

MITTHEILUNGEN

DER

NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

IN ZÜRICH.

N^o 35.

1849.

H. H. Denzler, Ing. — Andeutungen über den Gang der Temperatur in freier Luft im Laufe des Jahres und Tages.

(Vorgetragen den 5. März 1849.)

Da die Ergebnisse der Untersuchungen, welche hier übersichtlich besprochen werden sollen, auf Beobachtungen beruhen, die in der Schweiz angestellt worden sind, so lassen sich daraus für das allgemeine Verhalten der Wärme in freier Luft keine Lehrsätze, sondern nur Andeutungen folgern. Diese Andeutungen können zudem nicht unbedingt auf Gegenden übertragen werden, deren Erdstellung ein von dem Schweizerischen wesentlich verschiedenes Klima hervorruft. Es ist folglich nicht die Aufgabe gegenwärtiger Uebersicht, den Temperaturverhältnissen einen neuen Boden zu unterbreiten; sondern es hat bei ihrer Ausarbeitung die Absicht geleitet, durch Nachweisung der Nothwendigkeit einer neuen Operationsbasis die Vergangenheit abzuschliessen und neuen Beobachtungen und Auffassungen in diesem Gebiete der Meteorologie zu rufen.

Aus den Versuchen von Pictet, Harvey, Wilson u. A. m., über den Gang der Tageswärme in unmittelbarer Bodennähe und in geringerer und grösserer Erhebung über dem Erdboden, sowie aus Wells Untersuchungen

über die Thaubildung, hatte sich die Ansicht von einer Bodenatmosphäre herausgebildet, die als eine Art Gegensatz der freien Luft aufgefasst wurde. Um ihren unbestritten irregulären Einflüssen zu entgehen, verlegte man die Aufhängestellen der Thermometer für die freie Luft um mehrere Fuss aufwärts, wodurch man der Eigenthümlichkeiten des Bodeneinflusses baar und ledig zu sein glaubte. Dass dieser vielleicht in bedeutenden Höhen noch bemerkbar sein könnte, wagte man nicht zu schliessen, obschon man damals aus einigen in geringen Tiefen des Erdbodens beobachteten Thermometerständen eine weitgehende Zunahme der Wärme gegen den Erdmittelpunkt hin folgerte. — Diese Inconsequenz liess sich jedoch aus dem Zwecke damaliger Untersuchungen leicht rechtfertigen, der in Einheit der Beobachtungsweise und möglichst grosser geographischer Ausdehnung des Stationsnetzes bestand. Es ist das ein Vorrecht jeder Zeit-epoche, bestimmen zu dürfen, was erstrebt und was erreicht werden soll. Dieses Vorrecht wird auch jetzt angesprochen für den hier abgehandelten Gegenstand und als Operationsbasis die Ansicht: „Es gibt eine von der freien Luft wesentlich verschiedene Bodenatmosphäre, doch im Sinne eines sanften Ueberganges und gegenseitiger Durchdringung“ ausgesprochen, als Werkzeug der Beobachtung „das Barometer in Verbindung mit den andern meteorologischen Instrumenten“ bezeichnet.

Dass die alte, beschränkte Ansicht einer Bodenatmosphäre, deren wesentlichster Einfluss schon in der Höhe von einigen Toisen über dem Boden ausgewichen wäre, verlassen werden muss, ist leicht zu erweisen. Aus den mittlern Ständen des Barometers, Thermometers und Hygrometers der Jahre 1826—35 in Genf und auf dem

St. Bernhard*) ergibt sich unter Benutzung der Besselschen Formeln und Tafeln**) der Höhenunterschied beider Stationen wie folgt:

| | | | | |
|---------------|--------------|-------------------------------|---------|-----|
| 1826 = 1063.3 | ^t | Mittel d. Stationentemperatur | = + 3.8 | ° C |
| 1827 = 1075.1 | » | » | = + 3.9 | |
| 1828 = 1077.3 | » | » | = + 5.1 | |
| 1829 = 1059.8 | » | » | = + 2.9 | |
| 1830 = 1056.5 | » | » | = + 3.9 | |
| 1831 = 1059.6 | » | » | = + 4.6 | |
| 1832 = 1056.7 | » | » | = + 4.4 | |
| 1833 = 1071.0 | » | » | = + 4.5 | |
| 1834 = 1075.9 | » | » | = + 5.6 | |
| 1835 = 1059.9 | » | » | = + 4.0 | |

Die starken Abweichungen, bis auf 21'.8 gehend, sind jedenfalls mehreren Ursachen zuzuschreiben. Unregelmässigkeit der Barometeroscillation sollte zwar auf Jahresmittel mittlerer Barometerstände einflusslos sein. Setzt man die daraus hervorgehende Unsicherheit dennoch gleich dem vierten Theil mittlerer Grösse beidseitiger Oscillationen, weil sie in jährlichen Mitteln noch um so viel verschieden ausfallen, so erhält man $\pm 1'.8$ möglichen Fehler wegen der Oscillationen. Die wagrechte Entfernung Genf's vom St. Bernhard beträgt 10 deutsche Meilen, diejenige Genf's von Marseille 43 deutsche Mei-

*) Bibl. universelle 1826 — 37.

**) Jahrb. für 1839 von Schumacher, u. a. a. O. Die Feuchtigkeitskorrektion wurde nach der Formel: $\log F = \log(12500 + 2U) + \log(2U) + \frac{4(\tau + \tau')}{300} + \frac{\gamma + \gamma'}{200} - 8$ berechnet, worin U den angenäherten Höhenunterschied in Toisen, $\tau + \tau'$ die Summe beider Temperaturen am freien Thermometer in Centesimalgraden, $\gamma + \gamma'$ die Summe der Angaben des Saussure'schen Hygrometers bezeichnet. Die Ausdehnung der Luft für 1° C ist = 0.003665 angenommen.

len. Aus den Barometerständen des letztern Ortes*) von 1826—34 ergibt sich der Höhenunterschied gegen Genf, mit Ausschluss der unveränderlichen Schwerekorrekturen, 1826 im Maximum = 187^t.6, im Mittel 173^t.0, im Minimum (1834) = 161^t.2, folglich Abweichungen von + 14^t.6 und — 11^t.8 auf eine Entfernung von 43 Meilen. Setzt man die Abweichungen der Entfernung proportional, so ergeben sich für St. Bernhard und Genf in diesen Jahren Unsicherheiten von + 3^t.4 und — 2^t.8, wovon indess Letztere mit dem Ergebniss des Jahres 1834 im Widerspruche steht. Die grösste Abweichung der andern Jahre unter sich beträgt nur 3^t.7, d. h. 0^t.9 für Genf und St. Bernhard, und die mittlere + 4^t.0, respektive nur \pm 0^t.93. Es ist also anzunehmen, dass die Unsicherheit dieser Verbindung nicht \pm 1^t übersteige.

Die Feuchtigkeitskorrektion beträgt in den Jahren 1826—35 für den Höhenunterschied von Genf und St. Bernhard 2^t.6 bis 3^t.0, ihre grösste Ausweichung also 0^t.4. Es dürfte die Unsicherheit in dieser Bestimmung, die wegen der prekären Natur des Saussure'schen Haarygrometers etwas höher anzuschlagen ist, jedenfalls \pm 0^t.4 nicht übersteigen. — Eine fernere Abweichung muss aus der ungleichen Wärmeabnahme hervorgehen; doch ist dieselbe unbedeutend. Wenn angenommen wird, dass sie am Boden fünfmal stärker sei als in der Höhe des St. Bernhard, so fällt doch der Höhenunterschied nur 4^t.6 geringer aus, als bei Voraussetzung einer gleichförmigen Wärmeabnahme. Ein solcher Zustand kann indess kaum je eintreten, und nur in Jahren wie 1829 und 34 eine merkliche Abweichung vorkommen. Man darf die daher rührende Unsicherheit also schwerlich = \pm 1^t annehmen. Endlich sind die Beobachtungsfehler

*) Almanach für Erdkunde v. Berghaus, Jahrg. 1841, S. 16.

in Anschlag zu bringen. Da sich die unverschuldeten sehr nahe aufheben werden und die konstanten nicht in Rechnung fallen, so können nur die Modedefehler, d. h. die aus der Ableesungsmethode verschiedener Zeiten hervorgehenden Fehler, und die von Interpolationen herrührenden Berücksichtigung verlangen. Man darf, ohne den Beobachtern nahe zu treten, für beide Stationen $\pm 0^m.5$ Unsicherheit hiefür ansetzen, welche $\pm 3^s.2$ entsprechen.

Die Summe aller dieser möglichen Unsicherheiten, gegen deren wirkliches, gemeinsames und gleichzeitiges Eintreten gewichtige Gründe sprechen, beträgt nur $\pm 7^s.4$, während die Mittelzahlen der Jahre 1827, 28, 33 und 34 und der Jahre 1826, 29, 30, 31, 32 und 35 um $15^s.5$, endlich die Extreme um $21^s.8$ auseinander gehen und obiger Werth von $\pm 7^s.4$ für ein einzelnes Jahr gilt. Werden die oben gefundenen Höhenunterschiede dagegen in die zwei Gruppen der fünf höchsten und der fünf kleinsten Werthe geschieden, so zeigt sich zwischen beiden ein Unterschied von $14^s.0$ und als mittlere Unsicherheit $\pm 1^s.77$, d. h. nur ein Viertel desselben.

Es bleibt also zur Erklärung dieser grossen Abweichungen, der Hauptsache nach, einzig noch der Ausweg offen, dieselben auf Rechnung ungenügender Bestimmung der mittlern Temperatur zu setzen. Vermittelst des wirklichen Höhenunterschiedes von 1058^f lässt sich die mittlere Temperatur der Luftsäule berechnen, und es ergibt sich dieselbe, unter Vernachlässigung der oben besprochenen Nebeneinflüsse, wie folgt:

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1826 = + 2.4° C | 1831 = + 4.2° C |
| 1827 = - 0.5 | 1832 = + 4.7 |
| 1828 = + 0.1 | 1833 = + 1.1 |
| 1829 = + 2.4 | 1834 = + 1.0 |
| 1830 = + 4.3 | 1835 = + 3.5 |

Das Mittel der Jahre mit den grössten Höhenunterschieden gibt: $+ 4^{\circ}.6$ C aus den Stationsbeobachtungen und $+ 0^{\circ}.8$ für die Luftsäule, das Mittel der Jahre mit den kleinsten Höhenunterschieden dagegen: $+ 4^{\circ}.0$ C aus den Stationsbeobachtungen und $+ 3^{\circ}.8$ für die Luftsäule, d. h. die auf den Stationen wärmern Jahre sind in freier Luft die kältern gewesen, und umgekehrt.

Dieses auffallende Ergebniss, das durch die schon besprochenen Fehler nur in quantitativem Sinne Modificationen erleiden kann, heweist, dass die Thermometer in Genf und auf dem St. Bernhard allerdings noch im Bereiche der Bodenatmosphäre liegen. Die speziellere Untersuchung zeigt aber, dass an der um $0^{\circ}.6$ C höhern Temperatur der wärmern Jahre Genf mit $1^{\circ}.06$ C und der St. Bernhard mit $0^{\circ}.19$ C betheilig ist. Die höher liegende, der freien Luft weit eher angehörende Station hat eine Temperatur, welche derjenigen der freien Luft schon um $0^{\circ}.87$ C näher steht, als die der untern Station. — Man kann über den Ursprung dieser sonderbaren Erscheinung nicht im Zweifel stehen. Die wärmern Jahre sind auch die heiterern, haben somit stärkere Wärmestrahlung und höhere Temperatur an der Erdoberfläche; die strahlende Wärme aber verliert sich theils in den Planetenraum, theils wird sie zur Auflösung der sichtbaren Dünste erfordert und dadurch latent. In freier Luft wird folglich das auf der Erdoberfläche wärmere Jahr ein kälteres, und umgekehrt. Die Bodenatmosphäre und die freie Luft zeigen somit eine wesentliche Verschiedenheit schon in einer der allgemeinsten Beziehungen.

Aus den Beobachtungen, welche auf Veranstaltung

der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in den Jahren 1826 — 32 auf mehreren Stationen in der Schweiz*) angestellt wurden, können einerseits diejenigen von Weissenstein und Solothurn, anderseits von Bevers und St. Gallen zur Ermittlung spezieller Beziehungen zwischen den beiden fiktiven Atmosphären dienen. Da jedoch die beiden Höhenunterschiede dieser Verbindungen zur Zeit noch nicht trigonometrisch ermittelt sind, so dürfen die Temperaturen der freien Luft nur als Annäherungen gelten, was indess für die Untersuchung des Ganges derselben gleichgültig erscheint. Die Verbindung des Weissensteins mit Solothurn ergab, unter Voraussetzung von 443^t Höhendifferenz, ferner ohne Berücksichtigung der durch die ungleiche Wärmeabnahme im Laufe des Jahres bewirkten Fehler, nachstehendes Ergebnis:

| 1830 | Luftsäule in °R. | | | Stationenmittel in °R. | | |
|-----------|------------------|----------------|----------------|------------------------|----------------|----------------|
| | 21 ^h | 0 ^h | 3 ^h | 21 ^h | 0 ^h | 3 ^h |
| Januar | — 2.5 | — 2.0 | — 1.9 | — 4.7 | — 3.0 | — 2.7 |
| Februar | — 2.8 | — 2.3 | — 1.3 | — 1.8 | + 0.2 | + 0.7 |
| März | + 2.9 | + 4.0 | + 5.8 | + 4.5 | + 7.1 | + 7.3 |
| April | 7.2 | 8.5 | 8.8 | 8.4 | 9.6 | 9.8 |
| Juni 5—30 | 8.7 | 10.3 | 11.2 | 11.2 | 12.1 | 12.2 |
| Juli | 13.1 | 14.4 | 16.1 | 14.6 | 15.5 | 15.4 |
| August | 11.5 | 13.3 | 14.8 | 13.4 | 14.3 | 14.3 |
| September | 9.8 | 11.2 | 10.6 | 9.0 | 9.7 | 9.4 |
| November | 3.7 | 4.7 | 5.0 | + 3.8 | + 5.4 | 5.5 |
| December | + 0.4 | + 1.2 | + 1.7 | — 1.2 | — 0.2 | + 0.4 |
| Mittel | + 5.2 | + 6.3 | + 7.1 | + 5.7 | + 7.0 | + 7.2 |

*) Manuscripte, im Archiv der Schw. Naturf. Gesellschaft zu Bern aufbewahrt.

Aus diesen Zahlen lassen sich schon einige bemerkenswerthe Resultate über den Gang der Wärme in einer Luftsäule von 443' Höhe, d. h. in einer relativen Höhe von 1330 Fuss abstrahiren. Um 21^h beträgt die Differenz des Januar und Juli in der Luftsäule 15^o.6 R, auf den Stationen im Mittel 19^o.3 R, um 0^h respektive 16^o.4 und 18^o.5 R, endlich um 3^h 18^o.0 und 18^o.1 R. Die Stationentemperaturen sind somit um respektive 3^o.7 R, 2^o.1 und 0^o.1 R extrematischer als die der freien Luft. Bemerkenswerth ist zweitens der Umstand, dass das Minimum der Monatstemperaturen auf den Stationen in den Januar, in der Luftsäule eher in den Februar fällt. Besonders aber verdient Erwähnung, dass die Temperaturen der ersten Hälfte des Jahrs auf den Stationen, die der zweiten Hälfte in freier Luft die höhern zu sein scheinen, und dass der Uebergang vom November zum Dezember in Letzterer weit sanfter ist, im Verhältniss von 2 zu 3. Endlich geht aus den Mittelzahlen hervor, dass das Maximum der Tagestemperatur in der Luftsäule erst nach 3^h eintrifft und nicht vor 2^h, wie bei den Stationen.

Die Verbindung von Bevers mit St. Gallen war zuerst nur für das Jahr 1830 bewerkstelligt worden; allein die grosse Entfernung der Stationen von einander liess die Berechnung mehrerer Jahrgänge als höchst wünschenswerth erscheinen. Nachträglich sind wirklich die mittlern Stände der einzelnen Monate von 1827, 28 und 29 berechnet worden, ohne jedoch ein befriedigendes Resultate herbeiführen zu können. Es scheint, dass das Barometer in Bevers in diesen drei ersten Jahren beinahe 1 pariser Linie höher stand, als es hätte stehen

sollen, denn der Jahrgang 1830 stimmt mit der vorläufigen trigonometrischen Bestimmung des Höhenunterschiedes beider Stationen, aber nicht mit dem Schlussresultat der drei vorhergehenden Jahre. Ueherdiess scheinen in den Summationen der Letztern beim Januar und November beträchtliche Fehler zu stecken. Es folgen daher hier bloss die Ergebnisse des Jahres 1830, deren Berechnung ein Höhenunterschied von 527^t zu Grunde gelegt war.

| 1830 | Luftsäule in ° R. | | | Stationenmittel in ° R. | | |
|----------|-------------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|----------------|
| | 21 ^h | 0 ^h | 3 ^h | 21 ^h | 0 ^h | 3 ^h |
| Januar | — 3.1 | — 2.5 | — 2.5 | — 9.8 | — 6.4 | — 6.5 |
| Februar | — 2.2 | — 1.6 | — 1.5 | — 5.5 | — 1.3 | — 0.9 |
| März | + 1.8 | + 2.1 | + 2.5 | + 1.3 | + 5.0 | + 5.0 |
| April | 5.6 | 5.8 | 6.8 | 6.9 | 8.5 | 8.3 |
| Mai | 6.8 | 6.7 | 7.2 | 9.7 | 11.4 | 11.4 |
| Juni | 8.1 | 8.0 | 8.5 | 10.9 | 12.5 | 12.6 |
| Juli | 9.6 | 10.3 | 10.3 | 14.0 | 16.4 | 16.1 |
| August | 12.8 | 13.2 | 13.6 | 12.7 | 14.8 | 14.9 |
| Septmbr. | 4.9 | 4.9 | 5.6 | 8.3 | 9.7 | 9.1 |
| Oktober | 3.1 | 3.5 | 4.3 | 4.5 | 7.3 | 6.4 |
| November | 5.0 | 5.2 | 5.0 | + 0.7 | + 3.1 | + 2.5 |
| Dezember | + 0.0 | + 0.8 | + 0.8 | — 3.6 | — 0.9 | — 1.4 |
| Mittel | + 4.4 | + 4.7 | + 5.0 | + 4.2 | + 6.7 | + 6.5 |

Aus diesen Zahlen geht die Hinausschiebung des Maximums, die weit sanftere Wärmeabnahme in der zweiten Hälfte des Jahres, als die Zunahme in der ersten gewesen, die niedrigere Temperatur der Luftsäule in dieser, der Stationen in jener, ebenfalls hervor. Bemerkenswerther aber ist der weit extrematischere Gang der Wärme

auf den Stationen, als in der Luftsäule, welcher um 21^h (für Januar + Februar und Juli + August) $\approx 7^\circ.2 R$, um $0^h = 5^\circ.6 R$ und um $3^h = 5^\circ.2 R$ stärker gefunden wird. Der Sommer erscheint entschieden kühler, der Winter milder in der Luftsäule als auf den Stationen. Zum Theil gehört diese Abrundung der schärfsten Gegensätze auf Rechnung der grossen Höhe der Luftsäule, zum grössern Theil jedoch auf Rechnung der lokalen Verhältnisse. Beide Stationen liegen in Hochthälern, die dem Nordost und dem Südwest offen stehen und ziemlich wasserarm sind. Die zwischenliegenden Gegenden hingegen gehören in die ausgezeichnetste Föhnregion. Daher wol mag es kommen, dass der föhnreiche Winter in der Luftsäule wärmer als in St. Gallen, d. h. der untern Station, der föhnarme Sommer noch kühler als in Bevers, d. h. auf der obern Station, ausfällt.

Wegen der zu grossen Entfernung beider Stationen von einander wäre es zu gewagt, aus den Unregelmässigkeiten des Ganges in der Luftsäule auf besondere Eigenschaften zu schliessen. Grössere Höhe der Luftsäule, kleine Entfernung der Stationen, mehrjährige Beobachtungen und deren Berechnung — das sind vorläufig die Grundlagen, auf welche ernste Schlüsse gebaut werden dürfen. Bis jetzt aber fehlt es immer noch an Rechnern in diesem Theile der Meteorologie, und das Schlimmste ist wol, dass die gedruckten Beobachtungen gewöhnlich von Fehlern wimmeln.

Es folge hier noch, zur Bekräftigung der schon gemachten Wahrnehmungen und zur Ermittlung des Bleibenden und des Zufälligen, die Uebersicht des Ganges der Temperatur in der Luftsäule St. Bernhard-Genf während des Jahres 1830. Der Höhenunterschied war bei der Berechnung $= 1058^t.5$ gesetzt worden.

| 1830 | Luftsäule in °R. | | | Mittlere Temperatur auf den Stationen. | Stationenmittel in °R. | | |
|----------|------------------|----------------|----------------|--|------------------------|----------------|----------------|
| | 21 ^h | 0 ^h | 3 ^h | | 21 ^h | 0 ^h | 3 ^h |
| | | | | ° R | | | |
| Januar | - 5.61 | - 5.12 | - 4.99 | - 7.22 | - 7.71 | - 5.89 | - 6.17 |
| Februar | - 2.91 | - 2.68 | - 2.06 | - 3.24 | - 3.88 | - 1.71 | - 1.71 |
| März | + 1.06 | + 1.85 | + 1.48 | + 1.34 | + 1.81 | + 4.04 | + 4.29 |
| April | 4.74 | 5.25 | 5.14 | 5.11 | 5.53 | 7.12 | 7.17 |
| Mai | 5.94 | 6.46 | 7.32 | 6.63 | 7.20 | 8.92 | 9.27 |
| Juni | 7.03 | 7.49 | 7.87 | 7.03 | 8.61 | 10.15 | 9.79 |
| Juli | 9.92 | 10.14 | 11.03 | 10.59 | 11.37 | 13.20 | 13.59 |
| August | 8.83 | 9.26 | 10.22 | 9.68 | 10.88 | 12.57 | 12.78 |
| Septmbr. | 4.21 | 5.20 | 5.53 | 5.98 | 6.38 | 7.61 | 7.47 |
| Oktober | 5.33 | 5.23 | 5.42 | 3.76 | 4.15 | 6.13 | 6.27 |
| November | + 3.02 | + 3.00 | + 3.78 | + 0.51 | + 0.51 | + 2.52 | + 2.10 |
| Dezember | - 1.84 | - 1.80 | - 1.51 | - 3.74 | - 3.71 | - 2.26 | - 2.59 |
| Mittel | + 3.31 | + 3.69 | + 4.10 | + 3.11 | + 3.43 | + 5.20 | + 5.19 |

Aus dieser Uebersicht, welche die frühern Wahrnehmungen bestätigt, findet sich, dass die Luftsäule ein um respektive 3° 55' R, 3° 83' R und 3° 74' R minder extremes oder milderer Klima nachweist, als die Stationen, oder, bei Zugrundelegung der mittlern Temperatur dieser Letztern und ihres Eintritts in der Luftsäule um 23^h, doch noch um 2° 46' R weniger extrematisch als die Stationen erscheint. Die Vergleichung der Temperatur in freier Luft mit derjenigen der einzelnen Stationen zeigt ferner im Winter geringe Wärmeabnahme in der untern Sektion, grosse in der obern; im Sommer findet das Gegentheil statt. In den drei Sommermonaten ist nämlich die Wärmeabnahme beziehungsweise:

in der untern Sektion + 6°.51 R + 8°.08 R + 7°.66 R

» obern » + 2°.12 + 2°.06 + 2°.96

dagegen in den drei Wintermonaten:

in der untern Sektion + 1°.14 R + 2°.82 R + 2°.51 R

» obern » + 4°.44 + 3°.00 + 3°.79

so dass die Bewegungen in diesen Jahreszeiten, nach den Stationen,

1) im Sommer + 3°.39 R + 6°.02 R + 4°.70 R

2) im Winter - 3°.30 - 0°.18 - 1°.28

d. h. 6°.69 R, 6°.20 R und 5°.98 R betragen, während sie sich nach Jahreszeiten

in der untern Sektion auf 5°.37 R 5°.26 R 5°.15 R

» obern » » 1°.32 0°.94 0°.83

belaufen, woraus die grosse Annäherung der Temperatur des St. Bernhard zu derjenigen der freien Luft abermals ersichtlich ist.

Es lassen sich nunmehr aus den Ergebnissen der drei Verbindungen nachstehende Sätze als wahrscheinlich für die gemässigte Zone gültig aufstellen:

1) das Maximum der Tagestemperatur tritt in freier Luft später als auf niedern und höhern Stationen ein;

2) in der ersten Hälfte des Jahres ist es in freier Luft kälter als auf gleichhohen Stationen, in der zweiten dagegen wärmer;

3) je höher und freier eine Station liegt, um so näher fällt ihre Temperatur mit derjenigen der freien Luft in gleicher Höhe zusammen;

4) Auf niedrigen Stationen ist es im Winter beziehungsweise kälter, im Sommer beziehungsweise wärmer als in freier Luft, — allgemein, auf den Stationen herrscht beziehungsweise ein excessives Klima.

Bei den bisher benutzten Beobachtungen war zu bedauern, dass sie je nur $\frac{1}{4}$ des Tages umfassen. Leider mangeln Beobachtungen aus den frühen Morgenstunden für eine längere Dauer immer noch. Eine für den Beobachter und den Berechner schätzenswerthe Stundenreihe wäre 5^h, 11^h, 17^h und 23^h, allenfalls mit Zufügung von 2^h. — Die nachstehenden Resultate gründen sich auf Beobachtungen, die doch einen halben Tag einschliessen, und insofern über den Gang der Temperatur im Laufe des Tages neue Aufschlüsse gewähren können. Es sind die Beobachtungen von Genf und dem St. Bernhard aus dem Jahre 1839. Der Höhenunterschied ist hier = 1058^t angesetzt worden.

| 1839 Monat. | Temp. der Luftsäule in °C | | | | Stationenmittel in °C | | | |
|----------------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|
| | 21 ^h | 0 ^h | 3 ^h | 9 ^h | 21 ^h | 0 ^h | 3 ^h | 9 ^h |
| Januar | - 4.76 | - 4.51 | - 4.04 | - 5.09 | - 5.69 | - 3.69 | - 3.74 | - 5.94 |
| Februar | - 1.81 | - 1.49 | - 1.01 | - 1.28 | - 3.30 | - 1.99 | - 1.41 | - 3.05 |
| März | - 1.52 | - 0.69 | + 0.24 | + 0.10 | - 0.95 | + 1.50 | + 0.99 | - 1.83 |
| April | - 0.34 | + 1.11 | + 1.58 | + 0.93 | + 1.25 | + 3.57 | + 3.72 | + 0.29 |
| Mai | + 4.75 | + 5.78 | + 6.42 | + 5.72 | + 6.57 | + 8.65 | + 9.23 | + 4.89 |
| Juni | + 12.12 | + 13.28 | + 13.85 | + 13.39 | + 13.38 | + 15.66 | + 16.25 | + 11.59 |
| Juli | + 13.14 | + 14.02 | + 14.65 | + 13.77 | + 14.39 | + 16.58 | + 17.30 | + 12.79 |
| August | + 9.11 | + 10.25 | + 11.10 | + 11.04 | + 11.28 | + 13.79 | + 13.76 | + 10.63 |
| Septbr. | + 9.86 | + 10.24 | + 11.61 | + 10.37 | + 8.71 | + 10.58 | + 10.82 | + 7.67 |
| Oktr. | + 8.34 | + 8.62 | + 9.47 | + 9.07 | + 5.49 | + 6.92 | + 7.40 | + 5.28 |
| Novbr. | + 4.91 | + 5.50 | + 5.68 | + 4.75 | + 1.69 | + 3.26 | + 3.25 | + 1.40 |
| Dezbr. | + 2.72 | + 3.14 | + 3.19 | + 2.68 | - 0.10 | + 1.69 | + 0.79 | - 0.61 |
| Mittel | + 4.71 | + 5.44 | + 6.06 | + 5.46 | + 4.40 | + 6.38 | + 6.53 | + 3.59 |

Aus diesen Zahlen lassen sich, mit Uebergang des oben Nachgewiesenen, folgende Resultate abstrahiren:

1) In freier Luft ist es das ganze Jahr hindurch um 9^h wärmer als auf Stationen von gleicher Höhe. Bei Tage ist es im Frühling und Sommer auf den Stationen, im Herbst und Winter in freier Luft am wärmsten.

2) Der mittlere Unterschied der Extreme im Laufe des Tages scheint in einer Höhe von 529^t über dem Boden nur den vierten Theil desjenigen der Stationen von gleicher Höhe zu betragen, nämlich hier nur 2^o.04 C, während die Stationen 8^o.33 C ergeben (Winter 0.233, Frühling 0.275, Sommer 0.244, Herbst 0.370 der Stationendifferenzen).

3) Das Maximum der Temperatur in freier Luft, 529^t über dem Boden, tritt im Jahresmittel ungefähr 2 Stunden später ein, als auf den Stationen. Aus obigen Zahlen findet man nämlich den Eintritt des Maximums im

| | | | |
|----------|-----------------------|-------|--|
| Winter | um 3 ^h 20' | mit — | 0 ^o .61 C (Minim. = — 1 ^o .85 C) |
| Frühling | » 5 ^h 10' | » + | 2. 96 (» = + 0. 30) |
| Sommer | » 4 ^h 55' | » + | 13. 42 (» = + 10.90) |
| Herbst | » 3 ^h 25' | » + | 9. 94 (» = + 7. 00) |

Das Minimum tritt wahrscheinlich nach Sonnenaufgang ein.

4) In der Luftsäule ist, beziehungsweise zu Stationen von gleicher Höhe, der Mai oder Juni am kältesten, der November oder Dezember am wärmsten. Der Punkt beziehungsweise grösster Erkältung fällt also mit der grössten Trockenheit auf den Stationen, derjenige grösster Temperaturerhebung mit dem Maximum der Feuchtigkeit auf den Stationen zusammen. In freier Luft werden daher die erstern Monate auch feuchter als die letztern sein.

Diese Wahrnehmung harmonirt mit der oben nach-

gewiesenen Thatsache, dass wärmern Jahren auf den Stationen kältere in freier Luft entsprochen haben. Es bleibt jetzt noch übrig, die Verhältnisse der Wärmeabnahme in freier Luft näher ins Auge zu fassen. Leider kann, weil die trigonometrischen Bestimmungen mangeln, von der Bestimmung des Werthes der Wärmeabnahme die Rede nicht sein, sondern bloss von dem Gange derselben, und auch dieser wird, da bei der Berechnung die Wärmeabnahme selbst ein modifizirender Faktor ist und doch noch ignorirt werden musste, nur als Andeutung gelten dürfen. Von hiezu geeigneten Stationen und längern Beobachtungsreihen findet sich keine Auswahl vor; man bleibt auf Genf, Weissenstein und St.-Bernhard beschränkt, auch zeigt nur das Jahr 1830 auf der Mittelstation so wenig Lücken, dass es die Mühe der Berechnung lohnt. Aus den drei Luftsäulen Genf-Weissenstein, Weissenstein-St.-Bernhard und Genf-St.-Bernhard erhält man drei Punkte in freier Luft in $438^{\circ}.4$, $967^{\circ}.6$ und $738^{\circ}.7$ relativer Höhe, nebst den ihnen entsprechenden, angenäherten Temperaturen der freien Luft. Aus dem Unterschiede derselben und dem Höhenunterschiede lässt sich's finden, wie gross die Wärmeabnahme für je 100' Höhe ist. Nachstehende Tabelle enthält die Ergebnisse der Berechnung in dieser Form. Man wird sogleich fühlen, dass die auffallende Uebereinstimmung der Resultate unter sich nicht der Genauigkeit der Beobachtungen allein zugeschrieben werden darf, sondern durch die Verbindungsweise befördert wird. Die zweite Tabelle dagegen, in welcher die Luftsäulen Genf-St.-Bernhard und Solothurn-Weissenstein compariren, gibt unabhängige, allein wegen der grossen Entfernung ziemlich unregelmässige Resultate.

| 1830 | Untere Abtheilung. | | | Obere Abtheilung. | | |
|-------------|--------------------|----------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|
| Monat. | 21 ^h | 0 ^h | 3 ^h | 21 ^h | 0 ^h | 3 ^h |
| | ° C | ° C | ° C | ° C | ° C | ° C |
| Januar | 1.21 | 2.13 | 1.91 | 1.20 | 2.12 | 1.92 |
| Februar | 0.46 | 0.53 | 0.81 | 0.43 | 0.72 | 0.95 |
| März | 1.31 | 1.48 | 2.34 | 1.40 | 1.61 | 2.39 |
| April | 1.27 | 1.40 | 1.77 | 1.22 | 1.39 | 1.72 |
| Juni 5 - 30 | 1.05 | 1.00 | 1.22 | 1.08 | 0.98 | 1.16 |
| Juli | 1.37 | 1.65 | 2.11 | 1.38 | 1.61 | 2.04 |
| August | 1.57 | 1.77 | 2.37 | 1.49 | 1.67 | 2.25 |
| September | 1.66 | 2.08 | 2.24 | 1.64 | 2.24 | 2.15 |
| November | 0.28 | 0.71 | 1.13 | 0.28 | 0.71 | 1.08 |
| Dezember | 1.10 | 1.29 | 1.34 | 1.13 | 1.26 | 1.31 |
| Mittel | 1.13 | 1.40 | 1.72 | 1.13 | 1.43 | 1.70 |

Hieraus wäre zu schliessen, dass im Allgemeinen die Wärmeabnahme in der relativen Höhe von 588^t und von 853^t gleichgross ist. Im Winter und Frühling dagegen scheint sie in der untern Abtheilung ungefähr $\frac{1}{30}$ schwächer, im Sommer und Herbst ungefähr $\frac{1}{40}$ stärker zu sein als in der obern.

Die unabhängigen Luftsäulen Genf-St.-Bernhard und Solothurn-Weissenstein, zwischen 209^t.5 und 1268^t.0, 224^t.3 und 667^t.3 absoluter Höhe fallend, die also in ihren mittlern Höhen 293^t Verschiedenheit zeigen, geben nach gleichen Grundsätzen folgende, in Centesimalgraden ausgedrückte Zahlenwerthe:

(Schluss folgt in Nro. 36.)