

# Auf Bergobservatorien und Vorgänge in höheren Luftschichten bezügliche Publikationen im Jahre 1903.

Referat von A. v. OBERMAYER.

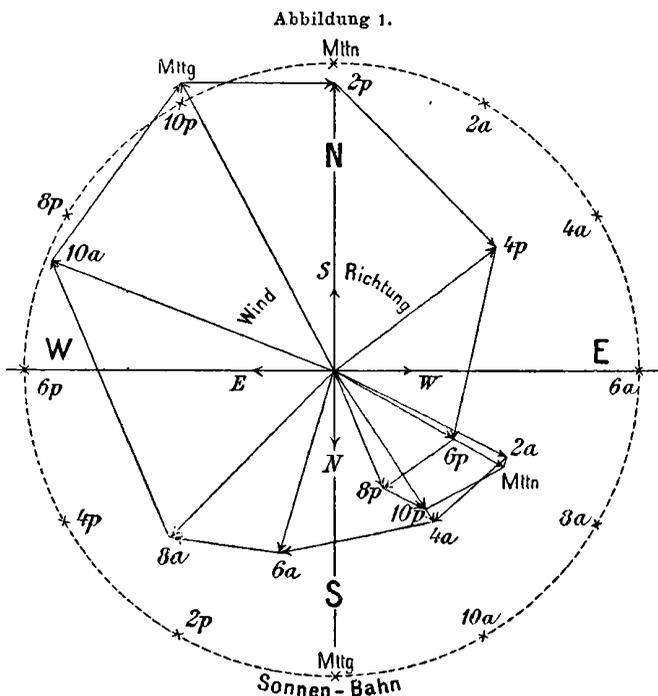
Mit acht Abbildungen im Texte.

Über die tägliche Drehung der mittleren Windrichtung und über eine Oszillation der Luftmassen von halbtägiger Dauer auf Berggipfeln von 2–4 km Seehöhe<sup>1)</sup>; von J. Hann. Durch mehrfache Beobachtungen ist festgestellt worden, daß die tägliche Variation der Windgeschwindigkeit an der Erdoberfläche der Größe nach von dem Grade der Himmelsbedeckung derart abhängig ist, daß dieselbe an heiteren Tagen am deutlichsten hervortritt. Bezüglich der Windrichtung ist zuerst von Hellmann für Madrid, dann von Hann für Wien gezeigt worden, daß sich an der Erdoberfläche der Wind mit der Sonne dreht, d. h. daß der Wind von der Sonne gegen den Beobachtungsort weht und dabei gegen die Sonne etwas zurückbleibt. Auch für Berggipfel ist diese Drehung des Windes mit der Sonne nachgewiesen worden.

Hann hat es unternommen, den vom täglichen Gange der Sonne abhängigen Anteil der Richtung und Größe der Windgeschwindigkeit zu ermitteln, wenn kein allgemeiner Gradient vorhanden wäre, die Luftbewegung also durch das

Azimut und die Höhe der Sonne allein bestimmt würde.

Es wurden hiezu nach Lambert aus den anemometrischen Aufzeichnungen, mit Hilfe trigonometrischer Reihen, für jede Stunde die mittleren Windgeschwindigkeiten, beziehungsweise die Größe der 4 Komponenten N, E, S und W und dann die Größe der bezüglichen Tagesmittel für diese Richtungen berechnet. Zur Ermittlung des Einflusses, welchen die betreffende Tagesstunde auf die Größe der N-Komponente ausübt, wurden die Beträge der N-Komponenten um 1<sup>h</sup>, 2<sup>h</sup>, 3<sup>h</sup> vom Tagesmittel der N-Komponente abgezogen. In der gleichen Weise wird mit den E-, S- und W-Komponenten verfahren. Es ergeben sich so für jede Tagesstunde die den Einfluß der



Drehung der Windgeschwindigkeit auf Berggipfeln zwischen 2–4 km Höhe.

<sup>1)</sup> Sitz.-Ber. der Wr. Akad. 1902, Bd. CVI, Abt. II a, S. 1615 u. Meteorol. Zeitschr., 1903, S. 435.

Tagesstunde darstellenden Windrichtungen N, E, S und W und die zugehörigen Windstärken. Es kann hieraus für jede Tagesstunde die mittlere Windrichtung und Windstärke abgeleitet werden<sup>1)</sup>. Damit ist die früher bezeichnete Aufgabe gelöst und es sind jene Windgeschwindigkeiten samt den zugehörigen Richtungen gewonnen, welche aufgetreten wären, wenn keine von allgemeinen Ursachen abhängige Luftströmung bestanden hätte.

Diese Untersuchung wurde für die 4 Gipfelstationen Sonnblick 3106 *m*, Säntis 2500 *m*, Obir 2140 *m* und Pikes Peak 4308 *m* geführt. Wenn die Azimute von N über E nach S gezählt werden, so ergeben sich im Mittel für die Windrichtung und Windstärke, letztere als 2ständiger Windweg in *km* per Monat, d. i. 60 Stunden ausgedrückt<sup>2)</sup>:

	Mtn.	2*	4	6	8	10	Mttg.	2°	4	6	8	10
Azimut.....	299	297	325	16	43	111	172	180	233	301	336	325
Windrichtung.....	WNW	WNW	NW	NNE	NE	ESE	SE	S	SW	WNW	NNW	NW
Windstärke.....	103	105	97*	100	124	155	168	147	107	74	69*	87
Abweichung vom Mittel	-8	-7	-14	-11	13	44	56	36	-5	-37	-42	-25

Die Abweichungen der Beobachtungen auf den einzelnen Gipfeln von diesen Mittelwerten sind nicht erheblich. Es dreht sich hiernach der Wind auf allen diesen Gipfeln regelmäßig mit der Sonne, nur in den Nachtstunden zwischen 8° und 2° findet eine retrograde Bewegung statt. Aus dem Diagramme (Abbildung 1) ist der Verlauf der Drehung der Windrichtung deutlicher zu ersehen; die Azimute sind darin um 180° vermindert.

Man pflegt dergleichen Diagramme so zu verzeichnen, daß der die Windgeschwindigkeit darstellende Vektor nach der Richtung weist, von woher der Wind kommt oder wohin der Pfeil der Windfahne zeigt. In der nebenstehenden Abbildung 1 ist dies nicht der Fall, alle Windgeschwindigkeiten für jede 2. Tagesstunde sind vom Beobachtungsorte ausgehend gezeichnet. Durch Drehung der Figur um 180° wird diese Darstellungsart auf die allgemein übliche zurückgeführt. Durch diese Anordnung gewinnen die Verbindungslinien der Endpunkte der Windgeschwindigkeiten die Bedeutung von Windgeschwindigkeitszuwachsen in je 2 Stunden der Größe und Richtung nach, welche die Änderung einer Geschwindigkeit in jene nach 2 Stunden herbeiführen. Während des Tages sind diese Zuwächse so beträchtlich, daß sich die Windgeschwindigkeit von 6°—9° um 316° verdreht. Während der Nacht sind dieselben kleiner und unregelmäßiger; die Windrichtung dreht sich während der Nacht bloß um 44°.

Zählt man die Winkel von dem, einer bestimmten Stunde entsprechenden, die Sonne mit dem Beobachtungsorte verbindenden Strahl an, zur Windgeschwindigkeit zwischen den positiven Richtungen und im Sinne des Uhrzeigers positiv, so bleibt um 6° die Windrichtung zurück, nähert sich im Laufe des Vormittags jenem von der Sonne gezogenen Strahl, erreicht ihn um 4°, überholt ihn, eilt demselben voraus, bleibt dann wieder zurück und fällt um 10° mit jenem Strahle zusammen, um dann noch weiter hinter demselben zurückzubleiben.

Aus den anemometrischen Aufzeichnungen auf dem Eiffelturme, 300 *m* über dem Erdboden, hat Alfred A n g o t die tägliche Periode der Windrichtung abgeleitet, der Wind dreht sich hier mit der Sonne und weht von der Sonne

<sup>1)</sup> H a n n: »Lehrbuch der Meteorologie«, S. 401.

<sup>2)</sup> Die Division durch 60 gibt die Windgeschwindigkeit in *m/h* und die Multiplikation mit 0.2778 gibt dieselbe in *m/sek.* Sitz.-Ber. der Wr. Akad., Bd. CXI, Abt. II, S. 1623.

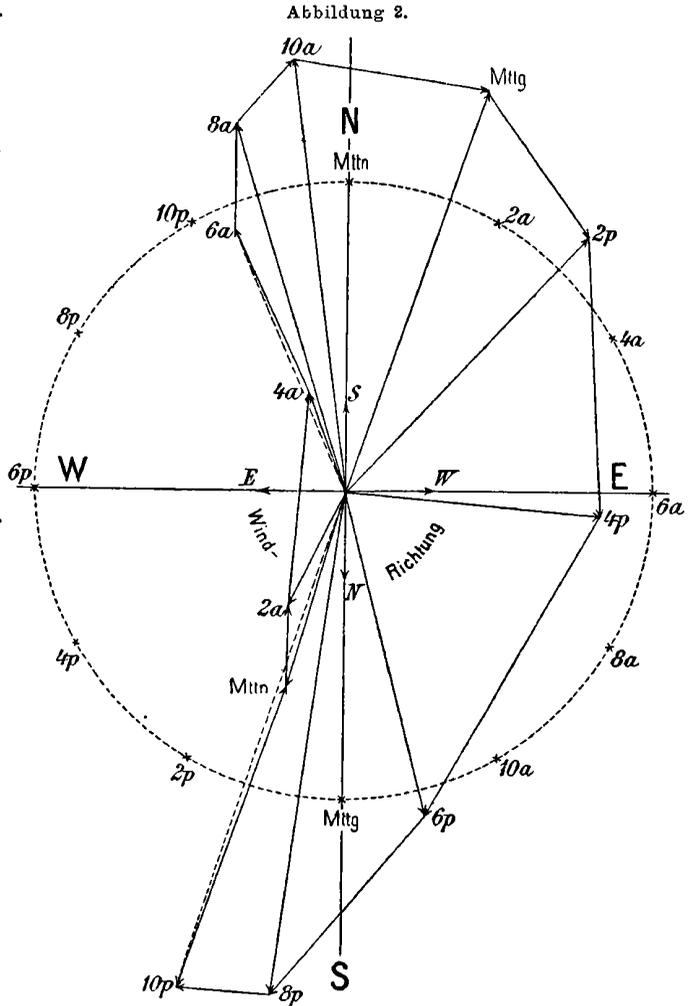
her, doch eilt sein Azimut jenem der Sonne etwas voraus, umgekehrt wie auf Berggipfeln. (Abbildung 2). Hann gibt für diese tägliche Drehung die folgenden Azimute und die Windgeschwindigkeiten in zweistündigen Windwegen an:

	Mttn.	2 <sup>a</sup>	4	6	8	10	Mttg.	2 <sup>p</sup>	4	6	8	10
Azimut.....	16	26	160	156	162	172	198	223	275	346	7	17
Windrichtung.....	NNE	NNE	SSE	SSE	SSE	S	SSW	SW	W	NW	N	NNE
Windgeschwindigkeit.	186	66	53*	144	200	228	225	184	132*	172	267	277

Um Mitternacht beträgt das Voreilen der

Windgeschwindigkeit vor dem von der Sonne zum Beobachtungsort gezogenen Strahl sehr wenig, nimmt aber gegen Tagesanbruch sehr rasch zu, dann gegen 10<sup>a</sup> wieder ab, von da an langsam, von 2<sup>p</sup> an rascher zu, ist zwischen 6<sup>p</sup> und 8<sup>p</sup> am größten und nimmt gegen Mitternacht sehr rasch ab.

Am Vormittage sind die Azimute der Windgeschwindigkeiten auf dem Eiffelturme um 100—130° jenen auf den Berggipfeln voraus, von Mittag bis zum Abend verringert sich diese Differenz immer mehr, vergrößert sich aber erneuert während der Nacht. Angot bringt die ganztägige Periode der Luftbewegung mit dem regelmäßigen täglichen Barometergang in Zusammenhang und nimmt eine oszillatorische Bewegung der Luft vom Äquator gegen den Pol und umgekehrt an.



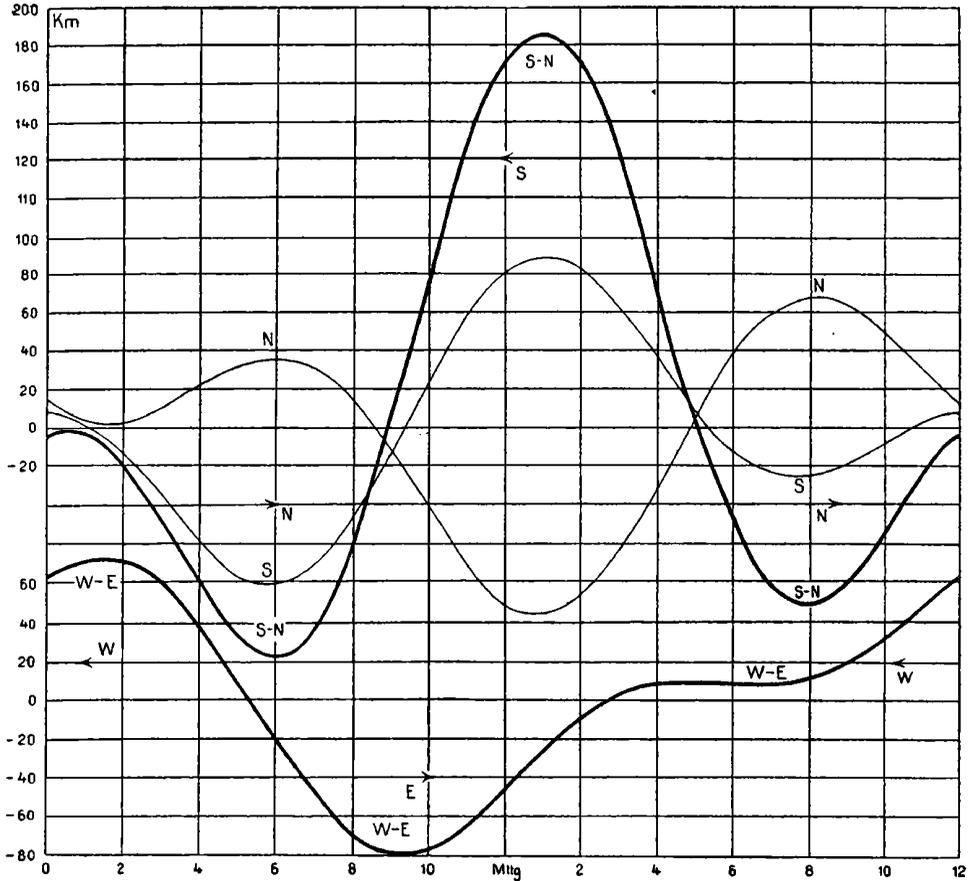
Drehung der Windgeschwindigkeit auf dem Eiffelturme.

Aus den anemometrischen Aufzeichnungen auf dem Sonnblick 1887—1889 und 1891; auf dem Säntis 1885—1887, 1891—1892 und auf dem Obir 1887—1889 ergibt sich ein täglicher Gang der N-, E-, S- und W-Komponente des Windes, welcher einer halbtägigen Variation unterliegt (Abbildung 3). Die N- und S-Komponente haben fast genau den entgegengesetzten Gang und bei denselben ist auch die doppelte tägliche Periode am ausgesprochensten. Bei der W-Komponente ist die ganztägige Periode die vorherrschende. In der folgenden Tabelle sind die Windwege in Kilometern während 2 Stunden in einem Monate, d. i. in 60 Stunden als Maß für die Windgeschwindigkeit eingetragen.

Täglicher Gang der 4 Windkomponenten auf dem Sonnblick, Säntis und Obir.

	Mttm.	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Mttg.
N...	Vm.	15	5	4*	10	21	32	31	14	-12	-42	-70	-90
	Nm.		-96*	-86	-62	-29	7	38	60	64	50	32	
E...	Vm.	0	-1	-1	1	4	8	11	13	12	9	4	-2
	Nm.		-13	-16*	-15	-13	-8	-3	1	4	6	5	3
S...	Vm.	9	3	-13	-35	-38	-74	-81*	-72	-49*	-16	21	56
	Nm.		91*	85	67	41	13	-8	-21	-29*	-16	-5	5
W...	Vm.	62	70	71	61	43	19	-9	-36	-58	-71	-74*	-69
	Nm.		-41	-27	-13	-4	1	4	8	13	23	35	49
S-N	Vm.	-6	-2	-17	-45	-79	-106	-117*	-103	-63	-4	63	126
	Nm.		187	171	129	70	6	-46	-81	-91*	-80	-55	-27
W-E	Vm.	62	71	72	60	39	11	-20	-49	-70	-80*	-78	-67
	Nm.		-28	-11	2	9	9	7	7	9	17	30	46

Abbildung 3.



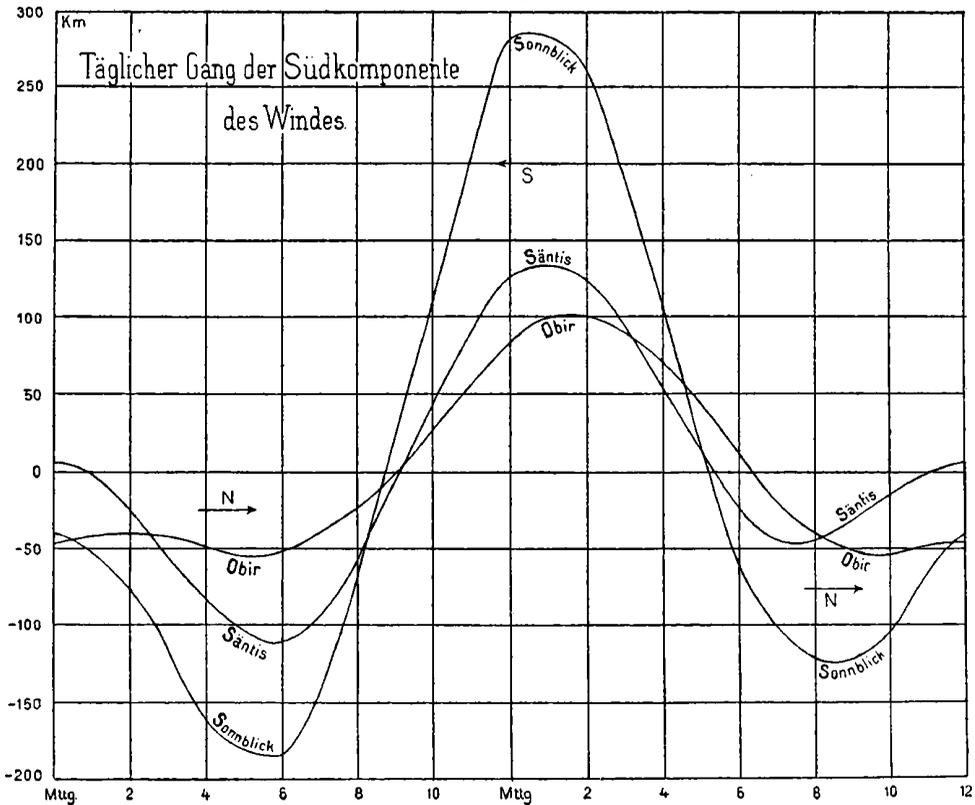
In dem beifolgenden Diagramme (Abbildung 3) sind diese Resultate graphisch dargestellt. Die Ordinaten der Kurve für die N-Komponente entgegengesetzt genommen und zu jenen der Kurve für die S-Komponente addiert, geben die Kurve S—N. Die mit den Windrichtungen beschriebenen Pfeile gehören zu den starkausgezogenen Kurven S—N und W—E.

Die außerordentliche Regelmäßigkeit, mit welcher an den verschiedenen Bergstationen die Extreme der täglichen Variation der Windkomponenten eintreten, ist in dem nachfolgenden Diagramme (Abbildung 4) für die S-Komponenten des Windes auf dem Sonnblick, Säntis und Obir nach einer von H a n n gegebenen Tabelle dargestellt, wobei die doppelte tägliche Oszillation der Luftmassen sehr deutlich hervortritt. Von allen meteorologischen Elementen

hat nur der Luftdruck eine so ausgesprochene doppelte tägliche Periode<sup>1)</sup>, so daß eine Beziehung zwischen dem täglichen Gange des Luftdruckes und der Wind-Komponenten wahrscheinlich erscheint.

Hann zeigt nunmehr, daß die von Max Margules<sup>2)</sup> angestellte mathematische Untersuchung: Luftbewegungen in einer rotierenden Sphäroidschale, in welcher eine Theorie der ganztägigen und halbtägigen Barometerschwankungen als Wirkung einer periodischen Erwärmung der Lufthülle der Erde gegeben wird, die Beziehungen zwischen dem täglichen Gange des Windes und den wandernden Luftdruckwellen, sowohl bezüglich der Epochen, als auch sehr nahe bezüglich der Größenordnung, mit hinreichender Genauigkeit wiedergibt.

Abbildung 4.



**Zusammensetzung der Atmosphäre in größeren Höhen.** In der Meteorologischen Zeitschrift 1903, S. 122 hat J. Hann einige Daten über »Die Zusammensetzung der Atmosphäre« veröffentlicht, in welchen auf die von Gautier<sup>3)</sup> und anderen hingewiesene Anwesenheit von freiem Wasserstoff in der Atmosphäre und auf jene der kürzlich entdeckten Edelgase Rücksicht genommen wird.

Es sei hier bemerkt, daß das von Lord Rayleigh und von Ramsey 1894 entdeckte Argon schon von Cavendish<sup>4)</sup> im Jahre 1785 dargestellt, aber

<sup>1)</sup> Zehnter Jahresbericht des Sonnblick-Vereines. S. 11.

<sup>2)</sup> Sitz.-Ber. d. Wr. Akad. Bd. CII, 1893.

<sup>3)</sup> Ann. de Chimie 1902, T. XXII. Phil. Mag. 1902, VI. Sec., Vol. 3, pag. 416. Compt. rend. T. CXXXV, pag. 860; Compt. rend. T. CXXXV, pag. 1025.

<sup>4)</sup> »The Gases of the atmosphere. The history of their discovery by William Ramsey.« 1896.

nicht als neues Gas erkannt wurde, was bei dem Umstande, als damals der Sauerstoff der atmosphärischen Luft noch als der dephlogistizierte Anteil, der Stickstoff als der phlogistizierte Anteil der Atmosphäre bezeichnet wurde, nicht verwundern darf. Cavendish war auf dieses Gas gestoßen, als er versuchte, durch elektrische Funken und Zusatz von Sauerstoff, den atmosphärischen Stickstoff in salpetrige Säure umzuwandeln. Als das fortgesetzte Durchschlagen der elektrischen Funken keine weitere Volumenabnahme erzeugte, wurde der Sauerstoff durch ein Absorptionsmittel entfernt und es blieb eine Gasblase übrig, welche Cavendish als den  $\frac{1}{120}$  Teil der angewandten Stickstoffmenge schätzte, sehr nahe an  $\frac{1}{84}$ , wie es neuere Versuche für Argon ergeben.

Lord Rayleigh fand bei genauen Bestimmungen der spezifischen Gewichte von atmosphärischem Stickstoff und von solchem, der auf chemischem Wege dargestellt war, die Zahlen:

Atmosphärischer Stickstoff . . . . .	1.2572
Reiner Stickstoff . . . . .	1.2511

Die Versuche, diesen Unterschied um 6 Einheiten in der dritten Dezimale aufzuklären, führte zur Entdeckung des Argons, dessen Anwesenheit auf spektralanalytischem Wege erkannt wurde. Größere Mengen dieses Gases wurden von Ramsey dargestellt. Im Jahre 1895 fand Ramsey in den Gasen, welches das Mineral Cleveit entwickelte, ein neues Gas, welches die von Sir Norman Lockyer 1868 in der Chromosphäre der Sonne beobachtete gelbe Spektrallinie zeigte und dieserhalben Helium genannt wurde.

Die Lindesche Methode zur Verflüssigung der atmosphärischen Luft ermöglichte es, große Mengen flüssiger Luft darzustellen. Durch erneuerte Verflüchtigung wurden in den Resten nebst Argon noch 3 neue Gase Neon, Krypton und Xenon aufgefunden. Mit Rücksicht auf das seltene Vorkommen und die große chemische Indifferenz aller dieser Gase, wurden dieselben mit dem Namen Edelgase bezeichnet. In der folgenden, der erwähnten Notiz in der Meteorologischen Zeitschrift entnommenen Tabelle sind einige wichtige Konstanten aller derjenigen Gase, welche sich beständig in der Atmosphäre befinden, angeführt. Auf den Wasserdampf ist dabei keine Rücksicht genommen.

Unter Höhe der homogenen Atmosphäre ist die Höhe einer Gassäule von gleicher Dichte verstanden, welche einen dem Normalbarometerstande entsprechenden Druck ausübt. Die Division durch den Logarithmus des Modulus der natürlichen Logarithmen gibt die Barometerkonstante.

### Die Gase der Atmosphäre und einige ihrer Konstanten.

	Siedepunkt bei 760 mm	Dichte H = 1	Dichte Luft = 1	Spez. Gew. kg/m <sup>3</sup>	Höhe der homogenen Atmosphäre	Barom. konst.
N . . . . .	—194	13.92	0.96737	1.25036	8261	19021
O . . . . .	—182.5	15.94	1.10535	1.42927	7229	16647
Argon . . . . .	—186	19.82	1.37752	1.78124	5801	13357
CO <sub>2</sub> . . . . .	— 80	22.01	1.52909	1.97720	5226	12033
H . . . . .	—252.5	1.00	0.06950	0.08987	114980	264750
Neon . . . . .	—250?	9.91	0.6888	0.89064	11602	26714
Helium . . . . .	?	1.97	0.1368	0.17688	58418	134520
Krypton . . . . .	—152	40.63	2.8242	3.6518	2830	6515
Xenon . . . . .	—109	63.6	4.4214	5.7172	1807	4162
Atm. Luft . . . . .	—192	—	1.0000	1.29305	7991	18400

Nach dem Daltonschen Gesetze bilden die Gase der Atmosphäre, jedes für sich eine Atmosphäre, ganz unabhängig von der Anwesenheit der anderen Gase. Die Atmosphären der spezifisch leichten Gase reichen höher hinauf, jene der spezifisch schweren weniger hoch; es spricht sich dies in den Zahlen der vorhergehenden Tabelle aus, die unter »Höhe der homogenen Atmosphäre« eingesetzt sind. Die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft ändert sich aus diesem Grunde mit der Höhe in der Weise, wie es aus der von Hann gerechneten, hier mitgeteilten Tabelle zu ersehen ist, wobei für die Erdoberfläche und 10° C. Temperatur, neben den Volumprozenten auch die Partialdrucke in Millimetern Quecksilbersäulenhöhe eingesetzt sind.

Zusammensetzung der Atmosphäre in großen Seehöhen bei den wahrscheinlichen Mitteltemperaturen. Volumprocente.

Mittl. Temp.	0		10	20	50	100 km
	10° C.		—18.5	—38.5	—60	(—80)
N.....	78.03	(593.02 )	81.20	84.34	79.17	0.099
O.....	20.99	(159.52 )	18.10	15.19	7.03	0.000
Argon.....	0.94	( 7.144 )	0.56	0.31	0.03	0.000
CO <sub>2</sub> .....	0.03	( 0.228 )	0.015	0.006	0.000	0.000
H.....	0.01	( 0.076 )	0.035	0.147	13.645	99.448
Neon.....	0.0015	( 0.0114 )	0.002	0.004	0.000	0.000
Helium.....	0.00015	( 0.00114 )	0.000	0.002	0.126	0.453
Krypton....	0.00010	( 0.00076 )	—	0.000	0.000	0.000
Gesamtdruck .	—	760	199.22	42.18	0.319	0.02233

Man ersieht aus dieser Tabelle, wie der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre mit der Höhe abnimmt, wie der Kohlensäuregehalt in 50 km Höhe zu Null abgesunken ist. In dieser Höhe beträgt der Sauerstoffgehalt nur mehr ein Drittel desjenigen an der Erdoberfläche, dagegen treten merkliche Mengen Wasserstoff auf und der Heliumgehalt beginnt zu steigen. In 100 km Höhe setzt sich die Erdatmosphäre aus mehr als 99% H und etwas weniger als 1/2% Helium zusammen, während von N nur 0.1% vorhanden ist.

Diese Zusammensetzung der höchsten Schichten der Atmosphäre steht in inniger Beziehung mit den Lichterscheinungen, die dortselbst auftreten und beeinflusst das Spektrum des Nordlichtes, des Blitzes, des Lichtes der Sternschnuppen. Nach Pickering gaben das Spektrum eines Meteoros die Wasserstoff- und die Heliumlinien, wobei die durchschnittliche Höhe der leuchtenden Meteore aber 150—200 km ist; der Blitz die Linien des Argon, Krypton und Xenon. Ramsay konstatierte, daß die charakteristischen grünen Linien des Kryptons dem Nordlichtspektrum entsprechen. Hann erklärt dies dadurch, daß Krypton ein sehr schweres Gas, 2 1/2 mal schwerer als Sauerstoff, sich hauptsächlich in den unteren Schichten der Atmosphäre findet, woselbst in der Gegend der Pole das Nordlicht antritt. In unseren Breiten sind die Nordlichter auf die Höhen über 60 km beschränkt und zeigen daher nicht die grüne Farbe wie in den höheren Breiten.

**Messungen der Sonnenstrahlung und der nächtlichen Ausstrahlung auf dem Sonnblick. Von Dr. Felix Exner.** Im Juni und Juli des Jahres 1902 wurden, im Auftrage der k. k. Zentralanstalt für Meteorologie in Wien, Messungen der Sonnenstrahlung und der nächtlichen Ausstrahlung auf dem Sonnblick (3106 m) mit einem Kompensationspyrheliometer<sup>1)</sup> von Angström ausgeführt.

<sup>1)</sup> K. Angström: »Nova acta Reg. Soc. Sc. Ups.«, 1886.

Die Messungen der Sonnenstrahlung wurden am 19. Juni begonnen und am 17. Juli beendet. Aus diesen Beobachtungen ergaben sich im Mittel für die in der Minute per  $cm^2$  eingestrahelte Wärmemenge in Grammkalorien für die einzelnen Tagesstunden die folgenden Werte:

7 <sup>a</sup>	8	9	10	11	12 <sup>h</sup>	1 <sup>p</sup>	2	3	4	5	6	7
1.31	1.44	1.52	1.57	1.60	1.59	1.56	1.54	1.48	1.46	1.36	1.24	0.98

Das Maximum der Sonnenstrahlung fällt hiernach zwischen 11<sup>a</sup> und 12<sup>h</sup> mittag.

K. Angström hatte auf Teneriffa eine Beobachtungsstation auf der Alta Vista in 3252 *m* Seehöhe. F. Exner gibt eine Vergleichung der dort gefundenen Zahlen mit den auf dem Sonnblick ermittelten, denen die Atmosphärendicken beigesetzt sind:

Sonnenhöhe	Sonnblick 3100 <i>m</i> Luftdruck 520 <i>mm</i>		Alta Vista 3252 <i>m</i> Luftdruck 518 <i>mm</i>		Differenz A. V. — Sonnblick
	Atmosphären- dicke	Sonnen- strahlung	Atmosphären- dicke	Sonnen- strahlung	
10 <sup>o</sup>	3.75	1.10	3.79	1.156	0.06
20	1.95	1.28	1.98	1.370	0.09
30	1.37	1.39	1.359	1.468	0.08
40	1.06	1.47	1.059	1.527	0.06
50	0.89	1.53	0.889	1.565	0.04
60	0.79	1.58	0.787	1.583	0.00
70	0.73	1.60	0.725	1.595	0.06

Ogleich sich die Atmosphärendicken nur wenig unterscheiden, ist ein merklicher Unterschied in der Strahlung vorhanden, der bei 60<sup>o</sup> Sonnenhöhe verschwindet.

Für die nächtliche Ausstrahlung wurden, mittelst des entsprechend hergerichteten Angströmschen Pyrheliometers, die folgenden Mittelwerte in Grammkalorien per  $cm^2$  und Minute gefunden:

	9—10 <sup>p</sup>	10—11	11—12 <sup>h</sup>	12 <sup>h</sup> —1 <sup>a</sup>	1—2	2—3	Mittel
Intensität der Ausstrahlung	—0.18	0.18	0.19	0.20	0.20	0.19	0.19
Abweichung von Mittel	—0.01	—0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	—
Temperatur der Luft	0.2 <sup>o</sup>	—1.1	—2.1	—2.1	—1.4	0.0	—1.1

Messungen bei Sonnenaufgang und Sonnenuntergang machen es wahrscheinlich, daß die Ausstrahlung um diese Zeiten etwas anwächst, mit Sicherheit aber konnte diese Tatsache nicht festgestellt werden.

**Luftelektrische Registrierungen auf dem Sonnblick.** Die Herren Dr. Viktor Conrad und Dr. Felix Exner<sup>1)</sup> haben von Anfang Juni bis Mitte August 1902, während des Aufenthaltes auf dem Sonnblick, das luftelektrische Potential mit Hilfe des von Dr. Otto Bendorff konstruierten, mechanisch registrierenden Elektrometers<sup>2)</sup> aufzeichnen lassen.

Als Kollektor diente eine Radiumelektrode, welche auf der Nordseite des Hauses 0.7 *m* von der Hauswand entfernt angebracht war. Das erwähnte registrierende Instrument besteht aus einem Quadrantenelektrometer, an dessen Lemniskate ein aus dem Gehäuse herausragender Zeiger angebracht ist, welcher über dem Registrierstreifen spielt und am Ende einen Stift trägt. Alle 10 Minuten wird durch eine passend eingerichtete Uhr ein Strom geschlossen, welcher einen Elektromagneten erregt, der eine Druckplatte nach abwärts führt und den Zeiger mit dem Stift in seiner augenblicklichen

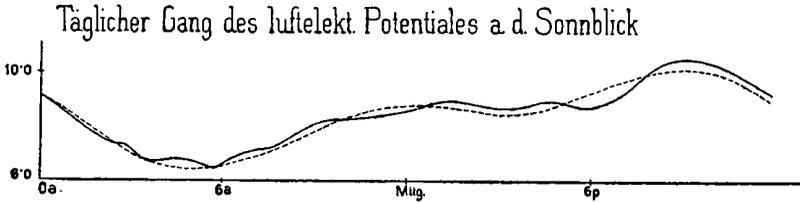
<sup>1)</sup> Sitz.-Ber. der Wr. Akad. 1903. II. Abt., Bd. CXII, S. 413.

<sup>2)</sup> Sitz.-Ber. der Wr. Akad. 1902. II. Abt., Bd. CXI, S. 483.

Stellung einen Moment nach abwärts drückt. Mit Hilfe des über den Papierstreifen gespannten Indigopapieres entsteht so eine Marke auf dem Registrierstreifen. Gleichzeitig wird ein zweiter Stift herabgedrückt, welcher eine Nullmarke erzeugt. Der Elektromagnet besorgt auch mittelst einer Schaltungsvorrichtung die Verschiebung des Papierstreifens.

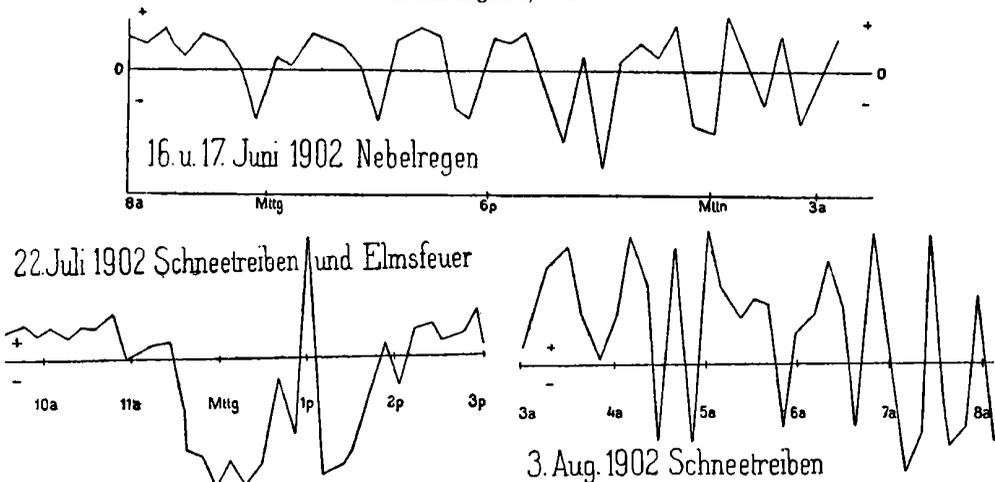
Durch die Herren Elster und Geitel wurde im Sommer 1890 das Potentialgefälle auf dem Sonnblick gemessen, und derartige Beobachtungen nach den Anleitungen der genannten Herren von Peter Lechner bis 1893 fortgesetzt. Der tägliche Gang des Potentialgefälles wurde am Sonnblick sowie auch an andern Höhenstationen viel gleichmäßiger als in tiefern Niveaus

Abbildung 5.



gefunden. Die von Conrad und Exner durchgeführten Registrierungen geben für den Gang des luftelektrischen Potentials an schönen Tagen eine einfache und eine doppelte Periode<sup>1)</sup>.

Abbildungen 6, 7 und 8.



In der Abbildung 5 gibt die ausgezogene Kurve die gemessenen Werte des Potentials und die gestrichelte Kurve, die mittelst einer harmonischen Reihe gerechneten Werte des Potentials in einer willkürlichen Skala wieder.

Die unzweideutige Feststellung einer doppelten täglichen Schwankung, deren Amplitude gegen jene der einfachen täglichen Schwankung sich nahe wie 9 : 14 verhält, ist ein sehr beachtenswertes Ergebnis dieser Untersuchung.

Die beiden Experimentatoren heben ausdrücklich hervor, daß sie die halbtägige Periode nicht so wie Chauveau, der auf dem Eiffelturm beobachtete, der Einwirkung der Erdoberfläche zuschreiben können.

<sup>1)</sup> Der tägliche Gang läßt sich darstellen durch folgende periodische Glieder:

$$E = 8.5 + 1.4 \sin(173^\circ + \theta) + 0.9 \sin(142^\circ + \theta),$$

wobei eine willkürliche Skala für die Potentialwerte zugrunde gelegt ist.

In den Abbildungen 6, 7 und 8 sind Kurven in verkleinertem Maßstabe reproduziert, welche bei stürmischem Wetter und Schneetreiben registriert wurden und welche ein auffallendes, fast periodisches Hin- und Herspringen des Potentials von negativen zu positiven Werten und umgekehrt erkennen lassen. In Abbildung 6 sind die Werte für alle halbe Stunden, in den Abbildungen 7 und 8 für alle 10 Minuten eingetragen.

**Luftelektrische Messungen auf dem Gipfel des Montblanc (4810 m) <sup>1)</sup>.**  
G. Le Cadet hat vom 31. August bis 3. September 1903 bei schönem Wetter und S-Wind auf dem Janssen-Observatorium luftelektrische Messungen ausgeführt, welche folgende Untersuchungen umfassen:

1. Kontinuierliche Registrierung der täglichen Variationen der elektrischen Potentialdifferenz zwischen einem Punkte der Luft und einem Punkte des Bodens.

2. Eine Reihe direkter Messungen des Potentialgefälles zwischen zwei Punkten der Luft über einer horizontalen Fläche des schneebedeckten Gipfels.

3. Eine Reihe von Zerstreuungsmessungen für positive und negative Elektrizität in der Nähe des Bodens.

Die registrierte Kurve ergibt, daß die tägliche Variation des elektrischen Potentials bei schönem Wetter auf dem Gipfel des Montblanc eine einfache Welle darstellt, mit einem Tagesmaximum zwischen 3—4<sup>p</sup> und einem Nachtminimum gegen 3<sup>a</sup>.

Bei schönem sommerlichen Wetter und S-Wind, nicht weit von den Herbstäquinoktien, unterliegt die Intensität des elektrischen Feldes auf dem Gipfel des Montblanc, welche in der Nähe des Bodens ein mittleres Potentialgefälle von 600 Volt/m ergab, einer einfachen Oszillation mit einem Maximum (900—1000 Volt/m) zwischen 3—4<sup>p</sup> und einem Minimum (100—200 Volt/m) um 3<sup>a</sup>.

Für das Verhältnis  $q = \frac{a-}{a+}$  der negativen Zerstreuung zur positiven ergaben sich folgende Werte:

Zeit	8 <sup>48</sup> a	9 <sup>17</sup>	9 <sup>46</sup>	10 <sup>12</sup>	11	1 <sup>15</sup> p	1 <sup>46</sup>	2 <sup>13</sup>	2 <sup>41</sup>	3 <sup>7</sup>	3 <sup>35</sup>	4 <sup>1</sup>	4 <sup>28</sup>
$q = \frac{a-}{a+}$	8.81	7.18	6.76	6.90	4.77	9.93	16.65	14.11	11.24	16.08	15.14	10.74	10.45

Die Resultate bestätigen die Vermutung von Elster und Geitel und führen zu dem wichtigen Schlusse, daß die Leitungsfähigkeit der Luft mit der Höhe zunimmt. Sie ist in der Talsohle für beide Zeichen gleich, auf dem Gipfel des Montblanc sehr ausgesprochen unipolar.

**Tägliche und jährliche Periode der Stürme auf dem Ben Nevis.**  
In der Meteorol. Zeitschr. 1903, S. 223, wird eine Notiz hierüber nach einer Veröffentlichung von Angus Rankine (Journal of Scottish Met. Soc. Ser. III, Bd. XVIII) über die Aufzeichnungen während der 13 Jahre 1884 bis 1896 mitgeteilt. Windgeschwindigkeiten, welche 50 englische Meilen (80 km/h. 29 m/sek.) überschreiten, werden als Stürme gezählt. Hiernach ist die Häufigkeit der Stürme auf dem Ben Nevis in Tausendteilen der Gesamtsumme:

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
188	143	98	88	34	29	14	34	25	68	158	112

<sup>1)</sup> Comptes rendus, 6. April 1903, S. 886. — Meteorol. Zeitschr. 1903, S. 131.

Die tägliche Periode ergibt sich aus den folgenden Zahlen, welche Summen für die 13 Jahrgänge sind.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
a	166	164	153	149	146	138	141	154	157	163	147	150
p	139	138	116	115	109	110	131	129	134	151	149	156

Die Maxima fallen auf Mitternacht und 9<sup>a</sup>, die Minima auf 5<sup>a</sup> und 4<sup>r</sup>.

Indem Hann den täglichen Gang der Stürme auf dem Ben Nevis durch eine periodische Funktion ausdrückt, findet er die halbtägige Periode fast so groß als die ganztägige und zwar genau der halbtägigen Barometerschwankung entsprechend. Die Epoche des ersten Gliedes entspricht jener der ganztägigen Luftdruckschwankung.

**Die Windstärke auf dem Puy de Dôme (1467 m).** In der Meteorol. Zeitschr. 1903, S. 220, werden hierüber von Bernhard Brunhes, dem Direktor des Observatoriums daselbst einige Zahlen mitgeteilt, welche durch ein Robinsonsches Schalenanemometer registriert wurde. Die mittlere Windstärke beträgt in *m/sek.*

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1901	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.4	8.4	16.7
1902	14.0	13.0	14.4	9.5	14.8	12.3	8.3	9.8	9.8	14.4	13.4	14.7

Die mittlere Windstärke für das Jahr 1902 beträgt: 12.4 *m/sek.*

Der Gipfel des Puy de Dôme scheint diejenige Gipfelstation Europas zu sein, auf welcher man die größte absolute und die größte mittlere Geschwindigkeit beobachtet hat. Während eines Sturmes am 9. Dezember 1902 herrschte von 10<sup>19</sup>—10<sup>30</sup> a eine mittlere Windstärke von 70 *m/sek.*, welche auch nach etwa nötigen Korrekturen noch immer höher bleibt als die auf andern Stationen beobachteten Windstärken.

Auf dem Sonnblick wurden am 14. Januar 1888 bei NNE-Sturm 36 *m/sek.* beobachtet.

## Die Illustrationen.

Die dem Titelbilde, sowie den Klischees der Figuren im Texte der beiden Aufsätze von Otto Szlavik zugrunde liegenden Photographien sind von ihm selbst mit einem Kodakapparate aufgenommen und die Negative am Sonnblick entwickelt. Leider besteht für den letzteren Zweck keine passende Dunkelkammer auf dem Observatorium. Die nötige Retouche ist von Official F. Pichler der photographischen Abteilung des k. u. k. Militär-geographischen Institutes besorgt worden. Die Klischees sind bei der Graphischen Union angefertigt.

Das Schlußbild stellt einen Nebelboden im Monate September 1897 in früher Morgenstunde vor. Es ist eine Vergrößerung einer mit einem Stereoskopapparate, mit Dallmayer Stereoskoplinsen, ausgeführten Aufnahme, 9/9, unter Anwendung einer Gelbscheibe, auf gelbgrün empfindlichen Lumiérplatten.