FLORA.

№ 35.

Regensburg. Ausgegeben den 17. December. **1863.**

Inhalt. W. Kabsch: Ueber die Vegetationswärme der Pflanzen und die Methode sie zu berechnen (Forts.) — A de Bary: Beitrag zur Kenntniss der Nostocaceen, insbesondere der Rivularien. — Botanische Notizen. — Anzeige.

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

(Fortsetzung.)

Als ein Beispiel will ich die Gerste mit den von Boussingault berechneten Wärmesummen anführen, da hierbei die Kultur derselben unter allen Zonen berücksichtigt, und sich somit für unseren Zweck die auffallendsten Gegensätze herausstellen müssen.

Kultur der Gerste.

Ort der Cultur	Dauer der Kultur.	Mittlere Temperatur während dieser Zeit	Wahrscheinl. mittl. Temp. der Vegetationstage während d. Zeit	Durchschnittl. Dauer d. Vegetationstages	Differenz von der normalen Länge des Vegetationstages	Summe der Wärme-Einheiten	Wärmesumme nah Boussingault
	Tage	° C.	° C.	Stndn.	Stndn.	W.-E.	° C.
Cumbal unter dem Aequator . .	168	10,7	14	12	—	2352	1798
Cairo	90	19	23	11½	— ½	1984,9	1710
Regensburg . .	88	17,14	20	14½	+ 2½	2134	1509
Halle	93	14,2	17,5	15	„ 3	2033	1320
Christiania . .	55	15,5	21	18	„ 6	1732,5	862

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0547-0

Obgleich diese Tabelle immer noch ganz beträchtliche Verschiedenheiten zeigt, so stehen sich die Zahlen doch viel näher als auf andern Tabellen. Die Haupt Differenz fällt auf Cumbal, hervorgerufen durch die ungewöhnlich lange Dauer der Kultur (168 Tage), die aber durch besondere Feuchtigkeitsverhältnisse des Ortes ihre Erklärung finden dürfte; für Santa Fé de Bogota bei einer Kultur von 122 Tagen und 14°,7 C. mittlere Temperatur würde die Summe der Wärmeeinheiten nach obiger Formel berechnet nur 2074 betragen, also den anderen Zahlen sehr nahe stehen. Die nächst grosse Differenz fällt auf das nördlichste Vorkommen der Gerste. Um die schnelle Entwickelung nordischer Vegetation zu erklären scheint die grössere Länge der Tageszeit allein nicht zu genügen, sondern der Sonne dort eine besonders intensive in ihrem eigentlichen Wesen wohl noch unerklärte Wirkung zugeschrieben werden zu müssen. Die Resultate, welche durch die Sonnenbestrahlung dort an den Pflanzen hervorgerufen wurden, sind in der That ganz enorm und nur mit tropischen Wachsthumsverhältnissen zu vergleichen; so hat man in Finnmarken (nach Schübler) beobachtet, dass Gerste in 24 Stunden $2^1/_2$″, Erbsen 3″ gewachsen sind. Dies kann unmöglich allein die Folge des verlängerten Tages sein und es wäre demnach erklärlich, dass in der Polarzone geringere Wärmemengen für die Entwickelung der Pflanzen genügten.

Aehnliche Verhältnisse zeigen sich bei der Erhebung über dem Meere, und so hat denn auch De Candolle gefunden, dass sich die Wärmesumme einer Pflanze mit der Erhebung ihres Standortes über dem Meere verringert.

Die Gerste wird noch kultivirt in

den Karpathen bei 1000 M mit einer Wärmesumme ven 1808° von 5° ab,

der mittleren Schweiz bei 1300 M. mit einer Wärmesumme von 1755° von 5° ab,

den Berner Alpen bei 1510 M. mit einer Wärmesumme von 1357° von 5° ab,

den italienischen Alpen bei 2046 M. mit einer Wärmesumme von 903 von 5° ab.

Diese Zahlen weichen auch sehr bedeutend von einander ab und dürften desshalb, da sie sich unter demselben Breitegrade ja selbst südlicher mit der Höhe so beträchtlich verkleinern, als meiner Theorie widersprechend angesehen werden. Man muss aber nicht vergessen, die Art und Weise zu prüfen, wie De

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0548-6

Candolle zu diesen Zahlen gekommen. Er benutzte einfach die meteorologischen Zusammenstellungen, die an einem Ort in der Ebene in der Nähe des Gebirges gemacht worden und reduzirte die Zahl für die Berge, indem er immer für eine gewisse Anzahl Meter Erhebung nach den bekannten Durchschnittsermittelungen einen Grad weniger rechnete. Wenn nun auch nicht zu verkennen ist, dass diess wegen des Mangels einer genügenden Anzahl von Beobachtungen der einzige Weg war, um zum Ziele zu gelangen, so liegt doch andererseits auf der Hand, dass die erhaltenen Zahlen bedeutende Irrthümer in sich schliessen müssen. Diese Angaben über die obersten Kulturgrenzen der Pflanzen in den Bergen, betreffen stets nur besonders günstig gelegene und geschützte Orte, welche in ihren Wärmeverhältnissen oft ganz bedeutend von denen der umgebenden grossen Gebirgsmasse abweichen. Uebrigens finden sich bei De Candolle auch Angaben, die grössere Gleichmässigkeit zeigen und wo sich die südliche Lage mit der grösseren Höhe über dem Meere ziemlich compensirt haben. So gibt er für *Betula alba* und *affines* an: von 3° an gerechnet auf den Bergen des südlichen Norwegens (60° n. Br.) bei 950 M. Erhebung 1300°; in Schlesien bei 1300 M. Erhebung 1308°, am Etna bei 2176 M. Erhebung 1310°; dazwischen allerdings wieder die Schweiz mit 930°. Wollte man einen Massstab für den Einfluss der Höhe auf die Wärmesumme finden, so müssten überhaupt direkte Beobachtungen an ein und demselben Gebirge und unter möglichst gleichen Umständen gemacht werden. Differenzen, wenn auch geringere, würden sich aus den oben angeführten Gründen unter allen Umständen ergeben.

Allein auch in der Ebene können sich nicht absolut gleiche Resultate herausstellen, wie eigentlich schon an und für sich klar ist. So werden namentlich die Feuchtigkeitsverhältnisse eine völlige Uebereinstimmung verhindern, ferner die Art des Substrats, besonders nach Massgabe seiner absorbirenden Kraft für die Sonnenstrahlen und für die Feuchtigkeit. — Ein weiterer nicht zu übersehender Punkt ist folgender: Es ist sehr wahrscheinlich, dass sich die im Schatten wachsenden Pflanzen in Betreff der Wärmeaufnahme sehr verschieden von den in der Sonne wachsenden verhalten. Die Wirkung der Insolation ist schwer oder gar nicht zu taxiren; es würden demnach Schattenpflanzen allein für alle dergleichen Beobachtungen geeignet sein. Nach den interressanten Versuchen De Candolle's treten im Allgemeinen die Vegetationsabschnitte der Pflanzen früher ein,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0549-3

wenn sie der Sonne ausgesetzt sind, als wenn sie im Schatten stehen. Da nun nach den Wahrnehmungen dieses Forschers der tägliche Durchschnitt des Thermometerstandes im Schatten nur unwesentlich von dem in der Sonne differirte, so musste das eigenthümliche Resultat herauskommen, nach welchem die Berechnung der Wärmesumme für die in der Sonne wachsenden Pflanzen geringer ausfiel, als für die im Schatten vegetirenden. De Candolle gibt natürlich in beiden Fällen die mittlere Temperatur des ganzen Tages; wenn man aber die Nachtstunden, als für die Vegetation nutzlos, unberücksichtigt lässt so werden die Wärmedifferenzen für die beiden Thermometer bedeutender ausfallen und demnach auch sich eine grössere Gleichmässigkeit für die von den Pflanzen consumirten Wärmesummen herausstellen. Also auch dieser Umstand würde für die von mir vorgeschlagene Abänderung in der Berechnungsmethode sprechen.

Sicher dürften sich auch dann noch Differenzen herausstellen, die aber, wie leicht zu begreifen, nicht so bedeutend sein könnten; es ist nämlich wahrscheinlich, dass namentlich wirkliche Sonnenpflanzen bei direkter Bestrahlung, ganz abgesehen von der dadurch erzeugten Wärme, ihre Lebensperioden in Folge der durch die direkte Bestrahlung erhöhten Lichteinwirkung schneller durchmachen werden, als im Schatten und somit dann auch eine geringere Wärmesumme verbrauchen. Diese Versuche De Candolle's deuten überhaupt sehr schön auf die Art der Lichtwirkung für das Pflanzenleben hin. Wie die Pflanzen eine bestimmte Wärmesumme zur Durchführung ihrer Lebensfunktionen bedürfen, so scheinen sie auch eine bestimmte Lichtmenge nöthig zu haben, und wie sich die Intensität der Wärme durch eine längere Andauer derselben ersetzen lässt, so scheint etwas ganz Aehnliches bei der Lichtwirkung obzuwalten.

Die Tabelle A. gibt die Resultate der Beobachtungen De Candolle's an Pflanzen, die er an demselben Tage im Schatten und in stets von der Sonne bestrahlten Stellen gesät und unter den gleichen Verhältnissen aufgezogen hatte.

Die Wärmesummen, welche ein Ort der Vegetation zu bieten hat, würden also nach Obigem nicht unbedeutende Veränderungen erleiden und nur an Orten zwischen den Wendekreisen mit den früher berechneten nahezu übereinstimmen; für Orte in der gemässigten Zone dürften sie durchschnittlich um ein Viertel und

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0550-4

für solche in polaren Gegenden gelegenen um die Hälfte zu erhöhen sein.

Sehr bezeichnend sind namentlich die Zusammenstellungen, wenn sie auf die verschiedenen Jahreszeiten und eine gewisse Anzahl von Tagen berechnet sind. Einigen der Géographie botanique De Candolle's entnommenen Beispielen habe ich die Summen der Wärmeeinheiten, wie sie sich ungefähr nach meiner Berechnung herausstellen würden, hinzugefügt und in beiliegender Tabelle B. zusammengestellt. Die Verschiedenheit meiner Resultate von den älteren besteht nicht blos in dem relativ grösseren Werthe der Zahlen, sondern auch darin, dass die für die einzelnen Vegetationsperioden gefundenen Wärmesummen einander beträchtlich näher stehen, was aus dem Umstande abzuleiten, dass sich mit der Verkürzung der Vegetationszeit die Länge des Tages (also auch die Anzahl der Vegetationstage) vergrössert, und dabei auch die Temperaturen der einzelnen Tage höher steigen.

Eine zweite Abweichung besteht darin, dass die für die verschiedenen Keimungstemperaturen erhaltenen Wärmesummen im Norden beträchtlich geringere Differenzen zeigen als im Süden. Das scheint für den ersten Anblick auffallend, erklärt sich aber, wie ich glaube, leicht aus dem in nördlichen Breiten fehlenden allmäligen Uebergange von der Winterkälte zur Sommertemperatur. Die grösseren Differenzen in unserer Breite werden also vornehmlich durch die bedeutendere Länge der Vegetationszeit und den allmäligen Uebergang der Temperaturen im Frühling und Herbst hervorgerufen. Vergleicht man die Zahlenwerthe der einzelnen Beobachtungs stationen mit einander, so bieten sich besonders in dem relativen Verhältniss derer von Chiswick, von Genf und Paris nicht unwesentliche Verschiedenheiten.

Die älteren Zahlen zeigen bei den ersten fünf Graden für Chiswick höhere Wärmesummen an als für Genf, für Paris höhere als für beide genannte Orte, während ich für Genf die höchsten, für Paris sehr nahe stehende etwas niedrigere und für Chiswick die niedrigsten Zahlen erhalten habe. Die Wahrscheinlichkeit scheint mir für mein Verhältniss zu sprechen. Um dies zu begründen müsste ich Alles wiederholen, was ich bereits über meinen Vorschlag gesagt habe, ich muss auf das Vorhergehende verweisen.

Mehrfach bereits habe ich darauf hingewiesen, dass die Bestimmung der Wärmesummen allein uns keineswegs ein vollkommenes Bild der Einwirkung der Temperatur auf das Pflanzenleben darbietet, und dass das Gedeihen einer Pflanze vielmehr

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0551-0

hauptsächlich von einer bestimmten Temperaturkurve für die einzelnen Vegetationsphasen abhängig gedacht werden muss. Es liegt eine sehr grosse Reihe von Beobachtungen über den Eintritt dieser Phasen des Pflanzenlebens vor, von denen ich hauptsächlich an die von Quetelet, von Goeppert und Cohn, von Fritsch, von Hoffmann und mehreren Gesellschaften, wie die Landwirthschaftliche Gesellschaft zu Prag, das statistische Bureau zu Schwerin u. a. zusammengestellten erinnern will.

Obgleich die Zusammenstellungen vergleichender Temperaturbeobachtungen mit diesen Pflanzenphasen als wichtig anerkannt worden ist, so sind dergleichen doch sehr wenige vorhanden und diese mussten ungenügende Resultate geben, weil die Beobachtungsmethode einmal eine unrichtige und dann auch, weil bei allen diesen Temperaturzusammenstellungen nur die mittlere Tageswärme berücksichtigt wurde. Nach dem bereits Gesagten müssen aber die Nachttemperaturen für die Berechnung eliminirt werden, und somit werden sich wesentliche Veränderungen herausstellen. Der Wein entfaltet seine ersten Blätter zu Brüssel [1]) im Mittel am 25. April mit einer mittleren Tagestemperatur von 10°,25 C., in Madeira [2]) am 31. März mit einer mittleren Temperatur von 18°; für *Quercus Robur* L. fällt die Belaubung in Brüssel auch auf den 25. April, in Madeira auf den 20. Februar (17°.4 wahrscheinliche mittlere Temperatur). Die Abweichungen, welche sich hierbei herausstellen sind so sehr beträchtlich, dass sie allein schon hinzureichen scheinen, um die Abhängigkeit der Vegetationsphasen von bestimmten Temperaturgraden zu verneinen. Die Differenzen werden aber schon geringer, wenn wir nur die mittlere Temperatur der Tagstunden in's Auge fassen; für Madeira dürfte sich dieselbe nicht wesentlich von der des ganzen Tages unterscheiden, während man für Brüssel die Temperatur der Tagstunden gewiss auf 13° C. veranschlagen kann. Freilich ist die Differenz noch bedeutend genug und wenn wir die Temperatursummen untersuchen, welche der Pflanze in beiden Fällen bis zur Entfaltung der ersten Blätter zugeflossen sind, so zeigen sich nach viel bedeutendere Unterschiede. Wir stehen hierbei vor einer eigenthümlichen Erscheinung, für die wir eigentlich keine Erklärung besitzen. Die herbstliche Entlaubung so vieler Holzgewächse in der gemässigten Zone ist offenbar ebenso als

1) nach Quetelet
2) nach Heer.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0552-6

ein allerdings vielen Pflanzen gemeinschaftlicher Artcharakter anzusehen, wie gewisse Formen der Blüthe und Frucht, und zeigt, wie sich die Pflanze der Erhaltung ihrer Charaktere zu Liebe selbst bedeutenden Veränderungen in den wichtigsten Lebenseinflüssen zu akkomodiren vermag. Uebrigens hommen auch Ausnahmen vor, so ist es bekannt, dsss z. B. unsere Obstbäume sich im Hervorbringen von Blüthen und Früchten in südlichen Gegenden gerade zu erschöpfen. Solche Beispiele scheinen daher nicht geeignet, eine Annahme zu entkräften, für die, wenn wir uns auf die gemässigte und kalte Zone beschränken, so manche günstige Beobachtungen vorliegen.

Für denjenigen Theil der Erde, wo die Pflanzenphasen überhaupt in bestimmbaren Grenzen zum Vorschein kommen, und das ist die gemässigte und kalte Zone, muss als allgemein geltend angenommen werden, dass jeder Same zur Keimung, des gleichen jede Blatt- und Blüthenknospe zu ihrer Entfaltung, jede Frucht zu ihrer Reife neben einer bestimmten Wärmesume auch eines gewissen Temperaturgrades bedarf, der je nach der Pflanzenart sehr verschieden ausfallen kann.

In Betreff dieser periodischen Erscheinungen, wenn sie mit Temperaturbeobachtungen zusammengestellt werden sollen, ist es vor Allem nöthig, nur die Hauptmomente, die sich wirklich sicher bestimmen lassen, hervorzuheben. Indem ich mich ganz der Instruktion für phänologische Beobachtungen von K. Fritsch[1]) anschliesse, bemerke ich nur, dass es 4 Hauptmomente sind, welche festzuhalten.

1) Das Keimen bei annuellen Pflanzen, ihm analog das Schwellen der Knospen bei Bäumen und Sträuchern, die hierbei beobachteten Temperaturen geben die Wärmegrade an, bei denen die Lebensthätigkeit der Pflanze beginnt; die unter diesen liegenden Temperaturen sind bei der Berechnung der Wärmesummen als für die Pflanze wirkungslos ausser Acht zu lassen.

2) Die Blattentfaltung bei Bäumen und Sträuchern; sobald sich bei der Knospenentwickelung die obere Blattfläche zu zeigen beginnt.

3) Die erste Blüthe, für alle Phanerogamen am sichersten bestimmt durch das Stauben der Antheren.

---

1) Sitzungsberichte der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften 1859 Bd. 37 S. 591.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0553-2

4) Die erste Fruchtreife, die nicht eher zu notiren, als bis das Ausstreuen der Samen oder das Abfallen der Frucht stattgefunden.

Bei den Gräsern, von denen viele für uns ja eine besondere Wichtigkeit als Kulturpflanzen haben, ist vielleicht noch ein besonderer Moment festzustellen; es ist die Aehrenbildung, d. h. der Moment, an welchem die erste Aehre oder Rispe zum Vorschein kommt.

Alle diese einzelnen Perioden lassen sich meist auf den Tag bestimmen und wo dies nicht der Fall ist, können Mittelverhältnisse gefunden werden. Die mittlere Temperatur der Tagstunden des auf diese Weise festgesetzten Tages ist dann als die für die betreffenden Vegetationsphase nöthige Wärmehöhe zu betrachten. Wir besitzen sehr wenige in der Weise zusammengestellte Beobachtungen.

So hat z. B. Vogt [1]) zu Arys im Regierungsbezirk Gumbinnen 14 Jahre hindurch an 27 Pflanzen vergleichende Untersuchungen über Blüthe und Fruchtreife mit der mittleren Temperatur des entsprechenden Datums angestellt. Seine Resultate scheinen allerdings nichts weniger als günstig für den oben aufgestellten Satz; bei *Draba verna* variirte die Temperatur der Blüthezeit um 10 Grade (10°,30u. 0°,55), bei *Tussilago Farfara* um 7 Grade (9°,85 und 2°,97) u. s. w. Die Beobachtungen sind fast sämmtlich an Pflanzen angestellt worden, die in offener Lage vegetiren; bei solchen kommt ein Moment in Betracht, welches ausserhalb jeder Berechnung liegt, es ist die Insolationswärme. Welche Wirkung dieselbe auf die Vegetationszeiten der Pflanzen ausübt, das habe ich bereits früher bei Erwähnung der De Candolle'schen Versuche besprochen. Um die Einwirkung der Wärme auf die Vegetationsphasen festzustellen, dürfen daher nur Schattenpflanzen als Untersuchungsmaterial benutzt werden; bei einer solchen Pflanze, *Viola odorata*, erhielt Vogt dann auch viel näher liegende Temperaturwerthe, in 10 Jahren 10°,72 — 9°,77 — 9°,62 — 9°,37 — 9°,20 — 8°,70 — 8°,53 — 8°,37 — 7°12 — 7°,00; nur in 2 Jahren zeigten sich weiter auseinander liegende Extreme nämlich 11°,50 und 6°,92. Wären nur die Temperaturen der Tagestunden benutzt worden, die resultirenden Werthe würden einander sicher näher gestanden haben. (Schluss folgt.)

1) Dove Bericht über die in den Jahren 1848 u 49 auf den Stationen des meteorologischen Instituts im preussischen Staate angestellten Beobachtungen. Berlin 1851. S. 103—118.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0554-8

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 545-552