

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess

und

Dr. E. Selenka

Prof. in Erlangen

Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVI. Band.

1. November 1896.

Nr. 21.

Inhalt: **Keller**, Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie (2. Stück). — **Schlater**, Einige Gedanken über die Vererbung (3. Stück). — **v. Lendenfeld**, Die physiologische Bedeutung der Lufträume bei den fliegenden Tieren. — **Guldberg**, Ueber die Zirkularbewegung als tierische Grundbewegung, ihre Ursache, Phänomenalität und Bedeutung. — **Binz**, Der Aether gegen den Schmerz. — **Mayer**, Lehrbuch der Agrikulturchemie. — **Berichtigungen**.

**Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und
-biologie.**

Von Dr. Robert Keller.

(Zweites Stück.)

Pangium edule, ein Baum aus der Familie der *Flacurtiaceae*, der auf den Sundainseln und Philippinen sehr verbreitet ist, steht im Rufe einer sehr gefährlichen Pflanze, da alle seine Teile einen höchst giftigen Körper enthalten. Die Samen schließen ein fleischiges, öereiches Endosperm ein, das von den Eingebornen gegessen wird, nie aber ohne dass die Samen einer längeren Behandlung mit Wasser unterworfen oder erhitzt worden wären. Die giftige Substanz des *Pangium* muss demnach ein im Wasser löslicher und flüchtiger Körper sein. Durch Greshoff wurde zum ersten Male in exakter Weise dargethan, dass die Giftigkeit der Pflanze auf die Gegenwart von Cyanwasserstoffsäure (HCN) zurückzuführen ist, welche als freie Säure oder auch in einer sehr unbeständigen Verbindung den verschiedenen Gewebepartien eingelagert ist. Die Menge der HCN, die Greshoff nachweisen konnte, ist eine ganz beträchtliche. Fand er doch in jungen Blättern mehr als 1% der Trockensubstanz, trotzdem die Flüchtigkeit des Körpers einen größeren Verlust während der Untersuchung bedingt. Greshoff glaubt, dass eine einzige Pflanze ca. 350 Gramm HCN enthalte. Dass übrigens die Verteilung des Giftes sehr ungleich ist, dass wohl auch in verschiedenen Alterszuständen der Gehalt wechselt,

geht aus den nachstehenden Angaben hervor. In 2 Stengelstücken, deren Gewicht 10,3 g betrug, wies er 113 mg HCN nach, d. h. 1,098%. Diese Stengel trugen 36 Blätter. Die getrockneten Blattstiele wogen 18,7 g und enthielten 127 mg HCN, d. h. 0,679%. Die 36 Blattspreiten wogen trocken 110 g und enthielten 0,383 g, also 0,357%.

Die Anwesenheit von HCN ist in verschiedenen Pflanzen, namentlich Amygdaleen, nachgewiesen, jeweilen als Zersetzungsprodukt von Amygdalin. In keinem Falle aber sind Mengen gefunden worden, die denen in *Pangium edule* gleichkämen.

Treub¹⁾ stellte nun einlässlichere Untersuchungen über die Bedeutung von HCN im Leben des *Pangium edule* an, über die im nachfolgenden referiert werden soll.

Die Cyanwasserstoffsäure ist nicht im ganzen Pflanzenkörper gleichmäßig verteilt. Wir beobachten, dass sie im Stengel auf die Bast-schichte beschränkt ist. Diese besteht aus den Siebröhren, langgestreckten Zellen, die ihnen angelagert sind und parenchymatischen Elementen. In einzelnen dieser letztern befinden sich Krystalldrüsen aus oxalsaurem Kalk. Sehr zahlreich sind diese in den Zellen der Markstrahlen. Die dem Bast anliegenden Teile der Gefäßbündelscheide sind parenchymatisch, zum Teil auch fibrillär. Von diesen Elementen sind nun die Krystalle enthaltenden Zellen des Bastes, vor allem auch der Markstrahlen ohne HCN, ebenso die fibrillären Zellen, während alle übrigen Teile das Gift enthalten können. Den Holzteilen der Axen fehlt die Cyanwasserstoffsäure. Analog verhalten sich die Wurzeln. Bezüglich der Blätter beobachtet man, dass die Blattstiele in ihrem Bau den Stengeln gleichen und diesen gleich die Säure nur im Bastteil enthalten. In den Gefäßen der Spreite findet man sie ebenfalls im Bast, aber auch außerhalb desselben im Parenchym. Ganz besonders aber ist die Epidermis der Blätter durch den Reichtum an HCN ausgezeichnet. Die Blätter sind behaart. Die Basalzellen der Haare sind so reich an Cyanwasserstoffsäure, dass sie geradezu als die Bildungsstätten oder die besonderen Niederlagen des giftigen Stoffes erscheinen. Ganz analog verhalten sich jene Epidermiszellen, in denen sich Krystalldrüsen befinden.

Im Mark, sowie in der Rinde von *Pangium edule* finden sich außerdem besondere Zellen, *cellules spéciales*, die den Myrosinzellen der Coniferen gleichen. Sie sind ebenfalls durch ihren Gehalt an HCN ausgezeichnet. So scharf lokalisiert ist hier der Körper, dass bei der Reaktion auf Cyanwasserstoff — Bindung zu Berliner Blau — nur diese Spezialzellen sich blau färben, während die ihnen anliegenden Zellen des Parenchyms keine Spur der Blaufärbung zeigen, also ohne

1) Treub, Sur la localisation, le transport et le rôle de l'acide cyanhydrique dans le *Pangium edule* Reinw. in: Annales du jardin botanique de Buitenzorg, Vol. XIII.

HCN sind. Wenn man die Blätter als die allgemeinen Bildungsstätten bezeichnen kann, in denen der größte Teil der HCN entsteht, so stellen die Spezialzellen lokale Bildungsstätten vor, in denen auch für den lokalen Bedarf des Körpers gesorgt wird. Treub hat nun nachgewiesen, dass ein Körper, der in die Gruppe der Eiweißkörper gehört, der Begleiter der HCN in den Spezialzellen ist. Im Beginn ihrer Differenzierung ist ihr Eiweißgehalt sehr unbedeutend. Vom Vegetationspunkt etwas entfernt, ist die Reaktion auf Blausäure und Eiweiß der Art, dass Verf. auf eine entschiedene Eiweißzunahme schließt, die mit einer Reduktion der Cyanwasserstoffsäure zusammenzufallen scheint. Noch an ferneren Stellen wird die Blaufärbung schwach, während die Albuminreaktion nicht so geschwächt ist. An noch ferneren Stellen endlich ist in den Spezialzellen kein HCN mehr nachweisbar, wohl aber Eiweißstoffe, wenn auch sie vermindert sind. Verf. betont, dass diese anatomische Beobachtung darauf hindeute, dass die HCN nicht ein notwendiges Produkt chemischer Umwandlungen ist, denen die in den Zellen abgelagerte Eiweißsubstanz unterliegt, sobald sie von der Pflanze verbraucht wird.

In den Krystallbehältern der Epidermis wie in den Basalzellen der Haare konnte Treub keine Ablagerung eines Eiweißkörpers nachweisen.

In den Bastteilen war folgendes Verhältnis nachweisbar. Wo die Elemente des Bastes sich noch nicht differenziert hatten, enthielten sie auch nur wenig HCN. Im Gebiete der Differenzierung also außerhalb der jugendlichen Bastteile beobachtet man langgestreckte Zellen, die mit HCN und Eiweiß angefüllt sind. Diese Zellen sind nichts anderes als die Faserelemente der Gefäßbündelscheide. In dem Maße als man vom Vegetationspunkt sich entfernt, vermindert sich der Eiweißgehalt der Fasern. Rasch kommt man in eine Zone, wo das Eiweiß völlig verschwunden ist. In den Siebröhren findet man alsdann noch ziemlich zahlreiche Anhäufungen albuminoïder Substanz. Noch weiter vom Gipfel entfernt, kommt den die Siebröhren begleitenden langgestreckten Zellen die Bedeutung von Eiweißniederlagen zu, während in den Siebröhren an diesen Stellen nur noch einige Kügelehen die Reaktion eines Eiweißkörpers zeigen. Während in den fibrillären Elementen der Eiweißgehalt schnell erschöpft ist, beobachtet man umgekehrt, dass sie noch lange HCN enthalten. In der peripheren Zone des Bastes erhält sich das Eiweiß lange, vielfach länger als die HCN.

Verf. berührt die Frage der Bedeutung des Bastes als Leitungsorgan der HCN. Frank hat neuerdings entgegen der allgemeinen Annahme, dass die Siebröhren und die ihnen anliegenden Elemente die Leiter der plastischen Stoffe seien, die Ansicht ausgesprochen, dass sie Stoffbehälter seien. Aus seinen Ringelungsversuchen schließt Verf., dass HCN in der That im Bast fortgeleitet wird.

Welches ist nun die Bedeutung der Cyanwasserstoffsäure? Der naheliegende Gedanke, dass das Gift als Schutzmittel gegen Fraßdiene, wird vom Verf. zurückgewiesen, nicht in der Meinung, dass diese Leistung nicht in Frage kommen könne. Immerhin aber ist sie nur eine Nebenwirkung, von der namentlich die Blätter profitieren können. Dass der Baum trotz seines Giftes nicht von allen Tieren gemieden wird, mag schon dem einen Umstand entnommen werden, dass nach Treub ca. 20% der in der Umgebung von Buitenzorg untersuchten Zweige von einem tierischen Parasiten zum Teil sehr bedeutend durchsetzt waren.

Ungleich bedeutungsvoller ist die Cyanwasserstoffsäure als Bildungstoff für Eiweiß.

Die Beantwortung der Frage der Entstehung fußt auf folgenden experimentellen Untersuchungen: 1. Wirkung der Verdunklung: Blieben die Blätter während einiger Zeit verdunkelt, dann war in ihnen die HCN nicht mehr nachweisbar. Es dauerte im Mittel etwa 14 Tage bis der Körper verschwunden war. Am schnellsten verlor er sich in den untern Blättern, am längsten hielt er sich in den obern. Die grüne Farbe blieb ihnen erhalten.

Ganz analoge Ergebnisse erzielte Verf. durch Verdunkelung der ganzen Pflanze. Ein junger Baum wurde am 28. November 1893 verdunkelt; am 3. Dezember war im ältesten Blatt keine Cyanwasserstoffsäure mehr nachweisbar; mit Ausnahme der 2 obern Blätter zeigte sich auch in den übrigen eine bedeutende Verminderung der HCN. Am 7. Dezember zeigten die Blätter keine Spur der Cyanwasserstoffsäure mit Ausnahme der beiden obersten, von denen in dem älteren nur Spuren nachweisbar waren, während das jüngste noch ziemlich viel enthielt.

Die Blätter, welche während des Versuchs nicht abfielen und auch nach der Wiederbelichtung am Stocke blieben, hatten die Fähigkeit unter dem Einfluss des Lichtes die Cyanwasserstoffsäure wieder zu bilden.

Wurde die Möglichkeit des Stofftransportes aus dem Blatt verhindert, z. B. durch Ringelung des Blattstieles, so verloren diese Blätter im Dunkeln ihre HCN fast ebenso schnell, wie die nicht so behandelten. Daraus schließt Verf., dass wohl im Momente der Verdunklung ein geringer Teil der HCN aus dem Blatt in den Stengel wandert. Rasch aber hört die Wanderung auf und nun beruht das Verschwinden des Körpers auf dem Verbrauch im Blatte selbst.

In 2. Linie untersucht Verf. den Einfluss einer kohlenstofffreien Atmosphäre auf die Cyanwasserstoffsäure. Ein längerer Aufenthalt in einer solchen Luft bewirkt das allmähliche Schwinden von HCN. Es geht also aus dieser Versuchsreihe hervor, dass die Bildung der Cyanwasserstoffsäure nicht von dem direkten Einfluss des Lichtes ab-

hängt, wohl aber, dass eine bestimmte Beziehung zwischen der Bildung der Cyanwasserstoffsäure und der Kohlensäureassimilation besteht, wie die Versuche lehren in dem Sinne, dass die Gegenwart eines Kohlehydrates die unerlässliche Bedingung für die Bildung der HCN im *Pangium edule* ist. Welches ist die Natur dieses Kohlehydrates? Schon Greshoff wies darauf hin, dass sich normal in den Blättern von *Pangium* keine Stärke befindet. Dafür enthalten sie, gleich den übrigen Teilen der Pflanze eine reduzierbare Substanz, die Greshoff für eine Zuckerart hält. Kramers, der für Treub die Natur dieses Körpers zu bestimmen suchte, kommt zum analogen Ergebnis. Er glaubt speziell, dass es sich um Dextrose oder Laevulose handle. Wo sich HCN bildet, kann auch die Gegenwart dieses Zuckers nachgewiesen werden. In den Calciumoxalat enthaltenden Zellen der Oberhaut, wie in den Basalzellen der Haare ist diese reduzierbare Substanz besonders reichlich vorhanden. Es ist aus diesen Gründen sehr wahrscheinlich, dass dieser Zucker die stickstofffreie Verbindung darstellt, welche zur Bildung der Cyanwasserstoffsäure notwendig ist. Woher kommt nun der zur Bildung nötige Stickstoff?

Werden junge Blätter der Pflanze abgeschnitten und mit ihren Stielen an gut beleuchteten Stellen ins Wasser gebracht, dann wachsen sie bald schneller bald langsamer weiter. Der Energie ihres Wachstums entspricht das Schwinden der Cyanwasserstoffsäure, das in günstigen Fällen schon nach 6—8 Tagen, in weniger günstigen nach einigen Wochen sich vollzogen hat. Diese Versuche lehren also untrüglich, dass der HCN die Rolle eines Bildungstoffes zukommt.

Wie diese unter abnormen Bedingungen lebenden Blätter, so können auch normal lebende HCN — frei werden. Sehr gewöhnlich beobachtet man das an den untersten Blättern, den ältesten, wenn schon sie sehr reich an Kohlehydrat sind. Verf. schließt aus diesen Versuchen, dass die HCN nicht ein notwendiges Produkt „des Spieles der chemischen Kräfte“ im Blatt ist.

Verf. schickt sich nach diesen Versuchen an festzustellen, was für eine Stickstoffverbindung von den Wurzeln aufgenommen und zur Bildung der HCN benutzt wird. Die Untersuchung der Wurzeln ergab das interessante Resultat, dass an den Stöcken mit nur ganz wenigen Blättern in den Wurzeln die Prüfung auf Salpetersäure (mit schwefelsaurem Diphenylamin) stets positive Ergebnisse hatte, während in den Wurzeln nie Salpetersäure nachweisbar war, sobald die Stücke reichlichere Blätter besaßen. *Pangium* nimmt also den N in Form eines Nitrates aus dem Boden auf. Dieses wird in der Rindenschicht der Wurzeln aufgespeichert, wenn die Laubentwicklung im Verhältnis zum Wurzelsystem und zu den Axen schwach ist. Das scheint dafür zu sprechen, dass *Pangium* die Nitrate hauptsächlich in den Blättern braucht und zersetzt, dass ferner die Lösungen sehr schnell, nachdem

sie von den Wurzeln absorbiert wurden, den Blättern zugeführt und dort zersetzt werden.

Der Nachweis des Kausalzusammenhanges zwischen der Entstehung der HCN und der Zufuhr der Nitrate begegnete großer Schwierigkeit, ließ sich aber schließlich in folgender Weise erbringen. Wir haben erwähnt, dass an jungen Bäumen die unteren Blätter oft ohne jegliche Spur von HCN sind. Wenn die Bildung dieses Körpers durch die Gegenwart der Nitrate bedingt ist, dann mochten diese Blätter deshalb aufhören Bildungsstätten von HCN zu sein, weil ihnen keine Nitrate oder nur ungenügende Mengen zugeführt werden. Nun wissen wir in der That, dass die älteren Blätter weniger transpirieren als die jüngern, dass dem entsprechend ihnen auch weniger Mineralsolution zugeführt wird. Es wäre also denkbar, dass deshalb den untern Blättern die HCN fehlte, weil die Konkurrenz der oberen, jüngern, lebhafter transpirierenden bewirkte, dass jenen die zur Bildung von HCN nötige Zufuhr von Stickstoff aus dem Boden fehlte. Würde also durch Entfernen der oberen Blätter diese Konkurrenz aufgehoben, dann würden den unteren Blättern wieder hinreichende Mengen des Nitrates zugeführt werden; sie müssten also wieder HCN bilden. In zahlreichen Fällen gelang es Treub in der That durch Ablation der obren Blätter die untern zur Neubildung der HCN zu veranlassen.

Ist die Anwesenheit eines Kohlehydrates eine erste Bedingung für die Bildung der HCN, so stellt also die Gegenwart der aus dem Boden aufgenommenen stickstoffhaltigen unorganischen Substanz eine zweite Bedingung dar.

Die konstante Gegenwart der HCN in den Basalzellen der Haare und den Krystallzellen der Epidermis ist ein weiteres Argument zu Gunsten der Ansicht, dass die Cyanwasserstoffsäure des *Pangium* ein Assimilationsprodukt des Stickstoffes sei, der von der Pflanze in Form von Nitraten aufgenommen wurde. Schimper hat vor einer Reihe von Jahren darauf hingewiesen, dass die nicht drüsigen Haare der Speicherung mineralischer Salze dienen. Ferner ist die Bildung der Oxalsäure nach dem gleichen Autor oft auf die Stickstoffassimilation zurückzuführen. Der Stickstoff des Kalknitrates, sagt er, wurde assimiliert, während der Kalk zum größeren Teile an Oxalsäure gebunden dem Stoffwechsel entzogen wurde.

Emmerling hat sich über die Stickstoffassimilation in folgender Weise ausgesprochen. Die ersten Veränderungen der salpetersauren Salze in den Blättern bestehen wahrscheinlich in deren Zerlegung durch die Pflanzensäure. Es entsteht freie Salpetersäure, während der Kalk sich mit der betreffenden Pflanzensäure vereinigt. Die freie Salpetersäure ist sehr veränderlich und dürfte durch ihre weitere Umwandlungen und Einwirkungen auf stickstofffreie organische Substanzen zu der Entstehung gewisser Stickstoffverbindungen Veranlassung geben.

Hier befindet sich jedoch eine große Lücke in unserem Wissen. Wir kennen weder die Reaktionen, welche nun stattfinden, noch die Produkte, welche dabei entstehen.

Traub's Untersuchungen an *Pangium edule* haben für einen bestimmten Fall diese Lücke ausgefüllt oder doch ganz wesentlich vermindert, indem er dargethan hat, dass bei dieser Art die Cyanwasserstoffsäure das erste erkennbare Assimilationsprodukt des Stickstoffes ist.

Zu den eigenartigsten Anpassungserscheinungen der Mangrovepflanzen gehört die Viviparie. Diese zieht ihrerseits einige höchst eigentümliche Ernährungseinrichtungen der Embryonen nach sich. Das interessanteste Verhalten ist seiner Zeit von Traub geschildert worden. Er wies darauf hin, dass bei der Keimung von *Avicennia officinalis*, einer Verbenacee der Mangrovevegetation, das Endosperm mit dem in ihm befindlichen Embryo aus der Mikropyle in die Fruchthöhle austrete. Nur eine Zelle desselben, die Cellule cotyloide, bleibt in der Samenknope. Sie ist sehr groß, verzweigt sich reichlich, durchwuchert den Nucellus und später auch die Placenta nach aller Richtung. Die Cotyloidzelle ist also ein Haustorium, welches dem in die Fruchthöhle hinausgewachsenen Endospermkörper bezw. dem in diesem liegenden Keimling die nötigen Baustoffe zuführt.

Dieser eigentümliche Fall einer Haustorienbildung des Endosperms ist nun auch bei einigen anderen Mangrovepflanzen allerdings mit sehr wesentlichen Modifikationen beobachtet worden. Haberlandt¹⁾ hat an *Bruguiera eriopetala* und *Aegiceras majus* die Entwicklung vielzelliger Haustorien aus Endospermzellen beobachtet. In jungen Früchten der ersten Art, die von einem 10—15 mm langen Hypocotyl durchbohrt sind, sieht man auf Längsschnitten, dass die 4 Cotyledonen das Endosperm fast vollständig verdrängt haben. Nur vereinzelte, halblinsenförmige, plasmareiche Endospermzellen liegen noch zwischen den Keimblättern und der Samenschale, wie auch in dem plasmatischen Endospermsehleim, welcher den Längskanal zwischen den Cotyledonen ausfüllt. Diese isolierten Endospermzellen werden die Ausgangspunkte für die Entwicklung eines mehrschichtigen sekundären Endospermgewebes, welches die Haustorien bildet. Die Zellen werden zunächst zu mehrzelligen einschichtigen Zellscheiben. Indem das Wachstum derselben fort dauert, auch tangential Teilung auftritt, werden die einzelnen Endosperm Inseln immer größer und vereinigen sich schließlich an den Rändern zu einem stellenweise fast lückenlos zusammenhängenden, an andern Stellen wieder weitmaschigen aus mehreren

1) Haberlandt, Ueber die Ernährung der Keimlinge und die Bedeutung des Endosperms bei viviparen Mangrovepflanzen in: Annales du jardin botanique de Buitenzorg, Vol. XII.

Zellenlagen bestehenden Endospermbelag. Von diesem sekundären Endosperm aus wachsen 1 bis vielzellige Saugfortsätze in das sehr lockere Parenchym des Integumentes, bald wurzelhaarähnliche Fortsätze, die sich zwischen die Integumentzellen hineindrängen, meist lappige, an den Enden papillöse, vielzellige Fortsätze, die in das Integument hineinwuchern.

Anfänglich, d. h. zur Zeit, wo vom primären Endosperm nur noch einzelne Zellen übrig sind, fungiert das dem Integument anliegende Gewebe der Cotyledonen als alleiniges Absorptionsgewebe, indem es ein Ferment ausscheidet, das die Stärke löst. Seine Thätigkeit aber reicht nicht hin, das gesteigerte Ernährungsbedürfnis des mächtig heranwachsenden Keimlings zu befriedigen. So tritt das seiner bedeutenden Oberfläche wegen wirksamere sekundäre Endosperm funktionell an seine Stelle und wird zum Absorptionsorgan.

Zwischen diesem Gewebe und den Cotyledonen besteht eine sehr innige Verbindung, indem an vielen Stellen einzelne Endospermzellen schlauchartige Fortsätze zwischen die palissadenartig gestreckten Zellen der Keimblätter hineintreiben. Das Prinzip der Oberflächenvergrößerung kommt also nicht nur im aufnehmenden Teil des Absorptionssystemes, sondern auch im abgebenden zum Ausdruck.

Auch dem aus der Mikropyle ausgetretenen Endosperm, das einem vielfach gelappten Kragen gleicht, kommt bis zu einem gewissen Grade die Rolle eines Absorptionsorganes zu. Die Außenseite des Kragens sendet in die Kelchröhre zum Teil sehr starke Haustorien. Die zwischen ihnen gelegenen Parenchymzellen zeichnen sich durch Zartwandigkeit und Größe aus, so dass es den Anschein gewinnt, als ob durch sie der Stoffverkehr stattfände. Die spezifische Bedeutung des Endospermkragens liegt aber in einer mechanischen Funktion.

Wenn das hypocotyle Glied eine Länge von 8—9 cm erreicht hat, fällt die ganze Frucht ab, der Keimling, nicht lang und schwer genug um so in den Schlamm zu fallen, dass er sich in vertikaler Stellung einbohrt und befestigt, wird durch die etwas einwärts gebogenen Kelchblätter verankert. Der Endospermkragen dient nun der Ablösung des Keimlings von Fruchtschale und Kelchröhre, indem er beim Wasserzutritt stark turgesziert und deshalb in die Dicke wächst. Indem er dadurch einen Druck gegen die Oberfläche des Hypocotyls bzw. gegen die Innenseite der Kelchröhre ausübt, wirkt er wie ein Keil, der beträchtlich anschwellend, Kelchröhre und Hypocotyl auseinandertreibt und auf diese Weise gleichzeitig die Cotyledonen etwas emporhebt.

Es ist von einer Reihe von Forschern betont worden, dass schon zu einer Zeit, wo der Keimling mit der Mutterpflanze noch verbunden ist, die Rhizophoreenkeimlinge selbstthätig assimilieren. Um zu einem Bild über die Größe dieser Assimilation zu kommen bestimmte Haberlandt den Chlorophyllgehalt eines ausgewachsenen Hypocotyls von

Bruguiera eriopetala im Verhältnis zum Chlorophyllgehalt eines normal entwickelten Laubblattes. Danach ist der Chlorophyllgehalt des Hypocotyls etwas mehr als 50% des Chlorophyllgehaltes des Laubblattes. Es ist also wohl kaum daran zu zweifeln, dass bei der Ernährung des Keimlings die Assimilationsthätigkeit des Hypocotyls keine untergeordnete Rolle spielt.

Haustorienbildend fand Haberlandt, wie erwähnt, auch das Endosperm von *Aegiceras majus*, einer Myrsinee, bei welcher die Viviparie nur in der Weise zum Ausdruck kommt, dass das Hypocotyl zwar die Innenschale, nicht aber die Fruchtschale durchbricht. Embryonen von 7 mm Länge, die jüngsten die untersucht wurden, ließen eine Differenzierung des Endosperms in 2 Teile erkennen. Die innere, dem Embryo anliegende Endospermschicht besteht aus dickwandigen Tüpfelzellen. Dieser Teil wird zum Schleimendosperm. Außen liegt das Haustorienendosperm. Von ihm gehen Lappen, Leisten und Zellen in das Gewebe des Integumentes. Das Auftreten von Haustorien beschränkt sich ausschließlich auf die Placentargegend, wo die Zufuhr der Bau- und Reservestoffe erfolgt.

Ueber die Blütenwärme bei Cycadeen, Palmen und Araceen stellte Kraus im botanischen Garten in Buitenzorg eine Reihe interessanter Beobachtungen an¹⁾.

An *Ceratogamia longifolia*, einer Cycadee, wurden folgende Beobachtungsergebnisse erzielt. Der männliche Kolben hat eine tägliche Wärmeperiode, die sich verschiedene Tage hinter einander wiederholt. In einer Beobachtungsreihe ergab sich z. B. am ersten Beobachtungstage eine Zunahme der Temperatur von 10⁴⁵ (Beginn des Versuches) von 28° auf 38,5° um 4²¹, während gleichzeitig die Lufttemperatur von 25,8° auf 26,2° stieg. Dann sank die Kolbentemperatur bei 5⁵⁰ Uhr auf 31,4°; am folgenden Morgen 6²⁰ Uhr betrug sie 24,4° bei der Lufttemperatur von 23,2°, stieg alsdann bis 4⁴⁰ Uhr auf 36° (Lufttemperatur 26,6°) und sank bis 6 Uhr Abends auf 31,4°. Die Periode wiederholte sich auch am folgenden Tag. Sie beginnt Morgens 6 Uhr mit 24,8° und ist damit 1,3° höher als die Lufttemperatur; ihr Maximum erreicht sie Abends 5²² mit 34,6°, während die Lufttemperatur nur 25,6° beträgt.

Während die Temperatur Morgens nur wenig über der Lufttemperatur ist, und auch am späten Abend ihr fast gleich ist, — Verf. beobachtete z. B. in einer Versuchsreihe Abends 10¹⁵ eine Lufttemperatur von 25° und eine Kolbentemperatur von 25,5° —, erhebt sich während des Tages die Kolbentemperatur ganz auffällig über die Lufttemperatur. Der größte Ueberschuss der beobachtet wurde betrug 11,7°. Auffällig

1) Vergl. Physiologisches aus den Tropen von Georg Kraus, III. Abhandlung, in: Annales du jardin botanique de Buitenzorg, Vol. XIII.

ist die Verschiebung der Zeit des Eintrittes des Maximums, wie sie sich aus der nachstehenden Zusammenstellung ergibt:

Versuchspflanze	Eintritt des Maximums am			
	I. Tag.	II. Tag.	III. Tag.	IV. Tag.
a	4 ⁴⁰	4 ⁵⁰	5 ²⁰	5 ³⁷
b	4 ⁵⁵	5 ¹⁴	6 ⁰⁵	
c	4 ⁴²	4 ⁴⁵		
d	4 ³⁵	4 ⁴⁵		
e	4 ¹⁶	5 ¹⁵		
f	4 ²¹	4 ⁴⁰	5 ²²	5 ⁷¹

Die Beobachtungen an *Macrogamia* hatten gewisse Uebereinstimmungen mit dem vorigen. Auch hier ist eine tägliche Wärmeperiode vorhanden, die sich in aufeinanderfolgenden Tagen wiederholt. Der Gang der Temperaturänderung ist aber insofern ein anderer als die Maximaltemperaturen früher erreicht werden z. B.

	Zeit	Lufttemperatur	Kolbentemperatur	Differenz
10. Januar:	11 Uhr	23,8	29,3	5,5
	11 ³⁰	24,1	31,6	7,5
	12 ⁰⁵	24,7	33,6	8,9
	12 ³⁰	24,7	32,4	7,7
	1 ³⁰	24,6	28	3,4
	2 ³⁰	24,5	26,1	1,6
	3 ³⁰	24,6	25,4	0,8
	4 ³⁰	24,6	25,1	0,5
	5 ²⁰	24,7	25	0,3
11. Januar:	7	22,8	23,8	1
	10	23,9	26	2,1
	11	24,6	33,2	8,6
	11 ⁵⁵	24,2	35,4	11,2
	1 ³⁰	24,2	30,1	5,9
	6	24,2	25,3	1,1
12. Januar:	7	22,6	23,6	1
	10	24	29,4	5,4
	11 ¹⁵	24,5	35,5	11,5
	3 ³⁰	24,4	26,1	1,7
	4 ¹⁵	24,8	25,8	1
13. Januar:	7	23	24,2	1,2
	10 ³⁰	24,2	34,3	9,9
	10 ⁴⁷	24,4	34,9	10,5
	12 ³⁰	24,9	30,8	5,9
	6	24,4	26	1,6

Aus der voranstehenden Tabelle ergibt sich die interessante Tatsache, dass eine Verschiebung des Maximums auch hier wie bei *Ceratogamia* stattfindet, jedoch gerade in entgegengesetzter Weise.

Die nachfolgende Tabelle enthält den Gang der Maximaltemperaturen der Kolben bei verschiedenen Versuchspflanzen.

Versuchspflanze	I. Tag.	II. Tag.	III. Tag.	IV. Tag.	V. Tag.
a	12 ¹⁰	11 ⁵⁵	11 ¹⁵	10 ⁴⁷	10 ⁵
b	12 ¹⁵	11 ⁴⁰	11 ⁷	11 ¹⁰	—
c	1 ³⁰	12 ²⁰	11 ⁵⁸	11 ²⁰	—
d	11 ⁵⁷	11	—	—	—
e	12 ²⁰	11 ¹⁸	—	—	—

Auch die Palmen zeigen beim Aufgehen der Blüten (Spathen) erhöhte Temperatur, wobei auch eine Periode, eine Zunahme bis zu einem gewissen Maximum und eine darauffolgende Abnahme der Temperatur, zu konstatieren ist. Die Beobachtung an *Bactris speciosa* deuten allerdings an (vergl. die nachfolgende Tabelle), dass der Verlauf dieser Perioden ganz anderer Natur ist, ein Umstand, der vielleicht mit der geringen Widerstandsfähigkeit der abgeschnittenen Blüten zusammenfällt.

	Zeit	Lufttemperatur	Blütenstengeltemp.	Ueberschuss
	7 ³⁰	23,8	30	6,2
	8	24,0	34	10
	8 ¹⁵	24,3	35	10,7
	8 ³⁰	24,6	35,2	10,6
	9	24,4	34,6	10,2
	10	24,6	33,3	8,8
	11	25,4	33	7,6
	12	25,7	34,6	8,9
	1 ¹⁵	26,1	36,3	10,2
	3 ³⁰	26	34,2	8,2
	5 ³⁰	25,6	34,1	8,5
	10 ¹⁵	25	34,1	9,1
Folgender Tag:	6	23,4	33,5	10,1
	9	25	34,2	9,2
	12	26,2	33,9	7,7
	4	26,4	34,3	7,9
	6	26	34,25	7,65
	9	25,6	33,8	8,2

Aus den Mitteilungen über die Erwärmung der Kolben der Araceen mögen einige Angaben betr. der Beobachtungen an *Philodendron melanochrysum* und *Ph. pinnatifidum* folgen. An ersterer Art kamen an 2 aufeinander folgenden Tagen zwei Perioden zur Beobachtung. Am ersten Tag fiel das Maximum der Kolbentemperatur auf 7⁵ Abends. Es betrug 36,6° bei einer Lufttemperatur von 24°, so dass also ein Ueberschuss von 12,6° vorhanden war. Am folgenden Tag trat das Maximum schon um 11 Uhr ein, wobei der Temperaturüberschuss 7,1° betrug. Die Beobachtungen an *Philadendron pinnati-*

fidum zeigen, wie der Geruch, der von dem Blütenkolben ausströmt, zur Wärmeentwicklung der Kolben in gewisser Korrelation steht. Sobald die Wärmeperiode den Minima sich nähert, ist der Geruch nicht wahrnehmbar; er macht sich mit der beginnenden Temperaturerhöhung mehr und mehr geltend. Nähert sich die Periode dem Maximum, dann wird es sehr stark, nimmt wieder ab, sobald dieses überschritten ist. Die Oeffnung des Blütenstandes erfolgt am Nachmittag. Eine Stunde nach der Oeffnung betrug der Temperaturüberschuss des Kolbens 2,4°, 4 Stunden später, um 9 Uhr abends 7,6°. Um 9²⁵ war das Maximum von 30,5° erreicht, der Ueberschuss gegenüber der Lufttemperatur betrug 8,7°. Der folgende Tag zeigte eine doppelte Periode, indem um 12¹⁵ ein Maximum von 26,5°, um 8²⁰ ein Maximum von 28,7° beobachtet wurde. Das zwischen beide Maxima eingeschaltete Minimum zwischen 3⁴⁵ und 4⁴⁵ betrug 23,5°.

Untersuchungen über den Stoffwechsel im Kolben von *Philodendron macrophyllum* bei der Erwärmung ergaben, dass während der Erwärmung eine ansehnliche Verbrennung von Kohlehydraten stattfand.

Die Analyse einer Knospe, die eben im Begriff stand, die Spatha an der Basis aufzurollen, hatte folgendes Resultat.

	Trocken- substanz	direkt reduz	indirekt Substanz (Zucker)	Stärke	Gesamtkohle- hydrat
♂ Teil . .	2,6485	0,0408	0,0043	0,5450	0,5901
♀ Teil . .	0,5475	0,0120	0,0284	0,1940	0,2344
Summe . .	3,196	0,0528	0,0327	0,7390	0,8245

Das Gesamtkohlehydrat betrug mithin 25,7% der Trockensubstanz.

Ein völlig verblühter Kolben lieferte folgendes analytische Resultat.

	Trocken- substanz	direkt reduz. Substanz	indirekt Substanz (Zucker)	Stärke	Gesamtkohle- hydrat
♂ Teil . .	2,1265	0,0163	0,007	0,2415	0,2648
♀ Teil . .	0,4835	0,0140	0,0146	0,1419	0,1705
Summe . .	2,6100	0,0303	0,0216	0,3834	0,4253

Das Gesamtkohlehydrat betrug noch 16,9% der Trockensubstanz.

Welches ist die biologische Bedeutung der Blütenerwärmung? Physiologisch ist wohl der Vorgang als eine Atmung aufzufassen; dass aber dieser physiologische Vorgang auf eine besondere Rolle im Leben der Pflanze, spez. der Blüte hinzielt, ist zuerst von Delpino auf Grund von Beobachtungen an *Arum italicum* dargethan worden. Er fasste die Kolbenerwärmung als eine Bestäubungseinrichtung auf. Auch Kraus hält dafür, dass die Erwärmung der Blütenstände, wenn nicht überall und ausschließlieh, so doch jedenfalls in hervorragendem Maße als ein Anlockungsmittel für Tiere in Anspruch zu nehmen sei. Da die Erscheinung nun allerdings auch bei Pflanzen auftritt, die man bisher für anemophil hielt, wird die Frage besonderer Prüfung

noch bedürfen. Verf. weist darauf hin, dass unter den „windblütigen“ Cycadeen *Macrogamia* jedenfalls bei der Bestäubung sich Insekten dienstbar machen. Er sagt: Die Kolben von *M. Mackenzi*, wenn sie gelb und reif sind, haben einen sehr starken feinen Duft und sie wurden während der Beobachtungszeit jeden Tag außerordentlich lebhaft von den kleinen indischen Bienen befliegen. *Ceratogamia* dagegen wurde völlig unbeachtet gelassen; sie sind nach Kraus völlig geruchlos. Danach würde man nun allerdings nach der Ansicht des Referenten nicht sowohl in der Kolbenwärme als vielmehr im Geruch das Lockmittel, das Insekten anzieht, zugesehen haben. Kraus macht noch auf eine andere Bedeutung der Blütenwärme aufmerksam. Die Spathen der Palmenblüten sollen sich plötzlich und selbst mit hörbarem Geräusch öffnen. Es liegt demnach die Vermutung nahe, dass durch die Erwärmung der Blütenstände die Kräfte für das Öffnen der oft mächtigen und derb lederartigen oder holzigen Spathen geschaffen werden sollen. Es ist möglich, dass durch die Erwärmung der hermetisch eingesperrten Luft oder auch durch Erzeugung von Wasserdampf in dem geschlossenen Raume die Sprengung der Spathenwände herbeigeführt wird. [98]

(3. Stück folgt.)

Einige Gedanken über die Vererbung.

Von **Gustav Schlater**.

(Drittes Stück.)

VII.

Im Vorhergehenden suchte ich zu zeigen, dass wir die Ursache der Aeußerung von Vererbungseigenschaften in den gegenseitigen Verbindungen und Beziehungen zu suchen haben, welche die „definitiv letzten Struktureinheiten der lebendigen Substanz“ im Bereiche einer bestimmten „Cytoblastenart“ eingehen. Ich denke, dass wir berechtigt sind, die Fähigkeit der erblichen Art-Uebertragung als höchste Stufe der Spezialisierung und Vollkommenheit der Funktion der lebendigen Substanz anzusehen, wobei die Vererbung natürlich ihre Phylogenie besitzt, welche parallel zur Phylogenie organischer Formen geht. Daraus ist klar, dass die Vererbung analog jeder anderen Funktion der lebendigen Substanz denselben Grundfaktoren der organischen Entwicklung unterworfen sein muss. Wenn wir nun gleichzeitig längs den Zweigen des genealogischen Baumes der lebenden Formen herabsteigen und die Aeußerungen der Vererbung in ihren einfachsten Formen verfolgen, überzeugen wir uns davon, dass die Vererbung nicht der lebendigen Substanz allein eigen ist, sondern die allgemeinste, kardinale Grunderscheinung in der ganzen Substanz-Welt, eine Grundeigenschaft der Substanz darstellt. Wenn die chemischen Elemente, ihre endlosen Cyclen von Metamorphosen eingehend, doch dieselben Elemente bleiben,

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: [16](#)

Autor(en)/Author(s): Keller Robert

Artikel/Article: [Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie. 753-765](#)