Einfluß der Thermometeraufstellung auf die Temperaturaufzeichnungen in Wien, Hohe Warte

Von

Arthur Wagner (Innsbruck)

(Mit 1 Textfigur)

(Vorgelegt in der Sitzung am 2. Mai 1929)

Während der vier Jahre November 1904 bis Oktober 1908 wurde an der Meteorologischen Zentralanstalt in Wien außer an der normalen Aufstellung (Wild'sche Hütte, großes Modell im Nordschatten des Gebäudes) noch an vier anderen Plätzen in verschiedener Aufstellung die Temperatur regelmäßig zu den drei Beobachtungsterminen abgelesen; an zwei von diesen vier Vergleichsstationen war auch ein Thermograph aufgestellt. Mittlerweile ist dieses Problem des Einflusses der Aufstellung auf die Temperaturangaben mehrfach von anderer Seite behandelt worden, am eingehendsten wohl von W. Köppen,[1] der alle bis dahin vorliegenden Beobachtungstatsachen kritisch bearbeitete und schließlich den Vorschlag einer Einheitshütte machte, die sowohl in den Tropen wie auch in hohen Breiten im allgeimenen den Anforderungen einer exakten Bestimmung der Lufttemperatur genügen dürfte.

Aus diesen und anderen Untersuchungen weiß man recht befriedigend Art und Größe der Fehler, zu welchen die einzelnen Aufstellungstypen Anlaß geben. So blieb das Wiener Beobachtungsmaterial viele Jahre unbearbeitet. Dennoch erscheint eine Untersuchung desselben nicht überflüssig. Während in den meisten anderen Staaten der gemäßigten Breiten die Fensteraufstellung allmählich zugunsten der freistehenden Hütte verdrängt worden ist, dominiert in Österreich auch heute noch weitaus die Blechbeschirmung an der Nordseite eines Hauses. Über die Gründe, die in den Alpenländern für die Beibehaltung der Fensteraufstellung sprechen, wird am Schluß einiges gesagt werden. Wenn aber an Stationen II. und III. Ordnung die Instrumente auf der Nordseite von Häusern aufgestellt werden, so ist es für die Vergleichbarkeit notwendig, auch die Registrierintrumente an Stationen I. Ordnung in möglichst ähnlicher Weise aufzustellen. Aus diesem Grund ist z. B. nicht nur in Wien die große meteorologische Hütte im Nordschatten des Gebäudes aufgestellt, sondern Analoges gilt für Sonnblick, Obir usw.

---

[1] Einheitliche Thermometeraufstellung für meteorologische Stationen zur Bestimmung der Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit. Meteorolog. Zeitschr. 1913, p. 474.

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

Die nachfolgende Diskussion der Wiener Vergleichsmessungen soll unter anderem einen Vergleich der in Österreich üblichen Fensteraufstellung mit der Hüttenaufstellung im Nordschatten des Anstaltsgebäudes der Wiener Zentralanstalt ermöglichen. Die äußere Veranlassung für die vorliegende Bearbeitung war folgender Umstand.

Am 25. Mai 1899 wurde die meteorologische Beobachtungshütte um einige Meter versetzt, blieb aber nach wie vor im Schatten des Gebäudes. Bei einer klimatischen Bearbeitung der bisher vorliegenden Aufzeichnungen in Wien stellte sich nun heraus, daß diese scheinbar ganz belanglose Verlegung der Hütte doch einen ganz beträchtlichen Einfluß auf die Aufzeichnungen des täglichen Temperaturganges hatte. So ergab sich das Bedürfnis, den Ursachen dieser Einwirkung nachzugehen und zu diesem Zweck auch die Aufzeichnungen der vier Vergleichsstationen zu bearbeiten. Leider wurde damals verabsäumt, auch absolute Temperaturmessungen mit dem Aßman-Thermometer zu machen. Vielleicht regen die vorliegenden Ergebnisse an, diese Messungen nachzutragen und so die Fehlereinflüsse nun auch absolut festzustellen.

Die ursprüngliche Aufstellung der Thermometerhütte von Mai 1872 bis Mai 1899 wird von St. Kostlivý[1] folgendermaßen beschrieben: »Die Thermometer befanden sich in einem ziemlich geräumigen Jalousiehäuschen (2·4 *m* lang, 1·4 *m* breit, an den Pfeilern 2·7, in der Mitte 3·4 *m* hoch) mit doppelten Jalousien und doppeltem Dach, und zwar im Nordschatten des Institutsgebäudes (5·5 *m* entfernt) frei im Garten. Sie befanden sich darin ohne Blechbeschirmung auf einem eisernen Kreuz montiert, durch eine große Tischplatte gegen die Strahlung vom Erdboden geschützt in 1·6 *m* Höhe über dem Erdboden, den ein 0 7 *m* hoch aufgeworfener Hügel bildete.«

Am 25. Mai 1899 wurde die Hütte näher an die Nordwand des Hauses gerückt[2] (Abstand von der Mauer = 1·0 *m*); die Höhe der Thermometer über dem Boden beträgt seither 1·7 *m*. Im Juli 1908 wurde der hölzerne innere Rahmen durch einen eisernen ersetzt und gleichzeitig wurde auch die Tischplatte, die als Strahlungsschutz gegen den Erdboden gedacht war, entfernt. Parallelmessungen waren naturgemäß, da es sich um eine Verlegung derselben Hütte handelte, nicht möglich; wahrscheinlich war an einen Einfluß dieser Verlegung auf die Temperaturangaben gar nicht gedacht worden.

A. Vergleich der Hüttenaufstellung I und II; täglicher Gang.

Die Untersuchung konnte nur in der Richtung geführt werden, daß die mittleren Ergebnisse vor 1899 mit den nachfolgenden

[1] Der tägliche Temperaturgang von Wien, Hohe Warte usw. Denkschr. d. Akad. d. Wiss. Wien, 1901, Jubelband.

[2] Zugleich mit baulichen Adaptierungen des Hauses, bei welchem der Haupteingang von der Westseite auf die Nordseite verlegt wurde.

verglichen wurden. Eine geringfügige Änderung hätte hiebei unbemerkt bleiben müssen oder erst durch komplizierte Vergleiche mit Nachbarstationen festgestellt werden können. Im vorliegenden Fall aber ist der Sprung um 1899 so scharf ausgesprochen, daß über die Ursachen desselben gar kein Zweifel herrschen kann. Zum Glück für die Homogenität der ganzen Reihe betrifft dieser Sprung fast ausschließlich den täglichen Gang und ist im jährlichen Gang und im Jahresmittel nicht mit Sicherheit festzustellen.

Tabelle 1.

Mittlere aperiodische Tagesschwankung für das Jahr:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1870	—	—	—	—	—	—	7·22	7·33	6·71	7·15
1880	7·41	7·13	7·66	6·67	7·33	7·79	7·49	7·23	7·31	6·72
1890	7·07	7·12	7·29	7·66	7·40	7·32	6·95	6·73	7·01	7·34
1900	6·69	6·93	6·71	6·57	6·30	6·67	6·59	6·72	6·92	6·78
1910	6·53	6·97	6·56	6·82	6·46	6·42	6·63	7·30	6·62	6·49
1920	6·58	7·82	6·90	6·88	6·34	6·70	—	—	—	—

In Tabelle 1 ist die mittlere aperiodische Tageschwankung der Temperatur für jedes Jahr von 1876 bis 1925 angegeben. Um das Jahr 1899 zeigt sich ein deutlicher Sprung: Früher war die Tagesschwankung fast in jedem Jahr größer als 7°, in den folgenden Jahren wird dieser Wert nur zweimal erreicht. Auch aus den Lustrumwerten der aperiodischen Tagesschwankung geht dieser Sprung zwischen 1896 und 1900 deutlich hervor:

Jahre	1876—80	1881—85	1886—90	1891—95	1896—1900
Amplitude °C.	7·16	7·21	7·16	7·27	6·95
Jahre	1901—05	1906—10	1911—15	1916—20	1921—25
Amplitude °C.	6·64	6·70	6·64	6·72	6·93

Es ist daher ganz ohne Zweifel, daß die Verlegung der Hütte im Jahre 1899 eine Verkleinerung der Tagesschwankung der Temperatur zur Folge hatte. Zur näheren Untersuchung dieser Änderung wurde der tägliche Temperaturgang, wie ihn St. Kostlivý (l. c.) aus den 25 Jahren 1873 bis 1897 abgeleitet hat, mit demjenigen verglichen, wie er sich aus den 20 Jahren 1901 bis 1920 ergibt. In den Tabellen 2 bis 4 sind einige Zahlenwerte zusammengestellt, welche den täglichen Temperaturgang sowohl an der alten Aufstellung (I) wie auch nach der Verlegung der Hütte (II) charakterisieren. Als periodische Tagesextreme wurden die mittleren extremen Stundenwerte benützt, die aperiodischen Tagesextreme beziehen sich auf den höchsten und tiefsten Stand der Registrierkurven. Die Eintrittszeiten der Extreme und Medien wurden nach

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

Tabelle 2.

Periodische Tagesschwankung in Abweichungen vom Tagesmittel und Unterschiede zwischen Aufstellung I und II.

		Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli
Mittleres Maximum	II ..	1·29	1·88	2·82	3·36	3·49	3·29	3·36
	I ..	1·56	2·02	3·21	3·84	3·65	3·52	3·86
	△..	—0·27	—0·14	—0·39	—0·48	—0·16	—0·23	—0·50
Mittleres Minimum	II ..	—0·92	—1·35	—2·25	—3·07	—3·63	—3·51	—3·37
	I ..	—1·01	—1·49	—2·51	—3·51	—3·64	—3·58	—3·80
	△..	0·09	0·14	0·26	0·44	0·01	0·07	0·43
Schwankung..	II ..	2·21	3·23	5·07	6·43	7·12	6·80	6·73
	I ..	2·57	3·51	5·72	7·35	7·29	7·10	7·66
	△..	—0·36	—0·28	—0·65	—0·92	—0·17	—0·30	—0·93

		August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Mittel
Mittleres Maximum	II ..	3 53	3·38	2·72	1·64	1·05	2·65
	I ..	4·12	4·07	3·00	1·74	1·26	2·98
	△..	—0·59	—0·69	—0·28	—0·10	—0·21	—0·33
Mittleres Minimum	II ..	—3·27	—2·88	—1·92	—1·04	—0·62	—2·32
	I ..	—3·72	—3·28	—2·09	—1·23	—0·75	—2·48
	△..	0·45	0·40	0·17	0·19	0·13	0·16
Schwankung..	II ..	6·80	6·26	4·64	2·68	1·67	4·97
	I ..	7·84	7·35	5·09	2·97	2·01	5·46
	△..	—1·04	—1·09	—0·45	—0·29	—0·34	—0·49

der z. B. von J. Valentin[1] beschriebenen Methode nach P. Schreiber berechnet.

Das periodische Tagesmaximum ist in der neuen Aufstellung II in allen Monaten niedriger, das periodische Minimum durchwegs höher, die Tagesschwankung also kleiner als an der Aufstellung I. Die Unterschiede sind sowohl beim Maximum als auch beim Minimum in den Sommermonaten Juli bis September am größten und erreichen beim Maximum im September 0·69°, beim Minimum im August 0·45° Auch in den Frühlingsmonaten März und April ist dieser Unterschied beim Maximum gleich wie beim Minimum ganz beträchtlich. Der Unterschied der Tagesschwankung an den beiden Aufstellungen I und II erreicht in den Monaten Juli—September den Betrag von 1° und weist noch ein zweites fast ebenso starkes Maximum (0·92°) im April auf. Im Jahresmittel bleibt das mittlere Tagesmaximum an der neuen Aufstellung II um 0·33° unter dem

[1] J. Valentin, Der tägliche Gang der Temperatur in Österreich. Denkschr. d. Akad. d. Wiss. Wien, Jubelband, 1901, p. 181.

Tabelle 3.

Aperiodische Tagesschwankung in Abweichungen vom Tagesmittel und Unterschiede zwischen Aufstellung I und II.

		Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli
Mittleres Maximum	II ..	2·25	2·60	3·55	4·15	4·25	4·20	4·33
	I ..	2·41	2·74	3·90	4·49	4·42	4·35	4·67
	△..	—0·16	—0·14	—0·35	—0·34	—0·17	—0·15	—0·34
Mittleres Minimum	II ..	—2·23	—2·53	—3·24	—3·98	—4·28	—4·18	—4·01
	I	—2·43	—2·67	—3·59	—4·35	—4·23	—4·34	—4·51
	△..	0·20	0·14	0·35	0·37	—0·05	0·16	0·50
Schwankung..	II ..	4·48	5·13	6·79	8·13	8·53	8·38	8·34
	I ..	4·84	5·41	7·49	8·84	8·65	8·69	9·18
	△..	—0·36	—0·28	—0·70	—0·71	—0·12	—0·31	—0·84

		August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Mittel
Mittleres Maximum	II ..	4·36	3·93	3·20	2·23	1·96	3·42
	I ..	4·78	4·65	3·62	2·50	2·11	3·72
	△..	—0·42	—0·72	—0·42	—0·27	—0·15	—0·30
Mittleres Minimum	II ..	—3·96	—3·58	—2·91	—2·17	—2·00	—3·25
	I ..	—4·33	—4·00	—3·19	—2·38	—2·09	—3·51
	△..	0·37	0·42	0·28	0·21	0·09	0·26
Schwankung.....	II ..	8·32	7·51	6·11	4·40	3·96	6·67
	I ..	9·11	8·65	6·81	4·88	4·20	7·23
	△..	—0·79	—1·14	—0·70	—0·48	—0·24	—0·56

der früheren Aufstellung I, das Maximum um 0·16° über dem an der Aufstellung I, die periodische Tagesschwankung ist daher um 0·49° oder um 10% kleiner geworden.

Ganz analoge Verhältnisse finden wir bei der Betrachtung der periodischen Tagesschwankung, Tabelle 3; die Unterschiede zwischen Aufstellung I und II sind noch um ein geringes größer, der jährliche Gang der Differenzen ist naturgemäß nicht so ausgeglichen wie bei der periodischen Schwankung.[1] Wie bei dieser hat sich auch die aperiodische Tagesschwankung an der neuen Aufstellung in den Frühlings- und Herbstmonaten (Maximum im April und September) am meisten verkleinert. Im Jahresmittel ist das aperiodische Tagesmaximum um 0·30° niedriger, das Minimum

[1] Das etwas abweichende Verhalten im Mai (nur geringe Abschwächung der Extreme, beim aperiodischen Minimum sogar eine kleine Verstärkung) beruht wohl auf einer tatsächlichen sekularen Änderung: seit 1900 ist auch anderswo die Tagesschwankung der Temperatur im Mai größer geworden, zugleich hat auch die Mitteltemperatur auffallend zugenommen.

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

Tabelle 4.

Eintrittszeiten von Maximum, Minimum, I. und II. Medium (Ortszeit); Phasenverschiebung zwischen Aufstellung I und II.

		Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli
Minimum	II....	7^{42}	6^{40}	6^{21}	5^{33}	4^{19}	4^{35}	4^{41}
	I....	7^{30}	6^{49}	5^{59}	5^{21}	4^{41}	4^{31}	4^{40}
	△min.	12	— 9	22	12	8	4	1
Maximum	II....	14^{49}	14^{15}	15^{06}	15^{27}	15^{02}	15^{20}	15^{22}
	I....	14^{26}	15^{00}	15^{11}	15^{09}	14^{40}	14^{29}	14^{53}
	△min.	23	— 15	— 5	18	22	51	29
I. Medium	II....	10^{10}	10^{36}	10^{16}	9^{38}	9^{01}	8^{13}	8^{53}
	I....	10^{31}	10^{19}	10^{01}	9^{26}	8^{45}	8^{30}	8^{41}
	△min.	9	17	15	12	16	13	12
II. Medium	II....	21^{40}	21^{16}	21^{04}	20^{52}	20^{41}	20^{38}	20^{27}
	I....	20^{54}	20^{51}	20^{43}	20^{42}	20^{24}	20^{20}	20^{27}
	△min.	46	25	21	10	17	18	0
Mittleres $\triangle\left(\frac{a+2b+c}{4}\right)$		15	11	11	14	16	17	11

		August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Mittel
Minimum	II....	5^{05}	5^{45}	6^{30}	6^{47}	7^{40}	6^{01}
	I....	5^{08}	5^{41}	6^{08}	6^{43}	(7^{27})	5^{53}
	△min.	— 3	4	22	4	13	7·5
Maximum	II....	14^{54}	14^{57}	14^{37}	14^{21}	14^{15}	14^{55}
	I....	14^{51}	14^{45}	14^{39}	14^{24}	14^{04}	14^{43}
	△min.	3	12	— 2	0	11	$12^{1}/_{4}$
I. Medium	II....	9^{12}	9^{35}	9^{56}	10^{09}	10^{21}	9^{45}
	I....	9^{07}	9^{34}	9^{51}	10^{12}	10^{16}	9^{36}
	△min.	5	1	5	— 3	5	9
II. Medium	II....	20^{21}	20^{33}	20^{32}	20^{28}	20^{40}	20^{46}
	I....	20^{19}	20^{14}	20^{13}	20^{41}	20^{27}	20^{31}
	△min.	2	19	19	— 13	13	$14^{3}/_{4}$
Mittleres $\triangle\left(\frac{a+2b+c}{4}\right)$		6	8	7	4	10	10·9

um 0·26° höher und die mittlere Tagesschwankung somit um 0·56° oder um 8% kleiner geworden.

Die Eintrittszeiten der Extreme und Medien zeigen fast durchwegs eine recht gleichmäßige Phasenverschiebung zwischen Aufstellung I und II: an der neuen Aufstellung ist der tägliche Temperaturgang etwas verzögert; diese Verspätung beträgt im Jahresmittel beim Minimum 7·5 min, beim Maximum $12^{1}/_{4}$ min,

beim I. Medium 9 und beim II. Medium $14^3/_4$ min, im Gesamtmittel 10·9 min. Die vorletzte Zeile der Tabelle 4 enthält noch die aus den vier Eintrittszeiten berechnete mittlere Phasenverschiebung, und zwar nach der Formel $(a+2b+c)$ 4 etwas ausgeglichen. Es zeigt sich, daß diese Phasenverschiebung in den Frühsommermonaten April bis Juni am größten ist (im Durchschnitt 16 Minuten) und in den Herbstmonaten August bis November am kleinsten (im Mittel 6 Minuten).

Die drei Tabellen 2 bis 4 zeigen übereinstimmend, daß an der neuen Aufstellung II der tägliche Temperaturablauf gedämpft ist, die Amplitude ist um 10% kleiner, die Phase um 11 Minuten verzögert. Dies dürfte auf zwei Ursachen zurückzuführen sein. Erstens ist die Hütte in ihrer neuen Aufstellung infolge des geringen Abstandes von der Hauswand (1·0 *m*) weniger dem Wind ausgesetzt, infolgedessen schlechter ventiliert als früher in 5·5 *m* Entfernung vom Haus. Und ferner dürfte jetzt die massive Hauswand doch infolge ihrer großen Wärmekapazität durch Strahlung in dem Sinn einwirken, daß sie die Temperaturschwankung in der Hütte abschwächt und verzögert.

Nachstehend ist noch der Unterschied des täglichen Temperaturganges zwischen Aufstellung II und Aufstellung I im Jahresmittel angeführt. Die Werte sind aus den Abweichungen vom Tagesmittel gewonnen, in der ersten Zeile stehen die Stundenwerte für 1 bis 12 Uhr, in der zweiten die von 13 bis 24 Uhr angeführt.

Stunde	1	2	3	4	5	6
	13	14	15	16	17	18
$\triangle t$, II — I ..	0·16	0·16	0·20	0·21	0·23	0·19
	—0·25	—0·34	—0·34	—0·24	—0·13	—0·07
Stunde	7	8	9	10	11	12
	19	20	21	22	23	24
$\triangle t$, II — I	0·14	—0·01	—0·11	—0·14	—0·14	—0·17
	0·00	0·06	0·11	0·10	0·13	0·14

Von 8 bis 18 Uhr ist im Jahresmittel die Temperatur an der neuen Aufstellung niedriger, in den übrigen Stunden höher als an der alten Aufstellung I.

B. Vergleich der Aufstellung I und II, jährlicher Gang.

Ein Einfluß der Umstellung der Hütte auf das Jahresmittel der Temperatur und den jährlichen Gang läßt sich nicht mit Sicherheit nachweisen. Schon für die Zeit vor der Umstellung vermutet W. Trabert,[1] daß im Jahresmittel Wien gegenüber Vergleichsstationen allmählich kälter geworden ist, und zwar seit dem Lustrum 1876 bis 1880 bis zum Lustrum 1896 bis 1900 um 0·42° C. Qualitativ ist eine solche Änderung nicht ausgeschlossen, da die Bäume im Garten der Zentralanstalt allmählich größer

[1] Isothermen von Österreich. Denkschr. d. Akad. d. Wiss. Wien, 1901, Jubelband.

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

geworden sind. In der warmen Jahreszeit ist die Hütte zur Zeit, als die Bäume noch klein waren, jedenfalls morgens und abends der Sonnenstrahlung ausgesetzt gewesen. Ein etwaiger Einfluß dieser direkten Strahlung mußte dann mit dem Wachsen der Bäume allmählich kleiner werden; aber 0·4° noch im Jahresmittel kann dieser Einfluß doch kaum ausmachen. Man könnte ebensogut annehmen, daß die Vergleichsstationen (Kremsmünster, Linz, Preßburg, St. Florian) im Mittel durch die allmähliche Verbauung (Stadteinfluß) wärmer geworden sind.

Für die Zeit nach 1896 stimmen die Werte von Wien befriedigend mit denen von Vergleichsstationen überein. Nach den mir von Herrn Prof. V. Conrad freundlich zur Verfügung gestellten Zahlenwerten erhält man die in Tabelle 5 angegebenen Unter-

Tabelle 5.

Temperaturunterschied:

Wien-Mittel aus acht Stationen.

Jahre	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr	Sommer—Winter
1896—1900	0·41	0·82	0·88	0·89	0·75	0·47
1901—1905	0·68	0·57	0·83	0·69	0·69	0·15
1906—1910	0·64	0·66	0·89	0·68	0·70	0·25
1911—1915	0·64	0·64	0·89	0·68	0·75	0·25
1916—1920	0·42	0·61	0·76	0·70	0·63	0·34

schiede von Wien gegenüber dem Mittel von acht Vergleichsstationen (St. Pölten, Wieselburg, Mariabrunn, Kalksburg, Isperdorf, Grein, Kremsmünster, St. Florian). In dieser Tabelle ist auch der Unterschied Sommer—Winter dargestellt; die Unterschiede der Jahresmittel bleiben innerhalb der Fehlergrenze konstant, die Jahresschwankung (Sommer—Winter) von Wien scheint um 1900 etwas kleiner zu werden, aber nur unbedeutend, etwa um 0·1° bis 0·2°.[1]

Den möglichen Einfluß der Umstellung der Hütte im Jahre 1899 auf den jährlichen Gang mag man vernachlässigen; die gleichzeitige Änderung des täglichen Ganges war aber unerwartet groß. Zur Klarstellung dieses Einflusses sollen im folgenden die Ergebnisse der vier Vergleichsstationen aus den Jahren 1904 bis 1908 herangezogen werden. Die Art der Thermometeraufstellung an diesen vier Stationen war folgende:

[1] Bereits 1911 hat J. v. Hann (Die Temperatur von Wien in dem Dezennium 1901—1910, Met. Zeitschr., 1911, p. 373) in einer kurzen Notiz gezeigt, daß sich die Jahresextreme der Temperatur in Wien seit 1900 abgestumpft haben, was v. Hann auf die Verlegung der Beobachtungshütte zurückführt. Die Jahresmittel der Temperatur dagegen sowie auch die Monatsmittel haben sich gegen Znaim kaum geändert. Der mittlere jährliche Temperaturgang ist also auch nach v. Hann so gut wie ungeändert geblieben, verkleinert hat sich dagegen die tägliche periodische und aperiodische Schwankung.

1. Im Garten der Anstalt eine geräumige Wild'sche Hütte, frei der Besonnung ausgesetzt; die Thermometer waren in gleicher Weise wie in der »Normalhütte« angebracht, 170 *cm* über dem Erdboden, ohne weitere Beschirmung und ohne Schutzplatte gegenüber dem Erdboden. Die Dimensionen dieser Hütte waren (außen gemessen) 220 *cm* breit, 170 *cm* tief. Die Hütte hatte ein einfaches Giebeldach und war an den Ecken 100 *cm*, bis zum Giebel hinauf 280 *cm* hoch. Die Wände bestanden aus einfachen Jalousien. Zeitweise stand die Hütte im Schatten der im Anstaltspark befindlichen hohen Bäume, in den späteren Abendstunden auch im Schatten des Hauptgebäudes.

2. und 3. Fensteraufstellung in einer Blechbeschirmung im I. und II. Stock an der Nordwand des Anstaltsgebäudes, nahezu senkrecht über der normalen Beobachtungshütte vor dem Haus; Höhe über dem Erdboden 7·56 und 12·27 *m*. Die Räume, von deren Fenster aus die Beobachtungen gemacht wurden, blieben auch im Winter ungeheizt; ungefähr 1·5 *m* von der Blechbeschirmung entfernt gegen Osten war eine über 1 m^2 große hölzerne Doppelwand mit 10 *cm* Luftzwischenraum senkrecht zur Hauswand angebracht, wodurch die Beschirmung in den Morgenstunden vor direkter Bestrahlung geschützt blieb. Westlich von der Beschirmung springt die Hauswand ein wenig gegen Norden vor, so daß am Abend auch im Sommer bei sehr tiefem Sonnenstand eine Bestrahlung ausgeschlossen war, die übrigens auch durch die vor dem Haus stehenden Bäume teilweise abgehalten wurde.

4. Ein kleines Jalousiehäuschen vor einem nordseitigen Fenster der Wendeltreppe, die zum Turm hinaufführt; Höhe über dem Erdboden 21·27 *m*. Die Wendeltreppe bildet von außen gesehen einen runden Anbau an der Ostseite des viereckigen Turmes. Der Schutz gegen Bestrahlung war derselbe wie im I. und II. Stock. Diese Aufstellung dürfte trotz der größeren Höhe nicht so frei gewesen sein, wie die im I. und II. Stock: erstens liegt westlich die nach Norden vorspringende Mauer des Turmes näher an der Beschirmung und springt beträchtlich weiter vor, so daß der runde Treppenbau und der eigentliche Turm hier eine Art Nische bilden, und ferner befindet sich einige Meter unterhalb der Thermometerhütte das vorspringende Hausdach.

Abgesehen von den täglichen Terminablesungen war überdies in der Gartenhütte und in der Turmaufstellung ein selbst registrierender Thermograph in Tätigkeit. Bedauerlicherweise sind nicht gleichzeitig Ablesungen eines Aßmann-Thermometers gemacht worden. Auch wäre es jedenfalls zweckmäßiger gewesen, an Stelle der übergroßen Wild'schen Hütte eine kleine englische Hütte frei im Garten aufzustellen. So ist es nur möglich, die relativen Unterschiede gegenüber der dauernden Aufstellung abzuleiten. Bei der Wild'schen Hütte war insofern ein Unterschied gegenüber der normalen Type hineingekommen, als sie keinen Boden zur Abhaltung der Bodenstrahlung hatte. Es war dadurch zwar eine

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

günstigere Ventilation erzielt, aber auch eine noch stärkere Vergrößerung der Tagesschwankung, indem sich diese Hütte im Gegensatz zur gewöhnlichen Wild'schen Hütte in der Nacht unter die Temperatur an einer Fensteraufstellung abkühlt.

C. Unterschiede an den vier Vergleichsstationen, jährlicher Gang.

In Tabelle 6 ist im Mittel der vier Jahre der Unterschied im jährlichen Temperaturgang an den vier Vergleichsstationen gegenüber der normalen Beobachtungshütte dargestellt. Im ersten Teil

Tabelle 6.

Unterschied des jährlichen Temperaturganges an den vier Vergleichsstationen gegenüber der Normalstation November 1904 bis Oktober 1908), ° C.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli
Tagesmittel (7+14+21) : 3							
Gartenhütte	−0·18	−0·05	0·11	0·28	0·45	0·37	0·45
I. Stock	−0·05	0·08	0·12	0·24	0·52	0·53	0·52
II. Stock	−0·10	0·02	0·03	0·14	0·37	0·41	0·41
Turm	0·38	0·44	0·47	0·47	0·53	0·95	1·01

	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Gartenhütte	0·53	0·38	0·22	−0·04	−0·13	0·20
I. Stock	0·52	0·29	0·29	0·13	0·02	0·26
II. Stock	0·43	0·27	0·24	0·02	−0·03	0·18
Turm	1·13	0·83	0·70	0·37	0·44	0·67

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli
Tagesmittel (7+14+21+21) : 4							
Gartenhütte	−0·22	−0·11	−0·03	0·14	0·22	0·08	0·14
I. Stock	−0·06	0·05	0·08	0·16	0·40	0·38	0·37
II. Stock	−0·11	−0·02	−0·02	0·11	0·28	0·31	0·32
Turm	0·38	0·45	0·46	0·44	0·64	0·87	0·95

	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Gartenhütte	0·25	0·16	0·08	−0·10	−0·17	0·04
I. Stock	0·33	0·21	0·25	0·12	0·01	0·20
II. Stock	0·35	0·22	0·22	0·03	−0·02	0·14
Turm	1·12	0·84	0·74	0·41	0·44	0·66

ist das Tagesmittel aus den drei Terminwerten nach der Formel (7+14+21) 3 gebildet, im zweiten Teil nach der Formel (7+14+21+21) 4. Bei der zweiten Formel ist ein etwaiger Unterschied im täglichen Temperaturgang auf die Bildung des Tagesmittels von geringerem Einfluß.

Im Jahresmittel ergeben sich an allen vier Vergleichsstationen etwas höhere Temperaturen als in der normalen Beobachtungshütte; und zwar nach dem ersten Teil der Tabelle 6 in der Gartenhütte um 0·20° C., im I. Stock um 0·26° C., im II. Stock um 0·18° C. und im Turm um 0·67° C.; unter Berücksichtigung der relativen Thermometerkorrekturen,[1] die man für die vier Vergleichsstationen der Reihe nach zu rund +0·1, —0·1, 0·0, 0·0° annehmen kann, war also das Jahresmittel im Garten um 0·3°, im I. und II. Stock um 0·2° und am Turm um 0·7° höher. Nimmt man zur Berechnung des Tagesmittels die genauere Formel (7+14+21+21):4, so beträgt dieser korrigierte Unterschied der Reihe nach 0·1, 0·1, 0·1 und 0·7° Die drei Aufstellungen. Garten, I. und II. Stock ergaben somit nahezu dasselbe Jahresmittel wie die Normalhütte (nur um 0·1° C. höher), die Turmaufstellung dagegen ein um 0·7° höheres; dieser auffällige Unterschied muß noch später für sich untersucht werden.

Aus den beiden Zusammenstellungen in Tabelle 6 ergibt sich ferner, daß an allen vier Vergleichsstationen die positiven Differenzen gegenüber der Normalhütte im Sommer größer sind als im Winter; im Jänner, zum Teil auch in den Vor- und Nachmonaten sind die ersten drei Vergleichsstationen sogar etwas kälter als die Normalhütte. Mithin ist die Amplitude des jährlichen Temperaturganges an allen vier Vergleichsstationen größer als an der »Normalstation«; nachstehend die Temperaturunterschiede zwischen diesen Stationen im Sommer und Winter:

Sommer—Winter	Garten	I. Stock	II. Stock	Turm
(7+14+21) 3.....	0·57°	0·50°	0·46°	0·61°
(7+14+21+21):4.....	0·33°	0·36°	0·38°	0·56°

Bei Zugrundelegung der einfachen, aus den drei Terminwerten gebildeten Tagesmittel hat der Sommer an allen vier Vergleichsstationen eine um 0·46 bis 0·61° größere positive Temperaturabweichung als der Winter, nach den Zahlenwerten der

---

[1] Die relativen Korrekturen der Thermometer, bezogen auf das Thermometer in der normalen Beobachtungshütte, waren:

Temperatur ° C...	0°	10°	20°	30°
Garten	0·0°	+0·1°	+0·2°	+0·1°
I. Stock	—	—0·2°	—0·05°	—0·2°
II. Stock	—	+0·05°	—0·05°	—0·25°
Turm ..	—	+0·05°	—0·1°	—0·1°.

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

zweiten Zeile die ersten drei Stationen um 0·33 bis 0·38°, der Turm um 0·56°.[1]

Nachdem sich alle vier Vergleichsstationen im selben Sinn von der normalen Beobachtungshütte unterscheiden, muß man wohl annehmen, daß in der »Normalhütte« das Jahresmittel eher etwas zu niedrig und die Jahresamplitude zu klein aufgezeichnet wird; wenn man die Werte der Turmaufstellung, die vermutlich lokal beeinflußt und daher nicht einwandfrei sind, wegläßt und die Zahlenwerte des zweiten Teiles der Tabelle 6 gelten läßt, so ergibt sich, daß das Jahresmittel an der Normalstation um 0·1° C. zu niedrig und die Jahresschwankung (Unterschied zwischen wärmsten und kältesten Monat um 0·4° C. zu klein erscheint.

Da nach dem früher Gesagten (p. 318) die Jahresschwankung an der ursprünglichen Aufstellung I (bis Mai 1899) eher etwas größer war — um 0·1 bis 0·2° — als nach der Verlegung, so stimmt in dieser Hinsicht die alte Aufstellung I besser mit den verschiedenen Vergleichsstationen überein als die jetzige Aufstellung II. Immerhin ist es bemerkenswert, daß derart verschiedene Aufstellungen wie die Gartenhütte, ferner die schlecht ventilierte Hütte an der Nordwand des Hauses und schließlich die beiden Fensteraufstellungen im I. und II. Stock, doch recht befriedigend übereinstimmen; nur die Turmaufstellung, die, wie später gezeigt werden wird, lokal gestört war, verhält sich abweichend.

D. Unterschiede zu den drei Terminbeobachtungen.

Nachdem nur an zwei Vergleichsstationen ein Thermograph aufgestellt war, mögen vorerst die drei Terminbeobachtungen besprochen werden.

Um 7 Uhr früh weisen die ersten drei Vergleichsstationen im Winter niedrigere, im Sommer höhere Werte auf als die Normalstation. In der Gartenhütte gleicht sich dies im Jahresmittel gerade aus, bei den anderen beiden Stationen bleibt auch im Jahresmittel noch ein positiver Unterschied übrig. Unter Berücksichtigung der relativen Thermometerkorrekturen (siehe Anmerkung p. 321) ist um 7 Uhr die Gartenhütte um 0·1°, der I. Stock um 0·3° und der II. um 0·2° wärmer als die »Normalhütte«; wenn man hiebei noch den kleinen Zeitunterschied bei der Ablesung berücksichtigt (es wurde stets zuerst die Gartenhütte, dann die

[1] Für die einzelnen Vergleichsstationen ergibt die Berechnung der Sinusreihen folgende Unterschiede des ganzjährigen Gliedes p_1, welches recht genau der halben Jahresamplitude entspricht, gegenüber der »Normalhütte«:

Garten	I. Stock	II. Stock	Turm
0·24°	0·20°	0·25°	0·30°

Um diese Beträge ist die halbe Jahresamplitude größer als in der Hütte im Nordschatten des Gebäudes.

Tabelle 7

Vierjährige Mittel des Temperaturunterschiedes an den Vergleichsstationen gegenüber der Normalstation zu den drei Beobachtungsterminen (November 1904 bis Oktober 1908).

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
7 Uhr													
Gartenhütte	—0·40	—0·33	—0·23	0·13	0·43	0·38	0·40	0·33	0·08	—0·28	—0·30	—0·35	—0·01
I. Stock	—0·13	—0·03	0·05	0·40	0·90	1·00	1·00	0·83	0·43	0·23	—0·03	—0·08	0·38
II. Stock	—0·15	—0·08	0·00	0·20	0·57	0·70	0·60	0·58	0·30	0·10	—0·13	—0·15	0·21
Turm	0·38	0·40	0·53	0·80	1·30	1·53	1·47	1·43	1·05	0·68	0·38	0·43	0·87
14 Uhr													
Gartenhütte	0·18	0·45	0·98	1·00	1·43	1·53	1·73	1·85	1·55	1·28	0·45	0·25	1·06
I. Stock	0·05	0·33	0·35	0·40	0·63	0·63	0·53	0·65	0·43	0·50	0·20	0·13	0·40
II. Stock	0·00	0·28	0·23	0·23	0·50	0·53	0·60	0·60	0·43	0·43	0·10	0·05	0·33
Turm	0·35	0·43	0·43	0·25	0·50	0·70	0·78	0·88	0·60	0·53	0·20	0·43	0·51
21 Uhr													
Gartenhütte	—0·33	—0·28	—0·42	—0·28	—0·50	—0·80	—0·78	—0·60	—0·50	—0·33	—0·28	—0·28	—0·44
I. Stock	—0·08	—0·05	—0·03	—0·08	0·03	—0·05	0·03	0·08	0·00	0·13	0·15	0·00	0·01
II. Stock	—0·15	—0·15	—0·15	0·00	0·03	0·00	0·03	0·10	0·08	0·18	0·08	0·00	0·01
Turm	0·40	0·48	0·45	0·35	0·78	0·63	0·78	1·08	0·85	0·88	0·53	0·45	0·63

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

»Normalhütte« und dann der Reihe nach I. Stock, II. Stock und Turm abgelesen), so werden die auf die »Normalhütte« bezogenen Temperaturkorrekturen bei der Gartenhütte etwas größer, an den übrigen Stationen etwas kleiner. Die Werte der Turmaufstellung fallen um 7 Uhr früh von allen drei Terminen am meisten heraus; hier ist die Temperatur auch im Winter höher als an der Normalstation, im Juni um mehr als 1·5°, im Jahresmittel noch um nahezu 0·9°

Um 14 Uhr ist die der freien Sonnenstrahlung ausgesetzte Gartenhütte — wie zu erwarten — merklich zu warm, am meisten im August (gegenüber der »Normalhütte« um 1·85°) und noch im Jahresmittel um mehr als 1° Die unter sich fast völlig übereinstimmenden Werte vom I. und II. Stock ergeben im Winter recht genau dieselben Temperaturen wie die »Normalhütte«, im Sommer aber um 0·5 bis 0·6° höhere Temperaturen. Die Turmaufstellung hat um 14 Uhr in den Sommermonaten nur unwesentlich höhere Temperaturen als der I. und II. Stock, im Winter aber beträgt dieser Unterschied 0·2 bis 0·6°

Um 21 Uhr, zur Zeit, wenn die Temperatur ungefähr dem Tagesmittel gleich ist, sind die Temperaturunterschiede zwischen den vier Vergleichsstationen untereinander und gegenüber der »Normalhütte« am kleinsten. Nur die Gartenhütte, bei der jetzt infolge ihrer freien Aufstellung und des Fehlens eines Strahlungsschutzes gegen den Erdboden hin die Ausstrahlung von Einfluß wird, hat durchwegs zu tiefe Temperaturen, gegenüber der »Normalhütte« im Winter um 0·3°, im Sommer um 0·6 bis 0·8°, im Jahresmittel um 0·4° Im I. und II. Stock sind die Temperaturen praktisch gleich mit der »Normalhütte«, die Turmaufstellung dagegen ist — insbesondere im Sommer — ganz wesentlich zu warm, im Jahresmittel noch um 0·6°

Die auffällig hohen Temperaturmittel in der Turmaufstellung verlangen eine nähere Untersuchung nach der Ursache dieser Unterschiede. Der naheliegende Verdacht, daß das verwendete Thermometer merklich zu hoch zeigte, konnte durch eine nachträglich wiederholte Eichung entkräftet werden. Es bleibt noch die Möglichkeit, daß sich der von W. Trabert[1] angenommene abkühlende Einfluß der Bäume auch noch auf den I. und II. Stock erstreckt (die Aufstellung im II. Stock ist nahezu in der Höhe der Wipfel der umgebenden Bäume), und daß die über den Baumkronen befindliche Turmaufstellung die richtige, höhere Temperatur wiedergäbe. Zur näheren Beurteilung werden alle jene Fälle herausgesucht, in welcher während der Beobachtung der Himmel vollständig bedeckt war, so daß ein Einfluß der Sonnenstrahlung nicht in Betracht kam und bei welcher mindestens eine Windstärke 5 (nach der alten zehnteiligen Skala, entsprechend einer Windstärke von 12 *m*/sek) notiert wurde. Bei derartigen Wetterverhältnissen

[1] Isothermen von Österreich, l. vgl. auch die Ausführungen p. 317.

müßte der Unterschied: Turm—Normalhütte verschwinden oder mit Rücksicht auf die Höhendifferenz von 20 *m* sogar negativ werden, wenn nicht besondere lokale Einflüsse auf der Turmaufstellung maßgebend waren.

Tabelle 8.

$\triangle T$, Turm — Normalhütte, bei Bewölkung 10 und Windstärke $\geqq 5$, ° C.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Wind $\geqq 5$ ..	0·17 (79)	0·36 (23)	0·37 (18)	0·24 (24)	0·23 (144)
Wind $\geqq 6$ ..	0·06 (29)	0·30 (7)	0·48 (7)	0·23 (11)	0·18 (54)
Wind $\geqq 7$ ..	0·05 (12)	0·25 (2)	0·45 (2)	0·47 (4)	0·18 (20)

Nach Tabelle 8, in welcher außer den mittleren Temperaturunterschieden für die vier Jahreszeiten und für das Jahr noch die Anzahl der verwendeten Fälle in Klammern beigefügt sind, bleibt auch bei diesen ausgesuchten Witterungsverhältnissen ein Temperaturüberschuß in der Turmaufstellung gegenüber der »Normalhütte« bestehen, der bei weiter zunehmender Windstärke kaum abnimmt und im Jahresmittel noch 0·2° beträgt. Nachdem bei derart starken Winden jedenfalls mit einer mittleren Temperaturabnahme mit der Höhe von 0 5 bis 1·0° pro 100 *m* gerechnet werden muß, gibt also die Turmaufstellung auch bei Ausschaltung der Sonnenstrahlung und bei sehr kräftiger natürlicher Ventilation durch den Wind etwa um 0·3° zu hohe Werte.

Eine endgültige Erklärung für diesen Lokaleinfluß kann nachträglich ohne weitere Untersuchungen kaum gegeben werden, doch glaube ich, daß die Wendeltreppe, von der aus das Fenster zur Thermometeraufstellung führt und die vom Keller bis zur Plattform auf den Turm hinaufführt, als Kamin wirkt und der erwärmten Innenluft auch Austritt durch das vielleicht nicht gut schließende Fenster am Thermometer vorbei gestattet. Darauf deuten die Unterschiede in den Turmwerten der Tabelle 7 hin. Um 14 Uhr gibt die Turmaufstellung im Sommer (wenn die Innenluft eher kühler ist als die Außenluft) ziemlich richtige Werte, im Winter dagegen zu hohe; um 21 Uhr, wenn die Innenluft das ganze Jahr hindurch im Durchschnitt wärmer ist als die Außenluft, zeigt auch das Thermometer in der Turmaufstellung das ganze Jahr hindurch zu hoch. Um 7 Uhr dürfte noch ein indirekter Strahlungseinfluß dazu kommen, nachdem bei diesem Termin die Unterschiede: Turm—»Normalhütte« am größten sind. Wenn auch die Beschirmung gegen direkte Bestrahlung durch den früher erwähnten Holzschirm geschützt ist, so springt doch westlich von der Thermometeraufstellung in sehr geringer Entfernung die Mauer des viereckigen Turmes stark vor und diese dürfte bei Bestrahlung

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

Tagesschwankung im Turm das ganze Jahr hindurch etwas kleiner als in der »Normalhütte« ergibt, im Jahresmittel um 0·5°

Man ersieht daraus, wie groß die Unterschiede im täglichen Temperaturgang an verschiedenen unmittelbar benachbarten Aufstellungen sein können. Eine Entscheidung darüber, ob und in welchem Sinn die Tagesschwankung in der »Normalhütte« unrichtig wiedergegeben wird, ergibt sich aus Tabelle 9 nicht: In der Gartenhütte ist die Tagesschwankung zweifellos zu groß, das ersieht man schon daraus, daß an heiteren Tagen der Einfluß der Sonnenstrahlung in der Umgebung des Tagesmaximums deutlich durch den zackigen Verlauf der Kurven erkennbar ist.[1] Die Fensteraufstellung auf der Turmstiege anderseits ist, wie schon beim jährlichen Temperaturgang erörtert wurde, jedenfalls lokal gestört, und zwar dadurch, daß die Thermometer an der höher temperierten Innenluft der Wendeltreppe nur durch ein einfaches Fenster getrennt waren; ferner, daß die Aufstellung in einer Mauernische gegen die häufigsten Westwinde sehr geschützt war; und schließlich, daß die umgebenden Mauern und das Hausdach unterhalb der Aufstellung in den Vormittagsstunden von der Sonne getroffen wurde.

Für ausgesuchte heitere und trübe Tage sind die Unterschiede des täglichen Temperaturganges zwischsn Gartenhütte, beziehungsweise Turmaufstellung gegenüber der »Normalhütte« noch in Tabelle 10 im einzelnen dargestellt. Für jede der vier Jahreszeiten wurden im Mittel je 20 heitere und trübe Tage herausgesucht. Maßgebend für die Auswahl war außer der Bewölkung zu den drei Beobachtungsterminen hauptsächlich die Registrierung des Sonnenscheinautographen und überdies das Aussehen der Temperaturregistrierung. Im Sommer mußte, um die Zahl 20 zu erreichen, unter den trüben Tagen auch einige mitverwendet werden, an welchen einige Zehntelstunden Sonnenschein registriert wurde.

An den heiteren Tagen kommt in der Gartenhütte die größere Tagesschwankuug sehr deutlich zum Ausdruck (vgl. Fig. 1). Im Winter ist es in der Gartenhütte nur von 9 bis 15 Uhr wärmer, in der übrigen Tageszeit kälter als in der »Normalhütte«, im Sommer dauert der Temperaturüberschuß von 6 bis 20 Uhr. Im Winter ist das 24stündige Tagesmittel um 0·2° tiefer, in den übrigen Jahreszeiten um 0·5 bis 0·6° höher als in der »Normalhütte«. Das periodische Tagesmaximum ist an heiteren Tagen in der Gartenhütte im Winter um 0·70°, im Frühling um 1·99,

[1] Für eine ungeschützte Aufstellung war die Konstruktion der Gartenhütte überhaupt nicht zweckmäßig. Die großen Dimensionen bewirkten nach Feststellungen an anderen Stationen eine stärkere Erwärmung der Hütte. Auch war nicht dafür gesorgt, daß wenigstens gegen Süden der Einfluß der Strahlung durch doppelte Jalousiewände verkleinert wurde; ferner war das einfache und fest gefügte Dach der Ventilation nicht förderlich. Schließlich war der Graswuchs unterhalb der Hütte, infolge der großen Dimensionen derselben, alsbald verdorrt, so daß der von der Sonnenstrahlung direkt getroffene nackte Boden eine schädliche Strahlungswirkung auf die Thermometer im Innern der Hütte ausüben konnte.

Tabelle 10. Mittlere Unterschiede im täglichen Temperaturgang an heiteren und trüben Tagen zwischen Gartenhütte, beziehungsweise Turm und Normalhütte (1904 bis 1908), ° C.

Stunde ..	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	Mittel
Gartenhütte—Normalhütte, *a)* heitere Tage.													
Winter	—0·65	—0·76	—0·69	—0·50	0·35	0·62	0·71	—0·12	—0·38	—0·46	—0·43	—0·43	—0·22
Frühling ...	0·83	—0·77	—0·32	1·27	1·91	2·08	2·16	1·70	0·73	—0·30	—0·70	—0·70	0·51
Sommer ...	—0·84	—0·72	0·37	0·81	1·92	2·14	2·34	1·90	1·10	0·13	—1·04	—0·88	0·57
Herbst.. .	—0·48	—0·53	—0·45	1·22	2·25	2·37	2·44	1·59	0·66	—0·29	—0·50	—0·43	0·62
b) trübe Tage													
Winter ..	—0·38	—0·42	—0·36	0·27	—0·18	—0·13	—0·05	0·13	—0·22	—0·28	—0·30	—0·25	—0·25
Frühling .	—0·13	—0·15	—0·11	—0·02	0·06	0·16	0·13	0·11	0·00	—0·14	—0·16	—0·15	—0·03
Sommer	—0·32	—0·34	—0·22	0·04	0·14	0·10	—0·03	0·02	—0·17	—0·45	—0·38	—0·37	—0·17
Herbst.. .	—0·19	—0·11	—0·18	—0·19	—0·05	—0·03	—0·07	—0·05	—0·11	—0·13	—0·15	—0·19	—0·11
Turm—Normalhütte, *a)* heitere Tage													
Winter ..	0·63	0·65	0·70	0·73	0·84	0·70	0·24	0·22	0·47	0·61	0·73	0·86	0·63
Frühling ..	1·39	1·43	1·90	1·40	0·57	0·21	0·20	0·40	0·84	0·98	0·95	1·61	0·99
Sommer ...	1·29	1·32	2·28	1·13	1·39	0·98	1·03	0·97	1·29	1·27	1·27	1·51	1·29
Herbst.. .	1·94	1·73	1·90	1·88	1·13	0·93	0·88	1·32	1·85	2·13	2·12	2·13	1·63
b) trübe Tage													
Winter .	0·34	0·36	0·34	0·44	0·43	0·34	0·37	0·34	0·32	0·30	0·43	0·41	0·36
Frühling ..	0·38	0·39	0·38	0·39	0·38	0·28	0·25	0·31	0·31	0·30	0·26	0·30	0·33
Sommer	0·75	0·68	0·66	0·73	0·84	0·73	0·64	0·61	0·47	0·29	0·29	0·35	0·59
Herbst.. ..	0·20	0·16	0·08	0·17	0·14	0·11	0·16	0·27	0·33	0·23	0·25	0·25	0·21

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

im Sommer um 2·13° und im Herbst um 2·31° höher als in der »Normalhütte«, das periodische Tagesminimum dagegen das ganze Jahr hindurch ziemlich gleichmäßig um 0·5 bis 0·7° tiefer (0·70, 0·67, 0·70 und 0·45°). Die tatsächliche periodische Tagesschwankung betrug für die »Normalhütte« für diese ausgesuchten heiteren Tagen in den vier Jahreszeiten der Reihe nach 4·5, 11·5, 10·5 und 11·0°; in der Gartenhütte war diese Tagesschwankung der Reihe nach um 1·4° (31%), 2·7° (23%), 2·8° (27%) und 2·8° (25%) größer; im Jahresmittsl ergab sich die periodische Tagesschwankung an heiteren Tagen um mehr als den vierten Teil (2·4° = 27%) größer als in der »Normalhütte«. Das Verhalten der aperiodischen Tagesextreme stimmt damit vollkommen überein.

Auch an trüben Tagen ist im allgemeinen die Tagesschwankung in der Gartenhütte etwas größer, die Abweichungen von den Verhältnissen in der »Normalhütte« sind aber hier natur-

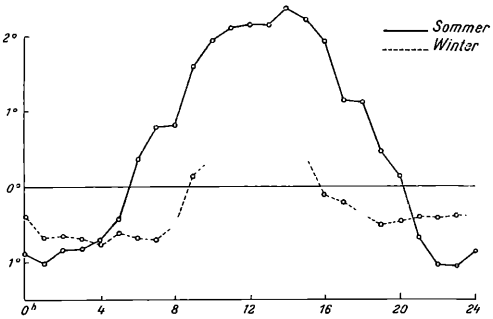

Fig. 1. Mittlerer Unterschied des Temperaturganges zwischen Gartenhütte und Normalhütte an heiteren Tagen.

gemäß nicht groß. Das Tagesmittel ist an trüben Tagen in der Gartenhütte durchwegs etwas niederer, im Jahresmittel um 0·14°.[1]

In der Turmaufstellung ist an heiteren Tagen die Tagesschwankung noch etwas kleiner als in der »Normalhütte«, in den vier Jahreszeitan der Reihe nach um 0·50, 1·27, 0·46 und 0·84° im Jahresmittel noch um 0·77°; periodische und aperiodische Tagesextreme verhalten sich vollständig gleichartig. In Tabelle 10 fällt ganz besonders auf, daß das Tagesmittel in allen vier Jahreszeiten ganz beträchtlich höher ist als in der »Normalhütte«, am meisten im Herbst (1·6°), im Jahresmittel noch um 1 1°; auch an den trüben Tagen ergeben sich dieselben Verhältnisse in abgeschwächtem Ausmaß, der Unterschied der Tagesmittel beträgt im Jahresdurchschnitt 0·37° Die periodische Tagesschwankung ist an trüben Tagen ganz wenig größer als in der »Normalhütte«.

[1] Nach Berücksichtigung der relativen Thermometerkorrekturen (vgl. p. 321) ist dieser Unterschied im Jahresmittel gerade 0·0°.

Tabelle 11.

Unterschied in den Eintrittszeiten der Tagesextreme und Medien zwischen Turm, beziehungsweise Gartenhütte und Normalhütte an heiteren Tagen (Zeitminuten).

	Minimum	1. Medium	Maximum	2. Medium	Mittel
Turm — Normalhütte					
Winter	— 1	—13	—16	— 5	— 9
Frühling	—19	9	15	0	1
Sommer	—25	— 5	4	0	— 6
Herbst	—13	21	28	39	19
Jahr	—14	3	8	9	1
Gartenhütte — Normalhütte					
Winter	—17	—33	—28	—34	—28
Frühling	—17	—40	—36	—55	—37
Sommer	—36	—22	—54	—39	—38
Herbst	—13	—34	—43	—61	—38
Jahr	—21	—32	—40	—47	—35

Neben den besprochenen Unterschieden in der Amplitude des täglichen Temperaturganges treten auch Abweichungen in der Phase desselben auf. Für die heiteren Tage (dieselben, die in Tabelle 10 benützt worden sind) sind die Phasenunterschiede, ausgedrückt in Zeitminuten, in Tabelle 11 zusammengestellt.[1] Bei der Turmaufstellung sind die Eintrittszeiten nur wenig von denen in der »Normalhütte« verschieden; auf dem Turm tritt das Tagesminimum in allen vier Jahreszeiten etwas früher ein als in der »Normalhütte«, im Jahresmittel um 14 Minuten, das Maximum ist mit Ausnahme des Winters etwas verspätet, im Jahresmittel um 8 Minuten. Zieht man zur Beurteilung der Phasenverschiebung neben den Tagesextremen noch die beiden Medien mit heran, so ergibt sich im Jahresmittel volle Übereinstimmung mit der »Normalhütte« (genau genommen eine Minute Verzögerung).

In der Gartenhütte dagegen zeigt sich eine ganz beträchtliche Phasenverschiebung gegenüber der »Normalhütte«. Sowohl die beiden Tagesextreme als auch die beiden Medien treten in der Gartenhütte in allen vier Jahreszeiten früher ein als in der »Normalhütte«; im Jahresmittel verfrüht sich das Tagesminimum um

[1] Über die Berechnung der Eintrittszeiten siehe p. 313.

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

21 Minuten, das Maximum um 40 Minuten, die beiden Medien um 32, beziehungsweise 47 Minuten. Im Mittel aller Zahlen ergibt sich eine Verfrühung des täglichen Temperaturganges um 35 Minuten; diese Verfrühung ist das ganze Jahr hindurch ziemlich konstant, nur im Winter ist sie etwas kleiner.

Für die trüben Tage ergibt sich kein klares Bild, da hier die Eintrittszeiten wegen der Kleinheit der Tagesschwankung allzu stark variieren.

Ergebnisse: Die Untersuchung hat ergeben, daß in Wien das Jahresmittel der Temperatur sowohl der »Normalhütte« in den beiden Aufstellungen I und II als auch an den Vergleichsstationen unter sehr verschiedenen Aufstellungsbedingungen recht befriedigend übereinstimmt. Die großen Abweichungen der Turmaufstellung zeigen, auf welch große Fehler man gefaßt sein muß, wenn man bei Fensteraufstellungen nicht auf alle in Betracht kommenden Hauseinflüsse Rücksicht nimmt.

Die Jahresschwankung der Temperatur, insbesondere wenn man zur Bildung der Tagesmittel die Formel $(7+14+21+21)\,4$ benützt, zeigt eine für die meisten Zwecke wohl genügende Übereinstimmung bei den untersuchten Aufstellungen. In der »Normalhütte«, die nur 1 *m* von der Nordwand des Hauses absteht und die infolge der benachbarten Bäume recht ungünstig ventiliert ist, dürfte die Jahresschwankung um einige Zehntelgrade zu klein aufgezeichnet werden.

Ganz beträchtliche Unterschiede stellen sich bei der Tagesschwankung heraus. Schon die Verlegung ein und derselben Hütte um wenige Meter hat eine Abschwächung der Tagesschwankung um etwa 10% und eine nachweisbare Verzögerung des täglichen Ganges mit sich gebracht. Die Tagesschwankung ist in der jetzigen Aufstellung der »Normalhütte« kleiner als sie für die Fensteraufstellungen im I. und II. Stock angenommen werden muß. In der freistehenden Wild'schen Hütte war die Tagesschwankung zweifellos beträchtlich zu groß. Infolge der unzweckmäßigen Bauart und den übergroßen Dimensionen waren die Unterschiede gegen Fensteraufstellungen noch größer, als solche an anderen Orten festgestellt wurden.

Bemerkungen über die Fensteraufstellung in den Alpenländern: Es ist gewiß Herrn W. Köppen[1] beizupflichten, daß als Ideallösung eine in allen Breiten gleichartige Thermometeraufstellung anzustreben sei; und weiters, daß die Temperatur an einem Punkt gemessen werden soll, der von Baulichkeiten und von dem mit der Zeit veränderlichen Baumwuchs möglichst unbeeinflußt ist. Das würde eine freie Hüttenaufstellung bedingen auf einer freien Ebene, abseits von Häusern, Bäumen und Buschwerk. Ein solcher Aufstellungsplatz ist schon im Flachland, insbesondere in Städten oft schwer zu finden; im erhöhten Maß gilt das für Gebirgsgegenden.

[1] l. c.

Dazu kommt folgender, für die Alpenländer maßgebender Umstand: In der Heimat der englischen Hütte wie auch in Norddeutschland ist die mittlere Windgeschwindigkeit so groß, daß zumeist auch bei intensiver Strahlung der Strahlungsfehler nicht allzu groß sein wird. Köppen gibt als untere Grenze der Windgeschwindigkeit, welche selbst für die von ihm vorgeschlagene Hütte mit Schutzdach notwendig sei, um eine genügende natürliche Ventilation zu erzeugen, mit etwa 1 *m*/sek in der Höhe der Hütte an. Nun gibt es aber gewiß gerade in den Alpenländern viele Orte, in welchen diese Windgeschwindigkeit von 1 *m*/sek in Bodennähe nicht einmal im Jahresmittel erreicht wird.

Zum Beispiel beträgt die mittlere Windstärke in Innsbruck, gemessen an einem günstig aufgestellten Anemometer auf dem Dach des Institutsgebäudes unter Berücksichtigung der Reibungskonstante weniger als 2 *m*/sek, in 2 *m* über dem Boden wohl kaum 1 *m*/sek. Dieser Windweg entfällt aber zum großen Teil auf die nicht sehr häufigen Föhntage; die Hälfte bis zwei Drittel aller Terminbeobachtungen verzeichnen »Kalme«. Unter solchen Umständen erscheint es ganz ausgeschlossen, mit einer gewöhnlichen englischen Hütte den täglichen Temperaturgang halbwegs richtig zu erhalten; da sind höchstwahrscheinlich die Fehler doch noch geringer, wenn die Hütte einfach in den Nordschatten des Hauses gestellt wird.

Die einfachen Stationen zweiter und dritter Ordnung, die keine Registrierapparate besitzen, kommen ohnehin fast nur für die Bestimmung des jährlichen Temperaturganges in Betracht; und für diesen genügt gewiß auch die viel bequemere und billigere Fensteraufstellung. Solange noch nicht eine künstliche Ventilation auch des trockenen Thermometers eingeführt ist, ist nach meiner Meinung in Gebieten mit vorherrschender Windstille die Aufstellung im Nordschatten eines Hauses als das kleinere Übel der freien Aufstellung vorzuziehen.

W. Köppen hat l. c. in Aussicht gestellt, daß die von ihm vorgeschlagene Hütte mit Schutzdach in Davos erprobt werden soll; leider konnte ich die dort gewonnenen Ergebnisse nirgends finden.

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: 1929

Band/Volume: 138_2a

Autor(en)/Author(s): Wagner Arthur

Artikel/Article: Einfluß der Thermometeraufstellung auf die Temperaturaufzeichnungen in Wien, Hohe Warte. 311-333