

Bleibt man nicht bei zwei Beobachtungen, des Maximums und Minimums, stehen, sondern fügt eine dritte hinzu; so verfällt man in einen mehr oder weniger bedeutenden Irrthum, wenn man ganz einfach die Summe der Beobachtungen durch drei dividirt, ohne Rücksicht zu nehmen auf die Dauer der einzelnen Temperaturen und auf die Stelle, welche die dritte Beobachtung unter den letzten Gliedern der Reihe einnimmt.¹ Die Erfahrung lehrt, daß die durch zwei oder drei Beobachtungen erlangten mittleren Jahres-Temperaturen nicht wesentlich von einander verschieden sind, wenn nämlich die dazwischen liegende Beobachtung hinlänglich (um 4 bis 5 Stunden) von den Beobachtungen des Maximums und Minimums entfernt ist. So oft man daher nicht mit Rücksicht auf die Dauer der zwischenliegenden Temperaturen rechnet, muß man als sicherer die Methode vorziehen, welche nur zwei Beobachtungen äußerster Temperatur anwendet und welche auch am allgemeinsten befolgt wird. Es wird genügen die Quelle der Irrthümer anzugeben, die sie darbieten kann. Die zwei äußersten Grenzen in unseren Erdstrichen theilen die Reihe von vier-und-zwanzig Stunden nicht in zwei gleiche Theile. Das Maximum ist eine fast fixe Epoche, während der Aufgang der Sonne bei uns fast um 3 Stunden früher oder später fällt. Da man

¹ Beispiel. Den 13 Juni: um 4^h Morgens 8°, um 2^h Nachmittags 13°, um 11^h Abends 8°. Rechnet man nach der Dauer, so erhält man:

10°,5 für 10 ^h Zwischenzeit	105°;
11°,5 " 9 ^h "	103°;
9°,0 " 5 ^h "	45°.

Das wahre Mittel sind 10°,5. Die drei Epochen, auf die gewöhnlich befolgte Weise angewandt, würden geben 10°,3. Bleibt man bei den zwei äußersten Temperaturen stehen, so erhält man durch die halbe Summe 10°,5.

auf die Dauer der partiellen Temperatur Rücksicht nehmen sollte, um die zwischen Nacht und Tag getheilte Wärmemenge zu finden; so müßte man das Maximum des vorhergehenden Tages mit dem Minimum des folgenden verbinden, und sich nicht damit begnügen die halbe Summe aller Maxima und Minima eines Monates zu nehmen. Bei der gewöhnlichen Methode bestimmt man nur die Mittel-Temperatur des Tages theils, welcher zwischen Sonnen-Aufgang und zwei Uhr Nachmittags liegt; man nimmt stillschweigend an, die mittlere Temperatur sei dieselbe¹ von zwei Uhr bis zum Sonnen-Aufgang am folgenden Tage. Dieser doppelte Irrthum vom Mangel der Aequidistanz und der Verbindung (accouplement) von Beobachtungen bringt aber gewöhnlich nur Versehen von einigen Zehnteln von Graden, bald im +, bald im —, hervor, weil warme und kalte Tage unter einander gemengt sind.²

Aber alle diese Rechnungen führen zum Irrthum, wenn die 365 Ordinaten, durch welche die Jahres-Curve geht, nicht eine arithmetische Progression ausdrücken und die einzelnen Unregelmäßigkeiten sich unter einander nicht merklich

¹ Beispiel. Sonnen-Aufgang, um 6^h, 10°; um 2^h Nachm. 17°. Sonnen-Aufg. 11°, um 2^h 19°. Sonnen-Aufg. 10°. Die wahren Mittel werden für die ersten 24 Stunden 13°,8, für die zweiten 14°,6 sein; denn man wird haben:

für 8 ^h	108°,	für 8 ^h	120°,
für 16 ^h	224°,	für 16 ^h	232°.

Die gemeinhin angewandte Methode gibt $\frac{1}{2}(10 + 17) = 13°,5$; und $\frac{1}{2}(11 + 19) = 15°$. Der Irrthum von 0°,3 ist bald positiv, bald negativ gewesen.

² Der Irrthum verschwindet, wenn Tage von gleicher Temperatur auf einander folgen. Er steigt auf einen Grad, wenn (was selten vorkommt) die Mittel-Temperaturen zweier sich unmittelbar folgender Tage um 4 bis 5 Grade von einander verschieden sind.

ausgleichen. Nur unter dieser Voraussetzung läßt sich aus den äußersten Gliedern der Reihe auf die Summe der Glieder, d. h. der einzelnen Temperaturen, schließen. Es leuchtet augenblicklich ein, daß die Zunahme nahe am Maximum langsamer als auf anderen Punkten der Curve sein, und diese Zunahme der Luft-Temperatur abhängen muß sowohl von dem Sinus der Sonnenhöhe als von der Ausströmung der strahlenden Wärme des Erdkörpers.

Es schien mir sehr wichtig, durch gute, stündlich, in verschiedenen Epochen des Jahres und unter verschiedenen Breiten angestellte Beobachtungen auszumachen, wie weit man sich auf die Ergebnisse verlassen könne, welche man mit dem Namen mittlerer Temperaturen bezeichnet. Man hat zu Paris in den Registern der königlichen Sternwarte heitere und stille Tage ausgewählt, die wenigstens zehn bis zwölf Beobachtungen darboten. Unter dem Aequator hatte ich ganze Tage damit hingebracht die stündliche Zu- und Abnahme der Temperatur zu bestimmen, indem ich die Thermometerstände im Schatten und in der Sonne, wie den Gang der Ausdünstung und Feuchtigkeit aufzeichnete. Weitläufige Rechnung zu vermeiden, hatte ich an dem Quadranten die Sonnenhöhen bei jeder einzelnen Beobachtung gemessen. Ich hatte vollkommen stille Tage und Nächte gewählt, wo der Himmel ohne eine Spur von Wolken war, weil die Anhäufung bläschenförmiger Dünste das Spiel der Erdstrahlung unterbricht. Der Erfolg dieser Arbeit ist sehr zufriedenstellend gewesen; er hat bewiesen, was schon die Uebereinstimmung zwischen der Erd-Temperatur und dem Mittel der täglichen Beobachtungen, wie auch der so regelmäßige Gang der mittleren Monats-Temperaturen in verschiedenen Jahren anzeigte: daß

die Wirkungen der kleinen Störungs-Ursachen sich in einer großen Anzahl von Beobachtungen ausgleichen.¹ Gleichartige Resultate habe ich erlangt, indem ich für mehrere Monate die Mittel von neun Uhr Morgens, Sonnen-Aufgang und Mitternacht nahm. Ich habe die Temperaturen nach der in Zeit ausgedrückten Entfernung des Maximums und in der Voraussetzung einer arithmetischen Progression berechnet. Ich habe gefunden, daß unter der heißen Zone die Morgen-Curve, von Sonnen-Aufgang bis zum Maximum, sehr regelmäßig von der Abend-Curve abwich. Am Morgen ist die wahre, mit Berücksichtigung der Dauer gefundene, Mittelwärme etwas größer als die halbe Summe der Extreme.² Am Abend ist

¹ Vom 3 bis 8 September 1811, Br. 48° 50.

Summen der Temperaturen während 24 Stunden.	Wahres Mittel mit Berücksichtigung der Dauer.	Halbe Summe von zwei äußersten Temperaturen.
347,6	14,4	14,6
373,6	15,5	16,6
463,7	19,3	18,4
463,7	19,3	20,0
464,1	19,3	17,5
	17,5	17,4

Die letzten drei Tage bieten eine recht überraschende Temperatur-Gleichheit dar, die sich nur in den wahren Mitteln offenbart.

² Beispiel. Breite 10° 25'.

	Berechnung eines wahren Mittels nach der Dauer.	Annahme einer arithmetischen Progression.
Vor dem Maximum: 11 Sept. 1799	21,4	20,8
14 "	20,7	20,0
18 "	21,8	21,3
Nach dem Maximum: 18 August	20,4	21,0
20 "	21,2	21,8
27 "	20,4	20,7
Vor dem Maximum: 17 August	20,7	20,0
Nach dem Maximum: 17 August	18,6	18,9
Total-Effect	17 August 19,6	19,5

der Irrthum im entgegengesetzten Sinne, und die Temperaturen-Reihe nähert sich mehr einer Progression nach Quotienten. Die Unterschiede betragen gewöhnlich nicht über einen halben Grad, und die Rechnung beweist, daß eine regelmäßige Ausgleichung statt findet. Es wäre merkwürdig zu untersuchen, welchen Antheil die Ausstrahlung der Erde an diesen stündlichen Wirkungen hat, da die Temperatur-Veränderungen der Oberfläche nur in so fern der geometrischen Progression folgen, als sie in einem Medium von beständiger Temperatur vor sich gehen.

Nachdem wir die Art und Weise erörtert haben, wie Mittelwerthe zu gewinnen und die Temperaturen auf allgemeine Ausdrücke zu bringen sind, wollen wir ein Beispiel geben von der Lage der isothermen Linien auf der Oberfläche der Erdfugel im Niveau der Meere. Eine geringe Aufmerksamkeit auf die Klima-Veränderungen hat seit länger als einem Jahrhundert zu der Wahrnehmung geführt, daß die Temperaturen auf denselben Parallelkreisen nicht dieselben bleiben, wenn man z. B. 70° gegen Osten oder Westen fortschreitet. Es kommt darauf an, nach der von uns befolgten Methode diese Erscheinungen auf Zahlen-Verhältnisse zu bringen, und zu beweisen: daß Orte, die unter gleichen Breiten liegen, nicht in Amerika und Europa um dieselbe Zahl von Temperatur-Graden verschieden sind, wie man lange auf's Geradewohl behauptet hat. Nach dieser Behauptung müßte man annehmen, daß die isothermen Linien in der gemäßigten Zone einander parallel liefen.

	Geograph. Breite.	Mittlere Temperatur.	
I. Parallelen von Georgia, des Mississippi-Gebietes, Unter-Aegyptens und der Insel Madera.	Natchez	31° 28' . . . 18°,2	
	Funchal	32° 37' . . . 20,4	
	Drotava	28° 25' . . . 21,0	
	Rom	41° 53' . . . 15,8	
	Algier	36° 48' . . . 21,1	
	Unterschied	7° 0' . . . 2°,3	
II. Parallelen von Virginia, Kentucky, Spaniens und des südlichen Griechenlands.	Williamsburgh	38° 0' . . . 14°,5	
	Bordeaux	44° 50' . . . 13,6	
	Montpellier	43° 36' . . . 15,2	
	Rom	42° 53' . . . 15,8	
	Algier	36° 48' . . . 21,1	
	Unterschied	7° 0' . . . 4°,3	
III. Parallelen v. Pennsylvania, New-Jersey, Connecticut, Latium und Rumelien.	Philadelphia	39° 56' . . . 12°,7	
	Neu-York	40° 40' . . . 12,1	
	St. Malo	48° 39' . . . 12,5	
	Nantes	47° 13' . . . 12,6	
	Neapel	40° 50' . . . 17,4	
		Unterschied	7° 0' . . . 5°,3
		Speswich	42° 38' . . . 10°,0
	Cambridge	42° 25' . . . 10,2	
	Wien	48° 12' . . . 10,3	
	Manheim	49° 29' . . . 10,7	
	Toulon	43° 7' . . . 16,7	
	Rom	41° 53' . . . 15,8	
	Unterschied	6° 30' . . . 6°,1	
IV. Parallelen von Canada, Neu-Schottland, Frankreichs und des südlichen Deutschlands.	Quebec	46° 47' . . . 5°,5	
	Upsala	59° 51' . . . 5,5	
	Padua	45° 24' . . . 13,7	
	Paris	48° 50' . . . 10,8	
	Unterschied	13° 0' . . . 7°,0	
V. Parallelen von Labrador, des südlichen Schwedens und Curlands.	Main	57° 0' . . . -3°,1	
	Osak	57° 20' . . . -1,2	
	Umeå	63° 50' . . . +0,7	
	Enontekiö	68° 30' . . . -2,8	
	Edinburg	55° 57' . . . +8,8	
	Stockholm	59° 20' . . . +5,7	
	Unterschied	11° 0' . . . 9°,5	

Diese Tabelle¹ zeigt an den Unterschied der Klimate, ausgedrückt durch den der mittleren Temperaturen und durch die Zahl der Breitengrade, die man in Europa gegen Norden heraufgehen müßte, um dieselbe Quantität Jahreswärme zu finden als in Amerika. Wenn im alten Continente sich kein Beobachtungsort finden ließ, dessen Mittel-Temperatur genau $14^{\circ},5$ betrüge, wie die von Williamsburgh, so hat man sich durch eine Interpolation zwischen den Breiten von zwei Punkten geholfen, deren mittlere Temperatur $13^{\circ},6$ und $15^{\circ},2$ ist. Durch ein ähnliches Verfahren, und mit Anwendung bloß guter Beobachtungen, habe ich gefunden, daß:

die isotherme Linie oder Zone von 0° zwischen Ulea und Enontekies in Lapland (Breite $66^{\circ}-68^{\circ}$, östliche Länge $17^{\circ}-20^{\circ}$) und Table Bay in Labrador (Br. $54^{\circ}0'$, westliche Länge 60°) durchgeht;

die isotherme Linie oder Zone von 5° bei Stockholm (Br. 60° , östl. Länge 15°) und der Bai St. George auf Neufundland (Br. $48^{\circ}0'$, westl. Länge 61°) hinläuft;

die isotherme Linie oder Zone von 10° durch Belgien (Br. 51° , Länge 0°) und bei Boston (Br. $42^{\circ}30'$, westl. Länge $73^{\circ}30'$) hinget;

die isotherme Linie oder Zone von 15° zwischen Rom und Florenz (Br. $43^{\circ}0'$, östl. Länge $9^{\circ}20'$) und in der Nähe von Raleigh in Nord-Carolina (Br. $36^{\circ}0'$, westl. Länge $78^{\circ}50'$) sich durchzieht.

Die Richtung dieser Linien gleicher Wärme giebt für die zwei Temperatur-Systeme, welche wir durch genaue

¹ S. meine Prolegomena de distributione geographica Plantarum secundum coeli temperiem et altitudinem montium p. 68.

Beobachtungen kennen, das des mittleren und westlichen Europa's und des östlichen Amerika's, folgende Unterschiede:

geogr. Breite	mittl. Temperatur, Westen des Alten Continents	mittl. Temperatur, Osten des Neuen Continents	Unterschied
30°	$21^{\circ},4$	$19^{\circ},4$	$2^{\circ},0$
40	$17,3$	$12,5$	$4,8$
50	$10,5$	$3,3$	$7,0$
60	$4,8$	$4,6$	$9,4$

Nimmt man die mittlere Aequatorial-Temperatur als Einheit an, so findet man, nach der Beobachtung selbst, die Hälfte dieser Temperatur im Alten Continent in 45° , im Osten des Neuen Continents in 39° Breite. Die Mittel-Temperaturen nehmen ab:

von	im Alten Cont.	im Neuen Cont.
$0^{\circ}-20^{\circ}$	um 2°	um 2°
$20^{\circ}-30^{\circ}$	" 4°	" 6°
$30^{\circ}-40^{\circ}$	" 4°	" 7°
$40^{\circ}-50^{\circ}$	" 7°	" 9°
$50^{\circ}-60^{\circ}$	" $5^{\circ},5$	" $7^{\circ},4$
von $0^{\circ}-60^{\circ}$	um $22^{\circ},5$	um $31^{\circ},4$

In der Alten und Neuen Welt ist die Zone, in welcher die Abnahme der mittleren Temperatur am schnellsten vor sich geht, zwischen die Parallellkreise von 40° und 45° eingeschlossen. Die Beobachtung liefert ein mit der Theorie ganz übereinstimmendes Ergebnis; denn die Veränderung des Quadrats des Cosinus, welcher das Gesetz der Temperatur ausdrückt, ist die möglich größte gegen 45° Breite. Dieser Umstand mußte günstig auf die Gesittung und den Kunstfleiß der Völker einwirken, welche die dem mittleren Parallel benachbarten Länder bewohnen. Es ist dies die Stelle, wo das Gebiet des Weinbaues sich mit dem des Delbaums und des Citrus berührt. Nirgends sonst sieht man auf dem Erdboden, wenn

man von Norden nach Süden vordringt, die Temperaturen bedeutender zunehmen; nirgends auch folgen die Erzeugnisse des Pflanzenreichs und die mannigfaltigen Gegenstände des Ackerbaues mit mehr Schnelligkeit auf einander. Eine bedeutende Verschiedenheit in den Erzeugnissen zusammengrenzender Länder belebt aber den Handel und vermehrt die Industrie der ackerbauenden Völker.

Wir sind bisher der Richtung der isothermen Zonen von Europa an bis zu den atlantischen Ländern der Neuen Welt gefolgt; wir sehen sie sich dem Parallelismus nähern gegen Süden, einander zustreben (convergiren) gegen Norden, vorzüglich zwischen den thermischen Curven von 5° und 10°. Suchen wir jetzt diese Curven nach Westen zu verfolgen! Nordamerika bietet zwei Gebirgsketten dar, gerichtet von N nach SW und von NW nach SO, fast gleiche Winkel mit den Meridianen bildend und beinahe den Europa und Asien gegenüberliegenden Küsten parallel: die Kette der Alleghany's und der Rocky Mountains, welche die Gewässer des Mississippi und der Columbia scheiden. Zwischen diesen beiden Gebirgsketten dehnen sich das ungeheure Becken des Mississippi, so wie die Ebenen der Louisiana, von Tennessee und des Staates Ohio hin, des Mittelpunktes einer neuen Civilisation. Allgemein ist in der Neuen Welt die Vorstellung verbreitet, daß westlich von den Alleghany's das Klima auf denselben Breitenkreisen milder sei als in den atlantischen Staaten. Jefferson hat den Unterschied auf drei Breitengrade geschätzt. Um dieselbe Zahl von Graden sieht man dieselben Erzeugnisse: die *Gleditsia monosperma*, *Catalpa*, die *Aristolochia sypho*, im Becken des Ohio weiter nach Norden vordringen als auf den Küsten des atlantischen

Oceans.¹ Bolney hat diese Erscheinungen durch die Häufigkeit der Südwest-Winde zu erklären gesucht, welche die heiße Luft vom mexicanischen Meerbusen nach diesen Gegenden hindrängen. Eine Reihe guter Beobachtungen, welche während eines Zeitraums von sieben Jahren durch den Oberst Mansfield zu Cincinnati an den Ufern des Ohio angestellt und neuerdings von Drake in seiner ausgezeichneten Abhandlung über die amerikanische Meteorologie² bekannt gemacht sind, haben die Zweifel gehoben, in welche diese Erscheinung gehüllt war. Die thermischen Mittelwerthe beweisen, daß die isothermen Linien sich in diesen westlichen Gegenden nicht gegen Norden erheben. Die Wärmemenge, welche jeder Punkt des Erdkörpers unter denselben Parallelkreisen empfängt, ist ungefähr gleich im Osten und im Westen der Alleghany's; der Unterschied besteht nur darin, daß im Westen die Winter gelinder und die Sommer etwas weniger heiß sind.³ Die

¹ E. mein Essai sur la Géographie des Plantes p. 154.

² Natural and statistical view, or picture of Cincinnati and the Miami country, 1815.

³ Hier folgt die Vergleichung der Mittel-Temperaturen, wie sie mit größter Sorgfalt abgeleitet wurden:

	Cincinnati. (Br. 39° 6', W.L. 86° 44')	Philadelphia. (Br. 39° 56', W.L. 77° 36')
Winter . . .	+ 0° 5 Cent.	+ 0° 1
Frühling . . .	12,3	10,8
Sommer . . .	22,7	23,3
Herbst . . .	12,7	13,6
	12° 1	11° 9.

Ich habe für Philadelphia die Mitte zwischen den Beobachtungen von Gore und Rush angenommen; ich habe auch für die Berichtigungen die von Legaur zu Springmill, am Schulkill, nördlich von Philadelphia, gemachten Beobachtungen berücksichtigt. Da Cincinnati 156 Meter über die Meeresfläche erhoben ist, so ist seine Mittel-Temperatur um 0° 8 niedriger.

Wanderungen der Gewächse nach Norden werden im Becken des Mississippi durch die Gestalt und Richtung des Thales begünstigt, das sich von Norden nach Süden öffnet. In den atlantischen Gebieten giebt es dagegen meist nur Transversal-Thäler; und diese stellen den Pflanzen, um von einem Thale in ein anderes überzugehen, große Hindernisse entgegen.

Wenn die isothermen Linien dem Erd-Aequator parallel oder fast parallel bleiben von den atlantischen Küsten der Neuen Welt an bis östlich vom Mississippi und Missouri; so ist es nicht zweifelhaft, daß sie sich jenseits des Felsengebirges, auf den Ästen gegenüberliegenden Küsten, zwischen 35° und 55° Breite, erheben. An die Betrachtungen, welche ich in meinem Werke über Mexico¹ entwickelt habe, schließen sich jetzt an die Beobachtungen des Capitän Lewis und einiger anderer anglo-amerikanischer Reisenden, welche den Winter an den Ufern der Columbia verlebten haben. In Neu-Californien cultivirt man mit gutem Erfolg den Delbaum längs dem Canal von Santa Barbara, und den Weinstock von Monterey bis nördlich vom Parallelkreise von 37°, welches der Parallel der Chesapeak-Bai ist. In Nutka, auf der Quadra und Bancouver-Insel, fast in der Breite von Labrador, gefrieren die kleinsten Flüsse nicht vor dem Januar. Capitän Lewis sah an der Mündung der Columbia, unter dem Parallel von 46°, den ersten Frost am 7 Januar; der übrige Theil des Winters war regnigt. Im 125ten Grad westlicher Länge scheint die isotherme Linie von 10°, beinahe wie im atlantischen Theile des Alten Continents, den 50ten Breiten-grad zu durchschneiden. Die Westküsten beider Welten gleichen

¹ Essai politique sur la Nouvelle-Espagne T. II. p. 440, 478 und 509.

einander bis auf einen gewissen Punkt.¹ Aber diese Erhebungen der isothermen Linien erstrecken sich nicht über 66° hinaus; die Curve von 0° Temperatur findet sich schon südlich vom Sklavensee, und sie geht noch südlicher, indem sie sich dem Ober- und Ontario-See nähert.

Wenn man von Europa nach Osten vordringt, senken sich die isothermen Linien wieder²; die Zahl der Orte, deren mittlere Temperatur man genau kennt, ist gering. Wir können nur diejenigen Resultate benutzen, welche Orten angehören, deren Boden-Erhebung hinlänglich bekannt ist, um die Mittelwerthe auf die Meeresfläche zu reduciren. Der geringe Vorrath, den wir von guten Materialien haben, hat es uns möglich gemacht die Curven von 0° und 13° anzugeben. Wir kennen sogar die Knoten der letzteren Curve (d. i. die Intersectionen der isothermen Curven mit den Parallelkreisen) rings um die Erdkugel: sie läuft nördlich von Bordeaux hin (Br. 45°—46°, W.L. 2° 57'), bei Peking (Br. 39° 54', D.L. 114° 7') und dem Cap Foulweather, südlich von der Mündung der Columbia (Br. 44° 40', W.L. 106° 20'), vorbei;

¹ Wegen des Einflusses der West- und Südwest-Winde (Dalton, Meteor. Observ. p. 125).

² Vergleicht man Orter, die von Westen nach Osten etwa auf gleichem Parallelkreise liegen, so findet man:

	mittl. Temp.		mittl. Temp.
St. Malo (Br. 48° 39')	12,5	Wien (48° 11')	10,3
Amsterdam („ 52° 22')	11,9	Warschau (52° 14')	9,2
Neapel („ 40° 50')	17,4	Peking (39° 54')	12,7
Kopenhagen („ 55° 41')	7,6	Moskau (55° 45')	4,5
Upsala („ 59° 51')	5,5	Petersburg (59° 56')	3,8

Die absolute Höhe von Peking ist unbedeutend, die Moskau's beträgt 300 Meter. In Madrid, das westlich von Neapel liegt, ist die absolute Temperatur 15°,0; aber die Stadt erhebt sich 603 Meter über die Meeresfläche.