

das Produkt mg , d. h. durch das Gewicht des fallenden Körpers gemessen wird. Thatsächlich kann man nun aber doch mit dem Satze, dass die bewegliche Masse unter dem Einfluss der bewegenden Kraft $m\varphi$ stehe, keinen andern Sinn verbinden als den, dass sich eben die Masse m mit der Beschleunigung φ bewegt. Eine Erklärung der Bewegung wird durch die Einführung des Kraftbegriffes nicht gewonnen, wohl aber kann derselbe häufig zur Vereinfachung der Ausdrucksweise mit Vortheil verwendet werden. Mit Bezug auf diesen Punkt kann ich mich darauf beschränken, auf die Darstellung in Kirchhoff's Mechanik zu verweisen, wo zum ersten Male der Kraftbegriff von den ihm anhaftenden metaphysischen Unklarheiten befreit worden ist. In der vorliegenden Arbeit kam es mir darauf an, zu zeigen, wie man auch andere Grundbegriffe der Mechanik klarer und einfacher formuliren kann, dadurch, dass man in richtiger Auffassung des Causalitätsbegriffes den empirischen Charakter dieser Begriffe stärker betont, als dies gewöhnlich geschieht.

Zürich, 11. Januar 1886.

Notizen.

Zum täglichen Gang der Temperatur auf Bergstationen. — Die Frage nach dem Einfluss der Erhebung über Meer auf den täglichen und jährlichen Gang der Temperatur ist schon vielfach erörtert worden; die Wechselwirkung zwischen Meereshöhe und Temperatur zeigt sich ja ebenso deutlich in den täglichen und jährlichen Perioden wie in den Mitteln. Die bisherigen Beobachtungen, speziell darüber inwiefern die Höhenlage massgebend ist auf den täglichen Gang

und die Grösse der täglichen Oscillation der Temperatur, so beispielsweise die Reihen stündlicher Beobachtungen auf dem Rigi und Faulhorn, die langjährigen auf dem grossen St. Bernhard, sowie diejenigen vom Theodulpass haben schon längst und mit Sicherheit den Nachweis führen lassen, dass in der Höhe das Temperaturmaximum bald nach der Sonnenculmination eintritt als in der Tiefe, bei Höhendifferenzen von 2000 Meter um etwa 1—2 Stunden*) früher, und ferner auch, dass die tägliche Temperaturschwankung mit zunehmender Höhe kleiner wird, Verhältnisse, wie sie bei freier Erhebung über die Erdoberfläche selbstverständlich noch weit reiner hervortreten müssten. Mehr jedoch, namentlich was sich auf den Temperaturverlauf während der Nacht auf Höhenstationen bezieht, können jene Beobachtungen nicht lehren, da während des grösseren Theiles der Nacht eben nicht beobachtet worden und das Minimum der Temperatur bei allen diesen Beobachtungsreihen fast immer (jedenfalls während der Sommermonate) ausserhalb der Beobachtungszeit lag. Da also der Temperaturverlauf während der Nacht in der Höhe eigentlich nicht genau bekannt, ist es daher auch nicht wohl möglich anzugeben, um welchen genauen Betrag die tägliche Temperaturschwankung nach oben abnimmt.

Durch die seiner Zeit erfolgte Etablierung einer meteorologischen Station auf dem Säntis (vgl. den Bericht darüber Vierteljahrsschrift, Band 28) und durch das nun bereits seit zwei Jahren consequent durchgeführte System zweistündlicher Beobachtungen resp. Registrirungen der Temperatur auf dieser Gipfelstation, sind wir in den Stand gesetzt, jene kleine Lücke noch auszufüllen.

Das in der nachstehenden Tabelle niedergelegte Material beruht theils auf direkten Ablesungen an dem gewöhnlichen Stationsthermometer, theils auf Registrirungen, die durch die

*) So treten die Temperaturmaxima auf dem grossen St. Bernhard im Mittel mit geringen Variationen um $1\frac{1}{2}$ Stunden früher ein, als in Genf, also etwas nach 1^h p. m., die Verminderung der Amplitude ergibt sich nach Wild approximativ zu nahe $\frac{1}{3}$ ihres Betrages in Genf.

bekanntes Quecksilber-Reversionsthermometer neuester Construction von Negretti und Zambra erhalten wurden. Die letzteren Thermometer, basirend auf gewissen Capillaritätswirkungen, haben allerdings auch ihre Tücken, sie sind aber doch, namentlich wenn sie nur einzeln verwendet und ordentlich controllirt werden, immer noch in ihren Resultaten erheblich besser wie die Thermographen gewöhnlicher Construction mit Metallspiralen, die, neben andern Fehlern, ja auch den noch besitzen, stets nur den täglichen Gang der Temperatur in einer Verschiebung wiederzugeben.

Die gegebene kleine Tabelle mit den erhaltenen Mittelwerthen spricht für sich selbst:

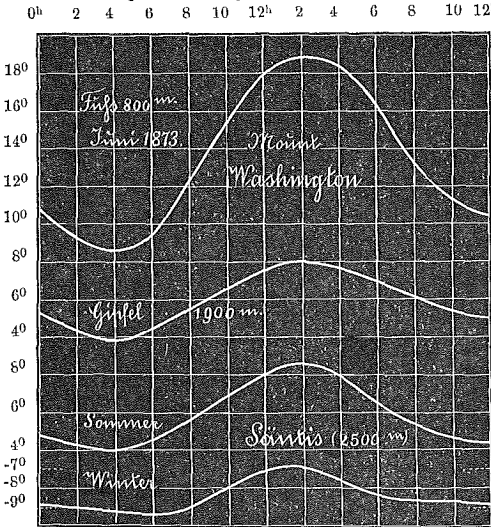
**Uebersicht über den täglichen Gang der Temperatur auf der Station
Säntis (1884—86).**

	2 ^h a.m.	4 ^h	6 ^h	8 ^h	10 ^h	Mitt.	2 ^h p.m.	4 ^h	6 ^h	8 ^h	10 ^h	M.-N.	Mittel	
1884/5.	VII	4 ^o .52	4 ^o .54	4 ^o .97	6 ^o .10	7 ^o .20	8 ^o .29	8 ^o .93	8 ^o .40	7 ^o .22	5 ^o .75	5 ^o .10	4 ^o .90	6 ^o .33
	VIII	4.08	3.68	3.88	4.83	6.25	7.42	8.08	7.48	5.90	4.88	4.30	4.08	5.41
	IX	2.27	1.83	2.12	3.10	4.40	5.43	5.73	4.93	3.48	2.92	2.55	2.33	3.43
	X	-4.10	-4.08	-4.10	-3.63	-2.75	-2.09	-1.91	-2.83	-3.53	-3.79	-3.75	-4.08	-3.39
	XI	-5.15	-5.08	-5.28	-5.22	-4.00	-3.22	-3.26	-4.48	-4.83	-5.21	-5.28	-5.33	-4.70
	XII	-7.89	-7.88	-7.99	-7.88	-6.79	-5.97	-5.88	-6.77	-7.12	-7.42	-7.39	-7.67	-7.22
1885/6.	I	-9.98	-10.04	-10.26	-9.96	-8.92	-8.13	-7.84	-8.88	-9.49	-9.75	-9.67	-9.75	-9.39
	II	-8.03	-8.23	-8.38	-7.85	-6.03	-4.81	-4.11	-5.34	-7.11	-7.76	-7.66	-7.93	-6.94
	III	-8.11	-8.15	-8.02	-7.05	-5.30	-4.22	-3.75	-4.55	-6.48	-7.42	-7.15	-7.60	-6.48
	IV	-3.67	-3.80	-3.83	-2.15	-0.62	0.71	1.55	0.76	-1.50	-2.72	-3.01	-3.56	-1.82
1885	V	-3.66	-3.72	-3.50	-2.18	-0.75	0.51	1.32	0.69	-1.00	-2.40	-2.84	-3.14	-1.72
	VI	3.51	3.42	4.13	5.38	6.62	7.45	8.11	7.86	6.34	4.68	3.98	3.66	5.43

Was nun vorerst die Eintrittszeit des Temperatur-Minimums anbetrifft, so zeigen die erhaltenen Daten, noch besser aber die bezügliche graphische Darstellung derselben, dass ersteres, mit Ausnahme der Wintermonate, sich in dieser Höhe von 2500 Meter meist in nächster Nähe von 4 Uhr Morgens hält. Gegen den Winter rückt es, sich mehr und mehr verflachend, langsam vor, fällt dann etwas nach 6^h Morgens, tritt demnach in dieser Jahreszeit etwas mehr wie eine Stunde vor Sonnenaufgang ein. Im Mittel aller Monate dürfte mit geringen Variationen das Temperaturminimum also in dieser Höhe um nahe 1¹/₂ Stunden früher eintreten wie auf den Thalstationen; um nahe ebenso viel rückt aber auch das Temperaturmaximum (etwas vor 2^h p. m.) gegen den wahren Mittag hin. Die tägliche Amplitude, für Juli—August im Mittel

4¹/₂°, reduziert sich für Dezember—Januar (vergl. das beigegebene Diagramm) auf ungefähr die Hälfte dieses Betrages; bei einer Höhen-

Täglicher Gang der Temperatur.



differenz von 2000 Meter erreicht erstere überhaupt nur etwa die Hälfte von der Temperaturamplitude der tiefern Stationen (Bern, Genf). — Zur weitern Vergleichung habe ich aus dem Report 1882 des Chief Signal Officer noch eine Reihe correspondirender stündlicher Temperaturbeobachtungen

beigezogen, die im Mai und Juni 1873 auf dem Mount Washington (1900 m) und an dessen Fuss (800 m) angestellt worden sind.

		Mai 1873											
		1 ^h a.m.	2 ^h	3 ^h	4 ^h	5 ^h	6 ^h	7 ^h	8 ^h	9 ^h	10 ^h	11 ^h	Mittg.
Mount Washington.	Fuß	30.61	3.33	3.17	2.94	2.78	3.00	4.61	6.11	7.78	9.11	9.72	10 ^o .67
		11.50	11.39	11.11	10.78	10.06	8.83	6.83	5.28	4.72	4.22	3.94	3 ^o .78
	Gipfel	-1 ^o .39	-1.72	-1.78	-1.89	-1.83	-1.78	-1.67	-1.56	-1.17	-0.83	-0.44	-0 ^o .11
		0.11	0.11	0.06	0.00	-0.22	-0.33	-0.67	-0.83	-1.00	-1.17	-1.33	-1 ^o .28
Mount Washington.	Fuß	90.72	9.28	8.72	8.44	8.44	9.22	11.11	12.61	14.22	15.39	16.50	17 ^o .67
		18.44	18.72	18.56	18.44	17.44	16.33	14.78	12.83	12.11	11.50	10.61	10 ^o .39
	Gipfel	4 ^o .44	4.33	4.06	3.94	4.11	4.39	4.72	5.28	5.83	6.28	6.89	7 ^o .50
		7.78	7.94	7.72	7.72	7.50	7.06	6.61	6.06	5.78	5.61	5.22	5 ^o .06

Auch hier zeigt die graphische Darstellung der Daten eine kleine Verfrühung des Minimums auf der obern Station von etwas weniger wie einer Stunde für die 1000 Meter Erhebung. Ausserdem lässt das beigegebene Diagramm sehr gut die allmähliche nicht unerhebliche Verflachung in der Curve des nächtlichen Ganges mit zunehmender Höhe erkennen, wie diess die Theorie ja auch vollauf bestätigt. Ich habe an einem andern Orte bereits nachgewiesen, wie die theoretische Bestimmung des Temperaturverlaufs während der Nachtstunden nach den Principien, wie sie uns Fourier in seiner „Théorie de la Chaleur“ gegeben, auf die, die periodische Veränderung bewirkenden physikalischen Vorgänge, also hier Wärmestrahlung und -Leitung zurückzuführen ist. Für die Sommermonate, in welchen wie sich zeigt, während der Nacht der Einfluss der Wärmeleitung gegenüber dem der Strahlung auf die Temperatur in den untern Schichten der Atmosphäre mehr zurücktritt, leitet sich leicht ab, dass in erster Annäherung, so lange die Sonne unter dem Horizonte weilt, für den zeitlichen Differentialquotienten der Temperatur die Beziehung besteht:

$$\frac{\partial \theta}{\partial z} = - \varphi (\sigma, \kappa) \cdot \eta \cdot \theta.$$

Darin bedeutet η die sog. Temperaturleitfähigkeit der Luft, d. h. den Quotienten aus dem Wärmeleitungsvermögen (κ) der Luft und der spezifischen Wärme der Volumseinheit ($\rho \cdot c$); $\varphi (\sigma, \kappa)$ aber ist eine in bestimmtester Weise hauptsächlich von dem thermischen Strahlungsvermögen σ der atmosphärischen Luft resp. ihrer zustrahlenden Flächen abhängige Function. Da $\varphi (\sigma, \kappa)$ mit zunehmender Höhe sich nur wenig ändert, jedenfalls nicht grösser wird, weil neben σ auch das Wärmeleitungsvermögen κ der Luft innerhalb weiter Grenzen vom Drucke ganz unabhängig ist, und die Zunahme von η , d. h. der Temperaturleitfähigkeit mit wachsender Höhe gegenüber der erheblicheren Verkleinerung von θ , also der Temperatur während der Nacht in der Höhe erst in sekundärer Linie in Betracht fällt, so leitet sich aus dem gegebenen Ausdruck leicht das oben betonte mit zunehmender Erhebung über die Erdoberfläche hervortretende Verhalten der Temperaturcurve in den Nachtstunden ab.

Noch auf eine letzte Eigenthümlichkeit im täglichen Gange der Wärme auf Bergstationen möchte ich endlich hinweisen, nämlich auf das Eintreten eines stationären Zustandes, beziehungsweise eines kleinen sekundären Temperaturmaximums, das sich in den Wintermonaten stets um die neunte Abendstunde zeigt, wie aus den nebenstehenden Daten hervorgeht; 9^h p. m. ist die gewöhnliche Terminablesung.

	p. m.		
	8 ^h	9 ^h	10 ^h
November	-5° 21	-5° 15	-5° 28
Dezember	-7.42	-7.39	-7.39
Januar	-9.75	-9.76	-9.67
Februar	-7.76	-7.87	-7.66

Es findet sich auch deutlich ausgeprägt in der allerdings etwas kürzern Beobachtungsreihe auf dem Theodul, und ferner angedeutet in den langjährigen Mitteln vom grossen St. Bernhard.

Es ist natürlich klar, dass gerade im Winter, wo die tägliche Amplitude der Temperatur zu einem Minimum herabsinkt, es am ehesten vorkommen kann, dass sekundäre Einflüsse, welche neben den bekannten physikalischen Vorgängen modificirend auf die Gestalt der nächtlichen Temperaturcurve einwirken, durch häufiges Eintreten ein solches Uebergewicht erlangen können, dass sie selbst in mehrjährigen Mitteln sich nicht eliminiren. Darauf hat schon Hellmann hingewiesen*) und auch für die Wintermonate ein solches sekundäres Temperaturmaximum und zwar um die Mitternachtsstunden für die tiefern Stationen behauptet. Hellmann führt die Entstehung dieses sekundären Wärmemaximums auf die Bewölkung und Luftströmungen zurück. Ich aber möchte es im vorliegenden Falle in Zusammenhang bringen mit dem Hauptmaximum im täglichen Gange des Luftdruckes, das ja bekanntlich auf Bergstationen gerade um die angegebene Zeit (9–10^h Abends) zum Vorschein tritt. Wenn man speziell zur Erklärung des hohen Abendmaximums im täglichen Gange des Luftdruckes auf Bergen, die dynamische Wirkung der herabsinkenden höhern

*) Die täglichen Veränderungen der Temperatur etc. Berl. 1875.

Luftmassen zu Hülfe nimmt, warum sollte denn gerade diese letztere Ursache, resp. die beim absteigenden Luftstrome sich zeigende dynamische Erwärmung nicht ebenso im Stande sein, jene vorerwähnte kleine Temperatur-Inversion im täglichen Gange der Temperatur auf Berggipfeln herbeizuführen, namentlich in den Wintermonaten, wo die gewöhnlichen, normal verlaufenden Temperaturänderungen während der Nachtstunden ja ohnehin sehr gering sind.

Die bekannte, im Winter am stärksten und regelmässig bei barometrischen Maxima eintretende Anomalie in der vertikalen Temperaturvertheilung hat ja ebenfalls durch jenen Vorgang ihre Erklärung schon längst in befriedigender Weise gefunden. — Es wird sich wohl Gelegenheit bieten, an dieser Stelle später noch einmal hierauf einzutreten. [Dr. Maurer.]

Auszüge aus den Sitzungsprotokollen.

Sitzung vom 11. Januar 1886.

1. Es wird beschlossen, an die „Lese- und Redehalle der deutschen Studenten in Prag“ ein Freiexemplar der Vierteljahrsschrift zu verabfolgen.

2. Die Regierung des Kantons Zürich macht Mittheilung von der Gewährung des ordentlichen Jahresbeitrages von Fr. 400 an die Gesellschaft.

3. Herr Prof. Dr. Rudio hält einen Vortrag „über einige Grundbegriffe der Mechanik“.

4. Herr Dr. C. Keller spricht über die Wanderungen der Medusen.

Sitzung vom 25. Januar 1886.

1. Herr Prof. Mousson ersucht um seine Entlassung als Mitglied und Präsident der Neujahrsstückcommission. Dieselbe wird ihm unter Verdankung der vieljährigen vortrefflichen Dienste seitens der Gesellschaft ertheilt.

2. Herr Apotheker Eidenbenz erklärt aus Gesundheitsrücksichten seinen Austritt aus der Gesellschaft.

3. Herr Prof. Dr. Bühler hält einen Vortrag über den Schneedruck vom 28. September 1885.