Loranthus anbelangt (auch *Santalum* verhält sich ähnlich), so wächst nach der Darstellung Griffiths der (primäre) Embryosack aus dem Nucleus heraus, erhebt sich über diesen, steigt in der Höhlung des Ovariums empor und dringt mitunter bis zum Griffel, wo er alsdann mit dem durch eine Höhlung unterhalb des Stigma's herabkommenden Pollenschlauche zusammentrifft.

Wir gewahren somit unter Berücksichtigung der beiden letztgenannten Fälle eine Reihe von Verschiedenheiten in dem Verhalten des Pollenschlauchs gegen Narbe und Ovulum, die bei Gymnospermen und Angiospermen in einer gewissen Parallele stehen. Bei letztern sehen wir, wie in den meisten Fällen der Pollenschlauch durch Griffel und Nucleus dringt und nur bei einigen *Loranthaceen* bloss den Griffel durchsetzt, während ihm der Embryosack entgegen wächst; bei den Gymnospermen aber gelangt der Pollen unmittelbar auf den Eikern, seine Schläuche steigen, in Analogie mit dem ersten Falle bei den Angiospermen, entweder herab bis zum primären Embryosack, oder entsprechend den *Loranthaceen* durchdringen sie den Nucleus nur theilweise (fast ganz bei *Gnetum*, zu $^1/_3$ bei *Welwitschia*), indem ihnen hier die Corpuscula mehr oder minder entgegen kommen. Eine weitere Untersuchung der hier berührten Verhältnisse wird ohne Zweifel zu Entdeckungen führen, die modificirend auf die hergebrachte Classification der Blüthenpflanzen einzuwirken im Stande sind.

Was endlich die Entwickelung des Embryo zur neuen Pflanze anbelangt, so fehlt es darüber zur Zeit noch an genügenden Beobachtungen.

Ueber die Vegetationswärme der Pflanzen und die Methode sie zu berechnen. Von W. Kabsch.

Wärme und Feuchtigkeit sind die Grundbedingungen des Pflanzenlebens. Wenn für das Bestehen des einzelnen Pflanzenorganismus beide Faktoren als gleichwerthig angesehen werden müssen, und was die Verbreitung der Pflanze anlangt, wenn da in beschränkten Bezirken die Feuchtigkeit namentlich in ihrer Abhängigkeit von gewissen Bodenverhältnissen von grösserer Bedeutung erscheint als die Wärme, so steht dagegen im Grossen und Ganzen, in den verschiedenen Zonen und Erdtheilen die Mannigfaltigkeit, die Ueppigkeit, die gesammte Gestaltung der

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0522-9

Pflanzendecke fast ausschliesslich in direkter Abhängigkeit von der oft so wunderbaren Vertheilung der Wärme.

Für jede Pflanzenart sind gewisse Wärmebedingungen in bald weiter bald enger gezogenen Grenzen vorhanden; diese müssen erfüllt sein, wenn das Bestehen einer Pflanze an irgend einem Orte gesichert sein soll. Jede Pflanze beansprucht während ihres Entwickelungsganges eine ganz bestimmte Temperaturkurve, die allerdings einer grösseren oder geringeren Modifikation fähig ist, aber doch nur unter gewissen, durchaus nicht zufälligen Verhältnissen.

Hauptsächlich sind es die übrigen Momente, die auf das Pflanzenleben einwirken, wie die atmosphärischen Niederschläge, die physikalische und chemische Beschaffenheit des Substrats, der Standort der Pflanze, Licht u. s. w., welche die Wirkung der Wärme oft unklar und nicht scharf bestimmbar erscheinen lassen. Dennoch hat man schon mehrfach den Versuch gemacht, die Wirkung der Wärme auf den Pflanzenorganismus allein numerisch festzustellen; und sind auch die Resultate, die erlangt worden, häufig zweifelhaft gewesen, ja können dieselben nach den angeführten Gründen unter allen Umständen nur annähernd richtig sein, so liegt es doch im Interesse der Wissenschaft, der Wahrheit so nahe wie möglich zu treten.

Ueberblicken wir die ganze Reihe der Erscheinungen, die sich, angeregt durch den Einfluss der Wärme, im Pflanzenleben kund geben, so stellen sich 3 Hauptmomente dar, auf welche die oft so anomal scheinenden Vegetationsverhältnisse, soweit sie, wie gesagt, überhaupt durch die Wärme bedingt werden, der Hauptsache nach zurückgeführt werden können, und durch deren Gesammtheit sich das Verhältniss einer bestimmten Pflanze zur Wärme charakterisiren, ja in Zahlen und Formeln ausdrücken lassen muss.

Schon nach den Bestimmungen und Beobachtungen von Quetelet, Babinet, A. De Candolle u. A. ist uns der Hauptsatz jener Wärmewirkung geläufig geworden: Jede Pflanze hat zur Ausführung ihres individuellen Lebenscyklus eine bestimmte Wärmesumme nöthig; nur da, wo ihr diese Wärmemenge ohne Unterbrechung und in festen Mengenverhältnissen dargeboten wird, kann ihr Bestehen bei sonst günstigen Boden- und Feuchtigkeits-Verhältnissen als gesichert angesehen werden.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0523-5

Ich übergehe die Versuche, welche von älteren Beobachtern wie Adanson, Quetelet, Boussingault, Babinet gemacht worden sind, die Wärmemengen für die einzelnen Pflanzen numerisch festzustellen. Gegenwärtig bestimmt man die für das Gedeihen einer Pflanze nothwendigen Wärmegrade nach dem Vorgange De Candolle's, indem man einfach die mittleren Wärmegrade der Tage, welche zwischen dem Keimen oder Sprossen der Pflanze bis zu ihrer Samenreife verflossen sind, zusammenaddirt und nur diejenigen Tage unberücksichtigt lässt, an denen die Temperatur die, ebenfalls für jede Pflanze ganz bestimmte, zur Keimung oder Sprossung nothwendige Wärme nicht erreicht hat.

Nach dieser Berechnungsweise fand man z. B. [1])

für die Gerste	von 5° C.	ab	berechnet	1250°
„ den Faulbaum	„ 5—7°	„	„	1980—1815
„ die Esche	„ 5°	„	„	1980
„ die Rothbuche	„ 5°	„	„	2500
„ den Weinstock	„ 10°	„	„	2900
„ den Mais	„ 13°	„	„	2500
„ die Dattelpalme	18°	„	„	5100 u. s. w.

Andere, rein tropische Gewächse, wie Kokospalme, Pisang, Pfefferplanze bedürfen natürlich noch grösserer Wärme-Quantitäten, dagegen genügen 50—250 Wärmegrade zur Entwickelung vieler Algen und Polarpflanzen.

Wenn nun De Candolle in der Wärmesumme, die den Pflanzen nach dieser Berechnung zukommt, den Ausdruck des wahren klimatischen Moments für den Verbreitungsbezirk der Pflanze sucht, so kann diess nur bedingt zugegeben werden; denn ob eine Pflanze in einem bestimmten Klima gedeiht oder nicht, hängt keineswegs allein von der mittleren Wärme ihrer Vegetationszeit ab. Es wirken da die absoluten Temperatur-Maxima und Minima, welche die Pflanze treffen und die in dem einen wie dem anderen Falle nicht ohne Einfluss auf die Verbreitung der Pflanze sein werden, ja deren Vorhandensein zum Theil ganz allein die Verbreitungsgrenzen der Pflanzen bestimmen; ferner ist nicht zu vergessen, dass die Pflanze bestimmte Wärmegrade für die einzelnen Vegetationsphasen nöthig hat. Und wenn auch gerade in dieser Beziehung die Gewächse, wie bereits erwähnt, ein nicht unbedeutendes Accomodationsvermögen besitzen, eine Eigenschaft, die ihnen gestattet durch die Länge

1) De Candolle Geographie botanique t. I. p. 396.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0524-0

der Vegetationszeit das zu ersetzen, was ihnen an Intensität der Wärme im Lauf der Entwickelungsperioden abgegangen, so geht doch dieses Vermögen nicht über eine gewisse Grenze hinaus und es darf daher jenes Moment nicht geradezu unberücksichtigt gelassen werden.

Dass die Ursache der nördlichen wie südlichen Verbreitungsgrenzen einer Pflanze hauptsächlich in dem Typus der Temperaturkurve, die sich während ihrer Vegetationszeit herausstellt, zu suchen ist, kann wohl nicht bezweifelt werden, doch sind die Verhältnisse offenbar nicht so einfach. Ueberhaupt kann die ganze Berechnungsweise nur eine annähernde sein, und auf alle Fälle wird man nach den für eine Pflanze nöthigen Wärmebedingungen allein ihre Verbreitungsgrenzen nicht feststellen können, da stets mehr oder minder bedeutende Modifikationen hervorgerufen werden durch die Wirkung anderer Momente, von denen das Pflanzenleben abhängig ist. Dabei dürfte auch nicht zu vergessen sein, dass die Gewächse eine gewisse Disposition für ein bestimmtes gegenseitiges Verhältniss der Wärme zur Feuchtigkeit und zu den Substraten, dessen Abänderung sicher auch ein abweichendes Verhalten im Vegetationsverlaufe veranlassen dürfte, zu besitzen scheinen. Erst wenn wir im Stande sein werden, alle diese Punkte durch Zahlenwerthe in Berechnung zu ziehen, werden wir die Gesetze ausfindig machen können, welche die Vegetationsgrenzen bestimmen. Vorläufig müssen wir uns begnügen, einen möglichst getreuen Massstab für die einzelnen der genannten Lebensbedingungen der Pflanzen ausfindig zu machen und denselben unseren Beobachtungen zu Grunde zu legen. Für die Wärme ist bis jetzt am meisten geschehen, aber, wie ich glaube, doch nicht in dem Maasse, dass wir dadurch ein wirkliches, wenn auch nur annähernd richtiges und vollständiges Bild von dem Einflusse der Wärme auf das Pflanzenleben in allen seinen Vegetationsphasen erlangt hätten.

Speciell nun die Berechnungsweise De Candolle's für die Wärmesummen, welche den Pflanzen zukommen sollen, betreffend, so wird, wie ich meine, eine einfache Betrachtung genügen, um nachzuweisen, dass dieselbe nicht ganz richtig sein kann, dass es wenigstens möglich ist, einige Fehlerquellen, welche das Resultat weit von der Wahrheit abführen, zu vermeiden.

Die Pflanzen sind mit sehr wenigen Ausnahmen in viel höherem Grade als dies bei den Thieren der Fall ist, während des

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0525-6

ganzen Verlaufes ihres Lebensprocesses vom Einfluss des Lichtes abhängig. Wenn wir auch die Art und Weise dieser Lichtwirkung in allen ihren Einzelheiten und Beziehungen noch nicht genau erkannt haben, so wissen wir doch, dass es unmöglich ist, eine höhere Pflanze selbst unter den günstigsten sonstigen Bedingungen bei Abschluss des Lichtes zur Blüthe und Frucht zu bringen. Die Pflanzen werden zwar noch einige Zeit fortvegetiren aber offenbar nur in krankhafter unnatürlicher Weise mit vollkommener Störung ihres normalen Vegetationsprozesses, die Pflanze wird bald bleichsüchtig erscheinen, sie wird vergeilen. Wie es nun auch mit dem Chlorophyll stehen mag, ob seine Anwesenheit nothwendig mit der Kohlensäurezersetzung verknüpft ist, oder ob es nur als ein zufälliger Begleiter dieses Hauptvorganges in der vegetativen Thätigkeit der Pflanze angesehen werden kann — es lässt sich sehr viel dafür aber auch Manches dagegen anführen — so viel muss nach dem gegenwärtigen Standpunkte unseres Wissens angenommen werden, dass diese Kohlensäurezersetzung, die als ein Reduktionsprozess anzusehen, nur während des Tages unter Einfluss des Lichtes stattfindet und dass sich während der Nacht die vegetative Thätigkeit der Pflanze auf die Aufnahme von Sauerstoff, auf einen oxydirenden chemischen Prozess beschränkt. Nach den allgemein in der Chemie geltenden Gesetzen ist aber mit einem Reduktionsprozess eine Wärmeaufnahme verknüpft, es wird Wärme gebunden, während mit einem Oxydationsprozess eine Wärmeabgabe verbunden ist, es wird Wärme frei. Theoretisch muss hieraus schon gefolgert werden, dass nur die Wärme, welche der Pflanze unter der Lichteinwirkung zufliesst, für ihren Vegetationsprozess nutzbar sein wird, und dass die Nachttemperaturen für die obige Berechnungsweise daher zu eliminiren sind.

Es ist aber auch durch direkte Thermometermessung mehrfach nachgewiesen, dass die Eigenwärme der Pflanze während der Nacht bedeutender ist als die der Luft. Wenn nun nach dem allgemein in der Wärmelehre giltigen Gesetz nur von dem wärmeren zum kälteren Körper Wärme überzuströmen vermag, nie umgekehrt, so ist es an und für sich klar, dass die Pflanze während der Nacht keine Wärme aufnehmen kann, sondern solche sogar abgeben muss.

Denkbar wäre zwar insofern eine Ausnahme als sich Wärme in chemische Kraft verwandeln könnte und auf diesem Wege noch während der Nacht aus der Luft zur Pflanze überzuströmen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0526-2

vermöchte; aber selbst wenn dies in der That möglich, so würde die Möglichkeit auf die Pflanze doch keine Anwendung finden können, da ja während der Nacht nur ein mit Wärmeabgabe verbundener Oxydationsprozess in der Pflanze vorgehen kann.

Bequerel stellte ein elektrisches Thermometer über einen Rosskastanienbaum, der sich in der Mitte einer offenen Ebene befand, auf; es ergab sich, dass um 3 Uhr Nachmittags die Luft oberhalb dieses Baumes 2—3° kälter war als über der freien Ebene und dass sich andererseits bei Sonnenaufgang, besonders nach hellen Nächten die Luft unter dem Baume wärmer zeigte als ausserhalb desselben. Diess kann nur eine Folge nächtlicher Wärmeausstrahlung von Seite des Baumes sein. Unter dem Einfluss der Sonnenbestrahlung findet sich deshalb über dem Baume in der Nacht ein aufsteigender warmer und am Tage ein wiederkehrender kalter Luftstrom, die sich beide nahezu, wie die mittlere Temperaturbeobachtung ergibt, das Gleichgewicht halten.

Trotzdem soll damit durchaus nicht gesagt sein, dass die Nachttemperaturen vollständig ohne Einfluss auf das vegetative Leben sind, die Grösse der täglichen Temperaturoscillationen wird gewiss nicht gleichgültig sein, einmal dann, wenn die nächtliche Temperatur die für eine Pflanze bestehende Kältegrenze überschreitet; und andererseits dürfte auch die Stärke des endosmotischen Prozesses während der Nacht zum Theil von der Differenz der Eigenwärme der Pflanze und der nächtlichen Lufttemperatur abhängig sein. Doch ist dieser mehr indirekte Einfluss der Wärme offenbar untergeordneter Art und dürfte nur bei aussergewöhnlichen extremen Fällen einigen Einfluss ausüben, der aber bei den allgemeinsten Verhältnissen, die hier nur in Betracht kommen, nicht berücksichtigt werden kann, oder höchstens nur eine Korrektion der gefundenen Temperaturwerthe veranlassen dürfte.

Die Temperatur der Nachtstunden darf daher, wie ich glaube, als für die Lebensthätigkeit der Pflanze nutzlos, bei der Berechnung der Wärmesumme keine Berücksichtigung erfahren, sondern die Temperatur für die Berechnung kann folgerichtig allein nur aus den Tagesstunden ermittelt werden.

Die auf diese Weise erhaltenen mittleren Temperaturen werden natürlich nicht unbeträchtlich höher ausfallen und in gleichem Verhältniss dann auch die aus ihnen für die Pflanze berechnete Wärmesumme. Worauf aber am meisten Gewicht zu legen sein

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0527-8

dürfte, das wäre folgender Umstand: die Wärmesumme nämlich, die ein bestimmter Ort während eines bestimmten Zeitraumes der Vegetation zu bieten vermag, wird sich durch diese Berechnung nicht gleichmässig für alle Punkte der Erde erhöhen; je nach der Grösse der täglichen Temperaturoscillation wird diese Erhöhung grösser oder geringer ausfallen, also im Allgemeinen nach den Tropen zu und an den Küsten geringer als nach den Polen zu und in der Mitte der Continente. Die für tropische Gewächse bisher berechneten Wärmesummen dürften daher nur eine geringe Aenderung erleiden, während sich für nordische Pflanzen bedeutendere Unterschiede herausstellen werden.

Es kommt aber noch ein anderer Umstand in Betracht, der, obwohl als wichtig anerkannt, bisher für die Berechnung ebenfalls ohne Berücksichtigung geblieben. Die Tageszeiten sind bekanntlich je nach den Zonen und je nach den Jahreszeiten an verschiedenen Punkten der Erde von sehr verschiedener Länge, und demnach muss auch die mittlere Tageswärme für die Vegetation einen sehr verschiedenen Werth haben. Es kann unmöglich gleichgiltig sein, ob eine mittlere Temperatur von 16° z. B. 12 Stunden wirkt wie am Aequator, oder 18 bis 20 Stunden, wie in polaren Gegenden. Wie wäre es sonst zu erklären, dass die Kulturpflanzen, deren Anbau über den grössten Theil der bewohnten Erde verbreitet unter verschiedenen Zonen eine so abweichende Entwickelungszeit nöthig haben. Die Gerste z. B. bedarf in Santa Fé de Bogota bei einer Mittelwärme von 14°,7 C. 122 Tage zur Entwickelung mit 1793 Wärmegraden (nach Boussingault), in Reval bei nahezu derselben Mittelwärme dagegen nur 90 Tage mit 1288 Wärmegraden; bei Upsala bei einer noch geringeren Mittelwärme von 13°,94 nur 114 Tage mit 1589 Wärmegr. und in Christiania nach Schübler bei einer Mittelwärme von 16° C. nur 55 Tage, wobei sich nach Boussingault's Berechnungsweise nur 862 Wärmegrade herausstellen würden. 880 und 1793 Wärmegrade bei ein und derselben Pflanze, das sind zu enorme Differenzen, als dass auch nur annäherungsweise die Richtigkeit derselben angenommen werden dürfte.

Zwar ist durch die Berechnungsweise De Candolle's insofern eine nicht unbeträchtliche und sehr gerechtfertigte Modifikation bewirkt worden, als dieser Forscher, wie bereits erwähnt, nur diejenigen Tage, deren Temperatur eine gewisse zur Keimung oder Sprossung einer Pflanze nöthige Wärmehöhe überstiegen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0528-4

hat, zur Berechnung verwendet. Aber die Differenz in der Wärmesumme, die er bei denselben Pflanzen, in verschiedenen Regionen gezogen, erhielt, ist kaum weniger bedeutend als bei den Resultaten Boussingault's.

So fand De. Candolle für die Gerste [1])

zu Feroë	(62°,3′)	von 5°	Keimungstemp.	ab 1930°,	von 8°	ab	1700
„ Uleo	(65°,0′)	„	„	„ 1610	„	„	„ 1472
„ Enontekis	(68°,30′)	„	„	„ 1305	„	„	„ 1165
„ Alten	(70°,0′)	„	„	„ 1250	„	„	„ 965

Um nun die abweichende Länge der Tageszeit für die Rechnung wenigstens einigermassen auszugleichen, könnte man am einfachsten in folgender Weise verfahren: Man legt die normale Tageszeit von 12 Stunden zu Grunde, diesen Zeitraum zur besseren Unterscheidung dem astronomischen Tage gegenüber vielleicht mit dem Namen „Vegetationstag" bezeichnend und betrachtet dann diejenige Wärmemenge, welche die mittlere Temperatur eines solchen Vegetationstages um einen Grad erhöht, als eine Wärmeeinheit; die Anzahl Stunden, welche im Mittel während des Vegetationsverlaufes der Pflanze die normale Länge des Vegetationstages überschritten oder dieselbe nicht erreicht haben, müssen dann mit der Zahl der Tage überhaupt multiplicirt werden und geben mit 12 dividirt als Quotient die Zahl der Vegetationstage, welche zu der Zahl der verflossenen astronomischen Tage hinzuzuaddiren sind. Die Summe ist dann in der gewöhnlichen Weise mit der mittleren Temperatur zu multipliciren.

Wollte man dies in eine einfache Formel zusammenfassen, so würde, wenn c die mittlere Temperatur, c′ die Keimungs- oder Sprossungswärme, t die Zahl der verflossenen astronomischen Tage und h die Anzahl der Stunden, die die Dauer des Vegetationstages im Durchschnitt überschritten oder nicht erreicht haben, bedeutet

$$x = t \mp \left(\frac{h.\ t.}{12}\right) . c - c'$$

sein.

1) S. a. a. O. Bd. I. S. 353.

(Fortsetzung folgt.)

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0529-2

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1863

Band/Volume: 46

Autor(en)/Author(s): Kabsch W

Artikel/Article: Ueber die Vegetationswärme der Pflanzen und die Methode sie zu berechnen 520-527