©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Die

Erforschung der höheren Schichten unserer Atmosphäre.

Von

Dr. Wilh. Trabert.

Vortrag, gehalten den 23. November 1898.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Auch in der Wissenschaft gibt es gewissermaßen eine Mode, und es geschieht, dass zeitweise dieses oder jenes Problem mit Vorliebe zum Gegenstande der Forschung gemacht wird.

In der Meteorologie ist nun zweifellos die Erforschung der höheren Schichten unserer Atmosphäre das Lieblingsthema der letzten Jahre gewesen, und auf keinem Gebiete wurde hier so viel und mit solchem Erfolge gearbeitet wie auf ihm.

Dies ist der Grund, warum auch wir uns heute mit diesem Gegenstande befassen und erörtern wollen, welche Ziele man sich bei diesen Forschungen gesetzt hat, welcher Mittel man sich bediente, was man erreicht hat, und welche Bedeutung die Beobachtungen in größeren Höhen der Atmosphäre für die ganze Entwicklung der Meteorologie genommen haben.

Es ist kaum möglich, die Nothwendigkeit, zur Erforschung der Gesetze des Luftoceans auch aus höheren Schichten Beobachtungen heranzuziehen, klarer und präciser auszudrücken als mit den viel citierten Worten, mit welchen Hann seine Abhandlung zur Meteorologie der Alpengipfel beginnt:

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

„Wenn man von einem höheren Berggipfel in den weiten freien Luftocean hinausblickt, in ungemessener Höhe über sich noch die Wolken ziehen sieht und dann hinabschaut in die Thäler und Niederungen, wo, von unserem Standpunkte aus, selbst stattliche Bergzüge zu flachen Bodenwellen sich beruhigt haben und Kirchthurmhöhen dem Auge entschwinden, da möchte man fast verzagen bei dem Gedanken an die kümmerlichen Mittel, mit welchen wir die so veränderlichen Zustände des unermesslichen Luftoceans studieren zu wollen uns unterfangen. Denn da unten in der Tiefe, wo die Luftschichten trüb und schwer von Rauch und Staub am Boden stagnieren, wo seichte Nebelschichten in den Thalgründen und längs der Flussläufe lagern, da haben wir die Instrumente aufgestellt, mit denen wir die Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnisse des ganzen Luftmeeres messend verfolgen wollen. Wir wundern uns nicht mehr, dass wir noch in so vielen Punkten den Schlüssel zur Einsicht in den Causalzusammenhang der atmosphärischen Erscheinungen nicht haben auffinden können, wir wundern uns vielmehr darüber, dass uns dies doch in einigen Fällen hat gelingen können."

Diese Worte zeigen so recht, welche Bedeutung Beobachtungen haben müssen, die, unbeeinflusst von den Zufälligkeiten und störenden Ursachen der Erdoberfläche, in freien Höhen angestellt werden; und als ob der Meteorologie schon an ihrer Wiege hätte ein Hinweis gegeben werden sollen, dass sie in die Höhe zu blicken habe, als zum erstenmal der Begriff der Atmo-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

sphäre richtig erfasst worden war, als Torricelli aus seinem bekannten Versuche den Schluss zog, dass wir am Grunde eines Meeres von Luft wohnen, die schwer sei und infolge ihrer Schwere auf alle Körper an der Erdoberfläche einen Druck ausübe, da war es eine Beobachtung auf einem Berggipfel, dem Puy de Dôme, die alle Bedenken und Einwände zum Schweigen brachte. Das von Pascal vorgeschlagene experimentum crucis, ob wirklich in der Höhe der Druck der Luft ein kleinerer sei, wurde hier im bejahenden Sinne entschieden.

Frühzeitig suchte man denn auch die Verhältnisse der höheren Luftregionen kennen zu lernen, und schon bei der zweiten Ballonfahrt, die überhaupt unternommen wurde, stellten Charles und Robert bereits Beobachtungen am Barometer und Thermometer an. Zahlreiche andere Fahrten, speciell zu wissenschaftlichen Zwecken, folgten dann bald, und besonders in England wurde Hervorragendes in dieser Beziehung geleistet. Auf Veranlassung der British Association unternahmen hier Welsh und Glaisher in ganz systematischer Weise Ballonfahrten zu meteorologischen Zwecken. Glaisher führte allein 23 Freifahrten aus, und 27mal stieg er im Ballon captif auf, wobei er jeweilig in Höhenstufen von 100 zu 100 Fuß bis zu 1600 Fuß hinauf seine Messungen anstellte.[1])

---

[1]) Bei diesen älteren Fahrten erreichte bereits Gay Lussac am 16. September 1804 eine Höhe von über 7000 *m*; Barral und Bixio gelangten bei Schneegestöber

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Ziemlich gleichzeitig mit den ersten Ballonfahrten unternahm De Saussure seine berühmte Montblancexpedition und machte dabei als erster meteorologische Beobachtungen in einer Höhe von mehr als 4800*m*. Er und später Alexander von Humboldt, Kämtz, die Gebrüder Schlagintweit und andere wählten das zweite Mittel zur Erforschung des Luftoceans: Beobachtungen auf hohen Bergen.

Waren nun auch solche vereinzelte Messungen, sei es bei Ballonfahrten, sei es auf Berggipfeln zu einer ersten Orientierung vortrefflich, so leuchtet doch ein, dass bei der großen Veränderlichkeit der meteorologischen Elemente allgemein giltige Schlüsse nicht aus ihnen gezogen werden konnten; allgemeine Resultate werden wir nur von langjährigen, jahraus jahrein angestellten Beobachtungen zu erwarten haben, wie sie allein möglich sind an einer ständigen Beobachtungsstation auf einem möglichst isolierten Hochgipfel, der allseits den Luftströmungen freien Zutritt gestattet und so nach Möglichkeit die Verhältnisse der freien Atmosphäre wiedergibt.

Ständige Gipfelstationen werden daher auch immer den Ausgangspunkt bei der Erforschung der höheren Luftschichten bilden, wenn man sich auch vollkommen

---

am 17. Juli 1850 bis 7039*m* und beobachteten hier eine Temperatur von — 39·7° C.; Welsh erreichte gleichfalls fast 7000 *m*, Crocé-Spinelli und Sivel über 8000 *m*, Glaisher wahrscheinlich 8500*m*.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

darüber klar sein wird, dass mit der Gipfelstation gewisse Schattenseiten unvermeidlich verbunden sind. Sie haben den großen Vortheil, dass es hier möglich ist, an einem fixen Punkte dauernd und regelmäßig zu beobachten, und wir werden daher Luftdruckbeobachtungen, die einen unveränderlichen Punkt erfordern, nur hier erhalten können. Andererseits liegt es aber in der Natur der Gipfelstationen, dass wir nur Beobachtungen an bestimmten Stellen und aus bestimmten Höhen erhalten können, dass wir aber von dort, wo Gebirge fehlen, überhaupt nichts werden erfahren können.

Aber auch die Beobachtungen selbst unterliegen mancherlei Störungen, das Terrain des Berges selbst, sowie das Aufsteigen der Luft an den Bergeshängen um die Mittagszeit und die Bildung von Nebelhauben machen sich als entschiedene Übelstände geltend, und die Beobachtungen auf Bergesgipfeln, besonders jene der Temperatur und Feuchtigkeit, bedürfen daher dringend einer Controle und Ergänzung durch Beobachtungen in der freien Atmosphäre, durch Beobachtungen im Ballon oder mit Hilfe von Drachen.

Das erste ständige, eigentliche Observatorium auf einem Berggipfel war jenes auf dem schon früher genannten Puy de Dôme bei Clermont, welcher sich bis zu einer Höhe von 1463*m* erhebt; es war auch das einzige, welches existierte, als Hann im Jahre 1879 auf dem zweiten internationalen Meteorologencongresse zu Rom die Frage der Beobachtungen in größeren Höhen erörterte und die Forderung erhob, es mögen auch auf

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

dem Continente Ballonfahrten im Stile Glaishers angestellt werden, und man möge nach Thunlichkeit Observatorien auf exponierten Berggipfeln errichten.[1])

Dieser letztere Wunsch wurde bald erfüllt, und überall entstanden seit jener Zeit trefflich eingerichtete Stationen in größeren Höhen.

Die Station niederer Ordnung auf dem Obir wurde in eine solche erster Ordnung umgewandelt, und neu errichtet wurden in der Schweiz eine Station auf dem Säntis, in Frankreich auf dem Pic du Midi, Mont Ven-

[1]) Als Hann diese Frage erörterte, gab es übrigens außer der Station erster Ordnung auf dem Puy de Dôme noch einige Gipfelstationen zweiter Ordnung, wie Pic du Midi, Rigi, Schafberg und Brocken.

Wenn wir auch Hochstationen ohne Gipfellage in Betracht ziehen, so lagen vom Theodulpasse (3300 *m*) täglich 7mal angestellte Beobachtungen von einem vollen Jahre vor und außerdem die weit zurückreichende Reihe der deshalb sehr wichtigen Stationen auf dem St. Bernhard (2478 *m*) und Obir (2043 *m*).

Auf dem Col du Géant (3428 *m*), Faulhorn (2673 *m*), Rigi (1786 *m*) und Ararat (5125 *m*) sind nur kürzere Zeit hindurch von Forschern, die eigens zu diesem Zwecke oben weilten, Beobachtungen vielfach stündlich während des Tages angestellt worden.

Von Gipfelstationen anderer Welttheile, von deren Beobachtungen aber wenig vorlag, sind zu nennen: in Indien Dodabetta (2643 *m*), in Amerika Pikes Peak (4300 *m*), und Mount Washington (1916 *m*).

Ganz nebenbei möge als eine besonders interessante Station auf einer Hochebene in über 3500 *m* Seehöhe Leh in Tibet genannt werden.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

toux und auf dem Montblanc die schon seit einigen Jahren während des Sommer thätige Station Valots in 4365*m* Seehöhe und die Station Janssens auf dem Gipfel, von deren Beobachtungen man bisher freilich noch nichts gehört hat.

Auch in Schottland wurde ein Gipfelobservatorium errichtet auf dem Ben Nevis, in Deutschland auf dem Wendelstein, Peissenberg und Brocken, in Bosnien bei Sarajevo auf der Bjelašnica und bei uns die auch heute noch höchste ständige Gipfelstation Europas, welcher die Meteorologie so viel zu verdanken hat, auf dem über 3100*m* hohen Sonnblick in den Hohen Tauern.[1]

Noch immer denkt man aber daran, die Zahl der Gipfelobservatorien zu vermehren, und in der nächsten Zeit wird eine Station auf der Zugspitze errichtet werden, die von Seite der bairischen Regierung — wenigstens nach unseren Begriffen — so glänzend dotiert wurde, dass es möglich sein wird, auf ihr auch einen wissenschaftlichen Beobachter das ganze Jahr zu belassen.

Man ist vielleicht geneigt, in der Errichtung immer neuer Gipfelstationen eine Art Sport zu erblicken und

---

[1]) Im Folgenden sei eine Übersicht der Höhe der einzelnen europäischen Gipfelobservatorien gegeben:

Ben Nevis	1443*m*	Obirgipfel . . .	2140*m*
Puy de Dôme . .	1467 „	Sonnblick . . .	3106 „
Mont Ventoux . .	1900 „	Peissenberg . .	994 „
Pic du Midi . . .	2860 „	Wendelstein . .	1727 „
Säntis	2500 „	Brocken	1140 „
Mont Blanc (V) .	4365 „	Bjelašnica . . .	2067 „

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

zu glauben, dass nun des Guten genug gethan sei. Nichts wäre irriger als das! Gerade im Gegentheile, durch jede neue Gipfelstation gewinnen erst die anderen an Wert. Mit einer einzelnen Station ist nicht viel anzufangen, erst dadurch, dass man an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Höhen Messungen macht, lernt man die Unterschiede kennen und kann aus ihnen seine Schlüsse ziehen.

Aus diesem Grunde sind auch Stationen zweiter Ordnung auf Berggipfeln, zum Beispiele in Österreich: Schmittenhöhe, Rathhausberg, Untersberg, Raxalpe, Schneeberg, Eisernes Thor und andere durchaus nicht ohne Wert.

Von hoher Wichtigkeit ist es aber, dass auf einer solchen Station ein Beobachter ständig weile. Man hat vielfach selbstregistrierende Apparate aufgestellt und deren Aufzeichnungen etwa alle acht Tage herabgeholt. Mit solchen Beobachtungen ist meistens nicht viel anzufangen, Lücken sind unvermeidlich, und besonders im Winter bei Schneestürmen geschieht es gar oft, dass die Apparate im Schnee stecken und unfähig sind, zu registrieren. Die Station auf dem Misti in Peru, in 5800 *m* Seehöhe die höchste Station der Welt, hat man auf diese Weise besorgt. Die große Seehöhe hat es übrigens nicht verhindern können, dass eines Tages der Beobachter, als er die Registrierpapiere wechseln wollte, zu seiner Überraschung und Bestürzung sämmtliche Apparate von Indianern — gestohlen fand!

Sie sehen aus dieser etwas langweiligen Aufzählung,

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

mit welchem Eifer man allerwärts an die Errichtung von Gipfelstationen gieng.

Die zweite Forderung Hanns nach einer Wiederholung der Ballonfahrten Glaishers verhallte dagegen lange Zeit ungehört, und erst in der allerneuesten Zeit wurde ihr entsprochen. Fast überall veranstaltete man, vielfach mit Benützung des militärischen Ballonparkes, Fahrten zu wissenschaftlichen Zwecken. Das Großartigste in dieser Beziehung leistete man aber in Deutschland, wo man, dank einer Spende des deutschen Kaisers von 85.000 Mark, das Glaishersche Vorbild nicht bloß vollständig wiederholte, sondern in jeder Beziehung übertraf. Schon im Jahre 1895 konnte man auf etwa 50 Freifahrten und 25 Aufstiege von Fesselballons hinweisen, seitdem aber hat man noch zahlreiche weitere Fahrten unternommen.

Es ist vielleicht gut, dass es so lange gedauert hat, bis man an eine Wiederholung der Glaisherschen Fahrten schritt, und dass man dieselben erst anstellte, als man bereits über ein ausgedehntes Netz von Gipfelstationen verfügte. Wir haben ja schon gesehen, dass der Zweck der Ballonfahrten hauptsächlich in einer Correctur der unvermeidlichen Fehler bei Gipfelstationen und in einer Ergänzung derselben liegt. Eine Ergänzung brauchen wir insbesonders nach zwei Richtungen. Wir können erstlich auf Gipfeln nur beschränkte Höhen erreichen, da werden wir uns mittels des Ballons auch über die Verhältnisse noch größerer Höhen orientieren können. Zweitens werden wir aber gerade über die dem Erd-

©Ver: zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

boden nächsten Schichten aus Beobachtungen auf Bergen gar nichts erfahren, da werden wir uns des Ballons captif und — des Drachens mit Vortheil bedienen können. Wir müssen aber auch erwähnen, dass wir den Stationen auf dem Eiffelthurme in dieser Beziehung viel verdanken.

Die Berliner Fahrten können für sich den Ruhm in Anspruch nehmen, dass bei einer derselben die größte Höhe erreicht wurde, die je ein Mensch erreicht hat, 9150*m*! Dr. Berson, welcher diese Fahrt am 4. December 1894 ganz allein unternahm, konnte in dieser Höhe noch alle Beobachtungen anstellen, und er notierte in seinem Buche: „Ich befinde mich lächerlich wohl.“ Dies ist aber allein dem Umstande zuzuschreiben, dass sich Berson durch künstliche Einathmung mitgenommenen Sauerstoffes aufrecht erhielt. Glaisher erreichte bei seiner höchsten Fahrt wahrscheinlich nur 8500*m*, aber bewusstlos. Schon in viel geringerer Höhe schien sein Arm gelähmt, er sank zurück; noch konnte er trübe die Instrumente ablesen, dann ward ihm schwarz vor den Augen; aber noch war er bei Bewusstsein. Der Ballon stieg höher, er ward ohnmächtig. Sein Begleiter wollte die Ventilleine ziehen, doch auch ihm versagte der Arm den Dienst, und nur eine glückliche Fügung wollte es, dass ihm bei einer Bewegung des Ballons die Ventilleine ins Gesicht geschlagen wurde, so dass er sie mit den Zähnen erhaschen konnte. Nur diesem Umstande verdanken Glaisher und Coxwell ihre Rettung.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Crocé-Spinelli und Sivel starben schon in wahrscheinlich 8200 *m*. Berson war bei einer anderen Fahrt, die er gemeinsam mit Groß unternahm, schon in 8000 *m* zeitweise betäubt, und bei der jüngsten Fahrt über die Alpen protestierte Dr. Maurer schon in 6800 *m* energisch gegen ein weiteres Aufsteigen, weil er fühlte, dass er eine größere Höhe nicht zu ertragen vermöge.

Auch hier sind also dem Menschen Grenzen gesetzt, und etwa 9000 *m* wird man als die äußerste Höhe bezeichnen müssen, die niemand ungestraft wesentlich wird übersteigen können.

Sollen wir nun auf jede Kunde aus noch größeren Höhen verzichten? Nein. In Frankreich, wo man auf aëronautischem Gebiete so Hervorragendes geleistet hat, hat man auch diese Schwierigkeit zu überwinden gewusst. Hermite war der erste, welcher einen unbemannten Ballon mit Registrierapparaten in die Höhe sandte. Bei Wasserstoffüllung kann ein Ballon von nur 10 m^3 bis 18.000 *m* erreichen, bei 600 m^3 beinahe 30.000 *m*, aber nun müssten wir, um diese Höhe nur unbedeutend zu steigern, das Ballonvolumen enorm wachsen lassen. Um nur wenig über 40.000 *m* zu gelangen, müsste das Volumen schon 80.000 m^3 sein, und wenn man nun noch berücksichtigt, dass die Schreibapparate, auch wenn sie aus Aluminium verfertigt sind, doch ein gewisses Gewicht repräsentieren, so ist mit etwa 25.000 *m* die äußerste Grenze gegeben, bis in welche man mit Instrumenten zu dringen hoffen kann. 22.000 *m* wurden bereits von dem Registrierballon „Cirrus“ thatsächlich

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

erreicht. Der Luftdruck betrug hier etwa 30*mm*, das heißt nur mehr ein Zwanzigstel der Atmosphäre lag über ihm, und wahrlich, wir dürfen zufrieden sein, wenn wir hoffen können, die Atmosphäre bis zu einer Höhe zu durchforschen, unterhalb welcher mehr als 95 Hundertel der ganzen Atmosphäre liegen.

Doch wir wollen uns nun wieder den dem Erdboden nächsten Schichten der Atmosphäre zuwenden! Hier ist der Ballon captiv, den man von Stufe zu Stufe emporlassen kann, am Platze, und in Amerika hat man sich mit großem Erfolge des Drachens bedient. Freilich ist es nicht das gewöhnliche Kinderspielzeug. Derartige Drachen müssen vielmehr eigens construiert sein, und gewöhnlich wendet man mehrere übereinander an, derart, dass man an die Halteleine, nachdem durch den ersten Drachen ein bestimmtes Stück emporgezogen worden war, einen zweiten Drachen befestigte u. s. w., so dass der erste, oberste Drachen die Instrumente zu tragen hatte, während es den unteren oblag, die Halteleine emporzuziehen. Bei einem derartigen Versuche, bei welchem die Instrumente bis zu 3000*m* gehoben wurden, hatten die beiden obersten Drachen eine Oberfläche von 3·8 und 3·3m^2, dann folgten nach unten die kleineren von je 2·1m^2 Fläche, die, von oben an gerechnet, an der Halteleine in 500, 1500, 2500, 3500 und 5000*m* angebracht waren. Als Halteleine bewährte sich am besten Clavierdraht, welcher den großen Vortheil hat, dass bei gleicher Festigkeit sein Gewicht nicht größer wird als bei anderen Leinen, dass aber sein Querschnitt

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

und damit auch der Winddruck auf denselben viel kleiner ist.

Bei dem oben besprochenen Versuche wurden durch die sieben Drachen insgesammt 6300 *m* Draht von 27 *kg* Gewicht emporgezogen. Die Gesammtoberfläche der Drachen betrug 18 m^2, und der Zug, den das Drachensystem ausübte, stieg bis 68 *kg*.

Natürlich bedarf man zum Auflassen und Einholen der Drachen einer Winde, und selbst bei Gebrauch einer Dampfwinde dauert es oft zwei Stunden, um das Drachensystem wieder herabzuholen. Hat man doch eine Höhe von beinahe 3600 *m* schon erreicht.

Auch in Europa hat man in Paris, Petersburg und Hamburg begonnen, die Versuche mit Drachen zu wiederholen, und im nächsten Jahre werden auch bei uns solche wissenschaftliche Drachenaufstiege, und zwar in durchaus origineller Weise mit Hilfe eines Drachens, welcher aus dem Kreise des hiesigen flugtechnischen Vereines hervorgegangen ist, angestellt werden. Man wird in Wien solche Versuche machen, hofft aber auch vom Sonnblick aus den Drachen emporsenden zu können.

Doch Sie werden schon ermüdet sein durch die lange Aufzählung der Mittel, welcher man sich zur Erforschung der höheren Luftschichten bedient hat und noch bedient, und Sie werden nun an mich die Frage richten: Was hat man denn bisher erreicht?

Wie das Gesammtgebiet der Meteorologie in drei große Gruppen zerfällt: Klimatologie, Meteorologie im engeren Sinne oder Physik der Atmosphäre und endlich

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

die Wetterlehre mit der Wettervorhersage, so werden wir auch nach drei Richtungen hin zu verfolgen haben, was wir bei der Erforschung der höheren Luftschichten gelernt haben.

Wir haben hier, insbesonders an den ständigen Hochstationen, den Charakter des Höhenklimas kennen gelernt und erfahren, dass es die Verminderung des Luftdruckes und die dadurch bewirkte Verminderung der Sauerstoffzufuhr ist, welche das Höhenklima so eingreifend auf den Organismus wirken lässt, welche im Hochgebirge und bei Hochfahrten im Ballon zur sogenannten Bergkrankheit führt.

Das, was uns aber vor allem das Höhenklima so verlockend erscheinen, was uns im Sommer das Hochgebirge, im Winter Orte wie den Semmering aufsuchen läßt, das sind vorzugsweise die Temperaturverhältnisse. Wir haben im Sommer eine ausgesprochene Temperaturabnahme mit der Höhe, im Winter dagegen ist im Durchschnitte diese Abnahme nur gering, und in Einzelfällen tritt geradezu eine Temperaturzunahme, die sogenannte Temperaturumkehr ein. Wir haben es also im allgemeinen in der Höhe im Sommer kühl, im Winter relativ warm, die Extreme sind in der Höhe abgestumpft.[1])

---

[1]) Die folgende Tabelle illustriert die Temperaturverhältnisse der Gipfelstationen am besten. Den beiden Gipfeln Obir und Sonnblick sind benachbarte Stationen in der Niederung gegenübergestellt: dem Obirgipfel seine Fußstation Klagenfurt (450 *m*), welche wegen ihrer Becken-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Freilich müssen wir in den größeren Höhen, besonders auf Berggipfeln im Sommer die viel größere Feuchtigkeit und die Neigung zur Nebelbildung mit in Kauf

---

lage die Verhältnisse der Niederung extrem wiedergibt, und dem Sonnblick das nicht ferne Zell am See (740 *m*).

Die mitgetheilten Monatsmittel sind auf die 30jährige Normalperiode 1851/80 reduciert, also miteinander vergleichbar. Die Columne „Differenz", das heißt Unterschied zwischen Fußstation und Gipfel lässt deutlich geringe Werte im Winter, größere Werte im Sommer erkennen. Auch die Amplituden, das ist die Unterschiede zwischen wärmstem und kältestem Monat, lassen erkennen, dass in der Höhe die Extreme gemildert, der jährliche Temperaturgang abgeflachter ist.

Temperaturmittel 1851/80.

Monat	Obir-gipfel	Klagen-furt	Diffe-renz	Sonn-blick	Zell am See	Diffe-renz
Jänner . . .	— 6·8*	— 6·2*	0·6*	— 12·4	— 5·9*	6·5*
Februar . . .	— 6·6	— 3·1	3·5	— 12·6*	— 4·4	8·2
März	— 6·0	1·7	7·7	— 12·0	— 0·1	11·9
April	— 1·9	8·6	10·5	— 7·8	6·1	13·9
Mai	2·4	13·3	10·9	— 3·6	10·5	14·1
Juni	6·0	17·2	**11·2**	— 1·1	14·5	15·6
Juli	**8·4**	**18·9**	10·5	**1·4**	**16·1**	14·7
August . . .	7·9	17·9	10·0	1·0	15·8	14·8
September . .	5·0	13·8	8·8	— 1·4	12·3	13·7
October . . .	1·3	8·6	7·3	— 4·6	6·9	11·5
November . .	— 3·8	1·2	5·0	— 9·3	0·0	9·3
December . .	— 6·1	— 4·5	1·6	— 11·6	— 5·0	6·6
Jahresmittel .	0·0	7·2	7·2	— 6·2	5·6	11·8
Amplitude . .	15·2	25·1	9·9	14·0	22·0	8·0

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

nehmen, aber dafür werden wir oben entschädigt durch eine unverhältnismäßig große Zahl der schönsten, wolkenlosen Wintertage, während die Niederung in ein einförmiges Nebelmeer gehüllt ist.[1])

Von ganz besonderer Wichtigkeit ist aber das nähere Studium der Temperaturabnahme mit der Höhe. Nicht bloß klimatologisch, es ist vielmehr von praktischer Bedeutung für den Astronomen, weil davon die Refraction abhängt, es ist von praktischer Bedeutung bei der barometrischen Höhenmessung, es ist aber hauptsächlich von Wichtigkeit für viele Fragen der Physik der Atmosphäre. Im Gebirge ergibt sich die Temperaturabnahme ziemlich gleich und constant zu im Mittel 1°

---

[1]) In der folgenden kleinen Tabelle sind für Klagenfurt und Obir aus den letzten zehn Jahren die Anzahl der ganz heiteren und ganz trüben Tage einander gegenübergestellt, und zwar einerseits für December, andererseits für Juli.

Unter ganz heiter ist ein solcher Tag verstanden, an welchem zu den drei Beobachtungsterminen im allgemeinen die Bewölkung 0 war, höchstens aber zwei Zehntel des Himmels bedeckt waren:

Station	December		Juli	
	Zahl der Tage		Zahl der Tage	
	ganz heiter	ganz trüb	ganz heiter	ganz trüb
Obir	70	61	24	28
Klagenfurt . . .	14	138	52	21

Besonders der December lässt den Unterschied klar erkennen: Unten in allen zehn Jahren nur 14 ganz heitere, 138 ganz trübe Tage, oben 70 ganz heitere, nur 61 ganz trübe Tage. Umgekehrt verhält sich der Sommer.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

pro 200 *m* Höhe; in der freien Atmosphäre nimmt dagegen nach Glaisher die Temperatur zuerst sehr rasch, dann immer langsamer und langsamer ab.[1])

Es kann kaum einem Zweifel unterliegen, dass dies auch für die unteren Schichten wenigstens im Sommer und um die Mittagszeit zutrifft, und es wird eine Hauptaufgabe der Versuche mit Drachen sein, dieses Resultat Glaishers für die dem Erdboden nächsten Schichten

[1]) Glaisher fand als Temperaturabnahme in Graden Celsius pro 100 *m* in einer durchschnittlichen Höhe *h* über dem Erdboden:

h =	492 *m*	1475 *m*	2459 *m*	3442 *m*	4426 *m*	5410 *m*
Sommer . .	0·88	0·60	0·49	0·42	0·37	0·36
Frühjahr u. Herbst. .	0·71	0·50	0·43	0·43	0·44	0·34

Für 8360 *m* sinkt die Temperaturabnahme nach Glaisher im Sommer bis auf 0·17° pro 100 *m*.

Speciell für die dem Erdboden nächsten Schichten fand Glaisher an heiteren Tagen um die Mittagszeit (im Mittel aus allen Beobachtungen zwischen 10 Uhr vormittags und 5 Uhr nachmittags) in den einzelnen Höhenschichten von 100 zu 100 englische Fuß:

	0 bis 100	100 bis 200	200 bis 300	300 bis 400	400 bis 500	500 bis 600	900 bis 1000
Temperaturabnahme in Graden Fahrenheit .	1·2	0·8	0·8	0·7	0·7	0·6	0·4

Einer Temperaturabnahme von 1° F. pro 100 englische Fuß entspricht eine Temperaturabnahme von 1·8° C. pro 100 *m*.

Hieraus folgt, dass in der untersten Schichte vom Erdboden bis 100 *m* Höhe die Temperaturabnahme im Durchschnitte beinahe 2° C. beträgt.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

zu prüfen. Es ist aber ebenso sicher, dass die Temperaturmessungen Glaishers in den höheren Schichten entschieden zu hoch ausgefallen sind, dass es Glaisher nicht gelungen ist, den Sonneneinfluss auf die Thermometer auszuschließen.

Gerade aus diesem Grunde war eine Wiederholung der Fahrten Glaishers von höchster Wichtigkeit, nachdem wir nun im Assmann'schen Aspirationspsychrometer ein Instrument besitzen, mit welchem wir auch bei vollem Sonnenschein die wahre Lufttemperatur messen können.

Die neueren Fahrten ergaben denn auch wesentlich tiefere Temperaturen, als sie Glaisher gefunden hatte, und da der Einwand erhoben worden war, es wären eben in England die Verhältnisse andere, so unternahm Dr. Berson von London aus einen Aufstieg bis zu 8300 *m* Höhe, während gleichzeitig Dr. Süring von Berlin aus aufstieg. In etwa 6000 *m* (Süring erreichte nur 6200 *m* Höhe) fanden nun beide Forscher die Temperatur bis auf $^1/_2{}^0$ C. in England und Deutschland identisch!

Diese neueren Fahrten lassen von einer Verlangsamung der Temperaturabnahme mit steigender Höhe nichts mehr erkennen, gerade das Gegentheil; wenigstens bis zu 9000 *m* Höhe scheint die Abnahme mit wachsender Höhe eine raschere zu werden, sie steigt hier beinahe auf 1^0 C. pro 100 *m*.[1])

[1]) Im Mittel aus von Assmann mitgetheilten Werten bei den Berliner Freifahrten ergibt sich als Temperaturabnahme pro 100 *m* in Graden Celsius:

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Ein besonders interessantes Ergebnis dieser Fahrten ist aber, dass in etwa 10.000 *m*, vielleicht schon niedriger, der Unterschied zwischen Sommer und Winter völlig verschwunden zu sein scheint.[1])

In der Mehrzahl der Fälle fand man in

6000	7000	8000	9000 *m* Höhe
etwa — 25	— 31	— 38	— 47° C.

In 11.000 *m* Höhe wird man mit einiger Sicherheit eine Temperatur von — 60° C. anzunehmen haben.

Aus den höheren Schichten wissen wir vorläufig nur so viel, dass alle Angaben, die uns die Registrier-

Stufe	0 bis 2300 *m*	2300 bis 4350 *m*	4350 bis 6100 *m*	6100 bis 7900 *m*	7900 bis 9150 *m*
Temperaturabnahme	0·54	0·58	0·74	0·69	0·91

[1]) Schon in 6100 *m* wurden bei den einzelnen Berliner Fahrten ziemlich gleiche Werte gefunden:

14. März 1893	11. Mai 1894	6. September 1894	19. October 1893	4. December 1894
— 27·4°	— 23·3	— 25·5	— 25·2	— 25·8° C.

Ist diese große Übereinstimmung wohl auch zweifellos dem Zufalle zuzuschreiben, so darf man doch aus diesen Daten auf eine mittlere Temperatur von etwa — 25° C. in 6000 *m* schließen, und die jährliche Schwankung um diesen Wert wird gewiss keine bedeutende mehr sein.

Bei den erwähnten Ballonfahrten, die Berson von London, Süring von Berlin aus unternahm, wurde an einem sehr warmen Tage in 6100 *m* rund — 14° C. beobachtet.

Bei diesen Fahrten fand Berson über England in 8300 *m* — 34°, im December 1894 hatte man einen nicht viel tieferen Wert über Deutschland gefunden, in 7750 *m* — 36·1°.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

ballons herabgebracht haben, unverlässlich und bis auf 20°, vielleicht noch mehr, ungenau sind.

Die Aufzeichnungen des „Cirrus“ bei seiner Fahrt vom 14. November 1896 sind hiefür ein classisches Beispiel. Er registrierte in

	8000	10.000	11.000	13.800 *m*
beim Aufstieg . .	— 23·8	— 37·8	— 44·5	— 52·0° C.
beim Abstieg . . .	— 47·0	— 57·5	— **59·6**	— 52·0° C.
Unterschied . . .	23·2	19·7	15·1	

Von — 52° in 13.800 *m* sinkt die Temperatur weiter, obwohl der Ballon fällt, und die tiefste Temperatur wird beim Abstiege in etwa 11.000 *m* erreicht. Man sieht deutlich, die Temperaturen des Aufstieges sind viel zu hohe, jene des Abstieges wahrscheinlich etwas zu niedrig. Die Ursache werden Sie wohl selbst schon errathen haben, das Thermometer ist zu träge, es hinkt nach, und Schuld daran ist höchst wahrscheinlich der Umstand, dass zum Schutze gegen die Sonnenstrahlung und gegen Zerbrechen bei der Landung der Thermograph allzu stark eingeschlossen ist, so dass er bei seiner raschen Aufstiegsbewegung die wärmere Luft aus niederen Schichten mit emporreißt.

Wir haben also aus den Fahrten der Registrierballons vorläufig nur gelernt, dass wir über eine bessere Aufstellung der Thermographen nachsinnen müssen. Es ist wohl kein Zweifel, dass dieses Problem bald gelöst sein wird.

Eines aber scheint ziemlich sicher, in jenen Höhen, vielleicht von 10.000 *m* an, verschwindet der jährliche

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Gang der Temperatur und das stimmt auch ungefähr mit einer Abnahme der jährlichen Temperaturamplitude von etwa $^1/_4{}^0$ C. pro 100 *m*, wie sie sich aus den Gipfelstationen ergab.[1])

Wesentlich rascher als der jährliche Gang nimmt der tägliche Gang der Temperatur mit wachsender Höhe über dem Erdboden ab. So ist die Tagesamplitude

Paris	Eiffelthurm			Obir	Sonnblick
18 *m*	123 *m*	197 *m*	302 *m*	2144 *m*	3100 *m*
6·1	4·9	4·1	3·7	2·0	1·8° C.

Zwischen Sonnblick und Obir besteht schon sozusagen kein Unterschied, aber es ist ziemlich sicher, dass die Amplituden, wie sie von Berggipfeln geliefert werden, wesentlich zu groß sind.

---

[1]) Aus den auf Seite 51 in der Anmerkung mitgetheilten Werten ergibt sich eine Abnahme der Amplitude um 9·9° C. bei einem Höhenunterschiede von 1700 *m* zwischen Klagenfurt und Obir, das ist 0·58° pro 100 *m*, eine Abnahme der Amplitude um 8·0° C. bei einem Höhenunterschiede von 2360 *m* zwischen Zell am See und Sonnblick, das ist 0·34° pro 100 *m*.

Diese hohen Werte rühren daher, dass Klagenfurt und Zell am See als Becken sehr hohe Sommer- und sehr tiefe Wintertemperaturen, also große Amplituden haben. Im allgemeinen ist die Abnahme kleiner und kann im Mittel zu $^1/_4{}^0$ C. angenommen werden.

Da die Amplitude auf dem Sonnblick in 3100 *m*, wie Seite 51 in der Anmerkung ersichtlich, 14° C. beträgt, würde sie bei Abnahme um 1° pro 400° in 5600 *m* über dem Sonnblick verschwinden, das ist in rund 9000 *m*.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Sohncke und Finsterwalder zeigten direct bei ihren Ballonfahrten, dass im Sommer und am Tage der Gipfel gegen die freie Atmosphäre zu hohe Werte, im Winter und bei Nacht zu niedrige Werte liefere.[1])

Noch auf eine andere, ungemein sinnreiche Weise hat aber Hann nachzuweisen vermocht, dass die Temperaturamplituden der Berggipfel wesentlich zu hohe seien. Hann zeigte nämlich, dass der so merkwürdige tägliche Gang des Barometers auf Berggipfeln einfach auf den Temperatureinfluss zurückzuführen sei. Der Unterschied zwischen unten und oben rührt lediglich von der Änderung des Gewichtes der zwischenliegenden Luftsäule her, die bei Tage warm und darum leicht, bei Nacht kälter und darum schwerer ist.

Hann kehrte nun die Frage um. Den Luftdruck messe ich oben und unten sehr genau, aus der täglichen Schwankung des Luftdruckunterschiedes, das heißt des Gewichtes der zwischenliegenden Luftsäule kann ich also schließen auf den Unterschied der Temperatur. Hann

---

[1]) Finsterwalder und Sohncke fanden am 19. Juni 1889, an einem gewitterigen Tage, im Mittel die Luft im Gebirge um 2·3° wärmer als in der freien Atmosphäre.

Aus der Fahrt am 10. Juli 1889 bei sonnigem, dunstigem Wetter lässt sich schließen, dass in den Morgenstunden das Gebirge zu niedrige, um Mittag viel zu hohe Werte gab. Bestätigt wurde dies durch die Nachtfahrten vom 2. und 8. Juli 1893, im Mittel ergibt sich die Luft im Gebirge um 1·5° C. zu kalt. Bei der Fahrt am 11. December 1890 ergab sich das Gebirge ebenfalls wesentlich zu kalt; der Unterschied betrug im Mittel 3° C.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

fand so als Temperaturamplitude für die Luftsäule zwischen Montblanc und Sonnblick im Sommer rund 1^0 C.

Und dieser geringe Wärmegang ist ja auch sehr begreiflich. In jenen Höhen kommt nur mehr die directe Absorption der Sonnenstrahlen durch die Luft in Betracht, es ist aber bekannt, dass für die Erwärmung der Luft in den unteren Schichten vor allem die Erwärmung des Erdbodens maßgebend ist. Die Sonne erwärmt zuerst den Erdboden, und erst von diesem steigt die erwärmte Luft empor, kalte sinkt dafür herab. Es ist das über erhitzten Flächen durch ein eigenes Flimmern oft direct sichtbare Wechselspiel der feinsten auf- und absteigenden Luftströmchen die sogenannte „Convection". Darum, weil in erster Linie der durch die Sonne erhitzte Erdboden für die Luft als Wärmequelle in Betracht kommt, nimmt ja die Temperatur mit der Höhe ab und sinkt die tägliche und jährliche Schwankung der Temperatur zu immer kleineren Werten ab.

Es ist wahrscheinlich, dass in 800 bis 1000 *m* auch im Sommer dieser Einfluss der Convection verschwindet. Darüber haben wir dann nur mehr einen täglichen Gang, der durch directe Absorption der Sonnenstrahlen verursacht ist.

Das nähere Studium der Convection ist übrigens noch eine Sache der Zukunft, und gerade in dieser Beziehung setzen wir große Hoffnungen auf den Drachen.

Wir haben eben schon von dem Einflusse der Temperatur auf die Luftdruckverhältnisse gesprochen und damit eine Erscheinung kennen gelernt, die eine große

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Wichtigkeit in der Meteorologie besitzt, und die wir auf Berggipfeln zu studieren Gelegenheit hatten.

Jede Luftsäule dehnt sich bei Erwärmung nach oben aus, wir werden also, wenn wir unter demselben Luftdrucke bleiben wollen, höher hinaufzugehen haben. Man drückt sich so aus: durch Temperaturerhöhung werden die Flächen gleichen Luftdruckes gehoben, wenn wir also in derselben Höhe bleiben, rückt ein Theil der früher darunter befindlichen Luft über das Niveau unseres Standpunktes, und der Luftdruck wird also hier steigen. Es gilt ganz allgemein: in verhältnismäßig warmen Gebieten ist in der Höhe der Luftdruck hoch.

Es erklärt sich hieraus die Thatsache, dass im Sommer auf Berggipfeln der Luftdruck hoch, im Winter niedrig ist, während an der Erdoberfläche von einem jährlichen Gange des Luftdruckes ja nicht die Rede sein kann.[1])

---

[1]) Auf dem Pikes Peak war im 15jährigen Mittel der Luftdruck:

Jänner	März	Mai	Juli	September	November
444·3	445·9	451·6	459·2	456·2	448·5

Der Unterschied zwischen Juli und Jänner beträgt 12*mm*, was allein dadurch hervorgerufen ist, dass im Sommer bei der höheren Temperatur die Luft leichter, also der Druckunterschied zwischen unten und oben ein kleinerer ist. Da in der Niederung von einem jährlichen Gange des Luftdruckes eigentlich nicht gesprochen werden kann, muss somit im Sommer der Gipfel relativ hohen Druck haben.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Es erklärt sich daraus der eigenthümliche tägliche Gang des Luftdruckes in der Höhe und vor allem — wir können nicht näher darauf eingehen — die allgemeine Circulation der Atmosphäre. Am Äquator ist in den höheren Schichten der Luftdruck hoch, in den höheren Breiten tief, es herrscht also oben ein ausgesprochenes Luftdruckgefälle vom Äquator gegen den Pol.

Keine mindere Bereicherung unserer Kenntnisse brachte die Erforschung der höheren Schichten unserer Atmosphäre für die anderen meteorologischen Elemente.

Wir lernten hier das Gesetz der Abnahme der absoluten Feuchtigkeit der Luft, die interessanten Beziehungen zwischen dem täglichen Gange der absoluten Feuchtigkeit unten und oben kennen.

Die Ballonfahrten ließen uns Trockenheiten der Luft beobachten, von deren Vorkommen man bisher gar nichts gewusst hatte, und vieles andere.

Man konnte aus den Beobachtungen auf Berggipfeln feststellen, dass die Windgeschwindigkeit in der ganzen Atmosphärenschicht vom Eiffelthurm hinauf bis zum Pikes Peak um die Mittagszeit am kleinsten, in der Nacht am größten sei. An der Erdoberfläche hat man stets das Gegentheil gefunden. Wie kommt dies? Es sind offenbar die Verhältnisse an der Erdoberfläche eine Ausnahme, verursacht durch die Wärmeconvection.

Die Windgeschwindigkeit nimmt ja im allgemeinen mit der Höhe zu. Zur warmen Tageszeit steigt die warme Luft vom Boden empor, kalte, rascher bewegte aus der Höhe kommt dafür herab. Diese rascher be-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

wegte Luft aus der Höhe bringt uns die vergrößerte Windgeschwindigkeit in der Niederung während des Tages.

Weil nun aber der Wind so ungemein schwer auf einem Berggipfel richtig zu messen ist, so hat man auch den Wolkenzug zu seiner Ermittlung herangezogen. Man hat sich über eine Classification der Wolkenformen geeinigt und im internationalen Wolkenjahre 1896/97 systematische Beobachtungen der Höhe und des Zuges der Wolken vorgenommen. Die Resultate dieser Messungen liegen noch nicht vor, es bleibt abzuwarten, ob sich jene Hoffnungen erfüllen werden, die man vielfach an das internationale Wolkenjahr geknüpft hat.

Vieles wäre gerade noch über die Wind- und Wolkenverhältnisse zu sagen, über den Nachweis von Luftwogen und das Vorkommen von Wogenwolken, doch es ist einfach nicht möglich, im Rahmen eines kurzen Vortrages das aufzuzählen, was wir durch die systematische Erforschung der höheren Schichten der Atmosphäre gelernt haben.

Nur eine Erscheinung möchte ich noch streifen. Man hat, insbesonders auf dem Sonnblick, die so überaus prächtige Erscheinung des Elmsfeuers nicht bloß bewundert, sondern auch studiert. Hier war es, wo man nachwies, dass bei dieser Erscheinung beim Ausströmen der Elektricität in Form von Feuerbüscheln aus Blitzableitern, Steinspitzen, aus den ausgestreckten Fingern der Hand, den Spitzen des Schnurrbarts und den Fasern des Lodenhutes zwei Arten zu unterscheiden seien, ein

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

positives und ein negatives Elmsfeuer. Man konnte die Bedingungen ihres Auftretens feststellen und beobachten, dass auch die Farbe der Blitze damit in einem innigen Zusammenhange stehe. Bei positivem Elmsfeuer, wenn die Erde der positive Pol ist, sind die Blitze röthlich gefärbt, bei negativem Elmsfeuer deutlich blau.

Ich übergehe die übrigen Resultate, die man in größeren Höhen auf dem Gebiete der Luftelektricität erzielt hat, es wird ja gerade der nächste Vortrag bestimmt sein, Ihnen die ausschlaggebende Bedeutung der Messungen des Potentialgefälles in großen Höhen zu erläutern.

Es erübrigt uns nur die Erörterung, welche Erfolge die Erforschung der höheren Schichten unserer Atmosphäre für die Wettervorhersage gehabt hat.

Nachdem in Amerika die damals höchste Gipfelstation der Erde, die Station auf dem Pikes Peak, eine längere Reihe von Jahren bestanden hatte, wurden die Mittel zu derselben auf einmal nicht mehr bewilligt, und zwar mit der interessanten Motivierung, man habe bisher noch nicht bemerkt, dass seit ihrem Bestande die Prognosen besser geworden seien. Ist nun auch gegenwärtig die Station auf Pikes Peak wieder in Thätigkeit, so sollte man hiernach doch glauben, dass gerade in dieser Hinsicht die geringsten Resultate erzielt worden seien.

Das ist nun doch wohl nicht richtig, die Angaben der Gipfelstationen haben vielmehr in unseren täglichen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Wetterkarten eine durchaus nicht zu unterschätzende Bedeutung, hauptsächlich deshalb, weil sich eine Situationsänderung bei ihnen im allgemeinen viel früher zeigt als in der Niederung. Ganz ähnliche Beobachtungen hat man ja auch bei den Drachenversuchen gemacht, es ergab sich, dass ein oft stürmischer Westwind um mehrere Stunden in der Höhe früher auftrat als unten. In Amerika hat man daher jetzt schon die Frage ventiliert, ob es nicht von Vortheil wäre, durch ein Netz von Drachenstationen eine synoptische Karte eines höheren Niveaus zu construieren.

Den bei weitem größten Erfolg für die Wetterlehre versprechen aber die Untersuchungen Hanns über die Temperatur in Gebieten hohen und tiefen Luftdruckes.

Die große Unsicherheit unserer Prognosen rührt bekanntlich daher, dass wir über die Bewegungen der Tief- und Hochdruckgebiete nur ungemein weniges wissen. Man nahm nun bisher an, Hochdruckgebiete seien Gebiete, in welchen die Luft verhältnismäßig kalt, also specifisch schwerer sei, so dass in diesen Gebieten der Luftdruck ein größerer wäre. Von dieser Voraussetzung ausgehend, suchte man nun die Ursache der Luftdruckverlagerungen immer in Temperaturverhältnissen, konnte aber dabei keinerlei Erfolge erzielen.

Hann zeigte nun aus den Beobachtungen auf dem Sonnblick, dass diese ganze Theorie unhaltbar sei, dass vielmehr gerade umgekehrt Hochdruckgebiete abnorm

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

warm, Tiefdruckgebiete abnorm kalt seien,[1]) dass also nicht die Temperaturverhältnisse den Luftdruck an der Erdoberfläche bestimmen, dass wir es vielmehr bei den Hochdruckgebieten mit Luftansammlungen zu thun haben, die jedenfalls durch Bewegungsverhältnisse verursacht werden.

Erst jetzt, wo die alte falsche Theorie gestürzt ist, ist die Bahn frei für eine neue, die wir freilich noch nicht besitzen, die aber hoffentlich nicht allzu lange auf sich warten lassen wird.

Ich bin zu Ende! Wir sahen vor uns ein reiches Feld der Thätigkeit; eine Reihe von Problemen, die Hann seinerzeit auf dem Meteorologencongress als solche anführte, welchen man durch Beobachtungen in größeren Höhen nähertreten könne, sind heute wenigstens zum Theile gelöst, eine Reihe schöner Resultate

---

[1]) Es ergab sich die Temperatur auf dem Sonnblick

	Winterhalbjahr	Sommerhalbjahr
in Barometermaximis (Hochdruckgebieten)	— 6·7° C.	1·0° C.
in Barometerminimis (Tiefdruckgebieten)	— 15·8° C.	— 5·8° C.
Unterschied	9·1° C.	6·8° C.

In Barometermaximis ist das ganze Jahr auf dem Sonnblick die Temperatur um 7 bis 9° C. höher als in Barometerminimis. Im großen Durchschnitte ist in Maximis die Temperatur auf dem Sonnblick um 4° C. über dem 30jährigen Normalmittel, in Minimis um ebensoviel darunter.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

liegt vor uns. Wir sahen vor uns, was geleistet wurde, aber wir sahen auch, worin unsere Kenntnisse noch recht empfindliche Lücken haben.

Vor allem aber sahen wir eines: Der größte Fortschritt liegt darin, dass die Meteorologie erkannt hat, sie gehöre vom Erdboden hinauf in die Höhe!

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: 39

Autor(en)/Author(s): Trabert Wilhelm

Artikel/Article: Die Erforschung der höheren Schichten unserer Atmosphäre. 35-66