

Berichte
des
Deutschen Wetterdienstes

Nr. 19
(Band 3)

DK 551.508.27

**Beitrag zur Messung der Lufttemperatur mit
verschiedenen Formen des Strahlungsschutzes**

von

Wilhelm Bauer und Richard Buschner

(mit 13 Abbildungen und 4 Tabellen im Text)

Bad Kissingen 1955

Inhalt

	Seite
Zusammenfassung	3
A. Allgemeines	3
Aufgabe, Anlaß und Begründung der Arbeit ..	3
Versuchsanordnung	3
B. Beobachtungsergebnisse	5
Statistische Behandlung des Beobachtungsmaterials	5
I. Häufigkeitsverteilungen der Abweichungen in Abhängigkeit vom Bedeckungsgrad	5
II. Korrelation der Abweichungen mit der Temperaturänderung	10
III. Beurteilung der vier Aufstellungsarten und Folgerungen für die Verwendung unbelüfteter Thermometer	12
Literatur	12

Die vorliegenden, vom Lehrforstamt Kattenbühl in Hann. Münden und vom Forsteinrichtungsamt Koblenz durchgeführten Untersuchungen wurden im Rahmen eines weiter reichenden Forschungsauftrages von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert.

Anschriften der Verfasser:

Dr. W. Bauer, Darmstadt, Stiftstraße 73a

R. Buschner, Hann. Münden, Schöne Aussicht 13

Zusammenfassung

Anhand einer längeren Beobachtungsreihe wird der besondere Einfluß von drei verschiedenen Hüttenausführungen und einer als Strahlungsschutz verwendeten Schattenhülle auf die Bestimmung der Lufttemperatur mit nicht belüfteten Thermometern untersucht. Hierbei erweisen sich im Wärmeverhalten der verschiedenen Formen des Strahlungsschutzes Ähnlichkeiten zu bereits bekannten Reaktionen bei Thermometerkörpern insbesondere in bezug auf das spezifische Anpassungsvermögen. Da diese Eigenschaft vom Verhältnis der Wärmekapazität zur Oberfläche des Thermometerkörpers abhängt, erklärt es sich, daß die größten Ausführungsformen — das sind hier eine große und eine mittlere Hütte — am wärmeträgsten sind, eine geringe Wärmeträgheit bei einer kleinen Hütte beobachtet wird und bei zweckmäßiger Aufhängung einer kleinen als Strahlungsschutz dienenden einfachen Hülle aus dünnem hochglänzendem Aluminiumblech eine merkliche Wärmeträgheit nicht feststellbar ist. Wegen der geringen Einstelldauer von Normalthermometern können die bei Verwendung der Schattenhülle gewonnenen Temperaturen ohne Reduktion übernommen werden. Die besondere Art der Aufhängung bewirkt im übrigen eine ausreichende Luftzirkulation, so daß die unter Verwendung der Schattenhülle ermittelten Temperaturen den Aßmann-Werten sehr ähnlich sind. Hingegen sind alle mit nicht belüfteten Thermometern in den Hütten gemessenen Temperaturen zu korrigieren und zwar nach Maßgabe der zwischen den beiden letzten Meßterminen jeweils erfolgten Temperaturänderung.

Bei allen nicht belüfteten Thermometern ist der Einfluß der Luftfeuchtigkeit die Ursache für Fehlanzeigen, jedoch ist bei keiner der untersuchten Aufstellungsarten diese Fehlerquelle in befriedigender Weise zu vermeiden.

A. Allgemeines

Aufgabe, Anlaß und Begründung der Arbeit

Aufgabe vorliegender Arbeit war es aufzuklären, in welcher Weise die besonderen Meßbedingungen bei vier vorgegebenen Formen des Strahlungsschutzes die Bestimmung der wahren Lufttemperatur beeinflussen. Nach Möglichkeit sollten Korrekturwerte ermittelt werden, die eine Berichtigung der bei Verwendung der einzelnen Form des Strahlungsschutzes gewonnenen Temperaturwerte erlauben. Im ungünstigsten Falle sollte die Begründung mitgeteilt werden, unter der die Verwendung der einen oder anderen Form entfällt.

Über den Gegenstand liegen bereits ausführliche Arbeiten vor. Die hier angestellten Untersuchungen dienen im besonderen der Prüfung zweier neuerer vereinfachter Wetterhüttenausführungen und einer einfachen Schattenhülle, die in zwei größeren Versuchen im Unterwesterwald und im Kaufunger Wald z. Z. Verwendung finden.

Der allgemeine Grund für diese Untersuchung liegt in dem großen Interesse, vereinfachte Aufnahmetechniken für die Durchführung oft weiträumiger klimatologischer Vorhaben zu erfahren. Bei der besonderen Bedeutung, die weite Kreise der Landbauwissenschaften einer durch Messungen belegten Klimabeurteilung beimessen, ist die Erfassung lokalgültiger Klimadaten für geschlossene Landschaften eine vordringliche Aufgabe. Zwangsläufig ergibt sich hieraus die Einrichtung von Meßketten und Sondernetzen, die an das weit-

maschige Netz des öffentlichen Wetterdienstes anschließen.

Eine grundsätzliche Vereinfachung im Rahmen solcher Untersuchungen liegt in dem Verzicht auf die künstliche Belüftung des Thermometers bei der Bestimmung der Lufttemperatur. Man ist aber im allgemeinen bestrebt, die Thermometer gegen direkte Strahlungseinflüsse und vor Feuchte zu schützen. Die hierbei benutzten Einrichtungen sind zumeist Abwandlungen der Wild'schen Wetterhütte und hochglänzende Metalloberflächen. Im Sinne der Hergesellschen Definition müssen aber diese Einrichtungen selbst als mit einem spezifischen Wärmeverhalten versehene Thermometerkörper gelten. Ihr Einfluß auf die Messung der Lufttemperatur insbesondere bei Verwendung nicht belüfteter Thermometer darf unter gar keinen Umständen unberücksichtigt bleiben.

Damit erscheint die hier vorliegende Untersuchung sowohl der Sache nach als auch unter dem Gesichtspunkt der Notwendigkeit der praktischen Anwendung als genügend begründet.

Versuchsordnung

In den nachfolgenden Ausführungen werden die Meßergebnisse aus einer längeren Beobachtungsreihe zur Bestimmung der Lufttemperatur behandelt, die mittels nachbeschriebener Versuchsordnung gewonnen wurden (siehe auch Abb. 1 und Skizze der Versuchsordnung Abb. 2):



Abb. 1

Versuchsordnung auf dem Steinberg im Kaufunger Wald
Ansicht von Südwesten

In 500 m Seehöhe auf dem Plateau des Steinbergs im Kaufunger Wald wurden inmitten einer etwa 1 ha großen Waldblöße folgende drei Wetterhütten mit etwa 10 Meter Abstand von einander aufgestellt:

- 1 große Wildsche Wetterhütte,
Aufstellungshöhe des Hüttenkörpers 2 m;
- 1 mittlere Hütte mit einfachen Jalousien, Innenmaße 40 cm x 40 cm x 40 cm nach dem Muster einer in den 30er Jahren beim Geophysikalischen Institut in Frankfurt entwickelten transportablen und zusammenlegbaren Hütte für klimatologische Untersuchungen, jedoch starr und mit Pulldach, Aufstellungshöhe des Hüttenkörpers 2 m;

1 kleine Hütte, die erst neuerdings bei der Klimaabteilung des Deutschen Wetterdienstes in Bad Kissingen entwickelt wurde, gekennzeichnet durch einfache Jalousien und Offenlassen der Nordseite.

Aufstellungshöhe des Hüttenkörpers 1,60 m*).

An der Westseite der großen Hütte war, ebenfalls in 2 m über dem Boden, ein großes Aßmannsches Aspirationspsychrometer aufgehängt.

Außer den Hütten wurde als Ausführungsform des Strahlungsschutzes 1 Schattenhülse in die Vergleichsaufnahmen einbezogen. Sie war aus einfacher, ungeglühter, hochglänzender Aluminiumfolie von 0.2 mm Dicke gefertigt. Ihre Abmaße und die Art der Aufhängung ist aus Abb. 3 zu ersehen. Aufhängungshöhe 2 m.

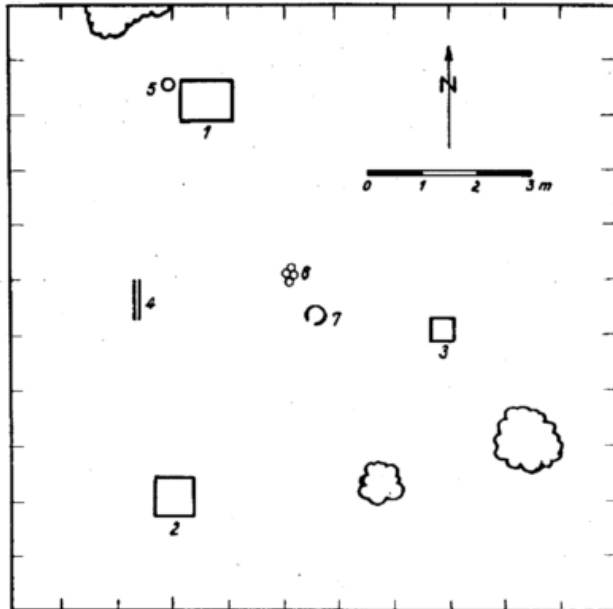


Abb. 2

Schematische Skizze der Versuchsanordnung auf dem Steinberg im Kaufunger Wald 1953

- 1 = Große Hütte
- 2 = Mittlere Hütte
- 3 = Kleine Hütte
- 4 = Hülse
- 5 = Aßmann
- 6 = Windmeßgerät
- 7 = Sonnenscheinschreiber

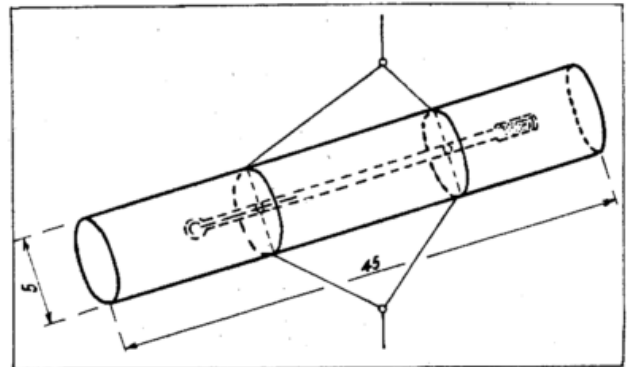


Abb. 3

Hülse mit Thermometer in Schrägaufhängung

Die Aufhängung ist beweglich zu halten, um bei Wind eine möglichst gute Ventilation zu erzielen. Die Schrägaufhängung beabsichtigt eine Schornsteinwirkung, die insbesondere bei Strahlungswetter eine automatische Belüftung nach sich zieht.

In allen Aufstellungsarten wurden Normalthermometer (Qs) mit 1/5° C Teilung benutzt.

Die Zuordnung der Thermometer zu den einzelnen Aufstellungsarten sowie ihre Fehlercharakteristik geht aus der folgenden Übersicht hervor:

Thermometer

Gerätebeschreibung und Ort und Art der Verwendung

Lde Bezeichnung des Thermometers Nr. Meßelement	Meßbereich °C Meßgenauigkeit °C	Korrektionsangaben °C			Einstelldauer sec		Ablesedauer sec		Meßstelle	Belüftung	
		Bereich Korrektion			bei Temperatur- sprung von		bei Temperatur- differenz von				
					10°C	10°C	10°C	10°C			
1 Qs	-40°C bis +70°C 1/5 °C	-40° bis -10°	-10° bis 10°	0.2°	0.1°	200	700	5	0.5	große Hütte	ohne
2 Qs	1/5 °C	10° bis 30°	30° bis 70°	0.1°	0.0°	200	700	5	0.5	mittlere Hütte	ohne
3 Qs	1/5 °C					200	700	5	0.5	kleine Hütte	ohne
4 Qs	1/5 °C					200	700	5	0.5	Hülse	ohne
5 Qs	1/5 °C									Aßmannsches Aspirationspsychrometer	künstlich ventiliert

*) Die Aufstellungshöhe ist in diesem Maße vom Klimadienst des Deutschen Wetterdienstes vorgesehen. Im Sinne einer möglichst genauen Einhaltung der praktischen Bedingungen wurde also für den Vergleich die kleine Hütte in 1,60 m aufgestellt. Es war uns aber bewußt, daß die Vergleichsbedingungen hierdurch verschieden waren.

B. Beobachtungsergebnisse

Der Versuch lief vom 1. 9. 1953 bis zum 22. 12. 1953.

Insgesamt wurden 333 Einzelbeobachtungen vorgenommen.

Einige immer wiederkehrende Beobachtungstatsachen konnten bei den einzelnen Hütten und bei der Schattenhülse festgestellt werden:

Die große und die mittlere Hütte reagieren auf Temperaturänderungen langsamer als die kleine Hütte und die Schattenhülse. Die beiden letzteren sprechen auf Temperaturschwankungen ähnlich schnell an wie das Abmann-Gerät. Die große Hütte ist nach nassendem Nebel oder Niederschlag zu lange sehr feucht und bringt dann tiefere Temperaturen als die anderen Geräte. Bei windschwachem und wolkenarmem Wetter bleibt hier die Temperatur recht merkbar über den Werten der anderen Geräte. Die Doppelalousiewände unterbinden scheinbar eine schnelle Ventilation. Zur Eigenart der mittleren Hütte gehört es vermutlich, daß sie bei nassendem Nebel und Niederschlag noch verhältnismäßig lange trocken bleibt. Die kleine Hütte reagiert schnell auf alle Temperaturschwankungen. Während man in der großen und der mittleren Hütte ein gedämpftes Ausschlagen der Temperaturkurve bekommt, sind die Ausschläge bei der kleinen Hütte extrem. Sehr deutlich tritt im Tagesgang bei Strahlungswetter der Übergang vom Einstrahlungsteil zum Ausstrahlungsteil der Temperaturkurve vor Sonnenuntergang in Erscheinung. Durch die niedrige Aufstellungshöhe der kleinen Hütte ist die Vergleichsmöglichkeit mit den anderen Hütten und der Schattenhülse gestört. Die niedrige Aufstellungshöhe ist aber in der Praxis für die kleine Hütte vorgesehen und es sollte bei diesem Versuch unter echten Einsatzbedingungen beobachtet werden.

Die Auswertung des Beobachtungsmaterials baut auf obigen, bei den Beobachtungen gemachten Feststellungen auf. Die Bearbeitung untersucht also die Abhängigkeit der Größe der Abweichung vom Abmann bei den verschiedenen Aufstellungsarten von der Bedeckung und von der Temperaturänderung.

Dabei werden die Beobachtungen im Nachstehenden einer mathematisch-statistischen Behandlung unterzogen. Die Darstellung bringt jedoch nur die für das Verständnis notwendigen Ergebnisse. Die ausführlichen Arbeitsunterlagen halten wir dem interessierten Leser zur Einsichtnahme bereit.

Zunächst werden die Abweichungen der bei den Aufstellungsarten gefundenen Temperaturwerte von den entsprechenden Abmann-Werten ermittelt und anschließend nach den Witterungsbedingungen aufgeschlüsselt, die jeweils bei den Messungen beobachtet wurden.

Statistische Behandlung des Beobachtungsmaterials

I. Häufigkeitsverteilung der Abweichungen in Abhängigkeit vom Bedeckungsgrad

In den Verteilungstabellen der Tab. 1 werden die prozentualen Häufigkeiten der Abweichungen vom Abmann mitgeteilt. In Tab. 1a ist dies für das Gesamtmaterial durchgeführt, in Tab. 1b—1h für die nach besonderen Witterungsbedingungen aufgegliederten Beobachtungen.

Die in den Tab. 1a—1h gegebenen Verteilungen werden sodann in den Abb. 4—11 graphisch dargestellt. Dabei sind die einzelnen Häufigkeitsverteilungen unter der zugehörigen Verteilungstafel angeordnet. Innerhalb der einzelnen Abbildungen sind die Verteilungsbilder der vier Aufstellungsarten in der Reihenfolge: große Hütte, mittlere Hütte, kleine Hütte, Hülse nebeneinander gestellt. In Abb. 4 und Tab. 1a, die das gesamte

Beobachtungsmaterial umfassen, erkennt man, daß die höchste prozentuale Übereinstimmung mit den Abmann-Werten von dem Thermometer erreicht wird, das unter Zuhilfenahme der Schattenhülse als Strahlungsschutz die Lufttemperatur mißt. Danach folgt die kleine Hütte, mit etwas größerem Abstand die große und schließlich die mittlere Hütte. Für alle Meßanordnungen fällt dabei eine relativ große Variationsbreite der Abweichungen auf, die von -1.1°C bis $+1.0^{\circ}\text{C}$ reicht. In den Abb. 5—11 und Tab. 1b—1h werden die Beobachtungen nach Bedeckungsgraden aufgliedert:

- a) ohne Unterschiede der Tageszeit und
- b) nach Tag- und Nachtwerten getrennt.

Wie die Abb. 5—7 und die Verteilungstabellen Tab. 1b bis 1d zeigen, stimmen die Beobachtungen am besten überein, die bei „Nebel an der Station“ gemacht wurden (Abb. 7 und Tab. 1d). Die Variationsbreite der Abweichungen geht auf $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ zurück, jedoch bleibt die Reihenfolge der 4 Aufstellungsarten erhalten, wobei sich die großen Hütten als am „schlechtesten“ erweisen. Noch augenfälliger wird die Abhängigkeit von der Bedeckung bei Aufgliederung nach Tag- und Nachtbeobachtungen (Abb. 8—11 und Tab. 1e—1h). Eine geschlossene Übersicht und eine Beurteilung der Häufigkeitsverteilungen wird in Tab. 2 gegeben. Dieser Tabelle ist eine rechnerische Behandlung der in den Häufigkeitsverteilungen gegebenen Tatsachen vorausgegangen.

In der Reihenfolge der verschiedenen Bedeckungsgrade wird in Tab. 2 für die verschiedenen Aufstellungsarten die mittlere Abweichung von den Abmann-Werten und der zugehörige mittlere Fehler aufgeführt. Dabei zeigt sich die große Hütte im ganzen als etwas zu warm. In noch stärkerem Maße ist dies für die mittlere Hütte der Fall. Hingegen ist die kleine Hütte als etwas zu kalt gekennzeichnet, während die Schattenhülse die beste Übereinstimmung und unter Berücksichtigung des mittleren Fehlers der errechneten Abweichung keine Differenz zum Abmann-Wert zeigt (s. letzte Zeile Tab. 2: Sämtliches Material).

In den Zeilen für die verschiedenen Bedeckungsgrade wiederholen sich die für das Gesamtmaterial vorhandenen Befunde. Für die geringen nächtlichen Bedeckungsgrade tritt dies in verstärktem Maße in Erscheinung. Die große Hütte stimmt hierbei mit der mittleren Hütte überein. Die mittlere Abweichung der kleinen Hütte nach zu kalt gibt unter allen gefundenen mittleren Abweichungen den absolut größten Wert. Bei Tage zeigt die große Hütte für alle Bedeckungsgrade gute Übereinstimmung mit den Abmann-Werten, wobei sich nur für geringe Bedeckungsgrade im Mittel eine schwache positive Abweichung abzeichnet. Das unterschiedliche Verhalten der großen Hütte bei Tage und bei Nacht erscheint gegenüber den anderen Aufstellungsarten als Ausnahme. Es kann hier nicht entschieden werden, ob die größere Luftunruhe bei Tage, wo sich die allgemeinen Windverhältnisse und die örtlichen Austauschvorgänge addieren, für die bessere Angleichung der Hüttentemperatur an die Außenverhältnisse ausreicht, oder ob nicht das wiederholte Öffnen der großen Hütte bei Tage die Ursache für die guten Meßbedingungen ist. Für die Erklärung der nächtlichen Reaktion in der großen Hütte kann der Umstand dienen, daß die örtlichen Austauschvorgänge nachts abklingen und die Temperaturschichtung sich stabilisiert. Der Warmluftkörper in der Hütte kann wegen des dichten Daches nicht entweichen. Bei größeren Bedeckungsgraden ist der Wert der mittleren positiven Abweichung geringer als bei niedrigen Bedeckungsgraden, wohl als Folge der in bedeckten Nächten auch größeren Windtätigkeit gegenüber der vorherrschenden Windstille in Strahlungsnächten.

Tab. 1 Verteilungstafeln der Abweichungen von der Afsmannmessung bei den verschiedenen Aufstellungsarten

d) Beobachtungen bei Nebel an der Station				e) Beobachtungen bei Tag und Bedeckung kleiner als 5 Zehntel				f) Beobachtungen bei Tag und Bedeckung größer als 5 Zehntel				
Abweichung		Prozentuale Klassenhäufigkeit der Abweichung für die		Abweichung		Prozentuale Klassenhäufigkeit der Abweichung für die		Abweichung		Prozentuale Klassenhäufigkeit der Abweichung für die		
° C	Hütte	mittl. Hütte	kleine Hütte	große Hütte	mittl. Hütte	kleine Hütte	große Hütte	mittl. Hütte	kleine Hütte	große Hütte	mittl. Hütte	kleine Hütte
-1.1	—	—	—	-1.1	—	—	—	-1.1	—	—	—	—
-1.0	—	—	—	-1.0	—	—	—	-1.0	—	—	—	—
-0.9	—	—	—	-0.9	—	—	—	-0.9	—	—	—	—
-0.8	—	—	—	-0.8	—	—	5.5	-0.8	—	—	—	—
-0.7	—	—	—	-0.7	—	—	1.8	-0.7	—	—	—	—
-0.6	—	—	—	-0.6	—	—	—	-0.6	—	—	—	—
-0.5	1.2	—	—	-0.5	—	—	—	-0.5	2.6	—	—	—
-0.4	—	—	—	-0.4	5.5	—	—	-0.4	—	—	—	—
-0.3	—	—	—	-0.3	—	—	—	-0.3	3.9	—	—	—
-0.2	5.9	—	—	-0.2	7.3	—	—	-0.2	10.5	—	—	—
-0.1	7.1	4.7	11.8	-0.1	7.3	—	—	-0.1	11.8	—	—	—
0.0	63.4	44.7	83.5	0.0	27.3	29.2	47.4	0.0	51.4	46.2	76.3	68.3
+0.1	17.7	27.1	8.2	+0.1	14.5	7.3	12.8	+0.1	9.4	23.6	10.5	3.2
+0.2	3.5	18.8	1.2	+0.2	12.7	14.4	10.9	+0.2	1.3	9.2	2.6	3.2
+0.3	1.2	4.7	—	+0.3	3.6	9.1	3.6	+0.3	3.9	3.9	2.6	3.2
+0.4	—	—	—	+0.4	7.3	9.1	3.6	+0.4	2.6	—	1.5	—
+0.5	—	—	—	+0.5	3.6	5.5	3.6	+0.5	1.3	2.6	1.3	—
+0.6	—	—	—	+0.6	3.6	5.5	—	+0.6	1.3	—	—	—
+0.7	—	—	—	+0.7	—	—	—	+0.7	—	—	—	—
+0.8	—	—	—	+0.8	—	—	1.8	+0.8	—	—	1.3	—
+0.9	—	—	—	+0.9	—	—	—	+0.9	—	—	—	—
+1.0	—	—	—	+1.0	—	—	1.8	+1.0	—	—	—	—

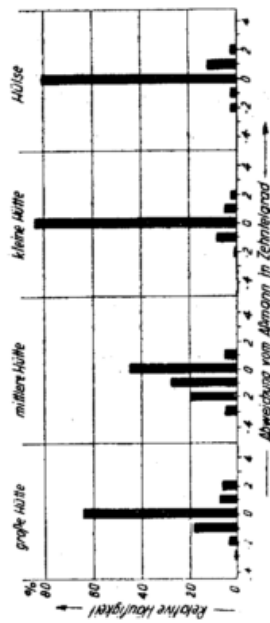


Abb. 7
Wie Abb. 4. Nebel an der Station

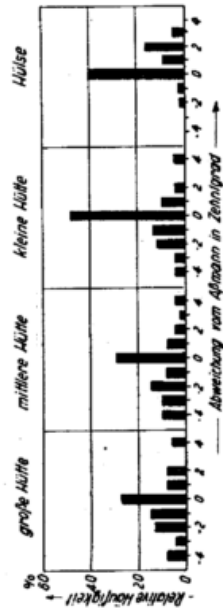


Abb. 8
Wie Abb. 4. Bei Tage und Bedeckung kleiner als 5/10

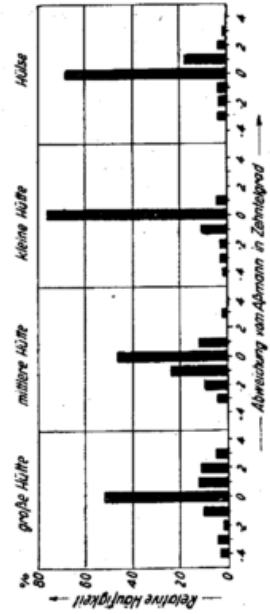


Abb. 9
Wie Abb. 4. Bei Tage und Bedeckung größer als 5/10

Tab. 1 Verteilungstafeln der Abweichungen von der Abmannmessung bei den verschiedenen Aufstellungsarten

g) Beobachtungen bei Nacht und Bedeckung kleiner als 5 Zehntel

Abweichung °C	Prozentuale Klassenhäufigkeit der Abweichung für die			
	große Hütte	mittl. Hütte	kleine Hütte	Hülse
-1.1	—	—	2.8	—
-1.0	—	—	1.4	—
-0.9	1.4	—	4.2	—
-0.8	—	—	1.4	—
-0.7	—	1.4	1.4	—
-0.6	—	1.4	4.2	—
-0.5	—	1.4	1.4	5.4
-0.4	1.4	—	14.1	5.4
-0.3	—	1.4	11.3	8.1
-0.2	4.2	4.2	11.3	2.7
-0.1	5.6	7.0	11.3	13.5
0.0	22.6	21.2	32.4	35.2
+0.1	19.7	14.1	1.4	13.5
+0.2	12.7	15.5	—	10.8
+0.3	9.9	15.5	—	2.7
+0.4	14.1	9.9	—	—
+0.5	1.4	1.4	1.4	—
+0.6	4.2	2.8	—	2.7
+0.7	—	2.8	—	—
+0.8	2.8	—	—	—
+0.9	—	—	—	—
+1.0	—	—	—	—

h) Beobachtungen bei Nacht und Bedeckung größer als 5 Zehntel

Abweichung °C	Prozentuale Klassenhäufigkeit der Abweichung für die			
	große Hütte	mittl. Hütte	kleine Hütte	Hülse
-1.1	—	—	—	—
-1.0	—	—	—	—
-0.9	—	—	—	—
-0.8	—	—	—	1.0
-0.7	—	—	0.9	—
-0.6	—	—	—	—
-0.5	—	—	—	—
-0.4	—	—	2.7	2.1
-0.3	—	0.9	1.8	—
-0.2	0.9	1.8	6.2	3.2
-0.1	6.2	2.7	14.1	10.5
0.0	59.2	35.4	69.0	75.8
+0.1	19.5	27.3	3.5	5.3
+0.2	8.9	23.0	0.9	1.1
+0.3	0.9	4.4	—	—
+0.4	—	2.7	0.9	1.0
+0.5	3.5	1.8	—	—
+0.6	0.9	—	—	—
+0.7	—	—	—	—
+0.8	—	—	—	—
+0.9	—	—	—	—
+1.0	—	—	—	—

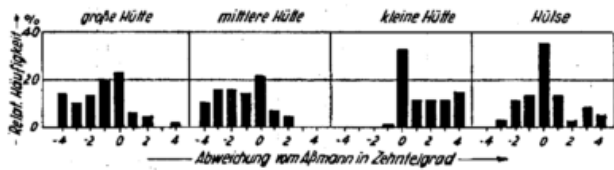


Abb. 10

Wie Abb. 4. Bei Nacht und Bedeckung kleiner als 5/10

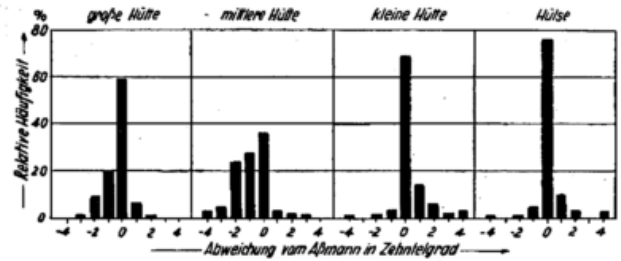


Abb. 11

Wie Abb. 4. Bei Nacht und Bedeckung größer als 5/10

Die im Mittel etwas größeren positiven Abweichungen der mittleren Hütte sind in gleicher Weise deutbar, wobei in dem etwas größeren Wert der positiven Abweichung — verglichen mit dem der großen Hütte — in bedeckten Nächten ein Hinweis für die wahrscheinlich schlechtere Belüftung liegen kann. Es kann aber ebenso gut zutreffen, daß hier nur das Verhältnis der Hüttenmasse zur Oberfläche bei der mittleren Hütte ungünstiger liegt als bei der großen Hütte. Die positiven Tagesabweichungen sind kein Beweis für die schlechte Belüftung, sie zeigen eher die Bedeutung der — im Vergleich zur großen Hütte — sehr viel weniger häufigen Benutzung und dabei erfolgenden Öffnung.

In genau der gleichen Weise verschärfen sich die Unterschiede bei den Abweichungen am Tage und bei Nacht in der kleinen Hütte. Die erheblichen Abweichungen in Strahlungsnächten könnten sich aus dem Umstand erklären, daß die Hütte wegen ihrer geringeren Aufstellungshöhe in der nächtlichen Inversionschicht liegt, während die höher gestellten Hütten darüber hinausragen*). Demgegenüber sind aber die positiven Tagesabweichungen — trotz der nach einer Seite offenen Hütte — Folge einmal einer großen wärme-speichernden Hüttenmasse bei relativ kleinem um-

*)Siehe W. O. Aufstellungshöhe der kleinen Hütte.

schlossenen lichten Raum, dann aber auch der bei Tage größeren Bodennähe, womit eine kräftigere Beheizung bei zeitweilig geringerer mittlerer Windgeschwindigkeit verbunden ist. Die Schattenhülle zeigt bei der größeren Aufgliederung des Beobachtungsmaterials die Tendenz zu geringer Verschlechterung für die nach Tag und Nacht getrennten geringen Bedeckungsgrade. Die Erklärung mag darin liegen, daß bei Tage durch die Verdunstung des von der nächtlichen Abkühlung herührenden Kondenswassers am Thermometer eine merkliche Abkühlung verursacht wird. Die nächtlichen Abweichungen mögen in ähnlichen Dingen begründet liegen, wie die Differenzen aspirierter und nicht aspirierter Thermometer. Die geringere Luftbewegung bei Nacht spricht für diese Deutung. Allgemein sind jedoch die Werte der mittleren Abweichung gerade bei der Schattenhülle sehr klein. Sie liegen ausnahmslos innerhalb des mittleren Fehlers, so daß außer dem Vorzeichen des Mittelwertes der Abweichung nichts für ein vom Abmann abweichendes Verhalten spricht. In Tab. 3 werden die Hütten und die Hülle untereinander verglichen. Die Tab. 3 zeigt nach Maßgabe der mittleren Differenz die Zusammengehörigkeit der Aufstellungsarten noch besser als die Darstellung der Tab. 2.

Tab. 2 Mittlere Abweichung der Lufttemperatur bei den 4 Aufstellungsarten vom Abmannwert (°C), Mittelwert und zugehöriger mittlerer Fehler

Bedeckungsgrad	Kleine Hütte	Mittlere Hütte	Große Hütte	Hülse
kleiner als 5 Zehntel	-0.12 ± 0.03	+ 0.11 ± 0.02	+ 0.09 ± 0.03	- 0.01 ± 0.03
größer als 5 Zehntel	-0.03 ± 0.02	+ 0.07 ± 0.02	+ 0.04 ± 0.02	- 0.02 ± 0.02
Nebel an der Station	+ 0.00 ± 0.01	+ 0.07 ± 0.01	+ 0.00 ± 0.01	+ 0.00 ± 0.01
kleiner als 5 Zehntel bei Tag	+ 0.06 ± 0.03	+ 0.15 ± 0.04	+ 0.02 ± 0.04	- 0.03 ± 0.03
größer als 5 Zehntel bei Tag	+ 0.04 ± 0.01	+ 0.05 ± 0.02	+ 0.00 ± 0.02	+ 0.01 ± 0.01
kleiner als 5 Zehntel bei Nacht	-0.25 ± 0.04	+ 0.13 ± 0.03	+ 0.15 ± 0.03	- 0.03 ± 0.04
größer als 5 Zehntel bei Nacht	-0.02 ± 0.01	+ 0.10 ± 0.01	+ 0.05 ± 0.01	- 0.02 ± 0.01
sämtliche Beobachtungen	-0.06 ± 0.01	+ 0.09 ± 0.01	+ 0.05 ± 0.01	- 0.01 ± 0.01

Tab. 3 Vergleich der 4 Aufstellungsarten untereinander auf Grund ihrer mittleren Abweichung vom Abmann

um (°) wärmer (kälter) als die		kleine Hütte	mittlere Hütte	große Hütte	Hülse	im Mittel von N Fällen	
Es ist die	kleine Hütte	Bedeckungsgrad	< 0.5	-0.23 ± 0.04	-0.21 ± 0.04	-0.11 ± 0.04	122
			> 0.5	-0.10 ± 0.03	-0.07 ± 0.03	-0.01 ± 0.03	112
			≡	-0.07 ± 0.015	+ 0.00 ± 0.015	+ 0.00 ± 0.015	85
			< 0.5 T	-0.09 ± 0.05	+ 0.04 ± 0.05	+ 0.03 ± 0.015	55
			> 0.5 T	-0.01 ± 0.02	+ 0.04 ± 0.02	+ 0.09 ± 0.04	75
			< 0.5 N	-0.38 ± 0.05	-0.40 ± 0.05	-0.22 ± 0.06	71
			> 0.5 N	-0.12 ± 0.015	-0.07 ± 0.015	+ 0.00 ± 0.015	113
				-0.15 ± 0.015	-0.11 ± 0.015	-0.05 ± 0.015	319
Es ist die	mittlere Hütte	Bedeckungsgrad	< 0.5	+ 0.23 ± 0.04	+ 0.02 ± 0.04	+ 0.12 ± 0.04	122
			> 0.5	+ 0.10 ± 0.03	+ 0.03 ± 0.03	+ 0.09 ± 0.03	112
			≡	+ 0.07 ± 0.015	+ 0.07 ± 0.015	+ 0.07 ± 0.015	85
			< 0.5 T	+ 0.09 ± 0.05	+ 0.13 ± 0.06	+ 0.18 ± 0.05	55
			> 0.5 T	+ 0.01 ± 0.02	+ 0.05 ± 0.03	+ 0.04 ± 0.02	76
			< 0.5 N	+ 0.38 ± 0.05	-0.02 ± 0.04	+ 0.16 ± 0.05	71
			> 0.5 N	+ 0.12 ± 0.015	+ 0.05 ± 0.015	+ 0.12 ± 0.015	113
				+ 0.15 ± 0.015	+ 0.04 ± 0.015	+ 0.14 ± 0.015	329
Es ist die	große Hütte	Bedeckungsgrad	< 0.5	+ 0.21 ± 0.04	-0.02 ± 0.04	+ 0.10 ± 0.04	122
			> 0.5	+ 0.07 ± 0.03	-0.03 ± 0.03	+ 0.06 ± 0.03	112
			≡	+ 0.00 ± 0.015	-0.07 ± 0.015	+ 0.00 ± 0.015	85
			< 0.5 T	-0.04 ± 0.05	-0.13 ± 0.06	+ 0.05 ± 0.05	55
			> 0.5 T	-0.04 ± 0.02	-0.05 ± 0.03	-0.01 ± 0.03	76
			< 0.5 N	+ 0.40 ± 0.05	+ 0.02 ± 0.04	+ 0.18 ± 0.05	71
			> 0.5 N	+ 0.07 ± 0.015	-0.05 ± 0.015	+ 0.06 ± 0.015	113
				+ 0.11 ± 0.015	-0.04 ± 0.015	+ 0.07 ± 0.015	319
Es ist die	Hülse	Bedeckungsgrad	< 0.5	+ 0.11 ± 0.04	-0.12 ± 0.04	-0.10 ± 0.04	61
			> 0.5	+ 0.01 ± 0.03	-0.09 ± 0.03	-0.06 ± 0.03	84
			≡	+ 0.00 ± 0.015	-0.07 ± 0.015	+ 0.00 ± 0.015	85
			< 0.5 T	-0.09 ± 0.04	-0.18 ± 0.05	-0.05 ± 0.05	25
			> 0.5 T	-0.03 ± 0.015	-0.04 ± 0.02	+ 0.01 ± 0.03	63
			< 0.5 N	+ 0.22 ± 0.06	-0.16 ± 0.05	-0.18 ± 0.15	37
			> 0.5 N	+ 0.00 ± 0.015	-0.12 ± 0.015	-0.07 ± 0.015	95
				+ 0.05 ± 0.015	-0.10 ± 0.015	-0.06 ± 0.015	230

Die bisherige Bearbeitung des Beobachtungsmaterials zeigt für die 4 Aufstellungsarten und für verschiedene Bedeckungsgrade zum Zeitpunkt der Messung verschiedene mittlere Abweichungen zum Abmann. Unbefriedigend bleibt dabei, weil aus dem Zufall nicht erklärbar, die Tatsache des Auftretens von positiven und negativen Abweichungen mit Werten, die in jedem

Falle über der Meßgenauigkeit liegen. Man könnte die Hauptursache in der nicht ausreichenden Belüftung insbesondere bei den Hütten vermuten. Das Beobachtungsmaterial weist aber durchaus Fälle auf, wo die Belüftung ausreichen müßte — Windstärke 5. — Hierin erscheint uns die Annahme begründet, daß die Abweichungen der Aufstellungsarten gegenüber den Ab-

mann-Messungen ihre Ursache außer in nicht ausreichender Belüftung vornehmlich in der spezifischen Wärmeträgheit der Aufstellungsart haben. Damit erklärt sich zunächst leicht die Reihenfolge der Größe der mittleren Abweichungen bei den einzelnen Aufstellungsarten in Tab. 2. Die vorgenannten Ausführungen bedeuten selbstverständlich nicht, daß man der Belüftung durch den herrschenden Wind für den Temperatursausgleich des Innenraums der Hütte mit den Außenbedingungen die sachliche Notwendigkeit abspricht. In jedem Fall soll eine ausreichende Belüftung angestrebt werden. Aber die bei windstillem oder windschwachem Strahlungswetter auftretenden Temperaturdifferenzen zwischen den Hüttenbedingungen und den Außenverhältnissen lassen sich durch Auflockerung des Jalousieverbandes wohl kaum beseitigen. Die Masse der Hütte besteht aus Holz. Holz ist ein schlechter Wärmeleiter. Es wird langsam warm, aber auch langsam kalt. Während außerhalb der Hütte längst die Temperatur gewechselt hat, erreicht der Hüttenkörper den mittleren Temperaturwert der vorangegangenen Wärmevorgänge. In diesem Zusammenhang erscheint es berechtigt, für die verschiedenen Aufstellungsarten die Geschwindigkeit des Temperatursausgleiches zu untersuchen.

II. Korrelation der Abweichungen mit der Temperaturänderung

Vergleich der Geschwindigkeit des Temperatursausgleiches bei den verschiedenen Aufstellungsarten

Das Beobachtungsmaterial wird nach den Temperaturänderungen aufgegliedert, die nach Maßgabe der Aßmann-Messungen zwischen den Terminen 7 und 14 Uhr, 14 und 21 Uhr und 21 und 7 Uhr stattfanden. Die für die genannten Tagesabschnitte gefundenen Änderungen der Lufttemperatur außerhalb der Hütten (Aßmann-Messungen) werden sodann in Beziehung zu dem am Ende des Tagesabschnittes beobachteten Bedeckungsgrad gesetzt. Das Ergebnis ist in Abb. 12 dargestellt.

In den Aßmann-Differenzen für die Zeit zwischen 7 und 14 Uhr ist dabei vergleichsweise zu den entsprechenden Werten der beiden anderen Zeitintervalle, die Abkühlung zeigen, die Erwärmung deutlich sichtbar. Diese Scheidung des Materials spiegelt nichts anderes als die täglichen Phasen des Temperaturgeschehens wider. Darüber hinaus ergibt die genauere Bearbeitung der Gegenüberstellung von Aßmann-Differenzen und Bedeckungsgraden, daß für die Aßmann-Differenzen zwischen 7 und 14 Uhr mit kleiner werdender Bedeckung die Temperaturänderungen positiv größer werden. Demgegenüber ist bei den Nachmittags- und Nachtdifferenzen für kleiner werdende Bedeckung ein deutliches Wachsen der negativen Temperaturänderungen festzustellen. Die genannten Zusammenhänge werden in Abb. 12 durch den Verlauf der verschieden gekennzeichneten Linien verdeutlicht*).

Die Parallele des an sich bekannten Sachverhalts zu dem weiter oben besprochenen Zusammenhang zwischen dem Bedeckungsgrad und der Temperaturabweichung bei den verschiedenen Ausführungsformen des Strahlungsschutzes ist offensichtlich. Jedoch wird — gegenüber einer Schätzung eines Bedeckungsgrades — mit der Angabe einer auf zwei Messungen beruhenden Temperaturänderung auch die Dauer der mit dem Bedeckungsgrad gekoppelten Wärmewirkungen erfaßt.

Die positiven und negativen Abweichungen bei den Einzelbeobachtungen der 4 Aufstellungsarten in den Häufigkeitsverteilungen der Tab. 1b—1h scheinen sich weitgehend als Folge der Temperaturänderungen zu den verschiedenen Tagesabschnitten zu erklären. Es wird daher eine Untersuchung über die Abhängigkeit der Abweichungen der Lufttemperatur bei den 4 Aufstellungsarten von der Temperaturänderung des vorangegangenen Tagesabschnittes angeschlossen.

Zunächst werden die Abweichungen der 4 Aufstellungsarten geordnet nach ihrer Größe und nach den zugehörigen Temperaturänderungen nach Maßgabe der Temperaturdifferenz zweier aufeinander folgender Meßtermine (Aßmannwerte!) also nach Abkühlungs- und Erwärmungsvorgängen im Anhalt an Abb. 12.

Bei dieser Aufgliederung ergeben sich für die vier Aufstellungsarten deutliche Unterschiede. Die große und die mittlere Hütte zeigen fast nur positive Abweichungen für die Abkühlungs- und die Erwärmungsvorgänge und nur wenige negative Abweichungen. Hingegen zeigt die kleine Hütte für Abkühlungsvorgänge negative Abweichungen und für Erwärmungsfälle auch positive Abweichungen. Die Hülle hat nur sehr geringe Streuung bei nur vereinzelten größeren Abweichungen. Über diese Feststellungen hinaus lassen sich bei der hier vorliegenden Aufgliederung des Beobachtungsmaterials Tendenzen erkennen, die auf eine Abhängigkeit der Größe der Abweichungen von der Größe der Temperaturänderungen hinweisen. Die Bearbeitung ergibt die Beziehungsgleichungen der Tab. 4.

* Die Linien entsprechen den Beziehungsgleichungen, die sich bei der Bearbeitung ergaben.

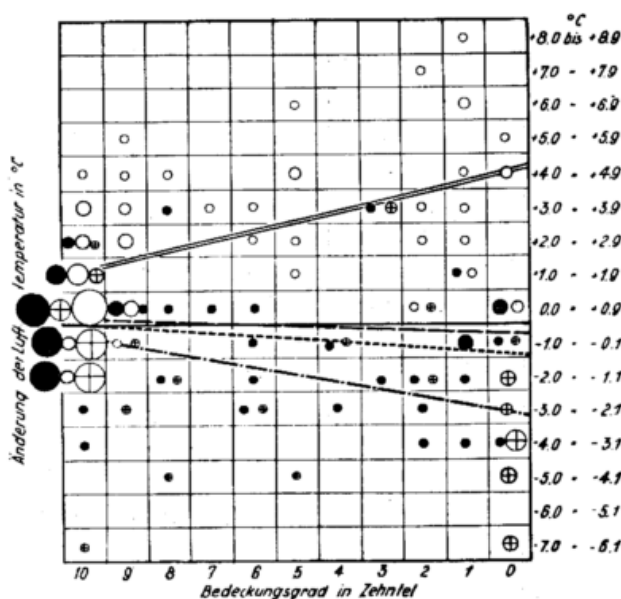


Abb. 12

Korrelation zwischen Bedeckungsgrad u. Temperaturänderung
Die Temperaturdifferenzen zwischen den Beobachtungen werden wie folgt gekennzeichnet:

- Temperaturänderung zwischen 7 und 14 Uhr
- ⊕ Temperaturänderung zwischen 14 und 21 Uhr
- Temperaturänderung zwischen 21 und 7 Uhr

Die Feldhäufigkeiten werden durch entsprechende große Kreisflächen der die Wertepaare darstellenden Punkte wiedergegeben. Der kleinste Kreis entspricht einer Beobachtung. Die eingekreisten Linien stellen die abgeleiteten Tendenzen dar.

Dabei bedeutet:

- die Tendenz für die Temperaturänderungen von 7 bis 14 Uhr
- - - die Tendenz für die Temperaturänderungen von 14 bis 21 Uhr
- ⋯ die Tendenz für die Temperaturänderungen von 21 bis 7 Uhr
- · - die Tendenz für die Temperaturänderungen aller Beobachtungen ohne Aufgliederung nach Tagesabschnitten.

Tab. 4 Korrelation zwischen den Änderungen der Lufttemperatur und den Abweichungen bei den vier Aufstellungsarten

a) Die Abweichung Y (°C) ergibt sich aus der Temperaturänderung X (°C)

	bei Abkühlung	bei Erwärmung
für die große Hütte mit	$Y = +0.04 - 0.03 X$	$Y = +0.01 + 0.02 X$
für die mittlere Hütte mit	$Y = +0.06 - 0.02 X$	$Y = +0.04 + 0.02 X$
für die kleine Hütte mit	$Y = -0.05 + 0.01 X$	$Y = +0.00 + 0.00 X$
für die Hülse mit	$Y = -0.02 - 0.00 X$	$Y = +0.00 + 0.00 X$

b) Die Temperaturänderung X (°C) läßt sich aus der Abweichung Y (°C) mittels nachstehender Gleichungen abschätzen. Es ist für

die Abweichung Y	und Abkühlung	und Erwärmung
bei der großen Hütte	$X = -1.7 - 2.2 Y$	$X = +2.1 + 2.6 Y$
bei der mittleren Hütte	$X = -1.7 - 2.7 Y$	$X = +1.8 + 3.0 Y$
bei der kleinen Hütte	$X = -2.0 + 0.7 Y$	$X = +1.9 + 0.1 Y$
bei der Hülse	$X = -0.8 Y$	$X = -0.8 Y$

Dabei machte das besondere Verhalten der einzelnen Aufstellungsarten die getrennte Behandlung des Beobachtungsmaterials nach Abkühlungs- und Erwärmungsvorgängen notwendig. Die Gleichungen bilden außerdem zwei Gruppen. Bei der einen Gruppe a) ist die Abweichung die abhängige Veränderliche, und mit Hilfe der Gleichungen läßt sich abschätzen, wie groß im Mittel die Abweichung bei vorangegangener Temperaturänderung bekannter Größe ist. Die Gleichungen der zweiten Gruppe b) zeigen den Wert der Temperaturänderung in Abhängigkeit von der Größe der Abweichung, d. h. man kann mit Hilfe der Gleichungen auf die Größe der vorangegangenen Temperaturänderung schließen. Die Bedeutung der Gleichung liegt aber mehr in der Aussage, daß die Abweichung Null im allgemeinen nur für von Null verschiedene und bestimmte Werte der Temperaturänderung erwartet werden kann, die für die vier Aufstellungsarten verschieden sind. Da der Ableitung der Gleichungen dieselben Temperaturbedingungen für alle Aufstellungsarten zugrunde liegen, kennzeichnen die Gleichungen die in der Aufstellungsart gegebenen Meßbedingungen, die offensichtlich in dem spezifischen Wärmeverhalten der verschiedenen Aufstellungsarten ihre Ursache haben. Im einzelnen und anhand der abgeleiteten Beziehungen werden im Nachstehenden die vier Aufstellungsarten besprochen.

Die große Hütte zeigt vornehmlich für die morgendliche Erwärmungsphase der Luft und für größere Temperaturänderungen eine deutliche Tendenz nach zu warm, also wärmer als Außenluft, besonders bei geringer Bedeckung. Kühler ist sie nur im Einzelfall bei Bedeckungsgrad 9 und „Nebel an der Station“. Deutlich ist die Wirkung der Windstärke. Größere Windstärken wirken vorwiegend in Richtung eines Temperaturengleiches. Bei den Temperaturänderungen am Nachmittag, die in der Masse mit der Abkühlung der Atmosphäre parallel gehen, zeigt die große Hütte ebenfalls gegenüber Außenluft zu hohe Werte. Für die geringeren nächtlichen Temperaturänderungen wird im wesentlichen kein deutlicher Unterschied der Hüttenverhältnisse zu Außenluft bemerkt.

Insgesamt erweist sich die große Hütte als wärmeträger, d. h. die Temperaturänderung in der Hütte hängt sowohl bei Abnahme als auch Zunahme der Lufttemperatur außerhalb der Hütte nach. Der Wert dieses Nachhängens ist von der Größe der Temperaturänderung des vorangegangenen Zeitabschnittes abhängig und wird durch die Gleichungen zweier Beziehungsgeraden beschrieben. Der Sachverhalt wird durch die Lage und den Verlauf der Kennlinie für die große Hütte in Abb. 13 verdeutlicht und in Vergleich zu dem Sachverhalt bei den anderen Aufstellungsarten gesetzt.

Die mittlere Hütte zeigt das gleiche Verhalten wie die große Hütte. Sie ist genau wie die große Hütte für die Temperaturänderungen am Nachmittag zu warm. Das gleiche, wenn auch etwas schwächer, ist für die Temperaturänderungen am Morgen zu beobachten (S. Abb. 13).

Die kleine Hütte zeigt im Gegensatz zu den beiden erstgenannten Hütten ein anderes Verhalten. Für Abkühlungsvorgänge weist sie gegenüber den mit dem Außenluft gefundenen Temperaturänderungen niedrigere Werte auf (Abb. 13). Sie bleibt also zu kalt. Bei Erwärmungen der Außenluft zeigt die kleine Hütte eine sehr schwache Tendenz in Richtung wärmer. Dies hängt wahrscheinlich damit zusammen, daß die Hütte feuchter ist als die beiden größeren Hütten, und daß die kleine Hütte bei Abkühlungsvorgängen ähnlich reagiert wie der offene Boden, also eher und stärker abkühlt als die Luft. Es bleibt zu untersuchen, wie die Beziehungen zwischen den Bodentemperaturen und dem Hütteninneren der kleinen Hütte aussehen. Einen weiteren Grund für das Wärmeverhalten der kleinen Hütte behandelten wir bereits weiter oben als wahrscheinlich in der geringeren Aufstellungshöhe der Hütte gegenüber der des Außenluft-Gerätes liegend. So taucht die kleine Hütte häufig bereits in die Bodeninversionsschicht ein, während die große und die mittlere Hütte noch darüber hinausragen. Für die Beurteilung der kleinen Hütte gegenüber den anderen Aufstellungsarten ist dieser Umstand störend. Die Aufstellungshöhe der kleinen Hütte wurde bereits weiter oben begründet.

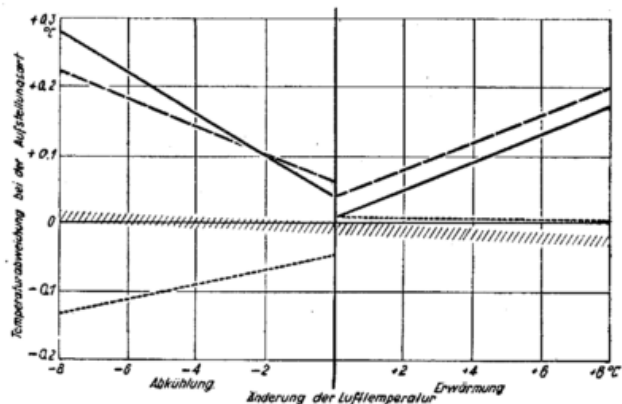


Abb. 13

Korrelation zwischen der Änderung der Lufttemperatur und den Abweichungen von der Lufttemperatur bei den verschiedenen Aufstellungsarten am Ende des Tagesabschnittes, in dem die Temperaturänderung erfolgt ist

- Wärmeverhalten der großen Hütte
- - - Wärmeverhalten der mittleren Hütte
- ... Wärmeverhalten der kleinen Hütte
- ////// Wärmeverhalten der Hülse

Die Hülse befindet sich auch bei diesem Vergleich in weitaus bester Übereinstimmung mit den Abmannverhältnissen (S. Abb. 13). Der Beobachtungsbereich ist von allen Vergleichsanordnungen der engste und reicht von -0.5°C bis $+0.6^{\circ}\text{C}$. Die einzige Ausnahme bildet die Abweichung von -0.8°C bei 8/10. Die mittlere Abweichung vom Abmannwert liegt bei $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$. Bei etwa gleich großer Zahl der Beobachtungsfälle ist auch die Unsicherheit des einzelnen Hülswertes am geringsten.

Eine Abweichung oder die Tendenz einer Abweichung im Sinne der bereits behandelten Hüttenreaktion ist nicht zu erkennen. Offensichtlich ist dieser besonders günstige Befund auf das Verhalten der Hülse gerade an den kritischen windstillen Strahlungstagen zurückzuführen. Bei diesen Witterungsfällen erfährt die Hülse zunächst selbst eine starke Erwärmung, die um einige Grade über dem Wert der Lufttemperatur liegen kann. Dieser für den unbefangenen Beobachter vielleicht bedenklich erscheinende Umstand wirkt sich aber gerade bei der Hülse im Sinne einer beschleunigten Belüftung aus. Die der Hülse anliegende wärmste Luftschicht zieht leicht ab im günstigsten Gegensatz zu der immer größer werdenden Aufheizung der von den Wänden umschlossenen Luftmasse in den Hütten. Im übrigen hat die Hülse wegen ihrer geringen Masse eine geringe Wärmekapazität und kann Änderungen der Lufttemperatur wegen des besonders günstigen Verhältnisses von Wärmekapazität und Oberfläche Änderungen der Lufttemperatur schnell folgen.

III. Beurteilung der vier Aufstellungsarten und Folgerungen für die Verwendung nicht belüfteter Thermometer

Alle bisher gegebenen Ausdeutungen beruhen auf den Tendenzen, die sich bei der statistischen Behandlung des Beobachtungsmaterials abzeichnen. Diese Tendenzen sind durchweg sehr schwach. Es kommt hinzu, daß die Tendenzen ihrerseits im Rahmen ihres mittleren Fehlers unsicher sind. Es rechtfertigt aber die Behandlungsweise, daß die Tendenzen überhaupt erst nach der Aufgliederung des Beobachtungsmaterials sichtbar werden. Die Ungleichheit der zeitlichen Intervalle 7 bis 14 Uhr und 21 bis 7 Uhr, bzw. 14 bis 21 Uhr und 21 bis 7 Uhr mußte als aus der Beobachtung gegeben hingenommen werden. Sie erscheint aber ohne Bedeutung mit Rücksicht auf die Feststellung, daß die nächtlichen Temperaturänderungen etwa gleichmäßig nach Erwärmungen und Abkühlungen verteilt erscheinen (Abb. 12). Eine Wiederholung solcher vergleichender Aufnahmen könnte wahrscheinlich zur Festigung der aus der Bearbeitung gewonnenen Auffassung beitragen. Vorläufig läßt sich aber sagen, daß alle in nicht belüfteten Hütten gewonnenen Temperaturwerte einer Reduktion bedürfen.

Die bei den Meßstellen des öffentlichen Wetterdienstes gewonnenen Lufttemperaturen werden allgemein in der großen Hütte mit aspirierten Thermometern gemessen. Ebenfalls in der großen Hütte werden Temperaturaufnahmen mit selbstschreibenden Geräten durchge-

führt. Im Rahmen der durch die verschiedenen Meßtechniken bedingten Fehler müssen die Meßwerte in der großen Hütte übereinstimmen, wenn die für die Durchführung der Meßtermine bestehenden Vorschriften eingehalten werden.

Nach dem Vorstehenden sind aber alle in Hütten gemessenen Lufttemperaturen von dem besonderen Wärmeverhalten der Hütte abhängig. Die in den Hütten gefundenen Werte stellen etwas anderes dar als die zum Zeitpunkt der Messung außerhalb der Hütte herrschende Lufttemperatur. Die Hüttenwerte dürfen also nicht mit den Abmannwerten identifiziert werden.

Dieser Tatbestand ist bei allen Meßreihen zu berücksichtigen, die mit dem Abmann gewonnen wurden und die an die Werte einer amtlichen Station — also Hüttenwerte — „angeschlossen“ werden sollen. Für die Anschlußstation braucht man jeweils zwei Werte: die Messung in der Hütte und die außerhalb der Hütte.

Bei klimatologischen Untersuchungen wird in ausgeprägtem Maße die Temperaturmessung mit dem Abmann durchgeführt. Daneben kommen Messungen in dem oft weiträumigen Untersuchungsgebiet in Frage, bei denen die Meßstellen mit Einzelthermometern ausgestattet sind. Für diese Geräte ist jeweils ein einfacher Strahlungsschutz erforderlich. Hier erscheint die Verwendung der Hülse in besonderer Weise geboten. Die mit der Hülse als Strahlungsschutz gewonnenen Temperaturen sind unmittelbar und ohne Reduktion mit den Abmannwerten vergleichbar. In der Beschaffung und im Gebrauch ist die Hülse einfach und billig. Eine Wartung entfällt, da man notfalls die Hülse einfach auswechselt.

Literatur

- (1) Geiger, R. u. Wölfle, M. u. Seip, L. Ph.: Höhenlage und Spätfrostgefährdung. Forstwiss. Cbl. 55, 579 (1933).
- (2) Hann-Süring: Lehrbuch der Meteorologie. 4. Aufl. Leipzig 1926.
- (3) Hergesell, H.: Theoretische und experimentelle Untersuchungen über das Verhalten von Thermometern, insbesondere solchen, die schnell wechselnden Temperaturen ausgesetzt sind. Meteor. Z. 14, 433 (1897).
- (4) Kleinschmidt, E.: Handbuch der meteorologischen Instrumente. Berlin 1935.
- (5) Linke, F.: Meteorologisches Taschenbuch. Bd. II. Leipzig 1933.
- (6) Regener, R.: Ballone mit großer Steiggeschwindigkeit und Thermographen von geringer thermischer Trägheit. Schr. Dt. Akad. Luftfahrtforsch. H. 37, 5 (1941).
- (7) Schopper, E.: Untersuchungen an Thermometerkörpern. Wiss. Arb. Dt. Meteor. Dienst Franz. Besatzungsgebiet 1, 144 (1947).