

31. October. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. Braun trug Beobachtungen über die Bestäubungsverhältnisse bei den Gramineen von Prof. F. Hildebrand in Freiburg vor.

Nach den mehrfachen von verschiedener Seite in den letzten Jahren angestellten Untersuchungen über die Bestäubungsverhältnisse der Blüten möchte es fast überflüssig erscheinen noch einmal auf diesen Gegenstand zurückzukommen, jedoch bleibt noch eine Familie für eine eingehende Besprechung übrig, die in vielfacher Beziehung von Interesse ist, nämlich die der Gramineen. Über denselben Gegenstand ist zwar im vergangenen Jahre eine in gewohnter Weise durch richtige Beobachtungen sich auszeichnende Arbeit von Delpino¹⁾ erschienen, die aber im Allgemeinen nur die Bestäubungsverhältnisse beim Roggen, dem Weizen und der Gerste ins Auge faßt, während ich im Verlaufe dieses Jahres Gelegenheit nahm, gegen 100 Grasarten aus den verschiedensten Abtheilungen der Familie lebend in Rücksicht auf ihre Bestäubungsverhältnisse zu untersuchen, so daß ich nunmehr einen allgemeineren Überblick über die ganze Familie zu geben im Stande bin. Der Kürze halber übergehe ich die anderen, übrigens schon von Delpino²⁾ richtig kritisirten den gleichen Gegenstand betreffenden Arbeiten von Morren, Naudin, Bidard, in welchen fast durchgängig die Fremdbestäubung bei den Gräsern geläugnet wird, welche doch im Gegentheil bei den meisten Gliedern dieser grossen Familie nicht nur möglich ist, sondern auch wirklich stattfindet, und vielfach allein stattfindet oder doch vor der Selbstbestäubung begünstigt erscheint.

Bei allen Grasblüthen ist es der Wind — mit Ausnahme der wenigen Fälle, wo die Blüten sich gar nicht öffnen —, welcher den Pollen auf die Narben überträgt. Zu diesem Behufe ist denn auch der Pollen meist sehr feinkörnig und hat eine glatte Oberfläche, so daß kein Körnchen an dem anderen haften bleibt, sondern dieselben beim Öffnen der Antheren vollständig von einander

¹⁾ Delpino: Sulla dieogamia vegetale e specialmente su quella dei cereali, im Bolletino 3 u. 4 1871 del Comizio agrario Parmese.

²⁾ Delpino l. c. p. 14.

isolirt in der Luft vertheilt werden können, während ja in denjenigen Fällen, wo die Insekten oder honigsaugenden Vögel die Bestäubung vollziehen, die Pollenkörner meistens durch eine mit Unebenheiten oder mit öligen Ausschwitzungen versehene Oberfläche leicht untereinander, oder dem Körper der die Blüten besuchenden Thiere anhaften. Ausser dem Pollen selbst sind nun auch die Antheren und die Filamente in ausgezeichneter Weise für die Bestäubung angepafst. Die Filamente sind bekanntlich in den meisten Fällen nicht starr, sondern durch sehr starke Streckung ihrer Zellen schlank und sehr biegsam, so dafs sie von den an ihrer Spitze seitlich befestigten Antheren nach unten weit umgebogen werden; hierdurch kommen die Antheren in eine solche Lage, dafs die Löcher, welche sich an ihrer Spitze bilden, und die vielfach mit der Zeit in Längsrisse übergehen, nach unten gerichtet werden, und so der Pollen aus ihnen nach abwärts ausgeschüttet wird, theilweise auf ein Mal, theilweise, wenn die Antheren sich nach und nach weiter öffnen, allmählig bei jeder durch den Luftzug hervorgebrachten Schwankung der Antheren, auf welchen Punkt näher einzugehen sich später Gelegenheit finden wird.

Auch die Narbe der Gräser ist für die Bestäubung durch den Wind eingerichtet, indem sie durch eine federige oder pinselige Zertheilung eine grofse Oberfläche mit vielen Vertiefungen und kleinen Hervorragungen bietet, zwischen denen leicht hier und da einer der vom Winde hergeführten Pollenkörner haften bleiben kann; während eine solche für den Pollenfang ausgezeichnet ausgebildete Narbe bei den durch Insekten bestäubten Blüten meistens nicht vorkommt, da hier einestheils durch die Stellung der Narben in den Blüten, andernteils durch die überall fast gleichen Bewegungen der Insekten in diesen, die Bestäubung gesichert ist. Es sei sogleich hier des interessanten Umstandes Erwähnung gethan, dafs die Narbe meistens nur so weit am Griffel für den Pollenfang ausgebildet ist, als sie beim Öffnen der Blüten zugänglich wird: die in den meisten Fällen federigen Narben treten in ihrer Ganzheit aus der Blüthe an beiden Seiten hervor, oder die Blüthe öffnet sich zeitweise, vermöge des starken Turgescirens der Lodiculae, so weit, dafs die in ihrem Grunde verbleibenden Narben vollständig für den Pollen zugänglich sind. Auf der anderen Seite giebt es nun aber pinselige Narben, wo die Griffel nur an ihrer Spitze den zertheilten Apparat zum Pollenfang besitzen; hier

ist es nun so, z. B. bei *Paspalum elegans*, *Chloris gracilis* und *cucullata*, *Sorghum vulgare*, *Erianthus strictus*, *Andropogon furcatus* etc., das zwischen den Glumae und theilweise auch den Paleae nur der Pinsel der Griffel hervortritt, während der übrige Theil, der ja doch nicht den Pollen aufnehmen könnte, vollständig in den Blüten eingeschlossen bleibt.

Bei dieser Einrichtung von Pollen und Narbe bei den Gramineen ist nun die Fremdbestäubung in den meisten Fällen ganz unvermeidlich, sogar, wie wir bei der näheren Besprechung sehen werden, oftmals allein möglich, während die ausschließliche Selbstbestäubung nur in ganz vereinzelt Fällen bei solchen Blüten vorkommt, die sich gar nicht öffnen, wo wir dann aber noch dies berücksichtigen müssen, das bei solchen Arten, an denen geschlossen bleibende Blüten mit Fruchtbildung angetroffen werden, aufer diesen Blüten fast durchgängig auch solche sich bilden, die sich öffnen und so der Fremdbestäubung zugänglich sind.

Es ist hier der Ort zweier Punkte Erwähnung zu thun, welche wahrscheinlich bei den Gräsern zu den von einander abweichenden Beobachtungen der verschiedenen Botaniker Veranlassung gegeben haben. Einmal ist nämlich die Blüthezeit im Laufe des Tages bei verschiedenen Grasarten eine ganz verschiedene: die einen blühen des Morgens auf, z. B. *Avena pubescens*, die anderen erst gegen Mittag, z. B. *Aegilops cylindrica*, *Oryza sativa*, und noch andere erst des Nachmittags oder gegen Abend, z. B. *Gaudinia fragilis*, *Lepturus subulatus*, *Phalaris canariensis* und namentlich die gewöhnlich cultivirten *Avena*-Arten. Dieser Umstand kann Veranlassung gewesen sein, den einen oder anderen Beobachter zu der Annahme zu bringen, das die Blüten dieses oder jenes Grasses sich nie öffneten, indem er zur Zeit seiner Beobachtungen dieselben immer geschlossen fand, doch hätten die hervorstehenden verstäubten Antheren, z. B. beim Weizen und Hafer, ihn auf den Gedanken bringen sollen, das in seiner Abwesenheit sich doch die Blüthe möchte geöffnet haben. Eine bei weitem leichtere Quelle des Irrthums wird auf der andern Seite der Umstand gewesen sein, das in mehreren Fällen die Witterungsverhältnisse das Öffnen oder Stetsgeschlossenbleiben bei einzelnen Gräsern bedingen. So habe ich z. B. beobachtet, das bei den cultivirten Haferarten, z. B. *Avena sativa*, *orientalis* und *nuda*, bei anhaltend nafskalter Witterung die Früchte sich bildeten, ohne das die Blü-

then sich geöffnet hatten, während an denselben Stöcken diese Öffnung der Blüten eintrat, sobald das Wetter wärmer und trockener wurde. Auch bei *Bromus secalinus* habe ich ein gleiches gesehen, und es ist wahrscheinlich, daß dieses Verhältniß noch in vielen anderen Fällen bei den Gräsern sich wird beobachten lassen. Bei anderen Familien sind ja hinlängliche Beispiele bekannt, wo die Blüten zu gewissen Jahreszeiten und bei gewissen Witterungsverhältnissen geschlossen bleiben und sich selbst befruchten. Um zu den bekannten noch einige Beispiele hinzuzufügen, so blühen an *Oxybaphus Cervantesii* in unseren Gärten nur die ersten Blüten im Frühjahr auf, die in der späteren Jahreszeit sich bildenden und gleichfalls fruchttragenden bleiben geschlossen; ferner sah ich an *Commelyna crecta* und anderen *Commelyna*-Arten als im Sommer eine große Trockenheit und Hitze eintrat, keine Blüten sich mehr öffnen, sondern alle sich selbst bestäuben, während nach dem Eintritt von Regen mit Abkühlung sich wieder die offenen Blüten bildeten. Dieses Verhältniß scheint nun in allen Fällen sehr erklärlich, namentlich aber bei den Gräsern, wo ein Öffnen der Blüte bei nasser Witterung geradezu die Bestäubung hindern würde; die Blüten warten hier also mit ihrem Öffnen bis günstige Witterung eintritt, was wohl meistens der Fall sein wird — oder es tritt bei ihnen die Selbstbestäubung bei geschlossener Blüte ein, was jedoch ein Ausnahmefall zu sein scheint. Jedenfalls steht die Sache so, daß durch diese Selbstbestäubung bei Regenwetter oder kühler Witterung manche Irrthümer, die über das Nichtöffnen der Blüten mehrerer Gräser verbreitet sind, sich erklären lassen.

Übrigens könnte man auch in anderer Weise mit ziemlicher Berechtigung zu dem Schlusse kommen, daß bei den Gräsern die Blüten sich öffnen werden und so der Fremdbestäubung Gelegenheit geben, denn wozu finden sich bei denselben in ganz ähnlicher Weise wie bei anderen Familien Einrichtungen, die offenbar der Fremdbestäubung wie bei diesen dienen? Auch Delpino kommt zu demselben Schlusse, indem er über die Bestäubung des Weizens sagt¹⁾: „Wenn die Natur nur die Selbstständigkeit beabsichtigt hätte, so würde sie 1) keine Disposition zur Blütenöffnung

¹⁾ Delpino l. c. p. 8.

getroffen haben, 2) ebensowenig zur Zerstreung um $\frac{2}{3}$ der Pollenmenge in der Luft, 3) auch nicht die Vorkehrung, daß die Blüthe etwa eine Viertelstunde geöffnet bleibt. Diese drei Vorkehrungen, aber besonders die zweite und dritte, sind nicht anders erklärlich, als wenn man die Möglichkeit der Fremdbestäubung zugiebt.“

Kommen wir endlich zu der Frage, ob Versuche angestellt worden, wie solches an anderen Phanerogamen in dieser Richtung geschehen, um zu erkunden, ob die Selbstbestäubung hinter der Fremdbestäubung an Erfolg für die Fruchtbildung bei den Gramineen zurücksteht, so müssen wir sagen, daß derartige Experimente zur Stunde noch nicht gemacht sind; dieselben haben mit großen Schwierigkeiten bei dem sehr dichten Blütenstande der Gräser und bei der Beweglichkeit des Pollens bei denselben zu kämpfen. Die von Delpino angestellten Experimente über die Erfolge der Bestäubung des Waizens¹⁾ stellen nur fest, daß die Blüten einer und derselben Ähre untereinander bestäubt, fruchttragend sind, indem Delpino einzelne Ähren isolirt im Zimmer blühen liefs und darauf einen guten Fruchtansatz bemerkte; er nennt dies auch Selbstbestäubung (Homogamie), aber nicht im strengen Sinne des Wortes, denn hier bei seinen Experimenten war ja der Pollen der verschiedenen Blüten jeder einzelnen Ähre nicht von den Nachbarblüthen derselben Ähre abgeschlossen. — Ungeachtet hiernach die genaueren Experimente über die Möglichkeit der Selbstbefruchtung bei den Gräsern fehlen, können wir wohl soviel mit Recht vermuthen, daß dieselbe wirklich statt haben wird, daß aber bei der fast allgemeinen Möglichkeit der Fremdbestäubung diese, was bei anderen Familien durch Experimente festgestellt worden, einen überwiegenden Einfluß bei der Fruchtbildung haben wird.

Wenn wir uns nunmehr zur Besprechung der an den einzelnen Gräsern direkt angestellten Beobachtungen wenden, so will ich dabei den Gang inne halten, welchen ich in einer früheren Abhandlung über die Geschlechtervertheilung bei den Pflanzen genommen, wo der Gräser als in einer allgemein gehaltenen Übersicht nur ganz vorübergehend Erwähnung gethan wurde²⁾. Soviel

¹⁾ Delpino l. c. p. 9.

²⁾ Geschlechtervertheilung etc. p. 62.

sei noch hinzugefügt, dafs die Grenzen bei vielen der einzelnen Abtheilungen im Folgenden nicht scharf inne gehalten werden können, und dafs es Fälle giebt, die man vielleicht mit gleichem Recht hier oder dort hinstellen kann.

1. Diöcische Gräser.

Als bis dahin bekannte diöcische Gräser werden von Engelmann¹⁾ angeführt die Gattungen *Spinifex* (nur unvollständig diöcisch, da die einen Stöcke zwar nur männliche, die anderen aber Zwitterblüthen besitzen) und *Gynerium*, ferner *Calamagrostis dioica*, *Guadua dioica*, *Brizopyrum spicatum* und *strictum*, als meistentheils diöcisch *Eragrostis reptans*. Zu diesen fügt er dann als neu die beiden Arten zweier von ihm aufgestellter Gattungen hinzu, nämlich *Buchloë dactyloides*, das Büffelgras, und *Melanochloë littoralis*. Von den genannten diöcischen Gräsern dürfte die Gattung *Gynerium*, und zwar als das in vielen Gärten jetzt zur Zierde gezogene *G. argenteum*, ziemlich allgemein bekannt sein: die weiblichen Blüthenstände unterscheiden sich hier schon von fern leicht von den männlichen dadurch, dafs sie ein kompakteres Ansehen haben und ihre einzelnen Zweige nicht so sehr überhängen. Hier kann natürlich, ebenso wie bei allen anderen diöcischen Gräsern, von einer Selbstbefruchtung oder Selbstbestäubung keine Rede sein: die weiblichen Stöcke tragen, da an ihnen sich keine männlichen Organe finden, niemals Früchte, wenn nicht männliche Pflanzenstöcke in der Nähe sind oder eine künstliche Bestäubung stattgefunden hat.

2. Monöcische Gräser.

Schon häufiger sind die monöcischen Gräser, wo natürlich auch keine Selbstbestäubung im strengen Sinne des Wortes stattfinden kann, sondern höchstens die Bestäubung verschiedener Blüthen eines und desselben Stockes mit einander. Diese Art der

¹⁾ Engelmann: Two new dioecious grasses of the United States in Transac. Acad. Sci. St. Louis Vol. I p. 431.

Selbstbestäubung an einem und demselben Stocke ist nun bei den monöcischen Gräsern in verschiedener Weise möglich oder vermieden. Bei *Zea Mays*, wo die männlichen Rispen oben stehen, die weiblichen Blütenstände unten an seitlichen Zweigen sich finden, sollte man meinen, daß einfach der Blütenstaub von oben herab auf die hervorgestreckten Narben der weiblichen Blüten fiel; theilweise ist dies aber durchaus nicht der Fall, indem man oft beobachtet, daß die männlichen Blüten längst verstäubt sind, wenn die Narben an den weiblichen desselben Stockes hervortreten; es müssen diese also von dem Pollen eines anderen Stockes bestäubt werden. Wie haben hier demnach eine protandrische Monöcie.

Einen entgegengesetzten Fall, den von protogynischer Monöcie, liefert *Coix Lacryma*, wenn auch hier wegen des Verzweigtseins der ganzen Pflanze diese Bezeichnung nur auf die verschiedenschlechtigen Blüten eines und desselben Zweiges bezogen werden darf. Es ist hier nämlich in jedem Ährchenkomplex unten eine weibliche Blüthe vorhanden, deren harte Hülle von der Achse des ganzen Blütenstandes durchwachsen ist, an welcher Achse dann die männlichen Ährchen folgen. Es treten nun hier die Narben aus der weiblichen Blüthe zu einer Zeit hervor, wo die Antheren in höher stehenden männlichen sich noch nicht geöffnet haben, sie werden daher erst von anderen Blütenständen derselben Pflanze oder benachbarter bestäubt werden und so ist hier die Vermischung der möglichst weit von einander getrennt entstandenen Geschlechter angebahnt.

Von den übrigen monöcischen GraspGattungen hatte ich nicht Gelegenheit eine nähere Untersuchung anzustellen und kann dieselben daher nur kurz nach den in systematischen Werken gegebenen Beschreibungen hier anführen: Bei *Amphicarpum* besteht die untere wurzelständige Rispe aus weiblichen Ährchen, die obere endständige aus männlichen; die beiden Geschlechter sind hier also ziemlich weit von einander getrennt, und vielleicht ebenso verschiedenzeitig in der Entwicklung wie bei *Zea*. Ähnlich ist das Verhältniß bei *Luziola*, wo die weiblichen Blüten in 1—3 Rispen unten an der Pflanze stehen, während die aus männlichen Ährchen zusammengesetzte Rispe sich oben befindet.

Schon näher gerückt sind die beiden Geschlechter bei *Hydrochloa*, *Zizania* und *Olyra*, wo die Rispen unten aus männlichen,

oben aus weiblichen Ährchen bestehen; es ist hier aber dennoch eine Bestäubung verschiedener Individuen unter einander, oder doch die Kreuzung verschiedener Blütenstände eines und desselben Stocks angebahnt, indem ja die männlichen Blüten tiefer als die weiblichen stehen, also der Pollen nicht so leicht aufwärts auf die weiblichen Blüten desselben Blütenstandes gelangen kann. Umgekehrt sind bei *Tripsacum* und *Pharus* die Ähren unten aus weiblichen, oben aus männlichen Ährchen zusammengesetzt, so daß hier der Pollen auf die nahen, unterhalb stehenden Blüten leicht fallen kann.

Noch näher sind die verschiedenen Geschlechter in den Fällen gerückt, wo beide in einem und demselben Ährchen vorkommen. Bei *Hirochloa* ist das Ährchen zweiblühig, die obere Blüte weiblich, die untere männlich, so daß von letzterer nicht so leicht der Pollen auf die erstere gelangen kann. Ein Gleiches findet bei *Despretzia* statt, wo zwar die untere Blüte der in Rispen stehenden Ährchen weiblich ist, die 1—2 oberen männlich, wo aber die Ährchen hängen, so daß doch die weibliche Blüte über die männlichen zu stehen kommt. Bei *Hilaria* endlich stehen drei Ährchen zusammen, von denen zwei männlich, das dritte weiblich, so daß hier eine Bestäubung von ganz benachbarten Blüten statt haben kann.

Wie gesagt, hatte ich nicht Gelegenheit die letzten Fälle in der Natur zu beobachten, so viel geht aber doch aus dem Gesagten hervor, daß wir hier wahrscheinlich eine ganze Anzahl von Übergangsstufen vor uns haben, zwischem dem einen extremen Fall bei *Zea*, wo die Blüten verschiedener Individuen sich meist untereinander bestäuben müssen, bis zu dem bei *Hilaria*, wo weibliche und männliche Blüten ganz benachbart zusammen stehen und sich daher leicht (ihre gleichzeitige Entfaltung vorausgesetzt) vereinigen können. In allen Fällen ist natürlich eine Selbstbestäubung der einzelnen Blüten unmöglich.

3. Polygamische Gräser.

Es giebt, wie bekannt, eine Reihe von Grasgattungen, wo aufser Zwitterblüthen noch männliche in den Ährchen sich finden, bei denen also, vorausgesetzt, daß die Blüten sich öffnen, der Pollen der männlichen, wenn er anders nicht ganz nutzlos sein

soll, der Fremdbestäubung offenbar dienen muß. Diese Fälle, zu denen *Panicum*, *Oplismenus*, *Pennisetum*, *Arrhenatherum*, *Andropogon* etc. gehören, können wir füglich zu einer näheren Besprechung bei den zwitterblüthigen Gräsern aufsparen. Auf der anderen Seite wird auch ein solcher Fall, nämlich bei *Brandtia*, angeführt, wo an den Ährchen ein unteres zwitteriges und ein oberes weibliches Blüthchen sich findet; hier ist es denn ganz offenbar, daß die weibliche Blüthe nur durch Fremdbestäubung Frucht tragen kann.

4. Protogynische Gräser.

Unter den Gräsern, welche nur Zwitterblüthen (abgesehen von einzelnen mit ganz abortirten Geschlechtstheilen) besitzen, treten uns zuerst einige derartige Fälle entgegen, bei denen die Protogynie herrscht, wo in der Blüthe die Narbeu vor der Öffnung der Antheren derselben Blüthe zugänglich werden. Die meisten dieser Fälle sind nun weiter derartig, daß die Narben zu den sogenannten kurzlebigen gehören und schon abgestorben oder doch im Verwelken begriffen sind, wenn die eigenen Antheren sich öffnen. Hier ist natürlich die Selbstbestäubung durch diese Einrichtung vollständig ausgeschlossen. Schon länger bekannt ist ein derartiges Verhalten bei *Anthoxanthum odoratum*, wo die Narben lange Zeit vor dem Aufgehen der Blüthe und dem Aufbrechen der Antheren zwischen den noch geschlossenen Paleae frei hervorstehen und in diesem Zustande von dem Pollen anderer älterer Blüthen bestäubt werden. Ein ähnliches Verhalten findet bei *Alopecurus pratensis* und *Nardus stricta* statt, wie ich schon früher¹⁾ angegeben. Andere im Laufe der vorliegenden Untersuchungen neu gefundene hierher gehörige Fälle bieten: *Cornucopiae cucullatum*, *Echinaria capitata*, *Pennisetum villosum*, *Spartina cynosuroides*, *Sesleria elongata* und einige andere *Sesleria*-Arten. Bei allen diesen treten die ausgebildeten Narben aus der noch nicht geöffneten Blüthe vor den Antheren hervor und sind im Abtrocknen begriffen, wenn diese unter Verlängerung der Filamente und beim theilweisen Öffnen der Blüthe aufsen sichtbar werden und sich öffnen —

¹⁾ Geschlechtervertheilung etc. p. 19.

an eine Selbstbestäubung ist also in allen diesen Fällen nicht zu denken.

Möglich ist dieselbe hingegen in den wenigen Beispielen, wo die Protogynie mit der Langlebigkeit der Narben verknüpft ist. Bei *Erianthus strictus* treten die Griffelenden mit ihrer von Narbenpapillen bedeckten Spitze, während der unten platte Theil eingeschlossen bleibt, eine Zeitlang vor dem Erscheinen und Öffnen der Antheren aus der Blüthe hervor und können in diesem Zustande von den Antheren älterer Blüthen bestäubt werden. Es bleiben nun aber die Narben so lange frisch und empfängnisfähig, bis die eigenen Antheren sich geöffnet haben, so daß hier schliesslich eine Selbstbestäubung möglich wird — immerhin wird aber die Fremdbestäubung in den meisten Fällen schon vor der Zeit eingetreten sein, wo die Selbstbestäubung möglich wird, und es erscheint hier die letztere nur als ein Nothbehelf bei ausgebliebener Fremdbestäubung, gerade wie bei vielen anderen Blüthen, wo die Einrichtungen derartig sind, daß erst in dem Falle, wenn die Insekten keine Fremdbestäubung durch ihren Besuch vorgenommen haben, die Selbstbestäubung möglich wird und wirklich eintritt. — Auch an *Phalaris arundinacea* beobachtete ich eines Morgens einen hierhergehörigen Fall: wenn beim Entfalten der Blüthe die Paleae an der Spitze auseinander gingen, so zeigten sich hier die Narbenspitzen zuerst hervortretend, welche in diesem Zustande von dem Pollen anderer Blüthen bestäubt werden konnten; die tiefer stehenden Antheren überwuchsen erst nach und nach die Narbenspitzen und kippten dann endlich um, wobei nunmehr durch die Pollenwolke auch eine Selbstbestäubung statt haben konnte. Wenn dann die Antheren verstäubt waren, so sah man die weiter hervorgetretenen Narben noch ganz frisch nach vorn und hinten aus der Blüthe hervorstehen, sie konnten also nunmehr von dem Pollen jüngerer Blüthen bestäubt werden. Wir haben demnach hier den eigenthümlichen Fall, daß die Narbe einer Blüthe zuerst von älteren Blüthen, dann von dem eigenen Pollen und endlich von dem jüngerer Blüthen bestäubt werden kann, also wiederum eine Bevorzugung der Fremdbestäubung. Übrigens muß ich dahingestellt sein lassen, ob in allen Fällen *Phalaris arundinacea* diese beschriebene Erscheinung zeigen wird.

5. Gräser mit gleichzeitiger Entwicklung von Narben und Antheren.

Bei weitem die Mehrzahl der Gräser zeigt eine derartige Entfaltung der beiden Geschlechter, daß in einer und derselben Blüthe die Narben und die Antheren zu gleicher Zeit den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreichen, wodurch natürlich bei der Beweglichkeit des Pollens eine Selbstbestäubung ganz unvermeidlich erscheint. Neben dieser Einrichtung finden sich aber andere, welche bewirken, daß aufser der Selbstbestäubung auch die Fremdbestäubung eintreten kann, und es kommen verschiedene Abstufungen vor, der Art, daß entweder die Fremdbestäubung vor der Selbstbestäubung oder die letztere vor der ersteren mehr oder weniger bevorzugt ist.

a. Fremdbestäubung vor Selbstbestäubung begünstigt.

Bei vielen Gräsern, deren Geschlechtstheile in einer und derselben Blüthe sich gleichzeitig entwickeln und zugänglich werden, sind die Einrichtungen, wie diese Entwicklung geschieht, und die Stellung der Blüthen zu einander derartig, daß jedenfalls bei normalen Verhältnissen die Fremdbestäubung vor der Selbstbestäubung stärker eintreten wird. Möge es gestattet sein auf einzelne dieser Fälle näher einzugehen.¹⁾

Secale cereale.

Beim Roggen schieben sich die Antheren durch Verlängerung ihrer Filamente allmählig zwischen den noch ziemlich eng geschlossenen Spitzen der Paleae hervor, bis sie endlich bis zur Basis frei sind und nun seitlich umkippen. Bis zu dieser Zeit hat sich an der Spitze der Antheren in jedem Fache eine längliche Öffnung gebildet, aus welcher so bei dem Umkippen ein Theil des Pollens

¹⁾ Die Reihenfolge dieser besprochenen Arten richtet sich nicht nach ihrer Zusammengehörigkeit zu Gattungen etc., sondern nach der Ähnlichkeit des Bestäubungsvorganges, der bei den Arten ein und derselben Gattung ein sehr verschiedener sein kann.

hinausgeschüttet wird, während ein anderer Theil noch in den Antheren stecken bleibt. Zu dieser Zeit ist nun die Blüthe fast noch vollständig geschlossen und die Narbe unzugänglich, so dafs also dieser zuerst ausgeschüttete Pollen nicht die eigene Narbe, sondern nur die anderer schon geöffneter Blüten bestäuben kann. Erst nach dem Umkippen der Antheren treten die beiden Paleae für mehrere Stunden weit von einander, und die Narben biegen sich hervor und werden daher zugänglich; zu gleicher Zeit verlängern sich die Löcher an der Spitze der Antheren mehr und mehr, bis endlich jede Anthere zwei von oben nach unten gehende Längsrisse hat. Während nun diese Längsrisse nach und nach entstehen, wird ebenso allmählig der in den Antheren noch enthaltene Pollen durch den leisesten Luftzug ausgeschüttet, bis endlich kein Körnchen zwischen den klaffenden Antherenklappen übrig ist; dieser Pollen kann nun ebensowohl die eigene Narbe bestäuben, aber noch in viel gröfserem Mafse wird er auf die Narben anderer Blüten gelangen, indem die Antheren bei der aufrechten Stellung der unbefruchteten Blütenähre nach ihrem Umkippen bedeutend tiefer liegen als die eigene Narbe und aus ihnen der Pollen nach unten hinausfällt. Wir haben also beim Roggen eine offenbare Begünstigung der Fremdbestäubung, indem ein Theil des Pollens verschüttet wird, wenn die eigenen Narben noch nicht zugänglich, der andere Theil erst dann, wenn die Antheren tiefer als die nun zugängliche Narbe liegen. Ganz vermieden ist die Selbstbestäubung natürlich nicht, indem von dem später hervorstäubenden Pollen einzelne Körnchen aufwärts auf die eigene Narbe durch den Luftzug geführt werden können. — Delpino¹⁾ bespricht die Bestäubung des Roggens nur sehr kurz, wobei er auch die Fremdbestäubung als vor der Selbstbestäubung begünstigt darstellt.

Bei *Secale montanum* sind die Bestäubungsvorgänge ganz ähnlich, nur dafs hier die Fremdbestäubung dadurch noch mehr begünstigt erscheint, dafs die Narben nach dem Schliesen der Blüthe noch längere Zeit frisch zwischen den Paleae hervorstehen, also nach dem Abfall der eigenen Antheren nur von fremden bestäubt werden können.

¹⁾ Delpino l. c. p. 5.

Triticum dicoccum.

An dieser Waizenart beobachtete ich Mitte Juni, daß die Antheren sich an der Spitze der sich etwas von einander biegender Paleae hervorschoben, dann nach unten umkippten und hierbei einen Theil ihres Polleninhalts ausschütteten, von dem aber schwerlich viel auf die eigene ziemlich verborgen liegende Narbe gelangen konnte; auf diese kann vielmehr viel leichter Pollen aus höher gelegenen Blüthen fliegen, oder von den Blüthen anderer daneben stehender Ähren herbeigeführt werden. Nur wenige Minuten dauerte der Zustand, in welchem die Narbe durch ein schwaches Auseinandertreten der Spelzen zugänglich ist, schon sehr bald schloß sich die letzteren wieder eng zusammen, und die Narbe kann nun nicht mehr bestäubt werden. Zu dieser Zeit sind nun aber die Antheren noch lange nicht ganz verstäubt, sondern durch allmähliges Öffnen derselben fällt erst nach und nach der Pollen heraus. Durch dieses Verhältniß kann also nur die geringste Menge des Pollens auf die eigene Narbe gelangen, der Haupttheil wird erst nach der Zugänglichkeit dieser verschüttet, und wenn er überhaupt auf Narben gelangen soll, so können es nur die von anderen Blüthen sein. Es wird also offenbar bei dieser Waizenart die Fremdbestäubung stets eine viel stärkere sein als die Selbstbestäubung, welche in der That bei dem Umkippen der Antheren und dem kleinen oben liegenden Eingang zur Narbe sehr erschwert ist.

Triticum vulgare und *Spelta*.

Die Bestäubung des gemeinen Waizens stellt Delpino¹⁾ eingehender dar, indem er im Allgemeinen darüber sagt: Die Ansicht, daß beim Waizen nur bei geschlossener Blüthe die Bestäubung, also nur Selbstbestäubung stattfinden kann, ist wohl dadurch entstanden, daß die Waizenblüthen nur sehr wenig und nur auf kurze Zeit sich öffnen, so daß jemand bei dem oberflächlichen Anblick eines Waizenfeldes keine offene Blüthe zu sehen glaubt; es sind auch in der That bei näherer Untersuchung immer nur wenig, wie Delpino sagt unter 400 nur 1, offen, aber dennoch öffnen sich alle

¹⁾ Delpino l. c. p. 6.

zu irgend einer Zeit, was man am besten daraus konstatiren kann, dafs aus allen schliesslich die Antheren gerade so hervorthängen, wie man dies an Blüthen beobachtet, die vor unseren Augen die Phasen des Öffnens und Schliessens durchgemacht haben. „Das Öffnen der Waizenblüthe — sagt Delpino weiter — ist eine sehr interessante Erscheinung und geschieht mit bewundernswerther Schnelligkeit: in der bis dahin fest geschlossenen Blüthe bemerkt man eine Bewegung der Spelzen, plötzlich entfernen sich diese in einem Augenblick von einander, zu gleicher Zeit treten die Antheren seitlich aus der Öffnung hervor, öffnen sich, und etwa $\frac{1}{3}$ des Pollens fällt im Innern der Blüthe auf die eigene Narbe, während die anderen zwei Drittel sich aufsen in der Luft verbreiten. Es entleeren sich also die Antheren auf ein Mal. Der ganze Vorgang dauert etwa nur eine halbe Minute. Die Öffnung der Blüthe ist nicht wie beim Roggen ganz, sondern nur eine halbe, und die Blüthe bleibt in diesem Zustande etwa nur eine Viertelstunde, worauf die Spelzen sich wieder und zwar auf immer schliessen. Die Narben des Waizens treten nie aus den Spelzen hervor und werden unausbleiblich von $\frac{1}{3}$ des eigenen Pollens bestäubt.“ Ungeachtet dieser von ihm beobachteten Selbstbestäubung zeigt aber auch Delpino, dafs die Fremdbestäubung durchaus nicht ausgeschlossen sei, sondern durch die übrigen $\frac{2}{3}$ des Pollens bewerkstelligt werde. Meine Beobachtungen sind insofern von denen Delpino's abweichend, als ich nach denselben auch bei *Triticum vulgare* und *Spelta*, ebenso wie bei *Triticum dicoccum* der Möglichkeit einer Selbstbestäubung nur ein sehr geringes Feld einräumen kann, welcher Unterschied in der Beobachtung vielleicht daher kommt, dafs Delpino seine Beobachtungen an Ähren gemacht, die im Zimmer in Gefäfsen stehend nicht ganz die natürliche Lage hatten und keinem Luftzuge ausgesetzt waren, oder dafs wirklich kleine Abweichungen in der Bestäubungsweise bei den Individuen einer und derselben Waizenart statt haben. Ich habe nämlich gesehen, dafs wenn die Blüthe sich durch Umbiegen der äufseren Spelze etwas öffnet, wobei die Narben im Grunde der Blüthe zugänglich werden, die Antheren nach unten umklappen, ohne dafs sie unvermeidlich einen Theil ihres Pollens auf die eigene Narbe schütten, vielmehr verstäubten sie, wie mir schien, nach allen Richtungen hin, besonders aber abwärts, so dafs zwar ein Theil des Pollens auf die eigene Narbe gelangen konnte, die gröfsere Menge aber in

der Umgebung vertheilt wurde und so zur Fremdbestäubung diene. Es wird daher beim Waizen die Fremdbestäubung stärker eintreten als die Selbstbestäubung, wenn man auch nicht sagen kann, daß die erstere vor der letzteren durch ganz besondere Einrichtungen bevorzugt sei. — Daß die Blüten sich bald schließten und die Antheren dann daraus hervorthängen, habe ich, sowie die anderen Einzelheiten, ganz ebenso wie Delpino bei meinen Untersuchungen beobachtet. Bei *Triticum monococcum* war der Bestäubungsvorgang ein ganz ähnlicher wie bei *Triticum vulgare* und *Spelta*.

Avena sativa, orientalis, nuda u. *sterilis*.

Bei warmer trockener Witterung beobachtete ich in den Nachmittagsstunden und gegen Abend, daß die Blüten der kultivirten Haferarten *Avena sativa, orientalis* und *nuda* sich sehr weit öffneten, während bei nasskalter Witterung die Bestäubung in geschlossener Blüthe stattfand, welcher letztere Fall aber erst später besprochen werden soll. Die Öffnung der Haferblüthen ist eine sehr starke, die Paleae biegen sich weit auseinander, die Antheren treten hervor, bleiben, da die Blüthe selbst hängt, in dieser schon ursprünglichen hängenden Lage und verstäuben so den Pollen zum größten Theil nach abwärts, wo er dann durch den Luftzug nach allen Richtungen hin verbreitet werden kann. Bei dieser Einrichtung ist nun natürlich nicht das Gelangen des Pollens auf die oberhalb der Antheren frei daliegenden Narben verhindert, jedenfalls ist aber diese Selbstbestäubung nach der gegenseitigen Lage von Narben und Antheren erschwert, und der meiste Pollen, welcher auf die Narben gebracht wird, stammt höchst wahrscheinlicher Weise aus anderen Blüten.

Bei *Avena sterilis* ist das Verhältniß ganz ähnlich wie bei den so eben besprochenen Haferarten, nur daß ich hier keine Bestäubung bei geschlossener Blüthe, auch bei Regenwetter nicht, beobachtete. Auch hier findet das Öffnen der Blüthe erst Nachmittags oder gegen Abend statt; die an kurzen Filamenten hängenden langen Antheren öffnen sich nur an der Spitze, wodurch die Selbstbestäubung noch besonders erschwert ist. Wenn sich endlich die Blüthe wieder schließt, so werden dabei oft die verstäubten Antheren wegen der kurzen Filamente, an denen sie hän-

gen, mit eingeschlossen, was einen, der am Vormittag seine Beobachtungen anstellt, zu der irrigen Ansicht bringen kann, als ob hier eine Selbstbestäubung nothwendig stattgefunden habe.

Oryza sativa.

Die Reisblüthe findet in den Vormittagsstunden nach den von mir Ende Juli angestellten Beobachtungen statt. Die Blüthe öffnet sich weit durch Auseinandertreten der Paleae, wodurch auch die Glumae auseinandergedrückt werden. Die mit langen Filamenten versehenen 6 Antheren treten beim Anfang der Blüthenöffnung an der Spitze hervor und biegen endlich die Filamente durch ihre Schwere nach unten um, wobei der Pollen ausgeschüttet wird. Dieser wird nur schwierig auf die eigene Narbe gelangen, da dieselbe zu dieser Zeit zwar schon etwas aber doch nicht so sehr wie später zugänglich ist, und außerdem durch die langen Filamente der Pollen tiefer ausgeschüttet wird, als die Lage der Narben ist. Diese treten erst später mit ihren Pinseln rechts und links aus der Blüthe hervor und können in diesem Zustande leicht von dem Pollen der höher stehenden nunmehr aufgehenden Blüthen bestäubt werden. Es ist also auch hier die Fremdbestäubung durch verschiedene Einrichtungen vor der Selbstbestäubung bevorzugt.

Phalaris canariensis.

Beim Kanariengrase beobachtete ich die Öffnung der Blüthen oder richtiger gesagt das Hervortreten der Geschlechtsorgane aus denselben erst gegen Abend. Weder die Glumae noch die Paleae treten hier nämlich merklich auseinander, sondern das Freiwerden von Narben und Antheren geht in der Weise vor sich, daß dieselben sich zwischen den zwei Spalten der Glumae, nachdem sie zwischen den Paleae hervorgetreten, herausdrängen. Hierbei beobachtete ich nun mehrfach die interessante Erscheinung, daß die Antheren sich an der von der Ährenspindel abgewandten Seite hervorschoben und dann verstäubten, während die beiden Narben an der entgegengesetzten der Ährenspindel zugekehrten Seite hervortraten, also kaum von den auf der anderen Seite befindlichen Antheren bestäubt werden konnten, eine Einrichtung, welche die Selbstbestäubung hier fast ganz zu verhindern scheint, und wobei

nun die nach Innen liegenden Narben von dem Pollen aus höher stehenden Blüthen oder denen anderer Ähren bestäubt werden müssen. Ich habe jedoch auch Fälle beobachtet, in denen eine der Narben nach Innen hervortrat, die andere nach aussen, so daß die letztere leichter von dem eigenen Pollen bestäubt werden konnte; immerhin ist aber auch in diesem Falle die Fremdbestäubung vor der Selbstbestäubung im Vortheil.

Andropogon furcatus

hat in einem zusammengesetzten Blütenstande als letztes Glied immer 2 Ährchen beisammen stehen, ein unteres sitzendes mit einer Zwitterblüthe versehenes, und ein oberes gestieltes mit einer männlichen Blüthe, und es öffnet sich zuerst die unten stehende Zwitterblüthe; die Antheren treten oben hervor und ihre Filamente biegen sich um, so daß nun die Antheren, wenn sie verstäuben, tiefer liegen als die zu gleicher Zeit am Grunde der Blüthe seitlich hervortretenden Narben, durch welches Verhältniß schwerlich diese Blüthen von dem eigenen Pollen bestäubt werden. Nebenbei sei noch bemerkt, daß die Griffel nur so weit mit dem fedrigen Narbentheile versehen sind, als sie aus der Blüthe hervortreten, der untere Theil ist glatt. Erst später als die Zwitterblüthe, wenn die Narbe dieser schon vertrocknet oder im Vertrocknen begriffen ist, öffnet sich die obere männliche Blüthe, so daß der Pollen dieser zur Bestäubung anderer als der darunter stehenden Zwitterblüthe dient. Es ist hier also die Selbstbestäubung sehr beeinträchtigt, die Fremdbestäubung aber begünstigt durch das allseitige Verstäuben der Antheren an den zwitterigen und außerdem auch der männlichen Blüthen; der Pollen der letzteren würde ja ganz nutzlos sein, wenn er nicht der Fremdbestäubung diene.

In den meisten vorher besprochenen Fällen sind die Narben kurzlebig, d. h. sie verwelken sehr bald, jedenfalls stehen sie nicht mehr nach dem Abfallen und Verstäuben der Antheren derselben Blüthe aus dieser frisch hervor. Es giebt nun aber noch andere Fälle, wo die Fremdbestäubung besonders noch dadurch begünstigt wird, daß die Narben noch längere Zeit nach dem Abfallen der

eigenen Antheren aus der Blüthe frei hervorschauen. Diese Fälle hätten eigentlich schon vor den vorhergehenden wegen einer richtigeren Reihenfolge besprochen werden müssen, finden aber der Kürze wegen erst hier einen Platz, um für mehrere Einzelheiten auf das Vorhergehende verweisen zu können. Wir können hier weiter noch wieder drei verschiedene Fälle unterscheiden, nämlich den einen, wo die Blüthe sich öffnet und so lange offen bleibt, bis die Antheren abgefallen und die Narbe allein noch frisch und zugänglich bleibt, zweitens solchen, wo die Narbe noch aus den geschlossenen Blüten frei und frisch nach Abfall der Antheren hervorsieht, und drittens: wo die Blüthe nie sich merklich öffnet, sondern die Geschlechtstheile sich hervordrängen, wobei dann die Narben noch frisch sind, nachdem die Antheren schon abgefallen.

Zu den ersteren Fällen gehört nach meiner Beobachtung:

Aegilops cylindrica,

bei welcher sich zur Mittagszeit die Blüten öffneten; die Paleae traten, nachdem auch das ganze Ährchen sich von der gemeinsamen Spindel etwas weggebogen, ein wenig auseinander, die Antheren bogen sich verstäubend nach unten um, und zu gleicher Zeit traten die Narben am Grunde der Blüten seitlich etwas hervor, so dafs nun eine Selbstbestäubung möglich war. Nach diesem Vorgange schlossen sich nun aber die Blüten nicht so bald wie bei den besprochenen kultivirten *Triticum*-Arten, vielmehr blieben sie eine Zeitlang offen, während welcher die Antheren abfielen, so dafs nun die noch frisch aus der offenen Blüthe hervorsehenden Narben allein der Fremdbestäubung durch den Pollen jüngerer Blüten ausgesetzt waren — ein Verhältnifs, welches in gewisser Weise der Protandrie anderer Pflanzen entspricht, und wodurch die Fremdbestäubung jedenfalls bedeutend vor der Selbstbestäubung begünstigt ist. — Ganz ähnlich wie *Aegilops cylindrica* verhielt sich *Aegilops bicornis* in den Bestäubungsverhältnissen.

Avena pubescens und *planiculmis*

sind dem vorhergehenden Falle in der Bestäubung sehr ähnlich. Die Palea exterior wird hier durch das starke Schwellen der Lodiculae weit zurückgedrückt, so dafs die Blüthe weit offen steht,

und der Pollen leicht auf die zugänglich da liegende Narbe gelangen kann. Bald fallen aber die Antheren ab, während die Narben in der noch offenen Blüthe zugänglich bleiben und von dem Pollen der höher stehenden, später aufgehenden Blüthen bestäubt werden können.

Zu den Fällen, wo die Narben noch frisch nach Abfall der Antheren aus der wieder geschlossenen Blüthe hervorsehen, gehört:

Andropogon Gryllus.

Hier stehen gewöhnlich 3 Ährchen beisammen, ein mittleres ungestieltes mit einer Zwitterblüthe und zwei seitliche gestielte mit je einer männlichen Blüthe. Die Zwitterblüthe öffnet sich zuerst und zwar ganz weit; rechts und links treten am Grunde die rothen federigen Narben hervor, die darüber liegenden Antheren, mit zwei Löchern an ihrer Spitze sich öffnend, biegen sich durch Verlängerung ihrer Filamente nach unten um, so daß hier der Pollen tiefer, als die Narben liegen, ausgeschüttet wird, also nur ein geringer Theil bei Luftzug in die Höhe auf die Narbe derselben Blüthe fliegen kann, während der größte Theil auf andere Narben gelangen wird. Bald schließt sich nun die Blüthe wieder und die Antheren fallen ab, jedoch die Narben bleiben ganz frisch draußen, so daß sie in dieser Zeit nur von fremdem Pollen bestäubt werden können, der sowohl aus anderen zwitterigen Blüthen stammt, als besonders aus den benachbarten männlichen, die, wenn sie sich öffnen, den Pollen direkt auf die noch hervorstehenden Narben der unteren Zwitterblüthe ausschütten, die rechte Blüthe auf die rechte Narbe, die linke auf die linke. Die Selbstbestäubung ist hier also ganz ungemein beeinträchtigt, die Fremdbestäubung hingegen sehr stark befördert.

Elymus sabulosus.

Beim Öffnen der Blüthe treten zugleich mit den Antheren unten zwischen den Paleae, die Narben rechts und links hervor, so daß nun eine Selbstbestäubung möglich ist, aber auch zugleich ein Theil des Pollens auf die Narben anderer Blüthen fliegen kann. Nachdem nun aber die Blüthe sich geschlossen und ihre Antheren

verstäubt sind, stehen noch längere Zeit die Narben ganz frisch aus ihr hervor, so dafs sie zu dieser Zeit nur von fremdem Pollen bestäubt werden können. Die Zeitdauer, in welcher die Fremdbestäubung statt finden kann, ist also viel länger als die, wo die Selbstbestäubung möglich ist, so dafs die letztere bedeutend im Nachtheil erscheint.

Ganz ähnlich wie der letztgenannte Fall verhalten sich: *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, *Secale montanum* (im Gegensatz zu *Secale cereale*), *Bromus longiflorus*, *Festuca borealis*, *Koeleria cristata*.

Von *Sorghum vulgare* und anderen *Sorghum*-Arten ist noch besonders zu erwähnen, dafs, wenn die Blüthen sich geschlossen, aus ihnen nur noch die pinseligen Narbenspitzen hervorstehen, während der untere nicht bestäubte Theil der Griffel vollständig eingeschlossen wird.

Zu dem oben angedeuteten dritten Fall, wo die Geschlechtstheile aus den fast geschlossen bleibenden Blüthen hervortreten und die Narben die Antheren überdauern, gehört unter anderen:

Hordeum bulbosum,

welche Art um so interessanter ist, als sie im Gegensatz zu den später zu besprechenden kultivirten Gerstearten steht. Gegen die Pollenreife drängen sich die Antheren an der Spitze zwischen den Paleae anfrecht stehend hervor, wobei eine ganz kleine Spalte zwischen den letzteren entsteht, durch welche bei den Zwitterblüthen unten, und zwar an der der gemeinsamen Ährenspindel zugekehrten Seite, rechts und links die Spitzen der federigen Narben hervorschauen und nach und nach weiter hervortreten. Endlich dehnen sich die Filamente so weit aus, dafs die Antheren ganz hervortreten und dabei nach unten umkippen, so dafs nun aus den an ihrer Spitze befindlichen zwei Löchern (ganze Längsrisse entstehen auch später nicht) der Pollen ausgeschüttet wird. Hierbei können nun die eigenen Narben etwas bestäubt werden, diese Bestäubung ist aber sehr dadurch erschwert, dafs die Antheren sich nach aufsen umbiegen, während die Narben nach innen hervorschauen — und ferner dadurch, dafs die Spitze der sich öffnenden Antheren ein Stück tiefer liegt, als die Narbenspitzen. Diese Narbenspitzen stehen nun aber noch eine Zeit lang, nachdem die eige-

nen Antheren längst verstäubt sind, vollständig frisch und sogar noch verlängert aus der Blüthe hervor, und können in dieser Zeit sehr leicht von den höher stehenden später verstäubenden Zwitterblüthen oder auch den später sich öffnenden Antheren der an jeder Zwitterblüthe seitlich stehenden zwei männlichen Blüten bestäubt werden, so daß hier die Fremdbestäubung durch verschiedene Verhältnisse, nämlich die Stellung der Narben und Antheren zu einander, die längere Dauer der Narben und das Vorkommen von rein männlichen Blüten, vor der Selbstbestäubung begünstigt ist.

Paspalum elegans.

Während in dem vorhergehenden Falle Antheren und Narben an verschiedenen Stellen zwischen den Paleae und Glumae sich hervordrängen, so geschieht dies bei *Paspalum elegans* an einem und demselben Ort, nämlich an der Spitze der Blüten, und zwar zu ganz gleicher Zeit. Auch hier treten die Griffel nur so weit hervor, als es nöthig ist, nämlich allein mit der pinseligen Narbenspitze, während der übrige glatte Theil eingeschlossen bleibt. In dieser Zeit kann nun Selbstbestäubung stattfinden; es bleiben aber die Narben nach dem Abfall der Antheren noch längere Zeit ganz frisch und können nun entweder von dem dicht daneben stehenden männlichen Blüthchen oder von den benachbarten Zwitterblüthen bestäubt werden, so daß die Möglichkeit für eine Selbstbestäubung gegen die einer Fremdbestäubung nur kurze Zeit vorhanden ist.

Ganz ähnlich wie *Paspalum elegans* verhielten sich: *Panicum sanguinale* und *crus galli*, wahrscheinlich findet auch ein Gleiches bei allen *Panicum*-Arten statt.

b. Fremdbestäubung und Selbstbestäubung in mehr oder weniger gleichem Grade möglich.

Eine ziemlich ansehnliche Reihe von Gräsern hat derartige Einrichtungen in den Blüten, daß diese beim Öffnen in ziemlich gleicher Weise die Selbstbestäubung wie die Fremdbestäubung zulassen, was bereitwillig zugestanden werden mag, wenn auch in der That die Verhältnisse so sind, daß auch hier noch immer die Fremdbestäubung vor der Selbstbestäubung in der Natur in über-

wiegendem Mafse eintreten wird. Die hierher gehörigen Fälle sind der Art, dafs Narben und Antheren zu gleicher Zeit aus der sich öffnenden oder im übrigen geschlossen bleibenden Blüthe hervortreten; die Antheren verstäuben, indem sie sich entweder umbiegen oder auf straffen Filamenten stehen, wobei dann weiter die Blüthe hängend oder aufrecht sein kann, die Narben sich aber meist über den Antheren, wenn diese verstäuben, befinden. Auf die einzelnen Fälle näher einzugehen dürfte zu weit führen und vielleicht auch von geringerem Interesse sein, da zu dieser Abtheilung keine für uns besonders wichtigen Getreidearten gehören. Es mag genügen eine Aufzählung der Arten zu geben, die ich nach meinen Beobachtungen hierher stellen möchte, und denen preisgeben, welche die Fremdbestäubung bei den Gräsern nicht vor der Selbstbestäubung bevorzugt ansehen wollen. Es sind dies folgende: *Briza maxima* und *media*, *Triticum cristatum* (Blüthen lange offen), *Cynosurus cristatus*, *Holcus lanatus* (beide Mittags in Blüthe), *Hordeum jubatum* (Blüthen weit sich öffnend), *Setaria italica* (Narben und Antheren aus den fest geschlossen bleibenden Blüthen hervortretend), *Maizilla stolonifera*, *Lappago racemosa*, *Gaudinia fragilis*, *Vulpia geniculata*, *Lepturus subulatus*, (diese drei letzten des Abends offen,) *Chloris cucullata* und *gracilis*, *Eleusine Toccus* und *coarctata*, *Crypsis aculeata* (Filamente steif), *Lolium temulentum*, *Bromus secalinus* (bei warmem Wetter), *Festuca elatior*, *Stipa pennata*, *Lasiagrostis splendens* etc.

- c. Selbstbestäubung begünstigt, aber nicht ausschliesslich stattfindend.

Avena sativa, orientalis, nuda.

Während ich in den früheren Jahren an den kultivirten Haferarten öfter die Beobachtung gemacht hatte, dafs deren Blüthen sich Nachmittags und gegen Abend weit öffneten und der Fremdbestäubung dabei grosse Vortheile boten, in der Weise, wie es oben schon beschrieben, so fand ich Anfang Juli dieses Jahres bei wiederholter Untersuchung, dafs die Blüthen an den dicht neben einander kultivirten Exemplaren der genannten 3 Arten sich nicht öffneten, sondern dafs die Antheren bei geschlossener Blüthe auf-

brachen und eine Selbstbestäubung und Selbstbefruchtung stattfand. Dieses auffallende Verhältniß liefs sich aber in der Folgezeit als durch Witterungsverhältnisse hervorgerufen vollständig erklären, gerade wie die klimatischen Verhältnisse auch bei vielen anderen Pflanzen auf das Öffnen oder Stetsgeschlossenbleiben der Blüthen einen Einfluß haben. Die Tage nämlich, an welchen die ersten Beobachtungen an den genannten Haferarten angestellt wurden, waren kühl und regnerisch, und es fand zu dieser Zeit dauernd die Selbstbestäubung statt. Als aber nun wärmeres trockenes Wetter eintrat, so beobachtete ich alle Stauden gegen Abend mit weit geöffneten Blüthen bedeckt, und wenn ich die Ährchen, an welchen diese sich fanden, untersuchte, so waren es meistens die zweiten Blüthen in denselben, welche geöffnet waren, während die ersten die stattgehabte Selbstbestäubung zeigten, was mich Anfangs zu der Vermuthung brachte, daß die ersten Blüthen der Haferährchen der Selbstbestäubung, die zweiten und folgenden der Fremdbestäubung unterworfen sein möchten. Weitere Beobachtungen führten mich aber auf das wahre Sachverhältniß; denn als nun wieder regnerische Tage kamen, so beobachtete ich wieder an den nun bestäubungsreifen Blüthen kein Öffnen, sondern Selbstbestäubung, und bald darauf wieder bei warmem trockenen Wetter weiteres Öffnen der folgenden Blüthen. Es liefs sich hier also eine Abhängigkeit des Öffnens der Blüthen von den Witterungsverhältnissen vollständig konstatiren, und es ist also klar, daß die genannten Haferarten durchaus nicht immer der unausbleiblichen Selbstbestäubung unterworfen sind; im Gegentheil wird in den meisten Fällen ein Öffnen der Blüthen und die Möglichkeit, ja Unvermeidlichkeit der Fremdbestäubung stattfinden. Diejenigen also, welche dem Hafer etwa reine dauernde Selbstbestäubung nach ihren Beobachtungen zuschreiben sollten, werden höchst wahrscheinlich bei regnerischer kühler Witterung oder in den Vormittagsstunden beobachtet haben; im letzteren Falle haben sie dann aber übersehen, daß in den vermeintlich geschlossen bleibenden und in diesem Zustande befruchteten Blüthen die Antheren (welche über Nacht abgefallen) fehlten.

An *Bromus secalinus* beobachtete ich ganz dieselbe Erscheinung wie bei den besprochenen Haferarten; auch an *Boissiera bromoides* fand ich bei Regenwetter selbstbestäubte Blüthen, hatte aber

nicht Gelegenheit meine Untersuchungen an dieser Pflanze nach dem Witterungswechsel weiter fortzusetzen.

Hordeum vulgare, distichum, hexastichum.

Die angebauten Gerstearten scheinen bei unseren Kulturen meistentheils Blüten zu tragen, welche nie sich öffnen, sondern wo bei geschlossener Blüte die Antheren, ohne hervorgetreten zu sein, aufgehen und eine unvermeidliche Selbstbestäubung stattfindet. Bei meinen in diesem Jahr an den Gerstearten angestellten Untersuchungen fand ich keine einzige sich öffnende Blüte, alle waren selbstbestäubt und zwar schon zu einer Zeit, wo die ganzen Ähren noch gar nicht aus der Scheide, welche sie anfangs einschließt, hervorgetreten waren. Doch ist es Delpino¹⁾ geglückt auch hier die Möglichkeit der Fremdbestäubung zu konstatieren, und es sei daher gestattet, seine Angaben über die Gerstearten hier ungefähr wörtlich anzuführen. „Die Ähre von *Hordeum vulgare* hat 6 Reihen von Blüten (einblühige Ährchen) und zeigt im Querschnitt die Gestalt eines Rechtecks. Die Blüten der mittleren zwei Reihen öffnen sich nie und sind daher ausschließlieh der Selbstbestäubung unterworfen, während die Blüten der 4 anderen Reihen sich etwas öffnen und beinahe wie die Blüten des Waizens sich verhalten. Es bleibt daher hier eine Wahrscheinlichkeit der Fremdbestäubung nicht ausgeschlossen. Auch das *Hordeum distichum* hat mir weiter eine sehr interessante Erscheinung geboten. Hier sind die Blütenährchen ebenso in 6 Reihen gestellt wie bei *Hordeum vulgare*, aber während dort alle Blüten zwittrig sind und Frucht tragen, so sind hier nur die Blüten der 2 mittleren Reihen zwittrig und fruchtbar, während die Blüten der 4 anderen Reihen sehr klein sind, unvollkommen, nur Pollen tragend (oder nach meinen Beobachtungen auch ganz geschlechtslos H.). Wenn man die Ähren schüttelt, so sieht man aus diesen unvollkommenen Blüten den Pollen hervorfliegen. Die fruchtbaren Blüten öffnen sich nun nicht nur niemals, sondern ihre Bestäubung geschieht zu einer Zeit, wo die Ähre noch hermetisch in ihrer Scheide eingeschlossen ist; wenn sie aus dieser Scheide hervortritt, so findet man die

¹⁾ Delpino l. c. p. 13.

Narben schon abgestorben. Es ist dies der höchste mir bekannte Grad der Selbstbestäubung, indem hier die Bestäubung nicht nur in einem an sich hermetisch verschlossenen Raume stattfindet, sondern diese Kammer selbst wieder hermetisch von einem Blatte eingeschlossen wird. Jedoch scheint auch diese Art nicht vollständig der Fremdbestäubung entzogen zu sein, denn es finden sich zwischen den genannten fruchtbaren Blüten einzelne sehr wenige, welche für die Fremdbestäubung bestimmt sind. Diese Blüten bleiben noch 5 und mehr Tage länger unbestäubt als die anderen und unterscheiden sich von ihren Nachbarn beim ersten Anblick und schon von Weitem dadurch, daß sie durchsichtiger und größer sind; sie öffnen sich dann ein wenig und können so von fremdem Pollen, besonders dem der männlichen Blüten bestäubt werden. Manchmal gelang es mir sie künstlich zu befruchten, was allerdings eine schwierige Operation ist.⁴ Soweit Delpino, aus dessen in einem anderen Klima angestellten Beobachtungen also hervorgeht, daß auch bei den kultivirten Gerstearten die Fremdbestäubung nicht vollständig ausgeschlossen ist.

An *Hordeum murinum* machte ich ungefähr dieselben Beobachtungen wie Delpino an *Hordeum distichum*: die zwei mittleren Ährchenreihen zeigten Selbstbestäubung, die seitlichen bestanden aus männlichen Blüten, deren Antheren weit hervortraten. Dieser letzte Umstand läßt die Vermuthung gerechtfertigt erscheinen, daß auch hier einzelne der Zwitterblüthen sich öffnen werden und den Pollen vornehmlich von den zahlreichen männlichen empfangen.

Oryza clandestina

ist ein Gras, über welches schon viel in Rücksicht auf seine Selbstbestäubung geschrieben worden, sodaß ich füglich kurz darüber hinweggehen kann. Früher¹⁾ hatte ich übersehen, daß auch hier außer den eingeschlossenen, der Selbstbestäubung ausschließlich unterworfenen Blüten in warmen Sommern derartige gefunden wurden²⁾, welche der Fremdbestäubung ausgesetzt sind, indem sie

¹⁾ Geschlechtervertheilung p. 78, wo auch die übrige Literatur angegeben.

²⁾ Ascherson, Botan. Zeit. 1864 p. 350: Über Fruchtbildung bei *Oryza clandestina*.

sich weit öffnen und Frucht ansetzen. Auch hier scheinen es, wie bei dem Hafer, klimatische Verhältnisse zu sein, welche bewirken, daß sich Blüten bilden, welche sich öffnen und Frucht bringen, oder solche, welche, geschlossen bleibend, nur der Selbstbestäubung unterworfen sind. Die *Oryza clandestina* hat also ebenso, wenn auch langsamer, ihren Ruf als stets sich selbst bestäubende Pflanze verloren, wie neuerdings der *Juncus bufonius*, über den auch die Akten abgeschlossen sein dürften.

Hordeum (Critho) Aegiceras.

An diesem eigenthümlichen Grase, das für eine monströse Abart von *Hordeum vulgare* gehalten wird, habe ich im Verlaufe dieses Sommers nur Selbstbestäubung beobachten können. In den Blüten, aus welchen die Antheren noch nicht hervorgetreten und die noch ganz geschlossen waren, hatte schon der eigene Pollen auf der benachbarten Narbe Schläuche getrieben, so daß hier eine Selbstbestäubung stattfand; erst später drängte die wachsende Frucht die Antheren aus den Spelzen hervor, die nun schon fast ganz verstäubt waren und schliesslich an ihrem Filamente heraushingen. Wenn hier nun auch nach den Beobachtungen nur Selbstbefruchtung stattfand, so wäre es wohl zu weit gegangen, wenn man behaupten wollte, daß hier nun wirklich unter allen Verhältnissen sich keine offenen Blüten bildeten, und es dürften bei anhaltenden und wiederholten Beobachtungen sich ähnliche Verhältnisse wie bei den vorher besprochenen Gräsern herausstellen.

Wenn wir diesen letzten selbst noch zweifelhaften Fall ausnehmen, bleibt also auch unter den Gräsern kein Fall übrig, wo nach genügender Beobachtung sich herausgestellt hätte, daß nur Selbstbestäubung stattfindet.

Werfen wir nun noch einen kurzen Blick zurück auf die verschiedenen Bestäubungsverhältnisse der Gräser, so haben wir hier eine ganze Reihe von Stufen zu verzeichnen, von der reinen Diöcie bis zu einem Verhältniß, wo die Selbstbestäubung vorwiegend,

wenn auch nicht ausschliesslich statt findet: wir haben nämlich einige Beispiele für diöcische Gräser, dann eine Anzahl monöcischer, darauf folgen solche mit Zwitterblüthen und männlichen, wo die letzteren allein der Fremdbestäubung dienen können; weiter kommen wir zu den Gräsern mit reinen Zwitterblüthen, und haben hier solche, wo die Narben sich vor den Antheren entwickeln, solche, wo die Narben mit den Antheren zwar zugleich hervortreten, die Verstäubung der Antheren aber bedeutend überdauern, dann weiter derartige, wo Antheren und Narben zwar gleichzeitig erscheinen und gleiche Dauer haben, wo aber die Verhältnisse derartig sind, daß der Pollen nur schwierig, wenigstens nur zum Theil, auf die eigene Narbe gelangen kann; daran schliessen sich dann derartige Gräser, wo die Selbstbestäubung zwar nicht vermieden ist, aber daneben die Fremdbestäubung in ebenso starkem Mafse eintreten wird, und dann endlich sehr wenige Fälle, wo die Selbstbestäubung vor der Fremdbestäubung die überwiegende ist, die letztere aber durchaus nicht ausgeschlossen erscheint.

Hinzugefügt mag noch werden, daß die Bestäubungsverhältnisse bei den Gräsern, wie bei anderen Pflanzenfamilien, durchaus an jeder einzelnen Species untersucht werden müssen, und daß man nicht von den bei einer Species beobachteten Vorgängen auf die anderen Arten derselben Gattung schliessen darf. So zeigen z. B. die Gattungen *Hordeum*, *Avena* und *Triticum* in ihren einzelnen Arten große Bestäubungsverschiedenheiten, wie bei genauerer Vergleichung des Vorhergehenden ersichtlich sein wird und was daher hier keine eingehende Zusammenstellung mehr nöthig macht. Ein anderer noch einmal zu berührender Punkt ist der, daß, wie ja deutlich aus einzelnen Beobachtungen hervorgeht, die einzelnen Grasarten in ihren Individuen und einzelnen Blüthen nach den klimatischen Verhältnissen¹⁾ eine Verschiedenheit zeigen können, und aus diesem Grunde muß ich es besonders hervorheben, daß ich durchaus nicht behaupte, daß alle im Vorhergehenden beschriebenen Vorgänge und Verhältnisse stets dieselben sein wer-

¹⁾ Über den Einfluß klimatischer Verhältnisse auf die Bestäubungsercheinungen vergleiche man noch P. Magnus in „der Naturforscher“ V. No. 15.

den, wie ich sie beobachtet habe. Es wird daher von allgemeinem Interesse sein, wenn Jeder, der abweichende oder übereinstimmende Beobachtungen macht, dieselben veröffentlicht. Um diese schon lange aufgeworfene Grasfrage zur Entscheidung zu bringen, sind die Beobachtungen von verschiedenen Botanikern, an verschiedenen Orten angestellt, nöthig, und aus diesen Gründen habe ich mich nicht gescheut, die obige Zusammenstellung zu geben, welche zum größten Theile Beobachtungen enthält, die nur während eines Sommers angestellt worden.

An eingegangenen Schriften wurden vorgelegt:

- Nachrichten u. gelehrte Denkschriften der Universität Kasan.* 1869 Lief. 5; 1870 Lief. 1, 2; 1871 Lief. 1, 2, 3. Kasan 1871. 8. (russ.)
- A. Ph. Sergejew, *Das Nordlicht; Untersuchung der Ursachen der Entstehung dieser Erscheinung als einer kosmischen.* Tiflis 1872. 8. c. tabb. (russ.)
- Salimbeni Opinioni e scritti di L. A. Muratori.* Modena 1872. 4.
- Mémoires de la société des sciences naturelles de Cherbourg.* Tome XVI. IIe. Série. T. VI. Paris, Cherbourg 1871—72. 8.
- The Journal of the Asiatic Society.* New Series. Vol. VI. P. I. London 1872. 8.
- Main, *Results of astronomical and meteorological observations made at the Radcliffe Observatory, Oxford, in the Year 1869.* Vol. XXIX. Oxford 1872. 8.
- Buletino di Archeologia christiana del Comm. de Rossi.* IIe. Sér. An. 3. Roma 1872. 8.
- Atti della R. Accademia delle scienze di Torino.* Vol. VII. Disp. 1a.—7a. Nov. 1871 — Juni 1872. Torino. 8.
- Buletino meteorologico ed astronomico del R. Osservatorio dell' università di Torino.* Anno VI. Torino 1872. 4.
- Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles.* T. VI. Livr. 4. 5. 1871. 8.
- Verhandelingen rakende de Naturalijke en Geopenbaarde Godsdienst.* Ny Serie. Tweede Deel. Haarlem 1872. 4.

E. v. Malortie, *Hist. Nachrichten der Familie von Malortie*. Hannover 1872. 8.

Nederlandsch Meteorologisch Jaarboek voor 1871. 23. Jaargang. 1. Deel. Utrecht 1871. 4.

Fuchs, *Die künstlich dargestellten Mineralien*. Haarlem 1872. 4.

Atti del R. Istituto Veneto. T. I. Ser. IV. Disp. 9. Venezia 1871|2. 8.

Memorie del R. Istituto Veneto. Vol. 17. Venezia 1872. 4.

Kops, *Flora Batava*. Afl. 218—221. Leyden s. a.

Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen im Preufs. Staate. 20. Bd. 2, u. 3. Lief. u. Atlas mit 5 Tafeln. Berlin 1872. 4.