©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Der tägliche Gang des Barometers an heiteren und trüben Tagen, namentlich auf Berggipfeln

J. Hann,
w. M. k. Akad.

(Mit 4 Textfiguren.)

Bei Gelegenheit meiner jüngsten Untersuchung über den täglichen Gang der Luftfeuchtigkeit auf dem Sonnblickgipfel bin ich auf den Umstand aufmerksam geworden, dass an heiteren und heissen Tagen die Amplitude der einmaligen täglichen Barometeroscillation auf dem Sonnblickgipfel nicht merklich grösser war als im Mittel, während ich erwartet hatte, dass in Folge der verstärkten »thermischen« Druckschwankung dies der Fall sein werde. Kurz darauf kam mir der »Report« der »British Association«, Oxford 1894, zur Hand, in welchem Herr A. Buchan in dem Bericht über das Observatorium auf dem Ben Nevis anhangsweise eine Tabelle mittheilt über den täglichen Gang des Barometers an heiteren und trüben Tagen auf dem Ben Nevis, an dessen Fuss zu Ft. William und in Triest. Ich fing an, diese Daten der harmonischen Analyse zu unterwerfen und die Ergebnisse reizten mich noch mehr an, den Gegenstand weiter zu verfolgen. Da Herr A. Buchan, in dieser vorläufigen Mittheilung wenigstens, nicht angibt, ob die heiteren und trüben Tage auf dem Ben Nevis die gleichen sind, die auch der Berechnung des täglichen Barometerganges zu Ft. William zu Grunde liegen, die Stundenmittel überdies, um einen glatteren täglichen Gang zu erhalten, in einer etwas rohen Weise nach dem Schema $(a+2b+c)$ 4 ausgeglichen mitgetheilt werden, wodurch die so regelmässige doppelte tägliche Oscillation

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

schon einigermassen entstellt werden kann, so entschloss ich mich, mir ein ganz einwurfsfreies Materiale zu einer eingehenderen Untersuchung des täglichen Barometerganges an heiteren und trüben Tagen auf Berggipfeln zu verschaffen. Für Stationen der Niederung ist ja die Erscheinung im Allgemeinen durch die Rechnungen von Lamont für München und von Nakamura für Hamburg schon untersucht worden, wozu jetzt die Tabellen von Buchan für Ft. William und Triest hinzukommen.

Es handelte sich aber für mich noch wesentlich darum, den täglichen Gang des Barometers auf Berggipfeln und an deren Fuss an heiteren und trüben Tagen aus correspondirenden Aufzeichnungen festzustellen, um dann auch den Versuch machen zu können, den täglichen Gang der wahren Lufttemperatur an heiteren und trüben Tagen auf Grund derselben zu berechnen.

Um ein möglichst einwurfsfreies Materiale meinen Rechnungen zu Grunde legen zu können, wählte ich zunächst die Stationen Säntis und Zürich, an welchen beiden der vorzügliche Barograph von Sprung in Thätigkeit sich befindet. Die stündlichen Beobachtungen auf dem Säntis sind aber bisher noch nicht in extenso publicirt worden; dies wird erst für das Jahr 1894 geschehen.

Herr Director Billwiller hatte die ausserordentliche Gefälligkeit, mir die stündlichen Aufzeichnungen des Luftdruckes auf dem Säntis im Jahre 1893 im Manuscript zur Verfügung zu stellen, ja für das Jahr 1894 sogar das Ausschreiben der stündlichen Luftdruckwerthe an 36 correspondirenden heiteren und trüben Tagen zu Zürich und auf dem Säntis selbst zu besorgen. Ich fühle mich verpflichtet, Herrn Director Billwiller auch an dieser Stelle für die wesentliche Unterstützung der vorliegenden Arbeit meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Die Ergebnisse meiner auf den Säntis-Beobachtungen basirenden Rechnungen machten es mir dann auch sehr wünschenswerth, nachzusehen, wie die einmalige tägliche Luftdruckwelle auf niedrigeren Berggipfeln sich gestaltet. Hiezu bietet nun das bayrische Beobachtungsnetz ein aus-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

gezeichnetes Materiale. Die Registrirungen des Luftdruckes zu München auf der freien, flachen, bayrischen Hochebene, dann an den Thalstationen am Fusse und mitten im Gebirge zu Feld bei Miesbach und zu Bayrisch-Zell, endlich auf den Gipfelstationen Peissenberg und Wendelstein gestatten den Einfluss der topographischen Verhältnisse auf den täglichen Gang des Barometers im Detail zu studiren. Herr Director Dr. Fr. Erk in München hatte die Güte, mir die zweistündlichen Aufzeichnungen des Luftdruckes an den genannten Stationen im Manuscripte zur Verfügung zu stellen, wofür ich ihm hier meinen lebhaften Dank ausspreche. Von den Stationen des österreichischen Netzes benützte ich nur Klagenfurt und Obir, wegen der ganz ausserordentlich grossen Amplitude der täglichen Barometeroscillation an erstgenannter Station.

Auf dem Obir befindet sich seit Winter 1894/95 ein grosser Barograph Richard mit gleichzeitiger Temperaturregistrirung, dessen Aufzeichnungen auch noch herbeigezogen wurden. Ich beschränkte aber meine Rechnungen sonst ganz auf die Sommerperiode Juni bis erste Hälfte September (auch Mai—September), da ja in dieser der Unterschied im täglichen Gange des Luftdruckes an heiteren und trüben Tagen am schärfsten zum Ausdrucke gelangen muss. Das Sommerhalbjahr bietet zudem den grossen Vortheil kleinerer unregelmässiger Barometerschwankungen, so dass man schon aus einer geringeren Anzahl von Tagen zu einem befriedigenden Resultate gelangen kann. Es zeigte sich in der That, dass man schon aus 20 bis 40 Tagen ganz regelmässige tägliche Barometercurven erhält, wenn man nur eine 25. Tagesstunde auch in Rechnung zieht und damit die progressiven Änderungen des Druckes nach der Lamont'schen Methode eliminirt. Es erweist sich dann gänzlich unnöthig, eine rohe Ausgleichungsrechnung in Anwendung zu bringen, wie dies für die stündlichen Luftdruckwerthe von Ft. William, Ben Nevis und Triest geschehen ist. Selbst Mittelwerthe aus 20 Tagen bloss liefern schon ganz glatte, regelmässige Tagescurven. Da wir in unserem Klima wenig ganz heitere Tage haben, so kommt dieser Umstand der Untersuchung sehr zu statten. Im Winter ist allerdings eine so geringe Zahl von Tagen nicht mehr ausreichend, um den

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

normalen täglichen Gang des Barometers daraus ableiten zu können.

Als heitere Tage wurden jene genommen, an welchen sowohl unten als oben auf dem Berge der Sonnenscheinautograph mindestens 10 Stunden Sonnenschein registrirt hatte; als trübe solche mit weniger als $2^1/_2$ Stunden Sonnenschein. Dies gilt für Zürich und Säntis, ferner für Klagenfurt und Obir. Für die bayrischen Stationen musste die Schätzung der Bewölkung in den 3 Stunden 8^h, 2^h, 8^h zu Grunde gelegt werden. Heitere Tage sind jene mit einer Bewölkung von $\leqq 1$, trübe solche mit einer Bewölkung von $\geqq 8$ (oben wie unten). Über weitere etwa wünschenswerthe Details der Berechnung des täglichen Barometerganges an heiteren und trüben Tagen findet man bei den einzelnen Tabellen nähere Auskünfte.

I. Der tägliche Gang des Barometers auf dem Säntis und zu Zürich an heiteren und trüben Tagen.

Es wurden aus jedem der Jahre 1893 und 1894 je 36 heitere und trübe Tage genommen, und zwar die gleichen für Zürich, wie für den Säntis. Die Luftdruckmittel beziehen sich desshalb für beide Stationen auf die gleichen heiteren und trüben Tage. Ferner wurde für diese Tage die Dauer des Sonnenscheins zu Zürich und auf dem Säntis, sowie die Tagesmittel der Temperatur und der Temperaturunterschied zwischen 7^h Morgens und 1^h Nachmittags ausgeschrieben und deren Mittel gebildet. Diese Mittel aus 72 Tagen der Jahre 1893 und 1894 (Sommerzeit, Juni—September) sind:

	Heitere Tage				Trübe Tage			
	Sonnenschein	Luftdruck	Temperatur Mittel[1]	Temperatur Ampl. 1^h—7^h	Sonnenschein	Luftdruck	Temperatur Mittel	Temperatur Ampl. 1^h—7^h
Zürich	12·4	721·0	18°9	8°8	2·0	718·5	14°4	2°0
Säntis	11·2	568·4	6·4	3·2	0·8	563·7	1·5	1·1
Mittel	11·8	—	12·6	6·0	1·4	—	8·0	1·6

[1] Angenähert reducirt auf wahre Mittel aus (7+2+9) 3, wie sie in den schweiz. Annalen mitgetheilt werden.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Der Temperaturunterschied zwischen 7^h und 2^h war also an den heiteren Tagen fast viermal grösser als an den trüben Tagen, die mittlere Temperatur um $4^1/_2$° höher, die Einwirkung

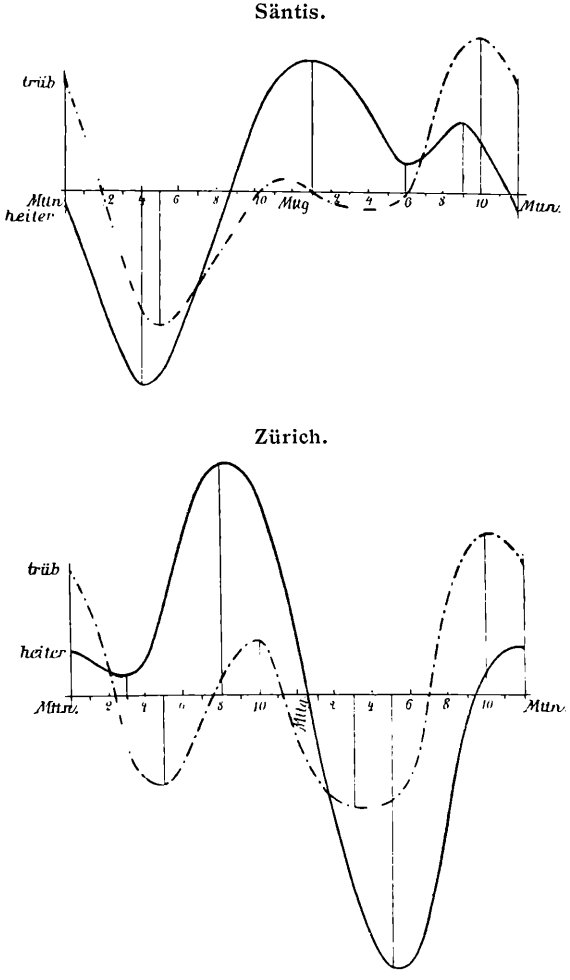


Fig. 1 und 2.

der Sonne auf den Boden war um $10^1/_2$ Stunden länger. Den Einfluss dieser verschiedenen meteorologischen Verhältnisse auf den täglichen Gang des Barometers zu Zürich und auf dem Säntis ersieht man aus den folgenden kleinen Tabellen und den obenstehenden beiden Figuren. Die auffallendsten Unterschiede

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Täglicher Gang des Barometers (Sommer).

Stunde	Säntis				Zürich			
	Vormittag		Nachmittag		Vormittag		Nachmittag	
	Abweichungen vom Tagesmittel							
	heiter	trüb	heiter	trüb	heiter	trüb	heiter	trüb
1	—·19	·16	**·34**	—·02	·10	·24	—·11	—·21
2	—·33	—·03	·32	—·04	·06	·07	—·32	—·27
3	—·45	—·19	·28	—·04	·05*	—·12	—·50	—·30*
4	—·52*	—·33	·21	—·05*	·08	—·22	—·62	—·29
5	—·49	—·36*	·12	—·05	·23	—·23*	—·73*	—·29
6	—·39	—·32	·07*	—·01	·40	—·15	—·71	—·22
7	—·24	—·27	·09	·14	·54	—·07	—·58	—·01
8	—·11	—·21	·15	·29	**·61**	·05	—·33	·25
9	·03	—·12	**·17**	·38	·60	·12	—·07	·39
10	·20	—·01	·12	**·40**	·54	·15*	·02	**·42**
11	·29	·02	·05	·35	·36	·03	·11	·40
12	·33	**·03**	—·05	·28	·15	·08	**·12**	·34

im Barometergange bei heiterem und trübem Wetter sind folgende.

Bei heiterem Wetter ist das Vormittags-Maximum auffallend verstärkt, das Abend-Maximum dagegen sehr abgeschwächt, und zwar bemerkenswerther Weise oben wie unten.

Bei trübem Wetter ist umgekehrt das Abend-Maximum sehr verstärkt, das Vormittags-Maximum aber sehr abgeschwächt und gleichfalls oben wie unten.

Die charakteristische Modification des täglichen Ganges durch den Witterungscharakter (heiter oder trüb) ist demnach der Hauptsache nach die gleiche in der Niederung wie auf hohen Berggipfeln.

Was die beiden täglichen Luftdruck-Minima anbelangt, so wird durch trübes Wetter in der Niederung das Morgen-Minimum vertieft, das Nachmittags-Minimum abgeschwächt, auf dem Säntis tritt wohl das letztere, aber nicht mehr das erstere ein. Bei heiterem Wetter wird in der Niederung das Morgen-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Minimum mehr oder weniger unterdrückt, in manchen Alpenthälern fehlt es, wie wir sehen werden, sogar ganz. Das Nachmittags-Minimum erscheint sehr verstärkt und die tägliche Barometeroscillation nähert sich dadurch mehr oder weniger einer einfachen einmaligen täglichen Schwankung. Die tägliche Barometerschwankung erhält bei heiterem Wetter den Charakter, den sie in continentalen Klimaten im Mittel hat, während sie sich bei trübem Wetter dem Typus der täglichen Barometeroscillation an den Küstenstationen nähert. Die Schönwetter-Barometercurve hat also continentalen Charakter, die Trübwettercurve mehr oceanischen Charakter. Die Ursachen, welche diesen Modificationen des täglichen Barometerganges zu Grunde liegen, dürften auch, wie wir sehen werden, die gleichen sein.

Auf den Berggipfeln ist der Einfluss der heiteren und der trüben Witterung auf den täglichen Barometergang von der Höhe derselben abhängig und es kommen nur die zuerst erwähnten beiden Haupterscheinungen ziemlich allgemein zur Geltung. Dies zeigen sehr schön die beiden bayrischen Gipfelstationen Peissenberg und Wendelstein, sowie der Obir.

Bevor wir zu diesen niedrigeren Gipfelstationen übergehen, wollen wir noch die beiden Tabellen mit dem täglichen Gange des Barometers zu Zürich und auf dem Säntis in jedem der beiden Jahre 1893 und 1894 hier einschalten. Es ist sehr lehrreich zu sehen, wie übereinstimmend die Mittelwerthe aus den beiden Gruppen von nur 36 Tagen schon sind. Man erkennt daraus, dass man aus Mitteln von je 30 Tagen circa (sogar einzelnen, zerstreuten Tagen, nicht einer zusammenhängenden Periode) den Charakter der täglichen Barometercurve schon mit hinreichender Genauigkeit erhalten kann, und dass eine künstliche Ausgleichungsrechnung gar nicht nothwendig erscheint, ja nur schädlich auf die Genauigkeit der Resultate einwirken kann. Den Mitteln für die heiteren und trüben Tage habe ich zum Vergleich den mittleren Gang aus den Aufzeichnungen von je 8 Sommermonaten beigefügt. Derselbe wird natürlich bestimmt von dem Verhältniss der Anzahl der heiteren zu den trüben Tagen innerhalb dieser Zeit, die letzteren sind in unserem Klima stets in der Mehrzahl und bestimmen deshalb hauptsächlich den mittleren Charakter der Erscheinung.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Säntis. Täglicher Gang des Luftdruckes.

Abweichungen vom Mittel. Juni—September.

	Je 36 heitere Tage			Je 36 trübe Tage			Gesammtmittel Juni—Sept. inclusive	
	1893	1894	Mittel 72 Tage	1893	1894	Mittel 72 Tage	1893	1894
Mitternacht	·00	—·10	—·05	·27	·30	·28	·10	·11
1	—·17	—·22	—·19	·14	·18	·16	—·04	—·01
2	—·32	—·35	—·33	—·08	·01	—·03	—·22	—·20
3	—·45	—·45	—·45	—·22	—·16	—·19	—·35	—·36
4	—·54	—·50	—·52	—·35	—·30	—·33	—·46	—·43
5	—·50	—·48	—·49	—·36	—·35	—·36	—·44	—·45
6	—·39	—·39	—·39	—·34	—·29	—·32	—·36	—·38
7	—·24	—·25	—·24	—·29	—·25	—·27	—·25	—·28
8	—·11	—·11	—·11	—·22	—·21	—·21	—·15	—·18
9	·02	·05	·03	—·11	—·12	—·12	—·03	—·05
10	·18	·23	·20	—·04	·01	—·01	·09	·10
11	·25	·33	·29	·03	·01	·02	·15	·15
Mittag	·29	·37	·33	·04	—·02	·03	·18	·17
1	·30	·37	·34	·00	—·04	—·02	·17	·19
2	·29	·35	·32	—·02	—·07	—·04	·14	·17
3	·26	·31	·28	—·02	—·07	—·04	·13	·14
4	·20	·23	·21	—·03	—·07	—·05	·09	·11
5	·13	·11	·12	—·03	—·08	—·05	·05	·04
6	·08	·07	·07	—·01	—·01	—·01	·06	·05
7	·12	·06	·09	·12	·17	·14	·15	·11
8	·16	·14	·15	·27	·31	·29	·23	·22
9	·17	·17	·17	·39	·38	·38	·28	·29
10	·13	·11	·12	·42	·38	·40	·26	·25
11	·08	·03	·05	·35	·35	·35	·20	·23
Mittel	·22	·24	·23	·17	·17	·17	·19	·19
Amplitude	·84	·87	·86	·78	·73	·76	·74	·74

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Zürich. Täglicher Gang des Luftdruckes.

Abweichungen vom Mittel. Juni—September.

	Je 36 heitere Tage			Je 36 trübe Tage			Gesammtmittel Juni—Sept. inclusive	
	1893	1894	Mittel 72 Tage	1893	1894	Mittel 72 Tage	1893	1894
Mitternacht	·14	·11	·12	·30	·38	·34	·20	·24
1	·15	·06	·10	·20	·27	·24	·16	·14
2	·12	·01	·06	·01	·12	·07	·06	·05
3	·08	·02	·05	—·18	—·06	—·12	—·03	— 03
4	·10	·07	·08	—·20	—·24	—·22	—·02	—·04
5	·27	·20	·23	—·18	—·28	—·23	·07	—·03
6	·42	·38	·40	—·09	—·22	—·15	·20	·06
7	·56	·53	·54	·02	—·16	—·07	·34	·20
8	·60	·62	·61	·18	—·09	·05	·45	·29
9	·61	·60	·60	·24	·00	·12	·48	·33
10	·54	·55	·54	·25	·05	·15	·43	·35
11	·38	·35	·36	·12	—·07	·03	·27	·18
Mittag	·18	·13	15	·01	—·18	—·08	·09	·01
1	—·07	—·15	—·11	—·20	—·22	—·21	—·16	—·17
2	—·29	—·35	—·32	—·34	—·21	—·27	—·35	—·29
3	—·49	—·51	—·50	—·39	—·21	—·30	—·49	—·40
4	—·63	—·61	—·62	—·36	—·22	—·29	—·55	—·44
5	—·76	—·70	—·73	—·36	—·23	—·29	—·61	—·48
6	—·73	—·69	—·71	—·28	—·16	—·22	—·53	—·44
7	—·63	—·53	—·58	—·08	·06	—·01	—·35	—·24
8	—·40	—·26	—·33	·18	·31	·25	—·11	·00
9	—·14	—·01	—·07	·37	·41	·39	·11	·18
10	—·05	·09	·02	·41	·43	·42	·17	·25
11	·07	·15	·11	·37	·42	·40	·21	·28
Mittel	·35	·32	·33	·22	·21	·20	·27	·21
Amplitude	1·37	1·32	1·34	·80	·71	·72	1·09	·83

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

II. Der tägliche Gang des Barometers auf dem Obir und in Klagenfurt an heiteren und trüben Tagen im Sommer und im Winter.

Die folgende kleine Tabelle zeigt in übersichtlicher Weise den täglichen Gang des Barometers auf dem Obir (2042 *m*) und zu Klagenfurt (450 *m*) an 40 heiteren und 30 trüben Tagen im Sommerhalbjahr (Mai—September inclusive) 1893. Die mittleren meteorologischen Verhältnisse dieser Tage, soweit sie hier in Betracht kommen, waren folgende:

	Heitere Tage				Trübe Tage			
	Sonnenschein	Luftdruck	Temperatur Mittel	Temperatur Ampl. $2^h - 7^h$	Sonnenschein	Luftdruck	Temperatur Mittel	Temperatur Ampl. $2^h - 7^h$
Klagenfurt . .	12·2	723·6	18°5	9°4	1·2	720·7	13°7	5°5
Obir . .	11·0	599·4	8·8	6·2	0·7	594·2	2·5	1·9
Mittel	11·6		13·6	6·8	1·0	—	8·1	3·7

Täglicher Gang des Barometers (Sommer).

Stunde	Obir				Klagenfurt			
	Vormittag		Nachmittag		Vormittag		Nachmittag	
	heiter	trüb	heiter	trüb	heiter	trüb	heiter	trüb
1	—·07	·34	·20	—·**05**	·26	·**59**	—·35	—·51
2	—·19	·19	·21	—·12	·36	·49	—·61	—·72
3	—·34	—·02	·19	—·19	·45	·38	—·82	—·76*
4	—·42	—·18	·16	—·19*	·54	·29	—·93	—·73
5	—·42*	—·28	·09	—·13	·67	·21	—1·01*	—·68
6	—·38	—·30	·03	—·05	·83	·20	—1·00	—·48
7	—·24	—·33*	·02*	·09	·**99**	·22	—·82	—·24
8	—·11	—·31	·08	·20	·90	·20	—·61	·01
9	—·02	—·26	·22	·45	·70	·13	—·36	·26
10	·11	—·18	·**24**	·**51**	·51	·05	—·15	·42
11	·20	—·07	·18	·49	·26	—·13	·04	·52
12	·**22**	—·06	·08	·43	—·04	—·31	·21	·58

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Der tägliche Gang des Barometers an der Station Obir, fast 500 *m* niedriger als jene auf dem Säntis, ist schon einigermassen verschieden von jenem an der letztgenannten Station. Das Hauptmaximum fällt an heiteren wie an trüben Tagen auf 10^h Abends, aber das Vormittags-Maximum ist, wie auf dem Säntis, an heiteren Tagen viel stärker entwickelt als an trüben Tagen, an welchen sich der Luftdruck beim vormittägigen Maximum nicht einmal mehr über das Tagesmittel erhebt, während das Abend-Maximum sehr stark hervortritt. An heiteren Tagen übertrifft dagegen das Abend-Maximum nur wenig das Vormittags-Maximum. Bemerkenswerth ist noch, dass an trüben Tagen das Barometer auf dem Obir von 3^h Morgens bis 6^h Abends constant unter dem Tagesmittel bleibt und nur Abends über dasselbe, dann aber erheblich, hinausgeht. An heiteren Tagen ist hingegen der Luftdruck bei Tage, namentlich um die Mittagszeit hoch.

Zu Klagenfurt trägt an heiteren Tagen der tägliche Gang des Barometers ganz den sogenannten continentalen Typus; von einem sehr tiefen Nachmittags-Minimum (um $5^1/_2{}^h$) steigt der Luftdruck in Einem Zuge zu einem ebenso grossen Vormittags-Maximum (um 7^h) an, die Amplitude beträgt $2 \cdot 0$ *mm*, nähert sich also tropischen Verhältnissen. Aber auch an trüben Tagen ist fast nur Ein Maximum und Ein Minimum vorhanden, jenes fällt auf 1^h Nachts, dieses auf 3^h Nachmittags, Amplitude fast $1 \cdot 4$ *mm*, ein Morgen-Minimum und ein Vormittags-Maximum ist kaum vorhanden. Es wären aber wohl Mittel aus einer längeren Periode nöthig, um diese Verhältnisse festzustellen.

Der Umstand, dass seit November 1894 auf dem Obir ein Barograph Richard, grosses Modell mit gleichzeitiger Registrirung der Lufttemperatur im Barographenkasten, functionirt, hat mir Veranlassung gegeben, den täglichen Gang des Barometers an heiteren und trüben Tagen auf dem Obir auch für den Winter (December 1894 bis inclusive Februar und erste Woche März 1895) zu berechnen. Es ergaben sich für diese Zeit 40 trübe und 30 heitere Tage (Sonnenscheindauer mindestens $50^0/_0$ der möglichen Dauer oben wie unten). Die mittleren meteorologischen Verhältnisse derselben waren:

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

	30 heitere Tage				40 trübe Tage			
	Sonnenschein	Luftdruck	Temperatur Mittel	Temperatur Ampl. $2^h - 7^h$	Sonnenschein	Luftdruck	Temperatur Mittel	Temperatur Ampl. $2^h - 7^h$
Klagenfurt ..	6·8	722·8	—10°0	7°0	0·1	716·5	—4°8	4°5
Obir	5·7	588·9	—11·3	3·3	0·2	584·3	—9·5	0·8
Mittel	6·3	—	—10·7	5·2	0·2	—	—7·2	2·6

Der Boden war während dieser ganzen Zeit mit Schnee bedeckt, die Sonne konnte also die Luft nur direct und durch die von der Schneeoberfläche reflectirte Strahlung erwärmen, allerdings war dafür die nächtliche Wärmeausstrahlung sehr gross und die tägliche Temperaturschwankung zu Klagenfurt an heiteren Tagen desshalb sehr beträchtlich. Die mittlere Temperatur der rund 1600 *m* höher liegenden Station Obir war an den heiteren Tagen nur um 1°3 niedriger als zu Klagenfurt unten, an den trüben Tagen dagegen um 4°7. Es ist nun sehr interessant zu sehen, welchen Einfluss die geringe winterliche Sonnenstrahlung auf den Gang des Luftdruckes auf dem Obir und zu Klagenfurt hat. Die folgende kleine Tabelle gibt darüber Aufschluss.

Täglicher Gang des Barometers im Winter auf dem Obir und zu Klagenfurt an heiteren und trüben Tagen.

Stunde	Obir				Klagenfurt			
	Vormittag		Nachmittag		Vormittag		Nachmittag	
	heiter	trüb	heiter	trüb	heiter	trüb	heiter	trüb
1	—·23	·10	·17	—·14	—·20	·20	·24	—·07
2	—·26	·05	·04	—·27	—·16	**·20**	—·02	—·17
3	—·28	·02	·01	—·25*	—·05	·19	—·21	—·24
4	—·32	—·07	—·01*	—·20	·06	·15	—·35	— 28
5	—·36	—·19	·03	—·15	·16	·13	—·43	—·30
6	—·38*	—·22*	·11	—·04	·27	·09	—·54*	—·34*
7	—·25	—·19	**·18**	·13	·38	·08*	—·52	—·28
8	—·04	—·07	·16	·16	·50	·13	—·47	—·21
9	·13	·02	·15	·22	·61	·16	—·36	—·12
10	·28	·10	·09	·28	**·68**	**·17**	—·28	—·03
11	**·39**	**·19**	·05	**·28**	·63	·15	—·22	·07
12	·31	·06	—·06	·27	·46	·10	—·20	·13

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Der tägliche Gang des Barometers auf dem Obir ist im Winter jenem auf dem Säntis im Sommer ganz ähnlich. An heiteren Tagen fällt das Hauptmaximum auf den Vormittag, an trüben Tagen auf den Abend, an heiteren Tagen ist das Abend-Maximum sehr reducirt, an trüben das Vormittags-Maximum. Bei dem geringeren täglichen Wärmegange des Winters ist in circa 2000 *m* Seehöhe der tägliche Gang des Luftdruckes ein ähnlicher, wie wir ihn im Sommer in 2500 *m* Seehöhe antreffen.

Es ist doch sehr bemerkenswerth, wie bei der geringen Erwärmung der Atmosphäre im Winter über einer ganz schneebedeckten Erde der tägliche Gang des Barometers in 2000 *m* Seehöhe immer noch sehr erheblich durch heiteres Wetter modificirt wird.

Zu Klagenfurt finden wir selbst im Winter bei heiterem Wetter den continentalen Typus der täglichen Barometerschwankung. Das Barometer fällt von einem beträchtlichen Morgen-Maximum (um 10^h a. statt 7^h a. wie im Sommer) zu einem tiefen Minimum um 5^h Abends (Amplitude $1 \cdot 2$ *mm*) und steigt dann wieder ohne Unterbrechung zum Vormittags-Maximum. An trüben Tagen ist das nächtliche Maximum das Hauptmaximum, ein Morgen-Minimum ist vorhanden, also die doppelte tägliche Schwankung scheinbar ziemlich gut markirt — allerdings fällt das nächtliche Maximum fast an die Stelle des normalen nächtlichen Minimums. Da die trüben Tage zugleich meist Tage mit starken Luftdruckänderungen sind, so sind wohl die Mittel von 40 Tagen nicht ausreichend, den normalen täglichen Gang des Barometers im Winter festzustellen, und es muss vorläufig unentschieden bleiben, inwieweit in den obigen Zahlen noch zufällige Eigenthümlichkeiten sich geltend machen. Der tägliche Gang an den heiteren Tagen dürfte dagegen ziemlich normale Verhältnisse repräsentiren. Es ist gewiss beachtenswerth, dass selbst im Winter bei schneebedecktem Erdboden der tägliche Wärmegang in dem grossen kärntnerischen Gebirgsbecken im Stande ist, eine bloss einmalige tägliche Luftdruckschwankung in Klagenfurt hervorzubringen.

Schliesslich wollen wir noch den täglichen Gang des Luftdruckes auf dem Obir an heiteren Tagen im Winter mit jenem

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

im Sommer vergleichen, wozu die folgende kleine Tabelle dienlich sein wird.

Obir. Täglicher Gang des Barometers an heiteren Tagen.

Stunde	Vormittag		Nachmittag	
	Winter	Sommer	Winter	Sommer
1	— ·23	— ·07	·17	·20
	— ·26	— ·19	·04	·21
3	— ·28	— ·34	·01	·19
4	— ·32	— ·42	— ·01*	·16
	— ·36	— ·42*	·03	·09
6	— ·38*	— ·38	·11	·03
7	— ·25	— ·24	·18	·02*
8	— ·04	— ·11	**·16**	·08
9	·13	— ·02	·15	·22
10	·28	·11	·09	**·24**
11	**·39**	·20	·05	·18
12	·31	**·22**	— ·06	·08

Im Winter tritt das Vormittags-Maximum frühzeitig nach 11^h ein und ist sehr verstärkt, im Sommer später, wohl erst um 1^h p., ist abgeflacht, und das folgende Nachmittags-Minimum wird bis nach 6^h Abends hinausgeschoben, während es im Winter schon um 4^h eintritt. Eine ähnliche Verschiebung und zugleich eine Modification der Grösse im entgegengesetzten Sinne erfährt auch das Abend-Maximum. Man merkt deutlich, dass hiebei die Verschiebung der Phasenzeiten der einmaligen täglichen Barometerschwankung vom Winter zum Sommer im Spiele ist. Deren Superposition auf die nicht oder wenig alterirte normale doppelte tägliche Oscillation verstärkt oder schwächt die Extreme und verschiebt die Wendestunden.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

III. Die tägliche Barometerschwankung an den bayrischen Berg- und Thalstationen (im Sommer).

Die bayrischen Bergstationen Peissenberg (994 *m*), Hirschberg (1512 *m*) und Wendelstein (1727 *m*) zusammen mit der Station München (526 *m*) und den Thalstationen Bayrisch-Zell (802 *m*) und Feld bei Miesbach (717 *m*) am Rand des Gebirges liefern ein vortreffliches Materiale zur Untersuchung der Modificationen, welche die tägliche Barometerschwankung durch die verschiedenen orographischen Verhältnisse erfährt. Ich werde dasselbe hier nur in Bezug auf den Einfluss ganz heiteren und ganz trüben Wetters auf die schon örtlich verschieden modificirten täglichen Luftdruckoscillationen einer Verwerthung zuführen.

Es wurden benützt aus dem Jahre 1892, Juni—September, 25 heitere und 30 trübe Tage (correspondirende Tage!) von München, Peissenberg und Wendelstein (21 heitere Tage, ohne Juni, von Hirschberg versuchsweise); eine Thalstation fehlte leider 1892. Ferner vom Jahre 1889, Mai—September, 21 heitere, correspondirende Tage von München, Bayrisch-Zell und Wendelstein, vom Jahre 1890, Mai—September, 25 heitere Tage von München und Feld bei Miesbach. Die meteorologischen Mittelwerthe für diese Tage, soweit selbe hier in Betracht kamen, sind:

1892	25 heitere Tage				30 trübe Tage			
	Bewölkung	Luftdruck	Temperatur		Bewölkung	Luftdruck	Temperatur	
			Mittel	2^h-Min.			Mittel	2^h-Min.
München ...	0·7	718·2	19·0	12°7	9·6	715·8	13·0	4·9
Peissenberg .	—	680·1	17·9	7·6	—	677·0	9·0	3·0
Wendelstein	1·5	624·4	12·9	7·6	9·8	619·4	3·8	2·8
Mittel [1].....	1·1	—	15·9	10·2	9·7	—	8·4	3·8

1889, 21 heitere Tage, München, mittlerer Luftdruck 716·4, mittlere Bewölkung 0·9, mittleres Minimum 10°5, 2^h p. 23·6,

[1] München—Wendelstein.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Mittel 17·0, mittlere tägliche Schwankung 13°1 (von Bogenhausen genommen).

1890, 25 heitere Tage, München, mittlerer Luftdruck 716·1, mittlere Bewölkung 0·7, mittleres Minimum 8·3, mittleres Maximum 21·9, Mittel 15. 1, mittlere Schwankung 13·6 (Bogenhausen).

Täglicher Gang des Barometers an heiteren und trüben Tagen. Sommer. Abweichungen vom Mittel.

Stunde	München (526)		Peissenberg (994)		Hirschberg (1512)	Wendelstein (1727)	
	heiter	trüb	heiter	trüb	heiter	heiter	trüb
Juni—September 1892. Correspondirende Tage							
Mittern.	·16	·40	·15	·31	19	·08	·28
2	·12	·07	·02	·00	·00	—·18	—·02
4	·09	—·21	—·11	— 31	—·20	—·36	—·39
6	·35	—·16	·02	—·28	—·05	—·19	—·42
8	·52	—·01	·21	—·14	·09	·01	—·18
10	·50	·05	·42	—·01	·16	·22	—·07
Mittag	·22	—·07	·20	—·05	·02	·18	—·05
2	—·29	—·24	—·13	—·14	—·16	·05	—·04
4	—·59	—·26	—·31	—·11	—·19	—·02	—·01
6	—·72	—·18	—·38	·00	—·23	—·10	·10
8	—·36	·21	—·18	·26	·12	·12	·31
10	·01	·41	·12	·46	·24	·22	·47
Mittel	·33	·19	19	·17	·14	·14	·20

Die heiteren Tage wie die trüben Tage sind für alle Stationen dieselben; nur bei Hirschberg fehlen die zwei heiteren Junitage, weil dort die Registrirungen erst mit Juli beginnen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Täglicher Gang des Barometers an den Thalstationen an heiteren Tagen.

Mittn.	2	4	6	8	10	Mittag	2	4	6	8	10
526 *m.* München, 1889, 1890, 1892 (71 Tage)											
·09	·06	·08	·36	·55	·55	·28	—·24	—·58	—·72	—·41	—·04
719 *m.* Feld bei Miesbach [1]											
·21	·14	·08	·26	·43	·37	·16	—·27	—·57	—·69	—·24	·15
802 *m.* Bayrisch-Zell [1]											
·26	·20	·15	·34	·35	·22	·08	—·27	—·58	—·69	—·27	·18

Der tägliche Gang des Barometers zu München an heiteren und trüben Tagen stimmt mit jenem in Zürich überein. Peissenberg zeigt den Übergang von der Niederung zu dem durch die »thermische« Druckschwankung auf Berggipfeln modificirten Gang. Wendelstein hat bei trübem Wetter einen ganz absonderlichen täglichen Barometergang. Das Barometer steigt von einem Minimum um 6^h Morgens fast in Einem Zuge zu einem sehr hohen Abend-Maximum um 10^h. Man erkennt keine doppelte Schwankung mehr. Die Superposition der je nach der Seehöhe thermisch verschieden modificirten einmaligen täglichen Druckschwankung auf die ziemlich unverändert bleibende, regelmässige, doppelte, tägliche Barometerschwankung erzeugt die verschiedensten Übergangsformen der täglichen Barometerschwankung. Die folgenden Figuren zeigen, wie bei heiterem und wie bei trübem Wetter die tägliche Barometerschwankung mit zunehmender Höhe der Berggipfel sich verändert.

Was nun die Thalstationen anbelangt, so zeigen dieselben bei heiterem Wetter gegenüber München auf der freien, flachen Hochebene folgende Unterschiede im täglichen Barometergange. Der nächtliche Luftdruck ist an den Thalstationen höher, obgleich das Morgen-Minimum stärker entwickelt ist, gleichzeitig nimmt das Vormittags-Maximum an Höhe ab und verschiebt sich

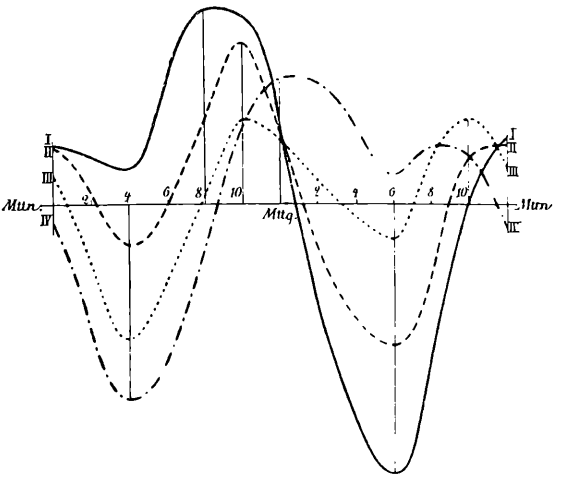
[1] Reducirt auf die gleiche Periode, durch Differenzen der correspondirenden Abweichungen von München. Die thatsächlich beobachteten Werthe findet man in den Tabellen im Anhange.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

von 9^h (München) auf 8^h (Feld) und 7^h (Bayrisch-Zell). Das Sinken des Luftdruckes beginnt in dem Gebirge früher, doch ist von 2^h bis 6^h Nachmittags der Gang des Barometers sehr

Täglicher Gang des Barometers in verschiedenen Höhen.

Heitere Tage.



Trübe Tage.

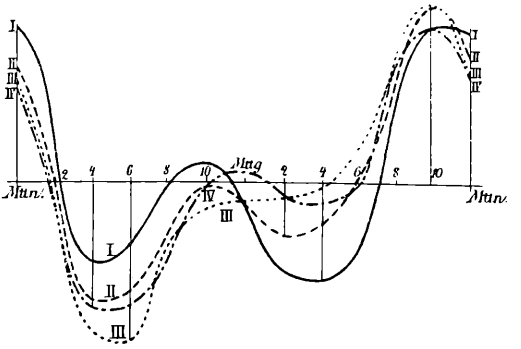


Fig. 3 und 4.

I München, II Peissenberg, III Wendelstein, IV Säntis.

nahe derselbe, wie zu München. Dann aber steigt der Luftdruck in den Thälern rasch und erheblich und steht in Bayrisch-Zell um 10^h p. schon 0·2 *mm* über dem Mittel, während er in München noch nicht ganz den Mittelwerth erreicht hat.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Zum Schlusse dieses rein beschreibenden Abschnittes meiner Abhandlung will ich eine allgemeine Übersicht über den Charakter des täglichen Ganges des Luftdruckes an heiteren und trüben Tagen sowohl in der Niederung, wie auf Bergen durch die nachfolgenden Tabellen geben. Den früher behandelten Stationen findet man in denselben noch angeschlossen Ft. William, Ben Nevis und Triest nach dem schon im Eingange citirten Bericht des Herrn Buchan, ferner Hamburg nach Nakamura in der Met. Zeitschrift, B. XXIV (1889), S. 41. Die Stationen Ft. William, Hamburg, Triest sind Küstenstationen unter sehr verschiedener geographischer Breite, Zürich und München sind Inlandstationen am Nordfusse der Alpen ohne ausgesprochene Thallage. Klagenfurt wurde als excessive Thalstation nicht in diese Übersicht mit aufgenommen.

Die Stationen der Niederung zeigen in wirklich überraschender Weise trotz ihrer so ganz verschiedenen Lage die grösste Übereinstimmung, namentlich in Bezug auf die beiden Maxima im täglichen Gange des Luftdruckes. An heiteren Tagen ist überall, an der Küste wie im Inlande, das Vormittags-Maximum weitaus das Hauptmaximum, während das Abend-Maximum nur angedeutet ist; umgekehrt ist an trüben Tagen gerade das Abend-Maximum ausserordentlich stark entwickelt, dagegen das Vormittags-Maximum ganz abgeschwächt.

Was die Minima betrifft, so ist an heiteren Tagen überall das Nachmittags-Minimum sehr vertieft und weitaus das Hauptminimum, während das Morgen-Minimum sich eben nur bemerklich macht; an trüben Tagen ist an den Küstenstationen das Morgen-Minimum das Hauptminimum, an den Inlandstationen sinkt aber doch das Nachmittags-Minimum noch unter das Morgen-Minimum hinab und bleibt das Hauptminimum.

Zur Tabelle über den Gang des Barometers an den Gipfelstationen ist hier weiter nichts zu bemerken, da diese Verhältnisse schon früher erörtert worden sind. Hervorzuheben ist nur die ziemliche erratische Stellung, welche der Ben Nevis unter den Gipfelstationen einnimmt. Dieselbe findet wohl ihre Erklärung in der nördlichen Lage dieser Station und der unmittelbaren Nachbarschaft des Meeres auf der Westseite.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Übersicht über den täglichen Gang des Barometers an heiteren und trüben Tagen (Sommer).

I. Stationen der Niederung oder des Flachlandes.

	Ft. William	Hamburg	Triest	Zürich	München	Ft. William	Hamburg	Triest	Zürich	München
	heitere Tage					trübe Tage				
Mitternacht	·09	·06	·06	·12	·09	·56	·28	·51	·34	·40
1	·08	·08	·01	·10	·07	·33	·15	·25	·24	·31
2	·09	·05	—·03	·06	·06	·14	·00	·03	·07	·07
3	·08	·03	—·10	·05	·07	—·13	—·14	—·20	—·12	—·18
4	·11	·08	—·14	·08	·08	—·27	—·20	—·36	—·22	—·21
5	·14	·12	—·11	·23	·15	—·38*	—·21*	—·37*	—·23	—·20
6	·33	·26	—·01	·40	·36	—·32	—·17	—·35	—·15	—·16
7	·39	·38	·15	·54	·50	—·30	—·09	—·20	—·07	—·09
8	**·46**	·47	·31	**·61**	·55	—·22	—·01	—·11	·05	—·01
9	·39	**·54**	**·41**	·60	**·57**	—·25	·04	·16	·12	·04
10	·32	·46	·41	·54	·56	—·22	·07	·22	·15	·05
11	·13	·38	·37	·36	·49	—·22	·04	·22	·03	·02
Mittag	·04	·23	·28	·15	·28	—·14	·00	·11	—·08	—·07
1	—·15	·06	·13	—·11	—·03	—·13	—·06	—·02	—·21	—·17
2	—·25	—·18	—·01	—·32	—·23	—·09	—·07	—·16	—·27	—·24
3	—·39	—·32	—·13	—·50	—·41	—·16	—·10	—·23	—·30*	—·26
4	—·47	—·50	—·28	—·62	—·58	—·14	—·11	—·30	—·29	—·26*
5	—·54*	—·62	—·41	—·73*	—·68	—·11	—·15	—·28	—·29	—·25
6	—·46	—·64*	—·47*	—·71	—·72*	·01	—·12	— 25	—·22	—·18
7	—·37	—·54	—·39	—·58	—·68	·09	—·02	—·01	—·01	·00
8	—·13	—·38	—·23	—·33	—·41	·30	·15	·12	·25	·21
9	·01	—·17	—·01	—·07	—·20	·44	·26	·36	·39	·36
10	·11	·00	·08	·02	—·04	·57	**·29**	·37	**·42**	·41
11	·11	·05	·09	·11	·06	**·55**	·28	**·45**	·40	**·42**
Mittel	·24	·27	·19	·33	·33	·25	·13	·24	·20	·19

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

II. Gipfelstationen.

	Peissenberg	Hirschberg	Wendelstein	Obir	Ben Nevis	Säntis	Peissenberg	Wendelstein	Obir	Ben Nevis	Säntis
	heitere Tage						trübe Tage				
Mttn.	·15	·19	·14	·08	—·14	—·05	·31	·28	·43	·44	·28
2	·02	·00	—·13	—·19	—·31	—·33	·00	—·02	·19	—·06	—·03
4	—·11	—·20	—·32*	—·42*	—·46*	—·52*	—·31*	—·39	—·18	—·43	—·33
6	·02	—·05	—·19	—·38	—·36	—·39	—·28	—·42*	—·30	—·50*	—·32*
8	·21	·09	—·02	—·11	—·11	—·11	—·14	—·18	—·31*	—·36	—·21
10	**·42**	·16	·15	·11	·10	·20	—·01	—·07	—·18	—·22	—·01
Mttg.	·20	·02	·15	·22	·29	**·33**	—·05	—·05	—·06	—·04	·03
2	—·13	—·16	·00	·21	**·35**	·32	—·14	—·04	—·12	·09	—·04
4	—·31	—·19	—·04	·16	·25	·21	—·11	—·01	—·19	·13	—·05
6	—·38*	—·23*	—·09	·03	·15	·07	·00	·10	—·05	·16	—·01
8	—·18	·12	·10	·08	·15	·15	·26	·31	·20	·35	·29
10	·12	**·24**	**·25**	**·24**	·11	·12	**·46**	**·47**	**·51**	**·48**	**·40**

Der Ben Nevis hat auf seiner Westseite eine unendliche Ebene, welche tagsüber kühler bleibt als das Land auf seiner Ostseite, in der Nacht verhält es sich umgekehrt. Er steht daher unter ganz anderen Einflüssen als die übrigen der angeführten Berggipfel, welche ringsum von bei Tage sich stark erwärmenden Landflächen umgeben sind.

Analyse der täglichen Barometerschwankung an heiteren und trüben Tagen.

Die so eben mitgetheilten Thatsachen über die tägliche Oscillation des Barometers an heiteren und trüben Tagen in der Niederung und auf Berggipfeln scheinen sehr complicirter Natur zu sein, namentlich die letzteren bieten ein ziemlich verwirrendes Bild dar, man mag den täglichen Gang des Druckes durch Zahlen oder durch Curven zur Darstellung

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

bringen, reine einfache Gesetzlichkeit ist auch in dem Verlaufe der letzteren nicht zu erkennen.

Eine solche einfache Gesetzmässigkeit kommt aber sogleich zum Vorschein, sobald man die complexe tägliche Bewegung des Barometers, sowie sie uns unmittelbar in den Stundenwerthen des Luftdruckes entgegentritt, in ihre harmonischen Constituenten auflöst. Wir erkennen dann sogleich, dass die ganze Mannigfaltigkeit der Erscheinungen einfach dadurch entsteht, dass sich auf die gleichbleibende normale doppelte tägliche Schwankung des Barometers eine nach mannigfachen Einflüssen variirende einmalige tägliche Schwankung aufsetzt. Die Übereinanderlagerung der beiden täglichen Druckwellen der nach Amplitude wie Phasenzeit variablen einmaligen und der fast constant bleibenden doppelten Welle bringt die scheinbar ganz gesetzlose Vielfältigkeit der Bilder der complexen täglichen Druckwelle hervor.

Bevor ich auf den Versuch einer Erklärung des verschiedenen Ganges des Barometers an heiteren und trüben Tagen eintrete, will ich einige Beispiele dafür geben, in welch überraschender Weise sich die verschiedenartigen täglichen Druckwellen, wie sie die vorausgehenden Tabellen aufweisen, bloss als einfache Combinationen der variablen einmaligen täglichen Schwankung mit der constanten doppelten täglichen Oscillation herausstellen.

Gleichungen des täglichen Ganges des Barometers an heiteren und trüben Tagen.

Zürich:

heiter	$0{\cdot}501 \sin(355{\cdot}8+x)+0{\cdot}280 \sin(148{\cdot}8+2x)$
trüb	$0{\cdot}186 \sin(91{\cdot}2+x)+0{\cdot}276 \sin(146{\cdot}5+2x)$

Säntis:

heiter	$0{\cdot}341 \sin(217{\cdot}6+x)+0{\cdot}177 \sin(123{\cdot}7+2x)$
trüb .	$0{\cdot}234 \sin(147{\cdot}0+x)+0{\cdot}199 \sin(130{\cdot}3+2x)$

Das dritte periodische Glied, das ich aus den zweijährigen Beobachtungen versuchsweise rechnete, ist schon sehr klein:

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

	Säntis	Zürich
heiter	$0 \cdot 023 \sin (127 \cdot 9 + 3x)$	$0 \cdot 052 \sin (142 \cdot 0 + 3x)$
trüb	$0 \cdot 013 \sin (153 \cdot 4 + 3x)$	$0 \cdot 026 \sin (92 \cdot 1 + 3x)$

Auf dem Säntis ist also die Amplitude der einmaligen täglichen Schwankung bei heiterem Wetter grösser, als bei trüben, und zwar war dies in jedem der beiden Jahre der Fall, denn es war a_1 1893 heiter $0 \cdot 331$, trüb $0 \cdot 240$, und 1894 wieder $0 \cdot 353$ heiter und $0 \cdot 232$ trüb. Das Ergebniss, das ich in meiner letzten Abhandlung für den Sonnblick erhalten habe, war demnach bloss ein zufälliges, wie ich ja auch diese Möglichkeit hervorgehoben habe.

Der Unterschied der Phasenzeit der einmaligen Welle bei heiterem und trübem Wetter beträgt 70°6, d.i. $70 \cdot 6 \quad 15 = 4 \cdot 7$ Stunden circa, um welchen Betrag bei heiterem Wetter das Maximum (oder Minimum) früher eintritt, als bei trübem Wetter. Die doppelte tägliche Oscillation bleibt dagegen bei heiterem, wie bei trübem Wetter dieselbe, sowohl in Bezug auf die Amplitude ($0 \cdot 18$ gegen $0 \cdot 20$ *mm*), als auf die Phasenzeit (Unterschied 6°6, d.i. $6^{\circ}6 \quad 30 = 13$ Minuten bei einem Mittel aus bloss 72 Tagen, welche ungleichmässig, für heiter und trüb, über die Monate vertheilt waren).

Obir, Sommer:

heiter	$0 \cdot 228 \sin (202 \cdot 5 + x) + 0 \cdot 169 \sin (118 \cdot 3 + 2x)$
trüb	$0 \cdot 291 \sin (119 \cdot 8 + x) + 0 \cdot 199 \sin (113 \cdot 3 + 2x)$

Obir, Winter:

heiter	$0 \cdot 222 \sin (220 \cdot 8 + x) + 0 \cdot 191 \sin (143 \cdot 4 + 2x)$
trüb	$0 \cdot 135 \sin (106 \cdot 4 + x) + 0 \cdot 188 \sin (139 \cdot 6 + 2x)$

Man ersieht aus diesen Resultaten, dass die Amplitude der einmaligen täglichen Schwankung auf Bergen bald grösser, bald kleiner ist bei heiterem, gegenüber trübem Wetter. Dies erklärt sich dadurch, dass diese Oscillation ein Interferenz-Phänomen ist zwischen der einmaligen täglichen Schwankung, wie wir sie auch an der Erdoberfläche beobachten und der »thermischen« Druckschwankung auf den Berghöhen, also je nach der Höhe der letzteren und dem Temperaturgange in der

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Luftschichte zwischen der Station und der Erdoberfläche den mannigfachsten Modificationen unterliegt.

Auch der Obir zeigt wieder, dass auf Bergen die Phasenzeiten der einmaligen täglichen Druckwelle bei heiterem Wetter früher eintreten als bei trübem Wetter, im Sommer um $82^{\circ}7 \quad 15 = 5^1/_2$ Stunden, im Winter um $114^{\circ}4 \quad 15 = 7 \cdot 6$ Stunden; doch sind dies natürlich nur ganz vorläufige Resultate, weil aus zu wenigen Tagen abgeleitet.

Die doppelte tägliche Oscillation ist auch hier wieder constant. Die Phasenzeit verspätet sich vom Winter zum Sommer, wie dies auf Berggipfeln allgemein der Fall ist.[1]

Die interessantesten Resultate liefert die Analyse der täglichen Druckschwankungen an den bayrischen Stationen (Jahr 1892). Wir haben da:

München:

heiter. $0 \cdot 482 \sin (355 \cdot 5 + x) + 0 \cdot 265 \sin (136 \cdot 7 + 2x)$
trüb $0 \cdot 200 \sin (97 \cdot 2 + x) + 0 \cdot 247 \sin (139 \cdot 6 + 2x)$

Peissenberg:

heiter $0 \cdot 194 \sin (346 \cdot 3 + x) + 0 \cdot 245 \sin (130 \cdot 4 + 2x)$
trüb $0 \cdot 231 \sin (134 \cdot 3 + x) + 0 \cdot 216 \sin (139 \cdot 1 + 2x)$

Wendelstein:

heiter $0 \cdot 121 \sin (214 \cdot 9 + x) + 0 \cdot 211 \sin (137 \cdot 7 + 2x)$
trüb $0 \cdot 294 \sin (150 \cdot 5 + x) + 0 \cdot 200 \sin (134 \cdot 6 + 2x)$

München kommt völlig mit Zürich überein. Auf Peissenberg kaum 500 *m* über der bayrischen Hochebene, stimmt bei heiterem Wetter die Phasenzeit der einmaligen täglichen Schwankung dem Charakter nach noch überein mit jener zu München. Hier (München) Eintritt des Maximums um $6 \cdot 3^h$ Morgens, dort (Peissenberg) erst kurz vor 7^h Morgens. Amplitude sehr reducirt. Bei trübem Wetter dagegen hat auf Peissenberg die einmalige Druckwelle schon ganz den Charakter der thermischen Druck-

---

[1] Der hier erscheinende Unterschied von 0·8 Stunden ist viel zu gross; im Mittel ist der Unterschied bloss Winter (1894/95) $131^{\circ}5$ — Sommer (1894) $120^{\circ}3 = 11^{\circ}2$ oder kaum 22 Minuten. Auch die Amplitude des Sommers ist wohl nur zufällig so klein.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

schwankung der höheren Berggipfel; die Amplitude derselben ist grösser als bei heiterem Wetter. Bei letzterem überwiegt also die normale einmalige tägliche Welle wegen ihrer sehr grossen Amplitude noch die thermische Druckwelle in 500 *m* relativer Höhe, doch erscheint ihre Amplitude sehr verkleinert und die Phasenzeit um mehr als eine halbe Stunde verspätet. Bei trübem Wetter dagegen, wo die Amplitude der einmaligen täglichen Oscillation an der Erdoberfläche um mehr als die Hälfte kleiner ist, überwiegt in 500 *m* (relativ) Höhe schon die thermische Druckschwankung, die Amplitude der einmaligen Welle ist dann grösser als bei heiterem Wetter.

Auf der Station Wendelstein sehen wir die Weiterentwicklung dieser Verhältnisse mit zunehmender Höhe. Hier, 1200 *m* über der bayrischen Hochebene, finden wir die bekannte einmalige Druckschwankung der Erdoberfläche auch bei heiterem Wetter nicht mehr vor. Dadurch, dass die Phasenzeit der thermischen Druckschwankung um nahe 180° von jener der einmaligen Welle an der Erdoberfläche verschieden ist, schwächen sich die Amplituden der beiden Wellen gegenseitig stark ab, und die Amplitude der combinirten Welle ist desshalb ziemlich klein. Die heiteren Tage des Jahres 1889 ergeben dieselbe bloss zu 0·089 *mm* und die Winkelconstante zu 162·4. Bei trübem Wetter dagegen, wo die Amplitude der einmaligen täglichen Welle unten klein ist, hat die combinirte einmalige Druckschwankung auf dem Wendelstein eine viel grössere Amplitude.

Da die Amplituden, wie die Phasenzeiten der doppelten täglichen Oscillation bei heiterem, wie bei trübem Wetter, unten wie oben so gut als constant bleiben, so geben dieselben zu keinen weiteren Bemerkungen Anlass. Wir können desshalb auch von denselben ganz absehen, wenn es sich um die Erklärung der Modification der complexen täglichen Welle durch heiteres und trübes Wetter handelt, wie selbe uns unmittelbar aus den Beobachtungen entgegentritt, sei es an der Erdoberfläche, wie auch in verschiedenen Höhen.

Stellen wir in diesem Sinne die Amplituden und Phasenzeiten der einmaligen täglichen Barometerschwankung für die verschiedenen Höhen noch übersichtlich untereinander:

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Ort	Höhe relat.	heiter	trüb
München	0	$0 \cdot 482 \sin (355^\circ 5 + x)$	$0 \cdot 200 \sin (97^\circ 2 + x)$
Peissenberg	500	$0 \cdot 194 \sin (346 \cdot 3 + x)$	$0 \cdot 231 \sin (134 \cdot 3 + x)$
Wendelstein	1200	$0 \cdot 121 \sin (214 \cdot 9 + x)$	$0 \cdot 294 \sin (150 \cdot 5 + x)$

Die Änderungen der Amplituden und Phasenzeiten mit der Höhe gehen, wie man sieht, sehr regelmässig vor sich. Leider kann ich den Vergleich nicht für grössere Höhen fortsetzen, weil die für Obir und Säntis berechneten Werthe nicht mit den bayrischen Stationen correspondirenden Tagen angehören, oder überhaupt nicht direct vergleichbar sind; denn für so entfernte Örtlichkeiten wie München, Obir würden auch die Resultate aus correspondirenden Tagen nicht mehr gut vergleichbar sein.

Da die einmalige tägliche Barometerschwankung auf Bergen in erheblichem Grade mit dem Witterungscharakter (dem täglichen Gange der Temperatur und deren Amplitude) sich ändert, so können auch die für heiteres Wetter aus verschiedenen Perioden abgeleiteten Werthe nicht ganz mit einander übereinstimmen. Namentlich wird dies für die mittleren Höhen in der Übergangszone gelten. Ich gebe ein Beispiel dafür:

Heiteres Wetter	München
1889	$0 \cdot 480 \sin (348 \cdot 0 + x) + 0 \cdot 288 \sin (131^\circ 2 + 2x)$
1892	$0 \cdot 482 \sin (355 \cdot 5 + x) + 0 \cdot 265 \sin (136 \cdot 7 + 2x)$
	Wendelstein
1889.	$0 \cdot 089 \sin (162 \cdot 4 + x) + 0 \cdot 189 \sin (131 \cdot 8 + 2x)$
1892.	$0 \cdot 121 \sin (214 \cdot 9 + x) + 0 \cdot 211 \sin (137 \cdot 7 + 2x)$

In München stimmen die Resultate aus beiden Jahrgängen sehr gut miteinander, weniger auf dem Wendelstein, namentlich in Bezug auf die Phasenzeit, die allerdings bei so kleinen Amplituden, wie 1889, unsicher werden muss. Die doppelte tägliche Oscillation erweist sich auch bei diesem Vergleiche als eine bemerkenswerth constante Erscheinung.

Die Gleichungen für Ft. William und Ben Nevis für den Sommer, den Winter und das Jahr findet man am Schlusse dieser Abhandlung. Wir wollen jetzt die Gesammtheit der

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Erscheinungen überblicken und versuchen, zu einigen allgemeineren Resultaten zu gelangen. Zu diesem Zwecke wurde die folgende Tabelle zusammengestellt.

Amplituden und Phasenzeiten der einmaligen und doppelten täglichen Barometeroscillation an heiteren und trüben Tagen.

		Einmalige tägliche Schwankung				Doppelte tägliche Schwankung			
		heiter		trüb		heiter		trüb	
		Ampl.	Phas.-zeit	Ampl.	Phas.-zeit	Ampl.	Phasen-zeit	Ampl.	Phasen-zeit
A. Stationen an der Erdoberfläche									
Sommer	Ft. William.	·346	365°6	·352	124°0	·196	(157°9)	·213	(122°4)
	Hamburg ..	·426	348·3	·114	127·6	·210	133·8	·183	135·1
	Triest	·232	328·6	·136	117·1	·251	127·2	·342	128·1
	München ..	·482	355·5	·200	97·2	·265	136·7	·247	139·6
	Zürich	·501	355·8	·186	91·2	·280	148·8	·276	146·5
	Klagenfurt.	·876	365·4	·573	51·5	·197	148·7	·235	145·2
B. Berg- und Gipfelstationen									
Sommer	Peissenberg	·194	346·3	·231	134·3	·245	130·4	·216	139·1
	Wendelst. .	·094	192·8	·294	150·5	·199	135·0	·200	134·6
	Ben Nevis .	·342	215·2	·465	155·1	·102	118·8	·187	114·6
	Obir	·228	202·5	·291	119·8	·169	118·3	·199	113·3
	Säntis.....	·341	217·6	·234	147·0	·177	123·7	·199	130·3
Winter	Ben Nevis .	·369	238·1	·201	137·4	·155	150·1	·187	130·2
	Obir	·222	220·8	·135	106·4	·191	143·4	·188	139·6

Aus dieser Tabelle ergibt sich Folgendes:

A. Stationen an der Erdoberfläche. Die Amplitude der einmaligen täglichen Druckschwankung ist überall (Ft. William ausgenommen) an heiteren Tagen viel grösser als an trüben Tagen an den Küstenstationen wie an den Inlandstationen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die Grösse der Amplituden selbst und der Unterschied derselben bei heiterem und trübem Wetter ist aber, wie zu erwarten, örtlich sehr verschieden.

Die Phasenzeit der einmaligen Druckschwankung bei heiterem Wetter ist, Triest ausgenommen, überall ziemlich nahe die gleiche, der constante Winkel (A_1) liegt überall mehr weniger nahe bei 360°, welcher Winkel dem Eintritt des Maximums um 6^h Morgens entsprechen würde. Bei trübem Wetter liegt der Winkel A_1 fast überall (das extreme Klagenfurt ausgenommen) im zweiten Quadranten, der Unterschied $A_1 - A_2$ ist im Mittel der drei Küstenstationen 135° = 9 Stunden, im Mittel von München und Zürich als Inlandstationen circa 99° = 6·6 Stunden. Heiteres Wetter bedingt demnach einen bedeutenden Phasenunterschied der einmaligen Druckschwankung gegenüber dem bei uns ziemlich vorherrschenden trübem Wetter.

Die doppelte tägliche Schwankung bleibt bei heiterem und trübem Wetter in Bezug auf Phasenzeit und Amplitude die gleiche. Die Unterschiede liegen innerhalb der Fehlergrenze der Bestimmung dieser Grössen aus den Registrirungen weniger und zerstreuter Tage.

Erlaubt man sich Mittelwerthe zu bilden, so erhält man für die Stationen der Niederung:

(In Betreff der thatsächlichen Unterschiede der Phasenzeiten der einmaligen täglichen Welle ist dabei wohl zu beachten, dass dieselben durch die so verschiedene Tageslänge und Zeit des Sonnenaufgangs zu Ft. William, Hamburg und Triest bedingt sein dürften).

Einmalige tägliche Schwankung: Amplituden[1] heiter 0·477 *mm*, trüb 0·260 *mm*, Phasenzeiten: heiter $A_1 = 353·2$, trüb $A_1 = 101°4$. Also Eintritt des Maximums der einmaligen täglichen Druckwelle $6^1/_2{}^h$ Morgens bei heiterem Wetter, circa 11^h Nachts bei trübem Wetter.

Doppelte tägliche Schwankung. Amplituden: heiter 0·233, trüb 0·249, Phasenzeiten[2] heiter $A_2 = 139°0$, trüb $A_2 = 138·9$, somit kein Einfluss der Witterung bemerkbar.

---

[1] Die Mittelwerthe der Amplituden haben selbstverständlich keine Bedeutung als absolute Werthe, nur die Differenzen haben reelle Bedeutung.

[2] Ohne Ft. William.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Da die doppelte tägliche Schwankung bei heiterem und trübem Wetter die gleiche bleibt (Eintritt der Minima circa $4^1/_2{}^h$ Morgens und Abends, der Maxima um $10^1/_2{}^h$ Vormittags und Nachts), die einmalige tägliche Schwankung aber mit variablen Phasenzeiten sich derselben auflagert, so entstehen die folgenden Hauptmodificationen:

Heiteres Wetter. Das sehr verstärkte Maximum der einmaligen täglichen Schwankung erreicht noch zum Theil das Morgen-Maximum der doppelten Welle, dies gibt ein hohes Vormittags-Maximum, daneben ziemlich unterdrücktes nächtliches Minimum. Das Abend-Minimum der einfachen Welle verstärkt das Nachmittags-Minimum der doppelten Welle und neutralisirt zugleich zum Theil das Abend-Maximum derselben. So entsteht der für das heitere Wetter charakteristische tägliche Gang des Barometers.

Trübes Wetter. Hier sind die Verhältnisse ziemlich die entgegengesetzten. Die extremen und die gleichen Phasenzeiten der beiden Wellenzüge liegen aber einander noch näher, und das Interferenz-Phänomen kommt noch reiner zum Ausdruck. Da aber die Amplituden der einmaligen täglichen Schwankung jetzt kleiner sind, kommt es trotzdem zu keiner erheblicheren Verstärkung, respective Unterdrückung der Maxima und Minima. Das Maximum der einmaligen Welle trifft fast zusammen mit dem Abend-Maximum der doppelten Welle, daher ist bei trübem Wetter das Abend-Maximum so sehr verstärkt, das Vormittags-Maximum aber abgeschwächt. Das Morgen-Minimum wird etwas verstärkt, das Nachmittags-Minimum abgeschwächt. Das ist der charakteristische tägliche Gang des Barometers an trüben Tagen.

Für die Bergstationen erhält man folgende Mittelwerthe der Amplituden und Phasenzeiten. Peissenberg wurde von der Mittelbildung ausgeschlossen, weil an dieser Station sich der Übergang von der Druckschwankung in der Niederung zu jener der eigentlichen Bergstationen vollzieht.

Einmalige tägliche Schwankung. Amplitude: heiter 0·251, trüb 0·325, Phasenzeiten heiter: $A_1 = 270°0$, trüb $A_1 = 143°1$. Die Amplitude bei trübem Wetter ist überwiegend grösser als die bei heiterem Wetter über die Ursache dieser

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Erscheinung habe ich mich schon früher ausgesprochen. Was die Phasenzeiten anbelangt, so tritt bei heiterem Wetter das Minimum etwas nach 4^h Morgens ein, bei trübem Wetter erst gegen $8^1/_2{}^h$ Morgens, also circa $4^1/_2$ Stunden später.

Doppelte tägliche Schwankung. Amplituden: heiter 0·162, trüb 0·196. Ich habe in einer früheren Abhandlung gezeigt, dass die thermische Druckschwankung die Tendenz hat, die Amplitude der doppelten Oscillation in der Höhe etwas abzuschwächen, der kleine Unterschied obiger Amplitude könnte darin seinen Grund haben, wenn er nicht innerhalb der Fehlergrenze liegt. Phasenzeiten heiter $A_2 = 124 \cdot 0$, trüb 123°2, also kein Unterschied.

Also auch auf den Berggipfeln ist die doppelte tägliche Oscillation bei heiterem und trübem Wetter die gleiche.

Der Winkel A_2 war für die Niederung im Mittel 139°, für unsere Bergstationen ist derselbe dagegen 124°, was einer Verspätung der Phasenzeiten gerade um eine halbe Stunde entspricht. Diese Verspätung ist ein Effect der thermischen Druckschwankung auf den Berghöhen.

Die Eigenthümlichkeiten des thatsächlichen täglichen Ganges des Barometers auf den Berggipfeln, wie sie uns in den Stundenmitteln des Luftdruckes bei heiterem und trübem Wetter entgegentreten, kommen in ganz analoger Weise zu Stande, wie jene in der Niederung durch die Auflagerung der mit der Witterung variablen einmaligen täglichen Druckwelle auf die constante doppelte tägliche Welle. Es liegen aber hier die Phasenzeiten wie die Amplituden der einmaligen täglichen Welle bei heiterem und trübem Wetter einander näher, wie in der Niederung, dagegen liefert die verschiedene Seehöhe eine neue Ursache mehrfacher Modificationen. Es wäre schon desshalb überflüssig, auf die möglichen verschiedenen Combinationen hier näher einzutreten.

Ist die tägliche Druckschwankung in der Niederung erklärt, so auch die auf den Berggipfeln. Diese letztere hat ja die gleiche Ursache und wird nur modificirt durch die thermische Druckschwankung. Diese thermische Druckschwankung lässt sich aber jederzeit berechnen, vorausgesetzt, dass

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

der tägliche Gang der Lufttemperatur in der Luftschichte unterhalb der Bergstation gegeben ist.

Die wahrscheinliche Ursache des verschiedenen Ganges des Barometers bei heiterem und trübem Wetter.

Fassen wir die Unterschiede im täglichen Gange des Barometers bei heiterem und trübem Wetter näher ins Auge. Dieselben geben uns vielleicht einen Fingerzeig auf die diesen Unterschieden zu Grunde liegenden Vorgänge.

Ich habe zu diesem Behufe die Differenzen der Abweichungen der Stundenmittel vom Tagesmittel bei heiterem und trübem Wetter für folgende Stationsgruppen gebildet:

Küstenstationen: Hamburg, Triest.

Inlandstationen: Klagenfurt, München, Zürich. Letzterer Station wurde das doppelte Gewicht gegeben, weil der tägliche Gang aus einer doppelt so langen Beobachtungszeit abgeleitet ist, als jene, die den Werthen für Klagenfurt und München zu Grunde liegt.

Ich habe zudem aus den von Herrn Leyst im Repertorium für Met. B. XVI, Nr. 8 mitgetheilten Zahlen den täglichen Gang des Barometers zu Pawlowsk bei sehr hohem und bei sehr niedrigem Luftdruck (im Sommer) abgeleitet und die Differenz Anticyclone—Cyclone gebildet, die den Differenzen heiter—trüb so ziemlich äquivalent ist. Auf die zu Grunde liegenden Zahlen selbst werde ich später ausführlicher zurückkommen.

Die Unterschiede im täglichen Gange heiter—trüb sind für die beiden Stationsgruppen, sowie für Pawlowsk bei sehr hohem und niedrigem Luftdrucke ganz die gleichen wie nachstehende Tabelle zeigt.

Wie man aus der kleinen Tabelle sogleich ersieht, ist der Unterschied im täglichen Gange des Barometers an heiteren und trüben Tagen ein merkwürdig regelmässiger und allerorten übereinstimmender. Von 3^h a. bis 3^h p. ist der Luftdruck bei heiterem Wetter höher, die übrige Zeit hindurch tiefer als bei trübem Wetter. Zwischen 7^h und 8^h Morgens ist der positive Unterschied am grössten, der Luftdruck bei heiterem Wetter also relativ am höchsten, um 8^h Abends ist letzterer am kleinsten. Der Unterschied im täglichen Barometergange bei heiterem

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

und trübem Wetter wird allgemein ausgedrückt durch die ganztägige Druckwelle

$$\text{heiter—trüb} = 0{\cdot}5 \sin (330^\circ + x),$$

denn die Amplitude der halbtägigen Druckwelle liegt innerhalb der Fehlergrenze der Bestimmungen.

Unterschied im täglichen Gange des Barometers bei heiterem und trübem Wetter (heiter—trüb).

	Küstenstationen		Inlandstationen		Pawlowsk Anticyclone—Cyclone	
	Vormittag	Nachmittag	Vormittag	Nachmittag	Vormittag	Nachmittag
1^h	—·15	·14	—·21	·12	—·30	·24
2	—·01	·03	—·04	·00	—·09	·11
3	·13	—·05	·16	—·15	·06	—·04
4	·25	—·19	·38	—·30	·21	—·18
5	·29	—·30	·41	—·41	·36	—·32
6	·39	—·37	·56	—·51	·44	—·43
7	·42	—·45	·64	—·60	·53	—·46
8	·45	—·43	·59	—·60	·56	—·53
9	·38	—·40	·51	—·53	·57	—·55
10	·30	—·29	·44	—·46	·53	—·53
11	·25	—·30	·38	—·36	·44	—·46
12	·20	—·34	·27	—·28	·33	—·42

Die Gleichungen, durch welche dieser Unterschied im täglichen Gange des Barometers dargestellt wird, sind:

Küstenorte (Hamburg, Triest)

$$0{\cdot}423 \sin (329^\circ{\cdot}0 + x) + 0{\cdot}032 \sin (311^\circ{\cdot}2 + 2x).$$

Inlandorte (Zürich, München, Klagenfurt)

$$0{\cdot}535 \sin (331{\cdot}8 + x) + 0{\cdot}018 \sin (279{\cdot}5 + 2x).$$

Anticyclone—Cylone (Pawlowsk) Sommer

$$0{\cdot}562 \sin (319{\cdot}6 + x) + 0{\cdot}023 \sin (265{\cdot}0 + 2x).$$

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Dem constanten Winkel 330° entsprechen die Phasenzeiten 8^h a. Maximum, 8^h p. Minimum. Der tägliche Gang des Barometers an heiteren Tagen entspringt daher aus jenem an trüben Tagen dadurch, dass auf letzteren eine eintägige Druckwelle mit einem Maximum um 8^h Morgens und einem Minimum um 8^h Abends und einer Amplitude von 0·4—0·5 *mm* aufgesetzt wird. Die einmalige tägliche Barometerschwankung bei trübem Wetter entspricht im Mittel ungefähr dem Ausdrucke:

$$\text{Tägl. einmalige Druckschwankung bei trübem Wetter} = 0{\cdot}2 \sin (90^\circ + x),$$

also mit einem Maximum um Mitternacht und einem Minimum um Mittag.

Bei Betrachtung der in der vorigen Tabelle enthaltenen Druckunterschiede fiel mir sogleich auf, dass dieselben vollständig denselben Charakter haben, wie die Unterschiede im täglichen Gange des Barometers auf dem Lande und an der Küste oder auf Inseln. So ist z. B. der Unterschied im täglichen Gange des Barometers zu Valentia an der irischen Küste in rein oceanischer Lage gegen jenen zu Kew in Mittelengland der folgende:

Kew—Valentia, d. i. Land—Küste im Juni

Differenzen des täglichen Barometerganges (*mm*)

Mittn.	2	4	6	8	10	Mittg.	2	4	6	8	10
·11	·19	·38	·45	·40	·15	—·13	—·36	—·48	—·44	—·13	—·05

Mit einer kleinen Verschiebung in der Phase ist dieser Unterschied im täglichen Barometergange ganz derselbe wie jener zwischen heiterem und trübem Wetter. Die Gleichung, welche diese Unterschiede ausdrückt, ist:

$$0{\cdot}44 \sin (14{\cdot}5 + x) + 0{\cdot}08 \sin (192^\circ{\cdot}3 + 2x).$$

Dieselbe entspricht bis auf den Unterschied der Phasenzeit, der vielleicht in dem Breiteunterschied begründet sein mag, völlig den obigen Gleichungen für die Druckunterschiede heiter – trüb.

In dem Unterschiede Kew—Valentia tritt aber der Unterschied im täglichen Barometergange zwischen Land und See noch nicht so rein zu Tage wie in den von Henry Blanford

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

discutirten vierstündigen Luftdruckbeobachtungen auf dem Meere in der Gegend der Sandheads (Mündung des Hugly) im Vergleich zu den correspondirenden Beobachtungen zu Calcutta[1]. Diese Unterschiede geben folgende Gleichung:

Täglicher Barometergang Calcutta—Sandheads (Jänner)

$$0 \cdot 70 \sin (343^\circ 2 + x).$$

Dagegen war

$$\text{Heiter—trüb} = 0 \cdot 50 \sin (330 + x).$$

Der Unterschied im täglichen Gange des Luftdruckes Land—Meer bei der Hugly-Mündung hat sein Maximum um 7^h a., heiter—trüb (unter circa 50° Breite), hatte das Maximum um 8^h a. Wir können also ganz bestimmt den Satz aussprechen: Der Unterschied im täglichen Gange des Barometers bei heiterem und bei trübem Wetter entspricht vollkommen dem Unterschiede zwischen dem täglichen Gange des Luftdruckes über dem Lande und über der angrenzenden See.

Ich glaube, man darf darauf gestützt nun weitergehen und geradezu den Satz aussprechen: Die Orte barometrischer Maxima mit klarem Himmel und grosser täglicher Wärmeschwankung reagiren in Bezug auf die täglichen Druckschwankungen gerade so auf die Orte barometrischer Minima mit bedecktem Himmel und kleiner täglicher Wärmeschwankung, wie die Landflächen auf die benachbarten Wasserflächen. Allerdings kommt es zu keinem Analogon der Land- und Seewinde, wohl aber tritt eine Verminderung der Gradienten bei Tag und eine Verstärkung derselben bei Nacht ein. Ein wesentlicher Unterschied liegt ja darin, dass die Grenze zwischen Wasser und Land eine scharfe ist. Dieses Grenzgebiet ist das Gebiet des unmittelbaren Luftaustausches, der sich wohl nicht viel über 1000—1500 *m* hinauf erstreckt. Die Gebiete heiteren und trüben Wetters verhalten sich etwas anders.

---

[1] Meteorologische Zeitschrift, B. XII, 1877, S. 131.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Bildet man die Differenzen heiter—trüb für einen höheren Berggipfel, so bekommt man natürlich fast den umgekehrten Gang, gegenüber jenem in der Niederung. Die Gradienten werden bei Nacht vermindert, bei Tag vergrössert, in der Richtung von der heiteren zur trüben Area oder in der Richtung von der Anticyclone zur Cyclone. In einem Niveau, wo kein mittlerer Gradient mehr vorhanden wäre, würde in der Nacht ein Druckgefälle von der Area trüben Wetters gegen die Area heiteren Wetters herrschen, bei Tag aber umgekehrt. Es ist natürlich genau dasselbe, was über Land und See in der Höhe eintritt, wo wir aber die Umkehrung der Gradienten zwischen Tag und Nacht nur aus den oberen Luftströmungen erschliessen können,[1] nicht aber aus dem täglichen Gange des Luftdruckes in der Höhe. Bildet man die Unterschiede im täglichen Gange des Luftdruckes bei heiterem und trübem Wetter für die Stationen Säntis und Obir, so erhält man:

Heiter—trüb, Säntis und Obir. Mittlere Höhe circa 2200 *m*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
					Vormittag						
—·38	—·34	—·29	—·21	—·14	—·08	·06	·15	·20		·27	·29
					Nachmittag						
·31	·34	·35	·31	·19	·08	—·06	—·13	—·22	—·27	—·31	—·34

Diesen Zahlen entspricht die Gleichung:

$$0\cdot352 \sin (258\cdot3+x)+0\cdot023 \sin (304^{\circ}4+2x).$$

Amplituden wie Phasenzeiten dieser Differenzen hängen natürlich von der Höhe ab, für welche sie gebildet worden sind, eine vollständige Umkehrung des Ganges der Differenzen wäre erst in einer bestimmten sehr grossen Höhe zu erwarten. Für den Wendelstein z. B. haben die Differenzen noch fast völlig denselben Gang wie an der Erdoberfläche.

Die einmalige tägliche Barometerschwankung ist kein so ganz local bedingtes Phänomen, wie es mir selbst früher geschienen hat, ein allgemeiner Charakter herrscht doch immer

---

[1] Wie sie bei Ballonfahrten direct nachgewiesen worden sind, soweit sie nicht schon durch den Wolkenzug ersichtlich werden.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

vor, entweder der der Anticyclone (heiteres Wetter) oder jener des cyclonalen Witterungscharakters. Jener hat sehr grosse tägliche Amplituden, selbst noch in ziemlich hohen Breiten mit einem Maximum circa um 6^h Morgens und einem Minimum um 6^h Abends, die tägliche Druckschwankung des letzteren hat eine viel kleinere Amplitude und das Maximum fällt auf Mitternacht, das Minimum auf Mittag.

Herr Dr. Margules hat durch eine rein theoretische Untersuchung nachgewiesen,[1] dass in einer universellen, um die ganze Erde herumlaufenden ganztägigen thermischen Druckwelle das Maximum des Druckes mit dem Maximum der Temperatur zusammenfallen, also etwa um 6^h Abends eintreten müsste. Die Beobachtungen lassen keine derartige Druckwelle erkennen. Hingegen liefert die Theorie stehender Schwingungen in einem kleinen Theile der Atmosphäre Erscheinungen, die mit den Beobachtungen in sehr guter Übereinstimmung stehen. Unter Annahme einer täglichen Wärmeschwankung von 3° an der Erdoberfläche mit rascher Abnahme derselben nach oben und den Wendestunden 6^h a. (Minimum) und 6^h p. (Maximum)[2] ergibt die Theorie den Eintritt des Druckmaximums an der Erdoberfläche um 6^ha., von 2000*m* Höhe an aber um 6^h Abends. Dies stimmt sehr gut mit dem täglichen Barometergange bei heiterem Wetter (ganztägige Druckwelle), wenn man berücksichtigt, dass die Abnahme der Temperatur-Amplituden nach oben wohl erheblich langsamer vor sich geht, als der Rechnung zu Grunde gelegt wurde.

Berechnung des täglichen Ganges der wahren mittleren Lufttemperatur bei heiterem und bei trübem Wetter.

Die früher mitgetheilten täglichen Luftdruckänderungen an den gleichen heiteren und den gleichen trüben Tagen in der Niederung und auf angrenzenden Berggipfeln gestatten, den täglichen Wärmegang in der Luftschichte zwischen der Niederung und dem betreffenden Berggipfel zu berechnen. Um

---

Luftbewegungen in einer rotirenden Sphäroidschale, III. Theil, von Dr. Max Margules. Diese Sitzungsber., B. CII, Abth. II. a., December 1893.

[2] Was den Beobachtungen in Bezug auf die wahre Lufttemperatur sehr nahe kommt, wie wir auch hier noch sehen werden.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

nicht ganz auf meine früheren bezüglichen Abhandlungen verweisen zu müssen, wiederhole ich hier nur kurz, dass diese Berechnung in der Art erfolgt, dass die tägliche Druckschwankung in der Niederung zunächst auf das Niveau des Berggipfels dadurch reducirt wird, dass man die Amplituden im Verhältnisse von $b:B$ verkleinert (die Phasenzeiten bleiben unverändert) und diese reducirte Druckschwankung von der auf dem Berggipfel thatsächlich beobachteten abzieht. Die Differenz entspricht der »thermischen Druckschwankung«, welche durch den täglichen Wärmegang in der Luftschichte zwischen der Niederung und dem Berggipfel hervorgerufen wird. Hierauf multiplicirt man die Amplituden dieser thermischen Druckschwankung mit dem Quotienten $dt:db = RT^2:bh$, wo R die bekannte Constante (für trockene Luft 29·3, für feuchte Sommerluft kann dafür etwa 30·4 gesetzt werden), T die mittlere Temperatur der Luftschichte von der Dicke h (zwischen Niederung und Berg) in absolutem Temperaturmaass (T_0 also 273 für ganz trockene Luft, für feuchte Sommerluft setze ich 263, also Ausdehnungscoëfficient $\alpha = 0 \cdot 0038$), b ist der Barometerstand der oberen Station.

Wollen wir also z. B. den täglichen Gang der Lufttemperatur an heiteren und trüben Tagen in der Luftschichte zwischen Zürich und dem Säntisgipfel berechnen, so steht die Rechnung mit Beziehung auf die früher mitgetheilten Beobachtungsergebnisse so:

Heitere Tage.

Säntis—Zürich . . . $h = 2500 - 496 = 2004\ m$,
Mittl. Lufttemperatur $(t+t'):2 = 12 \cdot 6$, $T = 275 \cdot 6$, $b = 568 \cdot 4$,
somit Factor . $dt:db = 2 \cdot 03$.

A täglicher Barometergang zu Zürich, B reducirt auf Säntis durch Multiplication mit 568 720 = 0·789, C beobachteter täglicher Barometergang auf dem Säntisgipfel

A	$\ldots -0 \cdot 037 \cos x + 0 \cdot 500 \sin x + 0 \cdot 145 \cos 2x - 0 \cdot 240 \sin 2x$
B	$-0 \cdot 029 \cos x + 0 \cdot 393 \sin x + 0 \cdot 114 \cos 2x - 0 \cdot 188 \sin 2x$
C	$-0 \cdot 208 \cos x - 0 \cdot 270 \sin x + 0 \cdot 147 \cos 2x - 0 \cdot 098 \sin 2x$
$C-B$ . .	$\ldots -0 \cdot 179 \cos x - 0 \cdot 663 \sin x + 0 \cdot 033 \cos 2x + 0 \cdot 090 \sin 2x$

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Somit entspricht der thermischen Druckschwankung auf dem Säntisgipfel die Gleichung:

$$0 \cdot 687 \sin (195 \cdot 1 + x) + 0 \cdot 096 \sin (20^{\circ} 1 + 2x).$$

Der dieser thermischen Druckschwankung zu Grunde liegende tägliche Gang der Lufttemperatur aber wird ausgedrückt durch die Gleichung

$$1^{\circ} 40 \sin (195^{\circ} 1 + x) + 0 \cdot 19 \sin (20^{\circ} 1 + 2x),$$

die durch Multiplication der Coëfficienten der Druckgleichung mit dem Factor $2 \cdot 03$ entsteht.

Für trübes Wetter hatten wir $(t + t')\ 2 = 8^{\circ}$, T somit 271, $b = 563 \cdot 7$, Factor $1 \cdot 98$.

Die weitere Rechnung nach dem vorigen Schema ergibt dann:

Gang der Lufttemperatur zwischen Zürich und Säntis bei trübem Wetter

$$0 \cdot 38 \sin (185 \cdot 3 + x) + 0 \cdot 12 \sin (32 \cdot 9 + 2x).$$

Die Amplitude ist kaum ein Drittel von jener bei heiterem Wetter, der Eintritt der Extreme um 40 Minuten verspätet.

Der tägliche Gang der beobachteten Lufttemperatur zwischen Zürich und Säntis (wenn man den täglichen Gang von Bern für jenen von Zürich setzen darf) ist dagegen im Mittel Juni—September inclusive

$$2 \cdot 25 \sin (222 \cdot 7 + x) + 0 \cdot 37 \sin (36 \cdot 2 + 2x).$$

Der allgemeine Charakter des beobachteten und des berechneten Temperaturganges ist der gleiche, jedoch hat der beobachtete Gang eine erheblich grössere Amplitude und verfrühte Extreme. Setzt man für heiter und trüb im Mittel $A_1 = 190^{\circ}$ und a_1 wegen des Übergewichtes trüben Wetters $= 0 \cdot 7$, so ist die beobachtete Amplitude etwa drei Mal grösser und die Verspätung der Extreme der wahren Lufttemperatur gegen die Beobachtung beträgt circa 2 Stunden.

Berechnet man in gleicher Weise den täglichen Gang der Temperatur in der 1600 *m* mächtigen Luftschichte zwischen Klagenfurt und Obir, so erhält man:

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Täglicher Wärmegang zwischen Klagenfurt und Obir im Sommer.

Heiter.	$.2 \cdot 31 \sin (189 \cdot 4 + x) + 0 \cdot 21 \sin (47 \cdot 8 + 2x)$
trüb	$1 \cdot 07 \sin (194 \cdot 9 + x) + 0 \cdot 26 \sin (41 \cdot 3 + 2x)$.

Die Amplituden sind hier grösser, was auch zu erwarten war, da die Luftschichte weniger mächtig ist, tiefer liegt und stärker erwärmt wird, die Phasenzeiten sind die gleichen wie für Zürich—Säntis.

Ich habe auch für den Winter 1894/95 den täglichen Temperaturgang zwischen Klagenfurt und Obir berechnet. Obgleich ich dem Resultat keinen erheblichen Werth beilege, will ich dasselbe doch hier anführen:

Täglicher Wärmegang zwischen Klagenfurt und Obir im Winter.

Heiter.	$.1 \cdot 20 \sin (168 \cdot 1 + x) + 0 \cdot 10 \sin (166 \cdot 8 + 2x)$,
trüb	$.0 \cdot 54 \sin (157 \cdot 7 + x) + 0 \cdot 29 \sin (164 \cdot 4 + 2x)$.

Die Amplitude der täglichen Schwankung der wahren Lufttemperatur zwischen Klagenfurt und Obir ist selbst im Winter ziemlich erheblich. Die beobachtete Amplitude (2^h—7^h) ist ja grösser als 5·2 an heiteren Tagen und selbst noch an ganz trüben Tagen 2°6. Auf die so stark verspäteten Phasenzeiten möchte ich vorläufig gar kein Gewicht legen.

Temperaturgang in der Luft, nach den bayrischen Höhenstationen. Die Stationen, welche der Rechnung zu Grunde gelegt werden können und die zur selben benöthigten Mittelwerthe der meteorologischen Elemente sind:[1]

München . . .	$h = 526 \cdot 4$,	$b = 714$,	Temperatur[1] heiter 19°1,	trüb 13°0
Peissenberg	$h = 993 \cdot 9$,	$b = 679$,	17·9	9·0
Wendelstein	$h = 1727 \cdot 2$,	$b = 622$,	12·9	3·8

Damit erhält man aus den Gleichungen des täglichen Barometerganges:

---

[1] Mittel aus (Min.+2^h) 2, was für vorliegenden Zweck genügt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Täglicher Wärmegang zwischen München—Peissenberg. $h = 467 \cdot 5\,m$.

Heiter.	$.2 \cdot 02 \sin (182 \cdot 2 + x) + 0 \cdot 21 \sin (30^\circ 3 + 2x)$,
trüb	$.0 \cdot 99 \sin (189 \cdot 1 + x) + 0 \cdot 14 \sin (323^\circ 1 + 2x)$.

Für die nächste Höhenstufe Peissenberg—Wendelstein ergibt sich:

Täglicher Wärmegang zwischen Peissenberg und Wendelstein. $h = 733 \cdot 3\,m$.

Heiter	$1^\circ 41 \sin (185 \cdot 7 + x) + 0 \cdot 16 \sin (251 \cdot 0 + 2x)$,
trüb	$0 \cdot 52 \sin (183 \cdot 2 + x) + 0 \cdot 08 \sin (55 \cdot 3 + 2x)$.

Wie zu erwarten, ist in der höheren Luftschichte zwischen den Gipfeln Peissenberg—Wendelstein die Amplitude der täglichen Wärmeschwankung kleiner als in der unteren Schichte München—Wendelstein. Die Phasenzeiten des täglichen Wärmeganges sind aber dieselben. Ich habe aus einem anderen Jahrgange 1889, da von 1892 die Beobachtungen fehlen, auch für die Luftschichte Bayrisch-Zell—Wendelstein den täglichen Wärmegang berechnet, allerdings nur für heiteres Wetter.

Bayrisch-Zell.	$h = 802 \cdot 1$, $b = 694$, $t = 16^\circ 0$ heiter
Wendelstein	$h = 1727 \cdot 2$, $b = 621$, $t = 11 \cdot 0$

Täglicher Wärmegang zwischen Bayrisch-Zell und Wendelstein. $h = 925\,m$.

Heiter	$1 \cdot 81 \sin (188^\circ 0 + x) + 0 \cdot 19 \sin (268^\circ 8 + 2x)$.

Die Amplitude der täglichen Wärmeschwankung ist, wie zu erwarten, etwas grösser zwischen der Thalstation Bayrisch-Zell und Wendelstein, als zwischen der höheren Gipfelstation Peissenberg und Wendelstein. Die Phasenzeiten sind aber die gleichen. Die Übereinstimmung der Resultate aus verschiedenen Jahrgängen und aus verschiedenen Stationen bekräftigt die Richtigkeit derselben. Bayrisch-Zell liegt unmittelbar am Fusse des Wendelstein in einem von hohen Bergen eingeschlossenen ziemlich engen Gebirgsthale; der Peissenberg liegt ziemlich weit vom Wendelstein im Westen desselben und die Station

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

liegt auf dessen frei aus der Hochebene aufragendem Gipfel. Trotzdem erhält man aus dem täglichen Gange des Luftdruckes die gleichen Resultate für den täglichen Wärmegang. Dies scheint mir ein starker Beweis dafür zu sein, dass die Methode der Berechnung richtig ist und reelle Resultate liefert.[1]

Endlich liefert München—Wendelstein für die ganze zwischenliegende Höhenschichte von 1201 *m* folgenden täglichen Wärmegang:

Temperaturgang zwischen München und Wendelstein.
$h = 1201\ m.$

Heiter.	$1 \cdot 64 \sin (184^\circ 0 + x) + 0 \cdot 06 \sin (306^\circ 7 + 2x)$,
trüb	$0 \cdot 71 \sin (184 \cdot 2 + x) + 0 \cdot 07 \sin (\ \ 7 \cdot 2 + 2x)$.

Die Phasenzeiten sind wieder die gleichen, die Amplituden liegen zwischen den früher erhaltenen, ganz wie es sein muss. Die Höhenintervalle München—Peissenberg und Peissenberg—Wendelstein verhalten sich sehr nahe wie 0·4 zu 0·6. Wir hätten somit $(2 \cdot 02 \times 0 \cdot 4) + (1 \cdot 41 \times 0 \cdot 6) = 1 \cdot 65$, also ganz wie oben. Dürfte man sich erlauben auf den aus anderen Jahrgängen erhaltenen Temperaturgang zwischen Zürich und Säntis den gleichen Rechnungsmodus anzuwenden, um die Temperatur-Amplitude in der nächst höheren Luftschichte Wendelstein—Säntis (circa 800 *m*) zu erhalten, so würde man erhalten:

Temperatur-Amplitude in der Luftschichte Wendelstein—Säntis.

$$(1 \cdot 64 \times 0 \cdot 60) + (x \times 0 \cdot 40) = 1 \cdot 40 \qquad x = 1 \cdot 04 \text{ heiter,}$$
$$(0 \cdot 71 \times 0 \cdot 60) + (x \times 0 \cdot 40) = 0 \cdot 57^{2} \qquad x = 0 \cdot 36 \text{ trüb.}$$

Natürlich können diese Resultate nur als Schätzungen betrachtet werden, die bloss zum Zwecke einer Vervollständigung der folgenden kleinen Übersicht über die Amplituden

---

[1] Ich bemerke dies namentlich den vom Herrn Leon Teisserenc de Bort erst kürzlich wieder aufgestellten Ansichten gegenüber und halte dessen verticale Luftdruckgradienten für nicht reel.

[2] Im Mittel von Zürich—Säntis, München—Wendelstein, Klagenfurt—Obir. Der direct erhaltene Werth von 0·38 ist für 1892 jedenfalls zu klein.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

und Phasenzeiten der täglichen Wärmeschwankung in den verschiedenen Höhenschichten dienlich sein mögen.

Amplituden und Phasenzeiten (von Mitternacht gezählt) des täglichen Wärmeganges bei heiterem und bei trübem Wetter in verschiedenen Höhenschichten.

Orte	ΔH	H[1]	heiter		trüb	
			Amplitude	Phas.-zeit	Amplitude	Phas.-zeit
München—Peissenberg	470	230	2·02	182°	0·99	189°
Peissenberg—Wendelstein..	730	850	1·41	186	0·52	183
Wendelstein—Säntis ...	800	1600	1·04	(195)	0·36	185
Klagenfurt—Obir .	1600	800	2·31	189	1·07	195
Bayrisch-Zell—Wendelstein.	930	460	1·81	188	—	—

In dieser kleinen Zusammenstellung ist zunächst die Constanz der Phasenzeiten bemerkenswerth, in allen Höhenschichten bleiben dieselben innerhalb der Fehlergrenzen bei heiterem wie bei trübem Wetter die gleichen. Die Mittelwerthe für heiteres Wetter sind 188° und für trübes Wetter dessgleichen 188° Diesem Winkel entspricht ein Eintreten des Temperatur-Minimums um $5^1/_2{}^h$ Morgens und des Temperatur-Maximums um $5^1/_2{}^h$ Abends. Für trübes Wetter kommt allerdings auch der Einfluss des zweiten Gliedes noch in Betracht, bei dem Temperaturgange bei heiterem Wetter hat dasselbe nur wenig Einfluss.

Was die Amplituden anbelangt, so nehmen dieselben mit der Höhe ziemlich regelmässig ab. Die relativ grosse Amplitude der täglichen Temperaturschwankung in der Luftschichte zwischen Klagenfurt und Obir findet wohl ihre Erklärung in der stärkeren Erwärmung des geschützten kärntnerischen Thalbeckens gegenüber jener der Luftschichten über der freien, windigen, kühlen bayrischen Hochebene.

[1] Mittlere Höhe der Luftschichte über der Erdoberfläche.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Das mittlere Verhältniss der Amplituden bei heiterem und trübem Wetter ist etwa wie 1:0·4.

Die correspondirenden stündlichen Luftdruckdaten an den heiteren Tagen des Sommers 1889 zu München und Bayrisch-Zell habe ich noch zu folgendem Versuch benützt.

Man kann die tägliche Luftdruckschwankung im Niveau von Bayrisch-Zell, 276 *m* über München, aus der täglichen Luftdruckschwankung zu München in der Art berechnen, dass man zunächst letztere durch Multiplication mit dem Factor 694:716[1] = 0·968 auf das höhere Niveau reducirt und dann noch die thermische Druckschwankung in der 276 *m* mächtigen Luftschichte hinzuaddirt. Das gibt dann die theoretische Druckschwankung zu Bayrisch-Zell ohne den Einfluss der orographischen Verhältnisse (Thallage von Bayrisch-Zell).

Die thermische Druckschwankung wurde aus dem früher berechneten Temperaturgange zwischen München und Peissenberg abgeleitet, was ja keinen erheblichen Fehler verursachen kann, wenn sich auch dieser Temperaturgang auf die heiteren Tage eines anderen Jahres bezieht.

Man erhält auf diesem Wege:

Tägliche Luftdruckschwankung, München, reducirt auf 802 *m*:

$$-0\cdot097\cos x+0\cdot454\sin x+0\cdot210\cos 2x-0\cdot183\sin 2x.$$

Thermische Druckschwankung im Niveau von 802 *m*:

$$-0\cdot027\cos x-0\cdot160\sin x+0\cdot010\cos 2x+0\cdot013\sin 2x.$$

Berechnete tägliche Druckschwankung im Niveau von Bayrisch-Zell:

$$-0\cdot124\cos x+0\cdot294\sin x+0\cdot220\cos 2x-0\cdot170\sin 2x.$$

Beobachteter täglicher Barometergang in Bayrisch-Zell:

$$+0\cdot100\cos x+0\cdot389\sin x+0\cdot210\cos 2x-0\cdot140\sin 2x.$$

Differenz: Beobachtet — Berechnet

$$+0\cdot224\cos x+0\cdot095\sin x-0\cdot010\cos 2x+0\cdot030\sin 2x$$

[1] Barometerstände zu München und Bayrisch-Zell.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

oder in anderer Form und mit Hinweglassung der beiden letzten Glieder, deren Einfluss zu vernachlässigen ist, indem er innerhalb der Fehlergrenzen bleibt:

Locale tägliche Druckschwankung zu Bayrisch-Zell, bei heiterem Wetter im Sommer

$$0 \cdot 243 \sin (67^\circ 0 + x).$$

Die tägliche Barometerschwankung in dem Thale von Bayrisch-Zell unterscheidet sich demnach von jener, welche man für die gleiche freie Höhe über der bayrischen Hochebene annehmen muss, um eine ganztägige Welle mit einer Amplitude von circa $^1/_4$ *mm*, deren Maximum auf $1^1/_2{}^h$ Nachts und deren Minimum auf $1^1/_2{}^h$ Mittags fällt. Es würde dies einer örtlichen periodischen Umlagerung einer Luftschichte von circa 3 *m* Mächtigkeit (bei 694 *mm* Druck und 16° Lufttemperatur) entsprechen, die über dem ganzen Thale bis gegen 2^h Mittags in Folge der Erwärmung in der Höhe gegen die Bergwände hin abfliesst und bei Nacht sich wieder über der Thalsohle sammelt. Dieses Resultat erscheint demnach sehr plausibel und dürfte den wirklichen Vorgängen entsprechen.

Täglicher Gang des Barometers zu Pawlowsk im Sommer bei sehr hohem und bei sehr niedrigem Luftdrucke.

In einer sehr verdienstlichen grossen Arbeit, die mit einer staunenswerthen Mühe und Sorgfalt durchgeführt worden ist, hat Herr Ernst Leyst, der Vorstand des meteorologischen Observatoriums erster Ordnung zu Pawlowsk, den täglichen und jährlichen Gang der meteorologischen Elemente an den Tagen der Monats-Maxima und Monats-Minima des Luftdruckes zu Pawlowsk untersucht[1] (sowie auch den normalen mittleren Gang selbst). Er hat von 20 Jahrgängen (7 von Petersburg, 13 von Pawlowsk) die Mittelwerthe für je drei sich folgende Tage mit dem höchsten Barometerstande in jedem Monate (d. i. der dem Monats-Maximum vorangehende Tag, der Tag

[1] Ernst Leyst, Untersuchungen über den täglichen und jährlichen Gang der meteorologischen Elemente an den Cyclonen- und Anticyclonentagen. Wild's Repertorium für Met. B. XVI, Nr. 8. 363 Quartseiten mit 2 Curventafeln.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

des Maximums selbst und der darauffolgende Tag) und ebenso für drei Tage mit dem tiefsten Barometerstande in jedem Monate gebildet und derart den täglichen Gang der meteorologischen Elemente für die Tage mit den Luftdruckextremen gebildet. Wir wollen mit Herrn Leyst selbst dafür kurz Anticyclonen- und Cyclonentage sagen.

Wir haben nun für den Sommer aus den von Herrn Leyst mitgetheilten ausführlichen Tabellen den mittleren täglichen Barometergang an den Anticyclonen- und Cyclonen-Tagen zu berechnen gesucht, indem wir die Stundenmittel der drei Tage in ein Mittel zusammengezogen, und die unperiodische Änderung, die dann nicht mehr so gross ist, nach dem Lamont'schen Verfahren zu eliminiren versucht haben. Das geht, wie man sehen wird, im Sommer ganz gut,[1] für den Winter wohl kaum, ich habe aber auch keinen Versuch gemacht. Die Stundenmittel für die anticyclonale und cyclonale Witterung sind dann aus je 60 Tagen abgeleitet, also schon ganz gute Mittelwerthe. Den mittleren Witterungscharakter dieser Tage, sowie die grossen unperiodischen Änderungen des Luftdruckes an den einzelnen Tagen ersieht man aus der folgenden kleinen Tabelle.

Petersburg und Pawlowsk, 59° 46′ N., 30° 24′ E. 28 *m*.

Tag	Luftdruck			Temperatur[2]			
	1ʰ a.	12ʰ p.	Diff.	Min.	Max.	Mittel	Amplit.
Anticyclonen im Sommer							
1	760·35	764·19	+3·84	9·7	18·5	14·4	8·8
2	64·32	62·99	−1·33	8·4	19·9	15·0	11·5
3	62·87	59·43	−3·44	10·5	20·9	16·1	10·4
Mittel	762·51	662·20	−0 31	9·5	19·8	15·1	10·2
Cyclonen im Sommer							
1	750·79	745·66	−5·13	11·1	19·0	15·3	7·9
2	45·38	48·00	+2·62	12·4	16·7	14·3	4·3
3	48·21	51·76	+3·55	10·4	17·3	13·9	6·9
Mittel	748·13	748·47	+0·34	11·3	17·7	14·5	6·4

[1] Herr Leyst, der es unterlassen hat, für die drei Tage einen Mittelwerth zu bilden, zweifelte, dass es möglich wäre, bei einer so bedeutenden unperiodischen Änderung den täglichen Gang des Barometers abzuleiten.

[2] Minimum und Maximum dem täglichen Gange entnommen; Mittel das 24-stündige Tagesmittel.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Mittlere Bewölkung der drei Anticyclonentage 4·2
Mittlere Bewölkung der drei Cyclonentage 7·2

Sonnenscheindauer im Mittel der drei Anticylonentage ....11·3
Sonnenscheindauer im Mittel der drei Cyclonentage..... 5·5

Die Anticyclonentage entsprechen, wie man sieht, so ziemlich unseren »heiteren Tagen«, die Cyclonentage den »trüben Tagen«. Allerdings sind aber die Unterschiede der Bewölkung und dei täglichen Temperaturschwankung nicht so gross, wie in unserem Falle, wo die ganz heiteren und ganz trüben Tage zum Ausgangspunkte der Untersuchung des Barometerganges gemacht worden sind. Der tägliche Barometergang bei sehr hohem und bei sehr niedrigem Drucke entspricht aber dennoch fast völlig jenem an ganz heiteren und trüben Tagen, wie wir ihn früher gefunden haben, und die folgende Tabelle dies zeigt.

Täglicher Gang des Barometers zu Pawlowsk an Anticyclonen- und Cyclonentagen des Sommers, sowie im Sommermittel überhaupt.

Stunde	Anticyclonen	Cyclonen	Sommermittel	Anticyclonen	Cyclonen	Sommermittel
	Vormittag			Nachmittag		
1	—·11	·19	·03	·20	—·04	06
2	—·03	·06	·00	·07	—·04	·00
3	·01	—·07	—·02*	—·07	—·03	—·08
4	·08	—·13	—·02	—·19	—·01	—·14
5	·18	—·18	·01	—·31	·01	—·18
6	·25	—·19	·05	—·38	·05	—·19*
7	·32	—·21*	·07	—·39*	·07	—·17
8	·36	—·20	·09	—·36	·17	—·11
9	·39	—·18	·11	—·31	·24	—·04
10	**·40**	—·13	**·14**	—·26	**·27**	·01
11	·36	—·08	·14	—·20	·26	·04
12	·28	—·05	·11	—·17	·25	**·05**

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Bei einer ziemlich grossen täglichen Amplitude erscheint hier der tägliche Gang des Barometers an Anticyclonen-, wie an Cyclonentagen als eine ganztägige Welle, aber von sehr verschiedenen Phasenzeiten in den beiden Fällen.

An Anticyclonentagen fällt das Maximum auf $9^1/_2{}^h$ Vormittags und ist von hohem Betrage, es fällt dann rasch ab zu einem tiefen Nachmittags-Minimum um 7^h Abends (Amplitude 0·8 *mm*), ein nächtlicher Gang ist nicht vorhanden; vom Minimum steigt der Luftdruck in einem Zuge zu dem hohen Vormittags-Maximum. Durch das Fehlen hohen Druckes in der Nacht unterscheidet sich dieser Barometergang von dem sogenannten continentalen Typus der täglichen Barometer-Oscillation.

An Cyclonentagen ist der tägliche Barometergang ziemlich der umgekehrte von jenem an Anticyclonentagen. Das Minimum tritt um $7^1/_2{}^h$ Morgens ein und das Maximum um $10^1/_2{}^h$ Abends, Amplitude nicht ganz 0·5 *mm*. Eine doppelte Schwankung fehlt.

Im Mittel aller Tage aber tritt überraschender Weise die normale doppelte tägliche Oscillation des Barometers sehr ausgeprägt und recht normal hervor. Es liegt sehr nahe anzunehmen, dass diese doppelte Schwankung kein reelles Phänomen sei, sondern nur durch die Übereinanderlagerung der beiden ganztägigen Wellen von so verschiedenen Phasenzeiten entsteht, ein blosses Resultat des Mittelziehens aus sehr differenten Witterungszuständen ist, wodurch ein nichtssagendes Resultat zum Vorschein kommt.

Es ist aber nicht so. Klarheit bringt hier, wie bei allen periodischen Erscheinungen nur die Darstellung derselben durch periodische Reihen. Dadurch enthüllt sich sofort die einfache Gesetzmässigkeit derselben. Dies zeigen die folgenden Gleichungen:

Täglicher Gang des Barometers (Sommer).

Anticyclone.....	$0{\cdot}369 \sin(323^\circ 0+x)+0{\cdot}072 \sin(116{\cdot}2+2x)$;
Cyclone.....	$0{\cdot}196 \sin(133{\cdot}6+x)+0{\cdot}094 \sin(110{\cdot}6+2x)$.
Im Sommermittel überhaupt..	$0{\cdot}101 \sin(339{\cdot}8+x)+0{\cdot}085 \sin(113{\cdot}2+2x)$.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die doppelte tägliche Periode ist an Tagen anticyclonaler wie cyclonaler Witterung in völlig normaler Weise vorhanden, ganz so wie im allgemeinen Mittel. Wir erkennen hier wieder den universellen Charakter der halbtägigen Barometeroscillation, deren Amplitude in der Breite von Petersburg allerdings kaum mehr 0·1 *mm* erreicht. Die Phasenzeiten derselben sind trotzdem bei jedem Witterungscharakter die gleichen.

Von dem Witterungscharakter wird nur die ganztägige Welle, aber diese vollkommen beherrscht. An Anticyclonentagen finden wir den uns schon bekannten Charakter der ganztägigen Welle an heiteren Tagen: grosse Amplitude, Maximum am Vormittage, Minimum Nachmittags ($8^1/_2$ a. und p.).

An Cyclonentagen treffen wir den uns auch schon bekannten Charakter der täglichen Barometerschwankung an trüben Tagen: kleine Amplitude, Minimum Vormittags 9^h, Maximum Abends 9^h; d. i. gegen heiteres Wetter ein Unterschied der Phasenzeiten um circa 12 Stunden, eine völlige Umkehrung der täglichen Welle.

Wenn Herr Leyst sagt, man müsse bei der täglichen Barometerschwankung darauf Rücksicht nehmen, aus welcher Periode dieselbe abgeleitet worden sei, ob aus einer Zeit mit überwiegend cyclonaler oder anticyclonaler Witterung, weil je nachdem ihr Charakter wesentlich anders ausfällt, so hat er (für Breiten, wo die halbtägige Oscillation schon eine sehr kleine Amplitude hat) vollkommen recht. Aber dies gilt doch nur von der ganztägigen Welle. Diese schwankt mit der Witterung, nicht so die doppelte tägliche Oscillation. In der ganztägigen Welle kommt der Witterungscharakter der Periode zum Ausdrucke, aus der sie abgeleitet worden ist, gerade so wie die mittlere Temperatur und die Bewölkung davon abhängt. Es ist der grosse Vortheil der Auflösung des complexen Phänomens der täglichen Barometerschwankung in ihre harmonischen Constituenten, dass uns dieselbe eine klare Einsicht in den Zusammenhang der Erscheinungen ermöglicht, die constanten Elemente derselben von den variablen zu trennen und die Bedingtheit und die Eigenschaften derselben separat zu untersuchen gestattet.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Anhang.

Ich stelle hier noch jene Tabellen zusammen, welche zu einer kritischen Beurtheilung der in meiner Abhandlung gefundenen Resultate dienlich sind, welche aber in den Text eingestellt, den Zusammenhang desselben unnöthig unterbrochen und die Lesbarkeit und Übersicht erschwert haben würden. Zudem habe ich die von Herrn Buchan entlehnten Daten ohne weiteren Commentar gegeben, der nun nachfolgt, sowie die Berechnung der von ihm aufgestellten Werthe des täglichen Barometerganges.

I. Täglicher Gang des Barometers an je 36 heiteren und trüben Tagen. Säntis und Zürich.

Barograph Sprung.

	Säntis				Zürich			
	1893		1894		1893		1894	
	heiter	trüb	heiter	trüb	heiter	trüb	heiter	trüb
	500 *mm*+				700 *mm*+			
1ʰ a.	68·11	63·77	68·27	64·31	21·42	17·81	21·85	19·26
2	67·95	·54	·16	·11	·33	·64	·77	·13
3	·80	·39	·08	63·91	·23	·47	·75	18·96
4	·70	·25	·05	·75	·19	·46	·78	·80
5	·73	·23	·09	·67	·31	·50	·88	·77
6	·82	·24	·20	·70	·41	·60	22·03	·84
7	·96	·28	·36	·72	·49	·73	·16	·91
8	68·07	34	·52	·73	·48	·91	·22	·99
9	·19	·44	·70	·79	·43	·99	17	19·09
10	·34	·50	·90	·89	·30	18·02	09	·15
11	·40	·56	69·02	·86	·08	17·91	21·86	·04
Mittag	·43	·57	·08	·80	20·82	·82	·61	18·94
1	·43	·52	·10	·76	·52	·63	·31	·91
2	·41	·49	·10	·71	·25	·51	·09	·93
3	·37	·49	·08	·68	19·99	·48	20·90	·94
4	·30	·47	·02	·65	·79	·53	·77	·94
5	·22	·46	68·92	·61	·60	·55	·65	·94
6	·16	·47	·90	·65	·57	·65	·63	19·02
7	·18	·59	·91	·80	·62	·87	·76	·25
8	·21	·73	69·01	·92	·79	18·15	21·01	·51
9	·20	·84	·06	·96	20·00	·35	·23	·62
10	·15	·86	·02	·93	·04	·41	·30	·65
11	·09	·78	68·96	·88	·10	·38	·34	·66
Mitternacht	67·99	·69	·85	·80	·11	·33	·27	·63
1	·82	·56	·74	·66	·06	·24	·18	·53
Mittel	68·13	63·52	68·73	63·80	20·59	17·83	21·46	19·13

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die Constanten des täglichen Barometerganges auf dem Säntis und zu Zürich.

	p_1	q_1	p_2	q_2	A_1	A_2	a_1	a_2
Säntis, heitere Tage								
1893	—·182	—·276	+·142	—·103	213·4	126·0	·331	·175
1894	—·234	—·264	+·151	—·093	221·6	121·6	·353	·177
Mittel	—·208	—·270	+·147	—·098	217·6	123·7	·341	·177
Säntis, trübe Tage								
1893	+·112	—·212	+·158	—·127	152·1	128·8	·240	·203
1894	+·144	—·182	+·146	—·131	141·7	131·9	·232	·196
Mittel	+·128	—·197	+·152	—·129	147·0	130·3	·234	·199
Zürich, heitere Tage								
1893	—·049	+·529	+·158	—·207	354·7	142·6	·531	·261
1894	— 025	+·470	+·132	—·273	356·9	154·2	·471	·303
Mittel	—·037	+·500	+·145	—·240	355·8	148·8	·501	·280
Zürich, trübe Tage								
1893	+·142	+·066	+·157	—·282	65·1	150·9	·157	·323
1894	+·229	—·074	+·148	—·177	107·9	140·1	·240	·231
Mittel	+·186	—·004	+·152	—·230	91·2	146·5	·186	·276
Säntis, Mittel (Juni—September)								
1893	—·052	—·248	+·142	—·124	191·8	131·1	·253	·189
1894	—·048	—·252	+·158	—·110	190·8	124·9	·256	·192
Zürich, Mittel (Juni—September)								
1893	+·045	+·335	+·149	—·265	7·6	150·6	·338	·304
1894	+·088	+·217	+·147	—·235	22·1	148·0	·234	·277

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Klagenfurt und Obir. Täglicher Gang des Barometers.

	Sommer 1894				Winter 1894/95			
	Obir		Klagenfurt		Obir		Klagenfurt	
	40 heitere Tage	30 trübe Tage	40 heitere Tage	30 trübe Tage	40 heitere Tage	30 trübe Tage	40 heitere Tage	30 trübe Tage
	590 *mm*+		720 *mm*+		580 *mm*+		700 *mm*+	
1ʰ a.	9·32	4·79	4·32	1·20	4·67	8·83	16·96	22·76
2	·20	·62	4·38	1·11	·60	·79	·93	·79
3	·06	·39	4·43	1·02	·54	·76	·90	·89
4	8·98	·21	4·48	0·94	·43	·71	·84	·99
5	·99	·09	4·57	0·87	·28	·66	·79	23·08
6	9·04	·05	4·69	0·87	·23	·63	·73	·18
7	·18	·00	4·81	0·90	·23	·75	·70	·28
8	·31	·00	4·68	0·89	·33	·95	·72	·39
9	·40	·03	4·44	0 83	·39	9·11	·73	·49
10	·53	·09	4·21	0 76	·45	·25	·72	·55
11	·62	·18	3·92	0·59	·51	·35	·68	·49
Mittag	·64	17	3·58	0·42	·36	·26	·61	·31
1	·62	·16	3·23	0·23	·13	·11	·42	·08
2	·63	·07	2·93	0·03	3·97	8·97	·30	22·81
3	·61	3·98	2·68	0·00	·97	·93	·21	·61
4	·58	·96	2·53	0·04	·99	·90	·15	·46
5	·51	4·00	2·41	0·10	4·02	·93	·11	·37
6	·45	·06	2·38	0·31	·10	9·00	·05	·25
7	·45	·18	2·52	0·56	·25	·06	·08	·26
8	·51	·27	2·69	0·82	·25	·03	·13	·30
9	·66	·50	2·90	1·08	·29	·01	·20	·40
10	·68	·54	3·07	1·25	·32	8·94	·26	·47
11	·63	·50	3·22	1·36	·30	·89	·34	·52
Mitternacht	·53	·42	3·35	1·44	·26	·77	·38	·53
1	·37	·29	3·38	1·46	·04	·61	·42	·51
Mittel	9·42	4·21	23·58	20·74	4·27	8·94	16·49	22·84

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die Constanten des täglichen Barometerganges.

A. Sommer.

	p_1	q_1	p_2	q_2	A_1	A_2		a_2
Klagenfurt								
heiter	+·082	+·872	+·102	—·168	5·4	148·7	·876	·197
trüb ...	+·448	+·357	+·134	—·193	51·5	145·2	·573	·235
Obir (red. mit 0·94)								
heiter	—·087	—·212	+·149	—·080	202·5	118·3	·228	·169
trüb	+·253	—·145	+·183	—·078	119·8	113·3	·291	·199

B. Winter.

	p_1	q_1	p_2	q_2	A_1	A_2	a_1	a_2
Klagenfurt								
heiter ...	—·316	+·397	+·126	—·128	321·5	135·5	·507	·180
trüb	+·044	+·229	+·107	—·021	10·9	101·1	·233	·109
Obir								
heiter	—·145	—·168	+·115	—·153	220·8	143·4	·222	·191
trüb	+·129	—·038	+·123	—·142	106·4	139·6	·135	·188

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Mittlerer Gang des Barometers.

Stunde	Sommer 1894				Winter 1894/95			
	Obir	Klagenfurt	Obir	Klagenfurt	Obir	Klagenfurt	Obir	Klagenfurt
	Vormittag		Nachmittag		Vormittag		Nachmittag	
1	·02	·35	·15	—·34	·05	·04	·01	·11
2	—·11	·36	·11	—·59	—·01	·05	—·12	—·10
3	—·25	·37	·06	—·72	—·07	·06	—·12	—·23
4	—·34	·39	·03	—·82	—·15	·07	—·11	—·31
5	—·37	·43	·00	—·84	—·26	·09	—·06	—·35
6	—·34	·51	—·02	—·75	—·29	·10	·02	—·38
7	—·25	·59	·04	—·53	—·23	·15	·10	—·33
8	—·15	·56	·11	—·30	—·07	·24	·14	—·29
9	—·04	·46	·28	·05	·05	·32	·16	—·20
10	·08	·35	·32	·10	·18	·38	·16	—·09
11	·16	·14	·26	·22	·29	·35	·15	—·03
12	·17	—·10	·16	·32	16	·28	·11	·02

	A_1	A_2	a_1	a_2	A_1	A_2	a_1	a_2
	im Sommer-Mittel				im Winter-Mittel			
Klagenfurt . .	18·3	150·8	·636	·221	338·6	118·1	·279	·155
Obir . .	182·5	120·3	·175	·198	170·2	131·5	·082	·174

Die Registrirungen des Luftdruckes auf dem Obir mit einem kleinen Barographen Richard im Sommer 1894 bedurften einer Richtigstellung des Scalenwerthes. Der Reductionsfactor hat sich zu 0·94 herausgestellt. In der Tabelle im Texte wie hier oben, ist die Reduction nicht durchgeführt, nur in den Formeln. Seit December 1894, wo ein Barograph Richard, grosses Modell, functionirt, bedürfen die Registrirungen keiner weiteren Reduction.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Täglicher Gang des Barometers an den bayrischen Stationen.

	p_1	q_1	p_2	q_2	A_1	A_2	a_1	a_2
München (heiter)								
1889	—·100	+·470	+·217	—·190	348·0	131·2	·480	·288
1890	—·157	+·517	+·144	—·192	343·1	143·1	·540	·240
1892	—·038	+·480	+·182	—·193	355·5	136·7	·482	·265
Mittel	—·098	+·489	+·181	—·192	348·7	136·7	·499	·264
Wendelstein (heiter)								
1889	+·027	—·085	+·141	—·126	162·4	131·8	·089	·189
1892	—·069	—·099	+·142	—·156	214·9	137·7	·121	·211
Mittel	—·021	—·092	+·141	—·141	192·8	135·0	·094	·199
Feld bei Miesbach (heiter)								
1890	—·050	+·430	+·156	—·192	353·4	140·9	·433	·247
Bayrisch-Zell (heiter)								
1889	+·100	+·389	+·210	—·140	14·4	123·7	·401	·252
Peissenberg (heiter)								
1892	—·046	+·189	+·187	—·159	346·3	130·4	·194	·245
Wendelstein (trüb)								
1892	+·145	—·256	+·142	—·140	150·5	134·6	·294	·200
Peissenberg (trüb)								
1892	+·165	—·161	+·141	—·163	134·3	139·1	·231	·216
München (trüb)								
1892	+·198	—·025	+·160	—·188	97·2	139·6	·200	·247

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

2h	4h	6h	8h	10h	Mittag	2h	4h	6h	8h	10h	Mitternacht
1889 Bayrisch-Zell											
·20	·12	·26	·33	·24	·10	—·24	—·58	— 68	—·31	·21	·31
1889 München											
·06	·05	·28	·53	·57	·30	—·21	—·58	—·71	—·45	—·01	·14
1890 Feld bei Miesbach											
·08	·10	·35	·47	·41	·20	—·24	—·57	—·70	—·25	·07	·10
1890 München											
·00	·10	·45	·59	·59	·32	—·21	—·58	—·73	—·42	—·12	—·02

Ben Nevis, Ft. William, Triest. Wie schon in der Einleitung zu dieser Abhandlung erwähnt wurde, hat Herr Alexander Buchan in seinem Berichte über das Ben Nevis-Observatorium im Jahre 1893, den er der Versammlung britischer Naturforscher zu Oxford, August 1894, erstattet hat, auch Tabellen über den täglichen Gang des Barometers an ganz heiteren und ganz trüben Tagen auf dem Ben Nevis, zu Ft. William und zu Triest, und zwar für jeden der 12 Monate veröffentlicht, und zwar in Form von Abweichungen der Stundenmittel vom Tagesmittel. Dieselben sind aus dreijährigen Beobachtungen abgeleitet, für Ft. William und Ben Nevis aus August 1890 bis Juli 1892, für Triest aus 1888/90. Letztere Station wurde wohl zum Vergleiche mit Ft. William gewählt, und dann, wie der Verfasser bemerkt, aus dem Grunde, weil von derselben die tägliche Dauer des Sonnenscheins zugleich mit dem täglichen Barometergang publicirt vorliegt. Es ist nicht gesagt, ob die

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

unperiodischen Veränderungen eliminirt worden sind, wohl aber, dass die Resultate »bloxamed« worden sind, wodurch leider ihr Werth etwas beeinträchtigt wurde, namentlich müssen die täglichen Amplituden abgeschwächt worden sein. Da in manchen Monaten die Summen der + und — Abweichungen sich weit von Null entfernen, so bleibt nichts anderes übrig, als anzunehmen, dass die verwendeten Mittelwerthe nicht ganz richtig waren, und wurde die Differenz auf die + und — Abweichungen so vertheilt, dass die Summe der 24 Abweichungen wenigstens bis auf ± 12 Einheiten der zweiten Decimale dem Werthe Null sich näherten. Es wird nicht angegeben, ob die heiteren und trüben Tagen auf dem Ben Nevis und zu Ft. William dieselben sind, sonst hätte ich auch hier versucht, den täglichen Wärmegang in der Luftschichte zwischen den beiden Stationen aus dem correspondirenden Gange des Barometers oben und unten bei heiterem und trübem Wetter abzuleiten. Herr Buchan wird ja sicherlich an anderer Stelle später eingehendere Mittheilungen über diese Tabellen machen, dann kann diese Berechnung jederzeit, wenn thunlich nachgeholt werden.

Ich habe die Monatsresultate, welche Herr Buchan (in Tausendel des englischen Zolles ausgedrückt) mittheilt, in Mittelwerthe zusammengezogen, und zwar für drei Jahreszeiten: Winter (November—Februar), Sommer (Mai—August) und die Übergangszeiten Frühling und Herbst (März, April, September und October). Diese Eintheilung entspricht am besten dem Charakter der täglichen Barometerschwankung. Schliesslich habe ich dann den täglichen Barometergang im Winter-, Sommer und Jahresmittel für alle drei Stationen auch durch periodische Reihen ausgedrückt. Ohne eine derartige Berechnung ist jede wissenschaftlich begründete Discussion der Resultate unmöglich, es läuft dieselbe andernfalls auf eine blosse wörtliche Umschreibung der Tabellenwerthe und einige Vergleiche mit anderen Stationen hinaus. Namentlich der tägliche Barometergang auf dem Ben Nevis bleibt wegen der thermischen Druckschwankung, die wieder von dessen Höhe abhängt, ohne Sonderung der eintägigen von der halbtägigen Welle ganz unverständlich.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

I. Ben Nevis. Täglicher Gang des Barometers

Stunde	an heiteren Tagen				an trüben Tagen			
	Nov. bis Febr.	März, April, Sept. Octob.	Mai bis Aug.	Jahr	Nov. bis Febr.	März, April, Sept. Octob.	Mai bis Aug.	Jahr
1h a.	—0·36	—0·28	—0·23	—0·29	0·15	0·17	0·17	0·16
	— ·39	— ·32	— ·31	— ·34	·01	— ·03	— ·06	— ·03
3	— ·39	— ·39	— ·35	— ·38	— ·09	— ·22	— ·26	— ·19
4	— ·42	— ·42	— ·46	— ·43	— ·23	— ·34	— ·43	— ·33
5	— ·42	— ·40	— ·45	— ·42	— ·28	— ·38	— ·52	— ·39
6	— ·32	— ·30	— ·36	— ·33	— ·36	— 39	— ·50	— ·42
7	— ·18	— ·18	— ·24	— ·20	— ·31	— ·32	— ·45	— ·36
8	·02	·01	— ·11	— ·03	— ·17	— ·19	— ·36	— ·24
9	·25	·14	·01	·13	— ·07	— ·13	— ·30	— ·17
10	·37	·24	·10	·24	— ·01	— ·07	— ·22	— ·10
11	·46	·32	·18	·32	·06	— ·01	— ·13	— ·03
Mittag	·44	·39	·29	·37	·05	·03	— ·04	·01
1h p.	·35	·39	·33	·36	— ·06	·02	·05	·00
2	·25	·30	·35	·30	— ·13	·00	9	— ·01
3	·16	·22	·32	·23	— ·16	— ·02	9	— ·03
4	·13	·12	·25	·17	— ·12	— ·04	·13	— ·01
5	·15	·11	·20	·15	— ·04	·02	·11	·03
6	·18	·11	·15	·15	·04	·07	·16	·09
7	·17	·11	·13	·14	·16	·17	·27	·20
8	·13	·11	·15	·13	·24	·28	·35	·29
9	·06	·05	·17	·09	·31	·35	·44	·37
10	— ·04	— ·03	·11	·01	·32	·37	·48	·39
11	— ·18	— ·14	·00	— ·11	·30	·37	·48	·38
12	— ·31	— ·23	— ·14	— ·23	·31	·34	·44	·36
Mittel	·26	·22	·22	·23	·17	·18	·27	·19

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

II. Ft. William. Täglicher Gang des Barometers

Stunde	an heiteren Tagen				an trüben Tagen			
	Nov. bis Febr.	März, April, Sept. Octob.	Mai bis Aug.	Jahr	Nov. bis Febr.	März, April, Sept., Octob.	Mai bis Aug.	Jahr
1ʰ a.	—0·40	—0·12	0·08	—0·15	0·27	0·46	0·33	0·35
2	— ·36	— ·08	·09	— ·12	·17	·10	·14	·14
3	— ·39	— ·14	·08	— ·15	—·04	—·15	—·13	—·11
4	— ·38	— ·07	·11	— ·11	—·15	—·24	—·27	—·22
5	— ·37	— ·03	·14	— ·09	—·24	—·32	—·38	—·31
6	— ·22	·15	·33	·09	—·25	—·27	—·32	—·28
7	— ·05	·21	·39	·18	—·27	—·24	—·30	—·27
8	·26	·46	·46	·39	—·15	—·12	—·22	—·16
9	·42	·49	·39	·43	—·09	—·11	—·25	—·15
10	·56	·49	·32	·46	·08	—·02	—·22	—·05
11	·60	·37	·13	·37	·09	—·10	—·22	—·08
Mittag	·50	·26	·04	·27	·00	—·09	—·14	—·08
1	·26	·05	—·15	·05	—·14	—·17	—·13	—·15
2	·09	— ·11	—·25	— ·09	—·24	—·18	—·09	—·17
3	·04	— ·30	—·39	— ·22	—·30	—·27	—·16	—·24
4	·03	— ·37	—·47	— ·27	—·20	—·23	—·14	—·19
5	·02	— ·42	—·54	— ·31	—·13	—·17	—·11	—·14
6	·06	— ·30	—·46	— ·23	·03	·01	·01	·02
7	·05	— ·22	—·37	— ·18	·09	·09	·09	·09
8	·07	— ·05	—·13	— ·04	·20	·30	·30	·27
9	— ·05	— ·03	·01	— ·02	·23	·34	·44	·34
10	— ·12	— ·03	·11	— ·01	·31	·45	·57	·44
11	— ·26	— ·12	·11	— ·09	·30	·42	·55	·42
Mitternacht	— ·38	— ·16	·09	— ·15	·42	·48	·56	·49
Mittel	·25	·21	·24	·29	·18	·22	·25	·21

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

III. Triest. Täglicher Gang des Barometers

Stunde	an heiteren Tagen				an trüben Tagen			
	Nov. bis Febr.	März, April, Sept., Octob.	Mai bis Aug.	Jahr	Nov. bis Febr.	März, April, Sept. Octob.	Mai bis Aug.	Jahr
1h a.	0·14	0·05	0·01	0·07	0·31	0·33	0·25	0·30
2	·13	·03	—·03	·04	·23	·17	·03	·14
3	·08	—·05	—·10	—·02	·14	—·06	—·20	—·04
4	·01	—·09	—·14	—·07	—·05	—·27	—·36	—·23
5	—·05	—·10	—·11	—·09	—·17	—·38	—·37	—·31
6	—·05	—·03	—·01	—·03	—·25	—·41	—·35	—·34
7	·02	·13	·15	·10	—·22	—·41	—·20	—·28
8	·16	·29	·31	·25	—·05	—·19	—·11	—·12
9	·32	·43	·41	·39	·09	·00	·16	·08
10	·31	·40	·41	·37	·17	·10	·22	·16
11	·23	·33	·37	·31	·12	·14	·22	·16
Mittag	·08	·22	·28	·19	—·08	·03	·11	·02
1h p.	—·18	·03	·13	—·01	—·28	—·12	—·02	— 14
2	—·31	—·17	—·01	—·16	—·44	—·26	—·16	—·29
3	—·41	—·30	—·13	—·28	—·42	—·30	—·23	—·32
4	—·42	—·41	—·28	—·37	—·37	—·27	—·30	—·31
5	—·38	—·43	—·41	—·41	—·29	—·22	—·28	—·26
6	—·27	—·39	—·47	—·38	—·18	—·13	—·25	—·19
7	—·12	—·25	—·39	—·25	·00	·09	—·01	·03
8	·01	—·09	—·23	—·10	·13	·25	·12	·17
9	·14	·08	—·01	·07	·28	·39	·36	·34
10	·20	·13	·08	·14	·40	·41	·37	·39
11	·22	·10	·09	·14	·46	·50	·45	·47
12	·17	·05	·06	·09	·48	·56	·51	·52
Mittel	·18	·19	·19	·18	·23	·25	·24	·23

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die Constanten des täglichen Barometerganges.

Zeit von Mitternacht gezählt.

	p_1	q_1	p_2	q_2	A_1	A_2	a_1	
Ben Nevis heiter								
Winter	—·313	—·195	+·077	—·134	238·1	150·1	·369	·155
Sommer	—·197	—·280	+·089	—·049	215·2	118·8	·342	·102
Jahr	—·261	—·224	+·087	—·093	229 4	136·9	·344	·127
Ben Nevis trüb								
Winter	+·136	—·148	+·143	—·121	137·4	130·2	·201	·187
Sommer	+·170	—·366	+·170	—·078	155·1	114·6	·465	·187
Jahr	+·140	—·243	+·155	—·103	150·0	123·6	·280	·186
Ft. William heiter								
Winter	—·363	—·063	+·071	—·195	260·1	160·0	·368	·207
Sommer	+·034	+·345	+·074	—·182	5·6	157·9	·346	·196
Jahr	—·162	+·171	+·075	—·197	316·6	159·1	·236	·211
Ft. William trüb								
Winter	+·187	—·074	+·157	—·121	111·6	127·6	·201	·198
Sommer	+·292	—·197	+·180	—·114	124·0	122·4	·352	·213
Jahr	+·243	—·130	+·168	—·130	118·1	127·7	·275	·212
Triest heiter								
Winter	+·091	+·168	+·140	—·192	28·5	143·9	·191	·238
Sommer	—·121	+·198	+·200	—·152	328·6	127·2	·232	·251
Jahr	—·024	+·188	+·170	—·183	352·7	137·1	·189	·250
Triest trüb								
Winter	+·259	+·042	+·192	—·180	80·8	133·1	·262	·263
Sommer	+·121	—·062	+·275	—·216	117·1	128·1	·136	·342
Jahr	+·203	—·045	+·242	—·192	102·5	128·4	·208	·309

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: 104_2a

Autor(en)/Author(s): Hann J.

Artikel/Article: Der tägliche Gang des Barometers an heiteren und trüben Tagen, namentlich auf Berggipfeln. 505-564