

Beitrag zur Frage der thermischen Vegetations-Constanten.

Von

Dr. Julius Ziegler.

Prof. Hermann Hoffmann in Giessen hat durch seine Arbeiten und Beobachtungen*) thatsächlich bewiesen, dass die Summe der täglichen Maxima eines direct von der Sonne bestrahlten Thermometers den geeignetsten vergleichbaren Ausdruck für die zu einer bestimmten Vegetationsleistung erforderliche Wärmezufuhr des entsprechenden Zeitraumes liefert, während die Mitteltemperaturen der Luft (im Schatten) — in welcher Weise sie auch in Rechnung gezogen werden mögen — nicht das gewünschte Resultat geben.

Veranlasst von H. Hoffmann habe ich seit Anfang 1869 in Frankfurt a. M. Parallelbeobachtungen**) zu den genannten von Giessen***) angestellt.

Dabei gelangte ich zunächst zu der Ueberzeugung, dass die beiderseits hierzu benützten Thermometrographen mit Mängeln behaftet waren, die unbedingt in Wegfall kommen mussten.

So war bei dem meinigen (No. 1) der Abstand zwischen der Quecksilberkugel und dem hölzernen Rahmen so gering, dass bei Regenwetter Wasser dazwischen zurückgehalten wurde, welches später durch Verdunstung eine Temperaturverminderung bewirkte.

Da das Scalerohr von Osten nach Westen gerichtet, die Kugel aber zur Hälfte eingelassen war, trafen die Sonnenstrahlen zu verschiedenen Zeiten verschieden grosse Quecksilberflächen,

*) Vergl. Allgem. Forst- und Jagdzeitung Dec. 1867 S. 457—61, Zeitschrift der Oesterr. Gesellsch. f. Meteorologie 1868 S. 93, 1869 S. 392 u. 553 sowie Abhandlgn. der Senckenbergischen naturf. Ges. Bd. VIII. S. 379 ff.

**) Zum Theil schon in der angeführten Abhandlg. d. Senckenbergischen Gesellsch. benutzt.

***) Letztere konnten nach 1869 nicht mehr fortgesetzt werden.

so dass bei gleichem Grade der Besonnung ganz verschiedene Erwärmung stattfinden konnte. Aeusserst auffallend zeigte sich dies bei einem später benutzten Instrumente (No. 2) mit liegenbleibendem Faden, welches einen Napfansatz besitzt (Hick's Patent).

Die Menge des zu erwärmenden Quecksilbers ist bei den käuflichen Thermometern wegen der Empfindlichkeit stets sehr gering, die Oberfläche verhältnissmässig gross. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, dass (bei täglich einmaliger Registrirung) ein Tag mit einem kurzen Sonnenblick gleich in's Gewicht fällt mit einem solchen, an welchem die Sonne andauernd scheint.

Mein anfangs benützter Thermograph (No. 1) hatte ausserdem den individuellen Fehler nicht ganz reines Quecksilber und Luft zu enthalten. Die Reibung des scharfkantigen Glasstäbchens (Zeiger) veranlasste Rauwerden der Wandungen und zuletzt einen Widerstand, der zuweilen das Vorbeischieben des Metalles gestattete.

Ich habe daher, durch Vermittelung des Herrn Mechanicus Albert hier, ein dem Hick'schen ähnliches Instrument (No. 3) aufertigen lassen, von welchem ich, nachdem es seit dem 1. Juni 1871 im Gebrauche ist, glaube sagen zu dürfen, dass es die gerügten Mängel umgeht.

Das Gefäss desselben ist möglichst der Kugelgestalt genähert, gleichmässig und in gleicher Wandstärke aus farblosem Glase geblasen. Es enthält ca. 400 Gramm reines Quecksilber und ist frei nach Süden gerichtet. Zwischen ihm und dem Napfansatz ist der Arm befestigt, welcher zum Zweck der Einstellung um seine horizontale Axe drehbar ist. Der Napf ragt eben so hoch über die Axe des Scalenrohres hervor wie die Kugel; doch enthält er eine verschwindend kleine Menge Luft, damit das zur Ausgleichung von dort zu entnehmende Quecksilber nur von hier nachströmen kann, während der Faden ruhig in seiner Lage verharret.

Die Scala ist 0·3 Meter lang, reicht von -10° C. bis $+60^{\circ}$ C. und besitzt am Ende eine Arretirung.

Leider zeigte auch dieser Apparat einen Fehler, bedingt durch die grosse Weite des Scalenrohres und den labilen Zustand des Quecksilbers. Erschütterungen, wie sie durch Vögel, welche mit Vorliebe auf dem horizontalliegenden Stabe Platz nehmen, hervorgebracht werden, vermögen die Indication merklich zu alteriren.

Ein neues bei Dr. H. Geissler in Bonn noch in Arbeit befindliches Instrument wird, auch diesen Missstand umgehend, wie ich hoffe, den zunächst hier zu stellenden Anforderungen entsprechen.

Wenn ich wohl auch beabsichtige ein geschwärztes Thermometer in luftleerer Glashülle (Radiations-Thermometer) zur Vergleichung heranzuziehen, so dünkt mir ein solches zu dem vorliegenden Zweck doch nicht sonderlich geeignet. Ist schon der Uebereinstimmung mit den bisherigen Instrumenten halber die Beibehaltung der blanken Glas- resp. Quecksilber-Fläche wünschenswerth, so kommt es andererseits hier nicht darauf an, unter möglichstem Ausschluss anderer meteorischer Einflüsse die höchste lediglich durch Bestrahlung erreichbare Erwärmung durch ein äusserst sensibles Instrument zu bestimmen, vielmehr, wie bereits angedeutet, darauf, dass auch die Dauer der Besonnung einen Ausdruck erhalte und nicht minder die Ausstrahlung, indem durch diese eine Abkühlung bewirkt wird, welche durch Bestrahlung und Luftwärme zunächst erst wieder ausgeglichen werden muss. Es sind dies Punkte, welche im Leben der Pflanze eine gewichtige Rolle spielen und denen jedenfalls bei den vergleichenden Wärmemessungen Rechnung zu tragen ist, was vielleicht passend durch vergleichende Baumtemperaturmessungen, nach Ebermeyer's*) Vorgang erreicht werden kann. Wenigstens im Principe dürfte aber mein Insolationsthermometer mit grosser Kugel diesen Anforderungen ebenfalls nachgekommen sein; denn hierzu bedarf es genügender Masse.

In dieser Richtung bin ich soeben noch mit Versuchen beschäftigt, welche darauf abzielen, Quecksilberkugel und Thermometer als gesonderte Theile zu behandeln. Zu dem Ende taucht Letzteres in das Quecksilber einer damit gefüllten Kugel, deren zweckmässigste Beschaffenheit ermittelt werden soll.

Wie wir heute noch nicht im Stande sind eine geeignete Methode anzugeben, nach welcher die der Vegetation durch die Sonne gebotene Wärmemenge in Wärmeeinheiten ausgedrückt werden kann, ebensowenig vermögen wir die Lichtzufuhr nach ihrer chemischen Wirkung zu bestimmen, weil diese bei den ver-

*) E. Ebermeyer, Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden u. s. w.

schiedenen Theilen des Spectrums ihrem Effect nach sehr ungleich ist und einen exacten Schluss von einer Lichtart zur andern nicht zulässt. Doch kann wohl angenommen werden, dass die täglichen Maximalangaben des im Vorstehenden beschriebenen Thermographen wie der Wärmezufuhr im Grossen und Ganzen auch der Lichtzufuhr parallel laufen.

Die im Gebrauche befindlichen Insolationsthermometer wurden während der letzten Winter wiederholt auf ihren Nullpunkt geprüft und bei den abgelesenen und eingetragenen Ständen regelmässig die entsprechende Correctur angebracht.

Beim Summiren der täglichen Sonnenmaxima sind die Stände unter Null zur Vergleichung in einer Rubrik der Tabellen mitgerechnet (also subtrahirt), in einer anderen nach der Methode von C. Fritsch unberücksichtigt gelassen worden. Doch konnte daraus bislang noch kein sicherer Schluss auf die Zweckmässigkeit des einen oder des anderen Verfahrens gezogen werden, weil Sonnenmaxima unter Null nur äusserst selten vorkamen. Leider lässt uns der Mangel eines bestimmten und allgemein gültigen Vegetations-Nullpunktes noch immer in der alten Verlegenheit. Wäre ein solcher gefunden, so müssten die Grade unter demselben jedenfalls vernachlässigt werden.

Fiel der Eintritt einer Phase auf den Abend, so fand die Eintragung auf den folgenden Tag statt, indem der verfllossene Tag als wesentlich mitwirkend angesehen wurde, und kam alsdann das Besonnungsmaximum desselben zur Gesamtsumme hinzu.

Was den Aufstellungsort der Thermometer betrifft, so befinden sie sich um $1\frac{1}{2}$ Meter über dem Boden auf einem allein stehenden Eichenholzpfehl möglichst frei befestigt in nächster Nähe der meisten Versuchspflanzen und in gleicher Exposition wie diese, so zu sagen den ganzen Tag über den Sonnenstrahlen ausgesetzt.

Die Versuchspflanzen stehen, abgesehen von einigen wenigen, in meinem ziemlich frei in der Ebene gelegenen Garten. Jedes Exemplar ist mit Namensschild und fortlaufender Nummer versehen, auf welche sich die Buchung bezieht, so dass auch Unkundige Angaben machen können. Es wird möglichst dafür gesorgt, dass diese Pflanzen nicht verschatten, dass denselben gleichmässig Nahrung zu Gebote steht, bei trockenem Wetter kein Wassermangel eintritt, thierische und pflanzliche Parasiten

und andere Feinde sie nicht beeinträchtigen u. s. w., so dass möglichst gleichbleibende normale Verhältnisse obwalten.

Es wurde und wird beobachtet:

a. das Erscheinen der ersten Blüthe bei
Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie (2 Exemplare),
Amygdalus nana, Zwergmandel (1 Expl.),
Berberis vulgaris, Sauerdorn (2 Expl.),
Castanea vesca, Kastaue (2 Expl.),
Colchicum autumnale, Herbstzeitlose (Beet),
Corylus Avellana, Haselnuss (2 Expl.),
Crataegus Oxyacantha, Weissdorn (1 Expl.),
Crocus luteus, gelber Safran (Beet),
Galanthus nivalis, Schneeglöckchen (Beet),
Glycine chinensis, Glycine (2 Expl.),
Lilium candidum, weisse Lilie (Beet),
Persica vulgaris, Pfirsich (3 Expl.),
Prunus avium, Süsskirsche (2 Expl.),
Prunus insiticia, Reine-Claude (1 Expl.),
Prunus Padus, Traubenkirsche (2 Expl.),
Prunus spinosa, Schlehe (1 Expl.),
Pyrus communis, Birnbaum (2 Expl.),
Pyrus Malus, Apfelbaum (3 Expl.),
Ribes Grossularia, Stachelbeerstrauch (3 Expl.),
Ribes rubrum, Johannisbeerstrauch (3 Expl.),
Sambucus nigra, Hollunder (2 Expl.),
Syringa vulgaris, Syringe (2 Expl.) und
Vitis vinifera, Weinrebe (3 Expl.);

b. die erste Fruchtreife bei
Aesculus Hippocastanum, Rosskastanie (2 Expl.),
Persica vulgaris, Pfirsich (3 Expl.),
Prunus avium, Süsskirsche (2 Expl.),
Prunus insiticia, Reine-Claude (1 Expl.),
Ribes Grossularia, Stachelbeere (3 Expl.),
Ribes rubrum, Johannisbeere (3 Expl.),
Sambucus nigra, Hollunder (2 Expl.) und
Vitis vinifera, Weinrebe (3 Expl.).

Zum Zweck der Vergleichung von Ort zu Ort beabsichtige ich in Gemeinschaft mit H. Hoffmann für die Zukunft Pflanzenexemplare gleichen Ursprungs (einer und derselben Züchtung, durch Stocktheilung, Ableger oder Sämlinge einer und derselben Mutterpflanze) und gleicher Cultur (gleicher Boden, ähnliche Exposition, gleichmässige Befechtung etc.) zu verwenden. Die Vorbereitungen hierzu sind bereits seit einem halben Jahre im Gange.

Hält man alle die Mängel und Fährlichkeiten der Instrumente und der Versuchspflanzen zusammen, so sollte man kaum glauben, dass sich irgend erträgliche Resultate für unsere Berechnung ergeben könnten. Und doch ist dem so, wenn auch die Uebereinstimmung der Zahlen noch nicht die erhoffte Vollkommenheit erreicht hat. Von dieser Behauptung wird sich Jeder überzeugen, der mein gauzes Beobachtungsmaterial unter Berücksichtigung der vielfältigen Nebenumstände durcharbeitet. Eben diese Nebenumstände sind es aber auch, welche mich von der ursprünglichen Absicht zurückgebracht haben, sämmtliche Daten, wie das H. Hoffmann gethan hat,*) zu veröffentlichen. Fast jede Zahl müsste ihren Commentar erhalten. Eine Reihe von glatten Fällen herauszugreifen scheint mir hingegen werthlos.

Im Allgemeinen ist zu erwähnen, dass die Zählung der In-solutionsmaxima vom 1. Januar an nicht überall genügende Resultate liefert. Ja in manchen Fällen, wie bei winterblüthigen Pflanzen (*Corylus Avellana*, *Daphne Mezereum* u. a.) lässt dieselbe ganz im Stiche (negative Resultate). Hier liegt eben kein ausgesprochener (wenn auch nur relativer) Ruhepunkt vor, der, wie bei anderen Pflanzen in den eigentlichen Winter fällt (Winterruhe), während welcher Zeit — nahezu 3 Monate — es an und für sich ziemlich gleichgültig ist, an welchem Tage die Summirung der Sonnenmaxima beginnt, da andererseits die Zahlen nur niedere sind im Verhältniss zu den späteren, welche den Entscheid geben; daher eine immerhin gute Uebereinstimmung. Bei den winterblüthigen Gewächsen ist dagegen gerade eine gewisse Stufe erreicht, auf welcher schon geringe Wärmezufuhren die Aufblüthezeit bedingen.

Wäre uns für die zu beobachtenden Pflanzen ein bestimmter Ruhepunkt, wie bei dem Schneeglöckchen**) oder der Ausgangs-

*) Abhandlgn. der Senckenberg. naturf. Gesellsch. Bd. VIII. S. 392 ff.

**) Vergl. Abhandlungen des naturw. Vereins zu Bremen. IV. 1874. Jan. bis März, S. 1—22.

punkt für die Entwicklung eines Organes bekannt, so wäre es offenbar das Einfachste, nach Feststellung der Thatsache, von diesem Tage an zu zählen. Aber wo ist bei alle den verschiedenen Pflanzenarten der Ruhepunkt und ist derselbe kein scheinbarer, trügerischer? Wie ist endlich der Ausgangspunkt zu ermitteln? —

Ueber diese Erwägungen kam ich dazu eine Berechnungsweise einzuführen der Art, dass ich von einem anderen Zeitpunkte der Vegetationsentwicklung, sofern er nur scharf zu bestimmen war, zu zählen begann. So vom Erscheinen der ersten Blüthe im einen Jahr zählend bis wiederum zur gleichen Phase im darauffolgenden u. s. f.; also von gleichem zu gleichem Vegetationspunkt — von einem Vegetationsjahre zum andern. Dabei ist vorausgesetzt, dass von dem einen schwer greifbaren, aber in der That bestehenden anfänglichen Entwicklungsstadium (der ersten Anlage der Blätter und Blüthen, der Befruchtung u. s. w.) bis zu dem äusserlich wahrnehmbaren und zeitlich bestimmbar in thermisch-physiologischer Beziehung ein festes Verhältniss bestehe.

Aehnlich hat H. Hoffmann bereits von der Zeit der ersten Blüthe einer Pflanze bis zur ersten Fruchtreife derselben gerechnet und zwar mit gutem Erfolg.*)

Wohl darf ich sagen, dass auch meine Zählungsweise befriedigende Resultate ergeben hat, besonders wenn man bedenkt, dass mit der wachsenden Zahl der addirten Daten auch der Betrag der möglichen Beobachtungsfehler gleichen Schritt hält. Ueberdies lässt hier ein Fehler um einen einzigen Tag nicht nur die Summe des betreffenden Jahres zu hoch, sondern auch die des folgenden um ebensoviel zu nieder erscheinen und macht sich bei Vergleichung beider doppelt geltend. Selbstverständlich erhält man für alle Pflanzen und in jedem Vegetationsjahr bei einem und demselben Besonnungsthermometer nahezu die gleiche Summe, welche natürlicher Weise der mittleren Summe einer grösseren Anzahl von Kalenderjahren entspricht, welche aber im einzelnen Kalenderjahre bedeutend davon abweichen kann.**)

*) a. a. O.

**) Geben Vegetationsbeobachtungen in Verbindung mit Insulationsmessungen, nach der angeführten Berechnungsweise ausgeführt, auch nur wenige oder selbst nur ein einziges Resultat, so darf nach Obigem auf die

Es ist dadurch ein Wesentliches erreicht, nämlich die Möglichkeit einer leichteren Beurtheilung der gewonnenen Zahlenresultate.

Ein Beispiel möge hier zur Erläuterung des Gesagten seinen Platz finden :

Datum der ersten Blüthe	Summe der täglichen Insolations-Maxima °R. (Instrument No. 2)			
von <i>Ribes Grossularia</i> (Versuchspflanze No. 5.)	vom 1. Jan. des Jahres bis z. Tag d. ersten Blüthe v. <i>Ribes Grossu- laria</i> (No. 5).	vom Tag der ersten Blüthe v. <i>Ribes Grossularia</i> (No. 5) bis zum 31. Decbr. d. Jhrs.	im ganzen Jahre *)	v. Tg. d. erst. Bth. v. <i>Rib. Gr.</i> (No. 5) i. vorhergehndn. b. z. entsprechn. d. vorstehenden Jahres.
1872: 31. März	1005·5	5467·8	6473·3	—
1873: 2. April	990·8	5350·4	6341·2	6458·6 (5467·8 + 990·8) (31. März 1872 bis 2. April 1873.)
1874: 3. April	962·6	—	—	6313·0 (5350·4 + 962·6) (2. April 1873 bis 3. April 1874.)

Den winterblüthigen Pflanzen widerfährt bei dem eben angegebenen Verfahren ihr volles Recht, mögen sie in einem und demselben Kalenderjahre zweimal erscheinen (1872) oder durch ein blütheloses getrennt sein (1873). Hinsichtlich des in warmen Jahren stattfindenden abnormen wiederholten (zwei- und dreimaligen) Blühens kann wohl angenommen werden, dass dasselbe hier ausser Acht gelassen werden darf. Schon der Umstand, dass es immer nur ganz vereinzelte Fälle sind, berechtigt dazu; ausser-

mittlere Jahressumme der Bestrahlung und durch Parallelbeobachtungen ebenso auf die mittlere Lufttemperatur des betreffenden Ortes geschlussfolgert werden. Es hat dies unter Umständen, besonders bei wenig oder noch gar nicht erforschten Ländern oder Länderstrecken in sofern einen Werth, als ein einziges Beobachtungsjahr zur annähernden — freilich nur annähernden — Feststellung der Mittel hiureicht und die Abgrenzung des Jahres für den Aufenthalt gleichgültig wird.

*) Mittlere Summe für je 12 aufeinanderfolgende Monate der letzten Jahre: 6456·5 °R.

dem kann es bei ein und demselben Exemplare vorkommen, ohne dem normalen Blühen zur gewöhnlichen Zeit Abbruch zu thun.

Ein gewisser, nicht zu verschweigender Fehler der Hoffmann'schen Methode wird übrigens aus meinen nun sechsjährigen Beobachtungen und Berechnungen ersichtlich. Es ist das Erscheinen verhältnissmässig zu grosser Summen in warmen Jahren beziehungsweise solchen mit ausnehmend warmen Zeiträumen und tritt am auffallendsten natürlich bei meiner Zählungsweise hervor. Dabei differiren die Summen nahestehender Perioden trotz der Verschiedenartigkeit der Gewächse und ihrer betreffenden Leistungen nur unbedeutend. Hier liegt ein Fehler vor, der sich ebensowenig abprechen als beseitigen lässt. Es handelt sich um ein phänologisch unverbrauchtes Plus von Licht und Wärme, welches die Pflanzen, gleichsam dem Aequator genähert, sicherlich in der einen oder der anderen Weise nützlich verwerthen — also um weitergehende Arbeit (Menge der assimilirten Stoffe und der aufgebauten Theile [Holz, Blüten, Früchte u. s. w.] sowie Qualität der Producte [Reife des Holzes und der Früchte, Verhältniss zwischen dem Stärke-, Zucker- und Säure-Gehalt der Letzteren u. s. w.]). Ohne Zweifel wird es sehr darauf ankommen, in welchem Entwicklungsstadium der Wärmeüberschuss zur Geltung gelangt (gute Weinjahre).

Können die thermischen Constanten, wie das von verschiedenen Seiten eingeworfen wird und auch nicht vollständig bestritten werden soll, keinen ganz exacten Maassstab für den Einfluss der Sonne auf unsere Vegetation abgeben, so darf dem gegenüber wohl hervorgehoben werden, wie nothwendig dessen Erkenntniss — und sei sie eine noch so empirische — für den weiteren Fortschritt auf diesem Gebiete ist. Es kann nicht gelehnet werden, dass auf dem breiten Hintergrunde der Wärmewirkungen sich alle anderen Einflüsse, von welchen das Wachstum der Pflanzen abhängt, klar abheben werden — qualitativ und quantitativ, zeitlich und örtlich.

Woran es noch fehlt, das sind zahlreichere Versuche und Beobachtungen. Stellen wir solche an! Gerade darin, dass es gelang factische Fehler zu erkennen und zum Theil zu beseitigen, liegt die grösste Anspornung zur Fortsetzung derselben und zu möglichst allgemeiner Betheiligung.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1874

Band/Volume: [1874](#)

Autor(en)/Author(s): Ziegler Julius

Artikel/Article: [Beitrag zur Frage der themischen Vegetations-Constanten.. 115-123](#)