

Archiv für Anatomie, Bd. XVIII, S. 162, 1880.

CIENKOWSKI, Arch. für mikr. Anat., Bd. IX, S. 56, 1873.

Ich möchte nicht versäumen, an dieser Stelle Herrn Professor HANSEN, der diesen Untersuchungen lebhaftes Interesse schenkte, sowie mir die neueste Literatur auf dem Gebiete der Zellforschung zur Verfügung stellte, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Für die lebenswürdige Überlassung des Untersuchungsmateriales, welches aus dem Garten des Herrn CHR. AUG. ISHEIM II. in Grüningen bei Giessen stammt, sage ich Genanntem an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank.

50. A. Schulz: Die Bewegungen der Staubgefäße und Griffel sowie der Perianthblätter der einheimischen Alsinaceen-Arten während des Blühens.

Eingegangen am 21. Juni 1906.

Diejenigen einheimischen Alsinaceen-Arten¹⁾, deren Blüten ich beobachtet habe, lassen sich in zwei Gruppen zusammenfassen. Die erste dieser Gruppen umfasst diejenigen Arten, deren Staubgefäße²⁾ in allen Fällen während des Blühens der Blüte vier spontane Nutationsbewegungen machen: Zuerst eine epinastische, darauf eine hyponastische, dann eine zweite epinastische und endlich eine zweite hyponastische³⁾ Bewegung. Die zweite der beiden Gruppen umfasst diejenigen Arten, deren Staubgefäße⁴⁾ während des Blühens der Blüte meist nur zwei, viel seltener vier spontane Nutationsbewegungen machen; diese entsprechen den vier Nutationsbewegungen

1) Mit Ausschluss der Spergulaceen, die meines Erachtens eine selbständige, den Alsinaceen gleichwertige Familie bilden; vergl. hierzu SCHULZ, diese Berichte, 21. Bd. (1903), S. 119 u. f.

2) Die normale Blüte der Arten dieser Gruppe enthält stets 10 — 5 episepale und 5 epipetale — Staubgefäße.

3) Diese Bewegung fällt in der Regel mit dem Verwelken der Krone und mit der Schliessbewegung des Kelches zusammen und ist infolge davon in einem grossen Teile der Blüten nicht ganz selbständig, sondern wird in ihnen zum Teil durch das sich einwärts bewegende Perianth veranlasst. Sie ist bei den meisten Arten nicht in allen Blüten ganz gleichartig.

4) Nur bei einem Teile der Arten dieser Gruppe enthält die normale Blüte stets 10 — 5 episepale und 5 epipetale — Staubgefäße; bei den übrigen Arten enthält sie meist oder sogar fast stets oder stets weniger als 10 Staubgefäße.

der Staubgefässe der Arten der ersten Gruppe, jene den beiden ersten von diesen vier Bewegungen.

Ausser den Nutationsbewegungen machen die Staubgefässe der Arten beider Gruppen, vorzüglich die der Arten der ersten Gruppe, während des Blühens auch Torsionsbewegungen¹⁾.

Wie die Staubgefässe, so führen auch die Griffel, vorzüglich die der Arten der ersten Gruppe, während des Blühens spontane Nutations- und Torsionsbewegungen aus.

Bei den Arten der zweiten Gruppe führt die — einzige oder die erste — hyponastische Bewegung der Staubgefässe²⁾ regelmässig zu einer Berührung der — zu dieser Zeit — konzeptionsfähigen Narben durch die Antheren, deren Pollensäcke sich vorher geöffnet haben, an denen zu dieser Zeit aber meist noch recht reichlich Pollen haftet, und damit stets zu einer für die normale Samenproduktion ausreichenden Bestäubung der Narben³⁾⁴⁾. Bei den Arten der ersten Gruppe dagegen führen die Bewegungen der Staubgefässe und Griffel nur selten⁵⁾ zu einer Berührung⁶⁾ von konzeptionsfähigen Narben durch pollenbedeckte Antheren⁷⁾⁸⁾.

1) Die Staubgefässe tordieren stets nach links.

2) Bei den meisten dieser Arten führt auch die Bewegung der Griffel zu einer Berührung von Narben und Antheren. Ich werde hierauf an einer anderen Stelle näher eingehen.

3) Häufig findet auch schon kurz vor oder bei Beginn der Perianthöffnung — vor Beginn der ersten epinastischen Bewegung der Staubgefässe — durch Berührung der — schon zu dieser Zeit — konzeptionsfähigen Narben durch geöffnete, pollenbedeckte Antheren — reichliche — Bestäubung der ersteren statt.

4) Eine spontane Selbstbestäubung ist bei diesen Arten durchaus notwendig, da ihre Blüten — zum Teil sehr — wenig von Insekten besucht und bestäubt werden und ihre Individuen fast in allen Fällen — eine Ausnahme machen nur *Sagina procumbens* L. und ein Teil der Individuen von *Cerastium triviale* Lk. — nur einmal blühen.

5) Eine solche Berührung findet fast nur bei *Malachium aquaticum* — und auch hier nicht häufig — statt, welches von den Arten dieser Gruppe die kürzeste Blühdauer hat.

6) Freilich kommen die oberen Enden der Staubgefässe bei der zweiten hyponastischen Bewegung, während welcher sich auch die Perianthblätter einwärts bewegen, sehr häufig mit Narben in Berührung, es haftet jedoch zu dieser Zeit meist kein Pollen mehr an den Antheren — falls diese noch nicht von den Filamenten abgefallen sind —, und ausserdem verwelken in der Regel die Griffel — welche sich bei den meisten Arten zu dieser Zeit ebenfalls einwärts bewegen — schon während oder bald nach der Berührung, so dass, selbst wenn eine Bestäubung der Narben stattgefunden hat, doch keine Befruchtung der Eizellen erfolgt; vergl. hierzu S. 315, Anm. 5.

7) Spontane Selbstbestäubung ist für diese Arten überflüssig, da die meisten ihrer Blüten von Insekten besucht und bestäubt werden. Ausserdem sind sie sämtlich ausdauernd.

8) Dennoch sind diese Bewegungen auch bei diesen Arten nicht ohne Bedeutung für das Zustandekommen der Bestäubung der — bei diesen Arten erst

Das Perianth der Blüte der Arten der ersten Gruppe, welches normal aus 5 Kelchblättern und 5 — bei den meisten Arten diese an Länge übertreffenden — Kronblättern besteht, ist während der ganzen — meist mehr als 24 Stunden dauernden — Zeit des Blühens der Blüte, welches mit der Öffnung des Perianthes beginnt und mit dessen Schlusse endigt, geöffnet; während der Nacht¹⁾ und bei trübem Wetter, vorzüglich Regen, zieht es sich etwas zusammen²⁾. Das Perianth der Blüten der meisten Arten der zweiten Gruppe — abgesehen von *Sagina procumbens* L. und *S. apetala* Ard., welche ein tetrameres Perianth haben³⁾, — besteht ebenfalls — normal — aus 5 Kelchblättern und 5 Kronblättern, doch sind letztere bei den meisten Arten — bei *Stellaria pallida* sehr bedeutend — kürzer als die Kelchblätter; nur bei *Moehringia trinervis* (L.) sind in sehr vielen Blüten, die aber wie die übrigen Blüten der Art 5 Kelchblätter haben, weniger als 5 Kronblätter vorhanden. Bei keiner Art dieser Gruppe, ausser *Moehringia trinervis*, ist das Perianth aller Blüten während der ganzen Dauer des Blühens — welche in derselben Jahreszeit bei gleicher Witterung viel kürzer ist als die der Arten der ersten

kürzere oder längere Zeit nach dem Aufspringen der Pollensäcke zur Reife gelangenden — Narben, weil durch sie die Antheren zu der Zeit, wenn ihre Aussen-seiten reichlich mit Pollen behaftet sind — der Pollen fällt sehr bald nach dem Aufspringen der Pollensäcke von den Antheren ab —, an solche Stellen gelangen, dass sie von den die Blüte besuchenden Insekten — abgesehen von ganz winzigen, vorzüglich Blasenfüssen — regelmässig, und zwar mit denselben Körperteilen, mit welchen diese Insekten in den älteren Blüten die ganzen Narben oder deren obere, am dichtesten und mit den längsten Papillen besetzte Partien, die sich infolge der Griffelbewegungen zu dieser Zeit ungefähr an denselben Stellen befinden wie in den jüngeren Blüten die reichlich mit Pollen bedeckten Antheren, berühren, berührt werden; und ausserdem, weil durch sie die Staubgefäße, wenn deren Antheren den gesamten oder wenigstens den meisten Pollen verloren haben — die Antheren fallen zu dieser Zeit leicht von den Filamenten ab —, also für die Bestäubung wenig oder gar keine Bedeutung mehr haben, in eine solche Stellung gelangen, dass sie weder die besuchenden Insekten an der Berührung der konzeptionsfähigen Narben hindern — vergl. hierzu S. 307, Anm. 4 —, noch den Pollen von dem Körper jener abstreifen.

Die Torsionsbewegung der Staubgefäße hat weder bei den Arten der ersten, noch bei denen der zweiten Gruppe eine Bedeutung für das Zustandekommen der Bestäubung, da die Wandungen der Pollensäcke nach deren Aufspringen eine solche Stellung annehmen, dass sich die Antheren fast ringsherum mit Pollen bedecken. Ausserdem erhält die Anthere durch das Kollabieren des Schaltstückes — welches kurz vor dem Aufspringen der Pollensäcke beginnt und bald nach diesem beendet ist — einen so hohen Grad von Beweglichkeit, dass sie durch die die Blüte besuchenden Insekten nach allen Seiten gedreht werden kann.

1) vergl. S. 306, Anm. 3.

2) Gleichzeitig neigen sich die Blüten, die bei hellem Wetter ihre Öffnung gerade oder schräg aufwärts richten, mehr oder weniger nach der Seite.

3) Es besteht aus 4 Kelchblättern und 4 — bei *Sagina apetala* sehr kleinen — Kronblättern.

Gruppe — oder überhaupt — während des Blühens — geöffnet; es ist vielmehr bei einer — bei einigen der Arten sehr bedeutenden — Anzahl der Blüten entweder während eines Teiles der Blühzeit oder sogar während der ganzen Blühzeit geschlossen.

Die erste Gruppe, auf die ich im folgenden allein eingehen will, lässt sich in vier Untergruppen zerlegen. Es gehört zu der ersten Untergruppe z. B. *Cerastium arvense* L., zu der zweiten Untergruppe z. B. *Stellaria graminea* L., zu der dritten Untergruppe z. B. *Alsine verna* (L.), und zu der vierten Untergruppe z. B. *Malachium aquaticum* (L.).

1. Die meisten Blüten von *Cerastium arvense* haben bei heiterer, warmer Witterung eine Blühdauer von 52—76 Stunden¹⁾. Die Staubgefäße²⁾ bewegen sich anfänglich zusammen mit dem sich auswärts bewegenden Perianth³⁾, dem sie anliegen, langsam nach aussen. Doch meist schon bald, bevor sich das Perianth weit geöffnet hat, stellen die beiden unteren episepalen Staubgefäße oder, falls die eine Seite des Andröceums gefördert ist, zuerst das untere episepale Staubgefäss der geförderten und dann das der anderen Seite, die Auswärtsbewegung ein und bewegen sich wieder einwärts, und zwar soweit, bis sie senkrecht zur Blütenebene⁴⁾ stehen. Nach den unteren bewegen sich die übrigen episepalen Staubgefäße in aufsteigender Folge und dann die epipetalen Staubgefäße in derselben Reihenfolge bis zur senkrechten Stellung einwärts⁵⁾. Im Verlaufe der beiden ersten Bewegungen⁶⁾ tordieren die Staubgefäße normal um 180°, sodass ihre ursprünglich introrsen Antheren vollkommen extrors werden. Sehr bald nach Beendigung der Torsion öffnen sich die

1) Bei trübem Wetter dauert das Blühen länger.

2) Die 5 Staubgefäße jedes der beiden Kreise sind zu dieser Zeit zum Teil oder sämtlich ungleich lang. Ihre Länge nimmt — im episepalen Kreise mehr als im epipetalen — in aufsteigender Folge ab (betreffs des Diagrammes der Alsinaceen-Blüte vergl. EICHLER, Blüthendiagramme, 2. Teil [1878], S. 105 u. f.); die paarigen sind entweder gleich lang oder infolge Förderung der einen Seite des Andröceums ungleich lang. Das kürzeste episepale Staubgefäss pflegt länger als das längste epipetale zu sein.

3) Das Perianth kann sich in jeder Stunde des Tages — als Tag bezeichne ich die Zeit von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang — öffnen; bei der Mehrzahl der Blüten öffnet es sich aber in den Morgenstunden bis gegen 10 Uhr.

4) Diese steht senkrecht zur Längsachse der Blüte.

5) Es ist also sowohl die epinastische, als auch die hyponastische Bewegung der beiden oberen epipetalen Staubgefäße wesentlich grösser als die der beiden unteren episepalen Staubgefäße, welche letzteren sich nicht selten sehr wenig bewegen.

6) Die Torsion pflegt schon einige Zeit bevor das Staubgefäss senkrecht steht beendet zu sein. Die unteren episepalen Staubgefäße beenden jedoch ihre Torsion häufig erst in der senkrechten Stellung; nicht selten tordieren sie aber gar nicht oder doch um weniger als 180°.

Pollensäcke der Antheren. Die Staubgefässe verharren nur kurze Zeit in der senkrechten Stellung — in der ihre Filamente in der Regel ganz oder fast ganz gerade sind —, dann bewegen sie sich wieder nach aussen¹⁾, und zwar soweit, bis sie das Perianth, welches sich unterdessen bedeutend weiter geöffnet hat, berühren. Es sind am Schlusse dieser Bewegung meist die Filamente der episepalen Staubgefässe²⁾ im unteren und — viel längeren — oberen Teile gerade oder fast gerade, an der Verbindungsstelle zwischen beiden Teilen aber ziemlich scharf, oft fast winklig, nach innen konvex gekrümmt³⁾⁴⁾, die der epipetalen Staubgefässe²⁾ aber schwach nach aussen konvex gekrümmt oder gerade. Nachdem alle 10 Staubgefässe zusammen eine Zeitlang in der Endstellung ihrer zweiten epinastischen Bewegung verharren sind, machen sie ihre zweite hypostatische Bewegung⁵⁾. Anfänglich bewegen sich sämtliche Staubgefässe gleichmässig — und zwar langsamer als der Kelch und die verwelkende und sich unregelmässig zusammenziehende und zusammenrollende Krone, denen sie anliegen — einwärts. Dann pflegen sich aber die epipetalen Staubgefässe schneller als die episepalen zu bewegen; sie entfernen sich meist ein wenig vom Perianth, während die episepalen in der Regel mit diesem in Berührung bleiben. Entweder schon, wenn sie ungefähr senkrecht zur Blütenebene stehen, oder erst, wenn sie sich etwas — oft soweit, dass sie sich mit ihren oberen Enden untereinander berühren — einwärts geneigt haben⁶⁾,

1) Das Staubgefäss bzw. Staubgefässpaar beginnt die zweite epinastische Bewegung entweder schon etwas eher als das folgende Staubgefäss bzw. Staubgefässpaar seine erste hypostatische Bewegung beendet hat oder — seltener — kurz nach deren Beendigung; mehr als 4 Staubgefässe befinden sich bei heiterem Wetter meist nicht in vollständig senkrechter Stellung. Die Staubgefässe jedes Kreises sind zu dieser Zeit noch — in derselben Weise wie vorher — ungleich lang.

2) Sie weichen jetzt in der Länge meist nur wenig von einander ab; sie sind während der Bewegungen sehr bedeutend gewachsen.

3) Die episepalen Staubgefässe drängen sich häufig zwischen den Kronblättern hindurch und legen sich an die Kelchblätter an.

4) Es ist von grosser Bedeutung für das Zustandekommen der Bestäubung der Narben, dass sich — bei *Cerastium arvense* ebenso wie bei den anderen Arten der ersten Gruppe — die episepalen Staubgefässe in der angegebenen Weise krümmen. Wenn sie sich in der Weise wie die epipetalen Staubgefässe krümmen würden, so würden die die Blüten besuchenden Insekten nicht oder nur mit Mühe zu den an der Aussenseite ihrer Basis befindlichen Nektarien und dem an diesen haftenden oder von diesen auf die Kelchbasen hinabfliessenden Honig gelangen können.

5) Zu dieser Zeit hat in der Regel ein grosser Teil von ihnen ihre Antheren verloren.

6) Die Staubgefässe jedes Kreises sind zuletzt ungefähr gleich lang; die episepalen pflegen deutlich länger zu sein als die epipetalen. Die Filamente sind zu dieser Zeit an der Basis entsprechend der Fruchtknotenoberfläche etwas nach aussen konvex gekrümmt, oben etwas nach innen konvex gekrümmt oder — meist — ganz gerade.

stellen die Staubgefäße ihre Bewegung ein und verwelken¹⁾. Gleichzeitig zieht sich der Kelch soweit zusammen, wie die Staubgefäße und die zu kleinen Ballen zusammengeschrumpften Kronblätter es gestatten²⁾.

Zur Zeit der Perianthöffnung ist jeder der 5 — episepalen — Griffel stark, oft fast winklig, nach aussen konvex gekrümmt; sein oberer, mit Ausnahme der schwach zurückgekrümmten Spitze gerader Teil steht parallel zur Blütenebene oder ist etwas gegen diese geneigt; sein gerader oder etwas nach aussen konvexer, unterer Teil ist meist etwas nach aussen geneigt und ausserdem so tordiert, dass die oberen Teile der 5 Griffel sich kreuzen. Nach einiger Zeit richten sich, während die unteren Teile der Griffel zurücktordieren, die oberen Teile der Griffel soweit auf, bis sich die 5 Griffel nur noch mit ihren Spitzen berühren. Dann strecken sich die Griffel gerade, während sie sich gleichzeitig meist etwas mehr nach aussen neigen. Darauf krümmen sie sich im oberen Teile — kreisbogig oder mehr hakig — nach innen konvex, während sich ihre unteren Teile, die gerade bleiben oder sich nur schwach krümmen, weiter nach aussen neigen, oft soweit, dass die Spitzen aller Griffel der Blüte oder eines Teiles derselben die — benachbarten — Kronblätter, welche zu dieser Zeit ihre stärkste Neigung besitzen, oder die — benachbarten — Staubgefäße, diese aber nur unterhalb ihrer Spitzen, von denen übrigens zu dieser Zeit schon vielfach die Antheren, an welchen bereits zu dieser Zeit kein Pollen mehr zu haften pflegt, abgefallen sind, berühren. Während dieser Auswärtsbewegung, während welcher die Narben³⁾ — früher oder später⁴⁾ — konzeptionsfähig werden, tordieren die Griffel nicht selten mehr oder weniger

1) Vergl. S. 304, Anm. 6.

2) Nur bei sehr günstiger Witterung — im letzten Teile des Mai und im Juni — machen in denjenigen Blüten, deren Perianth sich am Morgen öffnet, alle Staubgefäße am ersten Blühtage die drei ersten Bewegungen. Meist haben auch in den Morgenblüten — so will ich diese Blüten nennen — dieser Jahreszeit bei Sonnenuntergang sich mehrere epipetale Staubgefäße noch nicht ganz bis zum Perianthe bewegt oder sogar 1-2 epipetale Staubgefäße die erste hyponastische Bewegung noch nicht ausgeführt. (Während der Nacht findet bei dieser wie bei den übrigen Arten keine Staubgefässbewegung statt.) Die zweite hyponastische Bewegung führen die Staubgefäße der Morgenblüten meist am dritten, seltener erst am vierten oder sogar schon am zweiten Blühtage aus.

3) Der Griffel ist unten nur an der Innenseite mit Narbenpapillen besetzt, weiter oben stehen diese auch an den Seitenflanken des Griffels, und die Griffelspitze ist rings herum mit Papillen besetzt. Diese stehen recht dicht und nehmen nach der Spitze des Griffels hin an Länge zu.

4) In einem Teile der Morgenblüten schon im Verlaufe des zweiten Blühtages, in der Mehrzahl der Morgenblüten aber erst am dritten Blühtage.

stark nach rechts¹⁾. Wenn sich am Schlusse des Blühens das Perianth zusammenzieht, so bewegen sich die Griffel ebenfalls nach innen, und zwar in der Regel soweit, dass ihre unteren Teile sich berühren oder fast berühren. Ihre oberen Teile sind dann, oft fast hakig, nach aussen umgebogen.

2. Die meisten Blüten von *Stellaria graminea* haben bei heiterem, warmem Wetter²⁾ eine Blühdauer von 30—36 Stunden. Zur Zeit des Beginnes der Perianthöffnung sind die epipetalen Staubgefäße gleich lang³⁾, die episepalen Staubgefäße aber zum Teil ungleich lang; und zwar sind von diesen die beiden vor den ganz gedeckten Kelchblättern stehenden gleich lang und länger als die übrigen, von denen meist das vor dem halbgedeckten Kelchblatte stehende das längste, das obere, unpaare das kürzeste zu sein pflegt⁴⁾. Die Staubgefäße führen ihre erste epinastische Bewegung recht schnell aus⁵⁾. Die epipetalen Staubgefäße neigen sich gleichweit nach aussen und zwar soweit, dass sie mit der Blütenebene einen Winkel von 30—45° bilden. Die episepalen Staubgefäße neigen sich dagegen zum Teil ungleichweit; in der Regel neigen sich die beiden längsten am wenigsten weit, das kürzeste, unpaare am weitesten — doch nur ungefähr halb soweit als die epipetalen Staubgefäße. Sie tordieren meist genau um 90°, selten um mehr⁶⁾. Die Torsionsbewegung beginnt während der Perianthöffnung oder kurz vor dieser und ist stets am Schlusse der epinastischen Bewegung beendet. Gleich nach Beendigung der Bewegung öffnen sich die Pollensäcke der Antheren. Die epipetalen Staubgefäße tordieren dagegen während der ersten epinastischen Bewegung und nach deren Beendigung um 180°. Erst

1) Wenn bei sehr heiterem, warmem Wetter die Narben sehr bald nach dem Beginne ihrer Konzeptionsfähigkeit reich bestäubt werden, so sterben vielfach die Griffel schon ab, bevor sie sich stärker gekrümmt haben. Durch heftige Berührung der Griffel — etwa durch ein grosses Insekt — wird das Absterben beschleunigt. Gleichzeitig mit dem Absterben der Griffel beginnt das Welken der Krone und die Schliessbewegung des Kelches. Bei trübem und kühlem Wetter, vorzüglich wenn keine oder nur spärliche Bestäubung erfolgt, sind die Griffel nicht selten noch während des ganzen vierten Blühtages frisch. In diesem Falle tordieren die Griffel oft sehr bedeutend.

2) Die meisten Blüten beginnen — ebenso wie bei den beiden folgenden Arten — am Morgen mit dem Blühen.

3) Sie sind kürzer als die episepalen Staubgefäße, ihre Antheren sind gleich gross und stehen den kleinsten episepalen Antheren ein wenig in Grösse nach.

4) Das längste Staubgefäss hat die grösste, das kürzeste die kleinste Anthere.

5) Gleichzeitig mit den Staubgefässen bewegt sich auch das Perianth auswärts; die epipetalen Staubgefäße pflegen den Kronblättern anzuliegen.

6) Bei feuchter Luft, wenn sich die Öffnung der Pollensäcke verzögert, tordieren die Staubgefäße nicht selten um mehr, hin und wieder um 180°; wenn sich jedoch bei sehr trockener Luft die Antheren sehr frühzeitig öffnen, bleibt die Torsion oft ganz unbedeutend oder fehlt ganz.

dann — also nach den Pollensäcken der episepalen Antheren — öffnen sich die Pollensäcke ihrer Antheren. Bald nach Beendigung der epinastischen Bewegung bewegen sich die episepalen Staubgefäße einwärts, und zwar die drei längsten soweit, dass sich ihre Antheren berühren¹⁾, die beiden anderen meist nur bis in eine zur Blütenebene senkrechte Stellung²⁾. Einige Zeit nach den episepalen Staubgefäßen beginnen auch die epipetalen Staubgefäße ihre erste hypnastische Bewegung; sie bewegen sich alle fünf soweit, dass ihre Antheren etwas ausserhalb eines durch die Insertionsstellen ihrer jetzt schwach nach aussen konvex gekrümmten Filamente gelegten Kreises stehen. Nachdem alle 10 Staubgefäße eine Zeitlang in ihrer hypnastischen Endlage verharren sind³⁾, beginnen die episepalen und bald darauf auch die epipetalen Staubgefäße sich wieder auswärts zu bewegen. Die letzteren holen die ersteren bald ein und bewegen sich dann mit diesen, die jetzt gleiche Neigung und gleiche oder fast gleiche Länge besitzen, zusammen noch etwas weiter nach aussen. Zuletzt⁴⁾ besitzen die 10 Staubgefäße eine ähnliche Lage und Krümmung wie die von *Cerastium arvense* am Schlusse ihrer zweiten epinastischen Bewegung. Nach einiger Zeit beginnen die Staubgefäße, von denen unterdessen vielfach die Antheren abgefallen sind, und zwar meist alle 10 gleichzeitig, ihre zweite hyponastische Bewegung; es pflegen aber früher oder später die episepalen den epipetalen etwas vorauszuweilen. Alle 10 bewegen sich soweit, bis sie sich mit ihren oberen Enden kreuzen⁵⁾. Während der zweiten hyponastischen Bewegung der Staubgefäße beginnen auch die Kelchblätter, welche während der letzten Stunden ungefähr senkrecht zur Blütenlängsachse standen, sich einwärts zu bewegen. Während die Staubgefäße ihre Bewegung beenden, schliesst sich der Kelch soweit, dass nur noch die verschumpften Enden der Kronblätter⁶⁾, welche letzteren bereits vor dem Beginne der zweiten hyponastischen Bewegung der Staubgefäße zu welken, sich zusammenzurollen und sich einwärts zu bewegen an-

1) Zuerst berühren sich die Antheren der beiden längsten Staubgefäße.

2) Es sind zu dieser Zeit die Filamente der drei längsten Staubgefäße meist ganz gerade, die der beiden anderen ebenfalls gerade oder ein wenig nach aussen konvex.

3) In den Morgenblüten erreichen sie diese Stellung zwischen 12 und 2 Uhr mittags.

4) Diese Bewegung pflegt in den Morgenblüten erst am Vormittag des zweiten Blühtages beendet zu sein.

5) Die Filamente sind zuletzt an der Basis schwach nach aussen konvex, im oberen Teile gerade oder schwach nach aussen konvex; die der epipetalen Staubgefäße sind zuletzt ungefähr ebenso lang wie die der episepalen Staubgefäße.

6) Die Kronen der Morgenblüten pflegen gegen Mittag — des zweiten Blühtages — zu verwelken beginnen; an heissen Tagen sind um 3 Uhr nur noch in wenigen Morgenblüten die Kronen unverwelkt.

fangen — sie stehen bis dahin sehr schräg —, zwischen seinen Spitzen hervorragen.

Zur Zeit der Perianthöffnung sind die — drei — Griffel in der Regel ösenförmig eingekrümmt, und zwar meist so stark, dass ihre Spitzen ungefähr bis zur Mitte des in der Regel etwas nach aussen geneigten, geraden oder schwach nach aussen konvexen, unteren Teiles hinabreichen und ihn berühren¹⁾. Einige Zeit nach der Perianthöffnung beginnen die Griffel sich gerade zu strecken; gleichzeitig neigen sich ihre unteren Teile etwas — weiter — nach aussen. Wenn die Griffel — mit Ausnahme ihres verdickten, etwas abgebogenen äussersten Endes — gerade sind, sind sie ungefähr so stark geneigt, dass sie mit der Blütenebene einen Winkel von ungefähr 60° bilden²⁾. Dann senken sich die oberen Teile der Griffel soweit nach aussen, bis sie ungefähr parallel mit der Blütenebene stehen, und krümmen sich mehr oder weniger stark nach oben konvex. Gleichzeitig tordieren die Griffel nach rechts, und zwar so stark, dass am unteren, längeren Teile des Griffels, welcher meist gerade bleibt, der Papillenstreif³⁾ der ursprünglichen Innenseite sich schräg nach der Blütenperipherie hin wendet und dass der obere, gekrümmte Teil des Griffels, dessen — nach oben gerichtete — Konvexität die Narbenpapillen trägt, ungefähr parallel mit der Blütenperipherie wird⁴⁾. Hin und wieder tordiert der obere Teil des Griffels noch weiter, bis seine konvexe Seite ungefähr parallel zur Blütenperipherie steht, seine Spitze also einwärts gerichtet ist. Dann verwelken und vertrocknen die Griffel.

3. Bei heiterem, warmem Wetter — in den Monaten Juni bis August — dauert⁵⁾ das Blühen der meisten Blüten von *Alsine verna* ungefähr ebenso lange wie das der meisten Blüten von *Stellaria graminea*. Die erste epinastische Bewegung wird wie bei *Stellaria graminea* von allen 10 Staubgefässen gleichzeitig, und zwar schnell, ausgeführt. Es gelangen hierdurch die untereinander gleichlangen epipetalen Staubgefässe⁶⁾ soweit nach aussen, dass sie mit der Längs-

1) Die Ösen sind meist ungefähr kreisförmig oder elliptisch, seltener unregelmässig gebogen. Die Ösen der drei Griffel der Blüte sind entweder untereinander verschlungen oder berühren sich nur.

2) Diesen Zustand pflegen sie in den Morgenblüten im Laufe des Nachmittags zu erreichen.

3) Der Papillenstreif beginnt erst weit oberhalb der Griffelbasis, verbreitert sich nach oben hin und tritt etwas auf die Seitenflanken des Griffels über; das oberste Ende des Griffels ist rings herum mit Papillen besetzt und bildet einen ellipsoidischen Körper. Die Papillen nehmen am Griffel nach oben hin an Länge zu.

4) In diesem Zustande, in den die Griffel der Morgenblüten meist am Vormittag des zweiten Blühtages gelangen, sind die Narben konzeptionsfähig.

5) Auf dem Zechstein unweit Könnern bei Halle.

6) Sie sind zu dieser Zeit wenig kürzer oder ebenso lang oder sogar ein wenig

achse der Blüte einen Winkel von ungefähr $50-60^\circ$ bilden, die meist ebenfalls untereinander gleichlangen episepalen Staubgefäße aber in eine bedeutend weniger geneigte Stellung¹⁾. Die episepalen Staubgefäße tordieren während der Bewegung²⁾ meist um 90° — nie weiter —; gleich nach Beendigung der epinastischen Bewegung springen die Pollensäcke ihrer Antheren auf. Die epipetalen Staubgefäße tordieren ebenfalls meist um 90° , doch in der Regel erst, nachdem sie ihre erste epinastische Bewegung beendet haben. Schon nach kurzer Zeit beginnen die episepalen Staubgefäße ihre erste hyponastische Bewegung; sie bewegen sich soweit einwärts, dass sich die oberen Enden ihrer — zu dieser Zeit meist gleichlangen und, mit Ausnahme der Basis, geraden — Filamente etwas kreuzen. Einige Zeit nach den episepalen Staubgefäßen beginnen auch die epipetalen Staubgefäße ihre Einwärtsbewegung. Sie gelangen nur soweit, dass ihre Filamente im unteren Teile mit der Blütenlängsachse einen Winkel von ungefähr 45° bilden; im oberen Teile krümmen sich ihre Filamente meist so stark nach aussen konvex, dass deren Enden ungefähr senkrecht zur Blütenebene stehen³⁾. Die epipetalen Antheren, deren Pollensäcke entweder erst während dieser Bewegung oder — häufiger — schon während der epinastischen Endlage ihrer Filamente aufspringen, stehen nun in gleicher Höhe mit den episepalen Antheren oder etwas tiefer als diese. Nach einiger Zeit erfolgt die zweite epinastische Bewegung der Staubgefäße. Auch diese wird meist von den episepalen Staubgefäßen begonnen, welche bald mit den sich nur langsam auswärts bewegenden epipetalen Staubgefäßen in einem Kreise stehen und sich dann mit diesen zusammen noch etwas weiter nach aussen bewegen. Die epipetalen Staubgefäße gehen in der Regel soweit bis sie, deren meist schwach nach aussen konvexe Filamente zu dieser Zeit vielfach die der episepalen Staubgefäße in der Länge etwas übertreffen, mit der Blütenlängsachse ungefähr einen Winkel von 60° bilden. Die episepalen Staubgefäße neigen sich meist soweit nach aussen, dass sich ihre nach innen konvexen Filamente⁴⁾ mit den der epipetalen Staub-

länger als die episepalen Staubgefäße. Ihre Antheren sind — wie bei *Malachium aquaticum* — meist deutlich kleiner als die der episepalen Staubgefäße.

1) Der Winkel beträgt meist ungefähr 30° . Hin und wieder neigen sich nicht alle Staubgefäße gleich weit, sondern in der Weise wie bei *Stellaria graminea*, doch unbedeutender als bei dieser, ungleichweit — das obere, unpaare neigt sich am meisten, die vor den ganz gedeckten Kelchblättern stehenden neigen sich am wenigsten —. In diesem Falle weichen auch, in der Weise wie bei *Stellaria graminea*, die Staubgefäße zum Teil in der Länge von einander ab.

2) Die Torsion beginnt oft schon vorher.

3) In den Morgenblüten pflegen sie diesen Zustand zwischen 11 und 1 Uhr zu erreichen.

4) Diese sind ähnlich gekrümmt wie die von *Cerastium arvense* am Ende ihrer

gefäße oben kreuzen. Nach längerer Zeit¹⁾ beginnen meist alle 10 Staubgefäße gleichzeitig ihre zweite hyponastische Bewegung. In der Regel eilen aber bald die epipetalen Staubgefäße den episepalen voraus. Jene neigen sich in der Regel soweit, dass sich ihre Enden kreuzen; die episepalen dagegen verharren entweder in aufrechter Stellung oder — häufiger — legen sich von aussen an die epipetalen Staubgefäße an. Die Perianthblätter beginnen entweder gleichzeitig mit den Staubgefäßen oder erst etwas nach diesen sich einwärts zu bewegen²⁾. Wenn sie sich ungefähr in einer zur Längsachse der Blüte parallelen Stellung befinden, pflegen die Kronblätter noch frisch zu sein. Dann welken und vertrocknen diese und der Kelch schliesst sich.

Zur Zeit der Perianthöffnung stehen die unteren, geraden Teile der — drei — Griffel entweder senkrecht zur Blütenebene — dicht aneinander — oder sie sind ein wenig nach aussen geneigt. Die oberen, bedeutend kürzeren Teile der Griffel sind — vielfach soweit, dass sie parallel mit der Blütenebene stehen — nach innen geneigt³⁾. Die Griffel verharren in der Regel ungefähr so lange in dieser Stellung, bis die Staubgefäße ihre zweite epinastische Bewegung beginnen. Dann neigen sich ihre unteren Teile etwas — weiter — nach aussen, während sich ihre oberen Teile soweit aufrichten, bis sie in der Richtung der unteren stehen⁴⁾. Darauf senken sich die oberen Teile⁵⁾ nach aussen, und zwar meist soweit, bis sie parallel zur Blütenebene stehen, also mit den unteren Teilen einen stumpfen Winkel bilden. Gleichzeitig pflegen sich die oberen Teile etwas — oft sehr wenig — nach oben konvex zu krümmen. Während ihrer Nutationsbewegung tordieren die Griffel in der Regel — doch nicht immer —, und zwar nach links, manchmal bis um 90°; im letzteren Falle stehen ihre oberen Enden zuletzt ungefähr parallel mit dem äusseren Rande des Perianthes. Die Narben der Morgen-

zweiten epinastischen Bewegung. Die zweite epinastische Bewegung pflegt in den Morgenblüten erst am Vormittag des zweiten Blühtages beendet zu sein.

1) In den Morgenblüten in den letzten Vormittagsstunden oder in den ersten Nachmittagsstunden des zweiten Blühtages.

2) In den Morgenblüten stehen zur Zeit der Konzeptionsfähigkeit der Narben die Kronblätter ungefähr senkrecht zur Blütenlängsachse; die Kelchblätter sind etwas weiter nach aussen geneigt.

3) Wenn die unteren Teile ungefähr senkrecht stehen oder nur wenig geneigt sind, so kreuzen sich die oberen; wenn jene etwas stärker nach aussen geneigt sind, so berühren sich diese nur mit ihren Spitzen.

4) In den Morgenblüten erhalten sie diese Stellung in der Regel am späten Nachmittage.

5) Diese sind ringsherum mit Narbenpapillen bedeckt; vom oberen Teile her läuft an der Innenseite des Griffels eine kurze Strecke weit ein sich nach unten hin verschmälernder Papillenstreif hinab.

blüten pflegen am Vormittage des zweiten Blühtages konzeptionsfähig zu werden.

4. Die Blüten von *Malachium aquaticum* haben eine wesentlich kürzere Blühdauer als die der übrigen Arten dieser Gruppe. Bei heiterem, warmem Wetter hat das Blühen der meisten derjenigen Blüten, die am Morgen mit dem Blühen beginnen, schon bei Sonnenuntergang sein Ende erreicht. Entsprechend der kurzen Blühdauer verlaufen die Bewegungen der Staubgefässe und Griffel schnell. Die Nutationsbewegungen der Staubgefässe gleichen fast vollständig denen der Staubgefässe von *Alsine verna*; die meisten Abweichungen sind nur unbedeutend und unwesentlich¹⁾. Nur die zweite hyponastische Bewegung, die in den Morgenblüten am Nachmittage des ersten Blühtages stattfindet, weicht etwas mehr ab. Bei dieser eilen in der Regel — doch nicht immer — nach einiger Zeit die episepalen Staubgefässe den epipetalen voraus; jene bewegen sich soweit, bis sich ihre Enden kreuzen, diese meist nur soweit, dass sie jene — die etwas länger sind — aussen berühren, seltener soweit, dass sie sich untereinander berühren. Die Filamente beider Kreise sind zu dieser Zeit unten entsprechend der Oberfläche des Fruchtknotens gekrümmt, oben entweder gerade oder mehr oder weniger nach aussen oder innen konvex²⁾.

Abweichend von *Alsine verna* pflegen die epipetalen Staubgefässe eine Torsion um 180° zu machen; diese beginnt meist schon kurz vor der Öffnung des Perianthes und ist bald beendet. Bei feuchter,

1) Die epipetalen Staubgefässe sind am Schlusse der ersten epinastischen Bewegung wesentlich kürzer als die episepalen Staubgefässe. Diese weichen in der Knospe hinsichtlich ihrer Länge meist in derselben Weise wie bei *Stellaria graminea*, seltener in unregelmässiger Weise von einander ab. Ihre Längenunterschiede schwinden aber meist während ihrer epinastischen Bewegung. Hin und wieder sind jedoch zu dieser Zeit die Unterschiede noch deutlich; in diesem Falle bewegen sich die Staubgefässe — wie bei *Alsine verna* — ungleichweit nach aussen, sonst ist die erste epinastische Bewegung allen episepalen Staubgefässe gleichgross. Der untere Teil ihrer Filamente neigt sich nur wenig nach aussen oder bleibt in der ursprünglichen Stellung. Der obere, längere Teil der Filamente dagegen krümmt sich in flachem Bogen — mit nach innen gerichteter Konvexität — etwas nach aussen. Am Schlusse der ersten hyponastischen Bewegung bilden die epipetalen Staubgefässe, deren Filamente gerade sind, mit der Blütenlängsachse einen Winkel von ungefähr 45° . Am Schlusse der zweiten epinastischen Bewegung sind sie meist etwas länger als die episepalen Staubgefässe und entweder ganz gerade oder schwach nach aussen oder innen konvex gekrümmt.

2) Die Krone fängt in der Regel schon einige Zeit vor dem Beginne der Einwärtsbewegung der Staubgefässe an, sich zusammenzuneigen und zu verwelken. Die Kelchblätter dagegen stehen häufig noch senkrecht oder fast senkrecht zur Blütenlängsachse, wenn die Kronblätter ganz welk sind und sich die Staubgefässe schon seit einiger Zeit einwärts bewegen. Der Kelch schliesst sich erst, nachdem sich die Staubgefässe bereits untereinander berühren.

kühler Luft, bei der sich das Aufspringen der Pollensäcke verzögert, seltener bei heiterem, warmem Wetter, machen auch die episepalen Staubgefäße eine so bedeutende Torsion; meist bleibt deren Torsion aber wesentlich kleiner.

Zur Zeit der Perianthöffnung stehen die wenig oder garnicht gekrümmten unteren Teile der recht stark nach rechts oder links tordierten — 5, seltener 3 oder 4 — Griffel¹⁾ ungefähr senkrecht zur Blütenebene und dicht aneinander. Die oberen, kürzeren Teile der Griffel sind — vielfach bis in eine zur Blütenebene parallele Lage — nach innen geneigt, in der Regel — mit Ausnahme der zurückgebogenen Spitze — etwas nach oben konvex gekrümmt und untereinander gekreuzt. Nach einiger Zeit tordieren die Griffel zurück, bis ihre Torsion ganz geschwunden ist; ihre unteren Teile neigen sich etwas nach aussen, und ihre oberen Teile richten sich soweit auf bis ihre gerade aufwärts gerichteten, etwas verdickten Enden aneinanderliegen. Darauf strecken sich die Griffel gerade²⁾ und neigen sich gleichzeitig noch etwas weiter nach aussen, meist soweit, dass sie mit der Blütenebene einen Winkel von 45—50° bilden.³⁾ Entweder erst, wenn sich die Griffel in dieser Endlage befinden, oder bereits etwas früher, krümmen sich ihre oberen Teile nach innen — oben — konvex, und zwar entweder halbkreisförmig oder noch stärker — sodass die Spitze einwärts gerichtet ist —, während sich ihre untersten Teile, welche meist gerade bleiben und später häufig mehr oder weniger — in der Regel nach links — tordieren, gleichzeitig nach aussen neigen, häufig soweit, dass die Sehne des Griffelbogens ungefähr parallel mit der Blütenebene steht^{4) 5)}. In dieser Stellung verharren die Griffel, deren Narben⁶⁾ wohl schon konzip-

1) Diese stehen vor den epipetalen Staubgefäßen.

2) Ihre Enden bleiben ein wenig abgebogen.

3) Hin und wieder haben schon vor der Perianthöffnung die Griffel zurückzutordieren, ihre unteren Teile sich zu neigen und ihre oberen sich aufzurichten begonnen. Zur Zeit der Perianthöffnung berühren sich in diesem Falle die nur noch wenig oder gar nicht mehr tordierten Griffel nur noch mit ihren Enden.

4) Manchmal neigen und krümmen sie sich so bedeutend, dass ihre Spitzen ungefähr in der Höhe ihrer Basen liegen.

5) Es findet hin und wieder eine Berührung von Narben durch Antheren der epipetalen Staubgefäße statt, und zwar entweder schon gegen Schluss der Auswärtsbewegung der Griffel, während sich die epipetalen Staubgefäße in ihrer epinastischen Endlage befinden, oder erst während der zweiten hyponastischen Bewegung der Staubgefäße. Zu dieser Zeit haftet an den Antheren auch bei heiterem Wetter hin und wieder noch Pollen, so dass eine Bestäubung der Narben, die noch konzeptionsfähig sind und auch noch einige Zeit in diesem Zustande verharren — also vielleicht auch eine Befruchtung —, stattfinden kann.

6) Die Narbe ist der von *Cerastium arvense* sehr ähnlich.

tionsfähig werden, wenn sich ihre oberen Teile noch nicht oder erst wenig gekrümmt haben¹⁾, bis sich das Perianth zusammenzieht. Dann bewegen sich ihre unteren Teile nach innen, meist bis in eine aufrechte oder fast aufrechte Stellung, während die Krümmung ihrer oberen Teile geringer wird. Darauf verwelken sie.

51. M. Tswett: Physikalisch-chemische Studien über das Chlorophyll. Die Adsorptionen.

Eingegangen am 21. Juni 1906.

Es ist eine schon längst bekannte Tatsache, dass die verschiedenen als Lösungsmittel des Chlorophylls geltenden organischen Flüssigkeiten sich in sehr ungleichem Masse zur Extrahierung des Blattgrüns aus Blättern eignen. Während Alkohol oder Äther intensiv sattgrüne Auszüge liefern, geben andere Lösungsmittel, wie die Kohlenwasserstoffe der aliphatischen oder der cyklischen Reihe, auch Schwefelkohlenstoff, mehr gelbliche und überhaupt chlorophyllärmere Extrakte, selbst wenn der Extraktion getrocknetes Material unterworfen wird. Am meisten charakteristisch erweisen sich in dieser Hinsicht Petroläther und Petroleumbenzin, welche mit frischen oder bei niedriger Temperatur getrockneten Blättern zusammengebracht, meistens mehr oder weniger reingelbe, durch Karotin gefärbte Auszüge geben, auf welcher Eigenschaft bekanntlich ARNAUD sein Verfahren zur Darstellung dieses Farbstoffes aus Blättern gründete.

Wenn das integrale Chlorophyll in Petroläther vollständig und reichlich löslich ist, wie allgemein angenommen, warum wird es nicht von dem genannten Lösungsmittel aus frischen oder getrockneten Blättern aufgenommen? Warum wird nur ein gelber Bestandteil herausgelöst?

Dieses für die Frage nach der physikalischen Konstitution und chemischen Zusammensetzung des Chlorophyllapparates nichts weniger als belanglose Problem bleibt aber bisher ungelöst. Dank der glänzenden Entwicklung der Chemie der Chlorophyllderivate hat man viele physiologisch weit interessantere Fragen in Vergessenheit

1) In den Morgenblüten werden sie im Laufe des Nachmittags konzeptionsfähig. Wenn bei heiterem, warmem Wetter die Griffel frühzeitig reichlich bestäubt werden, so beginnen sie häufig bereits zu welken, wenn sie sich erst ganz unbedeutend, oft kaum merklich gekrümmt haben. Gleichzeitig mit dem Beginne ihres Welkens beginnen die Staubgefäße ihre zweite hyponastische und der Kelch seine Schliessbewegung.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [24](#)

Autor(en)/Author(s): Schulz August [Albert Heinrich]

Artikel/Article: [Die Bewegung der Staubgefäße und Griffel sowie der Perianthblätter der einheimischen Alsinaceen-Arten während des Blühens. 303-316](#)