

Ueber die Bestimmung der Lufttemperatur

Autor(en): **Wild, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern**

Band (Jahr): - **(1860)**

Heft 450-454

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-318689>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

lich, allmählig in den Blattstiel verschmälert; die untern Stengelblätter länglich-lanzett, an der Basis verschmälert, halbumfassend, die obern lanzettlich, die obersten allmählig in Hüllschuppen übergehend. Hülle grün, von weissen abstehenden Haaren schwach zottig, mit darunter gemischten, viel kürzern gelben Drüsenhaaren, an der Basis oft mit wenigen Sternhaaren bestreut; Schuppen lanzett, am Rande blassgrün, die äussern stumpf, locker, von den innern die eine oder andere zugespitzt; Blüthensaum unbewimpert. Griffel gelb oder braun. Achäne fuchsroth. Blüht Ende August. In Ritzen von Felsblöcken an Spielmatten auf der Bachalp am Fuss des Röthihorns in Grindelwald, 6500', und auf Alpenweiden am Fuss des Wetterhorns, 4500'.

Diese Pflanze ist nach meiner Ansicht auf keine der bekannten Arten zurückzuführen.



H. Wild.

**Ueber die Bestimmung der Luft-
temperatur.**

Vorgetragen den 3. Dezember 1859.

I.

Die Meteorologie gehört in ihrer ganzen Ausdehnung gegenwärtig noch zu denjenigen Partieen der Naturwissenschaften, bei welchen es bis jetzt nur in sehr beschränktem Maasse gelungen ist, die beobachteten Erscheinungen auf ihre nähern oder fernern Ursachen

zurückzuführen. So lange es aber nicht möglich ist, eine Erscheinung aus gewissen Faktoren durch eine Reihe richtiger, insbesondere mathematischer Schlüsse zusammenzusetzen, können auch Gesetze, die wir aus der fortgesetzten Beobachtung derselben über ihren Verlauf abzuleiten suchen, nicht auf Sicherheit, sondern bloss auf Wahrscheinlichkeit Anspruch machen. Die Grösse dieser Wahrscheinlichkeit wächst indessen nach bekannten Prinzipien mit der Zahl der für das Gesetz sprechenden Beobachtungen. Die meisten der meteorologischen Gesetze befinden sich noch in diesem Stadium blosser Wahrscheinlichkeit. Man hat daher die Zahl der Beobachtungen soviel als möglich zu vermehren gesucht, um die Wahrscheinlichkeit dieser Gesetze immer schärfer beurtheilen und neue Beziehungen auffinden zu können; es ist diess zugleich der sicherste Weg, um von den Erscheinungen zu ihren Ursachen fortschreiten und so die Meteorologie aus dem Reiche des sogenannten Zufalls in das der Gewissheit überführen zu können. In diesem Sinne werden denn auch von den Freunden der Meteorologie über eine Reihe von Erscheinungen fortgesetzte Beobachtungen angestellt.

Eines der wichtigsten Elemente dieser meteorologischen Beobachtungen ist die *Temperatur der Luft in der Nähe der Erdoberfläche*. Den meteorologischen Lehrbüchern zufolge erhält man die Lufttemperatur, wenn man den Stand eines Thermometers aufzeichnet, das an einem gegen Norden zu freien Platz in einer Höhe von ungefähr 10 Fuss über dem Erdboden im Schatten aufgehängt ist. Die Unbestimmtheit dieser Vorschrift tritt sofort hervor, sowie man gewisse Bestimmungen trifft über die bei diesen Messungen wünschenswerthe Genauigkeit. Es scheint, dass man gegenwärtig allgemein eine Genauigkeit von $0^{\circ},1$ bei den Beobachtungen

der Lufttemperatur anstrebt. Halten wir uns an diese Genauigkeitsgrenze, so fragt es sich also, ob nicht innerhalb der obigen Vorschrift noch eine Menge von Aufstellungen eines Thermometers möglich seien, welche auf seine Angaben einen grössern fehlerhaften Einfluss ausüben können als 0,1 Grad.

Ich habe diese Frage im Hinblick auf die demnächst zu errichtenden meteorologischen Stationen im Kanton Bern experimentel zu entscheiden gesucht. Zu dem Ende wurden 9 Thermometer an verschiedenen, weiter unter näher bezeichneten Stellen der nordwestlichen Wand der Sternwarte und in ihrer Nähe angebracht und ihr Stand vom 14. — 17. September von Morgens 8 Uhr bis Abends 10 Uhr alle zwei Stunden abgelesen. Die Thermometer waren alle, bis auf zwei mit willkürlicher Theilung, direkt im Zehntel eines Celsius'schen Grades getheilt und gestatteten so, Hundertel eines Grades zu schätzen; diejenigen mit arbiträrer Skale hatte ich nach der Neumann'schen Methode *) calibrirt und ihre Normalpunkte kurz vorher neu bestimmt. Mit diesen so genau berichtigten Thermometern wurden dann am Schlusse der Untersuchung alle übrigen innerhalb des in Betracht gekommenen Temperaturintervalls verglichen und ihre Angaben darnach korrigirt.

Die Resultate der Beobachtung sind in der folgenden Tafel zusammengestellt und die durch A., B., C. etc. dargestellten Thermometer an den nachstehenden Lokalitäten aufgehängt:

A. an der nordwestlichen mit Holzschindeln bekleideten Wand des frei liegenden Observatoriums, in 0,03^m

*) Die Neumann'sche Methode der Calibrirung kommt ihren Prinzipien nach ganz mit der von Bessel Pogg. Ann, Bd. 6, S. 27, veröffentlichten überein.

- Abstand von der Wand und 1,3^m Höhe über dem Boden, nahe am nördlichen Rande der Wand;
- B. ebendasselbst in 2,7^m Höhe;
- C. ebendasselbst in 2,4^m Höhe, nahe der stumpfen Ecke mit der nördlichen Wand;
- D. an der nördlichen Wand und zwar am Laden der Meridianspalte in 2,6^m Höhe;
- E. an einer Stange, frei gegen Norden, 0,3^m von der Wand abgehend, in einer Höhe von 2,7^m;
- F. an der Holzbrüstung des nordwestlichen Fensters, in 2,5^m Höhe;
- G. an der nördlichen Wand des Thürmchens, in einer Höhe von 5,2^m über dem Erdboden;
- H. an einem freistehenden Pfahl, westlich vom Observatorium, auf der Nordseite desselben, in 1,5^m Höhe über dem Boden. (Der Pfahl ist behufs Ableitung des Blitzes mit dem Blitzableiter der Sternwarte durch ein starkes eisernes Band verbunden, das auf seiner Westseite bis zum Boden herunter geht.)
- J. ebendasselbst in 2,5^m Höhe.

Die Höhenangaben beziehen sich auf die Gefässe der Thermometer, welche bei den Beobachtungen stets trocken erhalten wurden.

Sept.	Stunde	A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.	J.	W.
14.	8	12,1 ⁰		12,4 ⁰			12,2 ⁰	— ⁰	12,6 ⁰	12,8 ⁰	⊙
	10	14,4		14,2			13,9	14,0	14,4	—	⊙
	12	15,6		16,3			15,9	16,7	16,4	17,2	⊙
	2	17,0		17,1			17,1	17,2	19,3	19,2	⊙
	4	16,4		16,9			17,0	16,8	17,6	17,4	⊙
	6	13,8		14,2			14,5	13,7	14,5	14,5	☾
	8	13,7		13,8			3,9	13,7	13,6	13,6	☾
	10	12,0		12,7			12,4	12,0	11,9	12,1	↓

Sept.	Stunde	A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.	I.	W.	
15.	8	0	0	9,9 ⁰	0	0	10,3 ⁰	0	9,8 ⁰	9,7 ⁰	↓	
	10			9,6			9,8		9,5	9,4	← ↓	
	12			14,7			13,9	13,6	15,1	15,4	⊙ ←	
	2			15,3			15,4	14,9	15,9	15,6	⊙ ←	
	4	13,0	13,0	13,1	13,6	12,8	13,2	13,8	13,5	13,5	⊙ ←	
	6	10,3	10,6	10,6	10,5	10,6	10,7	11,0	10,3	10,3	←	
	8	8,9	9,0	9,1	9,0	9,3	9,4	8,6	8,6	8,5	←	
	10	7,2	6,6	7,9	7,5	7,5	8,1	7,0	7,3	7,5	←	
	16.	8	7,1	7,5	7,3	6,9	6,9	7,2	6,8	6,6	6,6	↓
		10	8,9	9,2	8,8	8,9	9,1	8,9	8,3	9,1	8,9	↷
12		10,1	10,4	10,2	10,1	9,9	9,6	9,7	10,8	10,2	↓	
2		9,8	10,3	9,7	9,8	9,7	9,5	9,3	10,1	9,6	↓	
4		9,1	9,6	9,4	9,2	9,2	8,9	8,7	9,0	8,7	↷	
6		8,5	8,6	8,8	8,8	8,6	8,7	—	8,4	8,5	↓	
17.	8	9,7	10,1	9,7	10,5	10,2	10,1	10,0	10,3	10,1	↓	
	10	10,5	10,9	10,5	11,6	10,7	11,0	10,8	11,5	11,3	↓	
	12	13,9	13,7	13,9	13,2	13,0	12,2	12,0	14,4	13,5	↷ ←	
	2	13,9	14,3	13,9	14,9	13,9	14,6	14,1	15,7	14,5	⊙ ←	
	4	11,9	12,1	11,9	12,4	12,7	11,6	11,4	12,4	11,8	⊙ ←	
	6	9,7	9,8	9,7	10,0	9,9	10,3	10,0	9,6	9,5	←	
	8	8,2	8,3	8,2	8,7	8,3	8,9	8,0	8,3	8,2	↓	
	10	7,7	7,6	7,7	7,8	8,0	8,0	7,8	7,4	7,3	↓	

Die letzte, mit W. bezeichnete Kolumne gibt die jedesmalige Witterung insoweit an, als es zum Verständniss der Beobachtungsergebnisse nothwendig schien. Dabei bedeutet: ← Wind, ⊙ Sonnenschein, ↷ bedeckter Himmel, ↓ Regen.

Fassen wir die vorstehenden Zahlen in's Auge, so sehen wir sofort, dass die beiden Pfahlthermometer beim

Sonnenschein fast ohne Ausnahme ziemlich höhere Temperaturen zeigen, als die am Hause angebrachten. Da der Pfahl frei in die Luft hinein ragt, so könnte man verleitet werden, die Angaben seiner Thermometer als der wahren Lufttemperatur näher kommend zu betrachten und also den Stand der Thermometer am Hause als zu niedrig anzusehen. Dieser Folgerung widersprechen indessen unzweideutig die Beobachtungen des letzten Tages, wo der Sonnenschein von einem starken Winde begleitet war. Da zeigt nämlich das obere, der vollen Wirkung des Windes ausgesetzte Pfahlthermometer im Durchschnitt dieselbe Temperatur, wie diejenigen am Hause. Wir haben also umgekehrt aus den Beobachtungen zu schliessen, dass bei Sonnenschein die Thermometer am Pfahle eine zu hohe Temperatur angaben, dass also die Aussetzung an einem schmalen isolirten Pfahle zur Auffindung der wahren Lufttemperatur nicht geeignet ist. Die höhere Temperatur auf der Rückseite des Pfahls, wenn die Sonne auf seine vordere Fläche scheint, dürfte meiner Ansicht nach weniger von einer Durchwärmung des Pfahls herrühren, als von einer starken Erhitzung der vordern und Seitenflächen des Pfahls, die dann durch Strahlung und Leitung auch der benachbarten Luft sich mittheilt und so bewirkt, dass Ströme erwärmter und daher spezifisch leichterer Luft am Pfahl emporsteigen und dabei auch auf die Rückseite gelangen. Ein starker Wind führt die erhitzte Luft mit sich weg und verhindert daher ihren störenden Einfluss auf die Thermometer, wie sich das aus den Beobachtungen am letzten Tage und zum Theil auch schon aus denen am zweiten Tage ergibt.

Wenn wir nun auch von diesen fehlerhaften Angaben der Pfahlthermometer absehen, so zeigen sich doch immer

noch in den Ständen der verschiedenen Thermometer zum Theil sehr bedeutende Differenzen; Differenzen, die selbst da, wo sie am kleinsten sind, noch $0,2^{\circ}$ betragen. Schliessen wir endlich auch noch die Angaben derjenigen Thermometer von unserer Betrachtung aus, welche sich in einer geringern Höhe als $2,4^m$ über dem Boden befanden, so beträgt dann auch nur zwei Male die Differenz bei den übrigen bloss $0,1^{\circ}$. Unsere Beobachtungen ergaben also das negative Resultat, dass die gewöhnliche Vorschrift zur Beobachtung der Lufttemperatur nicht präzise genug ist, um dieselbe mit einer Genauigkeit von $0,1^{\circ}$ zu erhalten.

Ehe wir nun dazu übergehen, die Umstände näher zu untersuchen, welche auf die Angaben eines Thermometers Einfluss haben können, um dann daraus genauere Vorschriften zur Bestimmung der Lufttemperatur abzuleiten, wollen wir vorher noch aus der obigen Tafel für die gewöhnliche Praxis auch ein positives Resultat zu ziehen suchen. Es werden verhältnissmässig nur an sehr wenigen Punkten der Erdoberfläche zweistündliche oder gar stündliche Beobachtungen über die Temperatur der Luft angestellt, da eben dazu stets eine grössere Zahl von Beobachtern oder kostspielige Registrirapparate nothwendig sind; gewöhnlich begnügt man sich damit, den Stand des Thermometers zu gewissen Stunden des Tages aufzuzeichnen. Bei der Auswahl dieser Stunden hat man sich bisher von dreierlei Rücksichten leiten lassen. Man suchte sie so zu wählen, dass erstlich aus diesen vereinzeltten Beobachtungen mit möglichst grosser Annäherung die wahre mittlere Temperatur des Tages, wie sie sich nämlich als Mittel aus stündlichen Beobachtungen ergab, gefunden werden konnte, sodann dass dieselben auch ein ungefähres Bild des Ganges der Temperatur im Laufe

des Tages zu geben vermöchten, und dass sie endlich für den Beobachter nicht allzu unbequem lagen. Da nun aus unsern obigen Beobachtungen hervorgeht, dass die durchschnittliche Differenz in den Angaben der verschiedenen Thermometer für verschiedene Stunden durchaus nicht dieselbe ist, so wird man da, wo die Umstände es nicht gestatten, auf die Aufstellung des Thermometers besondere Sorgfalt zu verwenden, *cæteris paribus* bei der Auswahl der Stunden diejenigen vorziehen, für welche der störende Einfluss der fehlerhaften Aufstellung am geringsten ist. Wir wollen nun versuchen, diejenigen Stunden des Tages zu ermitteln, welche möglichst allen diesen Anforderungen genügen.

Unter den Stunden, welche für die meisten Beobachter nicht allzu unbequem liegen dürften, sind 10^h Vormittags und 10^h Nachmittags, sodann 6^h Vorm., 2^h und 10^h Nachm.; endlich 7^h Vorm., 2^h und 9^h Nachm. diejenigen, aus welchen sich, zahlreichen Beobachtungen zufolge, die wahre mittlere Temperatur des Tages mit der grössten Annäherung ableiten lässt. Zu dem Ende hat man bei den ersten beiden Combinationen einfach das arithmetische Mittel zu nehmen, bei der letztern nach Kämtz's Vorschlag die Summe der um 7 und 2 Uhr beobachteten Temperaturen mehr der doppelten um 9 Uhr beobachteten Temperatur durch 4 zu dividiren. In seinen Abhandlungen über die täglichen Veränderungen der Temperatur der Atmosphäre *) gibt Dove für eine Reihe von Orten, wo stündliche Beobachtungen angestellt worden sind, die Grösse der Abweichungen der nach den obigen Combinationen berechneten Tagesmittel von den

*) Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin auf die Jahre 1846 und 1856.

wahren, aus allen Beobachtungen folgenden Mitteln an und zeigt, dass diese Abweichungen an den verschiedenen Orten und in verschiedenen Monaten sehr verschieden sind. In der folgenden Tafel habe ich die Maximums-
werthe dieser Abweichungen für eine Auswahl von Orten zusammengestellt.

Beobachtungsort.	$\frac{10^h + 10^h}{2}$	$\frac{6^h + 2^h + 10^h}{3}$	$\frac{7^h + 2^h + 9^h}{4}$
Rom	0,27	0,72	0,43
Padua	-0,31	0,19	-0,15
Kremsmünster	-0,20	-0,16	-0,31
Prag	0,22	0,36	-0,28
Mühlhausen	-0,20	0,10	-0,20
Halle	-0,33	-0,16	-0,56
Göttingen	-0,19	0,26	-0,31
Salzuffen	-0,37	0,19	-0,28
Brüssel	-0,14	0,29	-0,13
Greenwich	-0,19	0,31	-0,10

Es ist hienach für das mittlere Europa der mittlere Fehler bei der ersten Combination: $\pm 0,24$; bei der zweiten $\pm 0,27$ und bei der dritten $\pm 0,28$.

Was die zweite Anforderung betrifft, dass nämlich die beobachteten Temperaturen den täglichen Gang der Temperatur wenigstens ganz roh sollen erkennen lassen, so zeigen schon unsere vorstehenden Beobachtungen und noch besser die stündlichen von andern Orten, dass die beiden letztern der obigen drei Combinationen allein dieser Bedingung genügen können.

Um endlich auch über die neu gestellte Anforderung ein Urtheil zu gewinnen, habe ich für die einzelnen Stunden an den verschiedenen Tagen die Differenzen

derjenigen Thermometerstände gebildet, welche am stärksten von einander abweichen und daraus dann je die nachstehenden Mittelwerthe gezogen:

8 10 12 2 4 6 8 10 Stunde.
0,6⁰ 0,7⁰ 1,1⁰ 0,6⁰ 0,8⁰ 0,5⁰ 0,7⁰ 0,8⁰ Differenz.

Dabei sind wieder die Angaben der Pfahlthermometer bei Sonnenschein und diejenigen der tiefer gehängten Thermometer ausgeschlossen worden. Aus den vorstehenden Zahlen würde nun folgen, dass 12 Uhr die ungünstigste Zeit für Thermometerablesungen ist, dass dagegen bei Beobachtungen am frühen Morgen, Mittags um 2 Uhr und Abends um 6 Uhr die fehlerhafte Aufstellung den geringsten Einfluss hat. *) Halten wir uns an die Zeiten der beiden letzten der obigen Combinationen, so würde die fehlerhafte Aufstellung immer noch einen mittlern Fehler von 0,7⁰ bedingen, also bedeutend grösser als der mittlere Fehler oben. Wenn wir also auch eine nur dem letztern entsprechende Genauigkeit erzielen wollten, so entstände schon die Aufgabe, die Umstände zu erforschen, welche auf den Stand eines Thermometers nachtheilig influiren.

Wäre die Luft ein athermaner, die Wärme gut leitender Stoff, so wäre es ziemlich einfach, ihre Temperatur zu ermitteln. Da aber gerade das Gegentheil davon statt hat, so macht die Bestimmung ihrer Temperatur nicht geringe Schwierigkeiten. Ein Thermometer näm-

*) Es dürfte gewagt erscheinen, aus den Beobachtungen weniger Tage so allgemeine Schlüsse ziehen zu wollen, wenn nicht theoretische Beobachtungen und Erfahrungen über den täglichen Gang der Temperatur für ihre Richtigkeit sprächen. Im Sommer und Winter werden zwar obige Differenzen allerdings etwas anders ausfallen und es sollen daher darüber behufs grösserer Sicherheit noch weitere Beobachtungen angestellt werden.

lich, das wir zu dem Ende in dieselbe bringen, setzt sich durch Strahlung sofort in Beziehung mit nähern und entferntern Körpern oder Räumen von anderer Temperatur, als die unmittelbar umgebende Luft; es wird daher auch eine etwas andere Temperatur annehmen, als die letztere. Die Strahlung gegen die Umgebung bildet somit eine erste Fehlerquelle. Das Thermometer bedarf ferner in der Luft einer Unterstützung. Besteht diese aus einem gutleitenden Stoffe, so kann dadurch Wärme zu — resp. weggeführt werden. Die Leitung der Wärme durch die Unterstützungsvorrichtung kann somit zu einem zweiten Fehler Veranlassung geben. Eine dritte Fehlerquelle kann im Instrumente selbst liegen. Damit nämlich dasselbe die Temperatur der unmittelbar umgebenden Luft leicht und schnell annehme, müssen erstlich sein äusseres und inneres Leitungsvermögen für die Wärme und seine Oberfläche möglichst gross sein und sodann soll die Wärmemenge ein Minimum betragen, welche dasselbe zu einer gewissen Aenderung seiner Temperatur bedarf, d. h. sein Gewicht und die spezifische Wärme der Stoffe, aus denen es besteht, müssen klein sein. Ein vierter Fehler wird endlich noch dadurch entstehen können, dass der freie Zutritt der Luft zum Instrumente gehemmt wird oder lokale Strömungen wärmerer, resp. kälter Luft störend einwirken.

Wenn es sich, wie auf den meisten meteorologischen Stationen, darum handelt, die Temperatur der Luft leicht und rasch zu ermitteln, so muss das Quecksilberthermometer unstreitig als das einfachste, bequemste und sicherste Mittel hiezu angesehen werden. Soll aber eine Fundamentaluntersuchung über die Ermittlung der Lufttemperatur angestellt werden, wobei Zeitaufwand und Umständ

lichkeit der Methode nicht in Anschlag gebracht werden dürfen, so haben wir vorerst zu untersuchen, ob das Quecksilberthermometer auch überhaupt das zweckmässigste Instrument zur Messung der Lufttemperatur sei, d. h. ob nicht etwa bei andern thermometrischen Vorrichtungen der Einfluss der erwähnten Fehlerquellen kleiner sei.

Alle Wirkungen der Wärme werden mehr oder minder zur Messung der Temperatur der Luft geeignet sein, am besten würde sich aber offenbar eine solche Vorrichtung dazu eignen, bei welcher nicht erst die Wirkung, welche die Wärme der Luft durch Mittheilung an einem andern Körper hervorbringt, gemessen würde, sondern die Veränderung irgend einer charakteristischen Eigenschaft der freien Luft selbst in Folge ihrer Temperaturänderung. Leider ist dazu vorderhand wenig Aussicht vorhanden, denn weder die Dichtigkeit, noch eine Reihe akustischer, optischer und electricischer Eigenschaften der Luft, welche von ihrer Temperatur abhängen, sind bei dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft geeignet, aus ihrer Beobachtung die letztere ableiten zu lassen. Wir sind also genöthigt, zu den gewöhnlichen thermometrischen Mitteln unsere Zuflucht zu nehmen. Unter diesen sind bloss zwei Klassen zur genauen Messung der Lufttemperatur geeignet, nämlich diejenigen, welche auf der Ausdehnung der Körper durch die Wärme beruhen und diejenigen, bei welchen electricische Wirkungen der Wärme zur Messung ihres Grades benutzt werden. Zu der ersten Klasse gehören die Metallthermometer, bei welchen entweder die direkte Verlängerung oder Verkürzung eines Metallstabes durch Fühlhebel bemerklich gemacht und gemessen werden, oder auch der Unterschied der Ausdehnung verschiedener Metalle mi-

krometrisch bestimmt wird, oder endlich der letztere das Ab- und Aufwickeln einer Spirale zur Folge hat, welche aus zwei zusammengelötheten Streifen verschiedener Metalle verfertigt ist; ferner das Quecksilberthermometer, als das einzig brauchbare unter den Flüssigkeitsthermometern, und endlich das Luftthermometer. Unter die zweite Klasse sind zu rechnen die Thermokette und das electriche Thermoskop von Svanberg. *) Bei der ersten wird zur Messung der Temperatur die Aenderung der electromotorischen Kraft zweier sich berührender verschiedenartiger Körper, bei dem letztern dagegen das mit der Temperatur variirende electriche Leitungsvermögen der Körper benutzt.

Wir haben also jetzt zu untersuchen, für welches der angeführten thermometrischen Instrumente die oben erwähnten Fehlerquellen die geringste Bedeutung haben und wie man die letztern möglichst unschädlich machen könne.

Was zunächst die Strahlung betrifft, so werden, da der Ausstrahlungscoefficient der polirten Metalle ungefähr 7 Male kleiner ist, als der des Glases, die thermometrischen Vorrichtungen mit polirten Metalloberflächen denjenigen mit solchen von Glas vorzuziehen sein. Es ist indessen, wie ich mich durch direkte Versuche überzeugt habe, leicht, den störenden Einfluss der Strahlung fast ganz zu beseitigen. Die weiss angestrichene Fläche eines Leslie'schen Blechwürfels, der mit Wasser von 100° gefüllt war und auf dieser Temperatur durch eine untergestellte Lampe erhalten wurde, kehrte ich zwei Thermometern zu, welche 0,01° Celsius angaben und in 0,3^m und 0,9^m Entfernung davon sich befanden. In der

*) v. Pogg. Ann., Bd. 84, S. 411.

Mitte zwischen den beiden Thermometern war ein Metallschirm aufgestellt. Während die beiden Thermometer vorher dieselbe Temperatur gezeigt hatten und die des entferntern auch noch weiterhin constant blieb, stieg nach Hinzubringung der obigen Wärmequelle die Temperatur des nähern Thermometers in 12 Minuten um $0,6^\circ$ und erhielt sich dann da. Als hierauf der Metallschirm in die Mitte zwischen die Wärmequelle und das nähere Thermometer gestellt wurde, fiel die Temperatur des letztern in fünf Minuten wieder auf diejenige des entferntern herunter, Bei einem zweiten Versuche brachte man das erste Thermometer in eine Entfernung von $0,1^m$, das andere in eine solche von $0,6^m$. Stand der Schirm zwischen beiden, so stieg die Temperatur des nähern in sechs Minuten um $1,5^\circ$ und blieb da stationär, wurde er dagegen in die Mitte zwischen die Wärmequelle und das erste Thermometer gebracht, so betrug jetzt die Differenz in den Angaben beider Thermometer bloss noch $0,03^\circ$, während die Temperatur des Schirms, wie ein an ihm angelehntes Thermometer zeigte, dabei 3° höher war als diejenige der Umgebung. Es wird hienach in den meisten Fällen ein Metallschirm, der zwischen den strahlenden Gegenstand und das Thermometer gebracht wird, den Einfluss der Strahlung ganz aufheben; in seltenen Fällen werden deren zwei hintereinander nöthig sein. Solche Doppelschirme von Metall hat bekanntlich schon Melloni bei seinem Apparat für die Untersuchung der strahlenden Wärme zur Abhaltung der Wärmestrahlen benutzt.

Wenn man beim Quecksilber- und Luftthermometer das Gefäss und einen Theil der Röhre ganz frei in die Luft hineinragen lässt und sie nicht, wie es häufig geschieht, theilweise mit Holz oder Metall unmittelbar

umgibt, so ist wegen der schlechten Leitungsfähigkeit des Glases und der leichten Befestigungsweise dieser Thermometer eine Zu- oder Ableitung von Wärme von den Unterstützungspunkten her weit weniger zu befürchten, als bei den Metallthermometern und den ebenfalls metallischen elektrischen Thermometern. Die Vermeidung dieser Zuleitung wird besonders schwierig bei der erstern Art von Metallthermometern, die an ihrem einen Ende eines ganz festen Stützpunktes bedürfen und am andern mit einem mehr oder minder complizirten Fühlhebelsystem in Verbindung zu setzen sind. Bei den elektrischen Thermoscopen dagegen kann man diese Fehlerquelle dadurch fast ganz unschädlich machen, dass man die Leitungsdräthe ein Stück weit in gleicher Weise wie die wirksamen Theile selbst vor allen äussern Einflüssen schützt, so dass sie ebenfalls die Temperatur der Luft annehmen.

Da wir den Wärmearaustausch durch Strahlung bereits berücksichtigt haben, so repräsentirt das äussere Leitungsvermögen für uns jetzt nur noch die Bewegung der Wärme durch die Oberfläche der Körper in Folge der Luftberührung. Diese ist aber nach den Untersuchungen von Dulong und Petit ziemlich dieselbe für alle Stoffe, so z. B. für Metalloberflächen nur sehr wenig grösser als für solche von Glas. Ebenso bedingt auch auf den ersten Anblick das innere Wärmeleitungsvermögen einen geringen Unterschied für unsere verschiedenen thermometrischen Apparate; denn obschon das Quecksilber mindestens fünf Mal schlechter leitet, als die zu den Metallthermometern und elektrischen Thermoscopen gebräuchlichen Metalle und das Leitungsvermögen der Luft noch viel geringer ist, so wird dies doch vollständig compensirt durch die bei ungleicher Erwärmung verschiedenen

Theile sowohl in tropfbaren als gasförmigen Flüssigkeiten sofort eintretenden Strömungen, welche die Ausgleichung der Temperatur eben so rasch herbeiführen, als diess durch die innere Leitung bei den festen Körpern geschieht. Es muss indessen berücksichtigt werden, dass bei den letztern Thermometern die Flüssigkeiten in Hüllen aus Glas, einem sehr schlecht leitenden Stoffe, eingeschlossen sind. Das Produkt endlich der spezifischen Wärme in das nothwendige Gewicht des thermometrischen Körpers kann im Verhältniss zur Oberfläche weitaus am geringsten sein bei den electricen Thermometern. Die zu erwärmenden Löthstellen der Thermoketten können nämlich ungemein fein gemacht werden und ebenso lässt sich bei dem Svanberg'schen Thermoscop ein ganz dünner Draht verwenden. Bedeutend grösser schon wird dieses Produkt bei den Luft- und Quecksilberthermometern ausfallen und am grössten bei den Metallthermometern der ersten und zweiten Art, da zu diesen etwas dickere Stäbe verwendet werden müssen. Für die Spiralthermometer dagegen können ohne Nachtheil dünne Lamellen benutzt werden.

Behufs Verminderung des Einflusses der vierten Fehlerquelle endlich bieten die electricen Thermometer einen entschiedenen Vortheil gegenüber den andern dar. Während nämlich den Luft-, Quecksilber- und den Metallthermometern, wenn sie nicht als selbstregistrirende Apparate eingerichtet sind, häufig behufs bequemer Ablesung Standorte angewiesen werden müssen, welche hinsichtlich des freien Luftzutritts und der Ausschliessung localer Luftströmungen Manches zu wünschen übrig lassen, kann man die eine Löthstelle einer Thermokette oder den feinen Draht eines Svanberg'schen Thermoscops an beliebige, sogar unzugängliche Stellen hinbringen und

die dort stattfindende Temperatur leicht im Zimmer, wohin die Leitungsdrähte führen, an den geeigneten Apparaten messen. Wie auch im Uebrigen die Aufstellung des thermometrischen Apparats sein möge, so dürfte es jedenfalls gut sein, entweder das Thermometer durch eine geeignete Vorrichtung in der Luft rasch hin- und herzubewegen oder dann auf irgend eine Weise bei ruhendem Thermometer in der Nähe desselben einen künstlichen Wind zu erregen. Dass die thermometrischen Vorrichtungen in geeigneter Weise, insbesondere ohne den Luftzutritt allzusehr zu hemmen, vor der Benetzung durch Regen und Schnee, welche meistens eine Erniedrigung der Temperatur zur Folge haben würden, geschützt werden müssen, bedarf wohl kaum noch der Erwähnung. Auch dies kann bei den compendiösen electrischen Thermometern viel leichter geschehen, als bei den andern thermometrischen Vorrichtungen.

Aus den angestellten Erörterungen geht hervor, dass die electrischen Thermometer für Fundamentaluntersuchungen den übrigen durchaus vorzuziehen sind, und dass unter den letztern die Spiral-Metallthermometer wohl den ersten, die Quecksilberthermometer den zweiten Rang einnehmen dürften. Das Luftthermometer wäre zwar in einigen Beziehungen dem Quecksilberthermometer wohl voranzustellen; da aber seine Angaben ausser von der Temperatur auch noch wesentlich vom eben stattfindenden Luftdruck abhängen, und also die Fehler in der Bestimmung dieses zweiten Elements mit auf die Resultate influiren, so muss doch das Quecksilberthermometer als das vorzüglichere erscheinen.

II.

Aufstellung der Thermometer auf den gewöhnlichen meteorologischen Stationen.

(Vorgetragen den 1. Dezember 1860.)

Da ich leider durch anderweitige Beschäftigung verhindert worden bin, im Laufe dieses Jahres die im vorigen angefangenen Untersuchungen über die Bestimmung der Lufttemperatur, wie ich es wünschte, weiter fortzusetzen, so muss ich mich für jetzt darauf beschränken, die Resultate einiger Untersuchungen über die schicklichste Aufstellungsart der Thermometer auf unsern meteorologischen Stationen mitzutheilen. Es wurden dabei die Ergebnisse des ersten Theils dieser Abhandlung benutzt.

Bei der Wahl der Thermometer, der Zeit ihrer Beobachtung und ihrer Aufstellungsweise mussten drei Punkte in Betracht gezogen werden, nämlich erstlich die Bequemlichkeit des Beobachters, sodann die Vermeidung allzugrosser Unkosten, endlich die Erreichung der wünschenswerthen Genauigkeit der Beobachtungen, insofern dies nach Berücksichtigung der vorigen Punkte überhaupt noch angeht. Diesen Anforderungen allen glaube ich durch folgende Einrichtungen möglichst entsprochen zu haben.

Als thermometrische Vorrichtung wurden Quecksilberthermometer gewählt und zwar sogenannte Einschluss-thermometer von H. Geissler in Bonn. Das kugelförmige Gefäss ist nämlich bei diesen Thermometern mit einer sehr dünnwandigen Röhre versehen, welche auf einer Milchglasscala aufliegt, und zum Schutze sind Röhre

und Scale von einer weitem Glasröhre umgeben, die oben in eine Messingfassung eingekittet und unten mit einem verengten Fortsatz an die Kugel angeschmolzen ist. Die Scale gibt direct $\frac{1}{5}$ eines Centesimalgrades an und liesse $\frac{1}{50}^{\circ}$ noch gut schätzen. Da dies aber eine unnütze Genauigkeit wäre, so sind die Beobachter angewiesen worden, bloss die halben Fünftelgrade zu schätzen, was wegen der deutlichen Projection des Quecksilberfadens auf das dahinterstehende Milchglas mit grosser Leichtigkeit geschehen kann. Es werden also neben den ganzen Graden bloss noch die Zehntel notirt. *) Im Uebrigen gehen die Thermometer durchschnittlich von -30 bis $+50^{\circ}$. Es waren dieselben mit dem im letzten Winter genau verificirten Normalthermometer des physikalischen Cabinets verglichen und bis auf $\frac{1}{20}^{\circ}$ vollkommen übereinstimmend gefunden worden.

Diese Thermometer werden nach den frühern Erörterungen behufs Ableitung der mittlern täglichen Temperatur um 7 Uhr Vormittags und 2 und 9 Uhr Nachmittags abgelesen. Es sind dieselben aufgehängt in cylindrischen, unten offenen, oben durch ein conisches Dach verschlossenen Gehäusen aus Zinkblech. Damit aber die Luft freien Zutritt habe, sind die Wände durchbrochen, d. h. sie bestehen aus Segmenten zweier Cylinder von 30^{cm} und 34^{cm} Durchmesser, welche, durch leere Zwi-

*) Da eine Genauigkeit von höchstens $\frac{1}{10}^{\circ}$ C. angestrebt wird, so muss auch jedes Bedenken gegen das Einschliessen der eigentlichen Thermometerröhre in eine weitere Glasröhre hier wegfallen. Es lässt sich nämlich leicht berechnen, dass selbst beim höchsten Stand des Thermometers das Quecksilber in der Röhre eine um 10° verschiedene Temperatur von der der Kugel haben müsste, damit daraus ein Fehler von $0,1^{\circ}$ entstehen könnte.

schenräume getrennt, so gestellt sind, dass je einem Zwischenraum des innern Cylinders ein Blechsegment des äussern entspricht und umgekehrt. Die Cylinder sind 40^{cm} hoch und von dem etwas überhängenden Dach durch einen Zwischenraum von 2^{cm} getrennt. Auf der einen Seite sind Thüren behufs Beobachtung der Thermometer angebracht. Auch das 20^{cm} hohe Dach ist noch durchbrochen, indem dasselbe oben eine Oeffnung von 9^{cm} Durchmesser besitzt, über welcher sich ein zweiter Conus zur Bedachung befindet. In jedem Gehäuse befinden sich zwei Thermometer, eines mit freier trockener Kugel zur Beobachtung der Lufttemperatur, das andere mit stets benetzter Kugel (indem ein an derselben befestigter Docht in ein untergestelltes Gläschen mit Wasser hinabreicht) zur Ermittlung des Feuchtigkeitszustandes der Luft aus seinem Stand mit Berücksichtigung desjenigen des trockenen und desjenigen eines gleichzeitig beobachteten Barometers. Die Thermometer sind in 10^{cm} Abstand von einander oben in Hacken eingehängt und unten mittelst Korken in zwei Ringen eines dünnen Querstabs befestigt. An letzterm ist auch mitten zwischen den beiden Kugeln ein dünnes Blech vertikal angebracht, um die Strahlung des benetzten Thermometers und des Gläschens mit Wasser gegen das trockene Thermometer zu verhindern.

Zur bequemen Beobachtung werden die Gehäuse mittelst zweier starker Eisenstangen, die an ihre Wandungen festgeniethet und 35^{cm} lang sind, vor einem Fenster seitwärts in Charnieren eingehängt, so dass sie behufs Ablesung der Thermometer gegen dasselbe gezogen werden können, während sie sonst senkrecht von der Wand abstehen.

Wenn die Gehäuse mindestens 3^m über dem Erd-

boden an der nördlichen Wand eines Hauses oder sonstwie so aufgestellt werden, dass sie höchstens am frühen Morgen und späten Abend von der Sonne beschienen werden, so kann man, wie die folgenden Beobachtungen und Erörterungen zeigen werden, darauf rechnen, durch Ablesung des trockenen Thermometers die Lufttemperatur mit einer Genauigkeit von $0,3^{\circ}$ C. zu erhalten. Bedenkt man, dass nach Früherm dies auch der mittlere Fehler ist, mit welchem die aus den um 7, 2 und 9 Uhr beobachteten Thermometerständen abgeleitete Mitteltemperatur behaftet ist, so wird diese Genauigkeit vor der Hand genügend erscheinen.

Zur Anstellung der Untersuchungen, deren Resultate im Vorhergehenden vorweggenommen sind, wurden Anfangs Mai zwei Gehäuse der oben erwähnten Art, das eine an der nordöstlichen Wand der Sternwarte, das andere an einem frei stehenden, von dem Gebäude ungefähr 6^m entfernten Pfahl so befestigt, dass die Thermometergefäße in beiden nahe 3^m vom Boden entfernt waren. Neben beiden Gehäusen brachte man ferner etwas später beiderseits offene 20^{cm} hohe und 15^{cm} weite Cylinder aus ganz dünnem, blanken Messingblech an, die ebenfalls ungefähr $0,3^m$ von der Wand, resp. vom Pfahl abstanden und in deren Mitte je ein Thermometer, wie die oben beschriebenen, aufgehängt war. Das Thermometergehäuse am Pfahl wurde von den Strahlen der Mittagssonne durch einige, an dem letztern befestigte Bretter geschützt. An der Wand war endlich noch im Anfange in $0,2^m$ Abstand ein ganz freies Thermometer neben dem Gehäuse aufgehängt worden, ebenso am Pfahl.

Die bis Mitte Juni so oft, als meine übrigen Beschäftigungen es gestatteten, fortgesetzten Beobachtungen

ergaben zunächst, dass die Thermometer durch die Zinkblechgehäuse vor Regen und Hagel selbst bei heftigem Winde vollständig geschützt waren; es zeigte sich nie eine Spur von Benetzung am freien Thermometer *). Um zu prüfen, inwiefern durch das Metallgehäuse auch die Strahlung gehindert sei, stellte ich folgenden Versuch an. Zwei beiderseits offene Zinkblecheylinder von 20^{cm} Höhe und 20 und 26^{cm} Durchmesser wurden auf der untern Seite concentrisch durch einen Blechboden mit 20^{cm} weitem kreisförmigem Ausschnitt vereinigt, so dass ein ringförmiges Gefäss von 3^{cm} Weite entstand. Dieses Gefäss hing man in der Mitte eines Zimmers vermittelst Schnüren in 1^m Abstand vom Boden an der Decke auf. In gleicher Weise waren an Schnüren zwei Thermometer befestigt, von welchen die Kugel des einen in die Mitte des ringförmigen Gefässes, die des andern in gleicher Höhe über dem Boden, aber 0,6^m von erstem entfernt zu liegen kam. Zwischen letzterm und dem ringförmigen Gefäss war überdiess ein Metallschirm angebracht, um eine Strahlung zwischen beiden zu verhindern. Als man hierauf das ringförmige Gefäss mit Wasser von verschiedener Temperatur anfüllte, zeigten sich in den Ständen der beiden Thermometer nachstehende Differenzen:

*) Dagegen hatte ich bei Aufstellung der meteorologischen Instrumente auf dem Faulhorn am 3. und 4. August Gelegenheit zu beobachten, dass bei einem Schneegestöber die Schneeflocken namentlich von unten her (weniger von der Seite) in das Gehäuse eindrangten und an die Thermometer sich ansetzten. Ich habe daher, weil mir eine weitergehende Verschlussung wegen der nothwendigen Luftcirculation nicht thunlich schien, den Beobachtern die Instruction ertheilt, das freie Thermometer in solchen Fällen einige Zeit vor der Beobachtung abzutrocknen.

Ueberschuss der Temperatur
des Wassers über diejenige
der Umgebung.

Differenz des äussern und in-
nern Thermometers.

41,5 ⁰	1,95 ⁰
16,2 ⁰	1,03 ⁰
7,9 ⁰	0,46 ⁰
6,9 ⁰	0,33 ⁰
5,1 ⁰	0,22 ⁰

Da nun nach Daniell's Beobachtungen in London der Unterschied zweier im Schatten und im Sonnenschein aufgehängten Thermometer in den Wintermonaten durchschnittlich bloss 6—7⁰ C. beträgt, während diese Differenz im Juni bis 22⁰ C. im Mittel steigt; da ferner ebenfalls nach Daniell's Beobachtungen ein mit schwarzer Wolle umwickeltes Thermometer, welches in Folge dessen das Maximum des Ausstrahlungsvermögens besass, durch Ausstrahlung gegen den freien Himmel im Mittel um 5⁰ C. unter die Temperatur der Umgebung herabsinken kann, so werden gemäss unsern Versuchen die Zinkgehäuse die Strahlung der Thermometer gegen den Himmel und die benachbarte Wand, sowie auch den Einfluss der Sonne früh Morgens und Abends spät — diesen gleich dem ganzen Einfluss in den Wintermonaten gesetzt — so sehr verhindern, dass bloss ein mittlerer Fehler von 0,2 — 0,3⁰ C. übrig bleiben wird. Es ist jetzt noch der Einfluss der Bodenstrahlung zu erörtern. Die Thermometergefässe befinden sich oder sollen sich wenigstens nach der ursprünglichen Anordnung 15^{cm} über dem untern Rande des Gehäuses befinden.*) Denken

*) Die zuerst erhaltenen Thermometer, nach deren Dimensionen die sämmtlichen Zinkgehäuse angefertigt wurden, waren ungefähr 5^{cm} kürzer als die später verfertigten, daher bei letztern der obige Abstand vor der Hand bloss 10^{cm} beträgt.

wir uns nun der Einfachheit halber das Thermometer in der Mitte des Gehäuses, so würde durch den Rand des letztern und die Thermometerkugel als Spitze ein Kegel von 45° Oeffnung zu legen sein; dieser Kegel wird aber auf dem 3^m entfernten Boden eine Kreisfläche von 3^m Radius abgrenzen. Es wirkt also eine Bodenfläche von $3^2 \pi$ Quadratmetern, deren Temperatur nach Obigem im Mittel 22° C. über diejenige der Umgebung steigen kann, aus 3^m Entfernung strahlend auf das Thermometer ein. Den gleichen Effekt wird nach bekannten Gesetzen eine gleich temperirte Fläche von $0,8^2 \pi$ Quadratmetern in $0,8^m$ Entfernung haben. Um diesen Effekt zu finden, habe ich einen Ofen, dessen vordere Fläche vorstehender Grösse gleichkam, so heizen lassen, dass dieselbe, wie ein an sie angelegtes Thermometer zeigte, eine durchschnittliche Temperatur besass, welche diejenige der Umgebung um 22° C. übertraf. In den Entfernungen von $0,8^m$ und $1,0^m$ vom Ofen wurden sodann zwei der beschriebenen Thermometer an Schnüren, die von der Decke herabgingen, befestigt und mitten zwischen beide und ebenso vor das nähere am Ofen Metallschirme so gestellt, dass für beide Thermometerkugeln, wenn man sie als leuchtende Punkte betrachtete, die ganze Oberfläche sich im Schatten befand. Den übereinstimmenden Stand dieser Thermometer betrachtete ich als die oben erwähnte Temperatur der Umgebung des Ofens, und der Einfluss der Strahlung des Ofens wurde darauf nach der Differenz beider Stände beurtheilt, als man den Schirm zwischen dem Ofen und dem ersten Thermometer entfernte. Er betrug im Maximum $0,9^{\circ}$ C. Dieser bedeutende, ja für mich wenigstens unerwartet grosse Einfluss der Bodenstrahlung, der auf das Doppelte sich steigern kann, wenn das Thermometer

ganz frei hängt und der ganzen Deduction gemäss nur für eine Aufstellung an einem isolirten Pfahle gilt, rechtfertigt vollständig das, was ich im ersten Theil dieser Untersuchungen, Seite 96, über die Angaben der Pfahlthermometer bemerkt habe, obschon ich damals die Ursache der Abweichung von den am Hause angebrachten Thermometern in andern Umständen suchte. Für Thermometer nämlich, welche an der Nordseite eines Hauses aufgehängt sind, wird die strahlende Fläche von höherer Temperatur weit kleiner sein, im ungünstigsten Falle die Hälfte derjenigen bei vollständiger Isolirung an einem Pfahle. Kehren wir also zu unserm Falle zurück, wo das Gehäuse an der nördlichen Wand eines Hauses in wenigstens 3^m Höhe über dem Boden befestigt ist, so wird auch da im ungünstigsten Falle bloss eine Bodenfläche von 1,5² π Quadratmetern zur Wirkung gelangen und die entspricht dem Strahlungseffekt einer Fläche von 0,8² π Quadratmetern in 1,1^m Entfernung. Indem man die beiden Thermometer so verschob, dass das nähere in die vorstehende Entfernung vom Ofen zu liegen kam, zeigte sich eine bedeutende Verminderung des störenden Einflusses der Strahlung; sie betrug jetzt bloss noch 0,3 — 0,4^o C. im Maximum. Bedenkt man nun ferner, dass zu Zeiten, wo der Boden unter der Einwirkung der Sonne sich so bedeutend erwärmt, der Himmel also ganz oder wenigstens grösstentheils wolkenfrei ist, das Gehäuse im Schatten des Hauses gegen den kalten Weltraum gerade wie in hellen Nächten Wärme ausstrahlt, wodurch, wie wir gesehen haben, eine Temperaturerniedrigung des Thermometers von 0,1—0,2^o C. erfolgen kann, so wird man finden, dass auch der Einfluss der Bodenstrahlung bei unserer Aufstellungsart sich auf die schon mehrfach angegebene Grenze von

0,2 — 0,3 ° C. beschränkt. Der störende Einfluss der Strahlung überhaupt wird also durchschnittlich nicht mehr als 0,3 ° C. betragen.

Was endlich den Einfluss localer Luftströmungen betrifft, so dürfte dieser durch die Entfernung der Thermometer von der Wand um 0,4 — 0,5^m jedenfalls bedeutend vermindert worden sein.

Mit den Resultaten dieser Erörterungen stimmen nun vollständig überein die Ergebnisse der directen Beobachtungen an den auf der Sternwarte aufgestellten Instrumenten. Während nämlich die trockenen Thermometer in den Zinkblechgehäusen am Pfahl und am Haus durchschnittlich um 0,21 ° C. differirten, betrug diese Differenz für diejenigen in den Messingblechcylindern 0,38 ° und für die ganz freien 0,62 °. Ebenso zeigte am Hause das freie Thermometer eine durchschnittlich um 0,38 ° verschiedene Temperatur von der des trockenen im Gehäuse an; dagegen stimmten die Angaben des letztern durchschnittlich bis auf 0,12 ° mit denen des Thermometers im Messingblechcylinder überein. Es zeigt dies deutlich, wie der Einfluss der verschiedenen Fehlerquellen schon durch den einfachen Messingblechcylinder, noch mehr aber durch das Zinkblechgehäuse vermindert worden ist. Ausserdem schien mir aus den obigen Beobachtungen hervorzugehen, dass die Temperatur der Luft in der Nähe des Pfahls durchgängig von derjenigen in der Nähe des Hauses verschieden war. Da ich indessen wiederholt bemerkt hatte, dass in der kurzen Zeit, die nöthig war, um mit der Leiter vom Pfahl zum Hause zu gehen, dort eine Ablesung zu machen und wieder zu erstem zurückzukehren, der Stand des Thermometers um 0,1 — 0,2 ° sich geändert hatte, so hielt ich es für nothwendig, zu genau gleichzeitigen Beobachtungen mit

der Thermokette meine Zuflucht zu nehmen, um mich von der Richtigkeit oder Unrichtigkeit der obigen Vermuthung zu überzeugen. Es wurde daher im Saal der Sternwarte ein Galvanometer mit Spiegelablesung aufgestellt und von demselben Drähte zu einer Wippe geführt, welche in der Nähe des Beobachters beim Fernrohr sich befand. Mittelst dieser Wippe konnte der letztere die Drahtenden des Multiplicators mit Kupferdrähten in Verbindung setzen, welche zu den beiden Stellen hinführten, deren Temperaturdifferenz bestimmt werden sollte, und welche zwischen diesen Punkten durch einen Neusilberdraht verbunden waren. Man hatte dann eine geschlossene Thermokette von Neusilber-Kupfer, bei der sich eine Temperaturdifferenz der beiden Löthstellen sofort am Galvanometer als thermoelectrischer Strom bemerklich machen musste. *) Um dieselbe messen

*) Bei einer so langen Thermokette, wie die im vorliegenden Fall benutzte, wo die beiden Kupferdrähte eine Länge von beiläufig 60^m und der Neusilberdraht eine solche von 6^m hatte und bei einer Verwendung derselben, wie sie hier in Betracht kömmt, wo nämlich die einzelnen Theile verschiedenen Temperaturen ausgesetzt werden, hat man auf einige Umstände Rücksicht zu nehmen, die bei dem gewöhnlichen Gebrauch der Thermoketten ausser Acht gelassen werden können. Wegen der Länge der Drähte würden die feinen Löthstellen, wenn sie fest mit denselben verbunden wären, nur mit Beobachtung der grössten Sorgfalt beim Gebrauch unversehrt erhalten werden können. Ich habe es daher vorgezogen, beide zu trennen; die Kupferdrähte und der Neusilberdraht, welche auf eine Spule aufzuwinden sind, werden vorerst für sich an Ort und Stelle gebracht und dann erst durch die beiden Löthstellen verknüpft. Letztere bestehen nämlich aus einem Kupfer- und Neusilberdraht von 6^{cm} Länge, welche mit ihren einen zugespitzten Enden aneinandergelöthet, mit den andern in einem cylindrischen Ebenholzklötzchen eingelassen und da an zwei Klemmschrauben von Kupfer, resp. Neusilber festgemacht sind. In diesen Klemmschrauben werden die resp. Drahtenden hefestigt. Die Löthstellen werden bei der Aufbewahrung durch Messingkappen, welche über die Ebenholzklötze

zu können, hatte man vorher die beiden Löthstellen in zwei Gläser gebracht, diese mit Wasser von verschiedenen, durch eingetauchte Thermometer zu messenden Temperaturen gefüllt und für die so bekannte Temperaturdifferenz die constante Ablenkung am Galvanometer beobachtet. Es zeigte sich, dass eine Ablenkung von einem Scalentheile einer Temperaturdifferenz der Löthstelle von $0,18^{\circ}$ C. entsprach, und dass, was auch sonst zu erwarten war, bis zu einer Temperaturdifferenz von 10° die Ablenkungen den letztern stets proportional waren. Die Beobachtungen, welche am 6. Juni bei bewölktem, am 8. Juni bei heiterem Himmel mittelst dieser Thermokette angestellt wurden, ergaben nun in der That, dass nur selten die Temperatur an ungefähr 6^m von einander abstehenden Punkten genau dieselbe ist*). Als die beiden Löthstellen in den Zinkgehäusen sich befanden, betrug ihre Temperaturdifferenz $0,1 - 0,3^{\circ}$ C.; diese wuchs von $0,3 - 0,5^{\circ}$, als man die Löthstellen darauf in die Messingblechcylinder brachte und variirte

zu schieben sind, geschützt. Da die ausgespannten Drähte auf ihrer ganzen Länge nicht überall dieselbe Temperatur haben werden, so muss man ferner vor dem Gebrauch untersuchen, ob nicht bereits durch eine Temperaturdifferenz verschiedener Theile eines und desselben Drahtes thermoelectrische Ströme entstehen. Es ist namentlich der Eisendraht, welcher wegen Ungleichartigkeiten in seiner Structur solche Ströme zeigt; viel weniger treten dieselben bei Kupfer- und Neusilberdrähten auf. Aus diesem Grunde namentlich habe ich trotz der geringen thermoelectromotorischen Kraft der Kupfer-Neusilberkette vor der Neusilber-Eisenkette den Vorzug gegeben, und in der That zeigte dann auch die erstere Kette bei einer Probe die erwähnte störende Erscheinung in so geringem Maasse, dass sie bei den vorliegenden Untersuchungen ganz ausser Acht gelassen werden konnte.

*) Zu demselben Schlusse ist auch Becquerel (Comptes-rendus pour 1860, p. 967) gekommen, indem er ebenfalls mittelst einer Thermokette die Temperaturen verschiedener nahe bei einander liegender Orte verglich.

endlich von $0,7 - 1,2^{\circ}$ bei Befestigung der Löthstellen ohne Hülle in der Nähe der Messingkapseln. Als man dagegen die freien Löthstellen etwas mehr sowohl vom Pfahl als insbesondere vom Haus entfernte (von letzterm nämlich um 1^m), schwankte ihre Temperaturdifferenz zwischen $0,1$ und $0,4^{\circ}$. Diese letztern Resultate dienen nun überdiess zur Bestätigung dessen, was schon aus den Ablesungen der Thermometer sich ergab, dass nämlich durch die Zinkblechgehäuse die Fehler bedeutend verkleinert worden sind. Den übrig bleibenden Fehler von durchschnittlich $0,3^{\circ} C.$ wird man sich um so eher gefallen lassen, wenn man bedenkt, dass an Stellen, die nicht sehr weit von einander abstehen, die Temperatur der Luft um ebensoviel verschieden sein kann, und dass der Stand des Thermometers häufig um $0,1 - 0,2^{\circ}$ verschieden ist, je nachdem man eine Minute früher oder später abliest.



Verzeichniss der für die Bibliothek der Schweiz. Naturf. Gesellschaft eingegangenen Geschenke.

Von der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur :

36. Jahresbericht. Breslau 1859. 4.

Vom Verfasser :

Swallow : Geological report of the country along the line of the South-Western Branch of the pacific railroad. St-Louis 1859. 8.

De la Société vaudoise des sciences naturelles :

Bulletin. Tome VI, Nr. 46. Lausanne 1860. 8.

Von der Tit. Redaktion :

Schweizerische Zeitschrift für Pharmacie. Jahrgang V, Nr. 6. Schaffhausen 1860. 8.