



N. 544  
1872

**Phänologie der Dorpater Lignosen,  
ein Beitrag zur Kritik phänologischer Beobachtungs- und  
Berechnungsmethoden**

von

**Dr. A. J. von Oettingen.**

Erst seit dem Jahre 1869 wurden im botanischen Garten der Universität Dorpat phänologische Beobachtungen durch Herrn Professor Willkomm angestellt, seitdem regelmässig fortgesetzt und alljährlich in den Dorpater „meteorologischen Beobachtungen“ sowie im „Archiv für die Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands“ publicirt. Im Jahre 1870 führte Prof. Willkomm eine schematische Ordnung ein, und beobachtete in diesem wie in den folgenden Jahren selbst. Genau seinen Instructionen folgend trat Herr C. Masing im Jahre 1873 ein, und als Willkomm einem Rufe nach Prag Folge gab, setzte Prof. E. Russow, sein Nachfolger im Amte, die Beobachtungen fort, nur schränkte er die Zahl der Pflanzen beträchtlich ein und reducirte die zu beobachtenden Phasen von zehn auf vier. Endlich hat 1875 Herr cand. C. Winkler die Beobachtungen angestellt, indem er mehrere Pflanzen aus Willkomm's Verzeichniss wieder aufnahm. Zuzufolge der stattgehabten Wechsel werden die Dorpater Beobachtungen nicht frei von persönlichen Fehlern sein, indess liess sich feststellen, dass sämtliche Beobachter sehr nahe derselben Instruction gefolgt waren.

Lange schon hegte ich den Wunsch, die Resultate zusammenzustellen, denn nichts ist der Güte solcher Beobachtungen hinderlicher, als wenn fort und fort Material bloss angehäuft wird. Erst die Berechnung vermag vorhandene Mängel aufzudecken und andererseits gewähren erst die Resultate dem grossen Zeitaufwande gegenüber eine Befriedigung. Nun pflegen meist die Meteorologen diese Arbeit den Botanikern zuzumuthen, und letztere schieben die Aufgabe den Meteorologen zu, wodurch denn an vielen Orten nichts dafür geschieht. Da ich mich selbst noch nie mit Beobachtungen dieser Art befasst hatte, so musste ich zunächst mich orientiren, — einerseits über den eigentlichen hier vorliegenden Zweck, andererseits über die bisher angewandten Methoden der Berechnung. In Bezug auf beide Punkte war ich in der Lage, völlig vorurtheilslos an die Frage heranzutreten, was mir in der Folge von Werth war. Der Beobachter mag oft verleitet werden, das mit viel Mühe zusammengebrachte Material zu überschätzen. Dasselbe richtig zu würdigen vermag wohl nur der, der es kritisch zu sichten weiss.

### I. Phänologische Berechnungsmethoden.

Die Geschichte der Phänologie darf hier füglich unberührt bleiben, da in Schriften Anderer Zusammenstellungen dieser Art sich reichlich finden <sup>1)</sup>. Nur soviel sei erwähnt, dass schon Linné die Nothwendigkeit phänologischer Beobachtungen erkannte: „*Calendaria florum quotannis con-*

1) Ich verweise namentlich auf K. Fritsch's umfangreiche Untersuchungen nebst Besprechung verschiedener Instructionen und Methoden in „Denkschr. der Wiener Acad.“ Band XV. pag. 85 ff. und „Gelehrte Anzeigen, herausg. v. Mitgliedern d. K. Bayerischen Acad. d. Wiss.“ Band 29. 1849. N<sup>o</sup> 133 ff.

*ficienda sunt in quavis provincia secundum frutescentiam efflorescentiam, frutescentiam, defoliationem, observato simul climate, ut inde constet diversitas regionum inter se*“. Erst Humboldt und Buch regten die Sache wieder an, und in den letzten Decennien zeigte sich ein allgemein reges Interesse. Während Erman <sup>1)</sup> sich vorzüglich kritisch den Berechnungsmethoden zuwandte und die eigenthümlichen Schwierigkeiten hervorhob, namentlich in Bezug auf den Vegetationsperiodenanfang, wohl auch den Zweck der Aufgabe zu klären suchte, haben erst Quételet und K. Fritsch, dann auch Morrens, Spring, Göppert, Cohn, Hoffmann und in neuerer Zeit Tomaschek, Krasan u. A. die Beobachtungsmethoden, sowie die Art der Berechnung discutirt. Namentlich hat K. Fritsch, dieser unermüdliche Phänolog, alle vorgeschlagenen Formeln geprüft. Dennoch schien mir die Frage, gerade von der methodischen Seite betrachtet, noch lange nicht erledigt. — Die energischsten Gegner traten gegen die gesammte Phänologie auf, und J. Sachs <sup>2)</sup> hält dieselbe für ein Spielen mit Zahlen. Auch W. Köppen <sup>3)</sup> hält die Berechnungsmethoden allesammt für unstatthaft, während er auf der anderen Seite für die Nothwendigkeit anzustellender Beobachtungen eintritt.

Wiederholt begegnet man der Frage, ob das vorliegende Problem der Pflanzenphysiologie angehöre oder der Klimatologie. Wenn nun die strenge Abgrenzung verschiedener Naturdisciplinen eine unerquickliche Aufgabe ist, so dürfte doch im vorliegenden Falle es leicht nachzuweisen sein,

1) Arch. für die wiss. Kunde v. Russland. Bd. IV. pag. 617, Bd. VIII. pag. 130.

2) J. Sachs „Geschichte der Botanik“, München 1875, pag. 607.

3) Bull. de la Soc. Imp. d. Naturalistes de Moscou 1870, Bd. XLIII. pag. 41.

dass man es im engeren Sinne des Wortes nicht mit der Lösung physiologischer Probleme zu thun hat. Um Missverständnissen zu begegnen, scheint es gerathen, solches näher zu beleuchten. Das Wachstum der Organismen ist ein so complicirter Begriff, — dem Auge des in freier Natur beobachtenden Forschers verbergen sich so sehr die wesentlichsten Vorgänge, — bei scheinbarem Stillstande vollziehen sich oft die wichtigsten Prozesse und es findet ein so mannigfaches Spiel der Kräfte statt, dass aus phänologischen Beobachtungen auch nicht ein einziger wirklich physiologischer Act jemals wird erklärt werden können. Nur der Eintritt eines Entwicklungs-Stadiums wird der Zeit nach beobachtet, nach inneren Causalitätsbeziehungen wird nicht geforscht, sondern nur nach äusseren Bedingungen, unter welchen jene statthaben, nach den jenen Process der Wandelungen bedingenden klimatologischen Factoren, — nach der Temperatur, Insolation, Feuchtigkeit, denen die Pflanze unterlag, nach der Bodenbeschaffenheit u. A. Danach kann das fragliche Gesamtgebiet zum Theil zur Pflanzengeographie, vorzüglich aber zur Klimatologie, gezählt werden. Im Interesse der letzteren liegt es, Anhaltspunkte zu gewinnen zur Beurtheilung von Fragen, die auf anderem Wege nicht zu beantworten sind, damit durch Entwicklung neuer Methoden der Forschungshorizont erweitert werde. Eine Erschöpfung der gesammten Flora schiene hier nicht nöthig. Man wäre zufriedengestellt, auch wenn nur wenige wirklich passende Objecte zu finden wären, für welche gute Beobachtungen ausführbar erschienen. Im Interesse der Pflanzengeographie mag dagegen eine Bearbeitung der Gesamtflora erwünscht sein. Wie nun auch der einzelne Forscher sein Problem sich stellen mag, stets wird er es hier mit einer statistischen Methode

der Bearbeitung zu thun haben. Bei einer solchen wird aber nie ein unmittelbarer Causalzusammenhang erforscht. Es gilt vielmehr die Masse der Beobachtungen so anzustellen und zu ordnen, dass im Endresultat die Wirkung mehrerer Factoren ausgeschlossen, oder ihre Ungleichheit eliminirt werde, dagegen der Einfluss eines Factors deutlich auftrete. Und wenn letzteres gelingt, wird dennoch kein Causalzusammenhang ermittelt worden sein, wie solches oft beim Experiment gelingt, denn der Forscher, der den inneren physiologischen Process unberücksichtigt lässt, sucht nur nach empirischen Bedingungen und Beziehungen. So versucht man in der Phänologie den Einfluss der Insolation, der variablen Feuchtigkeit, den Einfluss verschiedener Standorte zu eliminiren, und den Hauptfactor, den der Temperatur ins Spiel treten zu lassen. Alle phänologischen Rechnungen unternimmt man in der Vorraussetzung, dass die Temperatur der wesentlichste Factor sei, und dass dieselbe so sehr den Fortschritt der physiologischen Prozesse bedinge, dass die Vollendung der letzteren, auch quantitativ bestimmbar, von jener abhängig sich zeige.

Um nun zu erfahren, ob die Temperatur mit Berücksichtigung der bezüglichen Zeitdauer eine physische Constante für den Eintritt einer Phase abgebe, hat man verschiedene Formeln anzusetzen versucht, wie folgende:

1) die Bildung der sogenannten Wärmesumme, d. h. der Summe aller Mitteltemperaturen von einem Anfangspunkte der Zählung an, welcher letzteren wir mit Erman die Grenztemperatur nennen können. (Réaumur<sup>1)</sup>, Cotte, Boussinguault).

1) Mém. de l'Acad. des sciences. 1735. pag. 559.

2) die Bildung derselben Wärmesumme mit blosser Beachtung positiver Werthe über einer gewissen Minimaltemperatur, die man „die Schwelle“ nennen könnte (de Candolle, Gasparin).

3) die Bildung der Summe der Quadrate der Mitteltemperaturen (Quételet).

4) die Bildung der Summe der Temperatur-Maxima, namentlich an insolirten Thermometern (Hoffmann).

5) die Bildung der Wärmesummen, multiplicirt mit der bezüglichen Zeit (Babinet).

Gegen alle diese Formeln lassen sich Einwände erheben, nur sollte solches nie vom Standpunkte physiologischer Untersuchung aus geschehen. Gegen Quételet's Formel muss ich bemerken, dass, abgesehen davon, ob dieselbe überhaupt plausibel erscheint, es ein missliches Ding ist mit Temperaturquadraten. Streng genommen müsste Quételet ein Integral

$$\int_0^t Q^2 \cdot dt$$

verlangen, wo  $t$  die Zeit und  $Q$  die Temperatur bedeutet. Mit diesem Integral wird das aus drei Beobachtungen gebildete Surrogat

$$\frac{Q^2 + Q_1^2 + Q_2^2}{3}$$

schlecht stimmen, und von letzterem Werth ist das Quadrat der Mitteltemperatur

$$\left(\frac{Q + Q_1 + Q_2}{3}\right)^2$$

wiederum verschieden. Je nachdem man täglich 3, oder 8, oder 24 Beobachtungen zu Grunde legt, erhält man ganz verschiedene Zahlen. Fordert nun Quételet den letzten

Werth, so könnte mit ebensoviel oder wenig Recht jede andere Zeiteinheit einer Rechnung zu Grunde gelegt werden. Beispielsweise geben die Zahlen 5, 10 und 15 für letztere Formel 100, nach der anderen 117, also um 17% differente Werthe. Abgesehen davon, dass solche Functionen sich nicht empfehlen, möchte man auch fragen, warum mit complicirten Formeln beginnen? Quételet selbst führt aber physiologische Argumente an, in welchen noch ein besonderer Irrthum obwaltet. Er sagt:<sup>1)</sup> „*La force exercée par la temperature est de la nature des forces vives; c'est par la somme des quarrés des degrés, et non par la simple somme des degrés qu'il faut apprécier son action*“. Nun ist aber die Temperatur selbst proportional einer lebendigen Kraft, Quételet führt mithin das Quadrat der letzteren ein. Uebrigens entscheidet seine Prüfung beider Formeln keineswegs zu Gunsten der seinigen, während Erman und Linsser der letzteren jeglichen Werth absprechen. Will man durchaus die Annahme plausibel erscheinen lassen, so liesse sich sagen, dass bei höherer Temperatur nicht nur mehr Wärme der Pflanze dargeboten würde, sondern dass dieselbe möglichenfalls zugleich der Temperatur proportional empfindsamer wäre und schneller ihre Funktionen verrichtete. Mir scheint diese Argumentation viel zu sehr in ein völlig verborgenes physiologisches Gebiet hineinzugreifen. Sollte aber wirklich sich zeigen, dass höhere Temperaturen merklich schneller das Wachstum fördern, so gäbe es noch andere einfache Relationen, so namentlich das Summiren über höheren Schwellenwerthen, und zwar werden, je höher letztere angesetzt worden, in um so stärkerem Verhältniss

1) Quételet: „Lettres à S. A. R. le duc régnant de Saxe-Cobourg et Gotha sur la théorie des probabilités. Brux. 1846. pag. 243.

die höheren Zahlen mitwirken, ja selbst in einem weit stärkeren Maasse, als im quadratischen Verhältniss, worauf wir sogleich zurückkommen werden. Später hat Hoffmann in Giessen vorgeschlagen, nur Temperaturmaxima zu summieren. Für einzelne Pflanzen scheint eine auffällige Constanz sich zu ergeben; die allgemeine Anwendbarkeit der Formel lässt sich jedoch a priori bezweifeln, auch will Hoffmann selbst sie auf einfachste Fälle beschränkt sehen<sup>1)</sup>. Während die allgemeine Summenformel die Temperatur des ganzen Tages berücksichtigt, beobachtet Hoffmann nur eine Zahl. Wenn dieselbe mehr oder weniger dem Mittelwerth proportional verlaufen wird, so werden gerade die zahlreichen Ausnahmen die Formel unwahrscheinlich erscheinen lassen. Auch wurde schon von Anderen geltend gemacht, dass es unmöglich sei, die Angabe insolirter Thermometer unter einander vergleichbar zu machen<sup>2)</sup>, so wie endlich dass nach Hoffmann die Maxima für verschiedene Standorte beobachtet werden müssten. Als Basis einer allgemein anzuwendenden statistischen Berechnung würde ich mich nie zur Annahme des Hoffmann'schen Vorschlages entschliessen können.

Da Babinet's obenerwähnte an sich sehr unwahrscheinliche Formel auch durch empirischen Nachweis beseitigt worden<sup>3)</sup>, so erübrigt nur die gewöhnliche Summenfor-

1) Oest. Z. f. Meteorol. Bd. IV. pag. 553. Besonders auch Bd. V. pag. 142.

2) Oest. Z. f. Meteorol. Bd. VI. pag. 96. — An einem andern Orte, Bd. IV. p. 554, theilt Hoffmann mit, dass die aus den täglichen Maximis gebildete Summencurve vollständig parallel laufe der aus den Mittelwerthen gebildeten, wenn sämtliche Beobachtungen an insolirten Thermometern angestellt würden. Die bezüglichen Nachweise beziehen sich aber nur auf sehr kurze Zeiträume, — es würden übrigens hiernach beide Methoden denselben Werth haben.

3) Denkschr. Bd. XV. pag. 167 ff.

mel mit ihren Modificationen auf ihre Brauchbarkeit zu prüfen.

Nennen wir die an einem Tage beobachteten Temperaturen  $q_1$  bis  $q_n$ , so wird die Mitteltemperatur  $Q = \frac{q_1 + q_2 + \dots + q_n}{n}$  sein. Alle negativen hier auftretenden Temperaturen pflügt man durch den Werth 0 zu ersetzen auf Grund der Anschauung, dass unter  $0^\circ$  ein Stillstand und jedenfalls kein Rückschritt der Vegetationsprocesse stattfindet. Nun wäre es aber denkbar, dass ein merklicher Fortschritt der letzteren erst bei einer höheren Temperatur einträte. Zur Prüfung dieser Annahme müssten ganz von neuem die entsprechenden  $Q$  Werthe gebildet werden. Bezeichnen wir diese Schwellen-Temperatur mit  $s$ , so käme

$$Q_s = \frac{(q_1 - s) + (q_2 - s) + \dots + (q_n - s)}{n}$$

wo indess wieder nur positive Summanden genommen werden dürfen, und statt der negativen, 0 zu setzen wäre. Nach  $m$  Tagen erhielte man als Durchschnittswerth für den ganzen Zeitraum den Werth:

$$\theta = \frac{Q_{s^1} + Q_{s^2} + \dots + Q_{s^m}}{m}$$

Da es aber nicht gleichgültig sein kann, wie lange Zeit hindurch jener Werth  $\theta$  geherrscht hat, so liegt der Versuch nahe,  $\theta \cdot m$ , das heisst das Product aus Mitteltemperatur in die bezügliche Zeit auf ihre Constanz für das Eintreten einer Phase anzusetzen. Allein es ist

$$\theta \cdot m = \sum Q_s$$

das heisst, um jenes Product zu erhalten, braucht man nur die Temperaturmittel  $Q_s$  zu summieren. Während in  $\theta \cdot m$ , der Dimension nach, die Begründung des ur-

sprünglichen Ansatzes zu erkennen ist, tritt solches in der sogenannten Wärmesumme nicht zu Tage<sup>1)</sup>.

Tomaschek hat jenes  $\theta$  allein angesetzt und auf eine Constanz geprüft, für den Fall  $s = 0$ . Allein dagegen muss eingewandt werden, dass der Nenner  $m$  eine in gewissem Sinne willkürliche Zahl ist, da ein jeder Tag, der einen auch noch so kleinen Werth  $Q_s$  abgiebt, sofort voll und ganz zu  $m$  hinzugezählt wird<sup>2)</sup>. Tomaschek's Formel hätte Aussicht, wenn sich zeigen sollte, dass jeder Phase, wenn sie spät ins Jahr fällt, ein höherer Summenwerth entspräche. Letzteres findet aber keineswegs statt. Vor Allem aber muss man bemerken, dass im Laufe der Zeit  $\theta$  zwar meist wachsen wird, möglicherweise aber auch kleiner werden kann, was schon absolut dem Wesen der Erscheinung widerspricht.

Ueberhaupt sobald  $Q_{m+1} < \theta_m$  ist, so wird auch  $\theta_{m+1} < \theta_m$  sein, denn bekanntlich ist

$$\theta_{m+1} = \theta_m + \frac{Q_{m+1} - \theta_m}{m+1}.$$

Solch eine Formel ist a priori zu verwerfen, selbst wenn sie eine erträgliche Uebereinstimmung liefert. Die Möglichkeit solch einer Uebereinstimmung beruht auf dem Umstande, dass eben meist

$$Q_{m+1} > \theta_m \text{ ist,}$$

besonders aber auch darauf, dass die Zeit  $m$  procentisch nicht immer stark variirt. Man beachte endlich noch, dass wenn  $Q_{m+1} = \theta_m$  ist, auch  $\theta_{m+1} = \theta_m$  sein wird, das hiesse denn, obwohl ein voller Tag vergangen, hat kein

1) Es scheint mir irrelevant, ob der Werth  $\sum Q$  Wärmesumme oder Temperatursumme genannt werde. Beide Ausdrücke klingen hier ein wenig barbarisch, weil sie auf die Rechnungsoperation bezogen sind, statt auf den Begriff: „Temperatur mal Zeit“.

2) Cf. Oest. Zeitschr. Bd. XI. pag. 82.

Vegetationsfortschritt stattgefunden, und der einflusslos gebliebene Tag hatte ein Mittel gleich der charakteristischen Constante! Daher ist auch Tomaschek gezwungen, gewisse Bedingungen der Anwendbarkeit aufzustellen<sup>1)</sup>. So lässt er aus seinen Berechnungen das Jahr 1862 fort, weil plötzlich im März unverhältnissmässig hohe Temperaturen eintraten, so dass zu dieser Zeit „die beobachteten Arten zur Entfaltung noch nicht vorbereitet waren“<sup>2)</sup>. Gegen Fritsch behauptet Tomaschek, „ersterer habe die nahe Uebereinstimmung seiner Resultate nicht ausreichend gewürdigt“, da er „die Mitteltemperatur allein ins Auge gefasst und nicht bedacht habe, dass dieselbe im Laufe des Frühlings allmählig erreicht werde und somit eine dauernde Einwirkung derselben erforderlich erscheint“. Mit diesem Argument scheint mir Tomaschek die Waffen gegen seine eigene Methode gewandt zu haben, denn beachtet man neben der Mitteltemperatur die Zeitdauer, so gelangt man eben zur Summenformel. Wie sehr die Zeitdauer von Belang sein müsse, kann noch aus folgender Ueberlegung erschlossen werden. Gesetzt die charakteristische Mitteltemperatur nach Tomaschek sei = 10, so würde nach ihm die bezügliche Phase nie eintreten, wenn auch noch so lange ein und dieselbe Temperatur  $\theta$  herrschte. Solchem Einwande ist die Summenformel nicht ausgesetzt<sup>3)</sup>. Schliesslich darf ich nicht unerwähnt lassen, dass bei Tomaschek Mittelwerthe aus Brüchen mit sehr verschiedenen Nennern  $m$  gebildet werden<sup>4)</sup>, ein Verfahren das nur wegen der geringen Variabi-

1) Oest. Zeitschr. Bd. XI. pag. 84.

2) Verh. des naturf. Ver. in Brünn. Bd. XI. pag. 116.

3) Hoffmann's Bemerkung, Tomaschek's Formel brächte eine erträgliche Uebereinstimmung nur, weil die bezüglichen Constanten so klein seien (da  $m$  gross ist), beruht wohl auf Irrthum, da es hier sich nicht um absolute, sondern um relative Uebereinstimmung handelt.

4) Verh. des naturf. Vereines in Brünn. 1875. Bd. XIV, pag. 74.

lität von  $m$  erträglich erscheint, worauf ausdrücklich hinzuweisen wäre.

Die älteste aller Formeln, Réaumur's oder Boussingault's Wärmesumme, ist frei von solchen Fehlern, denn

$$\theta_m \cdot m = Q'_s + Q''_s + \dots + Q^m_s.$$

Diese Summe bleibt nur dann constant, wenn der  $m^{\text{te}}$  Tag unter der Schwelle bleibt, und sie wächst im richtigen Maasse, auch wenn nur ein Werth oberhalb der Schwelle vorkommt; es erhält eben jeder Tag und jede Temperatur ihr richtiges Gewicht.

Von vorstehender Formel weicht de Candolle's Wärmesumme in bedenklicher Weise ab. — Er bildet nämlich nicht die Summe  $\Sigma(q - s)$ , sondern die  $\Sigma q$ , indem er nur diejenigen  $q$  beachtet, die grösser als  $s$  sind, diese alle aber eigenthümlicher Weise voll in Rechnung bringt.

Während wir  $Q_s = \frac{\Sigma(q - s)}{m}$  setzen, so hat de Candolle<sup>1)</sup>

$$Q_c = \frac{\Sigma q}{m}, \text{ eine Zahl die um } \frac{\Sigma s}{m} \text{ zu gross}$$

ist. Den Unterschied beider Verfahrensarten möchte ich an einem Beispiel erläutern. Es sei 6 Grad die Schwelle, so gelten in  $Q_s$  die Temperaturen 7, 8, 9 und 10 im Verhältnisse von 1, 2, 3 und 4, während bei de Candolle sie, nach wie vor, wie 7, 8, 9, 10 eintreten. Nach ersterer Formel verhalten sich die Gewichte dieser Temperaturen wie 1, 2, 3, 4, das heisst die Temp. 10 hat das 4-fache Gewicht gegen die Temperatur 7, bei de Candolle nur das 1.4-fache. Selbst die von Quételet erwünschten Quadrate von 10 und 7 stünden erst im Verhältniss von

nahe 2 : 1. — Nun bietet gerade die Variation der Schwelle  $s$  die grösste Mannigfaltigkeit des Ansatzes, wenn nur eben nicht Zahlen wie 7 und 8 mit eben diesem Gewicht, das heisst zudem einander fast gleich, neben  $6 = 0$ , gesetzt werden. Thatsächlich legt de Candolle der Temper. 6 das Gewicht 0 und der Temper. 7 das Gewicht 7 bei. Es ist daher nicht auffällig, wenn de Candolle mit den nach diesem Princip berechneten Wärmesummen so gut wie garnichts hat machen können. Er vergleicht die Klimate verschiedener Orte mit einander und findet beispielsweise für Moskau und Edinburg folgende Tabelle, der ich sogleich die nach  $Q_s$  berechneten Werthe hinzufüge:

#### Wärmesummen über verschiedenen Schwellenwerthen.

Schwellen- temperatur.	Nach de Candolle: $Q_c$			Nach der Formel: $Q_s$		
	Moskau.	Edinburg.	Kasan.	Moskau.	Edinburg.	Kasan.
1°	2664	3055	2385	2451	2690	2190
2	2649	3055	2370	2237	2325	1996
3	2630	2988	2354	2036	1965	1814
4	2609	2873	2331	1815	1661	1639
5	2574	2623	2295	1659	1378	1470
6	2524	2482	2251	1480	1168	1309
7	2473	2301	2200	1311	957	1157
8	2405	2149	2140	1149	773	1012

Da für jeden Ort die Anzahl von Tagen über der bezüglichen Schwelle mitgetheilt war, so konnten leicht die drei letzten Columnen berechnet werden. Wie ganz anders stellt sich nach diesen der Vergleich der drei Orte heraus. Wenn nach  $Q_c$  durchweg Kasan geringere Wärmesummen hat, als die beiden andern Orte, so übertrifft es von Temperaturen von nahe über 4° C an Edinburg, und zwar

1) Géographie botanique raisonnée. Bd. I, vergl. auch Linsser. Mém. d. l'Ac. de St. Petersb. Tom. XI. VII. Serie Nr. 7, pag. 31. Anm.

um so mehr, je höher die Schwelle liegt.<sup>1)</sup> Noch grössere Veränderung der Zahlen ergeben die drei in nachfolgender Tabelle zusammengestellten Orte. Ich theile sie mit, weil de Candolle gerade diese Klimate zu einander in Beziehung setzt, und Schlüsse zieht, die wesentlich anders lauten würden, wenn nach der Formel  $Q_s$  gerechnet worden wäre.

Schwelle.	Nach de Candolle's: $Q_c$			Nach der Formel: $Q_s$		
	Paris.	Odessa.	Zwanen- burg.	Paris.	Odessa.	Zwanen- burg.
1°	3942	3538	3745	3577	3271	3380
2	3922	3521	3722	3224	3009	3046
3	3882	3494	3660	2885	2759	2730
4	3808	3456	3589	2568	2520	2437
5	3702	3406	3500	2272	2291	2160
6	3557	3356	3385	1997	2072	1903
7	3448	3295	3280	1761	1860	1670
8	3346	3212	3170	1530	1660	1450

Während nach  $Q_c$  fast durchweg Odessa der kälteste Ort ist, wird dasselbe nach der richtigen Formel über der

1) Es ergeben sich folgende Zahlen, wenn schlechthin nach der Grösse der Wärmesumme die drei Orte geordnet werden.

Schwelle.	Nach $Q_c$			Nach $Q_s$		
	Mosk.	Edinb.	Kas.	Mosk.	Edinb.	Kas.
1	2	1	3	2	1	3
2	2	1	3	2	1	3
3	2	1	3	1	2	3
4	2	1	3	1	2	3
5	2	1	3	1	3	2
6	1	2	3	1	3	2
7	1	2	3	1	3	2
8	1	2	3	1	3	2

Nur für die beiden ersten Werthe stimmt die Ordnung überein.

Schwelle 5° der wärmste<sup>1)</sup>. Ich stehe nicht an zu behaupten, dass die ganze Untersuchung, wie de Candolle sie im I. Bande seiner *Géographie botanique raisonnée* gegeben, ganz von neuem anzustellen sei. Die Linien gleicher Wärmesumme, wie de Candolle sie zu construiren wünscht (cf. pag. 62) nähmen nach  $Q_s$  einen ganz anderen Verlauf. Man kann sich der Erwartung nicht verschliessen, dass die grossen Schwierigkeiten und Widersprüche, auf welche de Candolle bei Untersuchung der geographischen Verbreitung von 33. Arten gestossen ist, zum Theil wenigstens gehoben werden dürften. — Einen Umstand noch muss ich erwähnen: Nach vielen vergeblichen Bemühungen die geographische Verbreitung der Pflanzen aus den Monats- und Jahresisothermen zu erklären, erhofft de Candolle endlich einiges Licht gewonnen zu haben durch Anwendung der Wärmesummen. In einer Bemerkung (pag. 74) heisst es wörtlich: „*Les articles qui suivent ont été commencés à une époque où je n'avais aucune idée arrêtée sur le mode d'action de la température. Je m'efforçais alors de comparer chaque fait de végétation ou de limite d'espèce avec des moyennes de température. Je cherchais, comme d'autres, à expliquer la végétation par les*

1) Auch hier mag die Reihenfolge Platz finden:

	Nach $Q_c$			Nach $Q_s$		
	P	O	Z	P	O	Z
1	1	3	2	1	3	2
2	1	3	2	1	3	2
3	1	3	2	1	2	3
4	1	3	2	1	2	3
5	1	3	2	2	1	3
6	1	3	2	2	1	3
7	1	2	3	2	1	3
8	1	2	3	2	1	3

Ueber der Schwelle 5 und 6 hat Odessa nicht die geringste, sondern die höchste Wärmesumme.

*lignes isothermes, isothères, isochimènes c'est-à-dire de moyennes égales dans l'année, les trois mois d'été ou d'hiver, je pensais ensuite aux moyennes de quatre mois, de cinq mois, etc. Je marchais ainsi en tâtonnant et ne parvenais à rien de positif. La force des choses m'a conduit à examiner les sommes de température utile. J'ai été de plus en plus convaincu, que cette méthode est la seule logique, la seule vraie" . . . .*

Wie ist es denn möglich, wird man fragen, dass trotz der falschen Formel, de Candolle so befriedigende Resultate zu finden hat glauben können? Das erklärt sich aus dem Umstande, dass bei weit auseinander liegenden Orten sehr verschiedenen Klimas, sehr oft auch nach seiner Formel dieselbe Reihenfolge sich ergibt, wie nach der anderen. Immerhin wird man finden, dass die bisher von ihm aufgewiesene Uebereinstimmung eine sehr mangelhafte ist. Nur eine völlig neue Untersuchung wird zeigen können, ob de Candolle's Hypothese sich bewähre oder nicht. Bei den meisten Orten hat er leider die Anzahl der Tage über einer gewissen Schwelle nicht mitgetheilt, daher man von Neuem auf die meteorologischen Originalquellen zurückgehen müssen, um diese wichtige und hochinteressante Frage zu entscheiden.

Im Nachfolgenden beabsichtige ich an den Dorpater Beobachtungen zunächst die Summenformel für  $s = 0$  zu prüfen. Vorher aber erörtern wir noch die Frage: Von welchem Zeitpunkte an soll die Summation der Temperaturen beginnen? Für Klimate mit strengem Winter findet diese Frage für höhere Schwellenwerthe, wie 2, 3 oder mehr Grad, sofort eine Antwort, da diese Temperaturen im Winter garnicht oder nur sehr selten vorkommen. Man beginne die Zählung mit dem 1. Januar oder besser dem 26. Januar, dem mittleren Minimum der Temperatur; erst mit

dem Frühjahr treten Zahlen von Gewicht auf. Anders wenn 0 die Schwelle sein soll. Es zeigen die Wintermonate eine schon einigermaassen verschiedene Wärmesumme über 0. — Ich habe versucht, die Aufgabe empirisch zu lösen, indem ich die von verschiedenen Zeitpunkten an gebildeten Wärmesummen betrachtete und zu beurtheilen versuchte, ob sich ein kritischer Unterschied im Resultat durch die sich ergebenden wahrscheinlichen Fehler herausstellte. Vorläufig beginne ich nach dem Vorgange Anderer, und namentlich um mit Linsser conform zu gehen, für Dorpat mit dem 29. März, als an dem Tage, an welchem das vieljährige Mittel durch 0 hindurchgeht. Später werde ich die Correction untersuchen, die für andere Zählungsanfänge sich ergibt, und zwar je für den ersten der Monate März, Februar und Januar. Ferner werde ich fürs erste nur die positiven Mittelwerthsummen bilden und den negativen Mittelwerthen das Gewicht 0 beilegen, später aber die Correction prüfen, die sich bei strenger Beachtung nur aller positiv beobachteten Temperaturen ergibt. Vorschläge, eine gleichsam natürliche Grenz- oder Anfangstemperatur zu wählen, sind mehrfach laut geworden. Schon Quételet begann die Rechnung mit dem Aufblühen von *Corylus Avellana*<sup>1)</sup> und Linsser<sup>2)</sup> versuchte dasselbe, ohne bessere Resultate zu erhalten. Ich halte dieses Beginnen deshalb für verfehlt, weil ein solches Einzelphänomen selbst eine von verschiedenen klimatischen Factoren bedingte Erscheinung ist, man daher in jedem Jahre einen specifischen, vielleicht sehr grossen Fehler auf alle Beobachtungen überträgt. Ebensowenig kann ich

1) Denkschr. d. W. Ac. Bd. XV, pag. 130 ff.

2) Unters. über d. period. Lebenserscheinungen der Pflanzen in Mém. de l'Ac. des Sc. de Pet. T. XIII. Nr. 8. pag. 63.

es für gerechtfertigt halten, wenn mit dem Aufgange eines Flusses im Frühjahr der Unterschied nach Tagen festgestellt wird <sup>1)</sup>, denn dieses Phänomen hängt in ganz anderer Weise von allen vorhergehenden Witterungsverhältnissen ab.

Die schlichte Wärmesummenformel ist durch Linsser's umfassende Arbeiten in ein neues Licht getreten. Man hatte längst gefunden, dass die Wärmesumme für ein und dasselbe Phänomen an ein und demselben Orte nahezu constant blieb. Für Orte aber von abweichendem Klima waren auch sehr verschiedene Constanten für ein und dasselbe Phänomen berechnet worden. Linsser sammelte die Beobachtungen von fast ganz Europa, von Lappland bis Südfrankreich, und fand, dass die an einem Orte geltenden Wärmesummen nahe proportional waren der gesammten Vegetationswärmesumme. Dieses Linsser'sche Gesetz hat mit Recht Aufsehen erregt, da namentlich für die Principien der Acclimatisation sehr werthvolle Gesichtspunkte sich aus demselben ergaben. Indess Linsser selbst betrachtet seine Studien nur als Vorarbeit, und es fehlt noch viel an einer experimentell durchzuführenden Prüfung des Gesetzes. Man hätte längst versuchen sollen, einheimische Lignosen an Orten sehr differenten Klimas zu beobachten, dann eine theilweise Umpflanzung von Exemplaren aus wärmeren in kältere Orte und umgekehrt vorzunehmen, um alsdann die zu erwartende Verspätung, resp. Verfrühung entsprechender Phasen festzustellen. Selbst wenn hiebei Linsser's Gesetz nur partiell bestätigt würde, wäre immer noch viel gewonnen. Man lese nur Erman's obenerwähnte Abhandlungen über den fraglichen Gegenstand, und man wird sich vergewärtigen, wie völlig rathlos noch vor wenigen Jahren die

<sup>1)</sup> So setzt Herder in Petersburg jede Beobachtung mit dem Auftauen des Newa-Eises in Beziehung.

Biologen vor dem zu lösenden Probleme standen. Linsser's Resultate sind vielfach angestritten worden, meist mit Argumenten, die eine partielle Geltung derselben gestatten, dann aber auch von Gesichtspunkten aus, die mir nicht gerechtfertigt scheinen. Auf die von J. Sachs und von W. Köppen geführte Polemik glaube ich hier näher eingehen zu müssen. J. Sachs perhorrescirt die gesammte Phänologie, und er thäte Recht, wenn seine Auffassung, es läge ein Gebiet der Pflanzenphysiologie vor, begründet wäre. Vom physiologischen Standpunkte aus mag die sogenannte „Wärmesumme“ ein „Monstrum von Logik“ genannt werden <sup>1)</sup>, vollends wenn man in derselben den adaequaten Ausdruck für eine Wärmemenge d. h. für ein Quantum von Calorieen sieht, die den Pflanzen dargeboten werden, und wenn man nicht erkennt, dass es sich nur um einen empirischen Ausdruck, um ein Produkt der stattgehabten Mitteltemperatur in die verflossene Zeitdauer handelt. Wenn ich oben darauf hinwies, wie die gesammte Klimatologie, und wohl auch der grösste Theil der Meteorologie auf eine statistisch-empirische Methode angewiesen ist, so muss ich hier betonen, dass die in solchen Methoden angewendeten Formeln einer gewissen rationellen Begründung fähig sind. Wenn anerkannt wird, dass Zeit und Wärme wirksam eintretende Factoren sind, so wird eine gewiss complicirte Function beider Grössen, — auch nur empirisch gedacht, — Genüge thun, d. h. zu einer constanten Relation führen. Statt dieser unbekanntem Function pflegt man eine Reihe anzusetzen, und zwar liegt es nahe, die an sich unveränderliche Zeit (m) schlicht einzuführen, der Function der Mitteltemperatur  $\theta$  eine complicirtere Form zu geben, also etwa folgende:

$$m \cdot \{ \theta + a.\theta^2 + \dots \},$$

<sup>1)</sup> J. Sachs. Geschichte der Botanik. München 1876. pag. 607.

welche Reihe gleich ist

$$m \cdot \theta \{1 + a \cdot \theta + \dots\}.$$

Das Produkt  $m \cdot \theta$  bestimmt die Dimension des Gesamtausdruckes, während die letztere Klammer eine reine Zahl, und zwar  $a \cdot \theta + b \cdot \theta^2 + \dots$  einen Correktionscoefficienten darstellt. Auf Grund dieser Anschauung beginnt man mit Recht mit dem ersten Gliede, und prüft ob dasselbe eine Constanz ergiebt. — Bei der Beschränkung der Formel auf ein Glied wird vorausgesetzt, dass hohe Werthe von  $\theta$  nicht vorkommen; d. h. solche, bei denen Hemmung des Wachsthumes eintritt. Für unser Klima ist solches im Frühjahr und wohl auch im Sommer nicht zu befürchten. Wenn in obiger Formel anderweitige Bedingungen wie die der Insolation, der Feuchtigkeit unberücksichtigt bleiben, so gilt eben die Voraussetzung, dass ihr variirender Einfluss aus mehrjährigen Mittelwerthen sich der Art aufhebt, dass der einem normalen Mittel entsprechende Werth resultirt<sup>1)</sup>. Untersuchungen speciellerer Art über solche Variationen sind zwar mehrfach angestellt worden; wie mir scheint, dürften dieselben verfrüht sein, weil die Behandlung der Temperatur zuvor mehr geklärt sein will. Auch die Grösse der Temperaturschwankung bleibt bei der Wärmesumme zunächst unbeachtet. Nach einigen Forschern nimmt das Wachstum der Pflanzen mit dieser Variation zu, nach anderen, so namentlich nach Köppen, übt sie einen hemmenden Einfluss aus<sup>2)</sup>. Für mich genügt zunächst die Ueberlegung, dass gerade so wie die Variation anderer Grössen, so auch

1) Auch W. Köppen nimmt dieses an cf. l. c. pag. 75.

2) Dieser hemmende Einfluss wurde von Pedersen nicht bestätigt. Cf. Sachs, Lehrb. der Botanik. 4. Aufl. 1874 pag. 804.

die der Temperaturschwankung eliminirt wird, und die Resultate sich auf ein durchschnittliches Maass derselben beziehen werden.

Gegen jegliche Verwendung der Wärmesumme und vollends anderer Formeln tritt W. Köppen auf in seiner Abhandlung: „Wärme und Pflanzenwachsthum“<sup>1)</sup>. Allem zuvor bemerke ich, dass ich Herrn Köppen beipflichte, wenn er den Phänologen das physiologische Argumentiren vorwirft. Rückhaltlos wird recht oft Temperatur und mitgetheilte Wärmemenge für identisch genommen. So kann ich es nicht für gerechtfertigt halten, wenn z. B. Tomaschek sagt: „es werde durch Summirung der Tagesmittel nur für diejenige Wärmemenge ein passender Ausdruck gefunden, welche der Pflanze dargeboten wird, nicht aber für diejenige, welche die Pflanze selbst verbraucht hat“<sup>2)</sup>. Aehnlich unterscheidet Krasan „empfangene und verwendete Wärme,“ als wenn man erstere zu messen im Stande sei<sup>3)</sup>. Andererseits vermag ich aber Herrn Köppen bei seinem Maassverfahren in seinen eigenen physiologischen Experimenten nicht zu folgen. Köppen sucht nämlich die Beziehung zwischen der Wachstumsgeschwindigkeit von Keimen und der Temperatur, ferner den Schwankungen der letzteren mit Rücksicht auf die verflossene Zeit festzustellen, und hiebei wird die Länge des Keimes als Maass des Wachstums angenommen. Wie anders würde das Resultat sich gestalten, wenn der Querschnitt mitberücksichtigt, oder wenn das Gewicht des Keimes beobachtet worden wäre<sup>4)</sup>.

1) Bull. de la Soc. des Natural. de Moscou 1870.

2) Verh. des naturf. Ver. in Brünn. Bd. XI. pag. 123.

3) Oest. Z. f. Met. Bd. VI. pag. 62.

4) Hierauf wies auch Tomaschek hin: Verh. des naturf. Ver. in Brünn. Bd. XI. pag. 121.

Es darf der Physiologe, wie ich meine, in keiner dieser Grössen schlechthin ein Maass des Wachstums erblicken. Aber noch mehr. Auf Grund der angestellten Beobachtungen wird von Köppen selbst ein Ausdruck gesucht, der „die Keimungsgeschwindigkeit als Function der Temperatur darstelle,“ und er erhofft Resultate, wenn anderweitige Eliminationen variabler Umstände möglich werden (pag. 93). An einer anderen Stelle benutzt Köppen das Gesetz constanter Wärmesummen, um Beobachtungen auf gleiche Zeitdauer zu reduciren, also gerade in dem Sinne, wie die Phänologie den Ausdruck aufgestellt hat, und man möchte fragen, warum keine andere der acht ihm bekannt gewordenen Formeln angewandt werden. Diesen Deductionen gegenüber erscheint der Angriff auf die Methode der Phänologen, die nicht einmal physiologische Experimente auszuführen beabsichtigen, ungerechtfertigt, und ich muss hier noch weiter eingehen auf die vorgebrachte Argumentation, weil meines Wissens bisher keine Widerlegung derselben stattgefunden hat. Auf p. 94 heisst es:

„So arm wir an wirklichem Wissen über das Verhältniss der Pflanze zur Wärme sind, so reichlich wuchern hypothetische Aufstellungen auf diesem Felde, Aufstellungen welche jedoch meistens nicht einmal den Charakter wissenschaftlicher, mit wirklicher Erkenntniss der Frage gebildeter Hypothesen, sondern den völlig willkürlicher dogmatischer Aussprüche tragen. . . . Fast immer sollen dabei diese Formeln auf das ganze „Leben“ oder die „Entwicklung“ Bezug haben.“ (Umfasst das Keimen nicht das ganze Leben des Keimes?) „Dem unendlich complicirten Mechanismus der Pflanze muthet man zu, was keine nur irgend zusammengesetzte Maschine erlaubt: die gesammte Thätigkeit durch eine, die vier Species kaum übersteigende Rechnung aus einer einzigen ihrer Bedingungen

ableiten zu können u. s. w.“ — Herr Köppen vergleicht diesen Wissenszweig alsdann mit der Alchemie, er erinnert an „Homunculus und Lebenselixier“ und spricht den Wunsch aus, es möchte „die Pflanzenphänologie sich ernüchtern und an der Hand der Experimentalphysiologie und Meteorologie einen stetigen Fortschritt jenem dunklen Haschen vorziehen.“ Ich kann nicht umhin den von Herrn Köppen vertretenen Standpunkt gerade für den gefährlichen zu halten. Es wird gewiss nie gelingen die Thätigkeit eines Organismus analog den physikalischen Verrichtungen einer Maschine zu behandeln. — Die Phänologie hat aber auch nicht die Absicht, solches zu thun, viel eher sind Experimente über Keimlängen wie Herr Köppen sie bearbeitet, in Hinsicht auf die Maass- und Berechnungsmethode mit der Fabrication des Homunculus in Parallele zu bringen. Man verkennt den Zweck und den Werth der Phänologie, wenn man sie von empirisch-statischer Methode abbringen und auf Physiologie neu aufbauen will. Selbst die sehr erwünschten Experimente auf dem Gebiete der Phänologie, deren auffallend wenig angestellt sind, werden stets einen empirischen Charakter der Beobachtung und Berechnung behalten. Köppen empfiehlt selbst im Gegensatz zum Vorstehenden jenen „nüchternen Standpunkt“ (pag. 95), demzufolge „es sich um einen empirischen Ausdruck handle“. Eine gewisse theoretische Deduction muss zwar die Einführung empirischer Formeln begleiten. Ich gehe aber nicht einmal soweit, wie Köppen selbst, wenn er sagt: „Die Untersuchung dieser Zahlen lässt sich am einfachsten so ausführen, dass wir sie mit denjenigen vergleichen, welche sich aus irgend einer Voraussetzung über die Abhängigkeit der Wachsthumsgeschwindigkeit von der Temperatur ergeben. Die einfachste Voraussetzung ist nun

die, das wir die mittlere Wachstumsgeschwindigkeit gleicher Perioden der Entwicklung als lineare Funktion der Temperatur ansehen, sie der Höhe der Temperatur über dem Minimum proportional annehmen!“ Ich will zeigen, dass diese Annahme weit über das hinausgreift, was je von Phänologen auf Grund der constanten Wärmesummen behauptet worden ist. Endlich kommt Köppen auch auf das Linsser'sche Gesetz zu sprechen (pag. 96 ff.) nachdem er behauptet hat, dass die „Vegetationsconstanten“ von Fritsch völlig isolirt dastünden, auch die Pflanzengeographie ihrer nicht bedürfe, während durch andere, leider nicht näher namhaft gemachte, geschweige denn, kritisch beleuchtete — Methoden „die Abhängigkeit der Entwicklungszeiten von der geographischen Lage und von der Seehöhe trefflich untersucht sein soll.“ In diesen letzterwähnten Arbeiten wird meist eine Abweichung nach Tagen berechnet, ein Verfahren, das später genauer beleuchtet werden soll. Köppen scheint nämlich anzunehmen, Linsser habe durch sein Gesetz die „Vegetationsconstanten“ „illusorisch“ gemacht. Wie ich meine behauptet gerade Linsser die Constanz der Wärmesummen für ein und denselben Ort; dadurch aber, dass er sehr verschiedene Klimate verglich, gelang es ihm eine irrige Einseitigkeit zu widerlegen, indem er die Constanz der Aliquote der Gesamtsumme aufstellte, womit der Formel nur eine erweiterte Bedeutung gegeben war. Nach Köppen tritt übrigens an Stelle der Illusion der Constanz, die Illusion constanter Aliquoten (p. 96). In eigenthümlicher Weise merkt man in der Kritik Köppen's immer wieder durch, dass er von den Resultaten der Phänologie doch nicht ganz sich abzuwenden vermag. Betreffs der Aclimatisation heisst es (p. 96 Anm.): „Bei Uebertragung einer

Pflanze von einem bestimmten Orte, wo sie seit vielen Generationen vegetirte, in ein neues Klima ist die Vergleichung der klimatischen Faktoren selbstverständlich geboten. Hier würde ich,“ heisst es weiter, „die praktische Anwendbarkeit der „Wärmesummen“ als eines kurzen, wenn auch sehr ungenauen Ausdrucks für die Wärmeverhältnisse, neben den Temperaturextremen und den Feuchtigkeitsverhältnissen nicht läugnen, wenn nicht die Weitläufigkeit ihrer Berechnung das Studium des, weit entscheidenderen, Ganges der Wärme im Jahre zugleich auch für den Landwirth weniger mühsam erscheinen liesse.“ Woraufhin Herr Köppen in vorstehendem Satze die Wärmesumme anerkennt, die soeben noch als Spielerei gekennzeichnet werden sollte, das erfährt der Leser nicht, und trotz der Arbeiten de Candolle's wird hier versichert, der „Gang der Wärme im Jahre“ sei weit entscheidender. Auch darüber, wie letztere Grösse angewandt werden solle, fehlt jegliche Andeutung, und worin die Weitläufigkeit beim Bilden der Wärmesumme bestehen solle, vermag ich nicht einzusehen. Im J. 1875 trat Köppen mit einer Aufforderung hervor, auch in Russland phänologische Beobachtungen anzustellen<sup>1)</sup>. Letztere werden hier dringend anempfohlen, aber wie das allmählig sich ansammelnde Material verarbeitet werden solle, darüber hätte Herr Köppen Andeutungen geben sollen, wenn er seine Kritik über andere Mitarbeiter ergiesst. Die Bildung von Mittelwerthen aus Datumangaben halte ich für ein kärgliches, ja gefährliches Surrogat. Ganz unzulässig erscheint mir aber „das Beziehen der Obstbaumblüthe auf das Aufthauen der Flüsse“

1) K. Russ. geogr. Ges. Sapiski. Bd. VI. Th. I. cf. Oest. Zeitschr. f. Met. Bd. XI. pag. 269.

und die Messung des bezüglichen Unterschiedes in Tagen<sup>1)</sup>. An dieser Stelle sei es gestattet ein Beispiel der Unzulässigkeit dieses Verfahrens, des Messens nach Tagen anzuführen: Es vergleicht Fritsch, der sonst meist mit Temperatursummen operirt, die Beobachtungen Herder's in Petersburg mit den entsprechenden in Wien; er notirt die früheste und späteste Blüthezeit hier und da, bildet die Differenz in Tagen und giebt Mittelwerthe aus diesen Differenzen. Wird durch solche Rechnungen nicht das Hauptprincip verletzt, dem gemäss nur Grössen gleicher Einheit addirbar sind. Wenn beispielsweise die Differenz im Aufblühen von *Corylus Avellana* in Petersburg 34, in Wien 64 Tage beträgt, so lässt sich dieser Unterschied zwar erklären, aber diese und jene Zahl repräsentiren Quanta verschiedener Einheit; jene 34 in Petersburg reichen

vom 22. April bis zum 26. Mai, diese 64 in Wien

vom 19. Januar „ „ 24. März,

zudem ist für jeden dieser Zeiträume der Tag ein wechselndes Quantum, da hier nicht die verflossene Zeit, sondern der Witterungscharacter des Tages wesentlich maassgebend ist<sup>2)</sup>.

1) Man findet die bezügliche Tabelle l. c. Bd. XI. pag. 270, wozu es möglich geworden zu sein scheint den Blüthebeginn für „Obstbäume“ zu bestimmen. — In einer Rubrik steht „Obstblüthe“ in den Ostseeprovinzen, in Sibirien und an der unteren Wolga.

2) Oest. Zeitschr. f. Met. Bd. VI. pag. 239. Um noch ein anderes Beispiel anzuführen, finde ich in Bd. IV. pag. 315 den Unterschied zwischen Lemberg und Wien im März 19 Tage,

April	18	„
Mai	13	„
Juni	9	„
Juli	7	„

woraus Fritsch „im Mittel einen normalen Unterschied von 11 Tagen“ berechnet! Solche Methoden halte ich für schädlich, weil der Wissenschaft zuwider. Ich komme später in anderer Weise auf die vorliegende Frage zurück.

Bei dem Versuch, die Constanz der Wärmesummen an den Dorpater Beobachtungen zu prüfen, bin ich oft in hohem Grade über die Geltung derselben überrascht gewesen und ich kann mich der Ueberzeugung nicht verschliessen, dass in der Wärmesumme eine durch andere Grössen unersetzbare Handhabe zur Beurtheilung klimatischer Eigenthümlichkeiten gegeben ist, und ich glaube dass eine methodische Untersuchungsweise gestatten wird, die Güte der Beobachtungen zu kritisiren, persönliche Fehler von ursächlich begründeten Abweichungen zu unterscheiden und letztere speciellerer Bearbeitung zu unterziehen. Zwar scheint mir noch viel zur Verbesserung der Beobachtung geschehen zu müssen; auch sollten die zu beobachtenden Arten sowie die Phasen einer Sichtung unterzogen werden. Solch eine Auswahl zu treffen, muss die statistische Methode auf Grund der Wahrscheinlichkeitsrechnung und der ermittelten wahrscheinlichen Fehler eine Handhabe bieten. Es gilt umsomehr den Standpunkt der physiologischen Kritik zurückzuweisen, als es schon an sich schwierig genug ist und bleibt, die zu beobachtenden Phasen scharf und gut zu definiren.

Wenn ich oben es als unzulässig darstellte, die Keimlänge oder eine andere gemessene Grösse als Maass des Wachstums zu betrachten, so kann ich in dieser Hinsicht mich auch auf Versuche von Sachs berufen. In seiner Abhandlung „Physiologische Untersuchungen über die Keimung der Schminkbohne<sup>1)</sup>“ findet man die Belege dafür, wie in keiner Hinsicht auch nur angenähert eine Proportionalität zwischen Temperatur und Längenwachstum einzelner Theile, vielmehr ein Schwanken von 4 bis 46 Millm. pro Tag bei constanter Temperatur statthabe.

1) Wiener Sitz.-Ber. Bd. 37. pag. 1.

Aus der Behauptung der Constanz der Wärmesummen haben irrthümlicher Weise die Pflanzenphysiologen den Schluss gezogen, es müsse diesem Gesetz zufolge auf jene Proportionalität zwischen Temperatur und Wachsthum geschlossen werden können. Desselben Irrthums haben sich Boussinguault selbst, sowie einige andere Phänologen schuldig gemacht, und die jüngeren Physiologen imputiren ohne Ausnahme der Phänologie jene keineswegs logische Folgerung. Ich begnüge mich damit auf Sachs zu verweisen<sup>1)</sup>. Er schreibt: „Aus dieser Thatsache“ (der Constanz der Wärmesummen) „ging unmittelbar der Schluss hervor, den Boussinguault auch zog, dass nämlich die Vegetations-Geschwindigkeit den mittleren Temperaturen proportional sei, oder mit anderen Worten, dass die Vegetationsdauer einer Species der herrschenden Mitteltemperatur dieser Zeit umgekehrt proportional sei. Indessen zeigten schon die von Boussinguault selbst angegebenen Zahlen so bedeutende Abweichungen für eine Species, dass man, selbst wenn den unvermeidlichen Ungenauigkeiten Rechnung getragen wurde, daran hätte zweifeln müssen, ob es rathsam sei, ein so höchst wichtiges, man darf sagen, ein so wunderbares Naturgesetz aus Zahlen abzuleiten, welche auf ungenauen Daten beruhen. Es scheint weder bei der Adansonschen, noch bei der Boussinguaultschen Fassung des Gesetzes Jemandem aufgefallen zu sein, wie viel Wunderbares ja Ungereimtes dasselbe ausspricht, indem es eine Reihe organischer Prozesse, die unter sich verschieden sind, in einander eingreifen, und von einer grossen Zahl äusserer Umstände beeinflusst werden, einfach proportional setzt einem einzigen dieser äusseren Umstände.

1) Pringsh. Jahrb. für wiss. Botanik. Bd. II. pag. 371.

Diese Proportionalität, wenn sie bestände, wäre der wunderbarste Zufall, den die Wissenschaft kennt, um so wunderbarer wegen seiner unendlichen Allgemeinheit; denn, um nur einen Punkt hervorzuheben, wenn jene Proportionalität der Vegetationszeit zur Temperatur bestände, so würde unmittelbar daraus folgen, entweder, dass alle anderen Einflüsse als Null zu bezeichnen sind, oder aber dass eine unbegreifliche Compensation zwischen ihnen und den Temperaturschwankungen stattfände. Wenn es sich, was freilich nicht zu erwarten ist, durch genaue Beobachtungen bestätigen sollte, dass irgend ein Vegetationsprocess der Temperatur proportional sei, so müsste man dieses Ergebnis als ein völlig unbegreifliches, als ein wahres Wunder bezeichnen. u. s. f.<sup>1)</sup>“ Ich breche hier ab, muss aber den Leser bitten, den ganzen hier angeführten Abschnitt im Original weiter zu verfolgen. Immer kehrt der Gedanke wieder, Wachsthum und Temperatur könnten nicht proportional sein. Ich will nun zeigen, wie die Aufstellung des Boussinguault'schen Gesetzes in keiner Weise auf jene Proportionalität schliessen lasse.

Ein Punkt bewege sich auf einer Graden mit sehr wechselnder Geschwindigkeit, so dass in gleichen Zeiten die Orte I, II, . . . V erreicht werden, welche Orte wohldefinierte Entwicklungsphasen darstellen sollen, die bei

A — I — II — III — IV — V — B —

constanter Wärmesumme erreicht seien. Es werde etwa II bei einer Temperatur  $\theta$  erreicht in 2 Tagen. Alsdann

1) Aehnlich heisst es pag. 359: „Es schwinden die schönen Illusionen, die man sich in Bezug auf die Proportionalität zwischen Wachsthumsgeschwindigkeit und Temperatur“ gemacht hat.

fordert das Boussinguault'sche Gesetz, dass bei  $\frac{\theta}{2}$  das Stadium II in 4 Tagen erreicht sei. Wenn nun I am ersten, II am 2-ten Tage erreicht war, so wird bei  $\frac{\theta}{2}$  das Stadium I in 2 Tagen, und ebenso II in neuen 2 Tagen erreicht. Man sieht aber dass die Strecken 0 bis I und I bis II jede beliebige Grösse haben können. Nun kann letztere Strecke in viele kleinere von ungleicher Länge getheilt werden. Für jede Abtheilung könnte das Produkt  $\theta \cdot t$  constant sein, ohne dass diese Strecken bei constantem  $\theta$  einander gleich zu sein brauchen. Daher ist der Schluss, dass die Vegetations-Geschwindigkeiten den mittleren Temperaturen proportional sein müssten, ein völlig irriger. Erst wenn man das Wachsthum während unendlich kleiner Zeit sich vorstellt, folgt unter Umständen für ganz kurze Zeit jene Proportionalität. Um Missverständnissen vorzubeugen, will ich versuchen, in streng mathematischer Form das fragliche Problem darzustellen. — Was unter „Wachsthum“ zu verstehen sei, wird, wie ich meine, niemals quantitativ sich fassen lassen. Ich brauche in dieser Hinsicht nur an den umfangreichen und klar gefassten Abschnitt in Sachs's Pflanzenphysiologie zu erinnern <sup>1)</sup>. Immerhin dürfen wir mit einer den gesammten Vegetationsprocess darstellenden Grösse  $x$  das jeweilig vorhandene Entwicklungsstadium bezeichnen. Dieses unbekanntes  $x$  birgt in sich das Spiel aller Kräfte, wie sie in dem gegebenen Organismus auftreten mögen. Damit dieses  $x$  sich ändere, müssen gewisse äussere Bedingungen erfüllt werden. Diese letzteren sind die klimatischen Factoren, von welchen vorläufig nur die Temperatur und ausser dieser selbstverständlich die Zeit als variable Grössen angenommen werden. Alsdann kann die

1) Sachs „Lehrb. d. Bot.“ Leipzig 1874. pag. 741 ff.

Entwicklung als eine gewisse, völlig unbekannte, höchst complicirte Function von Temperatur und Zeit gedacht werden, so dass wir

$$x = F(\theta, t)$$

ansetzen dürfen. Das Boussinguault'sche Gesetz behauptet nun nichts mehr, als dass  $\theta$  und  $t$  unter dem Functionszeichen als Produkt verbunden seien, dass also  $x = F(\theta \cdot t)$  sei.

Unter Vegetationsgeschwindigkeit kann nun füglich nichts anderes verstanden werden, als der in der Zeiteinheit erreichte Fortschritt der Grösse  $x$ . Somit haben wir den Differentialquotienten  $\frac{dx}{dt}$  zu bilden, — und wir können das, wenn wir uns darauf besinnen, dass  $\theta$  eine beliebig gegebene Function der Zeit  $t$  sei. Setzen wir

$$\theta = f(t)$$

$$\text{so ist } x = F(f(t) \cdot t)$$

$$\text{folglich } \frac{dx}{dt} = \{t \cdot f'(t) + f(t)\} \cdot F'(f(t) \cdot t).$$

Da hier  $f(t) = \theta$ , so ist nicht einmal das in unendlich kleiner Zeit erfolgte Wachsthum proportional  $\theta$ . — Erst wenn wir die Annahme machen, dass momentan  $\theta$  constant sei, mithin im Augenblicke  $\tau$   $f'(\tau) = 0$ , erst dann folgt:

$$\frac{dx}{dt} = \theta \cdot F'(f(\tau) \cdot \tau).$$

Der Coefficient von  $\theta$  kann aber nach einiger Zeit schon ganz andere Werthe  $F'$  haben, und trotzdem folgt aus dem Boussinguault'schen Gesetz

$$x = F(\theta \cdot t),$$

dass Entwicklungsstadien  $x_1$  oder  $x_2$  je bei gleichen Wärmesummen  $\theta \cdot t$  erreicht werden. Der oben gezeigte logische

Fehler besteht in der Behauptung, es müsse durchaus  $x = a \cdot \theta \cdot t$  sein, während wie aus obiger Deduction folgt, das  $F$  eine unendlich complicirte Function sein dürfe. Damit schwinden denn alle jene von Sachs und Köppen angeführten Bedenken und angeblichen Ungereimtheiten<sup>1)</sup>. Wenn aber Sachs ferner sagt, aus dem Gesetze müsse auch folgen, dass alle anderen Einflüsse — Insolation, Feuchtigkeit etc. — gleich Null seien, so lässt sich zeigen, dass dieses weder im Boussinguault'schen Gesetz enthalten, noch jemals von irgend Jemandem behauptet worden sei. Bezeichnen wir alle übrigen klimatischen Factoren mit  $u, v, w$  etc., so lautet das Boussinguault'sche Gesetz

$$x = F(\theta \cdot t, u, v, w, \dots).$$

Soll nun dieselbe Phase  $x$ , bei einem gewissen Werthe von  $\theta \cdot t$  eintreten, so gilt die Annahme, dass  $u, v, w$ , in allen Fällen constant oder aber, bei Schwankungen dieser Grössen, von geringerem Einfluss als  $\theta$  seien. Anderenfalls hört das Gesetz auf zu gelten. Das wesentliche ist, dass vorstehend  $u, v, w$ , durch Kommata getrennt unter  $F$  auftreten, während  $\theta$  und  $t$  ein Product bilden. Die Wahrheit dieser Beziehung zu prüfen ist ein wichtiger Schritt, und bewährt sich der Ansatz, so ist es eben, wie Sachs sagt, ein höchst „wichtiger“ Fortschritt. Jeder funktionelle Ansatz zwischen anderen Grössen als  $\theta$  und  $t$ , ist gescheitert. Man versuche nur die Feuchtigkeit, Insolation oder

1) M. vergleiche l. c. pag. 373, wo sehr klar auseinandergesetzt wird, wie die Wirkung eines Temperaturgrades je nach der vorliegenden Entwicklungsphase ganz verschieden ist. Wenn Sachs aber hinzufügt, „es sei durchaus unmöglich, diese Thatsachen mit dem Boussinguault'schen Ausdruck zu vereinigen“, so hoffe ich in obiger Deduction den Irrthum dieser Behauptung aufgedeckt zu haben.

dergleichen in ähnlicher Weise zu verbinden, es zeigt sich nicht im Entferntesten eine analoge Constanz solcher Werthe für die Distanz zweier Phasen. Das Aufsuchen einer bestimmten Function  $F$  halte ich dagegen für ein ganz vergebliches Bemühen, und in diesem Sinne trat ich schon oben dem Versuch entgegen, Beziehungen zwischen Keimlängen, die angeblich das  $x$  repräsentiren, und Temperaturen aufzusuchen. Nur für beliebige festdefinierte Phasen kann eine Constanz für gewisse unter  $F$  gedachte Combinationen versucht werden.

Auch Linsser's Gesetz kann der obigen Form leicht angepasst werden. Nennen wir die Wärmesumme des gesamten Jahres  $Q \cdot T$ , so wäre zu setzen:

$$x = F\left(\frac{\theta \cdot t}{Q \cdot T}, u, v, w, \dots\right).$$

Die Constante  $Q \cdot T$  ändert sich von Ort zu Ort und demnach auch das für ein bestimmtes  $x$  erforderliche  $\theta \cdot t$ . Eine Erweiterung der Formel, durch Einführung eines Schwellenwerthes, werde ich später bringen, und will hier nur noch auf den Unterschied des Boussinguault'schen Gesetzes gegen die überall übliche Durchschnittsberechnung der beobachteten Data hinweisen. Bei der Methode der Wärmesummen hat man für die beobachtete Phase  $x$  die bezüglichen Producte  $\theta \cdot t$  zu nehmen, aus diesen ein Mittel zu bilden, und aus der vieljährigen Summe der mittleren Temperatursummen das Normaldatum zu berechnen. Denn die obige Gleichung gestattet ihre Umkehrung in die Form

$$\theta \cdot t = \varphi(x, u, v, w, \dots).$$

Um die Brauchbarkeit der Wärmesummen zu prüfen, giebt es nur ein Mittel. Man bilde den wahrscheinlichen Fehler des Mittels von  $\theta \cdot t$ , und sehe nach, ob derselbe einen Betrag habe, wie er durch Beobachtungs-

fehler und anomale Witterung zulässig erscheine. Bei der anderen Methode wo die Temperaturen bei Seite gelassen werden, bildet man den Mittelwerth aller Datumsangaben  $t$ . — Auch hier kann ein wahrscheinlicher Fehler ermittelt werden. Es zeigt sich, dass derselbe sehr viel grösser ausfällt, und bei lückenhaften Beobachtungen zu völlig irrigen, bisweilen absurden Resultaten führt, denn die Umkehrung der Gleichung führt hier auf  $t = \psi(x, \theta, u, v, w \dots)$ , und ausser  $u, v, w$ , muss auch noch  $\theta$  als nahezu constant oder wenig maassgebend angesehen werden, während die Erfahrung für eine Compensation von  $t$  und  $\theta$  spricht.

Phänologische Beobachtungen sind nämlich stets mit mehr oder weniger Lücken behaftet; wenn nun irgend eine Pflanze in einem warmen Jahre nicht beobachtet worden ist, so wird jener Mittelwerth zu hoch ausfallen, da in kalten Jahren alle Phasen sich verspäten. Um ein paar Beispiele entgegengesetzter Art anzuführen, fand ich für die Blüthezeit der *Rosa cinnamomea*:

1872 : 1. Juni,  
1873 : 19. „  
1875 : 19. „

woraus der Durchschnitt genau den 13. Juni ergäbe. Nun sind 1872 und 1873 warme Jahre, 1875 ein etwa normales, mithin muss die Annahme des 13. Juni als eines normalen Datums unrichtig werden. Statt dessen versuche man einen Tag mit einem gewissen Gewicht, entsprechend seiner Mitteltemperatur einzuführen, kurz die Wärmesumme zu bilden. Ich setze die Beobachtungen für *Sambucus racemosa* her, um an einem Beispiele die Methode der Wärmesumme mit der üblichen zu vergleichen.

Blüthe.	Wärmesumme.	Abweichungen		
		vom mittleren Datum. in Tagen.	von der mittleren Wärmesumme in Graden.	in Tagen.
1869 : 13. Mai	283	—11	—26	—2·6
1870 : 18. „	312	—6	+3	+0·3
1871 : 7. Juni	327	+14	+18	+1·8
1872 : 12. Mai	311	—12	+2	+0·2
1873 : 27. „	309	+3	0	0·0
1874 : 1. Juni	306	+8	—3	—0·3
1875 : 29. Mai	316	+5	+7	+0·7
Mittel 24. Mai	309 Gr.	8·4 Tage.	8·4 Grade.	0·8 Tage.

Die mittlere Wärmesumme 309 wird in normalen Jahren erreicht am 27. Mai. Ich halte diesen Werth für richtiger als jenes Mittel, den 24. Mai. — Die siebenjährigen Beobachtungen zeigen nämlich nur geringe Abweichungen von der Wärmesumme 309, der durchschnittliche Fehler derselben beträgt C.  $8\frac{1}{2}$  Grad, und vier Beobachtungen d. h. mehr wie die Hälfte stimmt, so gut wie völlig überein<sup>1)</sup>.“ Das fragliche Phänomen ist nach der Wärmesumme auf einen Tag genau ermittelt. Die dritte Columne giebt die Abweichung vom mittleren Datum nach Tagen, deren Mittel 8·4 Tage beträgt! Dieser Werth repräsentirt keineswegs den Fehler der Bestimmung, sondern etwas ganz anderes, nämlich die durchschnittliche Variabilität der stattgehabten Wärmeprocasse. Die Blüthezeit von *Sambucus racemosa*, so dürfen wir schliessen, variirt etwa um einen vollen Monat je nach der Witterung, die wahrscheinliche Datumsabweichung beträgt genau berechnet 6·7 Tage, d. h. um so viel vor oder nach dem

1) Die Uebereinstimmung wäre eine viel bessere, wenn wir das Jahr 1869 fortlassen wollten, wo eben erst die Beobachtungen organisirt wurden. Allein ich wage das nicht zu thun, weil 1869 ein exceptionell warmes Frühjahr hatte.

Normaldatum wird in der Hälfte der Fälle die Blüthe wirklich statthaben, ferner aber, wann sie auch in warmen oder kalten Jahren eintreten möge, stets wird die Wärmesumme 309 betragen mit einem wahrscheinlichen Fehler von genau berechnet nur 8.9 Grad, d. h. also in der Hälfte der Fälle wird die Wärmesumme zwischen 300 und 318 liegen, so dass durch letztere Zahlen für ein normales Jahr der fragliche Termin auf nur zwei Tage beschränkt wird.

Nachdem ich in ähnlicher Weise einige der am zahlreichsten beobachteten Phasen berechnet hatte, gewann ich die Ueberzeugung, dass trotz der noch mangelhaften Beobachtungsmethode doch hier eine sehr gute, ja unersetzliche Handhabe zur Fixirung gewisser Erscheinungen gegeben ist, und sollte ich versuchen, irgend etwas Besseres an Stelle der Wärmesummen namhaft zu machen, ich befände mich völlig in Rathlosigkeit.

Kehren wir zurück zu dem zuerst angeführten Beispiele. Es blüht die *Rosa cinnamomea* bei nachstehenden Wärmesummen:

Datum:	Wärmesumme:
1872 : 1. Juni	615
1873 : 19. "	684
1875 : 19. "	615
Mittel : 13. Juni	638

Es entspricht nun die W. S. 638 dem 20. Juni in normalen Jahren, mithin führt diese Zahl auf ein Datum, welches 7 Tage später eintritt, ja sogar ausserhalb der 3 oben verzeichneten Daten liegt. Das ist aber nicht auffallend, wenn notorisch drei relativ warme Jahrgänge vorliegen. Der w. F. nach den Wärmesummen ist zwar gross genug, er beträgt c. 26 Grad (für die einzelne Beobach-

tung<sup>1)</sup>, für das Resultat nur 16 Grad, allein es liegen auch nur drei Beobachtungen vor. Das mittlere Datum (der 13. Juni) besagt im vorliegenden Fall, wo lückenhafte Beobachtungen mitgetheilt sind, garnichts, wie auch die Variabilität nach Tagen von untergeordnetem Interesse erscheint. — Fallen zufällig die Lücken in warme Jahre, so wird das mittlere Datum zu hoch ausfallen, wie das *a priori* erwartet werden muss, sich aber durch das aus der Wärmesumme erschlossene Normal-Datum bestätigen lässt. Wir finden Folgendes für die Blüthe von *Amelanchier canadensis*:

Datum:	Wärmesumme:
1871 : 8. Juni	342
1873 : 31. Mai	363
1874 : 3. Juni	337
Mittel : 4. Juni	347

entsprechend dem 31. Mai!

Letzterer Werth hat zudem einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit, der wahrscheinliche Fehler des Resultates beträgt nur 8 Grad, während wiederum das Mittel: 4. Juni garnichts besagt. Zwischen Normal-Datum (aus der Wärmesumme) und mittlerem Datum fand ich so in der ersten Untersuchungsreihe (Tabelle A) Differenzen von + 4.5 bis — 6.7 Tagen, — später noch mehr.

An dieser Stelle scheint es mir geboten näher zu beleuchten, in welcher Weise von Phänologen jenem mittleren Datum meist eine ganz unverdiente Rolle zuertheilt wird. Hören wir zunächst Herrn Fritsch über die Constanten von Prag<sup>1)</sup>; er sagt wörtlich:

1) Denkschr. der Wien. Ac. Bd. XV. pag. 100.

„Der wahrscheinliche Fehler ist in der Weise bestimmt worden, dass ich die Abweichungen des Datums der einzelnen Jahre von dem mittleren Datum aller Jahre bestimmte und die Summe derselben ohne Rücksicht auf die Zeichen durch  $n-1$  dividirte und den Quotienten mit 0.85 multiplicirte.“ Und weiter findet Fritsch auf diese Weise angeblich den „mittleren“ wahrscheinlichen Fehler:

bei der Blattentwicklung	3.6	Tage	im Mittel v. 79	Arten
Blüthe	3.5	„	„	80
Fruchtreife	5.5	„	„	52
Laubfall	6.0	„	„	75

und schliesst hieran die Bemerkung: „Die Bestimmung der Zeiten des Blühens und Belaubens ist demnach fast noch einmal so sicher, als jene der Fruchtreife und des Laubfalles.“

So geht die Discussion fort, Fritsch hält für den wahrscheinlichen Fehler, was normale Variabilität genannt werden müsste, die angenähert ermittelt wurde, in an sich ungleichen Tagwerthen. Aus diesen vermeintlichen wahrscheinlichen Fehlern will Fritsch sogar erschliessen, ob diese oder jene Phase von der Beobachtung auszuschliessen sei! Dann tritt wieder hervor, dass hier zwei grundverschiedene Dinge mit einander vermischt werden, denn es heisst: Obige Resultate dürfen die Zweckmässigkeit meiner in Prag angewendeten Beobachtungsmethode darthun und zwar um so mehr, als die Fehler, welche aus dem anomalen Gange der Witterung in den einzelnen Jahren herrühren, mit den Beobachtungsfehlern concurriren und diese sehr wahrscheinlich vergrössern.“ Wenn weiterhin Fritsch fordert, man solle sich Rechenschaft ablegen über

den wahrscheinlichen Fehler, so ist schwer einzusehen, was denn hier aus demselben geschlossen werden sollte. Man wird eben nach seiner Methode stets Anomalieen von durchschnittlich etwa 4 bis 8 Tagen oder mehr finden, nicht der geringste Schluss wird aber aus dieser Grösse auf die Brauchbarkeit der Beobachtung zu ziehen sein. Auf pag. 121 l. c. sind die angeblichen „mittleren Fehler“ 5 bis 25 Tage gross! Diese Citate dürften genügen um zu erweisen, dass es nachgerade Zeit ist, die zuerst von Boussinguault vorgeschlagene Methode fallen zu lassen<sup>1)</sup>.

Uebrigens finde ich auch bei Fritsch Andeutungen, die, im stricten Widerspruch zum Vorigen, mit meiner Deduction völlig congruiren, wenn er sagt<sup>2)</sup>: „Es ist nothwendig, ein empirisches Verfahren anzuwenden und bei der Summirung der Temperaturen vorläufig von einer Reihe von Zeitpunkten auszugehen und zu sehen, für welche derselben die Summe der Temperaturen in den einzelnen Jahren am wenigsten von einander abweichen.“ Dem folgt ein instructives Beispiel über *Corylus Avellana*, wo der 21. Dec. als bester Ausgangspunkt sich ergibt.

Nach meiner Erfahrung kann ich die Berechnung nach Wärmesummen zunächst nur für Lignosen empfehlen, da ich sie für Stauden noch nicht geprüft habe. Jedenfalls würden für letztere, falls die Wärmesumme nicht nahe constant wäre, die Datumsmittel immer nur ein kärgliches Surrogat bilden, das höchstens bei lückenlosen Beobachtungen angewandt werden dürfte.

Fritsch vertritt später die schlichte Wärmesumme

1) Boussinguault „traité d'économie rurale pag. 658 und Denkschr. d. Wien. Acad. Bd. XV., pag. 129.

2) Denkschr. d. Wien. Acad. Bd. XV. p. 132.

vom 1. Januar an, und argumentirt (pag. 170) durchaus, wie mir scheint, richtig für diesen „künstlichen“ Anfangspunkt, aber — schon auf derselben Seite fordert er, man solle „den mittleren Tag einer Phase“ bestimmen, und dann die zugehörige Wärmesumme aus der mitgetheilten Tafel mittlerer Summenwerthe entnehmen.<sup>1)</sup> Ich halte diese Methode für unrichtig, vielmehr sollte zu jedem beobachteten Datum die zugehörige Wärmesumme desselben Jahres verzeichnet, aus diesen Summen für mehrere Jahre der Durchschnittswerth gewonnen und endlich aus der Tafel der mehrjährigen mittleren Wärmesumme das entsprechende normale Datum entnommen werden<sup>2)</sup>.

1) Dass auch Linsser so rechnet (cf. l. c. Zweite Abh. pag. 22 und pag. 62), liegt wohl nur daran, dass ihm die Fülle des Stoffes ein Zurückgehen auf die Originaltemperaturen der einzelnen Jahre unmöglich machte. In Folge dessen wird man nicht unbedeutende Fehler voraussetzen müssen.

2) In diesem Sinne scheint mir der auf S. 172 ff. der Denkschr. Bd. XV. gegebene Kalender verbesserbar, ja unrichtig und die in Klammer gesetzte in erster Rubrik angeführte Zahl von Tagen ist kein „Fehler“, sondern ein Maass der vorgekommenen Datumsschwankung, daher die Discussion p. 179 mir hinfällig erscheint. Anders verfährt Fritsch später. Im Bd. XXI. v. Jahre 1863 der Denkschr. p. 80 werden wirklich Mittelwerthe aus Wärmesummen gebildet, es fehlt nur noch das Aufsuchen des normalen Datums anstatt jenes „mittleren“. Vergleiche ich die Resultate dieses Kalenders, das „mittlere“ Datum mit der mittleren Wärmesumme, und halte dagegen die Tabelle in Bd. XV. pag. 170 und 171, so vermag ich keine Uebereinstimmung der Angaben zu entdecken. (Beispiel: Nr. 4 Phalaris arundinacea W. S. 824·4 entspr. d. 7. Juni, dagegen das mittlere Datum 10. Juni  $\pm 1$  u. s. w. Auch die Annahme, in Bd. XV., sei das Celsius-therm. verwandt, hebt nicht die Widersprüche auf, die Constanten in Bd. XXI. unter  $\Sigma$  scheinen nicht im Einklange mit der Summentafel in Bd. XV. Endlich in Bd. XLIII der Sitz. Ber. d. Wien. Acad. pag. 94 trägt die I. Columne die Ueberschrift „Normalmittel“ statt „Mittleres Datum“, die II. Columne „Wahrscheinlicher Fehler in Tagen“ statt „normale mittlere Abweichung“. Die Anzahl der Beobachtungen wechselt stark, zwischen 3 und 9 Jahren, mithin sind sie lückenhaft. Die letzte Columne indess lehrt, dass der wahrscheinliche Fehler der Wärmesumme sehr klein ist, so dass meisst auf den Tag genau das „normale“ Datum sich angeben liesse, wie das Fritsch selbst hervorhebt (pag. 98). Beispielsweise Ribes nigrum (aus 5 Jahren) w. F 3·3 Grade, das Datummittel angeblich auf 3 Tage sicher! Leider ist dieser Abhandlung die Tabelle über die Wärmesumme des Jahres nicht beigelegt.

## II. Berechnung der Dorpater Lignosen über der Schwelle 0, und Vergleich mit Linsser's Constanten.

Beider Berechnung der Lignosen Dorpats fand ich sofort, dass das Gesetz constanter Wärmesummen einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit habe, und selbst da, wo es nicht recht zu passen schien, sei es nun dass die Beobachtungen zu mangelhaft, oder die Definitionen zu vage waren, ich hätte selbst in diesen Fällen keine bessere Methode der Rechnung an die Stelle setzen können; besagt doch die Grösse des wahrsch. Fehlers sofort, in welchem Grade unsicher das Resultat sei.

Von den mitgetheilten Beobachtungen habe ich zwei Rubriken „Blätter vollständig entfaltet“ und „Völlig entlaubt,“ fortgelassen, erstere, weil sie mir zu vage erschien, letztere, weil sie zu viel Lücken aufwies, so dass ich mich auf 8 Phasen beschränkte, wie sie in der angehängten Tabelle A verzeichnet sind. Vom J. 1874 an fand ich nur die vier ersten Rubriken vor, trotzdem nahm ich alle Beobachtungen auf, selbst wo nur in einem Jahre eine Angabe vorhanden war, werde aber die Kritik hauptsächlich auf die drei ersten Rubriken hinlenken.

In der ersten Rubrik (Tab. A) findet man die durchschnittliche Wärmesumme nebst wahrscheinlichem Fehler der einzelnen Beobachtung nach der Formel  $0\cdot67 \times \sqrt{\frac{\sum d^2}{n-1}}$  berechnet, dann die Umsetzung der mittleren Wärmesumme nebst w. F. ins normale Datum, so zwar dass Anfang und Ende des durch den w. F. bedingten Spielraumes angegeben wurden. Wenn beispielsweise in IV es heisst die Vollblüthe von *Sambucus racemosa* habe  $361 \pm 9$ , 31. Mai — 2. Juni,

so heisst das, die mittlere Wärmesumme sei 361, und diese Zahl entspricht normal dem 1. Juni, die Gränzwerte aus dem Fehler  $\pm 9$  geben 352 und 370, dem 31. Mai und 2. Juni angehörig, d. h.: Es ist gleich wahrscheinlich, dass jene Phase in normalen Jahren zwischen die genannten Grenztage fällt, wie ausserhalb derselben. Obwohl der w. F. des Resultates ein weit geringerer ist, so zog ich es doch vor nicht nach der Formel  $0.67 \sqrt{\frac{\sum d^2}{n \cdot (n-1)}}$  sondern nach  $0.67 \sqrt{\frac{\sum d^2}{n-1}}$  den w. F. der Einzelbeobachtung mitzutheilen, und zwar aus folgenden Gründen:

Soll die Methode den Werth der Formel darthun, so gilt es zunächst die persönlichen und die durch mangelhafte Definition bedingten Fehler von den Abweichungen vom Normalwerth zu trennen, die zufolge naturgemässiger klimatischer Unbeständigkeit bedingt sein mögen. In heissen dürrer Jahren scheint ein Gegensatz zu kühlen trockenen aufzutreten. Mag nun die Anzahl der Beobachtungsjahre beträchtlich wachsen, die letzterwähnten Abweichungen werden stets beharren und sich relativ zur Gesamtzahl wohl nicht vermindern, dagegen werden jene Beobachtungs-Fehler sich immer mehr ausgleichen, so dass für eine grosse Anzahl von Jahren der wahrsch. Fehler ein Maass der normalen Abweichungen abgeben, und daher von besonderer Bedeutung sein wird. Mit der steigenden Anzahl von Jahren wird aber der w. F. des Resultates immer kleiner werden müssen und ein Kriterium abgeben für die Brauchbarkeit des Gesetzes constanter Wärmesumme. Leider lagen mir nur 7 Jahrgänge vor, daher ich auf die erstere Aufgabe vorläufig grösseres Gewicht legen musste. Ich verkenne aber nicht, dass im Interesse pflanzengeographischer Studien der w. F. des Resultates

maassgebend sein wird. Nur für die III Rubrik, für den Blüthebeginn werde ich später die letztgenannte Form wählen, um einen Vergleich mit Linsser's Constanten anzustellen.

Was die Aufsuchung des Normal-Datums betrifft, so liegt noch eine formale Schwierigkeit vor. Man kann nämlich das 10-jährige Mittel in verschiedener Weise bilden. Entweder man nimmt die 10-jährigen Temperaturmittel und summirt dieselben, oder man nimmt für jeden Tag die mittlere Wärmesumme aus den 10 für diesen Tag vorliegenden Wärmesummen. Letztere Zahl muss grösser sein als jene, weil in den einzelnen Jahren statt eines vorkommenden negativen Mittels der Werth 0 genommen ward, während dieselben im 10-jährigen Mittel mitwirken. Der Unterschied ist insofern von wenig Belang, als das festzustellende Normal-Datum einem völlig ideellen Werthe entspricht. Der Wärmesummenbetrag ist das einzig entscheidende, solange nicht verschiedene Orte unter einander verglichen werden sollen. — Ich habe nach der Summe der 10-jähr. Mittel das Normaldatum gebildet, in der Meinung, mehr Conformität im Interesse der Prüfung des Linsser'schen Gesetzes zu erreichen. Indessen halte ich das andere Verfahren vielleicht für das richtigere. Es wird dasselbe später bei Untersuchung der Schwellenwerthe vollauf zur Geltung kommen.

Die Beurtheilung vorliegender Tabelle A kann in verschiedener Rücksicht geschehen. Wie schon erwähnt, läge es im Interesse der Pflanzengeographie, die Beobachtungen über alle Species der Flora auszudehnen. Im Interesse klimatologischer Untersuchung stünde hingegen nichts im Wege, jedes widersprechende Object auszuschliessen. — So lange aber über die auftretenden bisweilen recht grossen Abweichungen keine deutlichen Indicien vorliegen halte ich

es für geboten, in streng systematischer Methode alle Beobachtungen zu berücksichtigen. Wenn erst für einen Ort Constanten vorliegen, wird es dem Beobachter, dem solch ein erster Versuch eines phänologischen Kalenders zugänglich ist, leichter werden aufgeworfene Fragen zu beantworten.

Nur einzelne nicht einheimische Gewächse, wie *Phellodendron amurense*, welches oft garnicht blüht, dessen junge Triebe im Winter meist erfrieren, glaube ich ausschliessen zu müssen. Auch *Daphne altaica* könnte fortgelassen werden. Die Blüthe von *Abies excelsa* erscheint sehr unregelmässig, nach der Wärmesumme beurtheilt, wovon vorläufig allein die Rede ist.

Um die Grösse der auftretenden w. F. beurtheilen zu können, sind dieselben innerhalb gewisser Grenzen in Gruppen geordnet worden. Will man die Fehler nach Tagen schätzen, so ist zu bedenken, dass die letzteren verschiedenes Gewicht haben je nach der Jahreszeit. Um ungefähr dieses Gewicht schätzen zu können, wurde berechnet dass nach der hier vorliegenden Auswahl von Lignosen die Zeit der Knospung im Durchschnitt auf die Wärmesumme 129 fällt, entsprechend dem 8. Mai, während die Blüthe auf 390 führt, entsprechend dem 3. Juni. — Da nun jede einzelne Beobachtung in der Angabe eines Datums besteht, so dürfte a priori ein Fehler von einem Tage zuzulassen sein, solch ein Tag hätte am 8. Mai, im Mittel den Wärmesummenzuwachs von 8 Grad, dagegen am 3. Juni c. 13 Grad. Von diesem Gesichtspunkte aus sind meist für die Blüthe relativ grössere Fehler zulässig, im Verhältniss von 13 zu 8. — Im Herbst wird das Gewicht eines Tages = 3 und = 2. — Ich setze für alle 8 Rubriken die Werthe her.

**Durchschnittlicher Termin der acht beobachteten Phasen an Lignosen, nebst entsprechenden Wärmesummen und Temperaturmitteln, behufs Schätzung des Wärmegewichtes eines Tages.**

P h a s e.		Durchschnitt der Wärme- summen.	Entsprechendes Datum.	Tages- gewicht.
N <sup>o</sup>	Bezeichnung.			
I.	Knospung . .	130	8. Mai	8 Grad
II.	Belaubung . .	213	17. "	9 "
III.	Erste Blüthe.	390	3. Juni	13 "
IV.	Volle "	467	8. "	14 "
V.	Erste Reife .	1531	11. Aug.	17 "
VI.	Volle "	1785	27. "	14 "
VII.	Laubfall . . .	2215	9. "	3 "
VIII.	Völliger Ibf.	2272	19. "	2 "

Hiernach ist es klar, dass jegliche Fehlerbestimmung nach Tagen, wobei letztere als gleichwerthige Einheiten gefasst worden sind, zu ganz illusorischen Resultaten wird führen müssen.

Nachstehend findet man die w. F. ihrer Grösse nach geordnet, wie die Ueberschriften andeuten.

**Anzahl der wahrscheinlichen Fehler der Einzelbeobachtung, und deren Vertheilung innerhalb der 4 ersten Rubriken der Haupttabelle, sowie der Rubriken IX. und X.**

Grenze, innerhalb deren der w. F. liegt. Wärme- summengrade.	I.	II.	III.	IV.	IX.	X.
	Knospung (Tages- werth 8).	Belaubung (Tages- werth 9).	Erste Blü- the (Tages- werth 13).	Volles Blü- then (Tages- werth 14).	II-I.	IV-III.
0—10	1	2	8	6	6	8
10—20	25	24	20	15	19	17
20—30	19	21	14	12	10	9
30—40	5	7	5	13	3	6
40—50	2	2	3	4	2	4
50—60	1	0	0	2	1	2
60—70	0	1	1	1	0	1
70—80	0	0	2	0	0	0
80—90	0	0	2	0	0	0
90—100	0	0	1	1	0	0
Summe 0--100	53	57	56	54	41	47

Bei weitem die meisten Fehler liegen zwischen 10 und 20, dann 20 und 30 Grad, dabei ist wohl zu beachten, dass es sich um Fehler der Einzelbeobachtung handelt, denn die Resultate erscheinen weit sicherer; also ein Fehler von 1 bis 3 Tagen entspricht etwa den allermeisten Beobachtungen. Das erscheint mit Beachtung aller Umstände ein durchaus zu Gunsten der constanten Wärmesumme sprechendes Resultat. Fehlte doch in Dorpat noch viel an der Conformität der Beobachtung, und stand doch andererseits zu erwarten, dass eine Abweichung von 2 bis 3 Tagen oder allgemeiner von etwa 10 bis 30 Graden möglichenfalls zu den normalen gehören. Ob in einer grösseren Reihe von Jahren der w. F. der Einzelbeobachtung sich vermindert, wird erst die Zukunft lehren.

Um eine Vorstellung von der relativen Grösse der w. F. zu erhalten, versuchte ich für jede Rubrik Durchschnittswerthe zu berechnen. Hiebei war es selbstverständlich geboten, alle Beobachtungen fortzulassen, wo nur ein Werth in 7 Jahren angegeben war. Um nicht noch weitere unsichere Grössen auszuschliessen, wurde jedem w. F. ein der Anzahl der entsprechenden Beobachtungen gleiches Gewicht ertheilt. Es ergab sich folgendes:

**Schätzung der durchschnittlichen absoluten und der relativen wahrscheinlichen Fehler, erstere in Wärmesummegraden.**

Phase.	Anzahl von Einzelbeobachtungen.	Summe der w. F. mit Rücksicht auf deren Gewicht.	Absoluter Durchschnittlicher w. F.	Durchschnittlicher Wärmesummebetrag.	Relativer w. F. in Bezug auf die W. S	Relativer w. F. in Bezug auf die Gesamtwärmesumme.
I. Kn.	256	5843	22·7	130	0·175	0·01
II. Bel.	272	6049	22·3	213	0·105	0·01
III. E.Bl.	254	5916	23·3	390	0·059	0·01
IV. V.Bl.	258	7334	28·8	467	0·062	0·01
V. E.R.	33	3185	96·5	1531	0·063	0·04
VI. V.R.	34	3394	99·8	1785	0·056	0·04
VII. L.	80	11593	145·0	2215	0·065	0·07
VIII. V. L.	93	15472	166·3	2275	0·073	0·08

Der absolute durchschnittliche Fehler der 3 ersten Phasen ist nahe gleich gross, gegen 23 Grad, ein Betrag, den ich nicht für zu gross erachte, um das zu prüfende Gesetz als unbrauchbar zu verwerfen. Der Fehler der IV. Phase ist, absolut, ein wenig grösser; auf Tage reducirt, bedeutend kleiner als in I und II. Weiterhin wachsen die Fehler mit zunehmender Jahreszeit, und werden recht hoch, allein mir scheint, als müsse der absolute Betrag der bezüglichen Wärmesumme beachtet werden. Die vorletzte Columne lehrt, dass die procentische Abweichung sich nicht ungünstig gestaltet, im Gegentheil erscheinen hier I und II am ungünstigsten. — Das procentische Verhältniss ist in der That von Belang, denn die oft erwähnten normativ zu erwartenden Abweichungen werden um so grösser sein, je später die beobachtete Phase eintritt. Der procentische Werth der Fehler scheint darauf hinzuführen, dass selbst Fruchtreife und Entlaubung sich mittelst der Wärmesumme handhaben lassen werden. Fritsch und A. haben sich dahin geäussert, dass die Entlaubung nicht nach dieser Methode berechnet werden dürfte, da diese Phase meist durch plötzlich eintretenden Frost bedingt werde<sup>1)</sup>. Will man dieser Anschauung beipflichten, so wird nichts übrig bleiben, als mittlere Data zu bestimmen, und auf die Ermittlung normaler Data zu verzichten. Jene Data aber werden wenig bedeuten, zumal wenn alle frühzeitig eintretenden Winter ausgeschlossen werden, wie solches empfohlen wird. Ich zöge es für mein Theil vor, statt des Laubfalles andere Phasen der Beobachtung zu unterziehen, wie solche für den Herbst von Spring vorgeschlagen werden<sup>2)</sup>.

1) Sitz. Ber. der Wien. Acad. Bd. XLIII. pag. 104.

2) Cf. Denkschr. d. Wiener Acad. Bd. XV. pag. 104 und pag. 105 sub Nr. 4 und Nr. 7.

Die hohen Procentfehler für I und II dürfen nicht irre machen weil der absolute Betrag der Wärmesumme klein, mithin die Unsicherheit des Ausgangspunktes der Zählung in hohem Grade sich geltend machen muss. Wir werden deshalb gerade die ersten drei Phasen einer anderweitigen Prüfung unterziehen.

Da ich bemerkt, das recht oft bei zu kleiner Wärmesumme in I, dieselbe auch in II zu klein ausfiel, desgleichen III und IV oft in ihren Abweichungen übereinzustimmen schienen, so war es geboten, die Differenz von I und II, resp. von III und IV zu bilden, nicht aber die Differenz der resultirenden wahrscheinlichen Fehler, sondern vielmehr in völlig erneuter Untersuchung die Differenz jeder Originalbeobachtung von I und II in demselben Jahre zu notiren, und alsdann Durchschnittswerthe für den absoluten Betrag der „Dauer der Belaubung“ sowie der „Blüthendauer“ (bis zur vollen Blüthe) in Wärmesummengraden zu berechnen. Die Mittel aus diesen selbstständig gebildeten Differenzen findet man in Col. IX und X der angeschlossenen Tafel A — In gleicher Weise wie vorhin, (pag. 286) wurden nun die durchschnittlichen wahrscheinlichen Fehler berechnet. Wir finden resp. 20·0 und 22·9 Grad, für beide also freilich nur sehr wenig kleinere Fehler, als in den Phasen I bis IV. (pag. 286). — Dieses spricht dafür, dass der Anfangspunkt der Zählung in jedem Jahre einer Correction unterworfen werden könne, so dass der w. F. einer jeden der Phasen I bis IV sich verminderte, freilich nur um einen sehr geringen Betrag, während IX und X unverändert bleiben.

Auch für die ebenbesprochenen Differenzen wurden die w. F. nach ihrer Grösse gruppirt. Die beiden letzten Columnen auf der Tabelle A lehren, dass für die Differenz

die w. F. sich günstiger vertheilen, offenbar weil eben der Fehler der Anfangspunkte eliminirt ist. Kehrt man zur Haupttabelle A zurück, so bemerkt man, dass alle früh eintretenden Phasen, bei denen also die absolute Wärmesumme klein ist, einen weit geringeren w. F. aufweisen in Col. IX als in I und II (so bei Nr. 3 *Aesc. Hipp.* Nr. 48 *Daphne Mezereum*, Nr. 24 *Larix dahur.* und Nr. 25 *Larix europaea*, Nr. 29 *Lonic. Xylost.*, auch Nr. 30 *Phellod. amur.*, Nr. 35 *Pirus Malus*, Nr. 44 *Rhamnus cathart.*, Nr. 46 *Ribes alpinum*, Nr. 48 *Ribes Grossularia*, Nr. 68 *Viburnum Lantana*.) Eine eingehende Prüfung dieser Pflanzen dürfte Aussicht gewähren, über den Anfangspunkt der Zählung Aufschluss zu erhalten. Indess giebt es hiezu direktere Hülfsmittel, zu denen wir bald übergehen werden.

In den beiden letzten Columnen der Haupttabelle A wurde, zur Prüfung des Linsser'schen Gesetzes der constanten Aliquoten der Gesamtwärmesumme, dieser Betrag für Dorpat ermittelt und zwar für die Phasen der Col. II, III und V, hier indessen ward nur II und V verzeichnet, da später die Phase III, die der ersten Blüthe, eingehender behandelt werden soll. Es wurde also in XI und XII für Dorpater Lignosen die Aliquote nebst w. F. verzeichnet, daneben Linsser's Werthe für Europa. Die Uebereinstimmung ist grossentheils eine ausgezeichnete. Nahe die Hälfte aller Species stimmt bis auf weniger als 1% überein, nämlich 20 von 45 Beobachtungen, und 32 von 45, also etwa 71%, bis auf weniger als 2%. Sehr viel schlechter fällt die Fruchtreife aus, bei der nur 3 Species unter 25 bis auf weniger als 1%, dagegen 15 von 25 bis auf weniger als 10% übereinstimmen, während 10 von 25 um mehr als 10% differiren. Vielleicht ist das zum Theil den noch mangelhaften Definitionen, dann auch der oft sehr

geringen Anzahl von Beobachtungen zuzuschreiben. Ausserdem ist eine Constanz wegen späterer Jahreszeit weniger zu erwarten. (Die relativen Abweichungen stellen sich hier günstiger heraus<sup>1</sup>). Auf Grund des vorliegenden Dorpater Materials wage ich keine Entscheidung zu Gunsten des Linsser'schen Gesetzes zu treffen, möchte aber nicht unerwähnt lassen, dass die Aliquote für diejenigen Species, die hier so ziemlich an der nördlichen Grenze ihres geographischen Verbreitungsbezirks stehen, für Dorpat stets zu hoch ausfällt, wie bei *Evonymus europaeus*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus Cerasus* und *domestica*, *Quercus pedunculata*, drei Ribesarten, *Rubus idaeus*, freilich auch *Syringa vulgaris*. Am

1) Nachstehend die Uebersicht derj. Species, die für die Belaubung unter einem gewissen Procentsatz übereinstimmen mit Linsser's Werthen:

0—1%	1—2%	2—3%	3—4%
Nr. 3 Acer platanoides 5 Alnus glutinosa 8 Amygdalis nana 9 Berberis vulgaris 12 Cotoneaster nigra 17 Corylus Avellana 21 Fraxinus excelsior 34 Pirus communis 35 Pirus Malus 36 Populus alba 40 Prunus Cerasus 41 Prunus domestica 48 Ribes Grossularia 49 Ribes nigrum 50 Ribes rubrum 55 Salix acutifolia 57 Sambucus nigra 62 Syriuga chinensis 64 Syriuga vulgaris 65 Tilia grandifolia	Nr. 14 Caragana arborescens 22 Hippophaë rhamnoides 23 Juglans cinerea 29 Lonicera Xylosteum 31 Philadelphus coronarius 43 Quercus pedunculata 44 Rhamnus cathartica 46 Ribes alpinum 59 Sorbus aucuparia 66 Tilia parvifolia 68 Viburnum Lantana 69 Viburnum Opulus	Nr. 4 Aesc. Hippoc. 16 Cornus alba 19 Daphne Mezereum 20 Evonymus europaeus 25 Larix europaea 28 Lonicera tatarica 42 Prunus Padus 58 Sambucus racemosa 67 Ulmus montana	Nr. 10 Betula alba 39 Populus tremula 51 Rosa cinnam. 61 Spiraea sorbifolia

Auffallend ist es, dass Arten wie Nr. 42, 58, 67, die in Dorpat bei sehr constanter Wärmesumme beobachtet werden, hier in III. Stelle auftreten. Uebrigens darf nicht übersehen werden, dass die Uebereinstimmung weniger günstig, wenn man die relativen Abweichungen bildet, d. h. jede Abweichung mit der eigenen Aliquote vergleicht, was hier zu weit führen dürfte.

besten stimmt die früh reifende *Ulmus montana* und *Sambucus racemosa* (beide auf 4 pro mille) und *Caragana arborescens* (auf 1<sup>o</sup>/<sub>o</sub>). *Betula alba*, die hier durchaus einheimisch, reift früher als nach Linsser's Mittelwerth.

Wir verlassen diese Zahlen, in der Hoffnung, dass in der Zukunft von einer Verbesserung der Beobachtung und Ausschluss ungeeigneter Species, bessere Entscheidung zu erwarten steht, und wenden uns noch eingehender zur Discussion der Abweichungen der drei ersten Columnen, bei denen die zahlreichsten und schärfsten Beobachtungen vorliegen, um etwas über die „Gränztemperatur,“ d. h. den Zählungsanfang zu erschliessen.

Schon früher wurde erwähnt, dass in einigen Jahren das Auftreten positiver, in anderen negativer Abweichungen, vom Mittel vorzuwalten schien. Das veranlasste die nachfolgende Untersuchung, die ich mittheile, da ich hoffen darf dieselbe in methodischer Hinsicht auch anderen Forschern empfehlen zu dürfen. In eine Tabelle wurden alle Abweichungen eingetragen und Mittelwerthe gebildet, die offenbar geeignet sein müssen, den Fehler des Anfangspunktes oder aber — die Abnormität des Jahres, wenn nicht richtiger beides ungetrennt zusammen darzustellen. Ich konnte um so eher hoffen, den Anfangsfehler zu finden, als unter den Jahren 1869 bis 1875 sich nur eines, nämlich 1874, befand, welches einigermaßen durch Dürre sich auszeichnete, was übrigens nach anderen Forschern die Lignosen nicht aufhalten soll.

Wurden in bezeichneter Art die Mittel gebildet, so ergab sich eine Reihe von Werthen, wie sie in Col. 1. 2 und 3 der nachstehenden Tabelle verzeichnet sind. Das Mittel aus diesen ward in Col. 4 aufgenommen. Diese Werthe müssen befreit sein von den specifischen Fehlern einer jeden



vom Mittel dieser Monate verzeichnet. Die nachbleibenden w. F. sind in der letzten Zeile notirt, man merkt kaum einen Unterschied von Belang. Es bleiben die Resultate bis auf etwa einen Tag genau, und es wären dieselben günstiger ausgefallen, wenn offenbar schlechte Beobachtungen hätten ausgelassen werden können. Wenn die Zählung vom 1. Januar den w. F. auf  $+ 10.6$  erhöht, so muss ich doch bemerken, dass die Wahrscheinlichkeitsrechnung stets mit Reserve und Vorsicht angewandt sein will. Während die Fehler der ersten Jahre stark vermindert sind, ist es das Jahr 1875 allein, welches diesen hohen w. F. bedingt<sup>1)</sup>. Aus vorstehender Uebersicht wäre zu schliessen, dass im vorliegenden Falle die angewandte Methode keine endgültige Entscheidung bringt, dass andererseits aber auch man keine Fehler von Bedeutung begehen wird, wenn, conform mit dem Verfahren an anderen Orten der 1. Januar als Zählungsanfang angenommen wird, so zwar, dass nur positive Temperaturen gelten. Am liebsten nähme ich das Datum des vieljährigen Minimums der Temperatur, also bei uns den 26. Januar. Ich habe auch noch den 1. December als Anfang geprüft, und eine bedeutende Verschlimmerung der Abweichungen gefunden, der w. F. stieg auf  $+ 15.6$ .

So sehr ich bedaure, dass die vorliegende Untersuchung nicht zum Ziele führte, so kann ich mich doch der Hoffnung nicht verschliessen, dass auf dem hier betretenen Wege unter günstigeren Bedingungen eine Lösung der gestellten Probleme sich ergeben werde. Nur gilt es, mit erneuter Kraft an die Aufgabe heranzutreten, die Beobach-

1) Man erwarte nicht, dass die Summe der positiven Abweichungen gleich der der negativen in ein und derselben Columne sei, das solches wohl für jede Species der Fall war, nicht mehr aber für die Mittelwerthe, da die Beobachtungen sehr lückenhaft waren.

tungsmethoden zu verbessern, für Conformität in verschiedenen Jahren zu sorgen und namentlich die Definition der Phasen zu verschärfen. Im Laufe des vergangenen Frühjahrs bin ich unter Mitwirkung meines Freundes Professor E. Russow an die Arbeit gegangen, über deren Resultate erst später an einer anderen Stelle berichtet werden soll. Auch über die Frage, ob und in wie weit nach einem und demselben Schema sämtliche Lignosen beobachtet werden können, und ob einzelne Species ganz fortzulassen wären, behalten wir uns nähere Ausführungen vor. Der von Spring<sup>1)</sup> gemachte Vorschlag, wenige Pflanzen nach vielen Phasen zu beobachten, viele Pflanzen dagegen nach der Blüthezeit allein, verdient auch näher erwogen zu werden.

Kehren wir nun zu einer specielleren Behandlung der ersten Blüthezeit zurück, die allgemein als bestdefinierte Phase anerkannt wird. In der angehängten Tabelle B ward unter Col. 3 die Nummer nach Linsser's Katalog<sup>2)</sup> gegeben. Die Ueberschriften geben die Bedeutung der Zahlen an. Col. 9 bringt das mittlere Datum aus allen beobachteten Daten, eine Zahl, die häufig und meist allein mitgetheilt wird, die aber nach meiner Ansicht unzuverlässig und daher nur von geringerem Werth ist, daher ward in Col. 10 der durch diese unrichtige Methode bedingte Fehler mitgetheilt (in Tagen mit einer Decimale). Col. 11 bringt Bemerkungen über Abweichungen vom Linsserschen Gesetz, die den Zusammenstellungen Linsser's entnommen sind.

Der w. F. in Col. 5 lässt einige Species oder — Beobachtungen unbrauchbar erscheinen, während bei weitem

1) Denkschr. der Wiener Akad. Bd. XV, pag. 101.

2) Bull. der Acad. d. Wiss. zu St. Pet. Bd. XIII, Nr. 8, pag. 64.

die meisten Species ein Resultat geben, dem gemäss die Wärmesumme auf weniger als 8 Grad, d. h. etwa auf einen Tag genau bestimmt ist. — Ganz unbrauchbar erscheinen *Berberis vulgaris*, wo ich einen Druckfehler im Original vermuthete, da angeblich im kalten Jahre 1871 am 31. Mai, im warmen Jahre 1872 am 30. Mai die Blüthe begonnen haben soll, entsprechend den Wärmesummen 248 und 576! — Ferner erscheint *Daphne altaica* mit dem colossalen Fehler  $\pm 63.5$ , *Cotoneaster nigra* mit  $\pm 47.1$ , letzteres wohl auch durch Druckfehler verunstaltet. — Bei diesem, sowie bei *Crataegus monogyna* schienen sehr verschieden geartete Individuen beobachtet worden zu sein, wie ich solche im botanischen Garten dahier schon kennen lernte. Endlich muss *Phellodendron amurense*, mit nur 3 Beobachtungen bei Seite bleiben. Die Reihenfolge entspricht hier dem absoluten Betrage der Col. 5, mithin auch dem Datum in Col. 6. Der w. F. in Col. 7 erreicht nirgends 1% der Gesamtwärmesumme, die Aliquoten stimmen gut zu Linsser's Angaben. Meist ist unser Bruchtheil kleiner, und würde sich jenen nähern, wenn wir mit dem 1. Januar die Zählung begönnen. Erst von Ende Mai ab treten für Dorpat grössere Aliquoten auf.

Die in Col. 10 verzeichneten Fehler schwanken zwischen  $\pm 4.5$  bis  $- 6.7$  und wenn viele auch nur 1 bis 2 Tage betragen, so wird man stets völlig unsichere Resultate haben nach der schlichten Mittelberechnung aus Daten. Je später in der Jahreszeit eine Blüthe eintritt, um so entscheidender wird der Standort, weil die Insolation mehr Verschiedenheit bedingt, als in Zeiten, wo die Belaubung fehlt. Allgemein möchte ich auch hier vermuthen, dass Pflanzen, nahe der nördlichen Verbreitungsgrenze zu spät blühen. Bei den stärksten Abweichungen von Linsser's Gesetz fand ich

doch einzelne Orte (Col. 11), wo die Abweichungen der Aliquote noch grösser war als in Dorpat.

Auffallend gut mit Linsser's Gesetz stimmten nachfolgend genannte Species:

- Nr. 10 Populus alba
- „ 20 Ribes alpinum
- „ 28 Sambucus racemosa (die überall gut stimmt)
- „ 35 Pirus Malus
- „ 36 Viburnum Lantana
- „ 37 Caragana arborescens
- „ 38 Aesculus Hippocastanum
- „ 39 Syringa vulgaris
- „ 42 Sorbus aucuparia
- „ 44 Rhamnus cathartica

und wohl zufällig auch Nr. 48 *Berberis vulgaris*, welche Species sämmtlich als einheimisch bezeichnet werden können.

Bei frühblühenden Species ist durchweg Linsser's Aliquote grösser. Ihr wird die unserige fast gleich, wenn wir vom 1. Januar an summiren, denn die Gesamtwärmesumme wächst dadurch nur um etwa 30 Grad, also  $c. \frac{1}{2} \%$ . Der in der Tabelle verzeichnete Bruch aber ist um  $c. 0.015$  zu erhöhen. Beispielsweise würden alsdann

- Nr. 1 Daphne Mezereum,
- Nr. 4 Populus tremula,
- Nr. 14 Acer platanoides
- Nr. 15 Betula alba

sehr nahe stimmen.

Gern hätte ich für die Blüthezeit das gesammte Beobachtungsmaterial im Original beigefügt, nebst entsprechen-

den Wärmesummen, allein ich zog doch vor, eine längere Beobachtungsreihe abzuwarten, besonders da einige Abweichungen wohl Aussicht gewähren, sich als durch andere Momente bedingt, nachweisen zu lassen. In solchen Fällen hatte ich immer wieder zu bedauern, dass die Conformität der Beobachtungen wie auch die Präcision der Definitionen manches zu wünschen übrig liess. Dass aber die Wärmesumme die einzige brauchbare Berechnungsmethode abgäbe, dieser Ansicht wird man bei näherer Prüfung gewiss beipflichten. Man beachte die Verschiedenheit im Datum und die geringe Variation der Wärmesumme etwa bei folgenden Species:

#### Beobachtung der ersten Blüthe von:

Jahr.	Sambucus racemosa.		Populus laurifolia ♀.	
	Datum.	W. S.	Datum.	W. S.
1869	13. Mai	283	8. Mai	191
1870	18. „	312	9. „	207
1871	7. Juni	327	26. „	199
1872	11. Mai	311	30. April	180
1873	27. „	309	17. Mai	215
1874	1. Juni	306	24. „	216
1875	29. Mai	316	18. „	190

Man sieht sofort, wie ein mehrjähriges Mittel zu einem guten normativen Werth führen muss, und dazu kommt es bei dieser Methode nicht darauf an, dass die Jahre in ihren thermischen Verschiedenheiten sich ausgleichen, da zwar ein kaltes Jahr ein spätes Datum, ein warmes ein frühes Datum, liefert, beide aber stets nahe dieselbe Wärmesumme aufweisen.

Oft indess traten in anderen Fällen unauf lösbare Widersprüche auf, die für die betreffende Species starken Zweifel an der Brauchbarkeit des Boussingault'schen Gesetzes aufkommen liessen, wie nachstehende Zusammenstellung solcher Fälle beweist.

#### Beobachtung der ersten Blüthe von:

Jahr.	Lonicera coerulea		Ribes alpinum		Fraxinus excelsior	
	Datum.	W. S.	Datum.	W. S.	Datum.	W. S.
1869	—	—	10. Mai	225	12. Mai	264
1870	22. Mai	356	13. „	252	10. „	217
1871	30. „	239	26. „	199	8. Juni	342
1872	2. „	201	8. „	263	11. Mai	311
1873	13. „	194	22. „	257	19. „	226
1874	25. „	220	30. „	280	—	—
1875	19. „	202	25. „	273	—	—

Ist es wohl glaublich, dass *Lon. coer.* 1872 bis 1875 um 5 bis 9 Tage früher, dagegen 1870 und 1871 um 4 bis 9 Tage später geblüht habe als *Ribes alpinum*? Scheint nicht in letztgenannten Jahren für *Lonicera* ein viel zu spätes Datum verzeichnet zu sein, besonders 1870, wo die W. S. über 100 Grad zu hoch ausfällt gegenüber dem wohl brauchbaren Mittelwerth der übrigen Jahre. Zu Gunsten des Gesetzes constanter Wärmesumme spricht übrigens der Umstand, dass sobald die letztere auffallend stark abweicht, sofort auch schon das notirte Datum im Vergleich zu anderen Species abnorm erscheint. Man wird verstehen, wie nahe es liegt, die Beobachter anzuklagen.

Scheint nicht *Ribes alpinum* nur 1871 zu früh notirt? — Doch aber sind in diesem Jahre alle Ribes-Arten früh,

— daher man zur Vorsicht sich gewarnt fühlt. Kurz — der Wunsch nach Verbesserung der Beobachtungen wird dringend empfunden. Wir haben deshalb jetzt die zu beobachtenden Individuen im botanischen Garten durchweg mit besonderen (rothen) Etiquetten versehen, wodurch für die Zukunft die Constanz des Standortes gesichert werden wird.

Bei *Fraxinus excelsior* scheint mir ein Wechsel der beobachteten Exemplare vorzuliegen; denn im Jahre 1870 blüht *Fraxinus* 12 Tage vor *Lonicera* und 1871 und 1872 8 bis 9 Tage später! Im Jahre 1873 *Fraxinus* angeblich 3 Tage vor *Ribes alpinum*, 1871 dagegen 12 Tage später! Trotz dieser Widersprüche habe ich, wie erwähnt, keinerlei Ausschluss mir erlaubt. Spricht doch der w. F., namentlich der Einzelbeobachtung scharf genug aus, wie unsicher in solchen Fällen auf Grund der bisherigen Daten die Bestimmung ist. Besonders häufig stimmten 5 oder 6 Jahre überein und in einem Jahre zeigte sich eine grosse Abweichung, die nicht durch parallele Beobachtung anderer Species auf klimatische Factoren zurückführbar erschien. Erst wenn es völlig sicher ist, dass bei Beobachtung derselben Individuen solche Anomalien thatsächlich vorkommen, wird man die Brauchbarkeit der Wärmesumme anzweifeln dürfen, aber auch dann, nach vorliegenden Erfahrungen nur für einzelne Species, da sie für andere sich entschieden ausgezeichnet bewährt. Für die anomal erscheinende Species wäre indess ferner noch manch neuer Ansatz zu erproben, wie z. B. die Zählung der Temperaturen über höheren Schwellenwerthen, (nur anders als de Candolle es verlangt). Vielleicht kämen die vorhin widersprechenden Zahlen unter einen Gesichtspunkt. Wenn etwa *Ribes alpinum* bei Temperaturen über 0 eine merkliche for-

schreitende Entwicklung besässe, dagegen *Fraxinus excelsior* erst über 2, 3 oder 4 Grad begänne, so wäre denkbar, dass die neugebildeten Wärmesummen übereinstimmten. In dieser Weise wäre der Schwellenwerth  $s$  der Formel von Gasparin zu ermitteln.

### III. Ermittlung der Schwellenwerthe.

Bis hierher war meine Arbeit gediehen, als ich nochmals die schon oben erwähnte Abhandlung von Sachs über die Keimung der Schminkbohne zur Hand nahm und in hohem Grade überrascht war, in derselben eine Beobachtungsreihe zu finden, die zwar der Verfasser zur Widerlegung des Boussingaultschen Gesetzes benutzt, die aber die schönste Bestätigung desselben in Wirklichkeit enthielt. Aus dieser Versuchsreihe habe ich Anregung und Ermuthigung gefunden zu einer weiteren methodischen Bearbeitung des vorliegenden Materiales. Nur erkannte ich es als unabweisbar nothwendig, die über verschiedenen Schwellen zu bildenden Wärmesummen einer neuen Untersuchung zu Grunde zu legen.

In der allgemeinen Fassung des Boussingaultschen Gesetzes, wie wir sie oben aufstellten mit

$$x = F(\theta . t, u, v, w \dots)$$

lässt sich leicht die von A. de Candolle wiederholt geforderte Aenderung aufnehmen, so dass vorstehende Gleichung nur einen speciellen Fall darstellt. Nennen wir die Schwelle  $s$ , so wäre zu setzen:

$$x = F((\theta - s) . t, u, v, w \dots)$$

und hier käme es darauf an die entsprechenden Mittelwerthe der Wärmesummen nebst wahrscheinlichen Fehlern

über verschiedenen Werthen  $s$  zu bilden und zu entscheiden, welchem Ansatz der engste Fehler-Spielraum entspräche<sup>1)</sup>.

Zunächst aber die Versuchsreihe von Sachs. Er definiert nämlich verschiedene Stadien der Entwicklung des Keimes von *Phaseolus multiflorus*, bezeichnet dieselben mit I bis V und bildet sie auf Tafel I der bezüglichen Arbeit ab. Dann fragt der Verfasser nach der Constanz der Wärmesummen für jedes Stadium, wenn dasselbe in verschiedenen Zeiten bei verschiedenen constant erhaltenen Temperaturen erreicht worden. Nachstehend folgen die Zahlen, deren Bedeutung aus den Ueberschriften der vier ersten Columnen zu erkennen ist. Die Wärmesummen in Col. IV sind allerdings total von einander verschieden. Allein wie nahe hätte es hier gelegen, die Temperaturen von einer höheren Schwelle an zu nehmen, da die kurz vorher besprochenen Keimversuche durchweg 7 bis 8 Grad als Keimschwelle ergeben hatten, ja selbst bei 8°, heisst es (pag. 79) „ist das Wachsthum so langsam, dass man in einer Woche an den oberirdischen Theilen keine auffallende Aenderung merkt.“ Schon ein flüchtiger Blick lehrt, dass, wenn man jede Temperatur  $\theta$  von  $s=8^\circ$  an rechnet, die Producte  $(\theta-s) \cdot t$  nahe constant sind. Ja, unter Voraussetzung dieser Constanz berechne ich (Col. V) den Schwellenwerth, der nur zwischen 8 und 9° schwankt;

$$\text{dazu setzt man } (\theta-s)t = (\theta'-s) t'$$

$$\text{folglich } s = \frac{\theta t - \theta' t'}{t - t'}$$

Setze ich im Mittel  $s = 8.7$ , so resultirt die Columnne VI, in welcher man eine der schönsten Bestätigungen des de Candolle'schen Gesetzes erkennt.

1) Gegen Köppen bemerke ich noch, dass hier  $\theta$  und  $s$  auch „absolute Temperaturen im Sinne der Physiker“ bedeuten können.

**Versuche von J. Sachs über die bei verschiedenen constanten Temperaturen in verschiedener Zeit erreichten Stadien der Keimung von *Phaseolus multiflorus*:**

I. Entwicklungsstadien.	II. Temperatur Réaumur.	III. Tage.	IV. Wärmesumme.	V. Berechnete Schwelle.	VI. Wärmesumme $s = 8.7$ .
II.	11.7 26.6	12 2	140.4 53.2	8.7	36.0 35.8
Länge 34 mm.	11.7 22.8	10 2	117.0 45.6	8.9	30.0 28.2
II.	11 15	12 4	132 60	9.0	27.6 25.2
III.	11 15	14 6	154 90	8.0	32.2 37.8
IV.	11 15	25 10	275 150	8.3	57.5 63.0
V.	11 15	40 13	440 195	9.0	92.0 81.9

Eine völlige Congruenz der paarweise zusammengehörigen Zahlen wird Niemand erwarten, selbst wenn alle *Phaseolus*-Saamen genau bei derselben Schwelle keimen sollten, denn die bezüglichen Versuche sind nicht leicht anzustellen, und in den Beobachtungen findet man fast überall nur ungefähr die Anzahl von Tagen notirt. Hier liegen Stadien vor, die in 2 bis 40 Tagen erreicht wurden, und die in der VI. Columnne auftretende Uebereinstimmung ist eine, man darf es sagen, völlig hinreichende. Aehnliche Untersuchungen finde ich nur noch bei A. de Candolle in einer Abhandlung über die Keimung verschiedener Saamengattungen bei verschiedenen Temperaturen<sup>1)</sup>.

1) Arch. des sciences physiques et naturelles. Genève 1865. Bd. 24, p. 243, u. 1875. Bd. 53 p. 257.

Auch hier ist das Material nicht ganz verworthen. Ich will ein Beispiel anführen. Es wurde *Trifolium repens* bei verschiedenen Temperaturen (Col. I) zum Keimen gebracht in einer Anzahl von Tagen (Col. II). De Candolle berechnet die Wärmesumme über 0° (Col. III) und über der Schwelle  $s = 5.5$  Grad (Col. IV). Für diesen Schwellenwerth finde ich im Text nicht den mindesten Anhaltspunkt, da Versuche unterhalb 5.5 Grad für *Trif. rep.* nicht angestellt wurden, was sehr zu bedauern ist. Ich bringe nachstehend noch (Col. V) die Wärmesummen für  $s = 3^{\circ}$  und Col. VI für  $s = 2.1$  Grad. Die Constanz der beiden Rubriken, und namentlich der letzteren ist eine sehr gute.

**Versuche von A. de Candolle über die Keimung von  
*Trifolium repens.***

I. Temp.	II. Zahl der Tage.	III. IV. V. VI. Wärmesummen			
		s = 0.	s = 5.5.	s = 3.0.	s = 2.1.
5.7	10	57	2	27	36
9.2	5	46	18	31	35.5
13.2	3	40	23	31	33.3
17.0	2.6	44	30	36	36.7
21.1	1.75	37	27	32	33.2
25.0	1.75	44	34	38.5	37.6
28.0	3	84	67		

Für die Temperatur 28 Grad findet sich die Bemerkung „*quelques graines ont germées au troisième jour; la plupart n'ont pas germé.*“ Daher darf keine brauchbare Wärmesumme mehr erwartet werden. Aehnliche gute Uebereinstimmung

giebt *Lepidium* für  $s = 10.8$  Grad, wenn man beachtet, dass in ganzen Tagen die Zeit zum Theil notirt wurde<sup>1)</sup>).

Bei den meisten anderen Versuchen dieser Art ist es schwer die gleichen Stadien wiederzuerkennen. Meist suchen die Physiologen für die oben mit x bezeichnete Grösse ein Maass zu finden, und dann Beziehungen zur Temperatur oder auch nur zur entsprechenden Zeit aufzusuchen.

Ehe ich auf meine neue Untersuchung eingehe, sei es gestattet, auf einige Arbeiten hinzuweisen, die zu der so eben erörterten Frage in naher Beziehung stehen und die erst nach dem Drucke des ersten Abschnittes mir bekannt wurden. — In der botanischen Zeitung von 1877 erschien eine Abhandlung von Askenazy „Ueber die jährliche Periode der Knospen<sup>2)</sup>.“ In dieser Arbeit findet man eine dreijährige Reihe von Bestimmungen des Gewichtes der Kirschenknospen vom Beginn ihrer Entwicklung im Sommer durch Herbst und Winter hindurch bis zur eintretenden Vollblüthe im Frühjahr. Sehen wir von den Messungen gewisser Blüthentheile ab, so werden jene Beobachtungen nur dazu benutzt, um die in einer gewissen Zeit erfolgte Gewichtszunahme und Bestimmung der letzteren pro Tag zu ermitteln. Wie zu erwarten war findet vom Sommer bis zum Spätherbst (in Heidelberg) eine Gewichtszunahme statt, im Winter wird dieselbe unmerklich, um kräftiger im Frühjahr zu erwachen und einen sehr grossen Betrag

1) In Bd. 53 l. c. pag. 272, sagt de Candolle mit Recht: „Dans toutes ces expériences, selon la méthode de Schacht“ de Cand. schreibt nämlich immer „Schacht“ statt „Sachs“ „il s'agit du produit estimé par un allongement d'organes dans un temps déterminé et sous différentes températures, tandis que dans mes expériences la longueur d'accroissement était fixe pour chaque espèce, et l'effet de chaleur était mesuré par le temps exigé pour l'allongement“.

2) Botan. Zeitung von de Bary und Kraus 1877. Nr. 50—52.

kurz vor der Blüthe zu erreichen. Soweit, scheint mir, war das Resultat auch schon vorauszusehen. Die aus verschiedenen Jahren gewonnenen angeblichen Wachstumsgeschwindigkeiten werden nun graphisch unter einander verzeichnet (Taf. II), desgleichen auf einer besonderen Tafel die Temperaturen nach Pentadenmitteln. Selbstverständlich kann letzterwähntes Material nicht hinreichen, um mit einiger Sicherheit die, gewissen Entwicklungsstadien entsprechenden Wärmesummen zu berechnen, obwohl es von hohem Interesse wäre, zu sehen, ob ein und dasselbe Gesamtgewicht von je 100 Knospen bei einer bestimmten Wärmesumme über einer gewissen Schwelle erreicht wird. Ich zweifele sehr daran, dass dieses Gewicht ein deutlich erkennbares festes Stadium markirt, aber einige Zeit vor der Vollblüthe wäre das doch wohl möglich. Ein Versuch aus den dürftigen Temperaturangaben der Abhandlung wenigstens die Vollblüthe zu berechnen, schien wohl einiges zu versprechen. Während der Verfasser sonst mit grosser Sorgfalt seine Zahlen bearbeitet, überall den Grad der Sicherheit ermittelt, so sind die Beziehungen derselben zu den gleichzeitig beobachteten Temperaturen, wie es scheint, ganz von der Voraussetzung getragen, es handele sich um jene Function  $F$ , die zwischen Wachstum und Temperatur herrsche. Lohnt es sich sonst noch als bemerkenswerth hervorzuheben, dass bei kühlem Wetter im März 1875 die Gewichtszunahme grösser war als bei wärmerem Wetter im Februar desselben Jahres<sup>1)</sup>? Liegen denn nicht ganz verschiedene Stadien vor, mithin gleichsam heterogene Objecte. Die vorliegenden Zahlen, die in mehrfacher Hinsicht werthvoll erscheinen, böten viel mehr Interesse dar, wenn

1) l. c. pag. 819.

die Original-Temperaturen mitgetheilt wären. Allein der Verfasser, von Vorurtheilen gegen phänologische Rechnungen getragen, beruft sich auf Sachs, Köppen und A. P. de Candolle, und glaubt auch seinerseits neues Geschütz ins Feld führen zu müssen.

So begegnen wir denn auf Seite 836 der bündigen Sentenz: „Die Temperatursummen haben, wie bekannt, keinerlei wissenschaftliche Berechtigung“! Dann folgt eine Umschreibung des Linsser'schen Gesetzes. Es heisst wörtlich: „Man könnte den Linsser'schen Satz etwa so fassen, dass man sagt: die Einwirkung eines bestimmten Temperaturgrades auf das Wachstum einer Pflanze hängt ab von der Höhe der Temperatur, der sie vorher ausgesetzt gewesen ist.“ Ich kann den Verfasser nur bitten solches zu beweisen auf Grund jener von mir aufgestellten Form des Linsser'schen Gesetzes (pag. 301)<sup>1)</sup>. Die Art, wie hier weiterhin gegen die Methode der Temperatursummen polemisiert wird, ist geradezu eine typische zu nennen, und ich müsste mich zu lange aufhalten um allen apodiktisch gefällten Urtheilen und Folgerungen entgegenzutreten. Daher nur einiges: Auf Seite 846 heisst es: „für die eigentlich phänologischen Probleme also, für die Bestimmung des Datums der Vegetationsphasen unter verschiedenen Klimaten oder für verschiedene Jahrgänge an demselben Orte ist die Methode der Temperatursummen unanwendbar.“ Dieser Satz findet einen Beleg in Linsser's Nachweis der relativen Constanz der Wärmesummen! Und der zweite Theil obigen Satzes wird begründet durch Hinweis auf „die vor-

1) Auf S. 845 wird für verschiedene Orte und Klimate eine „Compensation zwischen Zeit und Temperatur“ angenommen, während Linsser's Gesetz genau das Umgekehrte lehrt.

treffliche Discussion“ über die Zeit der Entfaltung zweier Kastanienbäume in Genf in den Jahren von 1808—1831, die A. P. de Candolle in seiner Pflanzenphysiologie gegeben hat<sup>1)</sup>. Es scheint mir nachgerade Zeit, diese immer wieder citirte Bearbeitung der Genfer Kastanienbäume für immer ruhen zu lassen. Da aber A. P. de Candolle's Fragestellung häufig wiederkehrt, da selbst Sachs<sup>2)</sup> sich auf dieselbe beruft und namentlich Köppen<sup>3)</sup> sie als „ein Muster für pflanzenphänologische Untersuchungen“ hinstellt, so darf ich der peinlichen Aufgabe nicht ausweichen, jene Bearbeitung eingehend zu besprechen. Die angeblich „ausgezeichnete Reihe von Untersuchungen,“ wie Sachs sie nennt, besteht in der Beobachtung über „das Ausschlagen der Blätter zweier Rosskastanienbäume.“ „Jeder Beobachter bemerkte stets das erste Erscheinen der Blätter ausserhalb der Knospe.“ In der mit aller Sorgfalt zusammengestellten Tabelle findet man auch Temperaturangaben, allein nur Monatsmittel, so dass der Leser keine anderweitige Rechnung zu unternehmen vermag. Diese Monatsmittel scheinen selbst wenig Werth zu haben, ja die Mittheilung der Originalbeobachtungen würde hier wenig helfen. Es wurden nämlich die Beobachtungen von 1819—1821 „an einem höheren, wärmeren Orte“ angestellt, und zwar „bei Sonnenaufgang und um 2 Uhr Nachmittags, als Maximum“ und daraus das Mittel genommen, später von 1822 an wurde an einem niedriger gelegenen, feuchteren und kälteren Ort beobachtet, und „die Beobachtung von 9 Uhr Morgens als Mittel angesehen.“ Mithin sind die Beobachtungen weder conform,

1) A. P. de Candolle, Pflanzenphysiologie, deutsch von Röper. Bd. I, pag. 429 - 436.

2) Sachs in Pringsheim Jahrb. für wiss. Bot. Bd. II, pag. 370.

3) Köppen, l. c., pag. 70 Anm.

noch hinreichend zuverlässig. Zudem giebt es mehrfach negative Monatsmittel, die mit vollem Betrage in die Rechnung eingeführt werden. Nun theilt auf Grund solcher Zahlen der Verfasser Wärmesummen vom 1. Januar an mit und nebenbei dieselbe Wärmesumme „nach Abzug der Kältegrade“, d. h. der um 9 Morgens beobachteten. Ein Blick auf diese beiden Columnen lehrt, dass hier ganz unmögliche Zahlen auftreten, so z. B. im Jahre 1830 eine negative Wärmesumme! (Letztere ist nur zu erklären, durch die Heterogenität der Mittelwerthbildung, und durch eine incorrecte Behandlung der Temperaturen von 1819 bis 1822. Die für 1819 angegebenen Wärmesummen 313 und nach Abzug der negativen Temperaturen 305 halte ich bei Monatsmitteln von 2 bis 3° für ganz unglaubwürdig). Die dritte Rubrik von Temperatursummen „von dem Tage an, an welchem zuletzt die mittlere Temperatur unter 0° betrug“ durfte garnicht aufgestellt werden, da von dem ganz zufälligen Vorkommen eines negativen Mittelwerthes nichts bedingt sein kann. Dass diese Zahlen dennoch am besten übereinstimmen besagt auch nichts, da dieselben um das 5fache unter einander differiren. Ferner scheint es mir nicht berechtigt nach Mitteltemperaturen der letzten 5, 10, . . . bis 30 Tage zu forschen, wenn man die Constanz des Mittels für irgend eine dieser Gruppen erwartet, — oder jedenfalls sollte man bemerken, dass die einzelnen Mittelwerthe der Temperatur um so besser stimmen, je länger der zusammengefasste Zeitraum war. Statt dessen aber begegnet uns dort eine wundersame Untersuchung, die folgende Sätze als Resultat hervortreten lässt: 1., „Rosskastanienbäume schlagen in der Regel erst dann aus, wenn die mittlere Temperatur von funfzehn auf einander folgenden Tagen 5.84 Grad Réaumur beträgt.“

Und 2., „Um das Ausschlagen zu veranlassen, muss die Temperatur bei heiterem Himmel höher sein als bei bedecktem.“ Sehen wir uns die Methode der Herleitung an: Zunächst werden (Tab. B) Mittelwerthe für je 5 bis 30 Tage zusammengestellt, je nachdem dieselben in Jahre frühen oder späten Ausschlagens der Knospen fallen. Dabei bemerke man, dass in frühen Jahren die meisten Data vom 29. März bis 4. April, in späten vom 4. bis 6. April reichen. Welch ein Grund, fragen wir, liegt wohl vor, um hieraus einen wesentlichen Unterschied zu machen? Nun werden für je 5—30 Tage jene beiden Mittel der Temperatur für frühe und resp. späte Jahre einander gegenübergestellt. Dass dieselben im Allgemeinen garnicht übereinstimmen, wäre wohl zu erwarten. Zufällig aber congruiren für das Mittel aus 15 Tagen jene beide Zahlen genau, und daraus wird — es ist kaum glaublich — jener Schluss gezogen, den wir unter 1., angeführt haben. — Hätte der Verfasser einen Blick zurückgeworfen auf die Originalmittel für je 15 bis 30 Tage, er hätte sofort die Unhaltbarkeit seines Satzes erkannt, da die Mittelwerthe für je 15 Tage von einander sehr stark differiren; der wahrscheinliche Fehler, der allein entscheiden könnte, ist für das 30tägige Mittel weit geringer. Aber es kommt noch besser: Jenen für je 5—30 Tage berechneten Mitteln wird die Zahl heiterer Tage beigefügt, und da zeigt sich allerdings, dass, je höher dieses Mittel, um so grösser die Zahl heiterer Tage war. A. P de Candolle erschliesst daraus das oben unter 2., angeführte „Gesetz,“ und Köppen folgert aus diesen Zahlen, dass Temperaturschwankungen (an heiteren Tagen) das Wachstum hemmen, daher an heiteren Tagen ein höheres Temperaturmittel dem Ausschlagen der Knospen voraufgehe. Die Sache liegt aber ganz anders und wird sehr einfach,

wenn man bedenkt, dass im Frühjahr und Sommer irgend welche 5 Tage, wenn dieselben heiter sind, auch im Allgemeinen stets wärmer sind als 5 theilweise oder ganz trübe Tage. Das ist es, was aus den bezüglichen bei Köppen zusammengestellten Zahlen allerdings mit „überraschender Klarheit“ zu Tage tritt. Man nehme irgend welche, vom Ausschlagen der Kastanien ganz unabhängige Gruppe von je 5 Tagen vom März bis zum October in Genf. Man wird stets bei Scheidung der heiteren und trüben Tage die ersteren wärmer finden. Auch ist klar, dass dieses Verhalten im Winter, besonders in unserem Klima, gerade das umgekehrte sein wird, und dass je mehr Tage (10—30) man in dieser Art vergleicht, das „Gesetz“ um soweniger markirt sein wird, einfach weil der Procentgehalt an heiteren Tagen abnimmt<sup>1)</sup>. Fünf ganz heitere Tage nach einander kamen mehre mal vor, unter den 30 heitersten dagegen höchstens 14 wirklich heitere. Da namentlich bei dem Klima von Genf die Kastanienbäume eine höhere Schwelle haben mögen, soscheint mir ganz unmöglich, aus dieser kleinen Reihe von Beobachtungen, die längst durch tausendfach vermehrte ebenso gute und weit bessere ersetzt ist, auch nur den geringsten Schluss zu ziehen. So bleibt denn an der ganzen Untersuchung nur eines übrig: die auf der ersten Seite (429) gegebene Mittelwerthberechnung aus den Daten. Dieser methodisch werthlosen Zusammenstellung muss ich den relativ höchsten, ja einzigen Werth zusprechen.

Was schliesslich die Vorschläge der Physiologen betrifft, an Stelle der üblichen phänologischen Beobachtungs- und Berechnungsmethoden, experimental zu Werk zu gehn, so sind mir nur wenig Andeutungen dieser Art bekannt. Sachs em-

1) Cf. l. c. bei Köppen, pag. 70.

pfeht „einen kurzen Ausdruck zur Darstellung der erfahrungsmässigen Beziehung der Temperatur auf die Vegetation“<sup>1)</sup>. Bekanntlich hat Sachs in Bezug auf die Keimungstemperaturen ein Minimum, Optimum und Maximum beobachtet. Hier aber wurde Streckung und Wachstum für identisch genommen. Beim Optimum erhält man die relativ grösste Keimlänge. Ob solchem Keim auch die grösste Lebensfähigkeit innewohnt, ob in demselben nicht vielleicht mehr Wasser und weniger Trockensubstanz vorhanden, als oberhalb oder unterhalb des Optimum, das ist meines Wissens nicht untersucht. Ueberdies wäre durch Ermittlung jener 3 Cardinalpunkte die Hauptfrage der Phänologie, die Ermittlung von Normaldaten, ganz und garnicht berührt<sup>2)</sup>; Herr Askenazy schlägt vor<sup>3)</sup> — um dem häufigen Vorwurfe zu entgehen, als verstünden die Physiologen nur zu zerstören und nichts besseres an die Stelle zu setzen, — er schlägt folgendes vor: Man pflanze Bäumchen in Töpfe, setze dieselben im Frühjahr Temperaturen von 5 bis 20 Grad C. aus, notire die Phasen, d. h. man ermittle die Entwicklungsstufen der Knospen durch Wägen und Messen. (Hiebei würden die Bäumchen bald ohne Knospen dastehen). „Man erhielte so“, heisst es weiter, „eine Vegetationscurve für jede der genannten Temperaturen und hätte damit alle nothwendigen Anhaltspunkte, um für jeden beliebig gegebenen Verlauf der Frühjahrstemperatur die Entwicklung der Kirschenknospen im

1) Pringsh. J. f. w. B. Bd. II, pag. 375.

2) Sachs meint zwar (l. c. pag. 377), es werde sich aus diesen Angaben unmittelbar bestimmen lassen, ob eine Pflanze dieses oder jenes Klima vertrage. Allein was soll geschehen, wenn sich zeigt, dass die aus verschiedenen Klimaten stammenden Saamen verschiedene Constanten aufweisen?

3) l. c. pag. 847.

Freien festzustellen.“ Auf diese Weise soll es möglich sein, „den Zusammenhang zwischen dem Datum der Blüthezeit und der Temperatur des Jahrganges zu ermitteln, und zwar so, dass man für einen gegebenen Gang der Temperatur „ohne weiteres das Datum der zugehörigen Blüthezeit richtig vorher bestimmen könne.“ Wenn doch die Methode dieser Berechnung weiter erörtert worden wäre! Ich muss mein aufrichtiges Bedauern darüber aussprechen, dass leider so oft in recht tendenziöser Weise Dieses oder Jenes verworfen oder empfohlen wird, je nachdem im Schlussresultat die phänologischen Bemühungen anerkannt oder aber angefochten werden<sup>1)</sup>. Solchen Anschauungen gegenüber kann ich den Wunsch nicht unterdrücken, es möchten die schönen Arbeiten der Physiologen, wie sie jetzt schon so zahlreich vorliegen, in Zukunft mit sorgfältig angestellten, und im Detail mitzutheilenden Temperaturbeobachtungen verbunden werden. Dieser Art würde einem schon gar zu lange währenden, der Wissenschaft schädlichen Streit ein nützlichendes Ende bereitet. Der sich für Phänologie interessirende Forscher empfinde dadurch ein reiches Beobachtungsmaterial, welches zu einer allendlichen Entscheidung über die beste phänologische Berechnungsmethode wesentlich beitragen könnte. Denn dass die eigentlich phänologischen Probleme das Experiment nicht ausschliessen, ward oben schon mehrfach erläutert.

Ich gehe nun zu meinen Versuchen über, durch Rechnung einen Aufschluss über die wahrscheinlichsten Schwellenwerthe zu erlangen. Die fragliche Formel, wenn man

1) Wie will man es sonst verstehen, wenn zum Schluss z. B. Askenazy ausruft: „Endlich können wir auf unsere eigene Arbeit über die Kirschenknospen hinweisen, deren Ergebnisse man mit Hilfe der Temperatursummen gewiss nicht hätte vorhersagen können.“

eine Erweiterung des Linsser'schen Gesetzes in dieselbe aufnehmen will, lautet:

$$x = F \left( \frac{(\theta - s) \cdot t}{(Q - s) \cdot T}, u, v, w \dots \right)$$

Hier wird indess vorläufig der Nenner des Ausdruckes als eine für ein gewisses  $s$  constante Grösse betrachtet werden, da Orte verschiedenen Klimas nicht in Untersuchung gezogen werden sollen. Vorläufig scheint es mir auch geboten, dass die Phänologen ihre ganze Aufmerksamkeit dem Schwellenwerthe  $s$  zuwenden. Erst viel später kann alsdann der Versuch erneuert werden, das Linsser'sche Gesetz in erweiterter Form zu prüfen.

Um die Schwelle zu erkunden, verfähre ich folgendermaassen. Es wurden für 10 Jahre 1866 bis 1875 die Mitteltemperaturen für alle Tage des Jahres aus den über der Schwelle  $s$  liegenden Beträge der Temperatur gebildet, und zwar für sechs verschiedene Werthe von  $s$ , nämlich 0, 2, 4, 6, 8 und 10 Grad. Dann wurde für jeden Tag jener 10 Jahre seine Wärmesumme über diesen Schwellen durch Addition jener Mittelwerthe erhalten. Aus diesen Wärmesummen erhielt man einen 10jährigen Mittelwerth der Wärmesummen für jede Schwelle. Aehnlich wie früher wurden nun zu jedem beobachteten Datum die bezüglichlichen 6 Wärmesummen des entsprechenden Jahres verzeichnet, dann für jede Schwelle das Mittel berechnet nebst wahrscheinlichem Fehler der Einzelbeobachtung. Was den Anfangspunkt der Zählung betrifft, so ist derselbe für höhere Schwellen etwa von 4° an gleichgültig, weil in unserem Klima diese Temperaturen im Winter nicht vorkommen. Aber für alle Fälle scheint mir das Minimum des vieljährigen Mittels der geeignete Zeitpunkt, um an allen Orten

möglichst conform vorzugehen. Faktisch kommen in dieser Zeit die meisten Temperaturen unter 0 Grad vor, und wenn die Schwelle 0 Grad oder 2 Grad maassgebend sein sollte, so werden auch in dieser Jahreszeit die vegetativen Prozesse bei Lignosen beginnen. In den vorliegenden 10 Jahren kommen bis Ende März vom 26. Januar an gerechnet nur 14 Grad im Maximum über 2°, 6° über  $s = 4$ , 2° über  $s = 6$  vor. Jedenfalls scheint es gerathen, den Zustand der Winterruhe in dieses Minimum zu versetzen. Die in vorliegender Abhandlung gebrachte Untersuchung spricht für diesen Anfangspunkt der Zählung. Pflanzen die in wärmerem Klima gerade um die Zeit des Minimums deutlichen Entwicklungsfortschritt zeigen, werden einer anderen Behandlung unterzogen werden müssen. Die Originalbeobachtungen der Temperatur sind sämmtlich publicirt in den Dorpater meteorologischen Beobachtungen von 1866—1875. Bd. I und II. Das hier neu berechnete Material ist leider viel zu umfangreich, um an dieser Stelle mitgetheilt werden zu können. Da dasselbe auch vom meteorologischen Standpunkt aus interessant ist, so wird vielleicht eine Publikation an anderer Stelle möglich werden.

Für die 4 Phasen I—IV findet man die Resultate in der angehängten Tabelle C. Auf Grund einer sogleich zu erörternden Methode wurde in jeder Zeile dasjenige Resultat mit fatter Schrift ausgezeichnet, wo die entsprechende Schwelle die grösste Wahrscheinlichkeit erhielt, mit Ausnahme solcher Fälle, wo eine Entscheidung nicht sich deutlich ergab.

Die wahrscheinlichen Fehler sind fast ausnahmslos auch für die Schwelle  $s = 0$  kleiner, als in der nach schlichten Temperaturmitteln berechneten Tabelle A. Sie nehmen meist bei höherer Schwelle ab. Es liess sich das erwarten,

da alsdann alle zu einem Mittel concurrirenden Zahlen beträchtlich kleiner ausfallen. Indess steht keineswegs ein dem Mittelwerth proportionaler Fehler zu erwarten, und ebensowenig ein der Schwelle selbst umgekehrt proportionaler Fehler, da die Wärmesummen für verschiedene Schwellen nach einem viel complicirteren Gesetz abnehmen. Es wurde vielmehr von jedem Mittel der wahrsch. Fehler subtrahirt und resp. addirt, dann die entsprechenden Normaldaten aus dem 10jährigen Werthe entnommen. Die Differenz dieser Daten entspricht dem wahrscheinlichen Fehler, so dass man sagen kann: es ist wahrscheinlich, dass in Zukunft die Einzelbeobachtung eben so oft innerhalb wie ausserhalb dieses Zeitraums eintreten wird. Diese Differenz, in Tagen ausgedrückt (mit Angabe der Zehntel) nenne ich die Fehlerbreite der einzelnen Bestimmung. Man findet dieselben in der angehängten Tabelle D. Die Minima wurden wieder mit fetter Schrift ausgezeichnet. Hier durfte man durchaus nach Tagen rechnen, da nur für denselben Zeitraum die Zahlen einer Horizontalreihe und einer Phase mit einander verglichen werden. Am Ende der Tafel D rechts findet man die Anzahl der Beobachtungen notirt.

Die Resultate dieser Tabelle sind graphisch wiedergegeben auf Tab. G. Die bezügliche Discussion wird sogleich für jede einzelne Species vorgenommen werden.

In der folgenden Tabelle E wurden die den Mittelwerthen entsprechenden Normaldaten eingetragen und wiederum mit fetter Schrift diejenige Angabe hervorgehoben, welcher die kleinste Fehlerbreite entspricht.

Für jede Phase ward auch aus allen Beobachtungen das mittlere Datum bestimmt und in je der ersten Columne eingetragen. Die Differenz dieser Angaben soll auch der nachfolgenden speciellen Discussion vorbehalten bleiben.

### 1) *Abies excelsa.*

Knosp. aufbr. aus allen Schwellen 20. Mai. Schwelle 2<sup>o</sup> die wahrscheinlichste, Breite 4·5 Tage. Die *Ab. exc.* zeigt individuell grosse Verschiedenheiten. Wenn mit Sicherheit nur ein Exemplar beobachtet wird, dürfte der w. F. bald geringer werden.

Für die Belaubung tritt die Schwelle 0 mit nur 3·4 Tagen Fehlerbreite auf. Was mit der „Belaubung“ der *Abies* für eine Phase gemeint sei, ist mir durchaus unfindlich geblieben, für das erste Sichtbarwerden der Nadeln dürfte der Termin 26·1 Mai vielleicht etwas zu spät sein, indess stimmt er nicht schlecht zu dem unabhängig davon notirten Knospenaufbruch.

Die Blüthe nur 2 mal beob. der w. F. sehr gross. Breite 12·2 Tage, N. D. 30·8 Mai.

Das mittl. Datum aus 4 Beob. für I um 2 Tage, für II um 2·5 Tage zu früh.

### 2) *Abies Pichta.*

Schwelle 0 durchaus die wahrscheinlichste für den Kn.-Aufbr. Breite: 2·6 Tage. Offenbar ein und dasselbe Exemplar im bot. Garten beob. — Bis zur Schwelle 6<sup>o</sup> derselbe Termin 22. Mai, was aber wenig von Belang, da die höheren Schwellen sich als unmöglich erweisen.

Schwelle 0 bedeutend die wahrscheinlichste für die Belaubung. Wie bei *Ab. exc.* ist zu verwundern, dass auch hier der 26. Mai mit nur 3·7 Tagen Fehlerbreite auftritt.

Bl. und Vollbl. sind nicht beobachtet, wahrscheinlich weil die Blüthen nahe dem Gipfel.

Das mittl. Datum stimmt ziemlich überein mit dem aus der W. S. berechneten.

**3) Acer Platanoïdes.**

Knospung und Belaubung geben die Schwelle 4° mit den Fehlerbreiten 3·4 und 4·2 Tage für die Termine des 8·8 Mai, resp. 18·4 Mai. Für letzteren weicht das Mittel ab um 3 volle Tage, obwohl 6 Beob. vorliegen. Der w. F. wird wohl bedeutend herabsinken, sobald feste Exemplare beobachtet werden.

Letzteres gilt noch mehr von der Blüthe, die gerade bei *Ac. Pl.* individuell sehr verschieden ist, daher die enorme Fehlerbreite für die Vollblüthe. Die Schwellen geben kein sicheres Resultat; bei III und bei IV giebt es 2 Minima des w. Fehlers. Die Schwelle 0 scheint mir weit mehr Gewicht zu haben, da die Blüthe der Belaubung vorangeht um etwa 4 Tage.

Das mittl. Datum stimmt fast völlig überein.

**4) Aesculus Hippocastanum.**

Während für I und II die Schwellen 0 und 2 resultiren, also vielleicht 1° die meiste Wahrscheinlichkeit hat, findet sich für III Schwelle 6°, und die Vollblüthe bleibt unentschieden. Die meiste Wahrscheinlichkeit hat für die Blüthe die Schwelle 5°. Fehlerbreite für die Blüthe am 4·8 Juni nur 1·4 Tage. Das mittl. Datum stimmt überein, während letzteres für die Knospung einen Tag zu früh. Auch die Belaubung hat nur 2·0 Tage Fehlerbreite am 13·6 Mai.

*Aesc. Hipp.* scheint in jeder Hinsicht zur Beobachtung auf Grund fester Definitionen sehr geeignet.

**5) Alnus glutinosa.**

In jeder Hinsicht schwer zu beobachten, daher überall grosse w. F., besonders bei I, welches in ein frühes Datum fällt, daher die Fehlerbreite viele Tage zählt. Minimum

10·2 Tage für die Schwelle 0°. Das mittlere Datum, obwohl aus 5 Beob., giebt das ganz falsche Resultat 10. Mai, statt des 5·7 Mai.

Die Belaubung (II) weist überall geringere Fehlerbreite auf, die Schwellen treten nicht scharf hervor, obwohl 10° die kleinste Fehlerbreite ergiebt. In der That findet man, dass bei kühler Witterung *Aln. gl.* sehr langsam sich entwickelt. Ich habe die Differenz der Phasen I und II geprüft, finde aber gerade für Schwelle 10 keine grössere Constanz als für andere Schwellenwerthe.

Die Blüthe III fällt auf den 21·3 April mit einer Fehlerbreite von nur 5·6 Tagen, welches in dieser Jahreszeit einem w. F. von nur 5·2 Graden entspricht.

**6) Amelanchier canadensis.**

Ich habe im vergangenen Frühjahr es als sehr schwierig erkannt, den Knospenaufbr. und besonders die Belaubung zu definiren. — Dem entspricht die relativ hohe Fehlerbreite 5·7 Tage bei II. — Alle vier Phasen weisen trotzdem entschieden auf die Schwelle 0°. Bei I nimmt die Fehlerbreite bei höheren Schwellen wieder ab, indess sind alle W. S. hier klein, und relativ unter einander sehr verschieden, so dass sogar Schwelle 10 unmöglich wird, weil sie in einem Jahre garnicht erreicht worden ist.

Die Termine: I.: 29·7 April.

II.: 13·5 Mai

III.: 30·4 Mai

IV.: 2·4 Juni

haben nur geringe Fehlerbreiten, indess liegen nur wenig Beobachtungen vor, daher denn auch das mittl. Datum überall einen 5 bis 7 Tage zu späten Termin aufweist! Eine Vermehrung sorgfältiger Beobachtungen wäre sehr zu empfehlen.

**7) Amygdalus nana.**

Aus I, III und IV resultirt die Schwelle  $4^0$ , während die Belaubung II für höhere Schwellen eine etwas geringere Fehlerbreite ergibt. — In der That steht *Am. nana* bei kühler Witterung recht fest. — Die Termine

I.: 4·6 Mai ( $\varphi = 3\cdot9$ )

II.: 16·0 Mai ( $\varphi = 4\cdot0$ )

III.: 24·8 Mai ( $\varphi = 2\cdot1$ )

IV.: 31·8 Mai ( $\varphi = 2\cdot8$ )

erscheinen von der Schwelle fast ganz unabhängig<sup>1)</sup>, die Blüthe aus 6 Beob. mit geringer Fehlerbreite, und bietet ein gutes Object der Beobachtung dar.

Das mittl. Datum für I geht um 5 Tage vorbei, für II um 7 Tage, für die Blüthe trotz der 6 Beobacht. um mehr als 5 Tage!

**8) Berberis vulgaris.**

Während die Blüthe schlecht beobachtet war, so dass sie gänzlich ausgeschlossen wurde (1872 am 30. Mai, und in dem sehr kalten Jahre 1871 am 31. Mai), konnten die wenigen Notirungen für I und II berechnet werden.

Als gemeinsame Schwelle ergibt sich etwa  $1^0$ , jedoch wächst die Fehlerbreite nicht sehr beträchtlich bei höheren Schwellen. Die Termine

I.: 8·4 Mai

II.: 17·2 Mai

<sup>1)</sup> Fortan soll die Fehlerbreite mit  $\varphi$  und deren Betrag nach Tagen mit  $t$  bezeichnet werden.

erscheinen ziemlich wahrscheinlich, da die Notirungen ganz unabhängig von einander (I hat nur 2 Beobacht. II dagegen 5). Erstgenannter Termin ist viel besser, als das 5 Tage davon abliegende mittlere Datum.

*Berb. vulg.* ist nach meiner Erfahrung in Bezug auf Belaubung schwer zu beobachten, noch schwieriger auf Knospung.

**9) Betula alba.****10) Betula papyracea.**

Es liegen für beide recht zahlreiche Beobachtungen vor. Die Belaubung weist durchgängig der Schwelle  $2^0$  die kleinste Fehlerbreite an, (nur *Bet. pap.* bei  $10^0$ , indess kaum verschieden von  $2^0$ ).

Während höhere Schwellen bei *Bet. papyracea* enorme Fehlerbreiten zeigen, so findet solches für *Bet. alba* nicht statt, die in allen 4 Phasen für 10 Grad wieder Minima hat. Indess fällt auch hier wieder die Phase IV in eine relativ frühe Jahreszeit, und die bezügl. W. S. sind klein und relativ sehr variabel. Die Termine

	aus der Wärmesumme		Mittleres Datum	
	alba.	papyracea.	alba.	papyracea.
I.	8.2 Mai.	2.8 Mai.	6.0 Mai.	6.0 Mai.
II.	12.8 Mai.	14.7 Mai.	13.6 Mai.	17.5 Mai.
III.	14.0 Mai.	14.3 Mai.	16.7 Mai.	17.0 Mai.
IV.	17.5 Mai.	20.5 Mai.	19.5 Mai.	22.3 Mai.

gäben Gelegenheit zu einem *experimentum crucis* in Bezug auf die Rechnungsmeth. mit W. S. und nach mittleren Daten. Nach letzterer sollen *Bet. alba* und *pap.* gleichzeitig aufbrechen und letztere 4 Tage später sich belauben, nach

ersterer bricht dagegen *alba* um 5·4 normale Tage später auf.

Sehr gering erscheint die Fehlerbreite für die Belaubung von *Bet. alba*, nur 1·8. — Viel weniger markirt ist die Blüthe  $\varphi = 4\cdot 8$ , und am schlimmsten die Vollblüthe der *papyracea* ( $\varphi = 9\cdot 3$ ). Auch die Schwellenwerthe treten für die Blüthen beider Arten wenig charakteristisch hervor. Die Schwelle 4° hat die meiste Wahrscheinlichkeit, indess muss diese Frage als unbeantwortet hingestellt bleiben, während für Knospung und Belaubung höhere Schwellen als 2° sehr unwahrscheinlich sind.

Die Definirung der beiden ersten Phasen müsste enger gefasst werden, während die erste Blüthe durch das Stäuben der Antheren leicht zu fixiren ist, dergleichen die Vollblüthe, wenn keine Blüthe mehr zu finden, die nicht bereits stäube oder gestäubt habe.

### 11) *Caragana arborescens*.

In allen Phasen geben die 6 Schwellenwerthe sowie das mittl. Datum sehr nahe dieselben Normal-Termine. Für die Knospung ist die Schwelle 0° entschieden die beste, obwohl die Fehlerbreite mit  $6\cdot 9$  noch recht gross ist. Die Belaubung tritt sehr viel später ein, gegen 9 Tage. Die erste Blüthe ist leicht zu beobachten, daher auch die Fehlerbreite  $\varphi = 1\cdot 6$  für Schwelle 2°. Hiermit stimmt die Vollblüthe mit der engsten Fehlerbreite  $\varphi = 2\cdot 9$ . Die Termine

I.: 7·5 Mai

II.: 16·2 Mai

III.: 4·2 Juni

IV.: 9·0 Juni

werden bald mit Präcision erhalten werden, wenn stets dasselbe Individuum beobachtet wird, da *Car. arb.* individuell sehr verschieden auftritt.

### 12) *Cotoneaster nigra*.

Nicht leicht zu beobachten, daher überall grosse Fehlerbreiten. Dazu kommen grosse individuelle Verschiedenheiten. Für die Knospung und Belaubung ist die Schwelle 0 gut ausgeprägt, namentlich für erstere. Die viel später eintretende Blüthe erscheint von der Belaubung ganz unabhängig; die Schwellen 8 bis 10, also etwa 9° geben die kleinste Fehlerbreite. Die Termine

I.: 28·8 April (Schwelle 0°)

II.: 12·6 Mai (Schwelle 0°)

III.: 8·4 Juni (Schwelle 9°)

IV.: 13·2 Juni (Schwelle 9°)

weichen stark vom mittl. Datum ab. Letzteres giebt für I gar den 6·5 Mai, welches 7·8 Tage zu spät ist, und für II 4 Tage zu spät. Der beste Beweis für die Unbrauchbarkeit des mittleren Datums sieht man darin, dass die Vollblüthe früher als die Blüthe resultirt. Bei ersterer liegen nämlich 4 Beobachtungen vor von 1870 bis 1873, während bei der Blüthe gerade das warme Jahr 1872 eine Lücke aufweist, in Folge dessen wird das mittlere Datum von IV unter das von III herabgesetzt.

Blüthe und Vollblüthe sind indess noch immer mangelhaft bestimmt wegen der geringen Anzahl von Beobachtungen.

### 13) *Crataegus monogyna*.

Alle Phasen zusammengenommen, lassen die Schwelle 0° als beste erscheinen, nur für die Knospung tritt eine

unbedeutende Abnahme der Fehlerbreite bis zur Schwelle  $4^0$  auf. In dieser Hinsicht kann man einen Widerspruch im Resultate für Phase I und II erblicken. Indess muss ich erwähnen, dass ich im botan. Garten grosse individuelle Verschiedenheit gerade bei dieser Art bemerkt habe; zudem liegen wenig Beobachtungen vor. — Die Termine

I.: 5·7 Mai

II.: 16·8 Mai

III.: 16·3 Juni

IV.: 20·9 Juni

weichen zum Theil ziemlich stark von den bei anderen Schwellen gefundenen Werthen ab, jedoch immer noch lange nicht so stark und in anderer Richtung, wie das mittlere Datum für Blüthe (11·7 Juni) und Vollblüthe (15·3 Juni). Die letzteren Data sind ganz unbrauchbar, weil nur je drei Beobachtungen vorliegen, unter denen das warme Jahr 1872.

Die Fehlerbreite für die Belaubung ( $s = 0^0$ ) beträgt nur 2·8 Tage.

#### 14) *Daphne altaica*.

Diese Art wird bei uns im Winter mit Stroh umhüllt, ich fand im Frühjahr die meisten Knospen aufgebrochen, während nach dem Abdecken des Strohes die noch geschlossenen Knospen es lange Zeit blieben. An solchen Exemplaren hat die Beob. der Phase I wohl keinen Werth. Solches zeigt sich in der Fehlerbreite die 7·7 Tage beträgt, freilich am 24·5 April, also früh im Jahr (entspr. einem w. F. von  $20\cdot7^0$  C.). — Immerhin erscheint die Schwelle  $0^0$  deutlich ausgeprägt. — Anders bei der Belaubung, wo den höheren Schwellen kleinere Fehlerbreiten entsprechen, so dass die Schwelle  $10^0$  wahrscheinlich wird für die Belaubung. Indess liegen zu wenig Beobachtungen vor.

Blüthe und Vollblüthe weisen identisch und deutlich die Schwelle  $6^0$  auf. — Die Termine

I.: 24·5 April

II.: 13·9 Mai

III.: 16·4 Juni

IV.: 22·8 Juni

sind noch unsicher wegen der geringen Zahl von Beobachtungen, doch sind die Fehlerbreiten gering (2·2 bis  $3\cdot8^t$ ) mit Ausnahme von I.

Die mittl. Data weichen stark ab, für I 6 Tage zu spät, für III die Blüthe volle 8 Tage zu früh, ebenso die Vollblüthe und zwar wieder weil 1872 beobachtet worden ist.

#### 15) *Daphne Mezereum*.

Die Knospung kaum zu beobachten, da meist schon vom vorigen Herbst viele aufgebrochen dastehen, nicht selten auch eine zweite Blüthe im Herbst vorkommt. — Die Fehlerbreite für I und II erscheint zwar hoch, entsprechend der ungünstigen Beobachtung, allein die Schwelle  $0^0$  ist deutlich als einzig brauchbar ausgeprägt. Dasselbe gilt für die Blüthe, wo die Schwelle  $2^0$  etwas engere Fehlergrenzen hat, allein die Vollblüthe giebt wieder entschieden  $0^0$  als Schwelle zu erkennen. Die höchsten Schwellen  $8^0$  und  $10^0$  erscheinen überall als nicht erreicht. Die Blüthe hat die ziemlich kleine Fehlerbreite von 3·7 Tagen, was am 20. April einer Anzahl von nur 9·6 Grad Celsius entspricht. Die Termine

I.: 16·2 April

II.: 27·9 April

III.: 19·9 April

IV.: 25·2 April

stimmen mit dem mittleren Datum überein, was bei zahlreichen Beobachtungen wohl zufällig vorkommt, immerhin fände nach letzterem die Belaubung 4 Tage später statt.

#### 16) *Evonymus europaeus*.

Es liegen nur sehr wenig Beobachtungen vor, daher die Fehlerbreite für I sehr gross, für II wohl zufällig sehr klein ( $2 \cdot 1$ ). Die Schwelle zwischen 0 und 2° die wahrscheinlichste, obwohl sehr wenig markirt. Es müssen mehr Beobachtungen angestellt werden.

Die aus verschiedenen Schwellen berechneten Normaldaten weichen stark von einander ab, wie das nur vorkommt, wenn wenig Beobachtungen vorliegen. Immerhin liegen diese Daten innerhalb der wahrscheinlichen Fehlergrenze, und haben mehr Gewicht, als das mittl. Datum, welches für die Blüthe mehr als 7 Tage zu früh ausfällt, weil 1872 mit notirt worden ist. Die Termine

- I.: 3·4 Mai
- II.: 11·7 Mai
- III.: 12·8 Juni
- IV.: 16·8 Juni

können nur als vorläufige Bestimmung gelten.

#### 17) *Fraxinus excelsior*.

Individuelle Verschiedenheiten sehr bedeutend, daher auch die grosse Fehlerbreite für die Phase I, — obwohl die Schwelle 0° deutlich ist, in voller Uebereinstimmung mit der Schwelle 0° für die Belaubung.

Die Blüthe hat einen grossen Fehler, offenbar schon deshalb, weil männliche und weibliche Exemplare nicht unterschieden sind. Die Schwelle 4° giebt ein deutlich markirtes Minimum für die Blüthe, und wenigstens ein

relatives Minimum für die Vollblüthe, welche letztere indess nur in 3 Jahren notirt worden ist. Die Termine

- I.: 18·8 Mai
- II.: 30·9 Mai
- III.: 22·6 Mai
- IV.: 29·8 Mai

weichen mehr oder weniger vom mittleren Datum ab, die Phase IV. sogar um 7·8 Tage, während alle Schwellen dasselbe Datum ergeben.

#### 18) *Hippophaë rhamnoides*.

Zu wenig Beobachtungen liegen vor, um auf das Minimum der Fehlerbreite Gewicht zu legen. Phase I giebt zufällig absolute Uebereinstimmung für die Schwelle 6°, wogegen die Belaubung widerspricht, da sie sehr markirt 0° als Schwelle aufweist. Dazu kommt, dass die Knospung sehr schwer zu beobachten ist. Auch die Blüthe ergiebt sehr deutlich die Schwelle 6°, die Vollblüthe — aus nur 2 Beobachtungen 6°. — Ich halte dennoch die Schwelle 0° für wahrscheinlicher, wenn man alle vorliegenden Resultate prüft. Die Termine

- I.: 11·2 Mai
- II.: 20·6 Mai
- III.: 16·8 Mai
- IV.: 28· Mai

sind sehr unsicher, obwohl es wahrscheinlich ist, dass in den wenigen notirten Jahren ein und dasselbe Exemplar beobachtet wurde.

#### 19) *Larix dahurica*.

#### 20) *Larix europaea*.

#### 21) *Larix sibirica*.

Für alle diese Arten geben sämtliche Phasen der Schwelle 0° das grösste Gewicht. Dass bei der Belaubung die

Fehlerbreite verhältnissmässig klein ist ( $2^t$ ,  $5^t$  und  $4^t$ ) ist mir sehr auffallend, da es mir nicht gelingen wollte, im vergangenen Jahre diese Phase mit einiger Bestimmtheit zu erfassen. Für die Phase I wächst rasch die Fehlerbreite mit der Schwelle, und Schwelle 10 wird von allen 3 Arten als unmöglich ausgeschlossen. Weniger prägnant zeigt sich dasselbe für die Belaubung und für die Blüthe. Bei *Larix europaea* ist sogar Schwelle 10 unmöglich, weil garnicht vorgekommen, und trotzdem sieht man bei höheren Schwellen die Fehlerbreite etwas abnehmen, auch hier in Folge der sehr geringen absoluten Wärmesummen. Die Termine

Larix		
dah.	eur.	sib.
I.: 28.5 April	30.0 April	30.0 April
II.: 10.3 Mai	10.0 Mai	9.4 Mai
III.: 8.3 Mai	9.3 Mai	10.2 Mai
IV.: —	19.3 Mai	14.9 Mai

erscheinen an sich nicht unwahrscheinlich, und beweisen die Güte der Methode, da ganz verschiedene Jahrgänge vorliegen.

Die mittl. Data weichen zufällig nur wenig ab, nur für die Blüthe ergibt sich ein Prüfstein, sofern hier alle 3 Arten nach einander um einen Tag verschieden aufblühen; das mittl. Datum giebt dagegen resp.

III.: 12.0 Mai 9.5 Mai 9.4 Mai

d. h. *Lar. dah.*  $2\frac{1}{2}$  Tage später als die beiden anderen.

### 22) *Lonicera coerulea.*

### 23) *Lonicera Xylosteum.*

Für letztere Art liegen zu wenig Beobachtungen vor. Phase I und II führen auf Schwelle 10<sup>o</sup>, die Blüthe auf

Schwelle 0<sup>o</sup>. Bei *Lon. coer.* hat die Schwelle 0<sup>o</sup> durchaus die grösste Wahrscheinlichkeit, nur die Belaubung, — die übrigens mit höheren Temperaturen einzutreten pflegt, weist auf die Schwelle 4<sup>o</sup>, oder besser 3<sup>o</sup>. — Fortgesetzte Beobachtungen werden vielleicht für beide Arten die Schwelle 0<sup>o</sup> deutlich hervortreten lassen. Die Termine

### Lonicera

coerul.	Xylosteum.
I. 28.5 April.	?
II. 9.4 Mai.	10. Mai.
III. 17.7 Mai.	4.7 Jun.
IV. 26.6 Mai.	—

mögen für erstere Art als ziemlich sichere gelten. Das mittlere Datum fällt für I um 4 Tage zu spät aus (2.3. Mai), für die Belaubung von *Lon. Xyl.* etwa 6 Tage zu früh.

Ich halte die vorliegenden Beobachtungen für schlechte (cf. pag. 299) und fürchte einen Wechsel der Individua.

### 24) *Phellodendron amurense.*

Nur die Belaubungsbeobachtungen brauchbar. — Die Schwelle 5<sup>o</sup> für beide Phasen I und II gut ausgesprochen. In beiden Phasen die Fehlerbreite gleichmässig wachsend nach beiden Seiten von der Schwelle 5<sup>o</sup> aus. In der That scheint *Phellodendron* bei kühler Witterung zu ruhen.

Die Termine

I.: 19.2 Mai  
II.: 28.3 Mai

können sammt der Schwelle 5<sup>o</sup>, als gut bestimmt angesehen werden; auch das mittlere Datum stimmt nahezu überein. Die Fehlerbreite erscheint allerdings noch ziemlich gross.

**25) Philadelphus coronarius.**

Phase I und II geben identisch die Schwelle 0 bis 2 also etwa 1°, mit mässiger Fehlerbreite für die Belaubung. Höhere Schwellen haben wenig Wahrscheinlichkeit. Die spät im Jahre eintretende Blüthe weist auf die Schwelle 10°, Vollblüthe auf Schwelle 6° hin mit geringer Fehlerzunahme bis Schwelle 10°, — während die letztere für die Belaubung unerreicht dasteht. — Die Termine

I.: 29.5 April

II.: 12.3 Mai

III.: 26.6 Juni

IV.: 3.3 Juli

sind bis auf den ersten mit geringen wahrscheinlichen Fehlern behaftet, das mittlere Datum weicht für Phase I ab, und ist (4.8 Mai) um 5.3 Tage zu spät.

Als Beobachtungsobject ist *Philad. cor.* schon wegen der spät eintretenden Blüthe sehr schätzbar. Die Knospung ist leicht zu beobachten, nur die Belaubung schwierig. Die nach einander sich öffnenden Blattpaare böten sehr geeignete Objecte dar zu fortgesetzter Beobachtung.

**26) Pirus baccata.****27) Pirus communis:****28) Pirus Malus.**

Keine der drei Arten hat die Schwelle 0°. Knospung und Belaubung weisen überall identisch auf Schwelle 3°, da das Minimum bald näher zu 2°, bald zu 4° auftritt.

*Pirus bacc.* hat eine sehr grosse Fehlerbreite für Phase I, vielleicht in Folge dessen, dass unter den drei im botanischen Garten vorhandenen Exemplaren gewechselt wurde. Sonst schien mir Phase I leichter festzustellen als Phase II.

Die Blättchen erscheinen mit eingerollten Rändern und wachsen in diesem Zustande bis wärmere Witterung das Aufrollen bedingt. — Die Belaubungsphase schien mir sehr schwer definirbar. — Blüthe und Vollblüthe haben für alle 3 Arten sehr kleine Fehlerbreiten. Die Schwellen treten noch nicht sehr deutlich hervor, für *Pirus bacc.* Phase III und IV bei etwa 2°, für *Pirus communis* Schwelle 7°, für *P. Malus* Schwelle 5°, wenn man beide Phasen III und IV zu Rathe zieht.

Die vorstehende Gruppe gehört zu den bestbeobachteten, nur wenig Lücken kommen vor. Die wahrscheinl. Fehler der Termine selbst erreichen nirgends einen vollen Tag, auch weisen alle Schwellenrechnungen auf dieselben Termine.

## Pirus

	bacc.	comm.	Malus.
I.	3.1 Mai.	9.5 Mai.	10.7 Mai.
II.	10.9 Mai.	19.4 Mai.	19.1 Mai.
III.	1.7 Juni.	30.4 Mai.	2.8 Juni.
IV.	5.7 Juni.	4.2 Juni.	6.7 Juni.

Hievon weichen die mittlern Data nur um 1 bis 3 Tage ab, und zwar für die Belaubung, während Phase III und IV völlig übereinstimmen.

**29) Populus alba.**

Der Vegetationsprocess scheint spät zu erwachen. Nirgends erscheint die Schwelle 0° wahrscheinlich, für die Belaubung Schwelle 8°, Blüthe Schwelle 4°, Vollblüthe Schwelle 6°. — Dieser letztere Schwellenwerth durchaus der wahrscheinlichste mit geringer Fehlerbreite von 2.5 für II, 2.8 für III, 2.7 für IV.

Die Termine I.: —  
 II.: 24·9 Mai  
 III.: 10·2 Mai  
 IV.: 11·9 Mai

dürften als recht sicher gelten<sup>1)</sup>. Sehr eigen ist es, dass die Vollblüthe nur 1·7 Tage später auftritt. Die Originalbeobachtungen ergeben folgende Differenzen in Tagen:

1870: 3 Tage  
 1871: 6 „  
 1872: nicht beob. die Vollblüthe  
 1873: 1 „  
 1874: 6 „  
 1875: 3 „

woraus zu ersehen, dass hier der Beobachtung IV wenig Vertrauen geschenkt werden kann.

**30) Populus laurifolia.** ♀

**31) Populus laurifolia.** ♂

Auch hier hat die Schwelle 0<sup>o</sup> keine Wahrscheinlichkeit. Alle 4 Phasen beider Arten weisen auf eine Schwelle zwischen 2<sup>o</sup> und 4<sup>o</sup>, also etwa auf 3<sup>o</sup> hin. Zahlreiche Beobachtungen liegen vor, und namentlich für die Blüthe ist die Fehlerbreite sehr gering, nur 1·5 Tage. (Dass die Vollblüthe des weiblichen Exemplares einen grossen Fehler hat, wird nicht auffallen). Die Termine:

*Populus laurifolia.*

	♀	♂
I.	10·8 Mai	3·5 Mai.
II.	23·5 Mai	21·1 Mai.
III.	13·7 Mai	10·9 Mai.
IV.	18·9 Mai	13·6 Mai.

1) Offenbar hat stets ein und dasselbe grosse Exemplar zur Beobachtung gedient.

weichen wenig vom schlichten Datum ab. Die Beobachtungen scheinen durchweg leicht anzustellen, da die Phasen sich gut definiren lassen.

**32) Populus tremula.**

Nur die Blüthe ist beobachtet worden. Mit grosser Entschiedenheit empfiehlt sich die Schwelle 6<sup>o</sup>. Leider liegen nur 3 Beobachtungen vor. Das mittlere Datum 26·0 April liegt 2 Tage über dem Termin

III.: 24·1 April.

Die Phase I wird sich leicht beobachten lassen, schwerer Phase II. Leider steht im botan. Garten nur ein, und dazu ein sehr junges Exemplar.

**33) Prunus Cerasus.**

**34) Prunus domestica.**

Auch hier scheint die Schwelle 0<sup>o</sup> keine Wahrscheinlichkeit zu haben, wenn nicht für das Aufknospen der zweiten Art. — Am besten stimmt Schwelle 2<sup>o</sup> wenn man alle Beobachtungen zu Rathe ziehen will. Knospung und Belaubung lassen höhere Schwellen nicht möglich erscheinen während die Blüthe und Vollblüthe einander widersprechen. Bei *Prunus cer.* treten 2 Minima der Fehlerbreite auf. Kurzum die Schwelle bleibt auf Grund dieser Beobachtungen unentschieden. Die Termine

	Prunus	
	Cerasus	domestica.
I.	11·0 Mai	12·6 Mai.
II.	22·4 Mai	21·4 Mai.
III.	27·7 Mai	28·6 Mai.
IV.	2·3 Juni	5·7 Juni.

stimmen für alle Schwellen gut unter einander überein. Das mittl. Datum beider Arten giebt für Phase I einen Unterschied von 4·7 Tagen. (Cer. 10·3 Mai, dom. 15·0 Mai). Für die anderen Phasen stimmt es ziemlich gut überein.

### 35) Prunus Padus.

Zahlreiche gut ausgeführte Beobachtungen liegen vor. Trotz der frühen Jahreszeit ist, ähnlich wie bei den anderen Prunus-Arten, und so wie für sämtliche Pirus- und Populus-Arten, die Schwelle 0° nicht wahrscheinlich, vielmehr hat 2° oder 1° das höchste Gewicht. Die Belaubung ist nach meiner Erfahrung schwer festzustellen, da die Blätter zusammengefaltet wachsen, und vielleicht mehr durch Insolation oder höhere momentane Temperatur sich zu entfalten scheinen. Dem entsprechend ist die Fehlerbreite bei Phase II relativ gross = 5·1 Tage, obwohl 7 Beobachtungen vorliegen.

Auch hier geben alle nahe dieselben Termine, wie die Schwelle 2°.

I.: 24·9 April

II.: 7·4 Mai

III.: 25·9 Mai

IV.: 31·4 Mai

Die mittleren Data harmoniren recht gut mit diesen Angaben, was bei lückenlosen Beobachtungen öfters vorkommen kann.

Für diese verbreitete, und bei uns allenthalben wild wachsende Art sei es gestattet die Originalbeobachtungen für die erste Blüthe mitzuthellen mitsammt den entsprechenden Wärmesummen für die sechs Schwellenwerthe.

### Erste Blüthe von Prunus Padus.

Jahr.	Datum.	Wärmesummen					
		s = 0	s = 2	s = 4	s = 6	s = 8	s = 10
1869	12. Mai	321	221	158	116	86	61
1870	18. Mai	335	244	168	113	69	40
1871	6. Juni.	364	239	153	97	59	36
1872	11. Mai.	329	240	172	121	83	54
1873	27. Mai.	332	232	163	108	67	39
1874	2. Juni.	352	231	151	100	64	40
1875	27. Mai.	307	2·2	173	125	83	52
Mittel	24·6. Mai	334 ± 12·7	234 ± 5·1	162 ± 6·1	111 ± 6·9	73 ± 7·2	46 ± 6·3
Normaldaten:	25·7 Mai	25·9 Mai	25·8 Mai	25·9 Mai	25·8 Mai	25·7 Mai	
Fehlerbreite der Einzelbeobachtung in Tagen.	2·6	1·3	2·0	3·2	4·8	6·6	
Fehlerbreite des Resultats in Tagen:	1·0	0·5	0·8	1·3	1·9	2·6	

Man vergesse nicht, dass die Fehlerbreite dem doppelten wahrscheinlichen Fehler entspricht. — Ähnlich wie im vorstehendem Beispiele sieht man häufig bei s = 0 eine nur mässige Coincidenz der Wärmesummen, während dieselbe schon für s = 2 eine sehr gute Uebereinstimmung zeigt. Man bemerkt wie rasch die Wärmesummen für höhere Schwellen im kalten Jahre 1871 abnehmen, während sie im plötzlich warmen Jahre 1875 ein entgegengesetztes Verhalten zeigen.

Gern hätte ich wie in vorstehender Form das gesammte Material mitgetheilt. Indess wäre es zu umfangreich gewesen, und musste einer späteren Zeit vorbehalten bleiben.

### 36) Quercus pedunculata.

Wenn man von der schwer festzustellenden Vollblüthe absieht, erscheint überall die Schwelle 0 bis 2°, also etwa 1° von grösstem Gewicht, zunächst für Phase I sehr mar-

kirt, aber auch sehr deutlich für Phase II. Dagegen wenig sicher für die Blüthe, wo ein neues Minimum bei Schwelle 8° auftritt. Die Termine

I.: 21.1 Mai

II.: 26.4 Mai

III.: 1.7 Juni

IV.: 7. — Juni

erscheinen mit geringen Fehlerbreiten behaftet mit Ausnahme von I, wo auf die grossen individuellen Verschiedenheiten hinzuweisen wäre. — Auch hier stimmen die mittleren Data bis auf etwa einen Tag überein.

### 37) *Rhamnus cathartica*.

Eine interessante Beobachtungsreihe liegt vor. Alle vier Phasen deuten auf die Schwelle 4—6, also etwa 5°. — Das Minimum der Fehlerbreite ist überall sehr gering, und wächst, beiderseits, d. h. bis zur Schwelle 0° sowie bis zur Schwelle 10 an. Leider liegen nur wenig Beobachtungen vor. Doch kann ich mir nicht versagen das gesammte Original-Material hier mitzutheilen, um das prägnanteste Beispiel anzuführen für diese Fälle, wo die Wärmesummen bei einer Schwelle und namentlich bei 0° schlecht stimmen, und bei anderen völlig coincidiren.

#### I. Knospenaufbruch.

Beobachtung.	s = 0°	s = 2°	s = 4°	s = 6°	s = 8°	s = 10°
1871 23. Mai	219	122	62	31	13	5
1872 —	—	—	—	—	—	—
1873 8. Mai	156	91	57	33	19	10
1874 17. Mai	205	115	63	35	19	9
1875 10. Mai	123	82	57	40	27	16
Mittel:	15.5. Mai 8.5. Mai	102 ± 12.7 7.9. Mai	60 ± 2.1 7.6. Mai	35 ± 2.6 7.4. Mai	19 ± 3.9 6.7. Mai	10 ± 3.1 6.4. Mai

#### II. Belaubung.

Beobachtung.	s = 0°	s = 2°	s = 4°	s = 6°	s = 8°	s = 10°	
1871 1. Juni.	310	195	118	69	37	19	
1872 3. Mai.	231	157	105	69	45	26	
1873 16. Mai.	236	156	107	68	43	25	
1874 29. Mai.	296	183	111	68	40	23	
1875 —	—	—	—	—	—	—	
Mittel:	21.0. Mai 18.4. Mai	268 ± 27.1 17.1. Mai	173 ± 12.9 15.7. Mai	10 ± 3.9 14.7. Mai	68.5 ± 0.4 13.6. Mai	41 ± 2.3 12.8. Mai	23 ± 2.2

Ich bin weit entfernt, die Sicherheit des Resultates zu überschätzen. Jede Schwelle z. B. giebt ein anderes Normaldatum, unter denen die für die Schwelle 4° bis 6° weitaus das grösste Gewicht haben. — Eine grössere Variation in den resultirenden Daten als im vorliegenden Beispiel kommt bei keinem anderen Falle vor, und wäre auch hier sicher nicht vorhanden, wenn die fehlenden drei Jahre mit notirt worden wären. Immerhin weist das mittlere Datum noch weit über diese Variation hinaus und setzt den Knospenaufbruch um volle 8 Tage, die Belaubung um 6 Tage zu spät an.

Die Wärmesummen bei 0° stimmen entschieden sehr schlecht unter einander. Man vergleiche die Jahre 1871 und 1872 in Phase II. Die Beobachtung weist aber um 29 Tage verschiedene Data auf. Das Jahr 1871 war kalt und selten erhob sich die Temperatur über 6°. Daher ward es möglich, dass an den beiden angeführten Daten völlig gleiche Wärmesummen über der Schwelle 6° auftreten. Auch das Jahr 1875 in Phase I tritt sehr characteristisch hervor. Während von Januar bis März keine Temperatur über 0° vorkam, trat im April und besonders im Mai beständige warme Witterung ein, so dass das Jahr 1875 oft zu niedrig ausfällt bei der Schwelle 0°, dagegen überholt dieses

Jahr bald die anderen für höhere Schwellen und für  $s=6^{\circ}$  übertrifft es alle übrigen. In dieser Hinsicht waren die uns vorliegenden Jahre, da sie sehr verschiedenen Charakter trugen, sehr geeignet für die betreffende Untersuchung.

Ganz ähnlich verhielt es sich mit der erst spät eintretenden Blüthezeit. Leider liegen nur 3 Beob. vor, daher die Gefahr des Zufalles grösser.

### III. Erste Blüthe.

Beobachtung.	$s=0^{\circ}$	$s=2^{\circ}$	$s=4^{\circ}$	$s=6^{\circ}$	$s=8^{\circ}$	$s=10^{\circ}$
1873 10. Juni	545	416	320	236	169	114
1874 22. Juni	602	441	321	231	161	107
1875 14. Juni	537	427	331	248	173	113
Mittel: 16.3 Juni	$561 \pm 23.7$	$428 \pm 8.4$	$324 \pm 4.1$	$238 \pm 5.9$	$168 \pm 4.2$	$111 \pm 2.6$
	12.2 Juni	12.5 Juni	12.7 Juni	12.6 Juni	12.3 Juni	11.2 Juni

Auch hier fällt bei  $s=0^{\circ}$  das Minimum der Wärmesumme auf 1875, indess schon bei  $s=4^{\circ}$  hat dieses Jahr die anderen überholt. Die Fehlerbreite für  $s=4^{\circ}$  beträgt nur 1.0 Tag. Allenthalben tritt dasselbe Normaldatum auf, wogegen das Mittel um  $3\frac{1}{2}$  Tage zu spät.

Ebenso instructiv erscheinen die Werthe der Vollblüthe, auch wenn letztere schwieriger zu beobachten ist.

### IV. Vollblüthe.

Beobachtung.	$s=0^{\circ}$	$s=2^{\circ}$	$s=4^{\circ}$	$s=6^{\circ}$	$s=8^{\circ}$	$s=10^{\circ}$
1872 29. Mai	578	453	350	263	191	131
1873 16. Juni	654	513	405	310	231	165
1874 25. Juni	640	473	347	251	176	118
1875 18. Juni	609	490	387	295	213	145
Mittel: 15.2 Juni	$620 \pm 22.6$	$482 \pm 17.0$	$372 \pm 18.9$	$280 \pm 18.3$	$203 \pm 16.2$	$140 \pm 13.4$
	16.6 Juni	17.0 Juni	17.5 Juni	17.7 Juni	17.9 Juni	17.9 Juni

Die Fehlerbreite ist hier grösser als bei III, und bei allen Schwellen wenig unterschieden. Die Vollblüthe mag eben durchaus schwieriger zu constatiren sein. Dennoch stimmen die Wärmesummen unter  $s=2^{\circ}$  und  $s=4^{\circ}$  ziemlich gut überein. — Das Mittel (15.2 Juni) fällt 2 Tage zu früh aus, ja geht sogar unter das Mittel der Phase III (16.3 Juni) herab, einfach aus dem Grunde, weil dort das warme Jahr 1872 mit frühzeitigen Daten fehlt, während es hier mit dem sehr plausiblen Datum 29. Mai auftritt. Letzteres erkennt man daraus, dass von  $s=4^{\circ}$  ab die Wärmesumme die des Jahres 1874 überholt hat. Einen entschiedeneren Beweis für die gänzliche Unbrauchbarkeit der schlichten Durchschnittswerthe lässt sich kaum beibringen. — Für *Rhamnus cathartica* könnte man übrigens, wie wir im Frühjahr 1878 bemerkten, mehrere Phasen scharf definiren, worüber an einer anderen Stelle zu berichten sein wird.

Noch muss erwähnt werden, dass im botanischen Garten nur ein Exemplar vorhanden ist, ein kräftiger gesunder Baum.

Im vorliegenden Falle schien es geboten, die Differenzen der Wärmesummen für verschiedene Phasen und alle Schwellen zu combiniren.

### Betrag der Wärmesummen vom Knospenaufbruch bis zur Belaubung.

#### Phase II — Phase I.

	$s=0^{\circ}$	$s=2^{\circ}$	$s=4^{\circ}$	$s=6^{\circ}$	$s=8^{\circ}$	$s=10^{\circ}$
1871	91	73	56	38	24	14
1873	80	65	50	33	24	15
1874	91	68	48	28	21	14
Dasselbe vom Knospenaufbruch bis zur ersten Blüthe.						
1873	389	325	263	203	150	104
1874	397	326	258	196	142	98
1875	424	345	274	208	146	97

Während hier bei allen Schwellen eine so gute Uebereinstimmung erblickt wird, dass man kein Kriterium für die beste Schwelle erhält, lehrt uns der nachfolgende Vergleich, dass die Vollblüthe offenbar schlecht beobachtet ist:

**Betrag der Wärmesummen von der ersten Blüthe bis zur Vollblüthe.**

Phase IV — Phase III.

	s = 0°	s = 2°	s = 4°	s = 6°	s = 8°	s = 10°
1873	109	97	85	74	62	51
1874	38	32	26	20	15	11
1875	72	63	56	47	40	32

Alles spricht dafür, dass die Vollblüthe 1874 zu früh, 1873 zu spät notirt ward, und in der That vergingen zwischen beiden notirten Phasen 1874 drei kühle Tage von durchschnittlich 12° Temperat., und 1873 sechs warme Tage von durchschnittl. 18° Temper. In Folge dessen sieht man sofort in den Resultaten für Phase IV die Konsequenzen dieses Umstandes. Offenbar erhellt auch hieraus, dass man bei Beurtheilung der Resultate nicht ohne weiteres den ermittelten wahrscheinlichen Fehlern vertrauen kann, sondern thunlichst alle Angaben zusammenzuhalten, — und denjenigen Zahlen ein grösseres Gewicht zuzusprechen hat, wo die Beobachtung besser ausfallen muss.

Erst dann, wenn zweifellos und notorisch gut definirte und sorgfältig beobachtete Phasen vorliegen, darf man es unternehmen an eine Erklärung solcher Anomalien heranzutreten, wie wir sie in letzter Tabelle bemerken.

- 38) **Ribes alpinum.**
- 39) **Ribes aureum.**
- 40) **Ribes Grossularia.**
- 41) **Ribes nigrum.**
- 42) **Ribes rubrum.**

Für alle 5 Arten liegt eine zahlreiche Reihe von Beobachtungen vor. Die drei ersten Phasen ergeben ganz übereinstimmend für alle Ribes-Arten die Schwelle 0°, desgleichen die Vollblüthe für *Ribes alpinum* und *Ribes rubrum*, während die 3 andern keine entschiedene Schwelle für die Vollblüthe aufweisen. In der That haben wir im Frühjahr 1877 es für ganz unmöglich befunden, diese Phase IV für *Ribes aur.* und besonders *Ribes Grossul.* sicher zu beobachten, während *R. alp.* und *R. rubr.* in dieser selben Phase scharf markirt werden können. Durchweg grosse Fehlerbreite hat *Ribes Grossul.*, vielleicht weil ganz verschiedene Individua beobachtet worden sind.

Trotzdem ist überall die Schwelle 0° deutlich ausgeprägt. Nur die Belaubung von *Ribes nigrum* scheint auf Schwelle 3° hinzuweisen. Man bemerke noch, dass bei der Vollblüthe die Fehlerbreiten verschiedener Schwellen nur wenig unter einander differiren, diese Phase liefert daher kein Kriterium. Die Termine

R i b e s

	alp.	aur.	Gross.	nigr.	rubr.
I.	25·0 Apr.	24·5 Apr.	25·8 Apr.	29·0 Apr.	6·8 Mai
II.	5·7 Mai	7·3 Mai	5·8 Mai	6·9 Mai	13·1 Mai
III.	20·0 Mai	25·0 Mai	24·6 Mai	27·4 Mai	25·2 Mai
IV.	26·2 Mai	29·8 Mai	29·6 Mai	31·0 Mai	29·5 Mai

zeigen meist ziemlich grosse Variationen bei den anderen Schwellen. Indess kommen jene Werthe sicher nicht in Betracht. (Beiläufig entfernen sie sich sämmtlich immer mehr und mehr vom mittleren Datum.)

Während hier von Phase III bis IV vier bis sechs Tage vergehen, giebt das mittlere Datum für diese Differenz sicher zu wenig nämlich 1—3 Tage, so z. B. für *Rib. rubr.* nur 1·1 Tag. Auch giebt das mittlere Datum das Aufknospen durchweg zu spät an.

Während bei 4 Arten die Schwelle 10 absolut unmöglich, erscheint dieselbe bei *Rib. rubrum* mit einer relativ geringen Fehlerbreite von 8 Tagen. Man bemerke aber, dass die Belaubung gerade hier die Schwelle 10 unmöglich macht, denn es kamen Jahrgänge vor, wo zwischen Phase I und II die Schwelle 10 gar nicht überstiegen ward.

#### 43) *Rosa cinnamomea.*

Aus allen Phasen tritt 4<sup>o</sup> als sicherste Schwelle hervor, besonders für Phase I und IV, während II und III nur unbedeutende Aenderungen der Fehlerbreite enthalten.

Die Termine:

- I.: 7·3 Mai
- II.: 17·0 Mai
- III.: 21·0 Juni
- IV.: 29·0 Juni

erscheinen noch einigermaassen unsicher wegen der geringen Anzahl von Beobachtungen.

Knospung und Belaubung sind schwieriger zu beobachten. Dem entsprechend ist die Fehlerbreite grösser als bei III.

Das mittlere Datum der Blüthe fällt um 7 Tage zu früh aus.

#### 44) *Salix acutifolia.*

#### 45) *Salix fragili-alba.*

Während letztere Art sehr entschieden auf die Schwelle 2<sup>o</sup> hinweist, scheint erstere in Bezug auf Belaubung und Blüthe etwa 5<sup>o</sup> zu verlangen. Dem widerspricht nur die weniger maassgebende Vollblüthe.

Der absolute Fehlerbetrag für *frag.-alba.* ist sehr gering. Es liegen 7 Beobachtungen vor, die offenbar auf ein und dasselbe grosse Exemplar im botan. Garten sich beziehen. Bis auf den Tag genau ist sogar die Einzelbeobachtung bestimmt. Die Termine für

Salix		
	acutifolia	fragili-alba.
I.	—	27·3 April
II.	13·5 Mai	12·6 Mai
III.	21·2 Mai	18·6 Mai
IV.	27·7 Mai	25·5 Mai

dürften als ziemlich sichere gelten, da zahlreiche Beobachtungen vorliegen.

Das mittlere Datum weicht weniger ab, als bei anderen Arten, doch für Phase I um 4 Tage.

#### 46) *Sambucus nigra.*

#### 47) *Sambucus racemosa.*

Knospenaufbruch und Belaubung ist bei beiden Arten kaum zu beobachten. Wie mir scheint, müssen diese Phasen anders defnirt werden, worüber an einem anderen Orte mehr. Auch hier zeigt *Samb. rac.* sehr grosse Fehlerbreiten für Phase I und II. Aus der Belaubung und Blüthe schliesse ich auf die Schwelle 1<sup>o</sup> oder besser 2<sup>o</sup>. —

Phase I giebt für *S. rac.* ein Min. für  $4^{\circ}$ , ein Resultat das ich nicht gelten lassen kann, obwohl 7 Beobachtungen vorliegen. Die Fehlerbreite nimmt nämlich ab, weil die absoluten Wärmesummen sehr klein sind. Die Phase I fällt so früh ins Jahr, dass schon  $s = 6^{\circ}$  unmöglich ist. Somit erweist sich die gesammte Phase I als unbrauchbar und schlecht definirt. Ganz anders die Blüthe. Für *Samb. nigra* liegen nur 2 Beobachtungen vor, daher die Widersprüche in Phase III und IV wenig besagen. Die Beobachtungen wurden nur aufgenommen als Anhalt für spätere Berechnungen. *Samb. racemosa* stellt dagegen entschieden Schwelle  $2^{\circ}$  als wahrscheinlich hin mit sehr geringer Fehlerbreite von nur 1 bis 2 Tagen, dabei eine rasche Zunahme der letzteren für höhere Schwellen. Die Termine für

S a m b u c u s

	nigra	racemosa
I.	—	19·6 April
II.	12· Mai	15 Mai
III.	23· Juni	26·7 Mai
IV.	5· Juli	31·1 Mai

erscheinen für erstere Art sehr unsicher, trotzdem dass das mittlere Datum damit übereinstimmt, für *Samb. rac.* dagegen recht sicher, namentlich für Phase III und IV. Alle Schwellen ergeben zudem dasselbe Datum.

Erwähnt mag werden, dass die Blüthe von *Samb. racemosa* individuell sehr wenig variirt, selbst der Standort bedingt zwar merkliche aber geringe Unterschiede.

**48) Sorbus aucuparia.**

Blüthe und Belaubung weisen auf die Schwelle  $0^{\circ}$ , namentl. letztere mit geringer Fehlerbreite. Die Blüthe

stimmt kaum merklich besser bei  $s = 2^{\circ}$ , auch die Vollblüthe, die eine auffallend hohe Schwelle fordert, weicht von  $0^{\circ}$  ab. Die Termine

I.:	1·4 Mai
II.:	13·1 Mai
III.:	9·9 Juni
IV.:	16·1 Juni

sind aus je 4 bis 5 Beobachtungen ermittelt, und mit geringen wahrscheinlichen Fehlern versehen bis auf Phase I, wo nur 4 Beobachtungen vorliegen, und die Breite 7·6 Tage beträgt. Die mittleren Data sind sämmtlich zu hoch um 1—3 Tage.

**49) Spiraea sorbifolia.**

Alle Phasen weisen auf Schwelle  $2^{\circ}$  oder noch mehr zwischen 0 und  $2^{\circ}$ , also auf etwa  $1^{\circ}$ . — Die Fehlerbreite für die Knospung sehr gering und rasch für höhere Schwellen anwachsend bis zur Unmöglichkeit der 10. Schlechter stimmt die Belaubung, die nicht leicht definirbar, wenn auch die Schwelle  $2^{\circ}$  sehr deutlich ausgeprägt ist.

Für die Blüthe liegen nur wenige aber gut übereinstimmende Beobachtungen vor. Die Termine

I.:	24·5 April
II.:	5·7 Mai
III.:	4·5 Juni
IV.:	13·3 Juli

scheinen ziemlich gesichert, und stimmen für alle Schwellen sehr nahe überein. Das mittlere Datum fällt für Phase I mehr als 6 Tage, für Phase II 3 Tage zu spät aus.

**50) Syringa vulgaris.****51) Syringa chinensis.**

Allen Phasenbeobachtungen zu Folge kommen nur die Schwellen zwischen 0 und 4 in Betracht, obwohl die Fehlerbreite nicht sehr stark bis zur Schwelle 10 wächst. Nur für den Knospenaufbruch sind die höchsten Schwellen unmöglich, so wie für die Belaubung, wo sogar Schwelle 8 und 10 unmöglich. Die Fehlerbreite bei der Phase I ist recht gross, wie ich vermüthe, weil verschiedene Individua beobachtet wurden. Die Termine für

## S y r i n g a

	vulgaris	chinensis
I.	4·6 Mai	28·3 April
II.	11·9 Mai	13·1 Mai
III.	4·9 Juni	6·3 Juni
IV.	11·3 Juni	16·7 Juni

zeigen, wie letztere sich langsamer entwickelt. Die mittleren Data sind meist ganz unbrauchbar.

**52) Tilia grandifolia.****53) Tilia parvifolia.**

Alle Beobachtungen weisen auf hohe Schwellenwerthe, etwa 9 Grad, leider liegen für die Blüthe sehr wenig, aber sehr gut stimmende Beobachtungen vor. Beiläufig tritt hier die Schwelle 4 als die wahrscheinlichste vor. Diese interessanten, mitten im Hochsommer eintretenden Phasen, scheinen leider von den Beobachtern oft vergessen zu werden, die Termine für

## T i l i a

	grandif.	parvif.
I.	11·6 Mai	14·2 Mai
II.	19·4 Mai	28·8 Mai
III.	13·8 Juli	19·5 Juli
IV.	21·8 Juli	26·3 Juli

schwanken nur wenig mit den verschiedenen Schwellen. Das mittlere Datum setzt die Belaubung beider Arten beinahe auf denselben Tag.

**54) Ulmus montana.**

Knospenaufbruch und Belaubung weisen auf die Schwelle 4 Grad, Blüthe und Vollblüthe auf 1 Grad. Die Fehlerbreite meist sehr gering. Die Termine

I.:	7·6 Mai
II.:	12·8 Mai
III.:	8·8 Mai
IV.:	11·9 Mai

erscheinen ziemlich sicher bestimmt. Das mittlere Datum stimmt damit zufällig überein, bis auf die Blüthe, die 3 Tage zu früh ausfällt.

**55) Viburnum Lantana.**

Von dieser interessanten Art liegen leider nur wenig Beobachtungen vor, namentlich für Phase I, die sehr scharf beobachtet werden kann, wenn man das Auseinanderklaffen des ersten Blattpaares darunter versteht. Die 3 anderen Phasen mit je 5 Beobachtungen lassen die Schwelle nicht sehr deutlich hervortreten.

Für die Blüthe ist 0 Grad die wahrscheinlichste, obwohl wieder höhere Schwellen Minima aufweisen. Die Belaubung ergiebt Schwelle 4 Grad, mit geringer Fehlerbreite. Die Termine.

I.:	27·2 April
II.:	12·2 Mai
III.:	3·3 Juni
IV.:	8·0 Juni

variren sehr wenig mit den verschiedenen Schwellen. Das mittlere Datum für Phase II fällt 4 Tage, für Phase I 9—10 Tage zu spät aus! Beiläufig bemerkt, findet der Knospenaufbruch für *Ulmus* und *Viburnum* nach dem mittleren Datum vollkommen gleichzeitig statt. Nach der Wärmesumme stehen diese Phasen 10 Tage auseinander! — Sehr zu empfehlen wäre, für *Viburnum* die Beobachtung des Klaffens der auf einander folgenden drei ersten Blattpaare.

Auf Grund vorstehender Discussion sei es gestattet, zum Schluss noch für die bearbeiteten 55 Arten eine Tabelle F zu bringen, in welcher die wahrscheinlichste Schwelle notirt ist, und die bezüglichen Termine oder Grenzen des wahrscheinlichen Fehlers, reducirt auf ein Normaldatum. Was diese Normaldata selbst betrifft, so sind dieselben auf Tab. E bereits mitgetheilt und mit fetter Schrift hervorgehoben.

Fassen wir das Ergebniss unserer Arbeit in Worte zusammen, so lassen sich etwa folgende Punkte hervorheben:

1. Für verschiedene Phasen mehrerer Species lassen sich mit Präcision gewisse Schwellenwerthe ermitteln, so dass die vorliegende Methode, auf gute Beobachtungen angewandt, sich durchaus empfiehlt.

2. Sehr unwahrscheinliche Schwellen kennzeichnen sich sofort durch grössere Fehlerbreiten. Nur das der geringsten Fehlerbreite entsprechende Normaldatum hat Anspruch auf Glaubwürdigkeit.

3. Bei der Ermittlung der Normaldata führen die Berechnungen bei allen Schwellenwerthen sehr nahe auf ein und denselben Werth. Differenzen bis zu 2 oder 3 Tagen kamen nur vor, wenn gar zu wenig Beobachtungen vorlagen; aber auch dann wurde ein Normaldatum durch Bestimmung der wahrscheinlichsten Schwelle oft erhalten. Daraus folgt, dass, wo es nur auf Ermittlung von Terminen ankommt, man sich mit Berechnung der Wärmesummen über 0° begnügen darf.

4. Mögen längere Beobachtungsreihen auch noch so lückenhaft sein, immer darf unbedenklich die vorliegende Berechnungsmethode angewandt werden. Dabei ist es völlig gleichgültig, ob die verzeichneten Phasen in vorzüglich kalte oder in extrem warme Jahre fallen. Die Resultate werden dadurch nicht verändert.

5. Die Berechnung eines mittleren Datums aus einer Beobachtungsreihe kann dazu dienen, die zeitliche Variabilität einer Phase zu bestimmen; diese Grösse ist es, die dem wahrscheinlichen Fehler des mittleren Datums entspricht. Ein Normaldatum kann aber auf diesem Wege nie sicher gefunden werden, da letzteres vom mittleren Datum um  $\pm 10$  Tage differiren kann.

6. Die aus einer vieljährigen Beobachtungsreihe sich ergebenden wahrscheinlichen Fehler der Wärmesummen sind auf die Veränderlichkeit der Witterung zu beziehende Grössen. Der Ausdruck „Fehlerbreite“ wäre in „wahrscheinliche Abweichung“ umzuwandeln, wenn diese Anschauung bei fortgesetzter Untersuchung sich bestätigen sollte.

7. Die vorliegende Untersuchungsmethode zur Feststellung der Schwellen könnte vielleicht auf dem Wege

des Experimentes geprüft und controllirt werden, bei einzelnen Species durch Reiser, die im Frühjahr im Wasser bei verschiedener Temperatur sich gesund entwickeln.

Es wäre sehr zu wünschen, dass auf den meteorologischen internationalen Congressen auch die Probleme der Phänologie zur Sprache kämen. Erst dann wäre Aussicht auf rasche Förderung dieses an praktischer Verwerthung so reichen Gebietes vorhanden. Soviel für jetzt sich darüber angeben lässt, wäre etwa folgendes die Aufgabe des Congresses:

1. Erarbeitung einer überall anzuwendenden Beobachtungs-Instruction.
2. Feststellung einer bestimmten Anzahl von Arten, die zu beobachten wären.
3. Auswahl derjenigen wenigen Arten, an welchen mehr Phasen durch das ganze Jahr hindurch zu notiren wären.
4. Anleitung zu einer conformen Berechnung der Beobachtungen und Ermittlung der Schwellenwerthe derselben Art an verschiedenen Orten.
5. Veranstaltung von Experimenten durch Austausch von Exemplaren einer Art, die lange an einem Orte im Norden und Süden beobachtet worden.
6. Erst nachdem vorstehendes zu Resultaten geführt, wäre eine Prüfung des erweiterten Linsser'schen Gesetzes vorzunehmen. Auch wäre es einer späteren Zeit vorbehalten, die an verschiedenen Orten gewonnenen Resultate zu einer geographischen Uebersicht zusammenzustellen.

Nur dem meteorologischen Congress kann es gelingen, die hier aufgeworfenen Fragen expedit zu beantworten. Wie gegenwärtig auf Conformität meteorologischer Apparate

die ganze Aufmerksamkeit gerichtet ist, so dass man einst im Stande sein wird, mit Sicherheit Schlüsse auf säculare Variationen zu ziehen, so kann auch nur auf dem Wege des Congresses die in der Phänologie allenthalben zerstreute Arbeit in die rechte Bahn gelenkt werden.

Liegen hier auch zunächst nur statistische Methoden vor, so ist zu bedenken, dass solche in der Meteorologie sich als sehr fruchtbar bewährt haben, obwohl hier wie dort kein unmittelbarer Causalzusammenhang sich erforschen liess. Dahin gehören barische und thermische Windrosen, Zusammenstellungen von Mittelwerthen aus kürzeren und längeren Zeiträumen für die verschiedensten Elemente, selbst für solche kosmischen Ursprunget, u. A.

Es scheint mir die hier obwaltende Complicirtheit des Realzusammenhanges zu sein, die manchen Forscher, Physiker wie Physiologen, nur mit Geringschätzung von den Versuchen reden und denken lassen, die bezüglichlichen Erscheinungen in eine quantitativ fassbare Form zu bringen. Es ist zwar nicht zu läugnen, dass die auf statistische Methoden angewiesenen Objecte der Wissenschaft einen Gegensatz zu allen Gebieten bilden, wo in exacter Weise Ursache und Wirkung beobachtet und gemessen werden können. Wollte man aber deshalb auf jene Probleme verzichten, so liefe man doch Gefahr, in bedenklicher Weise sich den wissenschaftlichen Horizont zu verengern. Die statistische Methode bahnt überall das Verständniss der Probleme an, und sehr oft ermöglicht das Resultat eine wenigstens qualitative Andeutung des Causalzusammenhanges.

Die Phänologie ist in einer relativ günstigen Lage, sofern die zu beobachtenden Phänomene auf unsere nächste Umgebung, auf die Erdoberfläche, beschränkt sind, allwo die Temperaturen im Boden, in der Luft, beschattet oder

insolirt beobachtet werden können. In der Meteorologie muss man oft mit Surrogaten vorlieb nehmen. Beispielsweise wird es wohl noch lange dauern, bis wir in den Stand gesetzt sind, den Wind in den oberen Luftschichten zu beobachten.

Indess fehlt es weniger an Gönnern und Mitarbeitern auf dem Gebiete der Meteorologie und Klimatologie, als an bewährten Methoden, namentlich für letzteres Gebiet. Sollte es mir gelungen sein, in dieser Hinsicht einen brauchbaren Beitrag zu liefern, so wäre mein Zweck erfüllt. In der scharfen Kritik auf Grund guter und strenger Methoden wurzelt allein das richtige Maass wissenschaftlicher, wohlberechtigter Skepsis.

Dorpat, den 30. (18) März 1879.



ENSV Tartu Akadeemia  
Tartu Gümnaasiumi Kirjastus

No. 1111111111



# Tab. B. Blütenbeginn der Dorpater Lignosen, in chronologischer Ordnung.

1.	2.	3.	4.	5.		6.	7.		8.		9.	10.	11.
№	Namen.	Linssers Verzeichniss.	Anzahl der Beob.	Mittlere Wärmesumme.		Ideelles normales Datum.	Bruchtheile der Gesamtwärmesumme.		Durchschnittliches Datum.		Datum.	Dessen Abweichung v. richt. Datum in Tagen.	Bemerkungen aus Linsser's Verzeichniss.
				Betrag nebst w. F.			Dorpat.	Europa (Linsser).					
1	Daphne Mezereum . . . . .	21	7	45·6±2·4		22·6 April	0·021 ±1	0·039+3	19·3 April		- 3·3	Christiania 0·01, Stettin 0·01, Abo und Riga 0·03	
2	Salix acutifolia . . . . .	—	7	53·6 4·6		23·9 "	0·023 2	—	22·4 "		- 1·5	Riga 0·03, München 0·01.	
3	Alnus glutinosa . . . . .	55	6	55·8 5·7		24·2 "	0·024 3	0·047 5	24·8 "		+0·6	Christiania 0·03, Moskau 0·04, Orel 0·03.	
4	Corylus Avellana . . . . .	9	1	68·8 ?		26·8 "	0·030 ?	0·021 2	17·0 "		-9·8		
5	Populus tremula . . . . .	27	3	83·3 10·9		30·5 "	0·036 5	0·056 2	26·0 "		- 4·5		
6	Sheperdia canadensis . . . . .	—	2	141·0 20·0		9·8 Mai	0·060 9	—	5·5 Mai		- 4·3		
7	Larix dahurica . . . . .	—	3	144·0 21·6		10·1 "	0·061 9	—	12·0 "		+1·9		
8	Ulmus montana . . . . .	—	6	144·7 6·7		10·1 "	0·061 3	—	5·7 "		- 4·4		
9	Larix sibirica . . . . .	—	6	148·7 15·3		10·6 "	0·063 7	—	9·4 "		- 1·2		
10	Larix europaea . . . . .	—	4	155·9 21·2		11·3 "	0·066 9	—	9·5 "		- 1·8		
11	Populus alba . . . . .	23	6	161·9 6·6		11·8 "	0·069 3	0·072 3	11·0 "		- 0·8	Petersburg 0·08, Riga 0·05.	
12	Populus laurifolia ♂ . . . . .	—	5	172·1 5·7		12·9 "	0·073 3	—	11·6 "		- 1·3		
13	Rhododendron dahuricum . . . . .	—	2	173·4 4·6		13·0 "	0·074 2	—	8·5 "		- 4·5		
14	Populus laurifolia ♀ . . . . .	—	7	199·8 3·7		15·6 "	0·085 2	—	15·5 "		- 0·1		
15	Acer platanoides . . . . .	54	7	201·9 2·9		15·9 "	0·086 1	0·105 4	14·3 "		- 1·6	Moskau und Orel 0·09, Stettin 0·04.	
16	Betula alba . . . . .	16	6	204·8 11·3		16·3 "	0·087 5	0·116 5	16·7 "		+0·4	Moskau 0·06, Orel 0·04! Petersburg 0·10, Riga 0·11.	
17	Lonicera coerulea . . . . .	—	6	235·4 16·5		20·1 "	0·100 7	—	19·5 "		- 0·6		
18	Hippophaë rhamnoides . . . . .	71	2	239·7 14·4		20·6 "	0·102 6	0·133 6	15·0 "		- 5·6	München und Genf 0·11.	
19	Salix fragili-alba . . . . .	98?	6	242·8 4·7		20·9 "	0·104 2	0·116 4	20·8 "		- 0·1	Abo 0·10, Riga 0·08.	
20	Ribes alpinum . . . . .	69	7	249·7 7·1		21·7 "	0·106 3	0·111 3	20·1 "		- 1·6	überall normal.	
21	Fraxinus excelsior . . . . .	17	5	271·9 16·1		24·2 "	0·116 7	0·136 5	19·2 "		- 5·0	Riga 0·11.	
22	Pirus Ussuriensis . . . . .	—	6	286·3 12·5		25·7 "	0·122 5	—	21·2 "		- 4·5		
23	Ribes Grossularia . . . . .	3	6	296·2 13·3		26·8 "	0·127 6	0·099 3	25·3 "		- 1·5	Petersburg 0·13, Moskau 0·13, Orel 0·16.	
24	Caragana frutescens . . . . .	—	1	298·3 ?		26·9 "	0·128 ?	—	27·0 "		+0·1		
25	Ribes rubrum . . . . .	10	5	298·8 12·5		26·9 "	0·128 5	0·112 4	25·2 "		- 1·7	Moskau, Riga und Christiania 0·13, Petersb. 0·15.	
26	Amygdalus nana . . . . .	—	6	300·0 7·4		27·1 "	0·128 3	—	25·7 "		- 1·4		
27	Prunus Padus . . . . .	—	6	300·1 6·1		27·1 "	0·128 3	—	23·7 "		- 3·4		
28	Sambucus racemosa . . . . .	1	7	303·1 4·8		27·4 "	0·130 2	0·150 4	24·6 "		- 2·8	München 0·12, Orel 0·10, Moskau und Riga 0·12.	
29	Sorbus intermedia . . . . .	33	7	309·1 3·3		27·8 "	0·132 1	0·132 3	25·0 "		- 2·8	überall normal.	
30	Ribes nigrum . . . . .	—	1	309·1 ?		27·8 "	0·132 ?	—	28·0 "		+0·2		
31	Ribes aureum . . . . .	49	5	320·3 13·9		28·9 "	0·137 6	0·124 3	27·4 "		- 1·5	Orel 0·16, Petersburg 0·15, Abo 0·11.	
32	Prunus domestica . . . . .	26	3	320·6 19·3		28·9 "	0·137 9	0·111 2	25·3 "		- 3·6		
33	Prunus Cerasus . . . . .	15	6	320·9 12·0		28·9 "	0·137 5	0·123 3	25·3 "		- 3·6	Riga 0·13, Abo 0·15.	
34	Amelanchier canadensis . . . . .	—	3	347·1 5·3		31·2 "	0·148 2	—	4·7 Juni		+4·5		
35	Pirus communis . . . . .	11	7	348·8 12·4		31·4 "	0·149 5	0·123 3	28·7 Mai		- 2·7	Nur Tübingen 0·15, Orel und Riga 0·13.	
36	Pirus baccata . . . . .	—	5	382·7 3·1		3·1 Juni	0·163 1	—	2·2 Juni		+4·5		
37	Quercus pedunculata . . . . .	29	3	384·5 5·8		3·2 "	0·164 3	0·190 5	1·6 "		- 1·6	Riga 0·10, Stettin 0·12.	
38	Rosa Gmelini . . . . .	—	1	396·6 ?		4·3 "	0·169 ?	—	3·0 "		- 1·3		
39	Pirus Malus . . . . .	5	6	396·8 6·7		4·3 "	0·169 3	0·160 3	2·7 "		- 1·6	Petersburg 0·21, sonst überall gleich.	
40	Pinus silvestris . . . . .	—	2	404·7 98·9		4·7 "	0·172 22	—	2·0 "		- 2·7		
41	Viburnum Lantana . . . . .	39	5	405·9 6·7		4·8 "	0·173 3	0·177 5	3·6 "		- 1·2	überall normal.	
42	Caragana arborescens . . . . .	67	6	414·6 4·5		5·4 "	0·177 2	0·168 5	3·3 "		- 2·1	Abo und Petersburg 0·20, Moskau 0·17, Riga 0·16.	
43	Spiraea sorbifolia (?) . . . . .	113	3	417·2 16·6		5·5 "	0·178 7	0·381 12	2·3 "		- 3·2	Vielleicht bei Linsser eine falsche Art bezeichnet.	
44	Aesculus Hippocastanum . . . . .	8	6	422·9 7·6		5·7 "	0·179 3	0·187 4	4·5 "		- 1·2	Moskau 0·17, Riga 0·15, sonst beständig.	
45	Syringa vulgaris . . . . .	2	6	424·8 9·9		5·9 "	0·181 4	0·174 4	4·7 "		- 1·2	Abo 0·24! Petersb. 0·20, Orel 0·21.	
46	Lonicera Xylosteum . . . . .	50	2	432·0 17·3		6·3 "	0·184 8	0·190 6	4·5 "		- 1·8		
47	Syringa chinensis . . . . .	—	5	449·8 13·9		7·4 "	0·192 6	—	9·8 "		+2·4		
48	Berberis vulgaris . . . . .	7	4	457·1 49·9		7·9 "	0·195 22	0·188 4	6·0 "		- 1·9		
49	Sorbus aucuparia . . . . .	12	5	501·1 9·0		11·2 "	0·214 4	0·202 4	10·8 "		- 0·4	Abo 0·21, Moskau 0·22, Petersburg 0·20.	
50	Cotoneaster nigra . . . . .	—	3	518·9 47·1		12·6 "	0·221 21	—	14·3 "		+1·7		
51	Lonicera tatarica . . . . .	34	2	535·1 31·7		14·0 "	0·228 14	0·177 7	11·5 "		- 2·5		
52	Rosa canina . . . . .	79	1	535·4 ?		14·0 "	0·228 ?	0·297 14	12·0 "		- 2·0		
53	Rhamnus cathartica . . . . .	58	3	539·3 10·3		14·3 "	0·230 4	0·230 4	16·3 "		+2·0	überall normal.	
54	Evonymus europaeus . . . . .	25	2	548·7 18·2		15·0 "	0·235 8	0·228 6	5·5 "		- 9·5		
55	Cornus alba . . . . .	110	1	568·8 ?		16·3 "	0·243 ?	0·211 5	14·0 "		- 2·3		
56	Crataegus monogyna . . . . .	—	3	596·8 32·6		18·1 "	0·255 14	—	11·7 "		- 6·4		
57	Viburnum Opulus . . . . .	14	1	630·7 ?		20·2 "	0·271 ?	0·233 6	17·0 "		- 3·2		
58	Syringa Josikaea . . . . .	—	1	630·7 ?		20·2 "	0·271 ?	—	17·0 "		- 3·2		
59	Rosa cinnamomea . . . . .	—	3	638·1 15·6		20·7 "	0·274 7	—	14·0 "		- 6·7		
60	Sambucus nigra . . . . .	6	2	714·9 85·7		25·4 "	0·305 38	0·280 7	23·0 "		- 2·4		
61	Philadelphus coronarius . . . . .	4	6	746·3 19·7		27·1 "	0·318 9	0·265 6	25·5 "		- 1·6	Moskau und Petersburg 0·36, Riga 0·27.	
62	Phellodendron amurense . . . . .	—	3	791·9 65·0		29·7 "	0·338 28	—	25·0 "		- 4·7		
63	Tilia grandifolia . . . . .	45	2	1056·5 26·7		15·0 Juli	0·449 12	0·366 10	13·0 "		- 2·0	Max. in Riga 0·41 und Tübingen 0·46.	
64	Tilia parvifolia . . . . .	22	2	1156·2 12·6		20·7 "	0·493 5	0·417 9	18·0 "		- 2·7	Abo 0·56, Moskau 0·48, Riga 0·43.	

Anm. Die in Columne 5 mitgetheilten Zahlen sind Wärmesummen nebst wahrscheinlichem Fehler des Resultates. Berichtigung. Der Leser wird gebeten, ein Versehen im Druck vorliegender Tabelle zurechtzustellen. Der unter Nr. 31 verzeichnete Name „Ribes aureum“ muss als Nr. 26 unmittelbar auf „Ribes rubrum“ folgen und die fünf Namen „Amygdalus nana“ bis „Ribes nigrum“ sind um eine Zeile herabzurücken. In den Zahlen von Rubrik 3 bis 11 ist alsdann nichts zu ändern.

# Tab. C. Wärmesummen nebst wahrscheinlichem Fehl

№		I. Knospenaufbruch.						II. Belaubung.					
		s = 0.	s = 2.	s = 4.	s = 6.	s = 8.	s = 10.	s = 0.	s = 2.	s = 4.	s = 6.	s = 8.	s = 10.
1	Abies excelsa	<b>282±21.3</b>	193±15.7	131±13.4	88±12.9	57±11.9	35±9.3	<b>337±17.3</b>	237±21.3	163±21.0	108±18.1	68±14.1	40±9.9
2	Abies Pichta	<b>300 11.2</b>	210 18.3	145 19.8	97 18.5	62 14.7	37 10.2	<b>344 18.8</b>	239 24.3	165 26.9	110 24.2	71 19.8	43 14.7
3	Acer platanoides	179 19.8	110 12.2	<b>66 8.6</b>	41 7.4	24 6.0	13 4.3	275 31.9	184 16.4	<b>122 9.9</b>	79 7.3	49 6.8	28 5.1
4	Aesculus Hippocastanum	<b>154 10.5</b>	91 9.7	54 10.8	33 10.0	19 7.2	11 5.0	229 11.3	<b>148 8.6</b>	95 9.9	60 9.4	37 7.7	21 5.3
5	Alnus glutinosa	<b>156 31.3</b>	91 23.3	52 16.9	30 12.2	16 7.9	8 5.2	229 28.2	151 20.2	98 13.8	63 10.1	38 7.3	<b>22 4.9</b>
6	Amelanchier canadensis	<b>125 6.7</b>	63 7.5	32 8.6	15 5.2	6 2.8	○	<b>226 27.3</b>	138 29.5	83 29.5	48 23.1	26 18.0	14 10.9
7	Amygdalus nana	142 6.6	82 7.3	<b>50 5.4</b>	30 6.7	17 6.1	9±4.4	252 40.7	171 24.7	116 14.0	77 9.4	50 5.9	<b>31 3.4</b>
8	Berberis vulgaris	<b>175 17.9</b>	116 23.1	79 20.3	52 17.5	33 12.7	19 8.5	259 18.1	<b>173 10.2</b>	115 9.7	76 8.3	48 6.7	28 4.8
9	Betula alba	170 22.7	<b>104 16.2</b>	64 12.2	39 9.1	24 6.2	14 4.2	220 12.3	<b>141 7.3</b>	88 9.7	55 9.0	33 7.7	19 5.5
10	Betula papyracea	139 15.5	<b>79 11.3</b>	46 9.6	27 8.4	15 6.6	9 4.7	237 20.0	<b>157 12.9</b>	104 12.2	67 10.4	41 8.6	24 6.1
11	Caragana arborescens	<b>168 25.8</b>	102 21.3	62 16.8	38 12.7	22 8.9	12 5.9	264 27.1	176 16.7	116 8.8	<b>75 6.2</b>	47 4.8	28 3.6
12	Cotoneaster nigra	<b>122 14.0</b>	65 11.0	35 10.4	20 9.5	11 7.4	○	<b>217 21.3</b>	137 22.6	87 22.1	55 18.6	34 14.2	20 9.7
13	Crataegus monogyna	<b>156 19.9</b>	99 15.6	64 11.7	40 9.5	25 7.9	14±5.8	<b>256 11.1</b>	175 12.5	120 11.5	80 9.1	52 7.9	32 4.8
14	Daphne altaica	<b>101 20.7</b>	60 20.7	39 17.5	25 10.3	15 11.3	9 7.1	211 21.7	144 16.8	99 11.0	66 8.3	43 5.3	26 2.9
15	Daphne Mezereum	<b>63 15.7</b>	30 11.3	15 7.7	8 6.3	○	○	<b>118 21.1</b>	65 14.6	36 11.1	20 9.3	11 7.2	6 5.6
16	Evonymus europaeus	<b>142 25.3</b>	88 22.3	56 17.4	35 14.1	22±10.3	13±4.8	205 14.7	<b>134 9.1</b>	90 7.5	58 5.7	38 3.3	22 1.6
17	Fraxinus excelsior	<b>272 43.1</b>	187 38.5	127 33.5	85 27.2	54 19.9	32 15.1	<b>391 21.0</b>	287 23.8	208 24.5	148 21.5	101 17.7	64 13.1
18	Hippophaë rhamnoides	169 19.8	114 10.0	77 3.3	<b>51 0.9</b>	33 1.5	20 1.8	<b>261 22.6</b>	188 25.0	134 24.1	93 21.2	61 15.1	38 10.9
19	Larix dahurica	<b>121 4.6</b>	65 4.8	35 6.3	19 5.8	10 4.7	○	<b>192 10.5</b>	118 15.1	72 16.7	44 13.9	26 10.3	15 7.3
20	Larix europaea	<b>127 21.1</b>	71 18.6	39 14.9	22 11.5	12 8.0	○	<b>190 24.1</b>	122 20.9	79 18.9	50 14.9	32 11.2	19 7.9
21	Larix sibirica	<b>127 12.6</b>	69 12.0	38 11.3	21 9.4	11 7.1	○	<b>184 19.0</b>	118 17.8	76 15.3	48 11.7	29 8.5	17 5.7
22	Lonicera coerulea	<b>121 13.3</b>	67 11.7	37 10.1	21 8.7	11 6.2	6±4.5	181 20.7	111 10.2	<b>69 7.5</b>	41 6.4	24 5.7	14 4.2
23	Lonicera Xylosteum	158 20.8	104 13.0	68 6.3	44 3.7	27 1.1	16 0.7	187 10.6	122 10.0	79 8.3	51 6.6	32 4.4	19 3.1
24	Phellodendron amurense	280 32.2	188 18.7	<b>125 12.9</b>	81 9.4	51 6.9	35 6.4	352 40.4	253 26.3	178 18.3	<b>122 13.4</b>	78 9.1	47 6.5
25	Philadelphus coronarius	<b>125 12.7</b>	67 8.4	36 8.2	20 8.5	10 6.4	5 4.2	<b>214 16.0</b>	137 19.3	87 20.0	55 17.1	34 12.7	○
26	Pirus baccata	141 29.9	<b>80 18.9</b>	<b>46 12.1</b>	26 8.5	15 6.1	8 4.3	<b>202 13.7</b>	<b>125 10.4</b>	78 12.3	48 11.5	28 9.4	16±6.7
27	Pirus communis	187 28.3	<b>114 17.6</b>	<b>69 12.3</b>	42 10.2	25 7.8	14 5.8	<b>277 19.1</b>	187 18.6	124 18.3	81 15.3	50 11.5	30 7.5
28	Pirus Malus	199 20.6	124 12.0	<b>77 9.7</b>	47 9.3	28 7.8	15 5.4	274 22.3	185 13.1	<b>123 9.7</b>	80 9.1	49 6.8	29 4.6
29	Populus alba	—	—	—	—	—	—	321 32.5	227 19.1	158 10.0	107 5.3	<b>68 2.6</b>	41 2.2
30	Populus laurifolia ♀	197±18.3	<b>125±15.1</b>	78±13.6	48±11.9	29±9.4	16±6.3	313 32.8	<b>216 23.1</b>	148 17.9	101 14.9	66 11.5	41 10.0
31	Populus laurifolia ♂	144 23.2	<b>81 13.1</b>	44 6.3	24 5.1	12 4.1	6 3.1	295 32.7	<b>198 25.0</b>	132 19.6	87 16.2	56 13.1	34 10.3
32	Populus tremula	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33	Prunus Cerasus	198±28.4	<b>126±23.1</b>	79±18.6	49±14.0	29 10.4	16±7.1	307±26.1	<b>208 17.1</b>	136±12.4	90±11.1	56±9.5	33±7.0
34	Prunus domestica	<b>217 27.9</b>	138 28.3	85 23.7	51 19.3	30 13.3	17 8.7	298 10.2	<b>201 4.9</b>	134 9.8	86 9.8	53 9.1	30 6.6
35	Prunus Padus	104±11.9	55 8.3	<b>28 6.3</b>	15 5.3	8 4.0	4 2.6	166 22.9	<b>100 14.2</b>	60 10.9	37 8.9	22 6.6	12 4.8
36	Quercus pedunculata	<b>292 32.8</b>	204 31.8	140 26.2	96 23.1	64 19.8	42 15.4	340 16.6	<b>239 12.1</b>	166 11.3	114 11.1	75 10.3	48 9.3
37	Rhamnus cathartica	176 29.5	102 12.7	<b>60 2.1</b>	35 2.6	19 3.9	10 3.1	268 27.1	173 12.9	110 3.9	<b>69 0.4</b>	41 2.3	23 2.2
38	Ribes alpinum	<b>104 11.7</b>	55 10.9	29 9.4	16 7.7	9 5.7	○	<b>156 13.3</b>	92 10.9	55 9.2	33 8.2	19 6.5	11 4.7
39	Ribes aureum	<b>102 12.9</b>	54 10.1	29 8.2	16 6.8	8 5.1	○	167 15.8	<b>101 12.0</b>	61 10.0	36 9.2	21 7.5	11 5.1
40	Ribes Grossularia	<b>109 24.6</b>	59 20.0	32 14.5	18 10.2	10 6.6	○	<b>157 16.2</b>	93 15.7	55 12.9	33 10.3	19 7.4	10 4.8
41	Ribes nigrum	<b>123 20.4</b>	67 15.0	37 11.3	21 8.6	12 6.2	○	187 18.9	105 9.7	<b>58 5.4</b>	31 4.5	16 4.6	7 3.1
42	Ribes rubrum	<b>164 20.1</b>	100 17.6	62 14.6	39 10.9	23 7.5	13±4.9	<b>222 18.6</b>	141 21.1	87 20.1	53 16.3	31 12.4	○
43	Rosa cinnamomea	148 24.3	92 19.3	<b>59 13.1</b>	37 10.2	22 7.9	12 5.5	238 27.2	166 22.9	<b>116 16.2</b>	78 12.4	51 8.1	31±4.6
44	Salix acutifolia	—	—	—	—	—	—	236 27.7	154 15.7	99 9.1	<b>62 6.8</b>	37 5.7	21 4.1
45	Salix fragili-alba	116±18.4	<b>64±12.0</b>	35±8.9	19±7.1	10±5.1	○	218 10.7	<b>139 3.4</b>	88 6.4	59 7.5	34 6.9	19 4.9
46	Sambucus nigra	—	—	—	—	—	—	194 16.0	130 14.1	88 10.3	59 9.1	38 6.2	<b>23 3.7</b>
47	Sambucus racemosa	74±15.5	35±9.1	<b>16±4.0</b>	—	—	○	<b>133 25.7</b>	77 20.9	45 16.4	27 12.3	16 8.9	○
48	Sorbus aucuparia	<b>133 17.4</b>	78 16.2	48 14.0	29 10.7	18±7.7	○	<b>222 13.0</b>	145 11.5	93 14.5	59 12.8	36 10.3	20±7.0
49	Spiraea sorbifolia	102 9.8	<b>53 6.6</b>	28 5.7	15 5.7	7 4.8	○	154 23.5	<b>91 13.0</b>	53 9.0	31 8.9	18 8.2	10 5.9
50	Syringa vulgaris	<b>147 22.9</b>	86 17.7	51 14.2	31 11.6	19 8.5	○	218 21.5	138 12.4	<b>86 8.2</b>	54 7.1	○	○
51	Syringa chinensis	125 20.5	<b>67 12.9</b>	37 10.1	20 9.1	11 7.2	5±4.7	232 25.3	148 10.1	<b>94 6.0</b>	58 6.9	35±6.5	20±4.9
52	Tilia grandifolia	231 33.3	145 22.0	93 7.7	57 3.3	<b>33 1.2</b>	19 1.4	316 44.0	215 28.9	143 22.7	92 15.9	56 11.8	<b>33 6.9</b>
53	Tilia parvifolia	244 58.0	165 41.3	109 27.0	71 17.8	<b>43 10.5</b>	25 6.3	375 31.3	268 20.0	188 13.4	128 8.6	<b>83 5.3</b>	50 3.6
54	Ulmus montana	169 31.9	101 20.5	<b>60 12.3</b>	34 9.3	20 6.1	11 3.9	232 22.2	147 11.3	<b>92 6.3</b>	58 4.7	35 4.3	20 3.1
55	Viburnum Lantana	118 17.8	<b>64 10.2</b>	36 7.3	20 7.1	11 5.9	6 4.5	215 23.0	137 10.4	<b>87 6.1</b>	54 6.3	33 5.7	19 4.3

Anm. Mit **fetter Schrift** wurde diejenige Wärmesumme nebst w. F. hervorgehoben, für die sich die kleinste Fehlerbreite (reducirt auf Tage) ergab.

# er für vier Phasen und verschiedene Schwellen s.

III. Erste Blüthe.						IV. Vollblüthe.						Anzahl der Beobachtungen.			
s = 0.	s = 2.	s = 4.	s = 6.	s = 8.	s = 10.	s = 0.	s = 2.	s = 4.	s = 6.	s = 8.	s = 10.	I. Kn.	II. Bel.	III. Bl.	IV. Vollbl.
<b>389</b> ± 71.0	287 ± 66.7	212 ± 57.0	152 ± 49.0	105 ± 40.3	70 ± 30.4	—	—	—	—	—	—	6	4	2	—
<b>233</b> ± 22.0	152 19.2	97 15.9	63 12.3	38 8.3	22 5.3	<b>295</b> ± 32.7	200 ± 29.7	133 ± 24.9	87 ± 19.3	54 ± 13.1	32 ± 4.2	4	3	—	—
450 24.0	323 15.5	242 8.3	<b>172</b> 6.6	117 7.3	76 7.6	530 26.7	400 21.7	<b>298</b> 17.1	217 13.8	150 10.2	99 8.0	7	6	7	7
81 17.7	39 10.2	<b>19</b> 5.2	9 3.0	⊙	⊙	—	—	—	—	—	—	5	6	5	—
<b>384</b> 10.4	264 11.6	180 13.8	122 9.8	80 ± 6.2	50 ± 2.7	<b>422</b> 1.8	299 7.5	212 14.2	146 12.3	98 10.0	62 5.3	2	2	3	2
335 14.9	231 9.1	<b>156</b> 6.0	107 6.2	70 6.5	44 6.2	396 17.5	287 12.2	<b>206</b> 12.1	144 12.3	97 11.9	62 10.3	3	4	6	6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	5	—	—
232 28.3	151 20.2	<b>97</b> 14.9	61 11.9	37 8.4	21 5.3	270 24.7	175 13.1	<b>115</b> 9.8	75 8.6	46 6.9	27 4.4	7	7	6	6
236 26.9	154 20.7	<b>99</b> 16.4	63 13.2	38 9.7	22 7.0	<b>288</b> 40.0	194 33.6	129 26.6	86 20.2	54 14.0	33 9.5	5	4	6	6
442 19.9	<b>324</b> 12.3	236 11.7	170 11.8	116 11.7	76 10.3	518 19.2	<b>391</b> 16.7	290 18.5	211 18.3	147 16.9	97 14.0	6	7	6	6
553 83.3	414 69.3	304 51.0	217 37.0	148 24.2	<b>96</b> 16.7	577 105.0	440 84.9	331 64.4	244 46.9	<b>172</b> 31.1	117 22.9	4	5	3	4
<b>615</b> 47.7	487 48.4	382 43.5	291 38.1	213 30.1	148 23.1	<b>689</b> 33.1	552 34.8	440 31.3	340 27.9	255 22.1	152 16.9	3	4	3	3
575 35.7	455 26.3	354 21.1	<b>267</b> 17.9	192 17.5	130 15.6	672 28.4	537 22.2	427 18.6	<b>329</b> 12.9	246 15.4	175 14.0	2	3	2	3
77 9.6	<b>37</b> 4.7	17 3.1	9 2.3	4 1.9	⊙	<b>105</b> 17.5	58 14.3	32 10.8	18 8.7	10 6.3	⊙	6	6	7	6
<b>569</b> 23.1	442 23.1	341 19.8	255 17.9	184 14.6	126 ± 11.3	<b>624</b> 16.7	494 15.9	388 13.3	296 12.7	217 10.9	151 ± 8.9	3	2	2	3
308 43.1	212 31.2	<b>144</b> 22.8	98 18.6	65 15.5	42 12.0	<b>363</b> 29.1	264 27.8	189 21.9	131 18.8	86 15.7	53 13.1	5	5	5	3
<b>256</b> 17.5	183 20.7	130 20.7	90 18.4	59 13.2	37 9.9	350 31.6	247 22.2	183 16.0	<b>132</b> 11.3	91 10.4	60 8.5	2	2	2	2
<b>174</b> 23.6	111 25.5	73 24.3	47 19.5	30 14.0	18 9.2	—	—	—	—	—	—	5	3	3	—
<b>183</b> 31.0	118 28.7	78 24.7	50 19.0	32 13.1	⊙	<b>276</b> 53.0	188 44.1	128 37.6	85 28.6	54 20.6	31 13.0	5	4	4	4
<b>192</b> 14.4	124 16.2	81 14.9	52 11.5	32 8.4	18 ± 5.5	<b>241</b> 38.0	159 33.4	103 29.3	65 22.1	39 15.6	22 9.9	6	5	5	6
<b>263</b> 43.0	176 35.4	116 27.3	75 19.7	46 13.5	26 8.3	<b>343</b> 32.3	241 27.2	167 21.1	113 16.4	73 11.5	45 8.0	6	7	6	6
<b>450</b> 19.8	344 26.9	254 34.0	180 34.3	120 31.6	75 25.0	—	—	—	—	—	—	3	4	2	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	5	—	—
774 51.0	614 42.7	481 33.3	370 25.8	276 18.7	<b>197</b> 13.8	903 43.4	723 37.9	573 31.3	<b>446</b> 26.7	338 23.8	246 21.9	6	5	6	5
411 17.5	<b>298</b> 10.5	216 10.5	153 10.2	105 8.7	68 7.0	<b>465</b> 10.3	345 10.9	255 14.3	187 13.6	132 11.5	89 8.7	5	5	5	6
380 50.8	272 23.1	192 15.7	<b>134</b> 10.1	89 7.3	57 6.6	442 34.6	325 24.5	236 16.0	<b>167</b> 10.7	113 8.3	73 7.7	7	6	7	6
424 18.5	310 13.0	<b>223</b> 10.6	157 9.5	106 9.5	68 8.7	487 30.0	364 24.1	269 17.4	195 11.7	137 7.5	91 5.5	6	6	6	7
189 21.3	119 11.9	<b>74</b> 7.5	46 7.0	28 6.2	16 4.2	215 31.0	138 17.3	88 9.7	<b>55</b> 7.1	33 5.6	18 4.3	—	5	6	5
231 14.9	<b>149</b> 6.4	94 7.6	60 6.8	36 6.2	21 4.5	274 30.6	184 21.7	<b>122</b> 15.5	79 11.9	48 7.9	28 5.1	6	7	7	6
202 18.3	<b>125</b> 6.1	76 4.9	46 4.7	27 4.7	15 3.7	234 15.4	<b>148</b> 5.8	92 6.6	58 6.6	35 6.5	20 4.7	6	6	5	6
105 16.9	58 10.0	31 6.0	<b>15</b> 3.3	7 2.3	3 1.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>356</b> 16.7	249 15.1	172 12.4	118 9.5	78 7.6	49 6.6	419 18.6	<b>305</b> 15.0	220 14.8	156 13.5	105 12.7	68 10.7	6	3	6	9
366 26.7	257 20.8	177 13.3	123 6.1	<b>82</b> 3.0	53 4.9	<b>468</b> 23.7	345 27.1	247 25.7	173 22.6	116 19.9	74 16.4	3	3	3	3
334 12.7	<b>234</b> 5.1	162 6.1	111 6.9	73 7.2	46 6.3	<b>393</b> 5.6	284 8.5	203 12.3	142 11.9	95 10.2	61 8.0	6	7	7	6
419 21.8	<b>298</b> 14.1	212 12.3	153 14.9	103 10.4	69 8.7	482 36.9	360 25.3	269 18.9	198 14.2	141 9.7	<b>96</b> 6.4	7	7	3	5
561 23.7	428 8.4	<b>324</b> 4.1	238 5.9	168 4.2	111 2.6	620 22.6	<b>482</b> 17.0	372 18.9	280 18.3	203 16.2	140 13.4	4	4	3	4
<b>281</b> 10.8	190 12.6	127 14.6	84 12.6	54 10.2	33 10.1	<b>339</b> 27.1	238 24.3	166 20.9	114 16.6	75 12.7	47 9.5	6	7	7	7
<b>327</b> 17.1	228 19.2	157 19.7	106 18.1	68 15.1	41 11.1	378 29.5	271 23.9	<b>193</b> 19.3	136 14.9	92 12.0	59 9.5	6	6	6	7
<b>323</b> 31.1	225 27.8	155 23.5	104 19.5	66 14.6	40 10.6	376 38.7	269 30.8	190 23.3	<b>133</b> 17.8	89 14.3	57 11.3	6	7	6	7
<b>351</b> 25.3	243 28.8	165 26.6	109 21.5	68 16.0	40 10.4	392 33.1	282 26.2	201 19.5	141 13.6	<b>95</b> 10.0	62 8.2	5	3	5	7
<b>329</b> 25.0	226 27.0	152 24.3	100 20.5	63 15.7	38 11.3	<b>374</b> 29.1	267 25.1	189 20.3	132 16.2	89 13.1	57 10.4	6	5	5	7
656 29.5	523 21.8	<b>414</b> 18.9	318 15.7	235 14.3	166 12.7	785 45.0	638 31.6	<b>516</b> 26.4	406 22.2	308 20.7	224 18.9	3	3	3	2
83 12.3	40 5.7	<b>18</b> 2.9	9 1.8	4 1.0	⊙	123 13.3	<b>67</b> 10.0	36 8.1	19 6.7	10 4.9	—	—	6	6	7
<b>270</b> 14.9	181 14.2	119 15.6	77 14.0	47 11.4	27 ± 8.3	331 38.0	<b>231</b> 29.9	159 23.0	107 17.4	68 11.7	41 ± 7.9	—	7	7	6
738 121.0	581 102.0	450 76.7	337 56.7	243 38.0	<b>167</b> 21.6	935 15.1	<b>755</b> 7.1	601 8.6	465 18.4	347 26.9	249 29.2	—	3	2	2
340 12.6	<b>240</b> 8.5	167 9.5	115 7.3	76 9.5	48 8.5	388 14.3	<b>281</b> 7.1	201 8.9	141 9.6	95 9.5	61 8.6	7	7	7	6
529 18.3	<b>400</b> 12.2	300 13.9	220 13.5	155 11.8	104 8.5	610 36.5	468 19.5	<b>357</b> 11.3	265 7.9	190 7.7	129 7.2	4	4	5	5
<b>448</b> 19.8	328 23.1	240 25.7	171 24.3	118 21.7	77 16.6	1054 6.6	<b>871</b> 2.9	715 4.3	574 4.3	450 4.3	337 4.3	4	4	3	2
452 19.4	<b>334</b> 16.3	243 15.3	173 14.5	112 13.6	77 10.5	549 30.5	<b>416</b> 27.9	310 24.7	225 20.5	155 16.5	102 12.4	7	7	6	6
479 28.1	<b>354</b> 21.9	257 19.5	183 16.3	124 14.3	80 11.1	<b>624</b> 32.9	477 31.0	361 26.4	270 24.2	188 17.1	127 12.7	4	4	5	5
1080 37.3	884 25.9	712 8.1	<b>559</b> 4.7	424 16.0	309 20.7	1216 15.1	<b>1005</b> ± 5.7	820 10.4	653 21.2	504 30.7	375 33.5	3	3	2	2
1180 18.0	<b>973</b> 8.5	791 8.1	629 8.4	484 28.3	359 31.1	1289 49.7	<b>1074</b> 39.8	883 34.3	711 37.7	555 30.8	417 28.7	5	4	2	3
179 14.9	<b>108</b> 10.7	65 11.1	40 9.0	24 8.0	13 4.8	<b>215</b> 9.5	134 ± 10.3	82 11.9	51 9.9	30 7.8	17 5.2	5	6	6	6
<b>434</b> 13.9	319 18.9	234 18.8	168 17.7	117 14.4	77 10.6	<b>507</b> 15.5	381 19.4	284 20.5	207 18.5	146 13.9	97 9.0	3	5	5	5

**Tab. D. Betrag der Fehlerbreite in Tagen für 4 Phasen und 6 Schwellenwerthe s=0 bis s=10 Grad Cels.**  
(die Minima in fetter Schrift).

№	I. Knospenaufbruch.						Anzahl der Beobachtungen.	II. Belaubung.						Anzahl der Beobachtungen.	III. Erste Blüthe.						Anzahl der Beobachtungen.	IV. Vollblüthe.						Anzahl der Beobachtungen.					
	s=0.	s=2.	s=4.	s=6.	s=8.	s=10.		s=0.	s=2.	s=4.	s=6.	s=8.	s=10.		s=0.	s=2.	s=4.	s=6.	s=8.	s=10.		s=0.	s=2.	s=4.	s=6.	s=8.	s=10.						
1	Abies excelsa	5·0	<b>4·5</b>	5·3	7·1	9·6	11·7	6	<b>3·4</b>	5·2	6·7	8·3	9·9	11·9	4	<b>12·2</b>	13·4	13·3	14·3	15·9	16·8	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	Abies Pichta	<b>2·6</b>	5·2	8·2	9·7	11·6	12·3	4	<b>3·7</b>	5·8	8·7	10·9	13·3	13·0	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	Acer platanoides	4·6	3·6	<b>3·4</b>	3·8	5·0	5·8	7	<b>7·5</b>	5·1	<b>4·2</b>	4·4	5·4	5·0	6	<b>4·7</b>	5·1	5·1	5·2	4·4	3·9	7	<b>7·5</b>	8·7	9·9	10·4	10·4	5·3	—	—	—	—	—
4	Aesculus Hippocastanum	<b>3·2</b>	4·2	6·9	11·1	12·7	14·1	7	2·2	<b>2·0</b>	3·0	3·6	3·9	3·9	7	3·4	2·3	1·5	5·2	4·4	3·9	7	<b>7·5</b>	8·7	9·9	10·4	10·4	5·3	—	—	—	—	—
5	Alnus glutinosa	<b>10·2</b>	11·0	12·7	14·2	15·0	16·5	5	5·8	5·3	4·5	4·1	3·9	<b>3·6</b>	6	7·8	5·8	<b>5·6</b>	7·8	2·0	3·0	6	3·9	4·6	<b>3·8</b>	3·9	3·4	3·2	—	—	—	—	—
6	Amelanchier canadensis	<b>3·2</b>	4·4	6·6	5·0	5·8	⊙	2	<b>5·7</b>	7·4	7·8	13·8	20·3	20·5	2	<b>1·8</b>	2·5	3·9	3·9	⊙	⊙	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	Amygdalus nana	6·5	4·0	<b>3·9</b>	9·0	12·9	14·6	3	9·0	6·0	5·7	5·3	4·9	<b>4·0</b>	4	3·0	2·3	<b>2·1</b>	3·0	4·7	7·1	6	<b>0·3</b>	1·4	2·3	2·7	2·9	2·0	—	—	—	—	—
8	Berberis vulgaris	<b>4·4</b>	6·6	6·7	7·6	7·2	7·5	2	4·6	<b>3·3</b>	4·1	4·7	5·2	4·6	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	Betula alba	6·0	<b>5·3</b>	5·5	4·6	5·1	5·1	7	2·4	<b>1·8</b>	2·8	3·4	4·3	4·2	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	Betula papyracea	<b>6·4</b>	6·8	9·1	12·0	14·0	15·1	5	4·3	<b>3·4</b>	4·3	4·8	5·1	4·8	4	5·9	5·4	<b>5·3</b>	5·7	5·3	5·1	6	6·1	4·2	<b>4·1</b>	4·8	4·9	<b>3·9</b>	—	—	—	—	—
11	Caragana arborescens	<b>6·9</b>	7·7	7·7	8·3	12·3	14·8	6	6·4	5·1	3·8	<b>3·5</b>	3·8	2·7	7	2·8	<b>1·6</b>	2·3	2·3	3·5	4·0	6	9·3	10·0	10·4	10·8	10·6	10·8	10·8	10·8	10·8	10·8	10·8
12	Cotoneaster nigra	<b>6·5</b>	7·1	9·4	12·8	16·3	⊙	4	<b>4·1</b>	5·4	6·8	8·7	8·7	8·7	5	11·6	11·5	10·4	9·4	7·8	<b>6·6</b>	3	14·5	13·7	12·6	11·6	<b>10·5</b>	10·7	4·8	—	—	—	—
13	Crataegus monogyna	6·3	5·6	<b>5·0</b>	5·5	5·9	8·4	3	<b>2·8</b>	4·0	4·7	5·4	6·4	5·9	4	6·5	7·4	7·6	7·4	7·7	7·8	3	4·1	5·1	5·2	5·5	5·0	5·0	5·0	5·0	5·0	5·0	5·0
14	Daphne Mezereum	<b>10·7</b>	11·6	12·5	19·0	⊙	⊙	6	4·2	4·0	3·5	3·6	6·1	<b>2·2</b>	3	5·5	4·4	3·9	<b>3·8</b>	4·9	8·8	7	4·1	5·1	5·2	5·5	5·0	5·0	5·0	5·0	5·0	5·0	5·0
15	Evonymus europaeus	<b>10·9</b>	12·2	12·7	14·7	15·6	16·0	3	<b>8·9</b>	9·0	10·1	12·7	15·9	28·7	6	4·8	<b>3·7</b>	4·3	4·9	8·8	6·5	2	3·6	3·3	3·2	<b>2·7</b>	4·0	4·4	—	—	—	—	—
16	Fraxinus excelsior	<b>9·9</b>	11·1	12·5	13·7	15·1	13·8	5	<b>3·5</b>	4·6	5·7	6·5	7·0	7·3	5	<b>3·8</b>	4·2	4·1	4·5	4·7	5·2	2	6·5	7·8	9·0	11·9	14·8	⊙	—	—	—	—	—
17	Hippophaë rhamnoides	5·4	2·6	1·0	<b>0·2</b>	0·9	1·3	2	<b>5·6</b>	7·6	9·5	11·4	12·0	13·5	2	<b>4·3</b>	6·4	8·1	10·1	10·6	12·0	2	6·5	5·2	4·4	<b>3·8</b>	4·6	5·2	—	—	—	—	—
18	Larix dahurica	<b>2·0</b>	3·2	5·6	7·7	10·5	⊙	5	<b>2·1</b>	3·7	6·1	6·5	10·8	10·7	3	<b>5·8</b>	7·8	9·5	10·5	10·6	12·0	2	6·5	5·2	4·4	<b>3·8</b>	4·6	5·2	—	—	—	—	—
19	Larix europaea	<b>9·2</b>	11·0	12·6	14·7	17·0	⊙	5	<b>5·2</b>	5·4	6·1	6·3	6·6	6·2	4	<b>7·3</b>	8·1	9·0	8·5	8·2	⊙	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	Larix sibirica	<b>5·9</b>	8·1	10·5	13·4	15·5	⊙	6	<b>4·3</b>	4·7	4·9	4·8	4·9	4·6	5	<b>2·9</b>	3·9	4·5	4·4	4·4	4·2	5	<b>12·0</b>	12·5	13·8	14·3	14·6	13·8	—	—	—	—	—
21	Lonicera coerulea	<b>6·3</b>	7·8	9·4	12·1	13·6	17·4	6	4·8	2·8	<b>2·4</b>	3·3	4·0	5·0	7	<b>7·8</b>	10·2	10·2	9·9	8·3	8·0	6	<b>8·4</b>	9·3	10·4	10·3	9·7	8·2	—	—	—	—	—
22	Lonicera Xylosteum	6·2	4·2	2·1	1·5	0·6	<b>0·5</b>	3	2·2	2·4	2·5	2·5	2·3	<b>2·3</b>	4	<b>2·8</b>	4·0	6·2	8·0	8·7	10·3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	Phellodendron amurense	7·6	5·7	<b>5·3</b>	5·4	5·7	8·2	6	7·7	5·9	5·3	<b>5·3</b>	5·5	6·6	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	Philadelphus coronarius	6·0	<b>5·9</b>	7·9	11·7	15·1	21·7	5	<b>3·1</b>	4·6	6·1	7·0	7·1	⊙	5	5·9	5·5	5·0	4·5	3·9	<b>3·5</b>	6	5·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	Pirus baccata	11·7	<b>10·9</b>	11·1	12·0	13·6	14·8	5	2·7	<b>2·4</b>	3·7	4·7	6·3	7·0	5	2·7	<b>2·0</b>	2·4	3·0	3·3	<b>3·5</b>	5	1·3	5·3	5·0	4·9	5·6	6·5	—	—	—	—	—
26	Pirus communis	5·4	5·0	<b>4·6</b>	5·5	6·1	8·4	7	<b>4·5</b>	5·7	7·5	8·3	8·6	8·1	6	5·3	4·7	4·0	<b>3·3</b>	3·3	4·3	7	5·0	4·1	3·0	2·5	2·5	2·5	—	—	—	—	—
27	Pirus Malus	4·1	<b>2·9</b>	<b>2·9</b>	3·8	4·5	6·0	6	4·0	<b>4·0</b>	<b>4·0</b>	5·4	5·3	4·7	6	2·9	2·5	<b>2·4</b>	2·8	3·5	4·3	6	3·7	3·4	2·9	2·2	1·7	<b>1·4</b>	—	—	—	—	—
28	Populus alba	—	—	—	—	—	—	—	6·8	5·0	3·4	2·5	<b>1·8</b>	2·6	5	4·6	2·9	<b>2·4</b>	2·8	3·4	3·3	6	6·2	4·1	2·8	<b>2·7</b>	2·8	3·2	—	—	—	—	—
29	Populus laurifolia ♀	<b>3·6</b>	3·7	4·1	4·9	5·9	6·5	6	7·0	<b>6·3</b>	6·5	7·5	8·6	12·0	7	3·0	<b>1·5</b>	2·0	2·6	3·2	3·2	7	7·3	6·7	<b>6·3</b>	6·6	5·9	4·9	—	—	—	—	—
30	Populus laurifolia ♂	8·8	7·7	<b>6·8</b>	8·9	10·4	12·4	6	7·5	<b>7·3</b>	7·8	9·1	10·2	11·7	6	3·6	<b>1·4</b>	1·5	1·8	2·7	3·1	5	3·1	6·7	<b>6·3</b>	6·6	5·9	4·9	—	—	—	—	—
31	Populus tremula	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	Prunus Cerasus	5·8	<b>5·6</b>	5·6	6·2	6·8	7·7	6	5·6	<b>4·3</b>	4·9	6·0	8·0	8·4	3	<b>3·2</b>	5·3	4·2	<b>2·8</b>	3·3	9·3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33	Prunus domestica	<b>5·5</b>	7·0	7·4	9·0	9·1	10·3	3	2·3	<b>1·4</b>	3·8	5·6	7·3	7·2	3	4·9	4·6	3·9	2·2	<b>1·6</b>	4·6	6	3·0	<b>2·9</b>	3·3	3·8	4·6	5·9	—	—	—	—	—
34	Prunus Padus	4·3	3·9	<b>3·8</b>	5·1	6·8	8·5	6	6·3	<b>5·1</b>	5·4	6·1	6·9	11·8	7	2·6	<b>1·3</b>	2·0	3·2	4·8	3·7	3	<b>2·9</b>	3·9	4·7	5·2	6·0	7·0	—	—	—	—	—
35	Quercus pedunculata	<b>7·6</b>	9·1	9·9	12·1	14·5	16·6	7	3·3	<b>2·9</b>	3·6	4·8	6·6	9·2	7	3·5	<b>2·7</b>	2·9	4·2	3·9	4·3	7	<b>0·9</b>	1·6	2·9	3·6	4·2	4·8	—	—	—	—	—
36	Rhamnus cathartica	7·3	4·3	<b>1·3</b>	2·1	5·6	10·9	4	6·6	4·2	1·6	<b>0·1</b>	1·2	1·6	4	3·8	1·6	<b>1·0</b>	1·8	1·9	1·7	3	4·7	3·6	3·1	2·9	2·5	—	—	—	—	—	—
37	Ribes alpinum	<b>4·1</b>	5·4	6·6	9·6	13·5	⊙	6	<b>4·2</b>	4·6	5·6	8·0	11·5	13·3	7	<b>2·5</b>	3·7	6·0	7·0	8·4	11·4	7	<b>5·3</b>	6·0	6·7	7·2	8·2	9·7	—	—	—	—	—
38	Ribes aureum	<b>4·5</b>	4·8	5·5	7·6	22·5	⊙	6	4·2	<b>4·1</b>	4·7	6·9	10·3	14·3	6	<b>3·6</b>	5·0	6·9	8·5	10·7	11·4	7	<b>5·3</b>	6·0	6·7	7·2	8·2	9·7	—	—	—	—	—
39	Ribes Grossularia	<b>9·8</b>	11·6	12·8	14·6	15·8	⊙	6	5·0	6·7	8·6	11																					

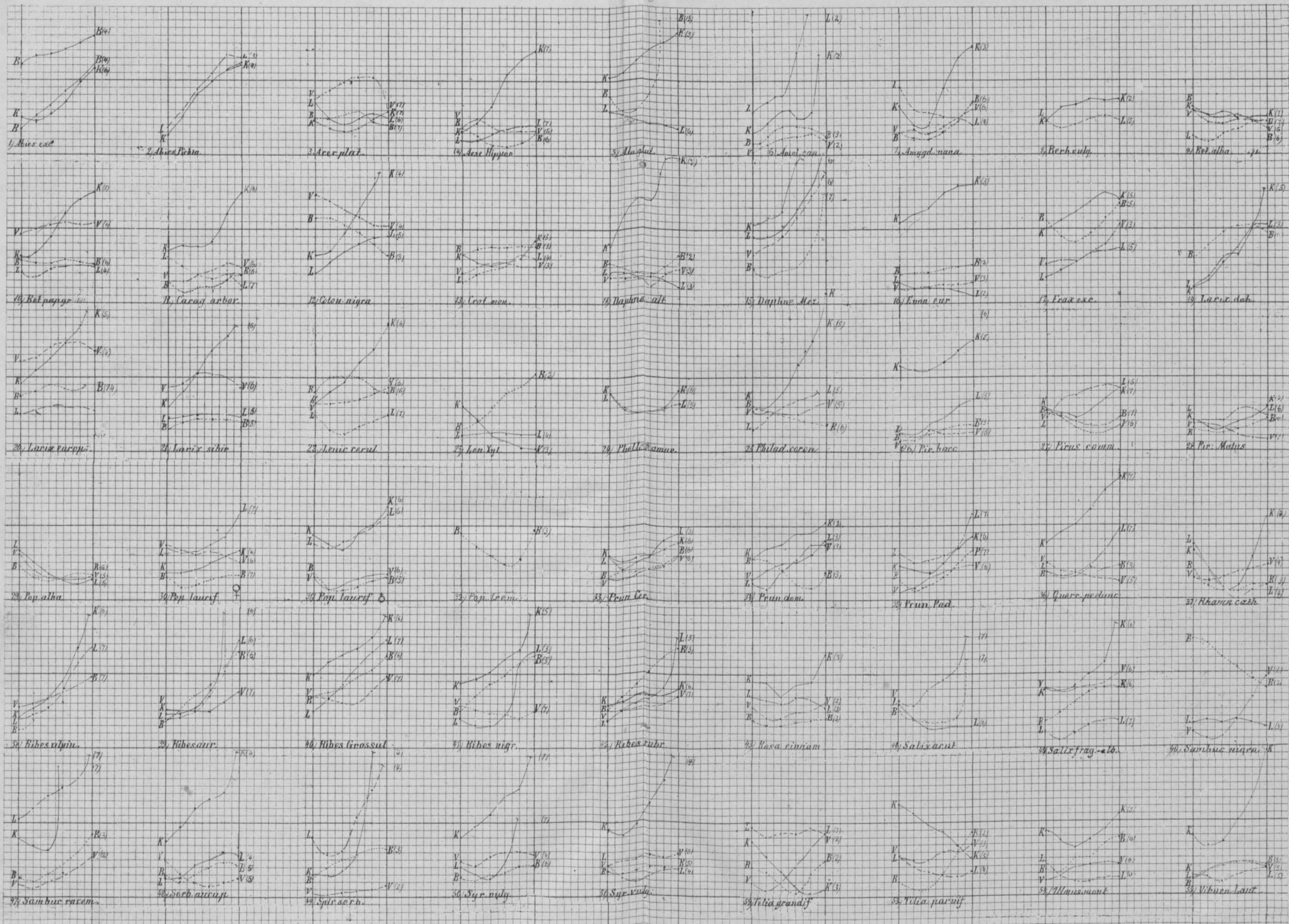


# Tab. F.

Angabe derjenigen Normaldaten, die der wahrscheinlichsten Fehlerbreite der Einzelbeobachtung entsprechen, nebst Angabe der bezüglichen Schwelle, für vier verschiedene Phasen.

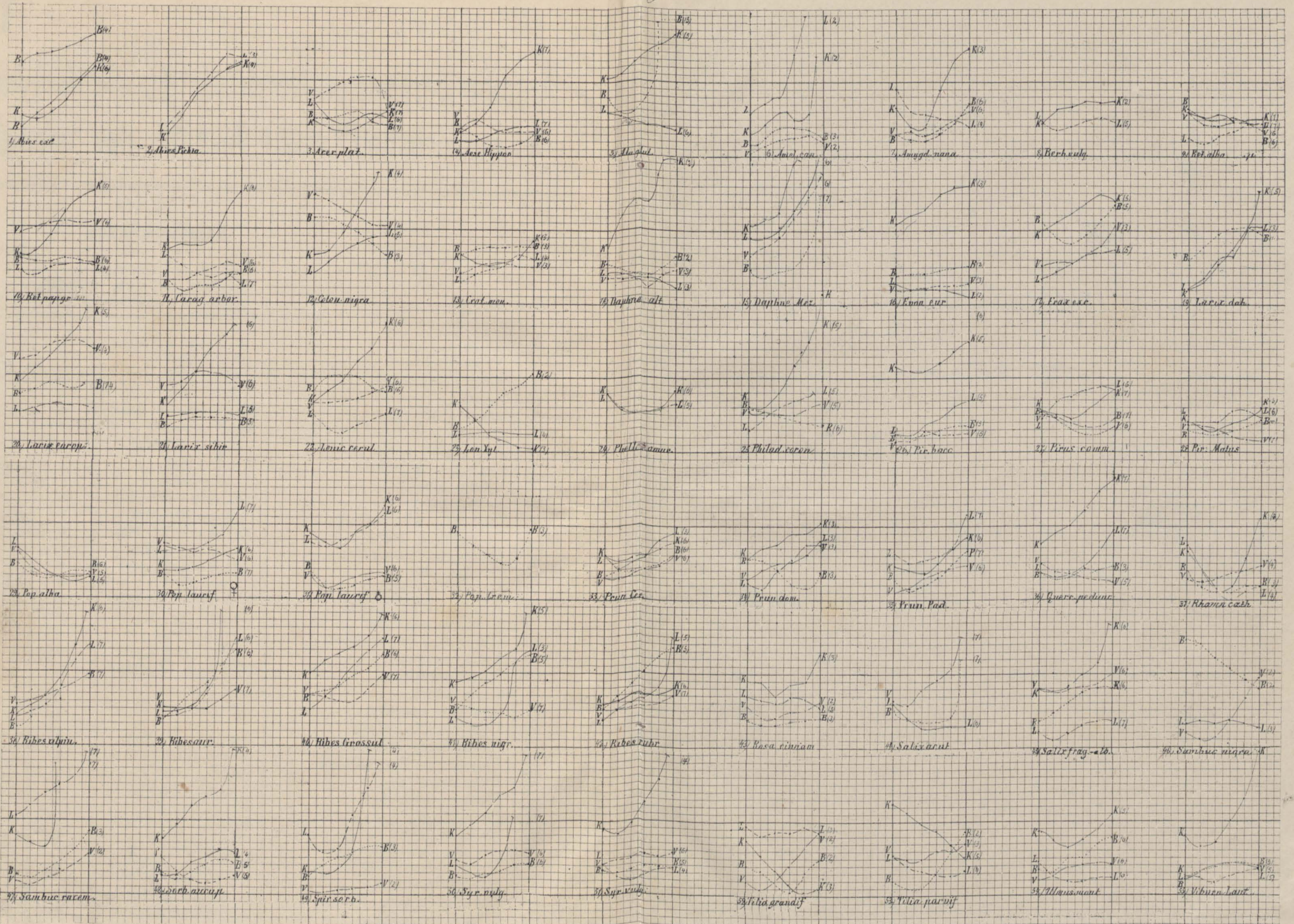
№	Namen.	I. Knospenaufbruch.		II. Belaubung.		III. Erste Blüthe.		IV. Volle Blüthe.	
		Grenzen der Phase berechnet aus dem wahrsch. Fehler.	Schwelle.	Grenzen der berechn. Phase.	Schwelle.	Grenzen der berechn. Phase.	Schwelle.	Grenzen der berechn. Phase.	Schwelle.
1	Abies excelsa . . . . .	17·9—22·4 Mai	1	24·3—27·7 Mai	1	24·1 Mai—5·3 Juni	0	—	—
2	Abies Pichta . . . . .	20·7—23·3 „	0	24·8—28·5 „	0	—	—	—	—
3	Acer platanoides . . . . .	6·8—10·2 „	4	16·1—20·3 „	4	12·1—16·8 Mai	0	17·6—25·1 Mai	0
4	Aesculus Hippocastanum . . . . .	3·7—6·9 „	1	12·6—14·6 „	1	4·0—5·4 Juni	5	6·7—9·9 Juni	?
5	Alnus glutinosa . . . . .	29·5 Apr.—9·7 Mai	0	10·7—14·3 „	?	17·6—23·2 Mai	4	—	—
6	Amelanchier canadensis . . . . .	28·0 „ —1·2 „	0	10·8—16·5 „	0	29·4—31·2 „	0	2·2—2·5 „	0
7	Amygdalus nana . . . . .	2·3—6·2 Mai	4	14·6—18·6 „	10	24·1—26·1 „	4	30·4 Mai—2·2 Juni	4
8	Berberis vulgaris . . . . .	5·9—10·3 „	1	15·5—18·8 „	1	—	—	—	—
9	Betula alba . . . . .	5·0—10·3 „	2	11·9—13·7 „	2	11·6—16·9 „	2	15·3—19·5 Mai	2
10	Betula papyracea . . . . .	29·1 Apr.—5·5 Mai	0	13·2—16·6 „	2	11·9—17·5 „	2	15·1—25·1 „	2
11	Caragana arborescens . . . . .	3·5—10·4 Mai	0	14·6—18·1 „	6?	3·3—4·9 Juni	2	7·7—10·6 Juni	2
12	Cotoneaster nigra . . . . .	25·7 Apr.—2·2 Mai	0	10·6—14·7 „	0	5·1—11·7 „	10	7·2—17·9 „	10
13	Crataegus monogyna . . . . .	2·2—8·5 Mai	0	15·4—18·2 „	0	12·7—19·2 „	0	18·8—22·9 „	0
14	Daphne altaica . . . . .	21·0—28·7 April	0	12·8—15·0 „	10	14·3—18·1 „	6	21·4—24·1 „	6
15	Daphne Mezereum . . . . .	9·8—20·5 „	0	23·9 Ap.—2·8 Mai	0	17·4—22·2 April	0	22·4—28·9 April	0
16	Eryonymus europaeus . . . . .	27·5 Apr.—7·4 Mai	0	10·0—12·9 Mai	0	10·9—14·7 Juni	0	15·7—17·8 Juni	0
17	Fraxinus excelsior . . . . .	13·8—23·7 Mai	0	29·1 Mai—1·6 Juni	0	18·2—26·6 Mai	4	26·7 Mai—1·4 Juni	4
18	Hippophaë rhamnoides . . . . .	11·0—11·2 „	6	?	?	?	?	?	?
19	Larix dahurica . . . . .	27·5—29·5 April	0	9·1—11·2 Mai	0	4·9—10·7 „	0	—	—
20	Larix europaea . . . . .	25·3 Apr.—4·5 Mai	0	7·1—12·3 „	0	5·1—12·4 „	0	13·2—25·2 Mai	0
21	Larix sibirica . . . . .	27·0 „ —2·9 „	0	7·0—11·3 „	0	8·7—11·6 „	0	11·3—19·7 „	0
22	Lonicera coerulea . . . . .	25·5 „ —1·8 „	0?	8·1—10·5 „	4?	14·9—22·7 „	0?	23·2—29·6 „	0?
23	Lonicera Xylosteum . . . . .	?	?	?	?	3·0—5·8 Juni	0	—	—
24	Phellodendron amurense . . . . .	15·7—21·0 Mai	5	25·3—30·7 „	5	—	—	—	—
25	Philadelphus coronarius . . . . .	26·5 Apr.—2·5 Mai	1	10·8—13·9 „	1	24·3—28·8 „	6	30·8—5·7 Juli	6
26	Pirus baccata . . . . .	26·3 „ —7·2 „	3	9·6—12·0 „	3	31·7 Mai—2·7 Juni	2	5·0—6·4 Juni	2
27	Pirus communis . . . . .	6·1—11·5 Mai	?	17·1—21·6 „	?	28·6—31·9 Mai	7	2·7—5·4 „	7
28	Pirus Malus . . . . .	9·3—12·2 „	3	17·0—21·0 „	3	1·6—4·0 Juni	5	6·1—7·5 „	5
29	Populus alba . . . . .	—	—	23·7—26·2 „	6	8·7—11·5 „	6	10·6—13·3 „	6
30	Populus laurifolia ♂ . . . . .	9·0—12·7 „	3	20·3—26·6 „	3	12·6—14·3 Mai	3	15·2—21·7 „	3
31	Populus laurifolia ♀ . . . . .	28·2 Apr.—5·5 Mai	3	16·7—24·3 „	3	10·0—11·4 „	3	13·3—14·1 Mai	3
32	Populus tremula . . . . .	—	—	—	—	22·7—25·5 April	6	—	—
33	Prunus Cerasus . . . . .	8·0—13·6 Mai	3	19·5—24·1 „	3	25·6—29·3 Mai	3	31·8—4·0 Juni	3
34	Prunus domestica . . . . .	9·4—15·7 „	1	20·7—22·5 „	1	26·2—31·0 „	1	3·9—7·3 „	1
35	Prunus Padus . . . . .	23·1—27·3 April	1	4·0—9·8 „	1	24·8—26·8 „	1	30·6—31·9 Mai	1
36	Quercus pedunculata . . . . .	17·1—25·5 „	1	24·8—27·9 „	1	31·2—3·1 Juni	3	5·2—8·6 Juni	3
37	Rhamnus cathartica . . . . .	6·9—8·2 „	5	14·9—16·5 „	5	12·2—13·2 „	5	15·9—19·0 „	5
38	Ribes alpinum . . . . .	23·2—27·3 April	0	3·5—7·7 „	0	18·6—21·1 Mai	0	23·4—28·7 Mai	0
39	Ribes aureum . . . . .	22·6—27·1 „	0	5·0—9·2 „	0	23·1—26·7 „	0	27·1—1·2 Juni	0
40	Ribes Grossularia . . . . .	21·8 Apr.—1·6 Mai	0	3·2—8·2 „	0	21·1—27·7 „	0	26·9—1·9 „	6?
41	Ribes nigrum . . . . .	24·8 „ —3·6 „	0	5·5—8·4 „	3	24·9—29·7 „	0	29·4—2·5 „	8
42	Ribes rubrum . . . . .	3·7—9·4 Mai	0	11·3—14·9 „	0	22·5—27·7 „	0	26·8—31·9 Mai	0
43	Rosa cinnamomea . . . . .	3·0—9·8 „	4	14·0—20·3 „	4	19·4—22·6 Juni	4	27·0—30·9 Juni	4
44	Salix acutifolia . . . . .	—	—	12·2—15·0 „	5	18·9—22·6 April	3	24·8—1·6 „	3
45	Salix fragili-alba . . . . .	24·1 Apr.—1·8 Mai	1	12·1—12·9 „	2	16·4—20·6 Mai	1	21·3—29·0 Mai	1
46	Sambucus nigra . . . . .	—	—	10·7—13·7 „	4	1·8—2·8 Juni	?	3—7 Juli	?
47	Sambucus racemosa . . . . .	15·4—22·6 April	?	25·3 Apr.—6·5 Mai	1	25·6—27·7 Mai	2	30·4—31·7 Mai	2
48	Sorbus aucuparia . . . . .	27·3 Apr.—4·9 Mai	0	11·8—14·4 Mai	0	8·8—11·0 Juni	2	15·3—17·0 Juni	6?
49	Spiraea sorbifolia . . . . .	23·1—26·3 April	0	2·5—8·2 „	2	2·9—5·3 „	0?	13·1—13·4 Juli	2
50	Syringa vulgaris . . . . .	29·2 Apr.—7·2 Mai	2	10·7—13·2 „	4	3·6—6·1 „	2	9·7—14·0 Juni	2
51	Syringa chinensis . . . . .	24·7 „ —3·0 „	2	12·2—14·0 „	4	4·8—7·8 „	2	14·2—18·9 „	2
52	Tilia grandifolia . . . . .	11·3—11·9 Mai	8	16—20 „	?	13·2—14·4 Juli	4	20·9—22·6 Juli	4
53	Tilia parvifolia . . . . .	11·5—18·3 „	8	27·4—30·2 „	8	19·1—20·2 „	3	23·9—28·7 „	3
54	Ulmus montana . . . . .	3·7—9·9 „	4	11·9—13·7 „	4	6·9—10·1 Mai	1	11·5—13·4 Mai	1
55	Viburnum Lantana . . . . .	24·6—1·0 „	2	11·2—13·0 „	4	2·2—4·4 Juni	0?	7·1—9·1 Juni	0?

# Tab. 9. Graphische Darstellung der Fehlerbreiten (Tab. D).



Es bedeutet: K - Knospung; L - Belaubung; B - Blüte; V - Vollblüte. In Klammer die Anzahl von Beobachtungen.

# Tab. V. Graphische Darstellung der Fehlerbreiten (Tab. D).



Es bedeutet: K - Knospung; L - Belaubung; B - Blüte; V - Vollblüte. In Klammer die Anzahl von Beobachtungen.