Umwandlung ihrer Substanzen, deren Folge die Bildung des Fruchtzuckers oder der Oele, organischer Salze oder Alkaloide, und eine gänzliche Veränderung der Consistenz, des Geruchs, Geschmacks und der Farbe ist. Dass für diese Veränderung die Zuführung neuer Nahrungsstoffe nicht nur nicht nothwendig, sondern sogar schädlich ist, und dass dieselbe

---

*) Couverchel Mém. sur la matur. des fruits. Ann. de Chym. XLVI. p. 152—225. Poggendorf's Annalen. XXII. p. 147.

**) Treviranus Physiologie der Gewächse. II. 6. 486.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0487-1

allein in Folge der Verarbeitung der schon früher in der ersten Periode zugeführten Substanzen vor sich geht, das beweist nicht nur die bekannte Erfahrung, dass die meisten Früchte, namentlich der Wein, in trockenen Jahren am besten gedeihen, sobald zur Zeit des Fruchtwachsthums genügende Feuchtigkeit vorhanden war*), vor allem aber spricht dafür die Erscheinung der Nachreife. Dieselbe beweist, dass Früchte auch dann zu ihrer vollkommenen Ausbildung gelangen können, wenn sie nach Beendigung ihrer ersten Periode, d. h. nach Vollendung ihres Wachsthums, wenn auch in jeder anderen Beziehung noch unreif, von der Mutterpflanze getrennt werden, indem dieselben auch isolirt alle die Veränderungen durchlaufen, die sie erlitten haben würden, wenn sie noch durch den vertrockneten und für Durchleitung von Nahrungssäften unfähigen Fruchtstiel mit der Mutterpflanze in scheinbarem organischen Zusammenhange gestanden wären. Bekanntlich werden alle weit zu versendenden Früchte, wie Citronen oder Pomeranzen, oder lange aufzubewahrende, wie Aepfel und Birnen, vor der Reife gepflückt und erlangen mit der Zeit von selbst ihre vollkommene Ausbildung, was für eine gänzliche Unabhängigkeit des eigentlichen Reifens von den übrigen Lebensthätigkeiten der Pflanze spricht, und das erstere weniger zu einem vitalen, als zu einem chemischen Processe, gleichsam zu einer Zuckergährung, mit der sie schon Sennebier**) vergleicht, stempelt, die auch ununterbrochen und von selbst in die weinige, in die sauere und endlich in die faulige übergeht.

II. Ueber das Reifen der Samen.

A. Specielle Beobachtungen.

Es schien mir im Interesse der Wissenschaft geboten, durch eine möglichst genaue und vergleichende Untersuchung festzustellen, wie während dieser Umwandlung des Pericarps der von ihm eingeschlossene Samen sich verhalte. Die wesentlichsten Resultate dieser Untersuchung, so weit sie sich auf die Veränderungen der rein physikalischen, schon dem unbewaffneten Auge zugänglichen Eigenschaften beziehen, werden der Gegenstand dieses Aufsatzes sein, indem ich in Betreff der ausführlicheren Begründung der Einzelnheiten auf meine Inauguraldissertation „symbola ad seminis physiologiam, Berlin 1847" verweise und die Ausführung der mikroskopischen Untersuchung reifender Samen mir für eine andere Gelegenheit vorbehalte.

*) Hierhin gehört auch die schon von Theophrastus, Villars, C. H. Schultz, DeCandolle u. A. gemachte Bemerkung, dass alte, schwächliche, saftarme Bäume die besten Früchte tragen.

**) Sennebier Physiol. végét. V. 10.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0488-7

Die physikalischen Verhältnisse, die sich auf die Grösse, das specifische Gewicht, die Härte, Consistenz, Farbe und Glanz beziehen, genügen freilich nur, um ein mangelhaftes und unklares Bild des Reifungsprocesses zu gewähren; um so mehr, da alle diese Veränderungen kaum in ihrer Auffassung und noch weniger in ihrer Beschreibung die wissenschaftliche Schärfe zulassen, die man heute von einer physiologischen Untersuchung zu fordern berechtigt ist. Ob von zwei, aus zwei unmittelbar übereinanderstehenden Kapseln genommen und im Alter unmittelbar aufeinanderfolgenden Samen der eine etwas dunkler, süsser, härter als der andere ist, beruht theils auf einem ganz subjectiven Urtheil, theils ist es unmöglich, einen Ausdruck für die fast unmerklichen Nuancen zu finden, der dem Leser ein dem Object ganz entsprechendes Bild hervorriefe. Für die in vieler Beziehung wichtigste Bestimmung der Grössenveränderung ergiebt sich noch die besondere Schwierigkeit, dass eine Berechnung des Volumens, die wissenschaftlich allein von Werth ist, bei so kleinen, meist unregelmässigen Körpern fast unmöglich ist. Meine Untersuchungen wurden in der Weise angestellt, dass von verschiedenen Pflanzen alle Stadien der Entwicklung, von der eben verwelkten Blüthe bis zur reifen Frucht, die sich wegen der ungleichzeitigen Entfaltung der centrifugalen oder centripetalen Blüthenstände meist an einer Inflorescenz zusammen vorfinden, möglichst genau und nach der Reihenfolge ihres Alters beschrieben und dann unter einander verglichen wurden, woraus sich gewisse allgemeine Schlüsse, und in Berücksichtigung ihres, bei sehr verschiedenen von mir untersuchten Pflanzen ziemlich constanten Verhaltens allgemeine Gesetze ergaben, deren Giltigkeit wenigstens für die, von mir einer solchen Prüfung unterworfenen Familien scheint gefordert werden zu können. Das Alter der Samen selbst lässt sich, wo es nicht schon aus der Stellung an der Inflorescenz hervorgeht, im Allgemeinen in den frühesten Stadien aus der Grösse, Farbe und Gestalt des Pericarps; später, wenn diese weniger abändern, aus der Gestalt der Samen, und bei ausgewachsenen Samen am besten aus der Farbe erkennen, mit deren Aenderung alle übrigen physikalischen und chemischen Umwandlungen im Allgemeinen Schritt zu halten pflegen.

Aus einer solchen vergleichenden Beschreibung der Samen von *Colutea arborescens* ergiebt sich, dass die Grösse der Samen von ihrem ersten Stadium an bis zu einem gewissen Punkt hin zunimmt, indem sie zuletzt bis zu einer Länge von etwa 3‴ und einer Höhe von etwa 2‴ steigt. Nachdem sie diesen Punkt erreicht hat, nimmt

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0489-5

die Grösse sehr rasch ab, so dass die völlig reifen Samen den sehr wenig entwickelten in der Länge von etwa 2‴ und der Höhe von etwa 1‴ fast gleichkommen. Ueberhaupt geht das Wachsthum nicht in gleichmässiger Progression und in geradem Verhältniss zu dem Alter vor sich, sondern es zeigt sich in verschiedenen Altersperioden ein verschiedenes Gesetz, eine andere Weise der Ausdehnung. So wachsen die jüngsten, fast kugeligen Samen anfänglich mehr nach der Dimension der Länge, so dass sie herzförmig mit täglich tieferer Einbuchtung der Basis, später fast nierenförmig, mit ungleicher Ausbildung der Hälften werden; alsdann dehnen sie sich wieder mehr nach der Richtung der Höhe aus und erlangen zuletzt eine von sehr jungen wenig differirende, ziemlich ovale Gestalt mit etwas ausgeschweiftem Nabel. Auf ähnliche Weise fand ich, dass bei den Saubohnen die jüngsten, grünen Samen dick, fast kugelig sind; dann dehnen sich dieselben mehr in der Längendimension aus, werden oval, fast nierenförmig, zuletzt nierenförmig, wobei sie eine ziemliche Länge und Breite erreichen; sobald sie jedoch dieses Maximum überschritten haben, werden sie bedeutend kleiner und nähern sich auch in ihrer Form dem ursprünglichen Oval.

Während also das Maximum der Grösse hier in einem gewissen Zeitraum vor der Reife fällt, so nimmt dagegen die Härte und Festigkeit allmählig und stetig von ihrer ersten saftigen, weichen Consistenz bis zu dem Grade der Reife zu, wo sie oft dem Einschnitte des Messers lange widersteht. In Betreff der Farbe zeigt sich bei *Colutea* ein eigenthümlicher Antagonismus zwischen Testa und Embryo. Beide sind Anfangs gleichmässig grün; dagegen durchläuft die erstere in Folge ihrer Entwicklung nach einander die Schattirungen von gelb, röthlich, braun und schwarz, während der Embryo allmählig immer bleicher wird und zur Zeit der Reife kaum blassgelb ist. So enden beide, obwohl von einem Ausgangspunkte anfangend, mit dem entgegengesetzten Extrem. Dabei zeigt sich, dass die Basis der Samenschale in der Entwicklung der Spitze meist voranläuft, so dass sie in der Regel schon die Farbennuancen zeigt, die die Spitze erst in späteren älteren Früchten an sich trägt. Auch dieses Gesetz scheint nach meiner Erfahruug ziemlich allgemein zu sein; so ist bei Schminkbohnen der Saum des Nabels in der Micropyle sowie die Caruncula schon mit dem schönsten Purpurroth gefärbt, wenn der übrige Theil des Samens noch blassblau ist. Von jenen Punkten aus dehnt sich die purpurne Färbung allmählig über die ganze Nabelregion, von der aus sie beim reifen Samen die ganze Samenschale überzieht,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0490-8

Auch bei ihnen, so wie fast bei allen von mir untersuchten Samen zeigt sich sehr deutlich, dass der Culminationspunkt des Wachsthums in eine der Reife selbst ziemlich weit vorangehende Zeitperiode trifft, von dem an eine ununterbrochene Verminderung des Volumens eintritt. Das Vorauseilen der Basis vor der Spitze der Samen wird auch beim Embryo bemerkbar, wo das Würzelchen schon blassgelb ist, wenn die Cotyledonen noch grün sind; es scheint mit dem schwammigen Gewebe der Nabelregion, den Gefässnetzen in der Chalaza und der Berührung mit dem durch den Nabelstrang zunächst hierhin übergeführten Nahrungssaft in Zusammenhang zu stehen. Auch bei den Früchten zeigt sich nach L. C. Treviranus*) in ähnlicher Weise, dass die Spitze in der Regel minder entwickelt ist als die Basis.

Der Glanz der Samen von *Colutea* ist bei den kleinsten am grössten, er nimmt stetig mit dem Alter ab, indem er vom stärksten Wachsglanz zum starken, mittlern und schwachen Fettglanz übergeht und mit Vollendung der Reife ganz verschwindet. Dieser eigenthümliche, feuchte Glanz, der nicht mit dem von einer besondern Structur der Oberhaut herrührenden spiegelnden (wie bei der Rosskastanie) zu verwechseln ist, ist für unreife Samen ein gutes Kriterium, das für dieselben ebenso stetig und characteristisch ist, wie etwa für die in Wasser löslichen Salze; er beruht auch in der That auf einem grossen Wassergehalte der Samenschale, und verschwindet, so wie dieses mit der Reife verdunstet. Aus ähnlichem Grunde kleben auch junge Samen in der Regel gern an einander, so dass sich Säulen von 6—8 an einander haftenden Körnern aufheben lassen; reife, ausgetrocknete Samen dagegen zeigen diese Eigenthümlichkeit durchaus nicht. Die Samenschale lässt sich bei den unreifen Samen sehr leicht von dem Embryo ablösen, da sie von etwas fleischiger und brüchiger Consistenz ist; auch unterscheiden sich beide Schichten derselben, Testa und Endopleura, auf den ersten Blick durch ihre Farbe und Structur; erstere ist durchscheinend und häutig, die andere blassgrün und schwammig. Der aus ihnen herausgeschälte Embryo ist noch von einer dritten, den Cotyledonen und dem Rücken der Wurzel eng anliegenden, durchsichtigen, häutigen Membran eingeschlossen, die dem Ganzen etwa die Gestalt eines Herzens mit einem rudimentären Herzohr giebt. Durch sie hindurchscheinend ist der Embryo blassgrün; herausgezogen, was sehr leicht geschieht, ist er feucht, schön dun-

*) Treviranus l. c. II. b. 489.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0491-4

kelgrün. Allmählig lässt sich die Kernhaut schwerer von den äusseren Integumenten trennen, und bei den reifen Samen ist es fast unmöglich, die einzelnen Schichten der Samenschaale zu unterscheiden, oder sogar sie ohne Verletzung vom Embryo abzulösen.

Während bei *Colutea*, *Polygonum* und vielen anderen Pflanzen die Umfärbung der Testa gleichmässig über die ganze Oberfläche vor sich zu gehen scheint, so tritt dieselbe bei andern Samen in eigenthümlicher Weise ein. Während nämlich der grösste Theil der Oberfläche noch die, der jüngeren Stufe eigenthümliche Färbung besitzt, treten an einzelnen, anscheinend gleichgültigen Stellen Flecken von einer andern Farbe auf, die sich von da aus allmählig ausbreiten, und zuletzt eine gleichmässige Umfärbung der ganzen Schale hervorrufen. Dieser Vorgang wiederholt sich so lange, bis der Samen seine reife Farbe erlangt hat. So treten bei *Oenothera speciosa* auf der blassgelben Oberfläche junger Samen röthliche, später braune Punkte auf, die sich in Linien erweitern, über die ganze Fläche ausbreiten, schwarze Zeichnungen bekommen und endlich in ein allgemeines Schwarz auslaufen. Bei *Canna orientalis* erscheinen auf der hell wachsgelben Fläche bläuliche Flecken, die sich immer mehr ausbreiten und dunkler werden, zuletzt eine allgemeine schwarze Färbung hervorrufen. Wir erinnern daran, dass auch Göppert*) bei *Ceratophyllum* ein ähnliches Ausbreiten des von ihm entdeckten Farbstoffes von einzelnen Punkten aus nachgewiesen und daraus den Schluss gezogen hat, es möchte diese Weise der Farbenveränderung ein allgemeines Gesetz im Pflanzenreiche sein. Auch bei der herbstlichen Färbung der Blätter scheinen beide Arten der Farbenveränderung, die von einzelnen Stellen ausgehende und die sich über die ganze Fläche gleichmässig ausbreitende, vorzukommen.

Betrachten wir die einzelnen Theile des Samens noch besonders, so ist die Testa in der Regel im ersten Stadium weich, krautig; sie lässt das Licht durchscheinen, obwohl sie zu dieser Zeit gewöhnlich am dicksten und die einzelnen Schichten derselben am meisten entwickelt sind. Die Durchsichtigkeit nimmt in der Regel, und bei den meisten Samen stetig mit dem Alter ab, während gleichzeitig die Testa dünner, aber dichter und härter wird, und die einzelnen Schichten derselben nicht verschmelzen. Sie ist in der Jugend ungefärbt oder auch grün, und durchläuft dann nach bestimm-

*) Göppert, Verhandlungen der schlesischen Gesellschaft für vaterländ. Kultur. Breslau 1847. p. 147.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0492-0

ten Gesetzen, wie es scheint, verschiedene Nuancen bis zur Reife, indem sie nach einander durch gelb, roth, braun hindurch geht und entweder mit einer dieser Farben oder mit schwarz abschliesst; seltener werden die Samen aus grün sofort weiss*) und behalten dann manchmal auch eine geringe Durchsichtigkeit**); bei einzelnen tritt eine blaue Schattirung auf***); grün bleibt, wie schon Caesalpinius fand, wohl keine Samenschale.

Geringere Farbenveränderungen durchläuft der Embryo, der in der Jugend in der Regel grün ist und später ausbleicht, oder gelb, seltener orangegelb wird. In einzelnen Fällen, wie bei *Oenothera speciosa*, ist er von Anfang an weiss. Seine Gestaltveränderungen sind sehr bedeutend, jedoch in der Regel schon durch die der Samenschale indicirt; bei den gefalteten Cotyledonen der *Cruciferae*, wie bei *Raphanus*, fand ich, dass diese Faltung erst später eintritt, während dieselben in der frühesten Zeit platt an einander liegen.

Aus diesen und ähnlichen auf zahlreiche Untersuchungen, deren specielle Beschreibung man in meiner Inauguraldissertation findet, gestützten Bemerkungen, scheint sich folgender Vorgang beim Reifen der Samen zu ergeben:

B. Allgemeiner Ueberblick über das Reifen der Samen.

Sobald sich im Samen der Embryo entwickelt hat, zieht er durch eine unbekannte Kraft die Nahrungssäfte der gesammten Pflanze an sich. Und zwar zeigt sich hier eine Verschiedenheit der Frucht vom Samen. Denn erstere kann auch dann zur gehörigen, ja zu ungewöhnlicher Entwicklung gelangen, wenn auch alle oder die meisten Eichen in ihr zu Grunde gegangen sind; wie viele Obstsorten, die Ananas, der Brodbaum zeigen****); die Eichen dagegen hören auf sich zu entwickeln und werden selbst resorbirt, wenn ihnen nicht der Embryo das Leben erhält. Dagegen übertrifft, wenn die Befruchtung glücklich von statten gegangen, das Wachsthum dieses Organs an Energie und Kraft alle anderen Theile der Pflanze, so dass es nicht blos die neu aufgenommenen Nahrungsstoffe, sondern selbst die früher in anderen Theilen, in Wurzel, Stengel, Pericarp niedergelegten Substanzen an sich zieht. Daher kömmt es auch, dass es stets das Leben des Zweiges, auf dem es sitzt, nicht selten auch das der ganzen Pflanze begränzt.

*) z. B. Bohnen, Citronen, Gurken, Kürbiskerne.
**) z. B. Levcoysamen.
***) z. B. bei Bohnen, Lupinen, Canna, Erythraea.
****) Vrgl. De Candolle, Pflanzenphysiologie übersetzt von Röper II. 145–47.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0493-6

So gelangt das Eichen bald zu seiner normalen Grösse, indem es durch den fleischigen Nabelstrang die feuchte Nahrung an sich zieht.

Doch zeigt sich hierbei wieder ein Antagonismus zwischen den Integumenten und dem Embryo. Anfänglich nämlich wachsen fast allein die Samenhäute, so dass sie eine grosse Höhle bilden, in deren gegen die Micropyle gerichteten Ecke der kleine Embryo sitzt. So wie aber dieser einen gewissen Grad der Ausbildung erlangt hat, so nimmt er seinerseits wieder alle Nahrung an sich, und zwar, da er organisch mit der Mutterpflanze nicht verbunden ist, zunächst durch seine Hüllen. Daher werden diese von ihm theils resorbirt, wie das Albumen bei Cruciferen, theils werden sie ihrer Säfte, sowie der Fähigkeit sich weiter zu entwickeln, beraubt. Daher kömmt es, dass diese Theile des Samens relativ und selbst absolut am grössten sind, wenn der Embryo am kleinsten ist, und umgekehrt; so nimmt in der frühesten Zeit der Nabel, die Micropyle, die Caruncula den grössten Theil der Samenoberfläche ein; später verschwinden diese Organe oft auf ein Minimum. Es lässt sich daher auch aus der Entwicklungsgeschichte eine Unterscheidung der einzelnen Theile des Samens in wesentliche und unwesentliche, wie bei der Blüthe, begründen.

Ueberhaupt scheint es ein allgemeines Gesetz im ganzen Pflanzenleben, dass alle relativ unwesentlichen Theile am frühesten ihr Wachsthum beginnen und vollenden, während die wesentlicheren lange unentwickelt verharren, bis sie zuletzt sich entfalten und damit zugleich das Leben jener begränzen. So sind an der Knospe die Schuppen die am frühesten und relativ am höchsten entwickelten Organe; sie umschliessen einen auf ein Minimum reducirten Zweig; sowie dieser jedoch auszuwachsen beginnt, gehen sie zu Grunde und fallen ab. An dem Zweige wiederum sind die achsel- und seitenständigen Blüthenknospen längere Zeit die kleinsten, am wenigsten ausgebildeten Organe, und zwar erreichen an letzteren wiederum die Bracteen, dann die Kelchblätter ihr Maximum; ja die Haare auf diesen sind anfänglich viel grösser, als die ganze Blüthe. Kaum entfaltet sich diese, so schliesst sich auch alle weitere Entwicklung des Zweiges, auf dem sie sitzt; an ihr selbst bleiben die einzelnen Organe in der Regel in derselben Reihenfolge zurück, in der sie sich gebildet; zuerst die Bractea, dann Kelch, Corolle und Antheren. Erst wenn diese verwelkt sind, entwickelt sich das Pistill, und zwar ist an diesem ursprünglich Griffel und Narbe viel grösser, als der Fruchtknoten. In der Frucht nimmt lange Zeit das Pericarp den ersten Rang ein; erst später gelangen die Samen zu

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0494-2

einiger Grösse und bewirken zuletzt, namentlich bei trockenhäutigen Früchten, wie bei Hülsen und Kapseln, ein Zurückschreiten des früher fleischigen Pericarp. Im Samen selbst erfreut sich, wie schon erwähnt, ursprünglich die Testa der relativ höchsten Entwicklung. Später wird sie vom Embryo verdrängt und in ihrer weiteren Ausbildung gehemmt. Im Embryo wiederum sind die Cotyledonen die am meisten ausgebildeten Organe, gegen die das Knöspchen meist verschwindet; ist der Same aber in die Erde gelangt, so vergrössern sich die Cotyledonen durch das Keimen nur wenig oder gar nicht, während die Knospe sich entfaltet, jene erschöpft, sich selbst aber in ungeheuerer Vergrösserung zur neuen Pflanze entwickelt. So wiederholt sich im ganzen Pflanzenleben dasselbe Gesetz, das wir leicht durch specielle Messungen belegen könnten.

Wir haben den Embryo bereits bis dahin verfolgt, wo er den grössten Theil der Höhle des Samens ausfüllt, weich, feucht, grün, glänzend ist; wo die Samendecken noch nicht verwachsen, dick, feucht, klebrig, grünlich oder farblos und durchscheinend sind; es ist dies die Periode, wo der Same vorzugsweise wächst; sie entspricht nach den meisten Eigenthümlichkeiten jenem der Frucht, das wir als das des Wachsthums bezeichnet haben. Indem nun allmählig der Nabelstrang, der die einzige Brücke zwischen dem Samen und der Mutterpflanze bildet, durch Verholzung seines Gewebes vertrocknet, so löst sich zuerst das äussere Integument, die eigentliche Testa, die beim Beginne der Reife mit ihm organisch zusammenhängt, von demselben ab und bildet das Nabelloch; bald tritt auch an den beiden Seiten, wo der Nabelstrang mit der Endopleura und dem Samenträger verwachsen ist, eine Entgliederung ein, so dass in manchen Fällen, namentlich bei nicht aufspringenden Früchten, schon lange vor der Reife, der Same sich von selbst ablöst.

Jedenfalls ist der Nabelstrang um diese Zeit unfähig, dem Samen neue Nahrung zuzuführen, wie seine trockene erstorbene Beschaffenheit zeigt. Es ergiebt sich daraus, dass auch beim Samen alle die Processe, die wir unter dem Begriff der eigentlichen Reife zusammenfassen, mehr oder minder von selbst und unabhängig von dem Gesammtorganismus eintreten und ihren Fortgang haben müssen, sobald einmal die eigenthümliche Thätigkeit in seinen Substanzen eingeleitet ist. Dass in der That zur Vollendung dieser Processe kein neuer Nahrungssaft zuströmt, beweist nicht nur der Augenschein, sondern vor Allem auch die als ganz allgemeines Gesetz erkannte Erscheinung, dass alle Samen, die sich bis dahin stetig vergrösserten, mit Eintritt des eigentlichen Reifens beständig kleiner

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0495-8

werden, was sich durch die Verdunstung und Bindung des überflüssigen Wassers zur Bildung neuer dichterer Substanzen, wie des Amylums, des Oels, der Proteinstoffe u. s. w. erklärt. Mit derselben Ursache im Zusammenhange steht die Abnahme des Glanzes, des feuchten Ansehens, des Aneinanderklebens der Samen, der Spannung der Testazellen, sowie die Zunahme der Härte, der Dichtigkeit und des specifischen Gewichts. Indem kein Wasser mehr zuströmt, wächst die Testa nicht mehr; sie zieht sich vielmehr zusammen. Dagegen dehnt sich der Embryo noch etwas durch Bildung festerer Stoffe aus; dadurch wird die Samenschale auch noch von innen her zusammengedrückt, so dass die einzelnen Schichten derselben meist verschmelzen; auch liegt sie aus demselben Grunde jetzt den Cotyledonen so fest an, dass sie nur sehr schwer von ihnen getrennt werden kann.

Noch wichtiger sind die chemischen Veränderungen, die während dieses Stadiums den Zucker und die andern Stoffe unreifer Samen in festere Substanzen umwandeln. Durch diese werden die Zellen so ausgefüllt, dass die Samen alsdann ohne Veränderung der Gestalt austrocknen können. Legt man nämlich junge Samen frei in trockene Luft, so verlieren sie bald ihre Gestalt und Farbe und schrumpfen bis zum vierten Theil ihres Gewichts ein. In Wasser gelegt, erlangen sie in der Regel ihre frühere Gestalt, Grösse und Schwere zurück. Je älter sie werden, desto mehr feste Stoffe sind gebildet, desto weniger vermindert sich auch das Gewicht und die Form beim Trocknen. So wurden sehr junge Samen von *Canna* durch dasselbe ganz unförmlich; ältere wurden nur mehr oder minder runzelig, wie Pfefferkörner. Endlich tritt ein Zeitmoment ein, wo die Samen zwar viel kleiner werden, ihre Form jedoch nicht durch Zusammenschrumpfen verändern, obwohl sie im Innern noch grün und unreif sind. Hier hat sich genug Amylum und sonstiger fester Substanzen gebildet, um die Formveränderung, nicht aber um die Verkleinerung zu verhindern. Lupinen aus dieser Zeit, deren Embryo gelbgrün, deren Samenschale blassblau ist, verlieren noch über die Hälfte an Gewicht, fast $^2/_3$ an Volumen, ohne jedoch an ihrer Oberfläche sich zu runzeln; ähnlich verhalten sich nach meinen Beobachtungen Samen von *Canna*, *Colutea*, Bohnen und andere. Das letzte Stadium ist das der reifen Samen, die durch das Austrocknen in dem Laufe der Zeit zwar auch noch an Schwere und Grösse allmählig verlieren, jedoch nur wenig und unmerklich.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0496-4

III. Ueber die Eigenschaften reifer Samen.

So lassen sich auch beim Samen leicht dieselben 2 Perioden nachweisen, die bei den Früchten bekannt sind, die eine des eigentlichen Wachsthums, die auf der stetigen Zuführung neuen Nahrungssaftes aus der Mutterpflanze beruht, die andere des eigentlichen Reifens, die von der Mutterpflanze wesentlich unabhängig scheint und auf der Entfernung des Wassers durch Verdunstung und Binden desselben zur Bildung von neuen Stoffen beruht. Mit Recht bestimmt daher Schleiden*) die Reife als den Zeitpunkt, wo wegen mangelnder Feuchtigkeit die chemischen Wechselwirkungen und folglich die Lebensverhältnisse des Samens äusserst gering sind. Da man jedoch einem Samen nicht sofort ansehen kann, ob die einzelnen chemischen Processe in ihm beendigt sind, und da eine geringe Verdunstung auch noch an reifen Samen eintritt, wie man aus der Vergleichung frischer und ein- oder zweijähriger Samen sofort erkennt, so werden gewöhnlich bestimmtere Merkmale aufgestellt, durch die ein reifer Same erkannt werden solle. Unter ihnen die wichtigsten sind das specifische Gewicht und die Keimfähigkeit.

Man behauptet nämlich, dass reife Samen im Wasser untersinken, unreife dagegen schwimmen. So erklären Duhamel**), L. C. Treviranus***), DeCandolle†) und viele andere die Wasserprobe als das sicherste Kriterium, einen reifen, zum Keimen tauglichen Samen von einem unreifen zu unterscheiden. Nun haben aber Schübler und Renz††) nachgewiesen, dass das specifische Gewicht der Samen von 0,210 bis zu 1,450 variire, so dass also sehr viele von ihnen, auch völlig entwickelt, dennoch leichter als Wasser sind. Andererseits habe ich mich überzeugt, dass bei vielen, namentlich Amylum haltigen Samen das Untersinken im Wasser lange vor der Reife eintritt. So sinken bei den Leguminosen, den Gräsern, Amaranthaceen, Polygoneen u. a. alle nur irgend der normalen Grösse nahe kommenden Samen im Wasser zu Boden. Nur die jüngsten schwimmen in der Regel immer; etwas später zeigt sich oft eine grosse Ungleichheit, indem ältere aufsteigen, jüngere niederfallen, oder von gleich grossen die einen schwimmen,

*) Schleiden, Grundzüge der Botanik. II. p. 451.
**) Duhamel, de Sem. et de plant. lib II. cap. VI. p. 99.
***) L. C. Treviranus Physiologie. II. b. p. 575.
†) DeCandolle, Physiologie übersetzt von Röper. II. 178.
††) Schübler und Renz, Untersuchungen über das Eigengewicht der Samen. Eine Inauguraldissertation. 1826. Kastner's Archiv. X. 402.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0497-0

die andern nicht. Es scheint dies darauf zu beruhen, dass um diese Zeit die Samen das specifische Gewicht von 1 erlangt haben, so dass die kleinste zufällige Veränderung schon von Einfluss ist.

Es ergiebt sich daraus, dass weder alle reifen Samen schwerer als Wasser, noch alle Samen, die schwerer sind, reif seien, dass also die Wasserprobe eben so wenig ein wissenschaftlich scharfes Resultat giebt, als die von Plinius*) aufgestellte, auf demselben Princip beruhende, dass diejenigen Samen die reifsten, weil die schwersten, seien, die auf der Tenne am untersten lägen.

Wichtiger ist die Ansicht, dass nur der Same reif sei, der keimfähig ist. Diese liegt fast allen Definitionen unbewusst zu Grunde; und offenbar kann auch ein Same nicht als reif, d. h. als vollkommen ausgebildet betrachtet werden, so lange er seiner Bestimmung nicht genügen kann; die Bestimmung des Samens aber ist eben, zu keimen. Behauptet man jedoch auch umgekehrt, dass jeder Same, der keimen kann, dadurch schon an und für sich reif sei, so setzt man Keimfähigkeit mit Reife als gleichbedeutend und ein Satz wie der: „Ein Same, der keimen kann, ist reif", enthält dann nicht mehr, als: „Ein Same, der keimen kann, kann keimen." Legt man jedoch, wie logisch nothwendig, dem Begriff der Reife einen besonderen Umfang zu, so muss man darunter offenbar die Totalität aller, einem reifen Samen zukommenden, physischen und chemischen Eigenschaften verstehen, deren eine und vielleicht auch die wesentlichste die Keimfähigkeit ist. Dann entsteht aber auch die Frage, ob diese Eigenschaft einem Samen nicht schon zukommen könne, ehe er in den Besitz der übrigen zur Reife erforderlichen Eigenthümlichkeiten gelangt ist, d. h. ob nicht auch ein unreifer Same keimen könne.

(Schluss folgt.)

Monströser Fruchtstand eines Equisetum pratense Ehrh.

Es ist bekannt, dass bei den Equisetaceen Monstrositäten an den Fruchtständen äusserst selten vorkommen, daher ich nachstehend die Beschreibung einer solchen geben will.

Hr. Apotheker J. C. Meyer in Bayreuth hatte die Güte, mir mehrere frische Exemplare des um Nürnberg fehlenden *Equisetum pratense* Ehrh., behufs der Abbildung für meine Deutschlands Flora,

*) Plinius, histor. natural. lib. XVIII. cap. 54.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05964-0498-6

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1849

Band/Volume: 32

Autor(en)/Author(s): Cohn Ferdinand Julius

Artikel/Article: Beiträge zur Physiologie des Samens 481-493