

*Thermische Constanten für die Blüthe und Fruchtreife von
889 Pflanzenarten, abgeleitet aus zehnjährigen Beobachtungen
im k. k. botanischen Garten zu Wien.*

Von **Karl Fritsch**,

Adjuncten an der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie, correspondirendem Mitgliede der k. Akademie
der Wissenschaften.

(Auszug aus einer für die Denkschriften bestimmten Abhandlung.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 5. December 1861.)

Obgleich die thermischen Constanten bestimmter Entwicklungsphasen der Pflanzen für die Pflanzengeographie und Klimatologie von der höchsten Wichtigkeit sind, ja eigentlich die Basis derselben bilden sollten, so ist die Zahl der Pflanzen, von welchen solche Constanten vorliegen, kaum nennenswerth und stimmen dieselben, da sie von Forschern herrühren, die sich verschiedener Methoden der Beobachtung oder Formeln der Berechnung bedienten und aus Beobachtungen an verschiedenen Orten abgeleitet worden sind, so wenig überein, wenn es sich um eine und dieselbe Pflanzenspecies handelt, dass man auch die Constanten verschiedener Pflanzenarten nicht als vergleichbar ansehen kann.

Versuche dieser Art sind, wenn wir die wichtigen Arbeiten von Quetelet in diesem Fache ausnehmen und allenfalls noch jene des statistischen Bureaus in Schwerin und von Lachmann in Braunschweig — grösstentheils nur mit annuellen Pflanzen angestellt worden, weil bei diesen über den Zeitpunkt, von welchem aus man den Einfluss der Temperatur in Rechnung zu bringen habe, ein Zweifel nicht obwalten kann. Da aber alle diese Bestimmungen von der willkürlichen Saatzeit abhängig sind, so haben sie für die Pflanzengeographie und Klimatologie nur eine sehr untergeordnete Bedeutung.

Ohne allen Vergleich wichtiger sind derlei Untersuchungen, wenn sie sich auf perennirende Pflanzen beziehen. Wie schon die grosse Anzahl der von mir bestimmten Constanten erwarten lässt, ist

der bei Weitem grössere Theil derselben aus Beobachtungen über perennirende Pflanzen abgeleitet.

Die Beobachtungen begannen mit dem Jahre 1852 und wurden bis zu Ende des Jahres 1861 fortgesetzt; sie umfassen demnach einen zehnjährigen Zeitraum. Sie sind sämmtlich von mir selbst im botanischen Garten der k. k. Universität in Wien ausgeführt, und bis einschliesslich zum Jahre 1857 im Anhange zu den Jahrbüchern der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus publicirt worden. Die übrigen Jahrgänge sehen einer solchen Veröffentlichung noch entgegen. In den ersten Jahrgängen der Beobachtungen findet man auch den Beobachtungsplan exponirt, welcher die ganzen zehn Jahre hindurch derselbe geblieben ist. Weitere Aufschlüsse, so wie die Literatur des Gegenstandes sind in meiner Abhandlung über den Einfluss der Temperatur auf die Pflanzen, im XV. Bande der Denkschriften (1858) und in der letzten Instruction zur Anstellung von phänologischen Beobachtungen, im XXXVII. Bande der Sitzungsberichte (1859) enthalten.

Die thermischen Constanten gelten bei allen beobachteten Pflanzenarten für den normalen Tag der

1. frühesten Blüthe;
2. ersten reifen Frucht.

Die Blüthe ist soviel als möglich mit dem Stäuben der Antheren angenommen, die Fruchtreife mit der nahe bevorstehenden Ausstreuung des Samens.

Für diese Phasen beider Entwicklungsstadien findet man in meiner Abhandlung von allen beobachteten Pflanzen

1. die normale Temperatursumme vom 1. Jänner bis zum Tage der Blüthe oder Fruchtreife;
2. das normale tägliche Maximum und Minimum der Temperatur am Tage der Blüthe und Fruchtreife.

Das Verfahren, welches ich dabei befolgte, besteht im Folgenden: Zuerst rechnete ich für alle Jahrgänge der Beobachtungen die Tagesmittel der Temperatur aus den Beobachtungen um 6 Uhr Morgens, 2 Uhr Abends und 10 Uhr Abends. Aus diesen Tagesmitteln bildete ich mir sodann für jeden Jahrgang eine Summenreihe, deren aufeinander folgende Glieder den einzelnen Tagen des Jahres entsprachen. Die Temperatursumme eines jeden Tages war immer um das Temperaturmittel desselben Tages grösser als jene des vorher-

gehenden Tages. Bei dieser Summirung ging ich in jedem Jahre vom 1. Jänner aus und berücksichtigte blos die Tagesmittel über dem Gefrierpunkt.

Aus diesen Tafeln fand ich sofort in jedem Jahre die Temperatursumme, welche an dem Tage der Blüthe oder Fruchtreife derselben Pflanzenart stattfand. Aus den Temperatursummen aller Jahre wurde das Mittel gerechnet, mit diesem die Summen der einzelnen Jahre verglichen, die Unterschiede als Fehler behandelt und aus diesen nach der Methode der grössten und kleinsten Quadrate der mittlere Fehler der Normalsumme berechnet. Dieser erreicht bei allen Pflanzenarten, von welchen vollständige zehnjährige Beobachtungen vorliegen, mit kaum nennenswerther Ausnahme nicht 5 Proc. der Temperatursumme und beträgt gewöhnlich 2—3 Proc.

Ich berechnete ferner aus den Beobachtungen aller Jahrgänge den mittleren Tag der Blüthe und Fruchtreife für jede Pflanzenart und nach der eben angeführten Methode den mittleren Fehler desselben, welcher bei den meisten Pflanzen nur einige wenige Tage, selten mehr als 5 Tage beträgt, ja in vielen Fällen nicht 1—2 Tage überschreitet.

In ähnlicher Weise verfuhr ich mit dem Maximum und Minimum der Temperatur am Tage der Blüthe oder Fruchtreife, ob ich gleich beide im Allgemeinen oft nicht für massgebend halte, wenn es sich um den Eintritt der Blüthe oder Fruchtreife handelt. Es scheint nämlich, als ob die Wirkung einer höheren Temperatur sich zuweilen erst 1—2 Tage später in der Entwickelung der Blüthe oder Früchte offenbaren würde, an einem Tage also, an welchem die Temperaturextreme oft beträchtlich tiefer sein können, als früher. Das Minimum ist offenbar beständiger, als das Maximum. Ich kann daher der Meinung jener nicht beipflichten, welche den Eintritt der Blüthe oder Fruchtreife bestimmter Pflanzen von einer bestimmten Höhe der Temperatur abhängig machen.

Man kann fragen, warum ich die Feuchtigkeit, welche neben der Temperatur in dem Entwicklungsprocesse der Pflanzen eine so grosse Rolle spielt, dass sie mitunter selbst als Äquivalent der Wärme auftritt, nicht in Rechnung gebracht habe. Die Antwort ist: weil sie sich nicht in Rechnung bringen lässt. Offenbar kommt auf den atmosphärischen Niederschlag so Vieles an, dass bei Abgang oder auch selbst schon bei einer unzureichenden Menge desselben die

Pflanze in ihrer Entwicklung still stehen, ja selbst ganz eingehen kann. Die Vertheilung des Niederschlages in einer bestimmten Zeit ist aber nicht minder massgebend, als die Menge. Aus den gangbaren Beobachtungen über den Niederschlag aber jene Vertheilung numerisch zu bestimmen, welche jeder Pflanze zusagt, welche nicht, ist meines Wissens noch Niemandem gelungen.

Wenn der Boden, in dem die Pflanze wurzelt, die zu ihrer Entwicklung im Allgemeinen genügende Feuchtigkeit hat, ist es für den Gang der Entwicklung ziemlich gleichgiltig, ob dem Boden eine neue Menge zugeführt wird oder nicht. Die Pflanze wird in ihrer Entwicklung nur wenig alterirt werden, wie sich dies augenscheinlich herausstellt, wenn man die Zeiten der Blüthe oder Fruchtreife normaler und ungewöhnlich feuchter Jahre vergleicht.

In trockenen Jahren dagegen stellt sich eine auffallende Verzögerung heraus. Gelangt die Pflanze auch zur Blüthe und Fruchtreife, so sind weder die Blüthen noch Früchte normal entwickelt, sondern haben ein kümmerliches Aussehen. Beobachtet man die Vorsicht dies zu beachten und nur in jenen Jahren die Zeit der Blüthe und Fruchtreife zu notiren, in welchen Blüthen und Früchte normal entwickelt sind, so kann man den Einfluss der Feuchtigkeit eliminiren, und muss dies auch thun, so lange es nicht gelingt, die Bodenfeuchtigkeit in Rechnung zu bringen.

Auf die Luftfeuchtigkeit, wie sie aus den bekannten Psychrometerbeobachtungen abgeleitet wird, kommt offenbar wenig an, wenn der Boden trocken ist.

Überdies ist von einer Vervollkommnung der Methoden zur Bestimmung des Eintrittes der Entwicklungsphasen der Pflanzen zu erwarten, dass die thermischen Constanten noch genauer übereinstimmen werden, als es beidenvon mir bisher ermittelten der Fall ist, und es soll dies das Ziel meiner ferneren Untersuchungen sein.

Wie vortheilhaft wäre es, um nur Einiges anzuführen, nicht, wenn man den Beobachtungen über die Lufttemperatur jene über die Bodenwärme substituiren könnte, wenigstens für die thermischen Constanten der Boden-Pflanzen. Leider sind aber Beobachtungen über Bodentemperaturen bisher noch immer nicht zur Ausführung gekommen, weil man über eine hiezu geeignete Localität nicht verfügen konnte. Wie vortheilhaft wäre es ferner nicht, wenn man die Pflanzen an ihren natürlichen Standorten beobachten könnte,

wo sie gewöhnlich durch eine grössere Zahl von Individuen vertreten sind und die in einem Garten unvermeidlichen Störungen des Entwicklungsganges hinwegfallen.

Ich habe daher seit dem Jahre 1855 ähnliche Beobachtungen wie im botanischen Garten, zugleich im Gebiete der Wiener Flora angestellt, welche noch gegenwärtig fortdauern und dem Abschlusse in einigen Jahren entgegensehen. In gedenke bei dieser Gelegenheit dankbar der freundlichen Unterstützung der Herren Dr. F. Löw, Dr. S. Reissek und Dr. B. Wohlmann, deren ich mich in den ersten Jahren zu erfreuen hatte und jener der Herren Felkl, Hamp, Dr. Woldřich und Zimmerl, welche sich später, wenn auch nur vorübergehend anschlossen, da sie ihr Beruf von Wien entfernte, wofür sie ihre Thätigkeit an anderen Orten fortsetzten.

Die unermüdliche, von dem lebendigsten Eifer beseelte Thätigkeit des früheren Assistenten der k. k. Central-Anstalt A. U. Burkhart hat leider mit dessen Ableben ein zu frühes Ziel erreicht.

Ich habe mich vielfältig überzeugt, dass die Bäume und Sträucher im botanischen Garten nahe um dieselbe Zeit zur Blüthe und Fruchtreife gelangen, als in der Umgebung Wiens im Freien, bei den Boden-Pflanzen ist dies weniger der Fall. Wo die Abweichung bedeutend ist, habe ich es in meiner Denkschrift immer bemerkt. Bei der Anwendung solcher Constanten wird man daher vorsichtig sein müssen. Die Ursache liegt gewöhnlich am Standorte, welcher der Pflanze ein anderes Mass der Insolation und Feuchtigkeit bietet, als im Freien. Immer läuft der Einfluss auf eine Verzögerung hinaus, welche die Temperatursummen und Extreme vergrössert. Endgiltig wird sich aber darüber erst urtheilen lassen, bis die Beobachtungen im Freien zum Abschlusse gelangt sein werden.

Der grössere Theil der im botanischen Garten beobachteten Pflanzen gehört aber dem Wiener Floren-Gebiet nicht an, sondern es sind nicht nur von vielen Ländern Europa's, selbst von Amerika, Asien und vielleicht auch Afrika die Floren durch mehr oder weniger Arten vertreten, wodurch der Nutzen der von mir mitgetheilten thermischen Constanten für die Pflanzen-Klimatologie und Geographie recht einleuchtend wird.

Die Constanten beziehen sich durchgehends nur auf Pflanzen, welche ihren Standort im botanischen Garten das ganze Jahr hindurch nicht verändern, also auch an demselben überwintern, mögen

sie nun durch schlechte Leiter gegen rasche Temperatur-Änderungen geschützt werden oder nicht. Die Temperatursummen dürften hiedurch kaum alterirt werden. Dagegen habe ich die Beobachtungen über perennirende Pflanzen in jenen Jahren, in welchen sie mit oder ohne Wechsel des Standortes überpflanzt worden sind, ausgeschlossen.

Das Klima und der Boden von Wien sind nicht so beschaffen, dass man die Verhältnisse, unter welchen sich die Pflanzen im botanischen Garten entwickeln, günstige nennen könnte. Es sind verhältnissmässig nicht viele perennirende Pflanzen, welche den ganzen zehnjährigen Zeitraum hindurch, den meine Beobachtungen umfassen, ausdauerten. Wenn eine Pflanzenart aus einer solchen Ursache einging, findet man es in meiner Abhandlung immer bemerkt, indem ich das Jahr ansetzte, in welchem sie die letzten Blüthen oder Früchte trug. Die Notizen dürften in mancher Beziehung für die Horticultur lehrreich sein, wenn man zugleich in die meteorologischen Tabellen desselben Jahres Einsicht nehmen würde.

Am besten scheint die Familie der Labiaten auszuhalten unter den Familien, deren Blüthezeit in den Sommer fällt. Alle anderen leiden mehr oder weniger durch die Dürre, welche sich fast alljährlich einige Wochen hindurch früher oder später im Sommer einstellt und einen fast gänzlichen Mangel an Bodenfeuchtigkeit zur Folge hat, der so oft das gänzliche Eingehen so mancher Art, ja ganzer Gattungen zur Folge hat.

Bäume und Sträucher unterliegen aus dieser Ursache wohl selten, leiden aber gewöhnlich durch Spätfröste im Frühjahr. So manche Arten, die wärmeren Klimaten angehören, wie *Ficus Carica*, *Diospyrus Lotus*, *Paulownia imperialis*, *Cercis Siliquastrum* u. a. m. kommen gewöhnlich nur durch neue Wurzeltriebe fort, da die Stämme aus der angeführten Ursache selten mehrere Jahre alt werden.

Um die normalen klimatischen Verhältnisse, unter deren Einflüsse die Pflanzen im botanischen Garten stehen, übersehen zu können, sind beigefügt:

1. die Monatmittel der Temperatur,
2. mittleren täglichen Extreme,
3. monatlichen Extreme,
4. jährlichen Extreme derselben,
5. monatlichen Summen des Niederschlages,
6. jährlichen Summen desselben.

Ich habe es vorgezogen die thermischen Constanten in der Ordnung zu reihen, in welcher die Pflanzen in Endlicher's natürlichem Systeme auf einander folgen, als in chronologischer oder alphabetischer Ordnung. Dem Vortheile, welche letztere bietet, ist durch einen den Schluss bildenden Index entsprochen. Die chronologische Folge oder der Entwurf eines Kalenders hat denn doch nur für ein natürliches Florengebiet ein besonderes Interesse, nicht aber für die stets wandelbare Flora eines botanischen Gartens.

Es sind repräsentirt die folgenden Familien durch die beige-gesetzte Anzahl der Gattungen und Arten.

	G.	A.		G.	A.
1. Gramineae	25	36	33. Compositae	56	127
2. Cyperaceae	2	15	34. Lobeliaceae	1	1
3. Commelynaceae	1	1	35. Campanulaceae	2	9
4. Alismaceae	1	1	36. Rubiaceae	4	7
5. Melanthaceae	3	6	37. Lonicereae	3	11
6. Liliaceae	18	56	38. Oleaceae	3	9
7. Smilaceae	3	3	39. Apocynaceae	1	2
8. Dioscoreae	1	1	40. Aselepiadeae	3	5
9. Irideae	3	25	41. Gentianeae	1	1
10. Amaryllideae	4	15	42. Labiatae	26	48
11. Aroidae	2	2	43. Globularieae	1	1
12. Typhaceae	1	2	44. Asperifoliae	7	8
13. Cupressinae	1	2	45. Convolvulaceae	3	3
14. Abietinae	1	10	46. Polemoniaceae	2	3
15. Taxineae	2	2	47. Solaneae	5	7
16. Betulaceae	2	4	48. Scrophularieae	10	23
17. Cupuliferae	5	11	49. Acanthaceae	1	1
18. Ulmaceae	1	2	50. Bignoniaceae	2	3
19. Celtideae	1	2	51. Primulaceae	4	5
20. Moreae	4	6	52. Ebenaceae	1	1
21. Cannabineae	1	1	53. Ericaceae	1	1
22. Plataneae	1	2	54. Umbelliferae	19	24
23. Salicineae	2	11	55. Ampelideae	2	2
24. Chenopodeae	2	2	56. Corneae	1	3
25. Polygoneae	3	14	57. Crassulaceae	1	6
26. Daphnoideae	1	3	58. Saxifragaceae	2	3
27. Elaeagneae	2	2	59. Ribesiaceae	2	6
28. Aristolochiae	1	2	60. Magnoliaceae	2	2
29. Plantagineae	1	4	61. Dileuniaceae	1	1
30. Plumbagineae	2	5	62. Ranunculaceae	16	48
31. Valerianeae	2	3	63. Berberideae	3	4
32. Dipsaceae	4	8	64. Papaveraceae	4	6

	G.	A.		G.	A.
65. Cruciferae	12	13	82. Juglandaeae	1	4
66. Resedaceae	2	2	83. Anacardiaceae	1	2
67. Nymphaeaceae	2	2	84. Zanthoxyleae	2	2
68. Cistaceae .	1	2	85. Diosmeae	1	1
69. Violarieae	1	6	86. Rutaceae	1	1
70. Caryophylleae .	6	14	87. Zygophylleae	1	1
71. Phytolaccaceae	1	1	88. Geraniaceae	1	3
72. Malvaceae	4	9	89. Lineae	1	3
73. Tiliaceae	1	3	90. Oxalideae	1	2
74. Hypericineae	1	1	91. Philadelphaeae	1	1
75. Humiriacae	1	1	92. Oenotheraeae	2	3
76. Acerineae	2	11	93. Lythrarieae	1	2
77. Sapindaceae	2	5	94. Pomaceae	6	21
78. Staphyleaceae .	1	1	95. Rosaceae	13	46
79. Celastrineae	2	3	96. Amigdaleae	2	15
80. Rhamneae	3	4	97. Papilionaceae	33	58
81. Euphorbiaceae	3	7			

Nimand, der die in meiner Abhandlung enthaltenen Ergebnisse etwas näher betrachtet haben wird, dürfte anstehen zuzugeben, dass meine Methode, die thermischen Constanten der Pflanzen zu berechnen, der Wahrheit nahe komme. Um dies noch einleuchtender zu zeigen, gebe ich folgendes Resumé.

Es ist der wahrscheinliche Fehler für den normalen Tag

der Blüthe	der Fruchtreife
bei 27 Proc. Pflanzenarten ± 1 Tag;	bei 10 Proc. Pflanzenarten ± 1 Tag;
69 ± 2	84 ± 2

Es ist der wahrscheinliche Fehler für die normale Temperatursumme

bei 6 Proc. Pflanzenarten ± 1 %;	bei 30 Proc. Pflanzenarten ± 1 %;
68 ± 2	62 ± 2 „
23 ± 3	

Für die Blüthezeit der Bäume ist die Abhängigkeit von den Temperatursummen aus einer graphischen Darstellung ersichtlich, in welcher auf einem rechtwinkligen Coordinatensysteme einerseits die Tage verbunden sind, an welchen die beobachteten Baumarten in den verschiedenen Jahren blühten, andererseits wieder jene Tage, an welchen die Temperatursummen gleich waren.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1861

Band/Volume: [44 2](#)

Autor(en)/Author(s): Fritsch Karl (sen.) [Carl]

Artikel/Article: [Thermische Constanten für die Blüthe und Fruchtreife von 889 Pflanzenarten, abgeleitet aus zehnjährigen Beobachtungen im k. k. botanischen Garten zu Wien. 711-718](#)