

# Einige Worte

über

meteorologische Beobachtungen und die dazu erforderlichen  
Instrumente,

an die Freunde der Meteorologie in Steiermark gerichtet

von

Dr. Jul. Wilhelm Sintl,

k. k. Professor der Physik zu Grätz.

**B**ever ich in eine genaue Auseinandersetzung der meteorologischen Beobachtungen und der dazu nöthigen Instrumente eingehe, kann ich nicht umhin, den Begriff der Meteorologie selbst, so kurz, aber auch so klar, wie möglich zu entwickeln; denn von diesem Begriffe scheint mir nicht allein die Bedeutung der in Rede stehenden Beobachtungen, ihr Umfang, die Art und Weise, sie anzustellen, abhängig, sondern auch der Nutzen ersichtlich, welcher davon für einzelne Orte sowol, wie für ein ganzes Land mit Recht zu erwarten ist.

Die tägliche Erfahrung lehrt es, daß die Atmosphäre unserer Erde der Sitz beständiger Bewegungen und Veränderungen sei, welche in ihrem Inneren sowol als auch an ihren beiden äußersten Grenzen vor sich gehen. Es fehlt nämlich auf der Oberfläche der Erde eben so wenig, wie von Seite der Himmelskörper, nie an veranlassenden Ursachen, wodurch eine theilweise Aenderung in der Ausdehnbarkeit der Luft bewirkt und daher das Gleichgewicht in ihr fortwährend gestört wird; es ist ferner bekannt, daß durch das Leben der Menschen, Thiere

und Pflanzen die einzelnen Bestandtheile der Luft, theils consumirt, theils verändert werden, und folglich immer neue Ausgleichungen Statt finden müssen. Außer diesen gibt es im Luftkreise eine sehr große Menge von Erscheinungen, welche durch das Licht, die Elektrizität, den Magnetismus und vielleicht durch manche anderen uns bisher noch unbekanntes Naturkräfte hervorgebracht werden. Alle diese Veränderungen und die dadurch bewirkten Erscheinungen im Luftkreise folgen bald ganz regelmäßig, bald ohne irgend eine leicht erkennbare Regelmäßigkeit auf einander, und begründen jenen Zustand der Atmosphäre, welchen wir insgemein die Witterung, oder kurz weg, das Wetter nennen. Diese Erscheinungen im Luftkreise, deren Inbegriff die Witterung ausmacht, auf anerkannte Naturgesetze zurückzuführen, dadurch die Erklärung ihres nothwendigen Zusammenhanges unter einander zu bewerkstelligen und endlich die Rückwirkung dieser Erscheinungen auf den jedesmaligen Zustand der Oberfläche unserer Erde anzugeben, ist das eigentliche Geschäft der Meteorologie (Witterungskunde), und es ist leicht einzusehen, wie und worin sie sich von der Meteorognosie (Meteoromantie), d. i. der Kunst, die Witterung vorherzusagen, unterscheidet.

Letztere kann nur die Folge einer wohlbegründeten Meteorologie sein, und die Wahrscheinlichkeit der in ihr Gebiet gehörigen Witterungsangaben in vorhineln wird desto größer ausfallen, je umfassender und gründlicher die meteorologischen Kenntnisse desjenigen sind, welcher die Witterung vorherzusagt.

Nach dem kurz vorher aufgestellten Begriffe der Meteorologie läßt sich die Bedeutung meteorologischer Beobachtungen leicht angeben, und ihr Umfang im Allgemeinen genau bestimmen. Als meteorologisch sind nämlich alle jene Beobachtungen anzusehen, welche die in unserer Atmosphäre vor sich gehenden Bewegungen und Veränderungen, so wie die damit im Luftkreise verbundenen Erscheinungen zum Gegenstande haben, in so fern dadurch der jedesmalige Charakter unserer Atmosphäre (die Witterung) bedingt, und eine Rückwirkung auf den Zustand der Erdoberfläche hervorgebracht wird.

Der Umfang dieser Beobachtungen, sobald es sich darum handelt, das nöthige Materiale zu liefern, welches die Meteorologie weiter verarbeitet, ist allerdings sehr groß zu nennen; denn da heißt es nicht bloß alle in der Atmosphäre Statt habenden Bewegungen und Veränderungen, so wie die damit verbundenen Erscheinungen fleißig und anhaltend beobachten, sondern auch auf alle sie begleitenden Umstände bis ins kleinste Detail gehörige Rücksicht nehmen. In dieser Hinsicht müssen sich also die Beobachtungen nicht allein auf die Atmosphäre und ihre Veränderungen überhaupt, sondern auch auf die allgemeinen und örtlichen Verhältnisse ihrer Hauptbestandtheile beziehen; sie müssen sich auf die Vertheilung der Wärme in der Atmosphäre sowohl, als auch auf der Erdoberfläche und die darauf Einflüsse nehmenden Umstände, auf den täglichen und jährlichen Gang der Wärme erstrecken; sie müssen auf die Luftströmungen, die dadurch bedingten Winde, ihre Richtung, Stärke, ihren sonstigen Charakter und die damit in Verbindung stehenden Oscillationen der Atmosphäre (Änderungen im Luftdrucke) gerichtet sein; sie müssen sämmtliche Wassermeteore, und zwar den Dunstgehalt und Feuchtigkeitsgrad der Atmosphäre, den Thau, Reif, den Nebel, die Wolken, ihre Gestalt und Farbe, den Regen, Schnee und ihre Menge mit allen sie begleitenden Nebenumständen umfassen; sie müssen die Elektrometeore, das Gewitter und seine Erscheinungen, den Hagel und seine Bildung, die Wasser-, Sand- und Windhosen, die Nordlichter sammt allen Nebenumständen begreifen; sie müssen ferner die Lichtmeteore, als da sind: die Gestalt und Farbe des Firmamentes, die Morgen- und Abendröthe, das Funkeln der Sterne, das sogenannte Wasserziehen der Sonne, die irdische Strahlenbrechung (Luftspiegung), die Höfe um die Sonne, den Mond und die Sterne, Nebensonnen und Nebenmonde, den Regenbogen und das Jodlakallicht betreffen, und endlich die Feuermeteore, als: Irrlichter, Sternschnuppen, Feuerkugeln und den Meteorsteinfall nicht unbeachtet lassen.

Beim Anblicke dieser Legion von Beobachtungen höre ich viele meiner geneigten Leser in die Worte „eine herkulische Arbeit!“ ausbrechen, viele meiner lieben Leser sehe ich darüber bedenklich den Kopf

schütteln. Troß dem erlaube ich mir aber ihnen freundlich zuzurufen: Nur Geduld und den Muth nicht vor der Zeit sinken gelassen! Die Sache ist nicht so arg, als sie sich auf den ersten Blick darstellt. Zwar ist es nicht zu läugnen, daß der Umfang der meteorologischen Beobachtungen ungeheuer groß ist, wenn es sich darum handelt, den Stoff zur Begründung der Meteorologie als Wissenschaft zu liefern. Um diese Aufgabe in ihrem ganzen Umfange zu lösen, bedarf es jahrelanger Beobachtungen einer sehr großen Menge von Beobachtern, welche, ich möchte sagen, auf der ganzen uns bekannten Erde vertheilt sind und wovon Jeder das Seine zur Förderung der Meteorologie beiträgt. In dieser Beziehung wird es also auch nie das Geschäft eines einzelnen Beobachters, ja nicht einmal das Geschäft eines in einem ganzen Lande verbreiteten Vereines von Beobachtern sein können.

Allein glücklicher Weise sind nicht alle der angeführten Meteore und die sie begleitenden Umstände für uns von gleicher Wichtigkeit, besonders wenn es sich blos um meteorologische Beobachtungen zur Ausmittelung der klimatischen Verhältnisse eines Ortes oder Landes handelt.

Die Wärmemeteore, die Winde, die Veränderungen im Luftdrucke, die Wassermeteore und zum Theile auch die Gewitter spielen durch ihren großen Einfluß auf die Vegetation und den thierischen Haushalt die Hauptrolle. Darum bestimmt auch der Inbegriff derselben vorzugsweise den Charakter der Witterung und die klimatischen Verhältnisse eines Ortes oder eines ganzen Landes, und um diese handelt es sich uns zunächst. Da es zwischen den eben genannten Meteoren einen innigen, aus physikalischen Gründen leicht nachweisbaren Zusammenhang gibt, so ist es möglich, aus dem Auftreten und dem Verlaufe des einen oder anderen dieser Meteore auf den Eintritt und den Verlauf der übrigen mit ziemlicher Zuverlässigkeit zu schließen, ohne gerade nöthig zu haben, nach den complicirten, vielleicht sehr weit entfernt liegenden Ursachen zu forschen, und daher wird man auch im Stande sein, über den Gang der Witterung, so wie über ihren Einfluß auf die speciellen klimatischen Verhältnisse einzelner Orte oder eines ganzen Landes, aus den zweckmäßig angestell-

ten Beobachtungen der angeführten Erscheinungen im Lufkreise ins Klare zu kommen. Um diese Behauptung zu begründen, will ich folgende sehr gangbare Betrachtung hier anknüpfen.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß der Temperaturgrad der Erdoberfläche und ihrer Atmosphäre, die Vertheilung der Wärme und ihrer Extreme auf das Gedeihen der Gewächse, auf das Leben der Thiere, ja selbst auf das Befinden der Menschen einen sehr großen Einfluß haben, indem durch den Wärmezustand das Klima eines Landes ganz vorzüglich charakterisirt wird, und die meisten übrigen klimatischen Verhältnisse, wie z. B. Trockenheit und Feuchtigkeit, Luftdruck und Luftströme (Winde) u. c., vorzugsweise durch die Wärme bedingt werden. Bekannt ist es ferner, daß sowol die Temperatur der Erdoberfläche, als auch jene der ihr nahen Luftschichten bedeutenden Veränderungen unterliegen, welche in zwei Perioden eingeschlossen sind, wovon sich die eine täglich, die andere jährlich wiederholt, und die mit der täglichen und jährlichen Bewegung der Erde, folglich mit ihrem Stande gegen die Sonne in der innigsten Verbindung stehen. Es ist nicht zu bezweifeln, daß diese Verschiedenheiten in der Verschiedenheit der Einwirkung des Sonnenlichtes ihren Hauptgrund haben. Denn die Oberfläche der Erde wird durch die Sonnenstrahlen unmittelbar erwärmt, indem sie dieselben absorbirt und diese Erwärmung muß natürlich bei gleichen Umständen desto größer ausfallen, je länger die Einwirkung der Sonne anhält, je dichter und je weniger schief ihre Strahlen auffallen. Der Luft wird aber diese Wärme auf verschiedene Arten mitgetheilt. Zunächst verschluckt sie einen, wenn auch nur geringen Theil der auffallenden Sonnenstrahlen, und erwärmt sich dadurch. Ferner strahlt die erwärmte Erde ihre Wärme gegen die Luft aus, und theilt ihr dadurch eine höhere Temperatur mit; endlich erhalten die der Erde zunächst liegenden Luftschichten auch von der Erde die Wärme durch unmittelbare Mittheilung. Alle diese Umstände machen, daß, wenn die Erwärmung der Erde durch die Sonne nicht gar zu rasch vor sich geht, die Temperatur der Erdoberfläche jener der nächst anliegenden Luftschichten nahe gleichkömmt. Hieraus ersieht man zugleich, daß die Größe und der Gang der Er-

wärmung nicht allein von der Richtung der Sonnenstrahlen und der Dauer ihrer Einwirkung, sondern auch von der Beschaffenheit der Körper abhängt, welche von denselben getroffen werden. Da überdies die Wärme ihrer Natur nach von den wärmeren Körpern auf kältere übergeht, und selbst Luftströme die Temperatur eines Ortes in einen anderen übertragen können, so ist ersichtlich, daß die Wärmeverhältnisse eines Ortes außer seiner geographischen Lage auch noch davon abhängen müssen, ob ein Erdstrich festes Land oder ob er mit Wasser bedeckt sei, von welcher Beschaffenheit der Boden und nach welcher Richtung er vorzugsweise ausgedehnt, ob seine Atmosphäre ruhig oder ob sie von Winden oft heimgesucht sei, endlich in welcher Höhe über der Meeresfläche er sich befindet.

Ohne mich in die Aufzählung der physikalischen Gründe dafür als nicht hieher gehörig einzulassen, mache ich nur darauf aufmerksam, daß, wenn die Atmosphäre über einem Orte oder Lande stets ruhig und von Winden frei wäre, die Temperatur nach Maßgabe der geographischen Breite, der Beschaffenheit des Bodens, der Ausdehnung und Erhebung über der Meeresfläche an verschiedenen Orten zwar verschieden, der tägliche und jährliche Verlauf im Gange der Wärme aber an einem und demselben Orte immer regelmäßig sein würde. Allein die Ungleichheit in der Erwärmung der in verschiedenen Breiten gelegenen Orte der Erde enthält schon den Grund zu Störungen in der Regelmäßigkeit dieses Ganges der Wärme, wie sich aus Folgendem ergibt.

Alle Bewegungen der Luft werden zunächst durch eine theilweise Aenderung ihrer Ausdehnbarkeit hervorgebracht, und diese wird in der Atmosphäre fast immer durch die statthabende Temperaturverschiedenheit bedingt. Tritt nämlich an einer Stelle der Luft eine Temperaturerhöhung ein, so wird daselbst die Ausdehnbarkeit gesteigert, es erfolgt eine Verdünnung der Luft und in Folge dieser ein Aufsteigen derselben, welches wieder ein Zuströmen der Luft von den Seiten nothwendig macht. Die aufsteigende Luft muß zur Herstellung des Gleichgewichtes oben wieder seitwärts abfließen, und somit zieht eine Erwärmung eine dreifache Bewegung der Luft nach sich, ein Aufsteigen über der erwärmten Stelle, ein Zuströmen von allen Sei-

ten zu derselben in der unteren, und ein Wegströmen in der oberen Region. Etwas Ähnliches bewirkt eine Verminderung der Temperatur. Die Sonne erzeugt vermöge ihrer erwärmenden Kraft unablässig solche Strömungen, und es sind jene Stellen der Erde, welche die größte Erwärmung erleiden; als die Mittelpunkte der Luftströmungen anzusehen. Diese Stellen rücken natürlich wegen der Achsendrehung der Erde in einem Parallelkreise um die Erde herum; und es muß die Richtung der Ströme durch die Achsendrehung modificirt werden. So z. B. muß die aufsteigende Luft, da sie nicht die der größeren Höhe entsprechende größere Umdrehungsgeschwindigkeit hat, schief von Ost gegen West aufsteigen, und der von Nord oder Süd kommende Strom muß, wenn er von einer größeren geographischen Breite in eine kleinere kommt, eine nordöstliche oder südöstliche Richtung annehmen. Die größte als solche das ganze Jahr hindurch anhaltende Erwärmung der Erde findet bekanntlich in der heißen Zone, und zwar vorzugsweise in jenem Landstriche Statt, welcher die senkrechten Strahlen der Sonne erhält. Dasselbst muß daher das vorerwähnte Aufsteigen der Luft und ein Zustömen von allen Seiten eintreten. Die aus Nord und Süd kommenden Ströme haben eine kleinere Rotationsgeschwindigkeit, als der Gegend entspricht, welcher sie zueilen, sie bleiben daher in der Richtung von West nach Ost zurück, und erscheinen demnach als östliche Ströme. Darum muß dort, wo die Sonne im Zenith steht, und wol auch in einiger Entfernung davon, ein beständiger Ostwind (Passatwind) herrschen. Dem unteren Passatwinde muß in der oberen Luftregion ein gerade entgegengesetzter entsprechen und demnach nördlich von dieser Region ein Südweststrom, südlich davon ein Nordweststrom herrschen.

Zwischen den Wendekreisen muß es aber außer diesen regelmäßigen Winden wol auch eben so viele Veranlassungen zu unregelmäßigen Winden wie bei uns geben, indem ein starker Wasserniederschlag, eine Feuerabrunst, eine vulkanische Eruption, die verschiedene Erwärmung des festen Landes und der See, dort eben so wie hier das Gleichgewicht der Luft stören. Aber die Ursache dieser regelmäßigen Winde überwiegt alle diese im kleineren Maßstabe wir-

tenden Veranlassungen, und darum werden nur sehr selten diese regelmäßigen Winde durch andere gestört. In unseren Gegenden, überhaupt im mittleren und nördlichen Europa, hat keine der Wind erregenden Ursachen über die übrigen ein so entscheidendes Uebergewicht, wie in der heißen Zone. Indessen haben selbst bei uns nicht alle Winde einerlei Rang, und es herrscht in den Winden auch bei uns mehr Regelmäßigkeit, als man gewöhnlich glaubt. Es ist klar, daß die Luft beständig gegen den Aequator zuströmen muß, denn sonst könnte es keinen Ostpassatwind innerhalb der Wendekreise geben. Eben so kann nicht geläugnet werden, daß die zwischen den Tropen aufsteigende Luft gegen die Pole zurückfließen, und einerseits einen Süd-, andererseits einen Nordstrom erregen und sich so, wie sie kälter wird, immer mehr senken muß. Zuletzt werden nun beide Ströme, die sich zwischen den Tropen über einander befinden, neben einander hinfließen, sich gegenseitig zu verdrängen suchen, und an ihrer Grenze einen Strom von mannigfaltiger Richtung (Wirbel) erzeugen. Für das nördliche Europa ist dieses auch wirklich durch Schouw's Untersuchungen außer Zweifel gesetzt, und dargethan worden, daß daselbst im Allgemeinen die westlichen (W. NW. SW. etc.), Winde über die östlichen (O. NO. SO. etc.) Winde die Oberhand haben, daß dieses aber vom atlantischen Meere gegen das Innere des Continents zu abnimmt. Nahe am atlantischen Meere haben die westlichen Winde mehr eine südliche Richtung, gegen das Innere des Landes wird diese Richtung gerade West oder Nordwest, so daß von West gegen Ost die Windrichtung immer mehr nördlich wird. In Europa ist im Winter die Richtung der Luftströme meistens südlicher als in den übrigen Theilen des Jahres, und ihre Stärke im Jänner oder Februar am größten. Im Frühlinge entstehen häufig östliche Winde, und die westlichen kommen seltener vor. Im Sommer haben die westlichen Winde die Oberhand, im Herbst nimmt ihr Uebergewicht ab, und die südlichen Winde werden häufiger. Der Grund dieser Windverhältnisse und ihrer Abhängigkeit von den Jahreszeiten liegt in dem Herabsinken des oberen Südwestpassatwindes und in der verschiedenen Erwärmung des Continents



und des atlantischen Oceans. Die herrschende Windrichtung ist die westliche, weil diese Richtung dem oberen Passatwinde entspricht. Gegen Ende des Winters und im Frühlinge wird durch die größere Wärme des Oceans gegen jene des Continents ein starker Ostwind erzeugt, welcher den Weststrom überwältigt; im Sommer wird hingegen der westliche Passatstrom durch einen anderen von westlicher Richtung unterstützt, welcher von der größeren Erwärmung des Festlandes gegen jene des Oceans herührt. Der letztere Weststrom verliert sich aber mit dem vorrückenden Herbst, weil jene Temperatur-Differenz zwischen dem Ocean und dem festen Lande verschwindet, und die immer zunehmende südliche Abweichung der Sonne ertheilt dem Passatwinde eine südlichere Richtung.

Die eben angeführten Winde, ein Resultat der Temperaturänderungen, nehmen selbst einen großen Einfluß auf die Temperatur der Luft. Im Winter bringt uns der NO. Wind die größte Kälte, weil er über den großen, kalten, östlichen Continent kommt, vermöge seiner großen Trockenheit heiteren Himmel erzeugt, und dadurch die Wärmeausstrahlung begünstigt. Der SW. Wind bringt die größte Wärme, weil er aus wärmeren Gegenden kommt, und viele Dünste mit sich führt, deren Zersekung eine reichliche Wärmequelle eröffnet. Westliche Winde gehören in dieser Jahreszeit zu den wärmeren, weil sie über große Meere kommen, und vermöge ihres Wassergehaltes stets bewölkten Himmel erzeugen. Im Sommer begünstigen aber die östlichen und südlichen Winde das Steigen der Temperatur, die westlichen und nördlichen das Sinken derselben; erstere weil sie heiteren Himmel erzeugen, und der Sonne eine kräftigere Einwirkung gestatten, letztere weil bei ihnen das Gegentheil Statt findet. Nicht minder innig ist der Zusammenhang zwischen dem Gange der Wärme, den dadurch bedingten herrschenden Winden und dem Luftdrucke. Wenn man ein Barometer nur eine kurze Zeit hindurch beobachtet, so überzeugt man sich, daß es beständigen Veränderungen unterworfen sei und in bald schnelleren, bald langsameren, bald größeren, bald kleineren Oscillationen steige und falle.

Einige dieser Veränderungen kommen von den Variationen der Wärme, durch welche das Quecksilber specifisch schwerer oder leichter wird; man kann aber den jedesmaligen Barometerstand durch eine später anzugebende Correctionsmethode von diesem Einflusse unabhängig machen, und sich überzeugen, daß wirklich Aenderungen im Luftdrucke vor sich gehen. Diese Veränderungen sind jedoch von zweierlei Art, regelmäßige und unregelmäßige.

Aus einer sehr großen Anzahl zu denselben Stunden angestellter Beobachtungen, bei denen sich die unregelmäßigen Schwankungen des Druckes aufheben, kann man das Dasein der regelmäßigen Barometerveränderungen in unserer Zone erkennen, und sich überzeugen, daß das Barometer täglich zwischen  $8\frac{1}{2}$  und  $10\frac{1}{2}$  Uhr Früh, und zwischen 9 — 11 Uhr Abends seinen höchsten, und zweimal im Tage, d. i. zwischen 3 und 5 Uhr Abends und 3 — 5 Uhr Morgens seinen niedrigsten Stand erreiche.

Diese regelmäßigen Veränderungen des Luftdruckes rühren größtentheils von der physischen Einwirkung der Sonne her. Durch die erwärmende Kraft der Sonne wird die Expansivkraft der Luft vermehrt, ein aufsteigender Luftstrom und ein Abfließen der Luft zu beiden Seiten des Mittelpunktes der Erwärmung erzeugt, und es muß daraus täglich zur Zeit der größten Luftwärme ein Minimum des Luftdruckes, zur Zeit der geringsten Wärme ein Maximum desselben Statt finden. Gäbe es demnach keine andere Wirkung der Sonne, so könnte täglich nur ein Maximum und ein Minimum des Luftdruckes eintreten.

Allein indem die Sonne erwärmend auf die Luft wirkt, befördert sie auch die Dunstbildung; durch Zunahme der Dünste wird aber der Druck der Atmosphäre vergrößert, es entsteht ein Maximum des Dunstdruckes zur Zeit, wo ein Minimum des Luftdruckes Statt findet und umgekehrt. Durch Zusammenwirkung dieser zwei Momente entstehen täglich zwei Maxima und zwei Minima des Barometerstandes, indem die von der Dunstbildung herrührende Wirkung jener von der unmittelbaren Erwärmung der Luft herkommenden zwar entgegengesetzt, aber nicht völlig gleich ist.

Die täglichen Veränderungen des Barometers sind daher der Erfolg der Unterschiede zweier von einander verschiedenen Veränderungen, des Druckes der trockenen Luft und jenes der Wasserdünste.

Außer diesen regelmäßigen Veränderungen des Luftdruckes gibt es auch noch unregelmäßige, deren Ursachen ebenfalls in der Wärme, in dem Wassergehalte der Luft und in ihrer Bewegung liegen. Letztere kann auf zweifache Weise wirken, nämlich unmittelbar, indem bewegte Luft einen kleineren Druck ausübt als ruhende, und mittelbar, indem dadurch der Wärmezustand und der Dunstgehalt der Luft geändert und an einer Stelle mehr Luft angehäuft wird, als das Gleichgewicht erfordert. Die Wirkung der zwei ersteren Ursachen ist aus dem Vorhergehenden klar. Durch den Zug hoher Gebirge, durch nahe große Gewässer werden die Erfolge der Thätigkeit aller dieser Ursachen oft stark modificirt. Daß Erdbeben, vulkanische Ausbrüche, elektrische Phänomene das Barometer afficiren können, läßt sich wol nicht läugnen; allein man kann ihre Wirkungen, die übrigens nicht so häufig eintreten als die oben genannten, noch nicht unter bestimmte Geseze bringen. Aus allem dem wird begreiflich, warum der Barometerstand, bei übrigens gleichen Umständen, so eng mit der herrschenden Witterung, vorzüglich aber mit den Winden zusammenhängt. Man kann es als allgemeine Regel ansehen, daß Südwinde im allgemeinsten Sinne des Wortes den tiefsten, Nordwinde den höchsten Barometerstand erzeugen, und daß der mittlere Stand auch einem Winde von mittlerer Richtung entspricht. Veränderlichkeit der Winde beurkundet sich durch schnelle Schwankungen des Barometers, Stürme verursachen ein ungewöhnliches Steigen, noch öfter aber ein ungewöhnliches Sinken des Barometers. Dieses tritt immer an einem Orte am stärksten ein, welchen man daher als das Centrum des kleinsten Druckes ansehen kann, und von wo aus der Druck nach allen Seiten zunimmt. Dieses Centrum wechselt oft seinen Platz sehr schnell. Auch den Gewittern pflegen oft merkliche, schnell aufeinander folgende Schwankungen voranzugehen. Ein großer Luftdruck ist aber nicht Ursache einer trockenen, ein geringer nicht Ursache einer feuchten Witterung, sondern beide, sowol der

Luftdruck als der Charakter der Witterung, sind durch Luftströme (Winde) bedingt.

Aus dieser Darstellung ist ersichtlich, daß es zur Feststellung der hauptsächlichsten meteorologischen Verhältnisse eines Ortes oder ganzen Landes vollkommen hinreichend sei, wenn man seine Aufmerksamkeit auf den Gang der Wärme, die herrschenden Winde, auf den Druck der Luft, ihren jedesmaligen Feuchtigkeits- und elektrischen Zustand richtet, und sich eine genaue Kenntniß von dem Verlaufe derselben durch anhaltende Beobachtungen verschafft.

Mit wenigen, und überdieß nicht sehr kostspieligen Instrumenten läßt sich der beabsichtigte Zweck genügend erreichen; denn ein Paar gut adjustirte und übereinstimmende Thermometer, ein einfaches aber sorgfältig verfertigtes Barometer, ein Hygrometer, eine nach der Windrose gehörig orientirte Windfahne und zu allem Ueberflusse noch ein Luftpneumoskop machen den ganzen meteorologischen Hausrath aus, mit welchem man bei diesen Beobachtungen vollkommen ausreicht. Die Art und Weise aber, wie man mit den genannten Instrumenten bei den Beobachtungen zu Werke zu gehen hat, ist keineswegs gleichgültig. Sollen die damit an einem Orte erhaltenen Beobachtungsdaten befriedigend, und die an mehreren Orten gefundenen mit einander vergleichbar sein, so ist vor Allem erforderlich, daß die dazu gebrauchten Instrumente nicht bloß an sich gut seien, sondern auch in ihrem Gange übereinstimmend befunden, daß sie zweckmäßig aufgestellt, und die damit vorzunehmenden Beobachtungen zu bestimmten Stunden des Tages gemacht werden. Was die Vergleichung der Instrumente mit einander und die Ausmittelung der Uebereinstimmung in ihrem Gange anbelangt, so würden sich dazu am besten Normalinstrumente eignen, welche sich an einem bestimmten Beobachtungsorte, und zwar für den gegenwärtigen Fall in der Hauptstadt Grätz aufgestellt befinden, mit welchen alle übrigen Instrumente an Ort und Stelle verglichen werden könnten <sup>1)</sup>. Rückfichtlich der Aufstel-

1) Herr A. Schröter, Professor der Physik und Chemie am Joanneum, hat in der unter seiner Aufsicht stehenden Sammlung physikalischer Instrumente für die Aufstellung solcher Normalinstrumente von ausgezeichneter Güte gesorgt.  
Ann. d. B.

lung der in Rede stehenden Instrumente an den verschiedenen Beobachtungsorten ist es als allgemeine Regel anzusehen, daß dasjenige Thermometer, welches zur Bestimmung der äußeren Lufttemperatur dienen soll, im Freien, an der Nordost- oder Nordwestseite, des Hauses aufgestellt, vor der Einwirkung der directen Sonnenstrahlen, des unmittelbaren Wind- und Regenanfalls geschützt werde, während das zur Bestimmung der Temperatur des Quecksilbers dienende Thermometer unmittelbar am Barometer befestigt und mit demselben in einem nach einer der genannten Weltgegenden gelegenen Zimmer zweckmäßig aufgestellt wird. Ueblicher Vorrichtung bedarf es bei der Aufstellung des Hygrometers und des Luftpneumoscops, welche ich jedoch später bei näherer Betrachtung dieser Instrumente ausführlich angeben werde. Eben so will ich dann bei jedem der einzelnen Instrumente bemerken, zu welchen Tageszeiten und Stunden man die Beobachtungen damit anzustellen habe, um zu einem entsprechenden Resultate zu gelangen.

Bevor ich mich jedoch zu dieser Betrachtung wende, kann ich es nicht unterlassen, noch einige Worte über die Wichtigkeit dieser Beobachtungen zu sagen, und auf den Nutzen aufmerksam zu machen, welcher davon mit Recht zu erwarten ist. Ich habe schon einmal bemerkt, daß der Wärmezustand unserer Erde und ihrer Atmosphäre auf das Gedeihen der Gewächse und auf das Leben der Thiere, ja selbst auf das Befinden des Menschen einen so großen Einfluß habe, daß es wol schon deshalb der Mühe werth sei, die Vertheilung der Wärme und den jedem Erdstriche eigenthümlichen Wärmegrad zu studieren, um so mehr, als ich zugleich dargethan habe, daß durch den Wärmezustand das Klima eines Landes ganz vorzüglich charakterisirt, und durch die mit der Wärme im innigen Zusammenhange stehenden Winde, Oscillationen der Atmosphäre, die dadurch bewirkten wässerigen Niederschläge, und zum Theile auch durch die Gewitter der Charakter der Bitterung, vorzugsweise bestimmt und dadurch der größte Einfluß auf die Vegetation und den thierischen Haushalt ausgeübt wird. Würde man von den meteorologischen Beobachtungen auch nichts mehr, als die Feststellung

der klimatischen Verhältnisse eines Landes zu erwarten haben und dadurch in den Stand gesetzt seyn, nach Maßgabe derselben über seine statistisch-ökonomische Gestaltung ein begründetes Urtheil fällen zu können, so wäre schon dadurch ein Nuthaftes gethan; außerdem läßt sich aber noch ein anderweitiger Nutzen dieser Beobachtungen, zumal wenn sie nicht vereinzelt dastehen, sondern ein ganzes Land umfassen, nachweisen. Es ist bekannt, daß jede Pflanze zu ihrem Gedeihen und zum Reifen ihrer Früchte eine bestimmte Sommerwärme und mittlere Temperatur erfordert und daher nur dort fortkommt, wo diese herrscht. Da nun nicht zu bezweifeln ist, daß man durch zweckmäßig angestellte meteorologische Beobachtungen zur genauen Kenntniß des Ganges der Wärme und ihrer Extreme gelangt, und dadurch die mittleren Temperaturen der einzelnen Jahreszeiten kennen lernt, so folgt daraus, daß man auch in den Stand gesetzt wird, die Frage zu entscheiden, ob und welche Pflanzen bei sonst günstiger Beschaffenheit des Bodens an diesem oder jenem Orte des Landes mit gehdrigem Erfolge gebaut werden können. In einem Lande, welches zum großen Theile Gebirgs-, im übrigen aber fast durchgehends Hüggelland ist, erfordert der Anbau der Grundstücke an sich mehr Mühe und Aufwand, als dieses im Flachlande der Fall ist; dazu kommt noch der Umstand, daß sich die Temperatursänderungen daselbst häufig und schneller einstellen, folglich im Allgemeinen die Meinung herbeiführen, als sei das Klima eines solchen Landes verhältnißmäßig rauher, kälter und ungünstiger als sonst wo. Hierin mag es wol zum großen Theile seinen Grund haben, warum man sich in einem solchen Lande nur auf die Cultur solcher Pflanzen beschränkt, welche zum häuslichen Bedarf unumgänglich nothwendig sind, indem der rationelle Landwirth nicht gern mühevoll und kostspielige Versuche auf gut Glück unternimmt, der ungebildete Landmann aber bei dem bleibt, was seine Vorfahren bauten, und wovon er sieht, daß es seine Nachbarn bauen; dagegen den Bau einer sehr großen Menge von Pflanzen vernachlässigt, welche Gegenstand der Industrie und des Commerzes sind, und wodurch andere von der Natur nicht besser begünstigte Länder sich eine reichliche Erwerbsquelle eröffnen. Ist aber durch zweckmäßig angestellte meteorologi-

sche Beobachtungen im Lande das klimatische Verhältniß desselben festgestellt, und dargethan, daß das Land in dieser Beziehung den anderen nicht nachstehe, so wird der rationelle Landwirth gewiß zuerst damit beginnen, manches Stück bisher gar nicht oder doch nicht gehörig benützten Landes zum Baue solcher Pflanzen zu verwenden, von welchen er sich in industrieller und commerzieller Beziehung einen Nutzen verspricht; er wird die etwas größere Mühe und den Aufwand nicht scheuen, da er in der neuen Erwerbsquelle einem reichlichen Erfolge entgegen sieht. Seinem Beispiele wird dann selbst der minder gebildete Landmann folgen, die Industrie im Lande wird gehoben, seine commerzielle Verbindung erweitert und dadurch der allgemeine Wohlstand erhöht werden.

Aber auch von rein wissenschaftlicher Seite betrachtet, läßt sich von diesen Beobachtungen ein namhafter Nutzen erwarten, indem sie, wenn auch nicht allen, doch einen bedeutenden Stoff liefern, welchen die Meteorologie zur Feststellung ihrer Grundsätze anzuwenden und gehörig verarbeitet.

In Erwägung der Wichtigkeit, des Nutzens und des wissenschaftlichen Interesse dieser Beobachtungen, fühlte ich mich gleich bei dem Antritte des mir in der Hauptstadt der Steiermark angewiesenen Wirkungskreises dazu veranlaßt, darauf bedacht zu sein, mir einen zweckdienlichen, möglichst vollständigen meteorologischen Apparat zusammenzustellen, mit welchem ich gedachte Beobachtungen ausdauernd vorzunehmen im Stande wäre. Mit der Einrichtung desselben bin ich auch seither in den letzten Monaten des verfloffenen Jahres glücklich ins Reine gekommen, so daß ich mit dem 1. Jänner des laufenden Jahres die Beobachtungen damit beginnen konnte.

Der Apparat, dessen ich mich dabei bediene, besteht aus einem äußeren, mit gehöriger Sorgfalt aufgestellten Thermometer, aus einem wohl adjustirten Fortin'schen Gefäßbarometer und einem daran befestigten Thermometer, aus einem Thermohygrometer und einem Luftpneumatroskop. Sämmtliche Instrumente sind in einem geräumigen, nach NW. gelegenen Zimmer meiner Wohnung (Stadt, Neuthor Nr. 419. 2. Stock) mit Berücksichtigung der früher angezeigten und später noch näher anzuführenden

den Regeln aufgestellt. Zur Bestimmung der Windrichtung dient mir eine auf dem Uthturme des Schloßberges befindliche Windfahne. Mit diesen Instrumenten beobachte ich seit dem ersten Jänner d. J. regelmäßig zwölfmal im Tage die äußere Lufttemperatur, den Luftdruck, die Luftfeuchtigkeit, die Luftelektricität, die herrschende Windrichtung, den Aspect des Himmels, Nebel, Wolken, Regen, Schnee und sonstige Erscheinungen im Luftkreise zu bestimmten und zwar solchen Tageszeiten und Stunden, welche eine meteorologische Bedeutung haben, deren nähere Angabe ich mir bis zur Mittheilung der Resultate meiner im ersten Halbjahre gemachten Beobachtungen vorbehalten. Diese Beobachtungen setze ich seither in der eben angegebenen Art von Tag zu Tag fort, und hoffe dadurch im Laufe der Zeit zur genaueren Kenntniß der wichtigsten meteorologischen Daten für die Hauptstadt Grätz zu gelangen.

Obwol ich auf diese Weise nicht nur für meinen Beobachtungsort den gewünschten Zweck zu erreichen, sondern auch das von meiner Seite damit verbundene wissenschaftliche Interesse vollkommen zu befriedigen gedenke, so kann ich doch nicht umhin, den sehnlichsten Wunsch auszusprechen, es möchten sich alle Freunde der Meteorologie in der Steiermark dazu entschließen, ähnliche Beobachtungen an recht vielen und möglichst vertheilten Orten im Lande längere Zeit hindurch anzustellen, die ihre Beobachtungsorte betreffenden meteorologischen Daten sammeln und durch zweckmäßige Zusammenstellung derselben seiner Zeit zur Ausmittlung der meteorologischen Verhältnisse der Steiermark das Ihrige beitragen. Es ist hiermit zwar nicht gemeint, daß auch Sie, meinem Beispiele folgend, den größten Theil des Tages zu diesen Beobachtungen verwenden sollen, da sich nicht leicht voraussehen läßt, daß ein Jeder so viel Zeit seinen sonstigen Berufsgeschäften abgewinnen könne, wie es bei mir der Fall ist, indem es mein Beruf mit sich bringt, mich mit Gegenständen dieser Art ausschließlich zu beschäftigen. Wenn ich zwölfmal im Tage meine Beobachtungen anstelle, so geschieht es eines besondern wissenschaftlichen Interesse wegen, welches ich damit nebenbei verbinde; streng genommen reichen aber zu dem beabsichtigten Zwecke zwei, drei oder höchstens vier Beobachtungen im Tage hin,



welche man zu verschiedenen aber bestimmten Stunden anzustellen hat, und wozu man sich aus einer großen Zahl von Stunden, die ich im Folgenden angeben werde, die bequemsten, mit seinen übrigen Geschäften am besten zu vereinbarenden auswählen kann.

Uebrigens erkläre ich mich stets bereitwillig, einem Jedem, der es wünscht, in dieser Angelegenheit mit Rath und That an die Hand zu gehen, die an den verschiedenen Beobachtungsorten gesammelten meteorologischen Daten von Zeit zu Zeit zu ordnen, und sie mit Angabe des Ortes und des Beobachters in einer tabellarischen Uebersicht zur öffentlichen Kenntniß zu bringen <sup>1)</sup>.

Um in dieser Beziehung meinen guten Willen sogleich an den Tag zu legen, und zur Förderung des Unternehmens einen, wenn auch geringen Theil beizutragen, will ich es schon jetzt versuchen, über die zu diesen Beobachtungen erforderlichen Instrumente zu sprechen, das Wesen derselben, ihre zweckmäßigste Einrichtung, die Art sie rücksichtlich ihrer Güte zu prüfen und endlich ihren Gebrauch auseinanderzusetzen, damit Jedermann in den Stand gesetzt werde, bei der Wahl seiner Instrumente, bei ihrer Beurtheilung und ihrem Gebrauche nach wissenschaftlichen Grundsätzen zu Werke zu gehen und sich dabei nicht auf die Urtheile Anderer verlassen zu müssen. Ich beginne dabei mit dem *Thermometer*, und will es in seiner Anwendung als Wärme- und Feuchtigkeitsmesser betrachten. Mich aber in ein Detail über das Wesen, die sich hierauf gründende Einrichtung und den gewöhnlichen Gebrauch des Thermometers hier einlassen zu wollen, hieße einerseits die genaue Bekanntschaft meiner Leser mit dem Instrumente in Zweifel ziehen, andererseits aber ihre Langmuth zu sehr in Anspruch nehmen, während ich von Beidem gleich weit entfernt bin. Ich werde mich daher damit begnügen, das hierauf Bezügliche als bekannt voraus-

1) Der Redaction gereicht es zum Vergnügen, hierdurch eine Gelegenheit zu erhalten, ihre Bereitwilligkeit zur Uebernahme der von den Freunden der Naturwissenschaften in den verschiedenen Theilen unseres Landes angestellten meteorologischen Beobachtungen erklären, und zugleich die Versicherung ertheilen zu können, daß sie der Mittheilung der Hauptresultate dieser von dem Herrn Professor redigirten Beobachtungen jederzeit freudig einige Spalten ihrer Zeitschrift zu widmen geneigt sei.

zusehen, es bloß hier und da kurz anzudeuten, und nur den minder gewöhnlichen Gebrauch, so wie diejenige Einrichtung besonders hervorheben, welche das Instrument erhalten muß, um zur Bestimmung der Luftfeuchtigkeit zu dienen.

Zu diesem Zwecke ist es aber unerläßlich, Einiges über die hierher gehörigen Wirkungen der Wärme, und die Gesetze, nach welchen sie Statt finden, voranzuschicken, um hieraus die zu unseren Betrachtungen nöthigen Begriffe abzuleiten und festzustellen.

Worin das Agens bestehe, welches wir mit dem Namen Wärme, im objectiven Sinne genommen, belegen, ist bis jetzt, ein Paar mehr oder minder plausible Hypothesen darüber abgerechnet, noch nicht ausgemacht. So unbekannt uns aber auch der objective Grund der Wärme sein mag, desto bekannter sind uns dagegen die Wirkungen derselben, so wie die Gesetze, nach denen sie erfolgen, und an diese halten wir uns.

Alle die vielfach modificirten Wärmewirkungen lassen sich unstreitig auf eine einzige reduciren, die ich Fundamental-Wirkung der Wärme nennen möchte. Sie besteht darin, daß, wo immer das Wärme-Prinzip an einem Körper wirksam auftritt, die Entfernung der kleinsten Theile des Körpers, d. i. der Molekülen dadurch vergrößert, und somit ohne allen Zweifel die den kleinsten Körpertheilchen eigenthümliche abstoßende Molekularkraft gesteigert wird. Als unmittelbare Folge hieson ergibt sich nun, daß die Wärme in dem ersten Stadium ihres Auftretens, das Volumen der Körper nothwendigerweise vergrößern, d. i. dieselben ausdehnen müsse, wie dies auch in der That die Erfahrung an allen Körpern nachweist. Allein außer dieser Wirkung der Wärme, wodurch sich uns ihr Dasein an den Körpern gleichsam sichtbar zeigt, bringt dieselbe wahrscheinlich auch durch eine bewirkte Ausdehnung der entsprechenden Organe in unserem Gemeingefühle jene eigenthümliche Empfindung hervor, welche wir „Wärme“ im subjectiven Sinne, besser und bezeichnender aber „Wärmeempfindung“ nennen, und wodurch sich uns das Dasein der Wärme noch überdies fühlbar macht. Wir beurtheilen demnach das Dasein des objectiven Grundes der Wärme in einem Körper nach die-

fer zweifachen Wirkung, und schreiben demselben unbedingt Wärme im objectiven Sinne zu, sobald wir finden, daß er unabhängig von dem Einflusse anderer uns bekannter Kräfte eine Volumsvergrößerung erleidet, und, zugleich mit unseren Gefühlsorganen in Berührung gebracht, in uns die früher erwähnte eigenthümliche Empfindung hervorbringt.

Diese zwei an den Körpern sinnlich wahrnehmbaren Wirkungen der Wärme bilden die wesentlichen Merkmale jenes Begriffes, welchen wir mit dem eben so gangbaren, als großentheils übel oder gar nicht verstandenen Ausdrucke „Temperatur“ bezeichnen, welche ich sonach als den Inbegriff der an einem Körper sinnlich wahrnehmbar sich kund gebenden Wirkungen der Wärme definiren würde.

Es ist begreiflich, daß, so wie das Auftreten der Wärme an einem Körper eine Ausdehnung und in unserem Gemeingefühle die Wärmeempfindung bedingt, so wird im entgegengesetzten Falle auch die entgegengesetzte Wirkung, d. i. eine Zusammenziehung der Körper, und in unserem Gefühle jene Empfindung eintreten, die wir mit dem Worte „Kälte“ bezeichnen. Es sind sonach Wärme und Kälte, im subjectiven Sinne genommen, zwei nur dem Grade nicht aber dem Wesen nach verschiedene Zustände.

Aus dem bisher Angeführten gehet klar hervor, daß es die Temperatur der Körper einzig und allein sei, von welcher wir einen genügenden Aufschluß über das Verhalten der Wärme zu erwarten haben. Auf sie ist daher vor Allem die ganze Aufmerksamkeit zu richten, und ein dienliches Mittel zu finden, um sie nach Zahl und Maß zu bestimmen. Die Temperatur der Körper nach dem Grade der durch sie in uns hervorgebrachten Wärmeempfindung bestimmen und messen zu wollen, gehet deshalb nicht an, weil Empfindungen überhaupt bis jetzt nicht meßbar, d. i. ihrer Größe nach durch Zahlen nicht ausdrückbar sind. Ueberdies weiß ein Jeder von uns recht gut, wie relativ Wärmeempfindungen sind, und wie sehr sie von subjectiver Disposition der einzelnen Individuen abhängen. So z. B. wird die Temperatur der Luft in einem geheizten Gemache von zwei Personen, wovon die eine aus einem stärker, die andere aus einem gar

nicht geheizten Zimmer kommt, der Empfindung nach verschieden beurtheilt werden, und zwar wird die erstere das Gemach kühl, die letztere aber dasselbe warm finden. In einer und derselben Person kann die Temperatur desselben Körpers in demselben Augenblicke der Empfindung nach verschieden vorkommen, wie dieses aus folgendem einfachen Versuche hervorgeht. Man nehme zwei Gefäße, wovon das eine sehr warmes, das andere kaltes Wasser enthält, und tauche in das erstere die eine, in das letztere die andere Hand so lange, bis die Hände die Temperatur des Wassers angenommen haben. Schüttet man hierauf das Wasser aus beiden Gefäßen in eines zusammen, wodurch man laues Wasser bekommt, und taucht nun beide Hände in dasselbe, so wird man es nach der Empfindung der einen Hand, die früher in das sehr warme Wasser getaucht war, für kühl, nach der Empfindung der andern Hand aber wird man dasselbe Wasser in demselben Augenblicke für sehr warm halten, woraus die Unzulänglichkeit der Wärmeempfindung zum Behufe der Temperaturbestimmung eines Körpers von selbst folgt. Besser eignet sich hierzu das andere Merkmal der Temperatur, ich meine die durch die Wärme an den Körpern bewirkte Ausdehnung; denn diese ist eine dem Maße nach genau bestimmbare Größe. Weil aber dem Zeugnisse der Erfahrung gemäß nicht alle Körper, selbst wenn sie unter dem Einflusse derselben Wärmequelle gleich lange Zeit hindurch stehen, auf ganz gleiche Weise ausgedehnt werden, sondern dieß bei einigen mehr, bei anderen minder beträchtlich ist; weil ferner diese Ausdehnung nicht bei allen Körpern regelmäßig und dem Einflusse der Wärme proportional erfolgt, so würde, wenn man die Temperatur eines jeden einzelnen Körpers nach der an ihm durch die Wärme bewirkten Ausdehnung unmittelbar bestimmen wollte, es eben so viele und verschiedene Maße für die Temperatur geben als es Körper gibt, die sich durch die Wärme verschieden ausdehnen.

Um diese Schwierigkeit sowol als auch den Uebelstand zu vermeiden, welcher bei Messungen gleichartiger Größen aus der Annahme verschiedenartiger Maße entspringt, ist man darin übereingekommen, aus der großen Masse von Körpern nur einige wenige heraus-

zuheben, deren Ausdehnungsgröße durch die Wärme man zum Maßstabe für die Temperatur aller übrigen annahm. Vernünftigerweise wählte man hiezu solche Körper, bei welchen die Ausdehnung durch die Wärme recht auffallend und überdieß noch dem Einflusse der Wärme proportional ist. Solcher Körper, welche die erwähnte Eigenschaft jedoch in verschieden hohem Grade besitzen, kennen wir bis jetzt nur wenige, und es sind dieß nur flüssige, ausdehnsame sowol als tropfbare Körper, nämlich: alle wohl getrockneten Lustarten, reines trockenes Quecksilber und höchst rectificirter Weingeist, welche auch wie bekannt unsere thermometrischen Substanzen ausmachen.

Auf dieser kurz vorher genannten Eigenschaft der eben angeführten Körper beruht nun der Bau unserer Thermometer, deren Einrichtung, Beurtheilung ihrer Güte, so wie ihren gewöhnlichen Gebrauch ich nur mit wenigen Worten berühren will, und dabei werde ich mich an das Gangbarste derselben, d. i. das Quecksilberthermometer halten, weil alles, was von diesem gilt, auch seine Anwendung bei den übrigen nur mit geringen Modificationen findet.

Das Quecksilberthermometer besteht wie bekannt aus der Thermometerröhre, dem darin enthaltenen Quecksilber und der Scala.

Jeder dieser Bestandtheile muß bei einem guten Thermometer folgende Eigenschaften besitzen:

Die Thermometerröhre soll möglichst gerade, aus reinem Glase, und frei von Riesknöpfen sein, eine enge, durchaus gleich weite Bohrung, oder wie man sagt, ein gleiches Caliber haben; das unten angebrachte kugelförmige oder cylindrische Gefäß soll der inneren Weite der Röhre angemessen, und aus sehr dünnem Glase geblasen sein, weil davon die Empfindlichkeit des Instrumentes abhängt. Das in dem Gefäße und der Röhre enthaltene Quecksilber muß rein, trocken, und von aller Luft, die theils im Quecksilber selbst, theils zwischen dem Glase und dem Quecksilber haftet, durch Kochen befreit sein. Gewöhnlich macht man auch die Röhre über dem Quecksilber luftleer, und schmilzt sie zu, selten nur kommen oben offene Thermometer vor. Die Scala endlich soll entweder unmittelbar auf das Glas der Thermometerröhre selbst mit Diamant getheilt, oder

auf einer gläsernen, wol auch metallenen Platte verzeichnet, und mit dieser an der Thermometerrohre in der gehörigen Lage unveränderlich befestiget sein. Eine genaue Scala erhält man dadurch, daß man zwei Fundamental-Punkte, den sogenannten Eis- und Siedpunkt, an der Thermometerrohre bestimmt, und ihren Abstand entweder in 80, 100 oder 180 gleiche Theile abtheilt, den Eispunkt mit 0, und den Siedpunkt mit 80 oder 100 bezeichnet, wodurch man im ersten Falle die Réaumur'sche, im zweiten Falle dagegen die Celsius'sche Scala erhält. Man kann aber auch im dritten Falle den Eispunkt mit 32 bezeichnen, wodurch dann zum Siedpunkte die Zahl 212 kömmt, und diese Scala heißt sodann die Fahrenheit'sche Scala. Von diesen drei Thermometerscalen sind die zwei ersteren in Deutschland am gangbarsten, die letztere kömmt bei uns nur sehr selten vor. Daß man einen der gleichen Theile, in welche die Scala getheilt wurde, einen Thermometergrad nennt, ist Jedermann bekannt, so, daß darüber nichts weiter zu sagen ist, als etwa, wie man die Grade der einen bei uns gebräuchlichen Scala in die Grade der anderen verwandelt. Dieß geschieht nach folgender einfachen Regel: Zieht man von der Zahl der Celsius'schen Grade den fünften Theil ab, so findet man die Zahl der ihnen gleichen Réaumur'schen Grade, und umgekehrt, wenn man zu der Zahl der Réaumur'schen Grade den vierten Theil derselben hinzu addirt, so erhält man die ihnen entsprechende Anzahl Grade nach Celsius. Schließlich bemerke ich, daß man auch Thermometer mit ungleichen Graden hat, welche jedoch höchst selten sind.

Nach dem, was ich bisher über die Einrichtung eines Thermometers in Kürze bemerkt habe, ergibt sich leicht die Beurtheilung der Güte, und die etwa nothwendige Berichtigung desselben.

Ein Thermometer, in welchem die Quecksilbersäule durch Luftblasen getrennt ist, welches in der Kugel oder dem Cylinder eine Luftblase enthält, ist schlechterdings verwerflich; denn solche Luftblasen bleiben nicht immer an derselben Stelle, sondern steigen oft, besonders beim Umkehren oder Neigen des Instruments in den Raum über der thermometrischen Flüssigkeit. In diesem Raume soll sich

aber bei geschlossenen Thermometern überhaupt so wenig Luft als möglich befinden. Man pflegt darum auch ein Thermometer zu neigen oder umzukehren, um zu sehen, ob die Quecksilbersäule bis nahe an das Ende der Röhre hinabsinkt. Bei diesem Umkehren sieht man auch am besten, ob irgend wo ein Luftbläschen versteckt sei. In größeren Thermometern sinkt die ganze Quecksilbersäule hinab, ohne abzureißen, und es entsteht in der Kugel ein leerer Raum, der aber beim Aufstellen des Instruments wieder verschwindet, ohne die mindeste Spur zurückzulassen. Trennt sich die Quecksilbersäule, so befindet sich an der Trennungsstelle gewiß etwas Luft oder eine Unreinigkeit. Hat man ein Thermometer von dieser Seite richtig befunden, so hat man auf die Scala zu sehen. Das Materiale derselben soll nie eine hygroskopische Substanz, wie z. B. Elfenbein oder Holz sein, weil sich dieses beständig ändert. Selbst bei metallenen oder auf Glas getheilten Scalen hat man auf ihre Ausdehnung durch die Wärme zu sehen, und den beobachteten Thermometerstand zu corrigiren. Die Theilstriche müssen auf der Scala unter der Röhre ganz durchgezogen erscheinen, und nicht zu dick, wenigstens nicht ungleich dick sein. Daß übrigens die Scala richtig getheilt sein müsse, versteht sich von selbst. Vorzügliche Berücksichtigung verdienen die zwei Fundamentalpunkte. Diese werden gar häufig unrichtig bestimmt, und erleiden selbst mit der Zeit eine Veränderung. Darum soll man an jedem Instrumente, das zu genauen Beobachtungen dienen soll, vorläufig diese Punkte bestimmen.

Wenn sich auch ein Thermometer bei allen diesen Prüfungen bewährt hat, so kann es doch noch an Unrichtigkeiten leiden, die daher rühren, weil vielleicht die Röhre nicht vollkommen cylindrisch ist, während doch die Scala für eine cylindrische Röhre getheilt wurde.

Um dieses auszumitteln, sucht man die Quecksilbersäule an einer Stelle zu trennen, welches dadurch geschieht, daß man die Röhre an der Stelle, wo die Trennung erfolgen soll, über einer Weingeistflamme erhitzt. Mit der getrennten Säule verfährt man so, als wollte man die Röhre damit calibriren. Man schiebt sie nämlich längs der Scala hin, so weit dieß angeht, und sieht zu, ob sie über-

all durch gleich viele Grade der Scala reicht. Nach dieser Operation vereinigt man das getrennte Stück wieder mit der übrigen Quecksilbersäule. Man kann auch ein Thermometer im Allgemeinen dadurch prüfen, daß man seinen Stand mit dem eines andern anerkannt richtigen in verschiedenen Punkten der Scala unter denselben Verhältnissen vergleicht.

Nun noch Einiges über den Gebrauch des Thermometers. Es ist nicht gleichgültig, in welcher Stellung ein Thermometer beobachtet wird, wie es mit dem Körper, um dessen Temperatur es sich handelt, in Verbindung zu setzen sei, mit welchen Vorfichten man dessen Anzeigen abzulesen, und wie man die etwa nicht zu beseitigenden widrig wirkenden Umstände in Rechnung zu bringen habe.

Das Erste, worauf man beim Gebrauche eines Thermometers zu sehen hat, ist die Stellung desselben. Thermometer mit kleinen Graden und kurzen Quecksilbersäulen mögen immerhin nach Belieben in horizontaler oder verticaler Lage gebraucht werden, weil das Glas bei letzterer Stellung des Instruments wol nicht so sehr afficirt wird, daß daraus ein merklicher Unterschied in dem Stande der Quecksilbersäule hervorgehen würde; aber an langen Thermometern erleidet das Glas durch den Druck der Quecksilbersäule eine Ausdehnung, und es entspricht bei verticaler Stellung dieses Instrumentes demselben Wärmegrade eine kürzere Quecksilbersäule als bei horizontaler; es sind demnach solche Instrumente blos in horizontaler Lage zu gebrauchen. Das Thermometer muß mit der Masse, um deren Temperatur es sich handelt, so weit in unmittelbare Berührung gebracht werden, als die Quecksilbersäule reicht, damit die durch sie verursachte Erwärmung oder Erkältung auf alles Quecksilber des Instrumentes wirke. Wo dieses nicht angeht, muß man zu einer dießfälligen Correction seine Zuflucht nehmen. Wenn es sich um die Temperatur flüssiger Körper, z. B. die Temperatur der Quellen handelt, so darf man ja nicht vergessen, daß diese in verschiedenen Horizontalschichten verschieden sein kann, und muß deshalb die Temperatur einer besondern Schichte untersuchen, oder aus den Resultaten der Untersuchung mehrerer Schichten das Mittel nehmen. Wenn man aber



bei der Temperaturbestimmung einer Schichte ein reines Resultat erhalten will, so ist die horizontale Lage des Thermometers unerlässlich. Uebrigens muß man da, wo es sich um besonders scharfe Resultate handelt, den Umstand wohl berücksichtigen, daß das Thermometer in tief liegenden Schichten eine Compression erleidet, und darum die Temperatur zu hoch gefunden wird. Auch hier ist also eine Correction nöthig.

Soll durch ein Thermometer die Temperatur der Luft ausgemittelt werden, so muß man es an einem Orte anbringen, zu welchem zwar die Luft von allen Seiten Zutritt hat, der aber doch gegen Regen, Wind, und sowol gegen das directe Sonnenlicht, als gegen die strahlende Wärme geschützt ist. Darum darf ein solches Instrument nur an der Nord- (NW. o. NO-) seite eines Gebäudes aufgestellt werden, muß hinreichend weit von der Mauer entfernt sein, und sich in einem von oben und seitwärts geschützten, am besten blechernen, durchlöcherten Kasten befinden. Nur wenn es dem Beobachter darum zu thun ist, die während einer Nacht durch Ausstrahlung der Wärme hervorgebrachte Erhaltung kennen zu lernen, muß das Thermometer von der Decke befreit, und dem freien Himmel ausgesetzt werden. Thermometer mit hölzernen, die Wärme langsam leitenden Scalen, sind zu diesem Ende nicht wol zu brauchen, weil ihr Gang stets hinter der Temperatur der Luft weit zurückbleibt. Uebrigens wird man bei aller Sorgfalt nicht erwarten dürfen, daß man bei Beobachtungen der Luftwärme ein vollkommen richtiges Resultat erhalte, denn der Stand eines genauen, empfindlichen und gehörig aufgestellten Thermometers ist so veränderlich, daß man selbst bei jeder von schnell aufeinander folgenden Beobachtungen ein anderes Resultat finden wird, welches theils vom Wechsel kälterer und wärmerer Luftschichten, theils von der größeren oder minderen Einwirkung der Meteore und der strahlenden Wärme abhängt, so daß dem Beobachter nichts übrig bleibt, als mit dem Schläge der Stunde, die man zum Beobachten bestimmt hat, an die Arbeit zu gehen, und etwa einige Minuten darnach noch einen Blick auf das Thermometer zu werfen, um die Natur der die schnellen Veränderungen

erzeugenden Ursachen leichter ausmitteln zu können. Bei der Beobachtung des Thermometerstandes hat man mit gehöriger Eile zu verfahren, um den Stand der Quecksilberfäule nicht durch die Körperwärme zu ändern, und muß sorgen, daß das Auge in derselben horizontalen Ebene stehe, in welcher sich die Oberfläche der Quecksilberfäule und der betreffende Theilstrich der Scala befindet. Man hat Thermometer, bei denen die Scala an den zwei einander gegenüberstehenden Seiten unmittelbar in Glas getheilt ist. Bei diesen ist es leicht, den rechten Ort für das Auge zu finden, weil man weiß, er befinde sich in der Höhe jenes Theilstriches, der den gleichbedeutenden der andern Seite zu decken scheint. Indesß kann man auch bei Thermometern mit einfacher Scala diesen Ort ohne besondere Mühe finden; denn derjenige Theilstrich der Scala, der mit dem Auge in derselben horizontalen Ebene liegt, erscheint, wenn er hinter der Röhre durchgezogen ist, gerade, während die darunter oder darüber liegenden sich gekrümmt zeigen.

Bekanntlich beabsichtigt man durch die Beobachtung der Lufttemperatur an einem Orte den Gang der daselbst stattfindenden Wärmeveränderungen, und die Perioden, innerhalb welcher sie erfolgen, kennen zu lernen, um hieraus auf die thermischen Verhältnisse des Ortes zu schließen. In dieser Beziehung ist es aber nicht gleichgültig, zu welcher Zeit man das Thermometer beobachtet. Das Wichtigste der thermischen Verhältnisse eines Ortes wird durch seine mittlere Tages- und Jahrestemperatur, so wie durch die täglichen und jährlichen Wärmeextreme bestimmt. Die mittlere Temperatur eines Tages ist eigentlich das arithmetische Mittel der Temperaturen aller Zeitabschnitte, aus denen ein Tag besteht. Weil sich aber die Temperatur während einer Stunde in der Regel nicht sehr bedeutend ändert, so ist es hinreichend, wenn man zur Bestimmung der mittleren Tagestemperatur die an einem gehörig aufgestellten Thermometer stattfindende Temperatur von Stunde zu Stunde beobachtet. Beobachtungen dieser Art, lange genug fortgesetzt, führen zur Kenntniß bestimmter Regeln, nach denen man aus einer sehr geringen Anzahl zu bestimmten Stunden angestellter Beobachtungen die mittlere Tagestemperatur findet. Humboldt hat aus

mehreren in den Tropenländern und zu Paris angestellten Beobachtungen abgenommen, daß die Temperatur bei Sonnenuntergang der mittleren Tagestemperatur nahe gleichkomme; allein Kämh findet aus den zu Padua und zu Leith angestellten Beobachtungen, daß die so gefundene Temperatur von dem wahren Mittel zu stark abweiche. Näher stimmt ein anderes von Humboldt empfohlenes Verfahren mit der Wahrheit überein, nach welchem durch das arithmetische Mittel aus der höchsten und niedrigsten Temperatur die mittlere Tagestemperatur erhalten wird. Am sichersten gelangt man zum beabsichtigten Zwecke, wenn man zu beliebigen Stunden beobachtet, die gefundene Temperatur mit der Anzahl Stunden multiplicirt, welche zwischen ihr und der nächstfolgenden verfloßen sind, dann die Summe der Producte durch 24 theilt. Jener Regel gemäß muß also auch das arithmetische Mittel aus zwei um 12 Stunden von einander entfernten Beobachtungen die mittlere Tagestemperatur geben. Nach Kämh eignen sich besonders gut dazu 4 Uhr Morgens und Abends, oder 10 Uhr Morgens und Abends. Das arithmetische Mittel aus allen mittleren Tagestemperaturen eines Jahres gibt die mittlere Jahrestemperatur. Diese fällt nach Humboldt nahe mit der mittleren Temperatur des Monats April und October, oder noch näher nach Kämh mit dem Mittel aus den Temperaturen dieser zwei Monate zusammen, und ist sehr nahe eine unveränderliche Größe.

Mit diesem beschließe ich die Betrachtung des Thermometers, in seiner Anwendung als Temperatursmesser, kann aber nicht umhin, bevor ich zu der Betrachtung der übrigen Anwendungen des Instrumentes übergehe, durch die Beantwortung der Frage: wie es denn kommt, daß man das Instrument nicht Temperaturs-, sondern geradezu Wärmemesser nenne, einem etwaigen Einwurfe zu begegnen. Obwohl das Instrument zunächst nur Temperaturen mißt, so behaupte ich, desungeachtet verdiene es mit Recht den Namen eines Wärmemeßers. Denn nehmen wir das Wort Wärme in der subjectiven Bedeutung, so ist für sich klar, daß mit dem Maße der Temperatur auch das Maß der Wärmeempfindung gegeben sei. Aber

auch rücksichtlich der Wärme im objectiven Sinne genommen, verdient dasselbe den Namen eines Wärmemessers, weil, wie bekannt, bei gleichartigen Ursachen, welche während gleicher Zeiten wirken, die Größen der Wirkungen im geraden einfachen Verhältnisse mit den Größen der ihnen entsprechenden Ursachen stehen, und es diesem gemäß erlaubt sein wird, aus der relativen Größe der Temperaturen bei übrigens gleichen Umständen, auf die relative Größe der entsprechenden Ursachen, d. i. der Wärme zu schließen.

Ich habe schon früher erwähnt, daß durch die Wärme die abstoßende Molekularkraft der kleinsten Körpertheilchen gesteigert, und hieraus unmittelbar gefolgert wird, daß die Wärme in dem ersten Stadium ihres Auftretens das Volumen der Körper vergrößern, d. i. dieselben ausdehnen müsse. Eine fernere Folge hiervon ist, daß durch die gesteigerte Wärme die Entfernung der kleinsten Theile bei festen Körpern so weit vergrößert werden kann, daß die durch die Wärme gesteigerte Abstoßungskraft über die anziehende Kraft der Theile das Uebergewicht erhält. Sind also die Theile eines festen Körpers einmal durch die Wärme so weit von einander entfernt, daß dieses nicht mehr weiter geschehen kann, ohne ihre gegenseitige Anziehung in eine Abstoßung zu verwandeln, so sind sie daran, in den tropfbar flüssigen Zustand zu übergehen, und die geringste Steigerung ihrer Temperatur bewirkt den Uebergang des festen Zustandes in den tropfbar flüssigen, d. i. ein Schmelzen. Tropfbare Flüssigkeiten aber, bei denen ohnedieß die abstoßende Molekularkraft der kleinsten Theilchen über die anziehende überwiegend ist, gehen schon durch die geringste Erwärmung in den ausdehnbaren Zustand über, d. i. sie verdünsten. Während ein fester Körper schmilzt, oder eine tropfbare Flüssigkeit rasch verdünstet, findet keine Erhöhung ihrer Temperatur Statt, und eine Vermehrung des Wärmeeinflusses kann nur eine Beschleunigung des Schmelzens oder Verdünstens, keineswegs aber eine Temperaturerhöhung hervorbringen. So z. B. behält Eis während des Schmelzens in dem wärmsten Zimmer die Temperatur von 0° C., und Wasser zeigt während des Siedens selbst über dem

stärksten Kohlenfeuer keine höhere Temperatur als 100° C. Die zufließende Wärme übernimmt die Function der Formänderung des Körpers, und hört auf zu erwärmen. Man nennt sie die gebundene Wärme, und sagt: Beim Schmelzen fester und Verdünsten flüssiger Körper werde Wärme gebunden. Fassen wir nun die Verdunstung des Wassers etwas näher ins Auge, so lehrt uns überdieß die Erfahrung, daß sich bei jeder Temperatur über Null und sogar auch weit unter Null bis zu einer noch unbestimmten Grenze Wasserdunst bildet und besteht, ja eine gewisse Expansivkraft und Dichte erlangen kann, welche nur von der Temperatur abhängt, und sich nicht durch Verminderung des Volumen vergrößern läßt; denn so wie eine solche Raumverminderung eintritt, geht ein Theil der Dünste in tropfbares Wasser über, und der Rest behält wieder seine vorige Expansivkraft und Dichte. Man nennt sie daher für die herrschende Temperatur ein Maximum. Dieses Maximum der Dichte und Expansivkraft wächst mit der Temperatur, jedoch in einem größeren Verhältnisse als letztere. Werden Dünste, die nicht mit Wasser in Berührung stehen, erwärmt, so dehnen sie sich aus, und nehmen an Expansivkraft zu, werden sie abgekühlt, so ziehen sie sich zusammen, bis ihre Expansivkraft das der herabgesetzten Temperatur entsprechende Maximum erreicht hat. Dünste, die mit Wasser in Berührung stehen, verhalten sich beim Abkühlen wie die Dünste im vorigen Falle.

Auf der beim Verdünsten des Wassers eintretenden Bindung der Wärme, und der damit verbundenen Erniedrigung der Temperatur des die Wärme dazu liefernden Körpers, so wie auf den kurz vorher angeführten Eigenschaften der Dünste beruht die Möglichkeit, die Expansivkraft der in einem gegebenen Raume befindlichen Dünste, und aus dieser die darin enthaltene Dunstmenge mittelst des Thermometers zu finden, d. h. dasselbe als Hygrometer anzuwenden. Diese Anwendung des Thermometers geschieht aber auf doppelte Art, entweder nach Körner als Schwefeläther-Hygrometer, oder nach Leslie und August als Psychrometer. Da jedoch nur letzteres in der neuesten Zeit vorzugsweise zu hygrometrischen Beobachtungen

verwendet wird, so will ich mich hier auch nur in die Theorie dieses Instrumentes einlassen, seine Einrichtung und den Gebrauch desselben auseinandersetzen.

Um die Anwendung des Thermometers als Leslie'sches oder August'sches Psychrometer zu begreifen, ist es nöthig, folgende Betrachtung anzustellen. Wenn sich ein Thermometer, dessen Kugel mit Musfelin überzogen und mit Wasser befeuchtet ist, in der Luft befindet, welche noch nicht mit Wasserdünsten gesättiget ist, so beginnt das Wasser zu verdunsten. Die dazu nöthige Wärme wird dem Thermometer und der daselbe zunächst umgebenden Luftschichte entzogen. Es muß demnach die Temperatur beider sinken, und zwar fast gleichmäßig so, daß das Thermometer stets den Wärmegrad der erkalteten Luftmasse angibt. Man kann von der durch das Thermometer gelieferten Wärme füglich abstrahiren, und das Instrument bloß als Mittel ansehen, die Temperatur obiger Luftschichte anzugeben. Die Verdunstung, mithin auch die Erkältung, dauert so lange fort, bis die angrenzende Luftschichte mit Dünsten gesättiget ist; die Sättigung wird aber theils durch Verminderung der Temperatur, theils durch den Zuwachs an Dünsten zu Stande gebracht. Ist diese einmal erreicht, so kann keine weitere Verminderung der Temperatur mehr eintreten, weil jede erkältende Ursache einen Dunstniederschlag bewirken und dadurch die nöthige Wärmequelle eröffnen würde; die Temperatur kann aber auch nicht steigen, so lange die ursprüngliche Dunstmenge die Dichte und Temperatur der Luft nicht geändert wird; denn wäre ein Grund zu einer höheren Temperatur vorhanden, so hätte dieselbe nicht so tief sinken können. Es sinkt demnach die Temperatur der Luft zunächst um die feuchte Thermometerkugel so tief, bis die Dünste in derselben das Maximum ihrer Spannkraft erreicht haben. Aus diesem Maximum läßt sich nun, wenn überdieß der Unterschied zwischen dem Stande des befeuchteten und dem eines gewöhnlichen trockenen Thermometers zugleich mit dem Luftdrucke gegeben ist, die wirkliche Expansivkraft der in der Luft befindlichen Dünste berechnen und hieraus die darin enthaltene Dunstmenge finden, wozu ich im Folgenden die nöthige Anleitung geben werde.

Auf diesen Grundsätzen beruht der Bau und die Einrichtung der Thermo-Hygrometers oder des nach August so genannten Psychrometers. Es besteht aus zwei sehr empfindlichen, auf einer mattgeschliffenen Glastafel neben einander befestigten Thermometern, deren Scalen auf der Glastafel verzeichnet und bis auf  $\frac{1}{10}$ tel eines Grades getheilt sind. Die Kugel des einen ist mit Musselin überzogen, zum Benetzen bestimmt und hängt frei in einem runden Ausschnitte der Glastafel. Das andere unterscheidet sich in nichts von einem gewöhnlichen Thermometer und dient blos zur Angabe der Lufttemperatur. Zwischen den zwei Thermometern befindet sich ein kleines, gläsernes mit reinem Wasser gefülltes Gefäß, durch dessen Deckel eine heberförmig gebogene Glasröhre geht, die einen Baumwollfaden von der mit Musselin überzogenen Kugel in das Wasser führt. Dieser Faden zieht durch Capillarität das Wasser beständig in die Höhe, bringt es an die Thermometerkugel und benetzt sie, und man ist in jedem Augenblicke, ohne einen besonderen Versuch anstellen zu müssen, im Stande, den Unterschied in den Anzeigen beider Thermometer zu beobachten und daraus die Daten zur Berechnung der Luftfeuchtigkeit abzunehmen. Es ist begreiflich, daß beide Thermometer sehr genau mit einander übereinstimmen und einerlei Empfindlichkeit besitzen müssen, darum sollen auch beide gleiches Caliber und gleich große Kugeln haben.

Nach dem, was ich bisher über das Wesen und die Einrichtung des Thermometers in seiner Anwendung als Thermo-Hygrometer angegeben habe; wird es nicht schwer halten, die Nothwendigkeit und Richtigkeit folgender Vorsichtsmaßregeln bei der Aufstellung und dem Gebrauche dieses Instrumentes einzusehen: Man mag sich des Schwefeläther- oder des Thermo-Hygrometers bedienen, so ist erforderlich, es genau so aufzustellen; wie ich dieß bei dem zur Bestimmung der äußeren Lufttemperatur dienlichen Thermometer gezeigt habe, und es ist zugleich ersichtlich, daß, wenn man das Thermo-Hygrometer dazu wählt, man die Aufstellung eines besonderen Thermometers zur Bestimmung der äußeren Lufttemperatur erspart, indem

das trockene Thermometer des Thermo-Hygrometers, die Stelle des äußeren Thermometers vertritt.

Ueber den Gebrauch des Thermo-Hygrometers kommt nur zu bemerken, daß man bei der Beobachtung des beneßten sowol als trockenen Thermometers genau so zu verfahren hat, wie ich dieß bereits bei Thermometerbeobachtungen überhaupt angegeben habe. Ist der Stand des trockenen und befeuchteten Thermometers mit der gehörigen Vorsicht entnommen, so zieht man die beobachteten Grade des befeuchteten Thermometers von jenen des trockenen ab, und berechnet aus diesem Unterschiede und dem gleichzeitig beobachteten Barometerstande die Expansivkraft der in der Luft enthaltenen Dünste. Zu dieser Rechnung bedient man sich folgender Ausdrücke:

$e = e' - 0.0078bd$ , wenn die Thermometerkugel mit Wasser,

$e = e' - 0.0076bd$ , wenn dieselbe mit Eis überzogen ist;

wobei  $e$  die gesuchte Expansivkraft,  $e'$  die dem befeuchteten Thermometerstande entsprechende größte Spannkraft der Wasserdünste,  $h$  den Barometerstand und  $d$  die Differenz im Stande des hygrometrischen und des gewöhnlichen 100theiligen Quecksilberthermometers bedeutet. Aus der so gefundenen Expansivkraft der Dünste berechnet man nun die in einem bestimmten Raume enthaltene Dunstmenge.

Diese Rechnung läuft darauf hinaus, daß man die Luftmenge bestimmt, welche derselbe Raum bei der herrschenden Temperatur und unter jenem Drucke fassen kann, welcher der Expansivkraft des Dunstes gleich ist, und daß man von dieser so gefundenen Menge  $\frac{10}{16}$  nimmt, welches dann die gesuchte Dunstmenge in demselben Raume angibt. Zur Ersparung dieser Rechnung dienen die Hülfstafeln und Belträge zur neueren Hygrometrie von Stierlin, Köln 1834.

In Bezug auf die Zeit, zu welcher die hygrometrischen Beobachtungen im Laufe des Tages angestellt werden sollen, hat man folgende Wahl zu treffen. Unerläßlich bleibt es zur Zeit der größten Tageswärme, d. i. von 1. bis 3. Uhr Nachmittags zu beobachten, weil da die Dunstbildung am ausgiebigsten und zugleich die Dunstmenge am sichersten zu bestimmen ist; unter Einem erhält man dadurch das Maximum des Dampfdruckes, welches mit den regelmäßigen Oscillationen des



Lufstdruckes im innigen Zusammenhange steht, und somit zur genaueren Kenntniß der letzteren behülflich ist. Uebrigens wird man gut thun, auch außer dieser Zeit den hygrometrischen Zustand der Luft, und zwar so oft zu bestimmen, als man überhaupt im Tage die Temperatur der Luft, den Luftdruck beobachtet, und die sonstigen meteorologischen Beobachtungen anstellt.

Ein nicht minder wichtiges zu diesen Beobachtungen so zu sagen unentbehrliches Instrument ist das Barometer, dessen Wesen, Einrichtung und Gebrauch ich im Folgenden auseinander zu setzen gedenke. Außer dem Thermometer gibt es vielleicht kein einziges physikalisches Instrument, welches so häufig, und fast in jeder Haushaltung gefunden wird, als wie das Barometer; aber ungeachtet seines häufigen Vorkommens, trotz dem, daß es so oftmal im Tage beschaut, sein Steigen und Fallen mit großer Beharrlichkeit beobachtet wird, ist es in der Regel so schlecht und unsinnig eingerichtet, der Gebrauch desselben so einseitig, und die aus seinem Steigen oder Fallen gezogenen Schlüsse so unüberlegt, daß es wahrlich nicht zu wundern ist, wenn man es von allen Seiten als ein trüglisches, unzuverlässiges Instrument schelten hört, und es, wiewol unverdienter Weise, unter den meteorologischen Instrumenten in die Kategorie der gemeinsten Wettergläser versetzt sieht. In der That bedarf es zur Rechtfertigung dieser Behauptung nur eines Blickes auf die an den meisten und gangbarsten Barometern angebrachte Wetterscala, abgesehen von der sonstigen in der Regel unrichtigen Construction dieser Instrumente. Um daselbe gehörig würdigen, die Bedeutung seiner Anzeigen in meteorologischer Beziehung kennen zu lernen, und, nach Maßgabe dieser, seine zweckmäßigste Einrichtung so wie seinen Gebrauch anzugeben, ist es vor allem Andern nothwendig, das physikalische Princip zu erörtern, auf welchem das Instrument beruht. Schon der Name Barometer, zu Deutsch Schweremesser, bezeichnet, daß es dazu dient, die Schwere der Luft, und somit auch den Druck zu messen, welchen dieselbe in Folge ihrer Schwere ausübt. Auch ohne einer weitläufigen Theorie ist es leicht einzusehen, daß die in der Barometeröhre befindliche Quecksilbersäule durch den Druck der äußern Luft auf die untere

Mündung der Röhre in derselben schwebend erhalten wird, und daß demnach der Druck der äußeren Luft auf die Fläche des unteren Querschnittes der Röhre genau so groß ist, als der Druck, welchen die in der Barometerröhre enthaltene Quecksilbersäule auf die Fläche desselben Querschnittes ausübt. Wird der äußere Luftdruck größer, so muß auch der innere Druck von Seite der Quecksilbersäule größer, und somit die Säule selbst höher werden. Nimmt der äußere Luftdruck ab, so wird auch der Druck der Quecksilbersäule und folglich auch ihre Höhe abnehmen. Es ist also die jedesmalige Größe des Luftdruckes durch den Druck der Quecksilbersäule in der Barometerröhre gegeben, so wie das Steigen und Sinken derselben mit der Zu- und Abnahme des Luftdruckes im nothwendigen Zusammenhange steht. Will man also die Größe des Statt findenden Luftdruckes erfahren, so hat man nichts anderes zu thun, als die Größe des Druckes der entsprechenden Quecksilbersäule im Barometer zu bestimmen, und diese ist jederzeit so groß, als das Gewicht der Quecksilbersäule, welche zur Basis die gedrückte Fläche, und zur Höhe die Höhe der Quecksilbersäule im Barometer, von der unteren Fläche des Quecksilbers an gerechnet, hat. Um aber das Gewicht dieser Quecksilbersäule, und dadurch die Größe des Statt habenden Luftdruckes zu finden, muß man außer der Basis auch noch die Höhe der Quecksilbersäule kennen, und daher das Barometer so einrichten, daß man die Höhe der Quecksilbersäule in der Röhre von der unteren Fläche des Quecksilbers bis zur obersten mit Schärfe messen kann. Aus allem dem, was bis jetzt über das Princip, auf welchem das Barometer beruht, gesagt wurde, geht klar hervor, daß zur Brauchbarkeit eines Barometers keinesweges eine an der Röhre befestigte Wetterscala, wol aber ein genau getheilter Maßstab wesentlich sey, um die Länge (Höhe) der Quecksilbersäule in der Röhre mit möglichster Schärfe zu messen, und darnach die Größe des jedesmaligen Luftdruckes, seine Zu- und Abnahme zu berechnen. Welche meteorologische Bedeutung man der so gefundenen Größe des Luftdruckes zu unterlegen habe, ergibt sich aus den früher angestellten Betrachtungen, die ich bei der Erforschung des Luftdruckes, seiner Oscillationen, ihrem Zusammenhange mit den herrschen-

Winden bereits angegeben habe, so daß es mir nur mehr erübrigt, die einfachste aber auch zugleich zweckmäßigste Einrichtung des Barometers und seinen Gebrauch auseinander zu setzen. Die einfachste zu meteorologischen Beobachtungen brauchbarste Form hat unstreitig das Heberbarometer. Die wesentlichen Bestandtheile dieses, so wie eines jeden anderen Barometers sind, wie bekannt, das Quecksilber, die zur Aufnahme des Quecksilbers bestimmte, hier heberförmig gebogene Röhre, und endlich der Maßstab. Jeder dieser Bestandtheile muß zur Erreichung der Bestimmung des Instrumentes vollkommen anpassend sein, und daher will ich zunächst von der dazu nöthigen Beschaffenheit jedes einzelnen das Wichtigste anführen. Das Quecksilber muß vollkommen rein, trocken, luftleer und von allen chemischen Beimischungen frei sein. Man erkennt, ob das Quecksilber rein sei, wenn es durch einen engen aus Schreibpapier geformten Trichter gelaufen, eine reine spiegelnde Oberfläche hat, und sie auch beibehält, falls nicht etwa Staub dem Glanze Abbruch thut; wenn es sich weder an das Glas noch an das Papier anhängt, und auf letzterem keine metallischen Streifen, sondern höchstens Spuren von Staub oder mechanisch beigemengten Unreinigkeiten hinterläßt. Die zur Aufnahme des Quecksilbers bestimmte Röhre ist in der Regel ganz aus Glas, und bei dem Barometer, von welchem ich hier spreche, heberförmig gebogen. Das dazu gewählte Glas soll stets hart sein, um nicht besorgen zu müssen, daß während des Auskochens eine Zersetzung eintrete, und das Glas matt werde. Eine brauchbare Röhre muß überdies auch noch die rechte Wanddicke, Länge und Weite haben. Die Glaswand soll nicht über  $\frac{1}{2}$  Linie dick sein, wenn man nicht Gefahr laufen will, daß das Instrument beim Auskochen verunglückt; ja, wenn es sich nicht darum handelt, daß der Maßstab unmittelbar auf das Glas verzeichnet werde, so ist es sogar besser, eine geringere Dicke zu wählen. Der längere oben zugeschmolzene Schenkel der heberförmig gebogenen Röhre soll, von der unteren Biegung an gerechnet, nicht viel mehr als 32 oder höchstens 33 Zoll messen. Die Weite der Röhre soll nicht unter  $1 \frac{1}{2}$  Linie betragen. Röhren unter diesem Caliber lassen kein reines Auskochen des Quecksilbers zu; über demselben sind sie wol sehr brauch

bar, und zwar desto mehr, je weiter sie sind, bis etwa zu einer Weite von 4 — 5 Linien. Es ist für sich klar, daß eine solche Röhre an beiden Schenkeln möglichst gerade, da, wo das Quecksilber spielt, gleich weit, ohne Klesknöpfe und matte Stellen sei, und daß beide Schenkel zu einander parallel laufen. Am zugeschmolzenen Ende darf sie nicht in eine Spitze ausgezogen, sondern muß mit einer Wölbung geschlossen sein, damit man sicher alle Luft daraus vertreiben könne, welches bei einem spitzigen Auslaufen nicht der Fall ist. Die beste Röhre gibt, mit dem reinsten Quecksilber gefüllt, doch noch kein brauchbares Barometer, wenn man nicht dafür sorgt, daß der Raum über der Quecksilbersäule vollkommen luftleer sei. Um dieses zu erreichen, wird das in die Röhre eingefüllte reine Quecksilber darin zum Kochen gebracht, indem man die Röhre vorsichtig über Kohlenfeuer bringt, und soweit erhitzt, bis das darin befindliche Quecksilber zum Sieden kommt. Ob das Quecksilber in einem Barometer gekocht worden, alle Luft gehörig ausgetrieben, und das Instrument daher brauchbar sei, zeigt schon das Aussehen der Quecksilbersäule in der Röhre. Bei einem wohl ausgekochten Barometer ist die Quecksilbersäule sehr glänzend, und schließt sich so innig an die innere Glaswand der Röhre an, daß man nicht zu unterscheiden im Stande ist, wo beide an einander grenzen; man bemerkt nicht die mindeste Spur eines Luftbläschens, und die Röhre mit der darin enthaltenen Quecksilbersäule hat das Aussehen einer glänzenden Silberstange, während bei einem nicht gekochten Barometer die Oberfläche der Quecksilbersäule matt, mit einer Menge leicht wahrnehmbarer Pünktchen (Luftbläschen) besäet ist, und sehr leicht von der Glaswand, an welche sie grenzt, unterschieden werden kann. Ein anderer und zwar der Haupttheil eines Barometers ist die Scala. Daß diese nicht ein willkürliches Maß, sondern ein genaues Längenmaß enthalten muß, über dessen Größe keine Zweifel herrschen, daß man dazu ein Materiale wählen soll, das sich durch die Feuchtigkeith gar nicht, durch die Wärme nur wenig oder doch regelmäßig ändert, versteht sich von selbst. Gewöhnlich wird auf die Scala das Längenmaß des Landes aufgetragen, doch kommt die Theilung in Pariser = Linien oder in Millimeter am öftesten vor. Um be-

sten und einfachsten ist es, die Scala unmittelbar auf das Glas zu zeichnen; nur hat es den Nachtheil, daß mit dem Zerbrechen der Röhre auch die Scala zu Grunde geht. Gewöhnlich zeichnet man die Theilung auf Messing, und befestiget dieses an dem Brette, welches der Röhre zur Unterlage dient, oder an der Glasröhre selbst. Papierne oder heinerne Scalen sind absolut verwerflich. Die Scala soll bei einem Barometer, das auf Genauigkeit Anspruch macht, auch mit einem Nonius versehen sein, der  $\frac{1}{10}$  oder  $\frac{1}{50}$  Linie angibt; und es soll dabei die Verthütung nicht fehlen, durch welche dem Auge der rechte Platz zur Vermeidung der Nebenlicht (Parallaxe) angewiesen wird, wozu am besten ein die Glasröhre umfassender Ring paßt.

Um nun mittelst des an der Barometeröhre angebrachten Maßstabes die Länge der darin befindlichen Quecksilbersäule zu messen, muß man dafür sorgen, daß der Anfangspunkt des Maßstabes jederzeit mit der Oberfläche des Quecksilbers in dem kürzern Schenkel zusammenfällt. Dieses wird am leichtesten dadurch bewirkt, daß man die Röhre auf dem Brette, welches dem Ganzen zur Unterlage dient, beweglich macht, indem man sie an eine Schraubenmutter befestiget, welche durch eine an dem Brette angebrachte männliche Schraube gehoben oder gesenkt werden kann. Bevor man die Barometerhöhe beobachtet, schraubt man die Röhre so, daß die Oberfläche des Quecksilbers in dem kürzern Schenkel dem fixen Anfangspunkte des Maßstabes entspricht; und entnimmt dann am oberen Ende der Quecksilbersäule in dem längern Schenkel mittelst des Nonius die Länge der Quecksilbersäule. Wenn man auch am besten Barometer die Länge der Quecksilbersäule richtig gemessen hat, so ist man dadurch doch noch nicht in Kenntniß des Luftdruckes, weil jene Länge auch von der Temperatur und von der Capillarität abhängt, und der Einfluß beider mittelst einer besonderen Correction weggeschafft werden muß. Was den Einfluß der Capillarität anbelangt, so läßt sich dieser bei einem wohlkeingerichteten Heberbarometer ohne bedeutenden Fehler vernachlässigen, wenn nur dafür gesorgt ist, daß die beiden Schenkel der Röhre, da, wo das Quecksilber spielt, nahe denselben Durchmesser haben, und daß das Quecksilber in beiden Schenkeln wohl ausgekocht, und

von aller Luft befreit wurde. Die Correction wegen der Temperatur des Quecksilbers ergibt sich aus dem Ausdrucke:  $\frac{bt}{5550}$ , wo  $b$  die beobachtete Barometerhöhe,  $t$  die Temperatur des Quecksilbers nach der hunderttheiligen Scala ist. Die nach dieser Formel berechnete Größe wird von dem beobachteten Barometerstande abgezogen, wenn  $t$  Grade über Null, dagegen hinzuaddirt, wenn es Grade unter Null bedeutet. Wegen dieser bei einem jeden Barometerstande vorzunehmenden Correction ist es auch unerlässlich, daß sich an dem Barometer ein genaues Thermometer angebracht befinde, an welchem man die Temperatur des Quecksilbers zu bestimmen im Stande ist. Hat man auch ein in jeder Hinsicht gutes Barometer, so wird man doch nur dann brauchbare Beobachtungsergebnisse erhalten, wenn man das Instrument gehörig zu behandeln, und die Beobachtungen damit zur rechten Zeit anzustellen weiß. Vor Allem muß man zum Aufstellen desselben einen hellen Ort wählen, dessen Temperatur den wenigsten Veränderungen unterliegt, und der keiner Erschütterung ausgesetzt ist. An der Ost- oder Südseite wird es daher besser stationirt sein, als an der Nord- oder Westseite, weil von letzteren die heftigsten Stürme kommen, welche die Quecksilbersäule in beständigen Schwankungen erhalten. Der verticale Stand des Instrumentes ist das zweite wesentliche Erforderniß zur Erlangung eines genauen Resultates. Die meisten Barometer versehen sich von selbst in diese Lage, wenn man sie frei aufhängt; wo dieses nicht der Fall, muß ein Bleiloth diesen Stand finden helfen. Vor jeder Beobachtung soll man an die Röhre klopfen, um das Quecksilber in den Stand zu setzen, die Adhäsion an das Glas zu überwinden. Das durch Barometerbeobachtungen zu erforschende meteorologische Hauptdatum ist der mittlere Luftdruck. Das arithmetische Mittel aus einer sehr großen Anzahl von Barometerhöhen an demselben Orte gibt den mittleren Luftdruck daselbst, und jenen Stand des Barometers, um welchen die Oscillationen desselben erfolgen. Je größer die Anzahl der dazu benützten Barometerhöhen ist, desto zuverlässiger fällt das Resultat aus; es ist aber auch nicht gleichgültig, zu welcher Tageszeit die Barometerhöhe beobachtet wird. Der Barometerstand zu Mittag soll vom täglichen Mittel nur

wenig abweichen, eben so das Mittel aus dem um 10 Uhr Früh und um 9 Uhr Abends gefundenen Barometerstande. Am besten würde man zum Ziele gelangen, wenn man des Tages viermal, und zwar zur Zeit der Maxima und Minima des Barometerstandes beobachten möchte.

Daß man bei meteorologischen Beobachtungen auf die herrschenden Winde sein vorzügliches Augenmerk richten müsse, gehet schon aus dem Umstande hervor, daß durch dieselben sowol der Luftdruck als auch der jedesmalige Charakter der Witterung bedingt wird, wie ich dieß bei den früher angestellten Betrachtungen gezeigt habe. Das Wichtigste, was in Bezug auf die Winde zu berücksichtigen ist, betrifft ihre Richtung, weil von dieser der Charakter des Windes, und davon jener der Witterung abhängt. Man erkennt die Richtung der Winde aus der Richtung der sogenannten Windfahne, einer sehr einfachen und viel verbreiteten Vorrichtung, über deren Einrichtung schon deßhalb kaum etwas zu sagen ist. Was ihren Gebrauch anbelangt, so ist nur zu bemerken, daß sie an einem hochgelegenen, dem unmittelbaren Windanfalle von allen Seiten gleich zugänglichen Punkte aufgestellt, und nach den Weltgegenden gehörig orientirt werde, damit man an ihrer Richtung die Weltgegend erkennt, und darnach den Wind gehörig benennt. Wie die Winde nach den Weltgegenden, aus denen sie wehen, zu benennen sind, ist ohnedieß Jedermann hinreichend bekannt, und es bleibt mir nur noch zu bedeuten übrig, daß es unerläßlich sei, bei einer jeden Barometerbeobachtung die herrschende Windesrichtung anzumerken, aber auch außerdem den eintretenden Windwechsel so oft als möglich im Tage zu beobachten, was um so leichter geschieht, als es dabei nur eines Blickes auf die Windfahne bedarf.

Nachdem ich nun die wichtigsten meteorologischen Instrumente ihrer Einrichtung nach betrachtet, und die nöthige Anleitung zu ihrem Gebrauche gegeben habe, will ich hier noch zum Schlusse eine Uebersicht der meteorologischen Verhältnisse folgen lassen, wie sie sich aus meinen täglich angestellten 12stündigen Beobachtungen im ersten Semester 1837 für die Hauptstadt Gräg ergaben. Sie mögen

nicht allein zur Anregung des wissenschaftlichen Interesse dienen, sondern auch ein Schema für etwaige an anderen Orten anzustellende ähnliche Beobachtungen abgeben. Deshalb erlaube ich mir einige Erläuterungen über die Art und Weise, wie sie angestellt wurden, vorauszuschicken. Zu den Beobachtungen wurden zwölf solche Stunden im Tage gewählt, welche eine meteorologische Bedeutung haben, und zwar: 8 Uhr, 8 Uhr 30 Minuten, 9 Uhr, 10<sup>h</sup> 30' Morgens, 12 Uhr Mittag, 1<sup>h</sup>, 2<sup>h</sup>, 3<sup>h</sup>, 4<sup>h</sup> 5<sup>h</sup>, 9<sup>h</sup>, 10<sup>h</sup> Abends. Von diesen zwölf Beobachtungen beziehen sich die um 8 Uhr, 8<sup>h</sup> 30' und 10<sup>h</sup> 30' Morgens angestellten auf das erste Maximum des Barometerstandes, die um 9<sup>h</sup> und 10<sup>h</sup> Abends auf das zweite Maximum, 12<sup>h</sup> Mittags auf den mittleren Barometerstand, 3<sup>h</sup> bis 5<sup>h</sup> Nachmittags auf das erste Minimum des Barometerstandes, 1<sup>h</sup> bis 3<sup>h</sup> auf die höchste Tagestemperatur und das Maximum des Dampfdruckes, 9<sup>h</sup> Früh und 9<sup>h</sup> Abends auf die mittlere Tagestemperatur. Zu bemerken kommt, daß bei allen zwölf Beobachtungsstunden sämmtliche, mit einander wohl verglichene Instrumente abgelesen wurden, daß zu jeder Stunde noch außer der Windesrichtung auch die Beschaffenheit der Luftpolektricität mittelst des Bohnenberg'schen Luftpolektroskopes untersucht, die Bildung, Gestalt der Wolken, Regen, Schnee, Gewitter, Hagel und sonst vorkommende Meteore beobachtet wurden <sup>1)</sup>.

1) Wegen Mangel an Raum in diesem Hefte wird die von dem Herrn Verfasser entworfene Uebersichtstabelle der meteorologischen Verhältnisse des Jahres 1837 erst im nächsten Hefte folgen.



Die  
**Grasel = Höhle und das Katerloch**  
 nächst Weiz in Steiermark.

---

Von August Mandel.

---

**V**on Tag zu Tage lauter, und selbst in fremden Sprachen erklingt das Lob der Reize, mit denen die Natur Steiermark so freigebig ausgestattet hat, und selbst die fernern Britten, bisher gewohnt, auf Ihren continental travels nur jene Gegenden zu besuchen, wo sie ihre accreditirten Märkte hält, wie die Rheinlande, die Schweiz und Stallen, wagen es nun, von dem altherkömmlichen Zuge abweichend, in unsern Bergen zu verweilen, die vielleicht im kleinern Maßstabe aber auch in geringerm Abstände eine Fülle von Schönheit und überraschendem Wechsel bieten, während der wandernde Inselfohn auf der alten Bahn sich durch eine Reihe incomfortabler Ortschaften durch endlose Marschen den ernüchternden Staub der Heerstraßen, mit wechselnden Sitten und Idiomen kämpfend, mit gierigen Aufwärtern und Ciceroni's marktend, von Genuß zu Genuß mühsam fortrudern muß.

Würdig des schönen Landes ist die Lage der Hauptstadt; nur kann der eifertig Reisende nicht Zeit finden, mit dem milden, nur allmählig gewinnenden Liebreiz der Gegend sich vertraut zu machen. Vielgerelste Kenner wollen in ihr die hohe Romantik vermiffen, die andere Städte, wie das geisterhaft imposante Salzburg, so entschieden auszeichnet.