

1) Physik [2s.]

2) Naturgeschichte [2s.]

Sammlungen  
zur  
P h y s i k  
u n d  
N a t u r g e s c h i c h t e  
v o n  
einigen Liebhabern dieser Wissenschaften.

---

Erster Band.

---

Leipzig,  
in der Dyckischen Buchhandlung

1779.

Sammlungen

zur

Physik und Naturgeschichte

von

einigen Liebhabern dieser Wissenschaften.

Senslingersche Bibliothek  
Leipzig 1778

---

Ersten Bandes erstes Stück.

---

Mit einer Kupfertafel.

---

Leipzig,  
in der Dyckischen Buchhandlung  
1778.

## Vorbericht.

---

Es sind bisher viele wichtige zur Physik und Naturgeschichte gehörige Abhandlungen in den Schriften der Ausländer, theils wegen ihrer Kürze, theils wegen der Seltenheit der Originale, in denen man sie antrifft, unübersetzt geblieben, und dem deutschen Publikum nur aus Anzeigen und Recensionen bekannt geworden. Auf der andern Seite hat es vielleicht oft den Liebhabern und Kennern der nur erwähnten Wissenschaften an schicklicher Gelegenheit gefehlet, eigne kurze Aufsätze, Bemerkungen über mancherley zu diesen Wissenschaften gehörige Gegenstände, Anzeigen und ausführlichere Beurtheilungen neuer Schriften u. s. w. dem Publikum mitzutheilen.

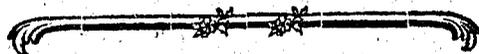
Um diesem Mangel einigermaßen abzuhelfen, haben einige Liebhaber gedachter Wissenschaften den gemeinschaftlichen Entschluß gefaßt, in gegenwärtiger Schrift Uebersetzungen kurzer aber interessanter Aufsätze der Ausländer, Auszüge aus größern Werken, oder wenigstens Anzeigen und Beurtheilungen derselben, endlich auch eigne Beyträge und Bemerkungen zu den angeführten Wissenschaften, Nachrichten von neuen Erfindungen u. s. w. aufzusammeln. Wir hoffen, das Publikum werde unserm Unternehmen seinen

Beyfall um desto weniger versagen, da wir eben zu einer Zeit anfangen, in der die schätzbaren Beyträge, welche die Litteratur der Physik und Naturgeschichte bisher durch die physikalische Bibliothek des Herrn Erxleben erhalten hat, durch den allzufrühen Tod ihres Verfassers unterbrochen werden.

Der Umfang dieser Schrift erstreckt sich außer der Naturlehre und Naturgeschichte auch auf Chemie und Bergwerkswissenschaften, in so fern diese letztern Theile der erstern sind, oder mit ihnen in genauer Verbindung stehen.

Jede sechs Stücke dieser Sammlungen, von denen stets eines, oder wo es nöthig, mehrere mit Kupfern versehen werden, sollen einen Band mit einem eignen Titul und Register ausmachen. Wie bald diese Stücke auf einander folgen werden, darüber wird der Beyfall unserer Leser, und die uns dadurch gegebene Aufmunterung entscheiden.

Bey den Uebersetzungen und Anzeigen der Bücher soll unsere Hauptabsicht immer auf das Neueste gehen, ob wir uns gleich, besonders für die ersten Stücke, die Erlaubniß erbitten, auch einige, schon seit mehrern Jahren erschienene Abhandlungen, wegen ihres vorzüglichen Werthes, nachzuholen. Leipzig im Monat December 1777.



I.

Beschreibung des vom Herrn de Luc erfundenen Hygrometers.

Vorerinnerung des Uebersetzers.

Nicht als eine neue, aber als eine für jeden Liebhaber der Naturlehre höchst merkwürdige Schrift rücke ich diese Abhandlung des Herrn de Luc in gegenwärtige Sammlungen ein. Ihr Verfasser ist einer unserer größten und scharfsinnigsten Naturforscher, der mit einer tiefen Einsicht in die Theorie eine lange Erfahrung und Übung im Beobachten, eine große mechanische Geschicklichkeit, und einen bis zur Bewunderung unermüdeten Fleiß verbindet. Von einigen Umständen seines Lebens und Handlungen, die seinem Geiste und Herzen gleich viel Ehre machen, findet man Nachrichten in dem Vorberichte, der der Uebersetzung seiner Reisen nach den Eisgebirgen von Faucigny in Savoyen (Leipzig, 1777. 8.) vorgefetzt ist.

Er hat sich durch seine vortreflichen Untersuchungen und Verbesserungen des Barometers und Thermometers um die Naturlehre ein uns sterbliches Verdienst erworben. Seine *Recherches sur les modifications de l' Atmosphere*, Geneve. 1772. To. II. 4., die in gegenwärtiger Abhandlung oft angeführt werden, enthalten außer diesen Prüfungen und Verbesserungen der meteorologischen Werkzeuge eine Menge schätzbare Bemerkungen über die Veränderungen der Atmosphäre, in welchen er bey jeder Gelegenheit den Wunsch äußert, daß die Naturlehre mit einem genauern Maße der Feuchtigkeit möge versehen werden. Man hat dafür gesorgt, auch die deutschen Liebhaber der Naturlehre mit diesem vortreflichen Werke bekannt zu machen, und es ist die Uebersetzung des ersten Theils von demselben zu Leipzig. 1776. 8. erschienen, wie denn auch die des zweyten Theils die Presse bald verlassen wird.

Viele der Aussichten, die sich Herrn de Luc zu ansehnlichen Erweiterungen der Naturlehre eröffneten, setzten ein genaueres Hygrometer voraus, als alle die bisherigen waren, die, weil sie keinen festen Punkt, und keine bestimmte Größe der Grade hatten, aufs höchste nur den Namen der Hygroscope verdienten. Sein Eifer für die Naturlehre ist zu groß, und sein Geist zu thätig, als daß er nicht selbst an der Erfüllung dieses Wunsches hätte arbeiten sollen.

Seine

Seine Bemühungen sind selten vergeblich. Er brachte das gewünschte Hygrometer zu Stande, und als er bald nach Erfindung desselben nach England gegangen war, so theilte er ein solches Werkzeug dem Herrn Phipps mit, der auf Befehl des Königs versuchen sollte, wie weit es möglich sey, sich dem Nordpole zu nähern. Man findet daher die erste Beschreibung dieses Hygrometers schon in der Nachricht von der Seereise des Herrn Phipps, die unter der Aufschrift: *A voyage towards the north pole undertaken by His Majesty's command*. 1773. (London. 1774. gr. 4.) herausgekommen ist.

Herr de Luc selbst setzte die nachfolgende Abhandlung in französischer Sprache auf, ließ sie dann mit einigen Abkürzungen ins Englische übersetzen, und übergab sie der königlichen Societät, so, wie sich in den *Philosophical-Transactions* Vol. LXIII. No. 38. findet. Die Urschrift selbst, wie sie von dem Verfasser aufgesetzt worden, hat der Abbe Nozier seinen *Observations sur la Physique* etc. T. V. May. 1775. p. 381. unter dem Titel: *Copie d'un mémoire sur un hygromètre comparable* beigefügt.

Als dem Herrn de Luc bey seinem Aufenthalt in Göttingen im Jahre 1776. von Herrn Hofrath Kästner die deutsche Uebersetzung der *Recherches sur l'atmosphère* vorgezeigt wurde, wünschte er, daß man auch diese Beschreibung des

A 4

Hygro

Hygrometers den Deutschen bekannt machen möchte. Ich erfülle den Wunsch dieses großen Naturforschers um so viel lieber, da seine Hoffnung, daß man den Werth seiner Erfindungen auch unter uns werde zu schätzen wissen, für meine Mitbürger schmeichelhaft ist. Ich bin in der Uebersetzung mehrentheils der französischen Urschrift gefolget, die ich nur im Anfange in der besten Absicht ein wenig abgekürzt habe.

Endlich muß ich noch erinnern, daß sich im Anhang des Göttingischen Taschenkalenders für das Jahr 1778. S. 48. folgende Nachricht befinde: „Herr de Luc hat sein vor einigen Jahren erfundenes Hygrometer aufgegeben, weil es unter der Campana nicht gut zu gebrauchen war, und dabey nur eine Seite des Elfenbeins mit der Luft in Berührung kam. Er hat nunmehr ein neues angegeben, an welchem zwar der Körper, der die Feuchtigkeit empfängt, wieder Elfenbein ist, das aber nun zur Dünne eines feinen Hobelspanns gearbeitet, auf und nieder über Rollen geführt ist, und endlich einen Zeiger dreht. Die Wirkung der Hitze und Kälte zu corrigiren, hat er der Maschine eine den rosthförmigen Pendelstangen ähnliche Einrichtung gegeben, auch die relative Ausdehnung der dabey gebrauchten Körper durch die Hitze und Kälte selbst von neuem bestimmt.“

Dieser

Dieser neuen Bemühungen des Herrn Verfassers ohngeachtet wird doch die gegenwärtige Schrift wegen der Geschichte der Erfindung, und vieler darinnen enthaltenen Beobachtungen und Bemerkungen für die Naturlehre wichtig bleiben. Wir werden unsern Lesern auch diese neue Einrichtung des Hygrometers mittheilen, sobald genauere Nachrichten von derselben aus den Händen des Erfinders selbst ans Licht kommen werden.

Beschreibung eines neuen Hygrometers der Königl. Societät zu London vorgelegt im Jahre 1773. von J. A. de Luc, Bürger von Genf.

Schon längst haben sich die Naturforscher aus vielen Gründen gute Hygrometer gewünscht. In meinen Untersuchungen über die Atmosphäre\*) habe ich zu diesen Gründen noch neue und besondere hinzugesetzt, die von der Wirkung der Dünste auf die Dichte, Federkraft und Druck der Luft, ingleichen auf die Strahlenbrechung, hergenommen sind.

Ich fürchtete lange Zeit, durch diese neuen Gründe nur den Verdruß über den Mangel eines guten Hygrometers vergrößert zu haben, den ich selbst empfand, und der mich unaufhörlich beunruhigte: bis ich endlich alle Schwierigkeiten überwand, und ein von mir selbst erfundenes Hygrometer zu Stande brachte. Zwar ist dieses noch der erste Versuch, und nur viele Erfahrungen, zu denen mir selbst meine Geschäfte keine Zeit lassen, können ihm seine Vollkommenheit geben. Ich ersuche also alle Liebhaber der Naturlehre um ihren Beystand, und zeige ihnen hier den ersten Schritt, den ich in dieser neuen Laufbahn gethan habe.

1. Es

1. Es ist allgemein bekannt; daß fast alle Körper den Wirkungen der Feuchtigkeit ausgesetzt sind, daß es also sehr möglich sey, ein Maas für dieselbe zu haben. Dennoch ist bisher, vieler Versuche ohnerachtet, noch kein wahres Hygrometer bekannt geworden. Die Hindernisse, die dieser Erfindung im Wege gestanden haben, sind folgende.

2. Man konnte zwar die merklichsten Wirkungen der Feuchtigkeit messen, welche in der Vermehrung des Volumens oder des Gewichts, oder in der Veränderung der Spannung verschiedener Körper bestehen. Aber man betrog sich in der Hoffnung, darinnen ein Maas der Feuchtigkeit selbst zu finden, und dadurch ihre absoluten oder wenigstens relativen Größen bestimmen zu können.

Da die Vergleichung der Beobachtungen das einzige ist, was uns in der Naturlehre auf die Kenntniß der Ursachen führen kann, so kam es in den Untersuchungen immer darauf an, Grade der Feuchtigkeit bey verschiedenen Beobachtungen mit einander zu vergleichen. Man hatte aber keine Hygrometer, die sich mit einander vergleichen ließen (*hygromètres comparables*): alle bisher vorgeschlagne, Santen, die sich verlängerten und verkürzten, oder auf und zudrehten, Salze und Schwämme, deren Gewicht, und Hölzer, deren Volumen ab- und zunahm u. d. gl.: dieß alles waren nur Hygroscope, welche anzeigten, es sey in der Menge der Feuchtigkeit einige Veränderung

\*) II. Theil. §. 738, 855.

ung vorgegangen, ohne ein bestimmtes Maas derselben anzugeben.

3. Meine Untersuchungen über die Veränderungen der Atmosphäre hatten in mir den Wunsch erregt, der Erfindung eines wahren Hygrometers nachzudenken. Ich fand dazu bey einer Reise im December des Jahrs 1771. Muße und Gelegenheit, und faßte den Vorsatz, diese Untersuchung auf eine völlig methodische Art anzustellen.

4. Ich fand zuerst folgende drey notwendige Eigenschaften eines Maasses der Feuchtigkeit:

1) einen festen Punkt, von welchem alle Maasse dieser Art ausgehen müßten, wie z. B. der Siedpunkt bey einer bestimmten Barometerhöhe, ein solcher Punkt für das Thermometer ist.

2) daß alle Hygrometer Grade haben müßten, die sich vollkommen unter einander vergleichen ließen, und die in allen auf einerley Art, durch gleiche Größen der Feuchtigkeit bestimmt, nicht von einem ersten Normal-Hygrometer auf die andern kopirt wären.

3) daß sich alle diese Werkzeuge bey einerley Veränderungen der Feuchtigkeit vollkommen auf einerley Art verhalten müßten.

Daß solche Werkzeuge die wirklichen Verhältnisse der absoluten Größen der Feuchtigkeit anzeigen sollten, hielt ich für wünschenswerth, aber nicht für notwendig, da die drey angezeigten

ten Bedingungen hinreichen, um sich verstehen zu können, wenn man von Graden der Feuchtigkeit redet.

5. Nachdem ich also bestimmt hatte, was eigentlich zu thun sey, so sieng ich bey dem ersten Punkte an, und machte, um meine Aufmerksamkeit desto mehr darauf zu richten, von dem Gegenstande desselben einige Unterabtheilungen. Ich mußte anfänglich auf die Erscheinungen der Feuchtigkeit denken, und einen bestimmten Zustand der Körper in Absicht auf dieselbe ausfindig machen. Dieser Zustand konnte entweder die äußerste Feuchtigkeit, oder die völlige Trockenheit oder ein dazwischen fallender bestimmter Zustand seyn.

6. Da das äußerste in der Natur immer sehr schwer zu finden ist, so hoffte ich am ersten, einen dazwischen fallenden festen Punkt zu entdecken; aber ich ermüdete meine Einbildungskraft vergebens, und fand immer nur das Bedürfnis, ein Maas der Feuchtigkeit zu haben, ohne auf Gründe eines solchen Maasses selbst zu kommen.

7. Eben so wenig gelang es mir mit der absoluten Trockenheit. Sie ist nicht anders, als durch das Feuer zu erhalten, welches doch zugleich die Natur der Körper verändert. Ich mußte also meinen festen Punkt da suchen, wo ich ihn am wenigsten zu finden gehofft hatte.

Lange Zeit konnte ich auch auf diesem Wege nichts entdecken. Ich gieng oft zurück, kam aber allezeit wieder auf die äußerste Feuchtigkeit, als auf

auf die einzige Seite, von der sich mein Gegenstand fassen ließ.

8. Die Worte, so nothwendig sie sind, ändern unsere Gedanken mitzutheilen, hindern doch oft bey uns selbst die Entstehung neuer Ideen. So wiederholte ich mir unablässig das Wort Feuchtigkeit, und dieß führte mich immer auf Erscheinungen, bey denen ich nichts beständiges fand.

Endlich ward ich müde, mich an Worte zu binden, und richtete meine Aufmerksamkeit auf die natürlichen Erscheinungen selbst. Ich kam dabey bald auf das Wasser, und fand das äußerste der Feuchtigkeit nach langen Umschweifen endlich in diesem so einfachen Gegenstande, der, wie es mir nun vorkam, meine Aufmerksamkeit zuerst hätte auf sich ziehen sollen. Jetzt betrachtete ich die Feuchtigkeit nicht mehr in ihren einzelnen Erscheinungen; ich sahe sie bloß als eine Wirkung der in den Körpern zerstreuten Wassertheilchen an, und fand also im Wasser selbst, wo sich diese Theilchen einander am meisten nähern, den höchsten Grad ihrer Wirkung.

9. Um bey dieser Materie alle Zwendentigkeiten zu vermeiden, muß ich die Bedeutungen der Worte genau bestimmen. Feuchtigkeit ist also bey mir bloß eine Wirkung, eine Veränderung der Körper, welche durch eine Ursache von verschiedener Stärke, nemlich durch die Wassertheilchen hervorgebracht wird. Diese Ursache in ihrer größten Allgemeinheit und unter allen den Gestalten,

stalten, welche sie in der Natur annimmt, will ich mit dem lateinischen Namen Humor benennen. Also sind Eis, Wasser in allen Graden seiner Wärme, Hagel, Schnee, Reif, Regen, Thau, Wolken, Nebel, unsichtbare Dünste u. s. w. bloße Modifikationen dieser Substanz, verschiedene Satzungen eines und eben desselben Geschlechts, wovon das wäßerichte das allgemeine Kennzeichen ist. Dieses Geschlecht nenne ich den Humor.

10. Je mehr ein Körper von diesem Humor enthält, desto feuchter ist er; und wenn er im Wasser gelegen, und desselben so viel in sich genommen hat, daß er nichts mehr davon annimmt, so hat er den äußersten Grad der Feuchtigkeit: denn das Wasser, das seine Zwischenräume erfüllt, ist der auf den höchsten Grad concentrirte Humor.

11. Es kann zwar der zerstreute Humor (*humor discret*), oder es können die Dünste von verschiedener Art, eben so große Wirkungen hervorbringen, als der concrete, oder das Wasser; aber es findet sich allemal einiger Unterschied, besonders in Absicht auf die Zeit. Die mit Luft umgebenen Körper verlieren durch die Ausdünstung unaufhörlich einen Theil des Humors, den sie aus der Luft annehmen. Ist nun die Anfeuchtung stärker, als die Ausdünstung, so wird der Körper endlich durchnäßet \*) und dieß eher oder später, je größer

\*) Durchnäßet heißt bey mir, auf den höchsten Grad angefeuchtet.

größer oder geringer die Menge des Humors ist, die er in einer gewissen Zeit bekömmt, und je mehr oder weniger diese Menge die Größe der Ausdünstung übersteigt. Der Körper wird also schnell durchnäßt, wenn der Humor bis zu Wasser verdichtet ist: denn die Ausdünstung auf der Oberfläche des Wassers ist im Vergleich mit der Wirkung desselben auf die eingetauchten Körper unbedeutlich. Hingegen wird er nur nach und nach, und oft nur zum Theil durchnäßt, wenn der Humor zerstreut, oder in Dünste verwandelt ist: denn alsdann dringt er nur theilweise ein, und es verdunstet zwischen den Stellen dieser Theile mehr oder weniger davon, nach der verschiedenen Beschaffenheit der Luft oder des befeuchteten Körpers.

12. Dennoch hat dieser Unterschied zwischen den Wirkungen des concreten und des zerstreuten Humors in Absicht auf die Zeit, nur an der Oberfläche der Körper, und bis auf eine geringe Tiefe unter derselben statt. Im innersten dicker Körper nimmt er ab, und kann sogar ins entgegengesetzte übergehen, weil der zerstreute Humor leichter, als das Wasser in die Zwischenräume dringt, welches den Mangel an Kraft und Dichte ersetzen und wohl gar übersteigen kann.

13. Hierdurch wird eine Schwierigkeit gehoben, die mich anfänglich in Verlegenheit setzte. Ich hatte von den Vogelstellern gehört, daß, wenn sie den Wasservögeln nachstellten, die Fäden ihrer Netze durch den Thau stärker, als durch die Berührung

berührung des Wassers selbst gespannt würden. Es schien mir also das, was ich für den äußersten Grad des Humors hielt, weniger Wirkung zu thun, als ein geringerer Grad desselben. Ich entdeckte aber hernach zwei besondere Ursachen dieses Unterschieds.

Die eine ist die zwischen den Fasern der Fäden enthaltene Luft, die dem Eindringen des Wassers widersteht, weil das Wasser ihr selbst die Oeffnungen und Wege verschließt, durch welche sie herausgehen könnte. Den Tröpfchen des Thaues kann diese Luft ausweichen, weil ihr dieselben Platz genug frey lassen, um neben ihnen zwischen den Fasern der Fäden durchzugehen.

Eine andere, weniger merckliche, aber eben so gewisse Ursache dieser Erscheinung ist der Unterschied der wechselseitigen Anziehungskraft der Theilchen des concreten und zerstreuten Humors, welcher eine große Verschiedenheit in der Leichtigkeit veranlaßt, mit welcher sich diese Theilchen von einander trennen, um eines nach dem andern in die engen Zwischenräume einzudringen. Wenn der Humor in der Gestalt des Wassers an die Zwischenräume der Körper tritt, so ist die Anziehungskraft seiner Theilchen sehr stark, und verhindert ihr Eindringen weit mehr, als wenn sie durch andre Ursachen schon getheilt, und in Tröpfchen des Thaues oder der Dünste verwandelt sind.

14. Diese Erscheinung macht also keinen Einwurf gegen meinen Grundsatz; es ist ein einzelner

zelter Fall, und es bleibt in der Regel allezeit wahr, daß die ins Wasser getauchten Körper dem äußersten Grade des Humors ausgesetzt sind. Um die Ursache dieser Ausnahme vom Hygrometer abzuhalten, ist es genug, wenn man der Luft den Zugang verwehret, und den Körpern, auf welche der Humor wirken soll, keine allzugroße Dicke giebt.

15. Eine andere Schwierigkeit, die mir beyfiel, war diese, daß das Wasser wahrscheinlich mehr oder weniger auf die Körper wirkt, je nachdem es mehr oder weniger warm ist. Dieß aber hinderte mich nicht im geringsten. Ich suchte nur einen festen Punkt für das Hygrometer, und keinesweges die größte mögliche Wirkung des Wassers, als der befeuchtenden Ursache, und durfte also nur bey meinen Versuchen immer einerley Grad der Wärme gebrauchen. Um diesen Grad noch genauer zu bestimmen, entschloß ich mich das Wasser zu gebrauchen, wenn es eben aufhört, Eis zu seyn. Also wird für die Basis der Scale eines jeden Hygrometers, die Befechtung angenommen, welche das zerschmelzende Eis bewirkt.

16. Nimmehr schien mir dieser Grundsatz so einfach und leicht, daß ich kaum begreifen konnte, wie man so lange Zeit über nicht darauf gekommen sey: aber die Schwierigkeiten, die mich selbst vor seiner Entdeckung aufgehalten hatten, zeigten mir bald die Ursache davon. Der Begriff vom Hygrometer war verwickelt und unbestimmt, es zeigten

zeigten sich alle Schwierigkeiten auf einmal, und die Aufmerksamkeit reichte nicht zu, alle diese Ideen zu umfassen; die ersten Schritte, die man wagte, führten sogar vom rechten Wege ab. Von der einen Seite suchte man ein Hygrometer in Materien, deren Natur das Wasser mehr oder weniger verändert, und die schon bisher zu Hygroscopecn gedient hatten: von der andern nannte man die Ursache, deren Wirkungen man zu messen dachte, Feuchtigkeit: beydes lenkte von dem Gedanken ab, den festen Punkt des Hygrometers durch das Wasser zu finden.

17. Auch ich bemerkte die erste dieser Schwierigkeiten; aber sie schien mir an und für sich nicht unüberwindlich zu seyn. Ich hoffte, einen Körper zu finden, der gegen die befeuchtende Kraft des Wassers empfindlich wäre, ohne daß doch seine Natur dadurch verändert würde. Von der Beschaffenheit dieses Körpers hieng die Form des Hygrometers, und die Einrichtung der Grade ab, nach welchen es die verschiedne Menge des Humors anzeigen sollte: ich wählte daher die Entdeckung eines solchen Körpers zum zweenen Gegenstande meiner Untersuchungen.

18. Auch bey dieser Betrachtung gebrauchte ich den Vortheil, von dem Gegenstande derselben Abtheilungen zu machen. Ich betrachtete also jedes Naturreich einzeln, und untersuchte die verschiednen dazugehörigen Materien. Das Mineral- und Pflanzenreich lieferten mir nichts zu meiner Absicht dienliches, d. i. feine Materie, die

zwar der Einwirkung des Humors fähig wäre; doch aber durch dieselbe oder durch andere Ursachen in ihrer Natur nicht verändert würde; aber bey der Betrachtung des Thierreichs zogen die Knochen, und besonders das Elfenbein meine Aufmerksamkeit auf sich: das letztere schien mir alle erforderliche Eigenschaften zu besitzen. Ich erinnerte mich, daß sich ein elfenbeinerner Hahn, den ich gebraucht hatte, schwerer oder leichter hatte drehen lassen, nachdem die Luft feuchter oder trockner gewesen war. Ich hätte beym Malen mit Wasserfarben elfenbeinerne Paletten gebraucht, und dabey keine bleibende Veränderung der Natur dieser Materie bemerkt: endlich war mit die Federkraft des Elfenbeins bekannt, die mich hoffert ließ, es werde bey einerley Grade der Anfeuchtung auch wieder auf einerley Zustand zurückkommen.

19. Es blieb aber bey diesem zweyten Punkte noch etwas zu bestimmen übrig, welches mit dem dritten, nemlich mit der Beschaffenheit der Grade des Hygrometers in Verbindung stand. Man mußte die Gestalt bestimmen, die das Elfenbein bekommen sollte, damit der Humor leicht auf dasselbe wirken, und man diese Wirkungen zugleich abmessen könnte. Ich fiel zuerst darauf, elfenbeinerne Stäbgen zu gebrauchen, und ihre Verlängerung durch eine Maschine zu messen, die dem Pyrometer ähnlich wäre. Ich dachte auch auf einen großen Nonius, der aus einem elfenbeinernen und einem metallnen Lineale bestünde.

Beide

Beide Maschinen waren bestimmter Eintheilungen fähig, weil sich die Längen der Stücken und ihre Verhältnisse abmessen ließen. Ich glaubte also meinen Zweck erreicht zu haben, als mir beyfiel, es könnte vielleicht das Elfenbein so, wie das Holz, die Einwirkung des Humors nach der Länge der Fasern nicht annehmen, und also diese beyden Arten von Mikrometer unvollkommen und die Grade des Hygrometers unregelmäßig machen. Auch besürchtete ich, wenn ich den elfenbeinernen Stäbchen die nöthige Dicke geben wollte, um ihre Krümmung zu verhüten, so möchte dieselbe ein Hinderniß ihrer gänzlichen Durchdringung von dem Humor seyn (14.). Hieraus nun folgte, ich müsse dem Elfenbein eine solche Gestalt geben, daß es zwar sehr dünn würde, doch aber der Krümmung widerstände, und daß die abzumessenden Veränderungen bloß auf die Annäherung oder Entfernung seiner Fasern von einander ankämen.

20. Nach diesen nothwendigen Bedingungen richtete ich meine Untersuchungen ein, und überdachte nach und nach verschiedene Gestalten dünner Gefäße von Elfenbein, deren verschiedene Capacität man mit Quecksilber ausmessen könnte. Endlich kam ich auf die Gedanken, einen hohlen Cylinder zu wählen, dessen verschiedene Capacität bey einer größern oder geringern Feuchtigkeit man messen könnte, wenn man ihn mit Quecksilber anfüllte, das alsdann in einer mit dem Cylinder verbundenen Glasröhre auf und abstiege, je nach-

dem der Cylinder weniger oder mehr Feuchtigkeit enthielte.

21. Es blieb also nichts mehr übrig, als ein Mittel zu finden, dadurch sich aus der Höhe des Quecksilbers in der Glasröhre, die Veränderungen der Capacität des elfenbeinernen Cylinders bestimmen ließen. Zuerst glaubte ich, man dürfe nur mit einer sehr subtilen Wage das Gewicht des Quecksilbers untersuchen, das in dem ganzen Cylinder, und das in einem bestimmten Theile der Röhre Platz hätte, so werde man beyde mit hinlänglicher Genauigkeit vergleichen, und darnach die Veränderungen der Quecksilbersäule nach Graden abmessen können, welche aliquote Theile der ganzen Masse wären.

22. Dieses Mittel war an und für sich genau, aber sollte es dieß auch in der Ausübung bleiben, so erforderte es eine so scharfe Wage, daß ich mich nicht getraute, die Verfertigung eines Werkzeugs darauf zu bauen, dessen Gebrauch so ausgebreitet seyn sollte. Denn Wagen von solcher Genauigkeit sind wegen ihres hohen Preises nur selten. Ich erinnerte mich sogar, daß ich selbst diesen Umstand unter die Mängel des Delisle'schen Thermometers gerechnet hatte, und fand, daß ich ein Mittel suchen mußte, ihn hier zu vermeiden.

23. Der Gedanke an das Thermometer war glücklich für mich. Ich blieb sogleich dabey stehen, weil ich einige Verbindung zwischen den Scalen des Thermometers und meines Hygrometers

meters zu bemerken glaubte. Als ich die Sache genauer untersuchte, fand ich in der That, daß ich zur Röhre des Hygrometers eine Thermometerröhre gebrauchen könne, die schon vermittelst zweener festen Punkte der Wärme graduirt wäre, und daß ich alsdann nur das Verhältniß der Gewichte des Quecksilbers im Thermometer und im Hygrometer, zu welchem die Röhre des erstern gebraucht würde, wissen dürfe, um an dem letztern Werkzeuge eben so bestimmte Grade, als am Thermometer, zu haben. Ich durfte nur den Räumen, in welchen sich die Grade beyden Werkzeuge befanden, eben die Verhältnisse geben, die ich unter den Gewichten ihres Quecksilbers gefunden hatte, und dieß erforderte nur Wagen von ganz gemeiner Genauigkeit. (42 und 43.)

24. Dieß Verfahren wählte ich nicht allein wegen seiner Leichtigkeit in der Ausführung, sondern auch darum, weil es mir zugleich ein sehr einfaches Mittel darbot, eine Verichtigung wegen der Wärme des im Hygrometer enthaltenen Quecksilbers anzubringen. Denn man kann leicht übersehen, daß das Werkzeug selbst, wenn man die Wirkungen der Feuchtigkeit bey Seite setzt, nichts anders, als ein sehr regelmäßig graduirtes Thermometer ist, und daß also die Veränderungen eines damit verbundenen Thermometers diese Verichtigung sogleich ohne weitere Rechnung angeben müssen.

25. Da ich also alle zu meinem Hygrometer nöthige Gründe festgesetzt hatte, so blieb mir

nichts übrig, als die Verfertigung selbst. Ich hatte auf meiner Reise noch Zeit genug, auch darüber nachzudenken, und war bey meiner Rückkunft völlig bereit, die Hand ans Werk zu legen. Ich machte den Anfang mit einigen Versuchen, die ich mir ausgedacht hatte, um die Art der Einwirkung des Wassers in das Elfenbein und seine Größe kennen zu lernen. Ich verfertigte in dieser Absicht ein kleines cylindrisches Gefäß von Elfenbein, welches einen Zoll im Durchmesser, 8 Linien Tiefe, und nur  $\frac{1}{2}$  Linie Stärke der Wände hatte. Ein hölzerner Cylinder, dessen Durchmesser der Weite des Gefäßes im Lichten gleich war, paßte genau und streng in dasselbe ein. Nun senkte ich das Gefäß ins Wasser, doch so, daß es nur von außen bis an den obern Rand benetzt wurde: in dieser Stellung ward es durch ein kleines Gewicht, das auf seinem Boden lag, festgehalten. In kurzer Zeit füllte der hölzerne Cylinder, welcher vorher genau eingepaßt hatte, das Gefäß nicht mehr aus. Einige Stunden darauf glaubte ich zu bemerken, daß die innern Wände des Gefäßes naß würden, und fand sie durch das Vergrößerungsglas mit einem sehr feinen Thau bedeckt. Dieser Thau nahm nicht zu, obgleich das Gefäß noch länger im Wasser blieb; ohne Zweifel erschöpfte die Ausdünstung alle das Wasser, welches durch das Elfenbein drang. Auch schien die Capacität des Gefäßes, welche bis zur Erscheinung dieses Thäues immer zugenommen hatte, nun nicht weiter zu wachsen.

26. Dieser erste Versuch war mit meinen Muthmaßungen übereinstimmend genug, um mir Hoffnung zu geben. Inzwischen war ich doch über das Durchschwitzen des Wassers durch das Elfenbein verlegen. Ich sahe, daß es auf diese Art auch in mein Hygrometer eindringen würde, und dieß schien mir anfänglich ein Fehler zu seyn. In der Folge aber fand ich den Vortheil darinnen, daß das Wasser, wenn es durch das Elfenbein gedrungen wäre, das Quecksilber ein wenig zurücktreiben würde, so daß dieses nach seinem Fallen in der Röhre während dem Eindringen des Wassers, wieder steigen würde, wenn die Zwischenräume des Elfenbeins völlig durchdrungen wären, welcher Umstand mir die Beobachtung des tiefsten Falles des Quecksilbers erleichterte. Von dem in den Cylinder eingedrungenen Wasser aber hoffte ich, es werde wieder zurücktreten, wenn das Elfenbein von außen trocken würde.

27. Durch diesen Versuch war ich nun versichert, das Elfenbein sey der Einwirkung des Humors sehr merklich unterworfen, und ich hatte nur noch zu untersuchen, ob es einerley Veränderungen auch allezeit auf einerley Art empfinde. In dieser Absicht nahm ich mein Gefäß aus dem Wasser, und setzte es der Luft aus. Seine Capacität nahm bald ab; aber sie kam, sogar nach Verlauf einiger Tage, nie wieder zu ihrer vorigen Größe zurück. Dieß setzte mich noch in einige Verlegenheit, aber ich muthmaßete, daß der Meißel beim Ausdrehen das Elfenbein von außen ein

wenig zusammengedrückt, das Wasser aber die Fasern desselben wieder in ihre erste Lage gebracht habe, woben denn die Capacität des Gefäßes ein wenig sey vergrößert worden.

28. Diese Muthmaßung zu prüfen, verfertigte ich einen andern hölzernen Cylinder, der die ganze neue Capacität des Gefäßes vollkommen ausfüllte, setzte das Gefäß wiederum ins Wasser, und ließ es die erforderliche Zeit über darinnen. Dann ließ ich es trocken werden, und nun schien es der hölzerne Cylinder wieder, wie vorher, auszufüllen. Ich sog daraus für mein Hygrometer den Schluß, daß man das elfenbeinerne Gefäß, ehe man es gebrauchte, einige Zeit ins Wasser setzen, und dann wieder müsse trocknen lassen.

29. Da sich also alle meine Vermuthungen bestätigten, soviel es nur bey diesen vorläufigen Versuchen möglich war, und da ich doch einige Folgen daraus in Absicht auf die Gestalt und Proportion der Theile meines Werkzeugs hatte ziehen können, so war ich im Stande, es so auszuführen, wie ich es eben beschreiben will.

### Beschreibung des Hygrometers.

30. Das zugehörige Kupfer stellt Fig. 1. den untern Theil des Instruments, durch die Axe geschnitten, in seiner natürlichen Größe vor. Das vornehmste Stück und, daß ich so sage, die Seele des Hygrometers, ist die elfenbeinerne Röhre a b, die an dem Ende a a offen, in b aber verschlossen

geschlossen ist. Wie dieses Stück zu verfertigen sey, hat mir die Erfahrung so angegeben. Man nehme ein 3 Zoll langes, und etwa  $\frac{1}{2}$  Zoll starkes Stück Elfenbein, einige Zoll weit von der Spitze eines starken Zahnes heraus, genau aus der Mitte zwischen der äußern Fläche des Zahns, und dem hohlen Kanal, der inwendig bis an die Spitze fortgeht. Die Folge wird lehren, wie nothwendig es sey, diese Stelle des Zahns zu bestimmen. Wenn dieses Stück Elfenbein abgedreht ist, so wird es genau nach der Richtung seiner Fasern, und sehr gerade,  $2\frac{1}{2}$  Linie weit, und 2 Zoll, 8 Linien tief, d. i. von a a bis c ausgebohret.

31. Hierauf bereite man sich einen messingnen  $3\frac{1}{2}$  Zoll langen Cylinder, und befestige an dem einen Ende desselben einen Wirtel, darum man die Schnur auf der Drehbank ziehen könne. Dieser Cylinder muß mit der größten Sorgfalt abgedrehet werden, theils um eine vollkommene Rundung zu erhalten, theils damit er aufs aller genaueste in die Höhlung des elfenbeinernen Stückes einpasse; auch muß er unten so abgerundet werden, daß er fest an den Boden dieser Höhlung anschliesse. Wenn man nun das elfenbeinerne Stück von außen abgerundet hat, so stößt man diesen messingnen Cylinder hinein, bringt beyde so vereinigte Stücke auf die Drehbank, und sucht auf dem Boden des elfenbeinernen Stückes von außen den Punkt, den die Axe des messingnen Cylinders trifft, damit sich dieser genau um seine Axe drehe. Um mich davon besser versichern zu können

können, mache ich den messingenen Cylinder etwas länger, als das elfenbeinerne Stück.

32. Alle diese Vorsicht ist nöthig, um sich einer durchgängig gleichen Stärke der Wände des elfenbeinernen Gefäßes zu versichern. Diese Stärke muß, die beyden Enden ausgenommen,  $\frac{1}{2}$  einer Linie betragen. An dem Ende b muß das Gefäß, wie in der Figur, in eine Spitze auslaufen; bey a a aber muß man die Wände auf 2 Linien weit etwas stärker lassen, damit sie genug Widerstand thun können, wenn das andere Stück hineingestoßen wird. So behält der dünne Theil dieser elfenbeinernen Röhre, welcher eigentlich das Hygrometer ausmacht, die Länge von 2 Zoll 6 Linien, die innere Concavität des Bodens mitgerechnet.

33. Ehe man dieses Stück gebraucht, muß man es ins Wasser senken, doch so, daß es nur von außen benetzt wird; und es so lang darinnen lassen, bis die innern Wände gänzlich mit dem oben (25.) erwähnten Thau überzogen sind, welches nach Verlauf einiger Stunden geschieht. Die Ursache davon habe ich (28.) angegeben.

34. Die zu diesem Hygrometer dienende Glasröhre muß ohngefähr 14 Zoll lang seyn. Ihr unteres Ende zeigt sich Fig. 1. bey d e e. Ihre Weite im Lichten beträgt etwa  $\frac{1}{3}$  Linien. Die Folge wird lehren (52.), daß sie nicht viel enger seyn dürfe, und wäre sie viel weiter, so würden die Veränderungen der Höhe des Quecksilbers nicht groß genug seyn. Bey der hier angezeigten Größe fällt

fällt die Quecksilbersäule ohngefähr um 6 Zoll, wenn man an einem heitern Sommertage das Hygrometer in schmelzendes Eis setzt. Der äußere Durchmesser der Röhre muß etwa 2 Linien betragen, damit der Theil g g eines messingenen Stücks, worin sie paßt, welcher in die elfenbeinerne Röhre gesteckt wird, so dünn als möglich werde. Sonst kann, der Vorsicht, die ich (38.) erwähnen will, ohngeachtet, doch das äußerste Ende dieses messingenen Stücks an das Quecksilber stoßen, und von demselben angegriffen werden.

35. Die Röhre muß, wie ich schon gesagt habe, von einem Thermometer genommen seyn. Natürlicherweise hat sie also an ihrem Ende einige Auslaufung. Diese muß ihr auch gelassen werden, damit das Quecksilber beym Füllen die Luft vor sich her treiben könne, wenn es aus dem elfenbeinernen Gefäß in die Glasröhre tritt. Diese Auslaufung zu erhalten, bricht man die Kugel des Thermometers unten entzwey, nimmt sie stückweise mit einer kleinen Zange bis um die Röhre herum ab, und schleift das Ende auf dem Rade eines Steinschneiders cylindrisch. Eben so verfährt man mit dem andern Ende der Glasröhre. Ich setze voraus, daß an dasselbe beym Füllen des Thermometers, zu dem sie vorher gedient hat, ein Olivenförmiges Glasbehältniß sey angeblasen worden. Die dabey entstandne Auslaufung am Ende der Röhre muß man ebenfalls beybehalten. Die Ursache davon wird sich unten (52.) zeigen.

36. Das Stück kfgg dient, die elfenbeinerne Röhre mit der Glasröhre zu verbinden. Dieses Stück ist von Messing, und seine Gestalt zeigt die Figur. Es ist cylindrisch ausgebohrt, daß die Glasröhre so genau als möglich, hineinpaßt, ohne jedoch beym Hineinstoßen zu zerbrechen. Seine äußere Weite muß in die elfenbeinerne Röhre einpassen, aber ein wenig streng hinein gehen.

37. Damit nun der Theil der elfenbeinernen Röhre, der dieses messingene Stück umgiebt, nichts von den Einwirkungen des Humors erleide (denn dieß würde ihn bisweilen hindern, an das messingene Stück mit der erforderlichen Strenge anzuschließen), so umschloß ich diesen Theil der Röhre noch mit einem messingenen Ringe, dessen Durchschnitt sich bey h hii zeigt. Dieser Ring muß sehr streng daran gehen, und ich werde ihn in der Folge als einen Theil der elfenbeinernen Röhre selbst ansehen.

38. Zur Verbindung aller dieser Stücke nehme ich Gummilack oder Mastix, welcher an dem warmen Messing und Glase schmelzt. Ich befestige zuerst das messingene Stück an die Glasröhre auf folgende Art. Ich stoße die Glasröhre durch dasselbe, so daß es noch einen Zoll weit von dem Orte absteht, an welchen es eigentlich kommen soll. Hierauf bringe ich das Ende der Röhre an ein Kohlenfeuer, dem ich es allmählich nähere, und drehe sie, damit sie sich nebst dem messingenen Stück, das nicht weit davon absteht, recht

recht gleichförmig erhitze. Wenn sie beyde so heiß sind, daß sie das Gummilack schmelzen, so bestreiche ich die Röhre damit, und stoße das messingene Stück mit Hilfe eines dazu bereiteten ausgebohrten Holzes, das ich über die Röhre werfe, an seinen Platz. Wenn sich beym Herabstoßen des messingenen Stückes am Ende der Röhre der Lack anhäuft, so nehme ich ihn sorgfältig hinweg, doch so, daß zuletzt noch eine dünne Schicht davon am Ende des messingenen Stückes zurückbleibt, und dasselbe bedeckt. Dieß ist nöthig, um es vor dem Quecksilber zu schützen, welches das Messing angreifen könnte. Sobald nun dieses Stück an seinem Plage, und indem es noch heiß ist, bestreiche ich auch von außen seinen untern cylindrischen Theil mit Lack, und stoße ihn in die elfenbeinerne Röhre, die ich ein wenig an die Kohlen gelege habe, um sie gelind zu erwärmen, damit der Lack desto fester haftet. Wenn diese Stücken erkalten, so ist alles vollkommen fest, und es kann weder Quecksilber noch Luft dazwischen kommen.

39. Nunmehr wird das Werkzeug mit Quecksilber gefüllt. In dieser Absicht rolle ich ein 3 Zoll breites Papier um die Röhre, und binde dasselbe an dem Ende, welches dem elfenbeinernen Cylinder am nächsten steht, zusammen. Dann stecke ich in die Röhre ein langes Rosshaar, das unten bis in den Cylinder geht, oben aber noch 3 bis 4 Zoll über die Röhre hervorragt. Nun schiebe ich die papierne Röhre, die sich an der Glasröhre gerundet hat, herauf, und sie dient

mit

mir statt eines Trichters, um das Quecksilber einzufüllen. Dieses Quecksilber muß höchst rein seyn; es ist gut, aus Zinnober wiederhergestelltes zu gebrauchen. Ich gieße es in die Papierröhre, und es läuft sehr leicht in das Glas, wenn man ihm durch ein gelindes Schütteln hilft. Die Luft, die es aus der Stelle treibt, steigt an dem Haare herauf, an welches das Quecksilber nie vollkommen anschließt. In die Papierröhre muß man immer Quecksilber nachgießen, damit sie nie ganz leer werde. Sonst würde der letzte Quecksilbertropfen das Häutgen mit sich in die Glasröhre ziehen, das auf der Oberfläche des Quecksilbers allezeit entsteht, sobald sie der Luft ausgesetzt wird.

40. Es bleiben gemeinlich einige Luftblasen in der Röhre. Man sieht sie durch das Elfenbein, welches dünn ist, und genug Lichtstrahlen durchfallen läßt. Diese Blasen muß man durch Schütteln zusammen und an den Eingang der Röhre zu bringen suchen, und sie dann an dem Koffhaare hinaufsteigen lassen. Soll dieses leicht von statten gehen, so darf nicht viel Quecksilber in der Röhre seyn, damit die Luft beim Ausweichen weniger Widerstand finde, und man das Haar leichter bewegen könne, um das Herausgehen zu befördern.

41. Gänzlich aber kann doch die Luft durch dieses Verfahren nicht herausgetrieben werden. Allein der Druck des Quecksilbers, womit man in dieser Absicht die ganze Röhre anfüllen muß, treibt sie

sie endlich vollends durch die Zwischenräume des Elfenbeins hindurch. Dieses zu befördern und zu beschleunigen, lege ich mein Hygrometer in ein dazu besonders verfertigtes Futteral, und befestige dasselbe in einer beynahe senkrechten Richtung an den Sattel meines Pferdes, das ich einige Stunden lang im Trabe reite. Bisweilen theilt sich dabey die Quecksilbersäule durch die Stöße, man kann sie aber mit Hilfe des Koffhaars leicht wieder vereinigen. Ob die Luft gänzlich heraus sey, erfährt man, wenn man an das Hygrometer in senkrechter Richtung schlägt, und dabey kein Zittern der Oberfläche an der Quecksilbersäule gewahr wird.

42. Ich komme nun auf die Scale des Hygrometers, und zuerst auf das Verfahren bey der Bestimmung ihrer Basis (15.): dieses kann man anfangen, sobald die Luft gänzlich heraus ist. Ich hänge alsdann das Hygrometer in ein Gefäß voll gestohlenen Eises, welches mit dem davon abschmelzenden Wasser vermischt ist. Den abgeschmolzenen Theil ersetze ich immerfort durch hinzugethanes frisches Eis, so lang das Verfahren dauert, welches insgemein zehn bis zwölf Stunden ausmacht. In der ersten Stunde fällt das Quecksilber ohngefähr um das Drittheil des ganzen Raumes, den es zu durchlaufen hat; in der zwoten aber fällt es langsamer, und so nimmt seine Geschwindigkeit immer mehr und mehr ab, bis es endlich nach sieben oder acht Stunden stehen bleibt, und zwey bis drey Stunden lang auf

I. Bandes I. St. E.   
 einerz

einerley Stände aushält. Alsdann sieht man durch das Elfenbein, welchem die Feuchtigkeit mehr Durchsichtigkeit gegeben hat, einen glänzenden sehr zarten Thau auf der Oberfläche des Quecksilbers. Endlich fängt es wieder an zu steigen, und die Arbeit ist vollendet. Man sieht alsdann, wie ich es erwartet hatte (26.), kleine Wassertropfen auf seiner Oberfläche.

43. Ich schiebe dem Quecksilber, wenn es in den letzten Schritten seines Falles begriffen ist, einen sehr dünnen und fest um die Röhre gebundenen seidenen Faden nach, und lasse denselben an der tiefsten Stelle, auf welche das Quecksilber gefallen ist. Steht dieser Punkt im Verhältniß mit der Länge der Röhre zu tief, so fülle ich etwas Quecksilber nach, und schiebe den Faden so weit, als dieß erfordert, herauf; steht aber der Punkt zu hoch, so nehme ich Quecksilber heraus, und schiebe den Faden herunter: in beyden Fällen leistet das Knochhaar gute Dienste. Man muß dieß vornehmen, sobald das Fallen des Quecksilbers aufzuhören scheint, damit die Stelle, auf welcher endlich der Faden stehen bleibt, unmittelbar durch die Beobachtung selbst bestimmt werde.

44. Dieser so bestimmte Punkt ist nun die Null meines Hygrometers. Bey ihm ist eigentlich (wenn ich so reden darf) die Trockenheit null. Denn er ist der Punkt der größten Feuchtigkeit bey der Temperatur des schmelzenden Eises. Von ihm aus werden diese Grade gezählt,

gezählt, auf die ich nun komme, welche also eigentlich Grade der Austrocknung sind.

45. Die Bestimmung dieser Grade ist die letzte zur Verfertigung des Hygrometers wesentlich nothwendige Arbeit. Ich will sie durch ein Beyspiel beschreiben. Die Röhre des Hygrometers muß vorher zu einem Thermometer gehört haben (23.). Ich will also bey diesem Beyspiele auf diesen ersten Zustand derselben zurückgehen. Es habe der Abstand der Fäden, welche auf diesem Thermometer den Eispunkt und den Siedepunkt bey 27 Zoll Barometerhöhe bemerkt haben, nach einem gewissen Maasstabe 1937 Theile betragen. Nun zerbreche ich die Kugel des Thermometers über einer Schale, in welche ich alles darinnen enthaltene Quecksilber sorgfältig aufsammele, wiege es auf guten Wagen, und finde sein Gewicht 2 Unzen, 11 Deniers, 12 Grane \*), oder 1428 Gran. Alle zu meinem Hygrometer gehörige Stücke wiegen zusammen 373 Gran. Wenn die gehörige Menge Quecksilber eingefüllt ist, wiegt das ganze 833 Gran: es enthält also 460 Gran Quecksilber.

46. Nach der obigen Regel (23.) muß sich die Größe der Hygrometergrade zur Größe der Thermometergrade verhalten, wie das Gewicht des Quecksilbers im Hygrometer, zum Gewicht des Quecksilbers im vorigen Thermometer.

C 2

Folgt

\*) 24 Grane machen einen Denier, und 12 Deniers eine Mark fein Silbers aus. N. d. U.

Folglich, wie sich das Gewicht des Quecksilbers im Thermometer verhält zum Gewichte desselben im Hygrometer, so verhält sich ein jeder Raum, auf der Scale des Thermometers genommen, zu dem übereinstimmenden Raume auf der Scale des Hygrometers. So ist in unserm Beispiele  $1428: 460 = 1937: 624$  (ohngekehr); folglich müssen sich übereinstimmende Räume auf den Scales des Thermometers und Hygrometers verhalten, wie 1937 zu 624.

47. So wie ich den Abstand der beyden festen Punkte auf dem Thermometer den Fundamentalkraum nenne, so will ich die Linie, die an dem Hygrometer mit diesem Abstände übereinstimmt, die Fundamentallinie nennen. Nun betrug in unserm Beispiele der Fundamentalkraum des Thermometers 1937 Theile eines gewissen Maassstabes: also wird die Fundamentallinie des Hygrometers 624 Theile ebendesselben Maassstabes betragen. Die allgemeine Anwendung dieses Exempels ist so leicht, daß es unnöthig wäre, sich dabey aufzuhalten.

48. Diese Fundamentallinie nun konnte ich in so viele Theile, als ich wollte und schicklich fand, abtheilen. Natürlicherweise aber war es am schicklichsten, ein leichtes Verhältniß zwischen den Graden des Thermometers und Hygrometers zu wählen, weil man doch wegen der Wirkung der Wärme auf das Quecksilber eine Berichtigung nach einem Thermometer anbringen mußte. (24.). Ich gedachte anfänglich, die Linie in 80 Theile

zu theilen, weil eben dieß auch die Eintheilung des Thermometers ist, welches ich in meinen Untersuchungen über die Atmosphäre \*) das gemeine nenne, und hier allezeit verstehe, wenn ich vom Thermometer rede. Allein diese Grade waren allzuklein und unbequem, daher ich mich entschloß, sie zu verdoppeln, und der Fundamentallinie des Hygrometers nur 40 Theile zu geben. Diese Grade fangen bey dem Faden an, der an der Hygrometerrohre die größte Feuchtigkeit bey der Temperatur Null des gemeinen Thermometers bemerkt.

49. Das ganze Werkzeug sieht man völlig bereitet Fig. II., wo die Abmessungen nach allen Richtungen halb so groß, als am Originale sind. Das Bret ist von Tannenholz, welches der Länge seiner Fasern nach am wenigsten Veränderung durch Wärme und Feuchtigkeit leidet. Der untere Theil des Brets ist längst der ganzen Höhe des elfenbeinernen Cylinders durchbrochen, damit die Luft sowohl diesen Cylinders, als auch die Kugel eines Thermometers, von dem ich bald reden will, frey umgebe. Das Hygrometer ist an dreyen Stellen am Brete befestiget, einmal am unteren Theile, der auf einer kleinen Console ruht, das andermal am obern Theile der Röhrle, der durch ein kleines Stück von hartem Holz oder Metall durchgesteckt ist, welches Stück durch zwei Schrauben befestiget wird; hauptsächlich aber ist es mit messingnem Drath an den obern Theil des messingenen

singenen Strücks gebunden, welches die Röhre und den elfenbeinernen Cylinder verbindet. Dieses Stück ist in eine kleine Platte von hartem Holz eingefasset, welche an diesem Orte eine Rinne ausfüllt, die gleich zu Anfang durch das ganze tannene Bret ist geschnitten worden.

50. Um die Oeffnung der Röhre vor dem Staube zu verwahren, habe ich ihr oberes Ende mit einem kleinen elfenbeinernen Deckel verschlossen. Man kann die Röhre nicht zuschmelzen. Denn bliebe dabey etwas Luft zurück, so würde dieselbe dem Aufsteigen des Quecksilbers widerstehen: und triebe man die Luft heraus, so würde der Druck der äußern Luft auf den elfenbeinernen Cylinder das Quecksilber bis an die Spitze hinauf treiben, wie mich dieß die Erfahrung gelehret hat.

51. Hieraus entsteht die kleine Unbequemlichkeit, daß die Oberfläche des Quecksilbers die Luft berührt, und also, wenn sie sich lange an einerley Theile der Röhre aufhält, oder nur geringe Bewegungen macht, etwas Schmutz an die Wände der Röhre absetzt. Ich kann aber diesem Fehler leicht abhelfen, wenn ich einen messingenen Drath in die Röhre stecke, dessen äußerstes Ende ich wie eine Feile ausgezackt, und einige Fasern Baumwolle darum gewickelt habe. Wegen der Auslaufung der Röhre, von der ich oben (35.) geredet habe, läßt sich derselbe leicht hineinbringen. Dieß thue ich zu einer Zeit, da das Quecksilber unter dem beschmutzten Theile steht, und kann alsdann die Röhre sehr leicht reinigen. Um mir

nir dieß Verfahren zu erleichtern, gebrauche ich Röhren, die ohngefähr  $\frac{1}{2}$  Linien Weite im Lichten haben.

52. Die Scale des Hygrometers ist auf einen tannenen Schieber gezeichnet, der in dem (49.) angeführten Falze auf und abgethet. Dieser Schieber muß so, wie alle andre Theile des Brets, mit Papier überklebt werden, um die verschiedenen nöthigen Scales darauf zu zeichnen, worüber hernach ein Lackfirnis gezogen wird. Auch kann man sie mit einer versilberten Metallplatte belegen.

53. Diese Scale des Hygrometers ist deswegen beweglich, damit man die Berichtigung wegen der Wärme des Quecksilbers gleich bey der Beobachtung selbst vornehmen könne. Man sieht oben an dieser Scale einen Zeiger, der auf eine andere kleine Scale weist, welche auf den unbeweglichen Theil des Brets verzeichnet ist. Die Grade dieser kleinen Scale sind sotheile der Fundamentallinie des Hygrometers, und correspondiren also den Gradn des Thermometers, welches an eben demselben Brete befestiget ist (48.). Wenn der Zeiger auf die Null der kleinen Scale weist, so steht der Faden am Hygrometer, der den Punkt bezeichnet, auf welchen das Quecksilber im zergehenden Eise herabfällt, auch bey Null an der Scale des Hygrometers. Dieß ist der in der Figur angenommene Fall, wo also auch das Thermometer bey der Null seiner Scale steht. Man beobachtet also zuerst die

Wärme, und führt den Zeiger auf den Punkt der kleinen Scale, der mit dem Grade des Thermometers übereinstimmt; so kann das Hygrometer an seiner Scale nichts anders, als den richtigen Grad des Humors anzeigen. Seine Scale nemlich macht in ihrer Bewegung eben die Veränderungen, welche die Wärme in der Höhe der Quecksilbersäule hervorbringt; daher verwandelt sich die Anzeige des Hygrometers in dasjenige, was sie seyn würde, wenn die Wärme stets auf dem Punkte bliebe, bey welchem die größte Feuchtigkeit ist untersucht worden, d. i. auf der Null des gemeinen Thermometers.

Man schiebt die Scale des Hygrometers vermittelst eines Knopfs, an einem Stück von hartem Holz oder Messing, welches unten an dem Schieber befestiget ist, und durch welches die Glasröhre frey hindurch gehen kann.

### Erste Beobachtungen mit diesem Hygrometer.

54. Im Februar des Jahres 1772 war mein erstes Hygrometer eben bey Regenwetter zur Beobachtung fertig geworden. Als ich es aus dem zergehenden Eise genommen hatte, stieg es in wenigen Stunden bis auf den 54sten Grad seiner Scale. Den Morgen darauf stand es nur auf 50, stieg aber gegen Mittag wieder auf 54 zurück. Ich gieng mit demselben in meinen Keller, der sehr tief und feucht ist, und es fiel immer tie-

fer,

fer, je weiter ich die Treppe hinab stieg, so daß es nur auf 35 stand, als es im Keller aufgehängt war.

55. Am Abende desselben Tages war es auf  $28\frac{1}{2}$ , und am Abende des folgenden auf  $21\frac{1}{2}$  gefallen: und so fuhr es, obgleich sehr langsam, den Februar und Merz hindurch bis zum 19. April fort. An diesem Tage stand es auf  $3\frac{1}{2}$ , und also sehr nahe bey der größten Feuchtigkeit. Es war aber auch diese Zeit über sehr häufiger Regen und Schnee gefallen, und selbst an heiteren Tagen waren doch stets die Gassen feucht geblieben, so daß die Feuchtigkeit allen gewöhnlichen Anzeigen nach im Keller sehr merklich zugenommen hatte.

56. Ich erwartete mit Ungedult, das Hygrometer in dem Keller selbst wieder steigen zu sehen, konnte aber dieß nur bey dem Nordwinde vermuthen. Endlich stieg es am 20. April um  $\frac{1}{2}$  Grad, ob es gleich noch immer regnete. In der Nacht zwischen dem 20. und 21. April wandte sich der Wind in Norden, und am Morgen stand mein Hygrometer auf  $6\frac{1}{2}$ . Es fuhr den ganzen Tag über fort, langsam zu steigen, und stand am folgenden Morgen auf  $9\frac{1}{2}$ .

57. Es war mir nun daran gelegen, zu wissen, ob mein Hygrometer nach einem so langen Aufenthalte im Keller, wieder auf den Punkt zurücksteigen würde, von dem es herabgefallen war, wenn ich es wieder in mein Zimmer brächte. Diese Beobachtung war so wichtig, daß ich die

im Keller angefangenen unterbrechen mußte. Ich trug also das Hygrometer herauf, und sahe es schon auf der Treppe um  $3\frac{1}{2}$  Grad steigen. Dies war um 6 Uhr des Morgens: um 7 Uhr stand es schon auf 17, um 8 Uhr auf  $23\frac{1}{2}$  Grad. Von 8 bis 11 Uhr stieg es bis 43, stand um 1 Uhr auf 63, fiel darauf wieder, und befand sich um  $5\frac{1}{2}$  Uhr Abends bey 50 Grad. Während dieser Zeit war der Himmel trüb geworden.

Da die Rede hier nur vom Hygrometer, nicht von der Feuchtigkeit ist, so sind diese Beobachtungen hinreichend, für die Jahreszeit, in der sie angestellt wurden, den ersten Begriff von dem Gange dieses Werkzeugs zu geben. In der Folge werde ich auch für andre Jahreszeiten Beobachtungen mittheilen.

### Erste Versuche, den Grad der Genauigkeit dieses Werkzeugs zu entdecken.

58. Das wichtigste, was ich zu thun hatte, war, zu entdecken, ob sich dergleichen Werkzeuge wirklich unter einander vergleichen ließen. Ich fieng also an, noch vier andre nach eben diesen Regeln zu verfertigen, und vollendete diese Arbeit am 23. August.

59. Mein erstes Hygrometer ließ sich nicht zu übereinstimmenden Beobachtungen mit diesen neuen gebrauchen, weil seine Röhre entweder zu eng oder zu kurz war. Ich hatte nemlich die Ver-

Verhältnisse der Capacitäten der Röhre und des elfenbeinernen Cylinders durch vorläufige Versuche im Monat December bestimmt, und sie auch den ganzen Frühling hindurch schießlich gefunden. Aber noch ehe die neuen Hygrometer fertig waren, stieg einmal das Quecksilber in diesem so hoch herauf, daß es aus der Röhre gieng. Nach dieser Beobachtung nun, und nach andern älteren, die mich versichert hatten, daß man auf den Bergen noch eine weit größere Verminderung des Humors, als in der Pläne antreffe (76.), habe ich die Abmessungen der Hygrometerröhre erst so bestimmt, wie ich sie im vorigen angegeben habe. Es war noch Zeit, mich bey meinen neuen Hygrometern darnach zu richten, und das Quecksilber stieg in diesen nicht allzu hoch hinauf, als ich sie im Monat August aus der größten Feuchtigkeit in die Luft auf meinem Zimmer brachte, d. i. es blieb zwischen dem Quecksilber und der Spitze der Röhre noch Raum genug, für Anzeigen noch weit geringerer Grade der Feuchtigkeit, übrig.

60. Diese vier Hygrometer waren mit so wenig Beziehung auf einander selbst gemacht, als wenn sie in verschiedenen Ländern verfertiget wären. Ich konnte also desto besser aus ihrer Vergleichung beurtheilen, was man sich von der Uebereinstimmung solcher Werkzeuge überhaupt zu versprechen habe.

Ich beobachtete sie nun an solchen Orten, wo der Humor gleichförmig auf alle vertheilt zu seyn schien,

sahen, und fand die Grenzen ihrer Abweichungen von einander in der Verhältniß 19 zu 21. In meinem Zimmer z. B. bey verschlossenen Fenstern ist bisher ihre größte Höhe, 94, 99 $\frac{1}{2}$ , 100 $\frac{1}{2}$ , 105 $\frac{1}{2}$  gewesen, welches zwischen dem am tiefsten und dem am höchsten stehenden Hygrometer bey nahe die Verhältniß 19 zu 21 giebt.

61. Ueberdies bemerkte ich noch eine andere Ungleichheit im Gange dieser vier Hygrometer, daß ihre Höhen nemlich nicht immer in einerley Verhältniß unter einander blieben. Ein Theil dieser Abweichungen kömmt gewiß von der ungleichen Vertheilung des Humors her, ob gleich die Hygrometer einander sehr nahe standen; zum Theil aber kann ich sie auch einem Fehler des Werkzeugs zuschreiben. Ich werde in der Folge wieder auf diese beyden Ursachen zurückkommen, um sie näher zu untersuchen.

#### Bemerkungen über den gefundenen Grad der Genauigkeit.

62. Dieses merklichen Fehlers ohngeachtet, war ich doch mit meinem ersten Versuche nicht unzufrieden. Ich hatte mir nicht vorgestellt, daß ich alles vorhergesehen hätte, und also auch nicht erwartet, daß ich ohne weitere Versuche zu dem erforderlichen Grade der Genauigkeit gelangen würde; daher schreckten mich diese Ungleichheiten nicht ab, weiter an der Vollkommenheit meines Werkzeugs zu arbeiten.

63. Im

63. Im Anfange gründete sich meine Hoffnung bloß auf allgemeine Betrachtungen. Ich erinnerte mich an das Barometer und Thermometer, welche Werkzeuge in gewisser Absicht noch weit unvollkommener, als mein Hygrometer, aus den Händen ihrer Erfinder gekommen sind. Das Barometer ist an und für sich sehr einfach, und dennoch sahe man Barometer an einerley Orte 3 bis 4 Linien weit von einander abgehen: die Pariser Akademisten haben sich sogar mit einem beschäftigt, das 18 Linien tiefer, als die andern stand, und vielerley Hypothesen gemacht, um diese Abweichung zu erklären. Hierinnen ist viel mehr Ungleichheit, als bey meinen Hygrometern, wenn man auch nur auf den Raum der Veränderungen an einerley Orte sehen will.

64. Und was war das Thermometer, ein vorjekt so genaues Werkzeug, bey seinem Ursprunge? Nicht viel besser, als die Hygroscoppe, wenn man auf die Möglichkeit der Vergleichung mit andern sieht. Die ersten Naturforscher, die sich damit beschäftigten, kannten daran keinen festen Punkt, keine bestimmten Grade, ja nicht einmal die Wirkungen verschiedner dazu gebrauchter Materien. Bey dieser Ungewißheit ergriff die königliche Societät zu London das dienlichste Mittel, und bewahrte ein Normalthermometer auf, nach welchem die Naturforscher die ihrigen einrichten sollten. Vielte große Männer bemühten sich, diesem Werkzeuge eine bestimmte Einrichtung zu geben, Newton brach die Bahn, aber

aber man wußte noch seine ersten Schritte nicht zu schätzen. Fahrenheit und Reaumur wendeten mehr Sorgfalt darauf, und man hat ihren Untersuchungen viel zu danken. Indesß verwarf man Fahrenheit's Gründe als unsicher, ob man gleich seine Scale beibehielt: die Reaumurische Einrichtung aber, der man zum Schein folgte, war so unbestimmt, daß man in dem Abstände der beyden Fundamentalpunkte seines Thermometers, ohne es zu merken, von 80 bis auf 104 Grad abirrte.

65. Wenn wir eben so den Ursprung aller zu genauen Messungen bestimmten Werkzeuge überdenken, so finden wir sie fast alle im Anfang unvollkommen, und nur nach und nach verbessert, wenn sie Männer von Genie ihrer Aufmerksamkeit würdig geschätzt haben. So ist man von der ersten Uhr, die der ungleichförmig abnehmenden Wirkung einer Feder überlassen war, nach und nach auf die vortreffliche Maschine des Herrn Harrison, und von den zu tragen oder zu schnellen Wagen auf die so empfindlichen und sichern des Herrn Matthey \*) gekommen. Und wer muß sich nicht wundern, daß wir unter den geometrischen

\*) Eines vortrefflichen Künstlers, der aus Valerbe im Pays-de-Vand gebürtig war, und in Diensten Sr. Sardinischen Majestät stand. Man hat von ihm eine Abhandlung von den Wagen, die ein Gesetz für alle Künstler in den Staaten dieses Monarchen ist.

metrischen Maaßen, so wichtig sie auch sind, in der Ausübung noch keines haben, das nicht von einem Modelle müßte abgetragen werden?

Nun ward ich zwar bey der Erfindung des Hygrometers durch die allgemeinen Begriffe von Regelmäßigkeit unterstützt, die ich von den andern Maaßen dieser Art abstrahiren konnte. Daher bin ich auch in Vervollkommnung des Hygrometers viel weiter gekommen, als man mit dem Thermometer bey dessen Erfindung kam. Es sind also nur die dem Hygrometer ganz eignen Schwierigkeiten, die ich hier mit den allgemeinen, die anfänglich allen Maaßen physischer Ursachen entgegenstanden, vergleichen darf. Aber da man die letztern überwunden hat, wie sollte ich nicht hoffen dürfen, auch die ersten zu heben? Ueberhaupt sieht man, wie sich unsere Erfindungen nur allmählich der Vollkommenheit nähern, ohne dieselbe je zu erreichen, und wie sehr man also berechtigt ist, von Zeit zu Zeit eine größere Annäherung an dieselbe zu hoffen.

Und hierauf gründet sich meine Hoffnung, das Hygrometer noch vollkommener zu machen, oder wenigstens neue Ideen zu erwecken, die endlich, vielleicht auf einem ganz andern Wege, zu einem genauen Maaße des Humors führen könnten. Die Hoffnung, einen Zweck zu erreichen, ist eines der kräftigsten Hülfsmittel zu der wirklichen Erreichung, und diese Hoffnung wenigstens, denke ich durch meine Erfindungen erweckt zu haben.

### Vorschläge zu weiterer Verbesserung des Hygrometers.

66. Weil ich überzeugt bin, daß zur Verbesserung menschlicher Erfindungen die vereinte Aufmerksamkeit vieler geschickter Männer gehöre, so wollte ich anfänglich die allgemeinen Gründe angeben, die mich eine mehrere Vervollkommnung des Hygrometers hoffen ließen. Ich will nun noch einige besondere hinzufügen, nach meinen Bemerkungen in der kurzen Zeit, in der ich das Hygrometer zu Beobachtungen habe brauchen können.

Die erste und zugleich eine der wichtigsten Bemerkungen ist diese, daß der elfenbeinerne Cylinder desjenigen Hygrometers, das an seiner Scale am höchsten steht, unter den übrigen der dünnste ist. Sollte nicht dieß beydes in einiger Verbindung mit einander stehen? Man muß darüber die Erfahrung zu Rathe ziehen. Allein ich glaube schon voraus zu sehen, daß die Fasern des Elfenbeins, welche vielleicht in einander verflochten sind, in diesem Falle der Trennung und Näherung mehr oder weniger widerstehen müssen, je stärker oder dünner diese zusammengeflochtene Bündel sind. So groß oder gering auch die Wichtigkeit dieser Bemerkung sey, so wird man doch wenigstens alle Gefahr zu irren vermeiden, wenn man dem Elfenbein allezeit eine gleiche Stärke giebt. Ich hatte bey meinen Cylindern eben diese Absicht; aber unglücklicher Weise glaubte ich

ich sie auf Cylindern von hartem Holz abdrehen zu können, und ward zu spät gewahr, daß man dabey keine Genauigkeit erhalte. Aus dieser Ursache habe ich oben angerathen, einen messingenen Cylinder zu gebrauchen.

67. Diese Vorsicht ist auch deswegen nöthig, um jedem elfenbeinernen Cylinder in seinem ganzen Umfange eine völlig gleiche Stärke zu geben, welche Bedingung eben so nothwendig, als die vorhergehende ist. Ich habe an denen Hygrometern, deren Cylinder keine rings umher gleiche Dicke haben, bemerkt, daß sie sich nach dem Grade des Humors, dem sie ausgesetzt sind, mehr oder weniger krümmen.

Dieß ist wahrscheinlich die Hauptursache davon, daß diese Werkzeuge nicht allezeit die nemlichen Verhältnisse unter einander behalten (58.); denn diese Krümmungen, da sie sich nicht nach einerley Gesetzen bilden, müssen die Capacität der Cylinder, und folglich auch die Höhe des Quecksilbers in den Röhren auf verschiedene Weise ändern. Zwar ist die Verschiedenheit der Krümmungen, die ich habe wahrnehmen können, nicht groß gewesen: aber so gering auch eine Ursache einer Unvollkommenheit seyn mag, so ist es doch nöthig, sie zu entfernen, um die Entdeckung größerer Mängel zu befördern, deren Wirkungen auf diese Art immer mehr und mehr isolirt werden.

68. Damit sich nun die Cylinder gerade erhalten, muß man die noch nöthigere Vorsicht gebrauchen, daß an ihnen das Elfenbein rings

umher von einerley Struktur sey. Schon das Auge entdeckt in dem Baue der äußern, mittlern und innern Theile eines und ebendesselben Zahns eine merkliche Verschiedenheit. Außer dieser Ungleichheit der Natur und sichtbaren Lage der Fasern kann es auch noch einen Unterschied in dem Grade ihrer Spannung geben, so daß gewisse Fasern leichter schlaff werden, als andere, wenn der Zahn zerschnitten ist. Sind nun solche Ungleichheiten in einem Cylinder, daß eine Seite desselben poröser, oder von schwächerer Struktur ist, oder ihre Fasern geneigter zur Erschlaffung sind, als auf der andern, so nimmt derselbe entweder eine veränderliche oder bleibende Krümmung an, und das Hygrometer kann nicht mit den andern übereinstimmen. Man muß daher die Cylinder aus einem Stücke machen, das durchgehends von einerley Struktur ist. Diese Eigenschaft scheint mir dasjenige am ersten zu besitzen, das man gerade zwischen der Ase und äußeren Fläche des Zahns, einige Zoll weit von seiner Spitze antrifft; und ich habe daher dieß Stück zu nehmen angerathen.

69. Der verschiedne Bau verschiedner Theile des Elephantenzahns macht es auch noch in einer andern Absicht nothwendig, wohl zu bestimmen, welchen Theil man zum Hygrometer gebrauchen wolle. Sonst könnten die Cylinder, die einander in allen Stücken ähnlich seyn sollen, aus Materien bestehen, die in der That eine verschiedene Ausdehnbarkeit und Empfindlichkeit besäßen, d. i.

in

in denen der Humor größere oder kleinere, schnellere oder langsamere Wirkungen hervorbrächte. Dieß wird uns vielleicht noch nöthigen, die Dicke des Zahns, und den Abstand des Stückes, das man herausnimmt, von der Spitze, zu bestimmen; denn es kann die Struktur in Zähnen von verschiedner Dicke, und in jedem einzelnen von der Spitze herab, eben so, wie nach der Breite hindurch, verschieden seyn. Ich war des guten Erfolges meiner Bemühungen im ganzen noch nicht sicher genug, um auf alles dieses gleich bey der ersten Erfindung sehen zu können: aber anjetzt halte ich es für nöthig.

70. Endlich wird noch eine Vorsicht erfordert, die ich gleich anfangs nöthig fand, aber aus Mangel an schicklichen Meißeln nicht nach Wunsch anwenden konnte, daß man nemlich den Cylinder genau nach der Richtung seiner Fasern ausbohre. Denn wenn der Canal auch nur mit der geringsten Schiefe von dieser Richtung abweicht, so werden alle Fasern von Stelle zu Stelle durchschnitten, die Theile des Cylinders werden geschwächt, und es muß seiner Ausdehnung und Zusammenziehung nothwendig an Regelmäßigkeit fehlen.

71. Dieß sind nun freylich ziemlich viele Regeln der Vorsicht; aber ihre Menge wird keinen erfahrenen Naturforscher in Verwunderung setzen. Wer die Natur in ihren Wirkungen beobachtet hat, weiß, daß die Regelmäßigkeit derselben mit einer sorgfältigen Genauigkeit verbunden

D 2

den

den ist, die so weit reicht, als unsere Augen sie verfolgen können; daß also die Kunst nur dadurch eine Nachahmerin der Natur werden könne, wenn sie ihr diese Sorgfalt ablerntet.

72. Ich glaube, daß mein Hygrometer noch eben die Art der Vollkommenheit erlangen könne, die ich nach den Vorschlägen des Herrn le Sage dem Thermometer gegeben habe \*), daß man nemlich seine Grade mit gleichen Unterschieden des Humors werde in Uebereinstimmung bringen können, so wie ich die Grade des Thermometers mit gleichen Unterschieden der Wärme übereinstimmend gemacht habe. Ich will dazu das Mittel vorschlagen, daß man neben ein Hygrometer ein dazu bequemes Gefäß in die Schale einer sehr empfindlichen Wage setze, und eine Materie darein lege, die den Humor leicht an sich nehme, dann aber, zuerst bey einerley, hernach aber bey verschiedenen Graden der Wärme, das Zu- und Abnehmen des Gewichts dieser Materie mit dem Gange des Hygrometers vergleiche. Zwar würde die Materie selbst immer ein wenig durch die Ausdünstung vermindert werden: allein ich glaube, die daraus entstandenen Fehler in den Beobachtungen würden sich berichtigen lassen, wenn man die Beobachtungen selbst zu solchen Zeiten wiederholte, da die Veränderungen des Humors

\*) Untersuchungen über die Atmosphäre, Th. I. §. 422. b u. f. und Th. II. Anhang, Cap. 12.

mors einmal schneller, das anderemal langsamer vor sich giengen.

73. Diese Bemerkungen sind nicht die einzigen, die ich über dieses Werkzeug gemacht habe: aber ich habe sie nur, als die zuverlässigsten, unständlicher mittheilen wollen. Die übrigen sind unbestimmter, und erfordern mehrere Beobachtungen. Ich will also nur noch soviel hinzusetzen, daß es noch durch die Erfahrung auszumachen sey, wie lange man die elfenbeinernen Cylinder im Wasser lassen, und wie lange man sie hernach der Luft aussetzen, oder was man überhaupt mit ihnen vornehmen müsse, damit sie sich, ehe man sie gebraucht, in einen unveränderlichen Zustand versetzen. Auch wird man neue Hygrometer mit alten vergleichen müssen, um zu wissen, ob und um wie viel sie abweichen. So glaube ich auch, man werde zur Bestimmung der äußersten Feuchtigkeit sehr reines Eis gebrauchen müssen, damit sich kein Schmutz an die elfenbeinernen Cylinder anlege, und das Eindringen des Wassers in seine Zwischenräume verhindere: ein Umstand, an den ich selbst zu spät gedacht habe. Vielleicht wird es aus eben dieser Ursache gut seyn, die Cylinder, ehe man sie ins Eis setzt, mit Weingeist zu waschen, um die Unreinigkeiten abzuspülen, mit denen sie sich durch das öftere Berühren mit der Hand überzogen haben: vielleicht ist es sogar in der Folge nützlich, sie von Zeit zu Zeit mit Weingeist zu waschen, weil doch die Luft vielerley Unreinigkeit daran absetzen kann. Endlich muß man

untersuchen, ob sich nicht etwa zwischen den Wirkungen der Wärme auf das Elfenbein des Hygrometers, und auf das Glas des Thermometers ein so merklicher Unterschied finde, daß man nöthig habe, denselben bey der Berichtigung der Hygrometer-Beobachtungen wegen der Wärme, in Rechnung zu bringen.

74. Man sieht hier so viele mehr oder weniger wahrscheinliche Ursachen, welche die Abweichungen meiner Hygrometer von einander können veranlassen haben. Kann ich also nicht mit Grunde hoffen, daß diese Maschine schon, bey dem zweyten Schritte an Vollkommenheit gewinnen, und durch längere Beobachtungen endlich den hinreichenden Grad der Genauigkeit erhalten werde.

Es zeigen sich zwar hiebey Schwierigkeiten; aber haben wir nicht Aufforderung genug, ihnen entgegen zu arbeiten? Die Luft, die wir einathmen, und die uns umgiebt, die Plätze, die wir bewohnen, und deren wir uns zu Aufbewahrung und Erhaltung so vieler zu unserm Gebrauch bestimelter Materien bedienen, sind alle mehr oder weniger mit dieser verschiedentlich modificirten Wesen, das ich Humor nenne, erfüllt, erleiden alle die so mannigfaltigen Einwirkungen desselben, die nicht nur mit Recht unsere Wißbegierde beschäftigen, sondern auch zu unserm Nutzen angewendet werden können, vorzüglich aber unsere Gesundheit betreffen. So wichtig ist es für die Naturlehre überhaupt, für die Oekonomie, und für die Arzneykunde insbesondere, ein sicheres

Maas

Maas für die verschiedne Beschaffenheit und jedermahlige Stärke dieser Substanz zu haben, und also ihre Wirkungen vorherzusehen, die wir jetzt oft alsdann erst kennen, wenn sie erfolgt sind. Eben so wichtig ist es auch vielleicht, die Natur dieser Substanz, und die verschiednen Arten ihrer Wirkungen kennen zu lernen, damit man sich in Untersuchungen gewisser Begebenheiten da, wo die Beobachtungen aufhören, mit Vernunftschlüssen helfen könne. So mannigfaltig wird der Nutzen eines genauen Hygrometers seyn, und so viel neue Wege kann uns dasselbe in der Untersuchung der Natur eröffnen. Aber dieß wird vielleicht das Werk, nicht eines einzigen, sondern mehrerer Menschenalter seyn.

### Einige mit Hülfe des Hygrometers beobachtete Phänomene des Humors.

75. Obgleich meine ersten Schritte in dieser ganz neuen Laufbahn noch unsicher sind, so muß ich doch von ihnen Rechenenschaft ablegen: man wird daraus wenigstens einige Begriffe von dem Gange meines Werkzeugs und von der Natur der Feuchtigkeit erlangen.

Der erste Versuch, den ich in dieser Art anstellte, betraf einen Gegenstand, um dessen willen ich vornehmlich ein Hygrometer gewünscht hatte. Ich habe in meinem Werke über die Veränderungen der Atmosphäre \*) mein System über

die Dünste vorgetragen. Es war eine Folge aus demselben, deren Wahrheit ich zu prüfen wünschte, daß die Vermehrung der Wärme, die man allezeit bey Annäherung des Regens wahrnimmt, einem Ueberflusse der Dünste zuzuschreiben sey, daß hingegen die geringere Wärme in den obern Gegenden der Atmosphäre größtentheils von dem Mangel der Dünste herrühre.

76. Diese letztere Folge hatte ich auf eine Beobachtung gegründet, die sich mir zufälliger Weise im Monat September 1770, auf einem Berge in Faucigny 1560 Toisen über der Meeresfläche darbott \*). Ein eiserner Ring, der das äußerste Ende eines zerspaltenen Stocks zusammenhalten sollte, und der in dem flachen Lande bey heiterem Himmel mit dem Hammer fest aufgetrieben war, trennte sich auf dem Gipfel des Berges freywillig ab, da das Thermometer an der Sonne auf 3 Grad über Null, unten in der Pläne aber auf 18 stand. Diese Erscheinung, nebst einigen andern, die ich zu gleicher Zeit wahrnahm, bestärkte mich in dem Gedanken, daß die geringere Wärme der obern Gegenden der Atmosphäre zum Theil von dem geringern Grade ihrer Feuchtigkeit herrühre.

77. In dieser Absicht war es mir sehr angelegen, den Unterschied der Feuchtigkeit verschiedener Schichten der Atmosphäre genau zu kennen.

\*) s. Untersuchungen über die Atmosphäre. Th. II. S. 932.

nen. Dies war also die erste Beobachtung, an die ich dachte, sobald ich den Werkzeugen in dem Futterale meines Barometers noch ein Hygrometer beygefügt hatte. Ich unternahm es also, den Buet (dies ist der Name des Berges) zum zweytenmale zu besteigen. Meine Begleiter waren Herr Dentan, ein sehr geschickter junger Naturforscher, und mein Bruder, der mich bey allen meinen schweren Unternehmungen begleitet hat, und auch von der vorigen Beobachtung, die ich jetzt genauer prüfen wollte, ein Zeuge gewesen war.

78. Bey unserer Abreise am 29. Aug 1772 stand in meinem Zimmer das Hygrometer auf 86, das Barometer auf 27 Zoll 1 Lin. Wir versprachen uns heitere Witterung, welche in unsern Gegenden selten auszubleiben pflegt, wenn das Barometer zu Genf über 27 Zoll steht. Aber kaum hatten wir die Reise angetreten, als wir eine drückende Sonnenhitze verspürten, die man sonst in dieser Jahreszeit kaum erwartet. Ich vermuthete sogleich, daß das Barometer fallen werde, und wir fanden es in der That auf unserm Wege überall tiefer, als wir es sonst an eben denselben Orten bey heiterem Himmel gefunden hatten. Inzwischen blieb doch der Himmel hell, und war es auch noch am folgenden Tage, an welchem wir um zwey Uhr des Nachmittags den Berg zu besteigen anfingen, um die Nacht auf den höchsten Scheitern desselben zubringen, und

am folgenden Tage desto eher den Gipfel erreichen zu können.

79. Ehe wir von Sixt, einer am Fuße des Berges gelegnen Abtey ausgiengen, fand ich das Hygrometer an der freyen Luft, aber im Schatten, auf 94; das Thermometer im Schatten auf 19, an der Sonne auf 24 Grad. Um 5 Uhr kamen wir an einen Ort, ohngefehr 300 Toisen über der Abtey, der rings umher mit Bergen umgeben ist, und daher den Namen les Fonds erhalten hat. Hier beobachteten wir Thermometer und Hygrometer; das erste stand an der Sonne auf  $15\frac{1}{4}$ , das letztere stieg im Schatten auf 96. Eben so beobachteten wir beyde Werkzeuge um halb sieben Uhr an einem ziemlich freyen Orte, etwa 160 Toisen über dem vorigen, und fanden das Thermometer auf 15, das Hygrometer auf 106. In die Hütten, wo wir übernachten wollten, kamen wir erst um drey Viertel auf neun Uhr, ob sie gleich nur etwa 30 Toisen über den vorigen Standpunkt erhaben sind. Je höher wir stiegen, desto heiterer schien der Himmel, und ohverachtet der gewöhnlichen Vermehrung der Feuchtigkeit in der Luft nach Sonnensuntergang, welche sonst auch bey dem schönsten Wetter erfolgte, stand doch um  $10\frac{1}{4}$  Uhr des Abends, außer der Hütte, das Hygrometer auf 123, woben das Thermometer  $13\frac{3}{4}$  Grad zeigte. Beyde fielen die Nacht über, und als wir am Morgen aufbrachen, ward das erste von uns auf 109, das letztere auf 12 Grad gefunden.

80. Bey

80. Bey den letztern beyden Beobachtungen hatte das Hygrometer lange an freyer Luft gestanden, und also Zeit genug gehabt, sich vollkommen nach dem Grade der Feuchtigkeit, der daselbst herrschte, zu stellen; aber diese Zeit fehlte uns gerade bey den wichtigsten Beobachtungen, die ich am genauesten anzustellen gewünscht hätte. Das Hygrometer war in dem Futteral meines Barometers verschlossen; ich hätte also dieses so lang offen halten müssen, bis sich das Werkzeug nach dem Zustande der Luft hätte bequemem können: und doch konnte ich nicht viel Zeit auf diese Beobachtungen verwenden.

81. Die erste machten wir früh um 9 Uhr, ohngefehr 1000 Toisen über der Pläne. Der Himmel über uns schien heiter, die Pläne aber ward von Dünsten verdeckt: das Thermometer stand an der Sonne auf  $13\frac{3}{4}$ , das Hygrometer im Schatten stieg auf 115.

82. Erst um zwey Uhr des Nachmittags erstiegen wir den Gipfel dieses Bergs, der stets mit einer ungeheuren Menge von Schnee und Eis bedeckt bleibt. Wir empfanden daselbst einen sehr starken Südwind, und obgleich dieser in unsern Plänen der wärmste Wind ist, und wir eben fast die wärmste Tagesstunde hatten, so stand doch das Thermometer an der Sonne nur auf 6 Grad. Die Heftigkeit des Windes, und noch mehr diese Temperatur, welche für unsere leichtgeleidete und vom Steigen erhitzte Körper sehr unbequem war, trieben uns nach einer Viertelstunde von diesem Gipfel wieder

wieder herab. Während dieser Zeit war das Hygrometer nur bis 119 gestiegen, aber wir konnten schließen, daß es noch nicht den Punkt seines Stillstehens erreicht habe.

83. In diesem kurzen Zeitraume beobachteten wir noch eine neue Wirkung der Trockenheit der Luft, die uns alle drey sehr in Verwunderung setzte. Unsere Haut war schlaff und bleich geworden, und dem Ansehen und Gefühl nach einer trocknen und runzlichten Blase ähnlich. Dem noch hatten wir keine weitere unangenehme Empfindung, als die, welche Wind und Kälte verursachen: das Athemziehen der Lungen, und alle Bewegungen unsers Körpers giengen mit völliger Freyheit von statten, obgleich das Barometer nicht höher, als auf 19 Zoll,  $6\frac{1}{2}$  Lin. stand.

84. Wir verließen den Gipfel um  $2\frac{1}{4}$  Uhr, um uns hinter den Felsen, etwa 50 Toisen tiefer vor dem Winde zu schützen. An diesem Orte blieben wir etwa eine Stunde lang: das Hygrometer stieg an der freyen Luft, aber stets im Schattten, nach und nach bis 132 $\frac{1}{2}$ , und würde vermuthlich noch höher gestiegen seyn, wenn uns nicht die Nothwendigkeit gezwungen hätte, diese Gegenden, wo sich schon Wolken zu bilden anfangen, zu verlassen, um unsere Hütten noch vor dem Einbruche der Nacht, zu erreichen. Und noch hatten wir zu spät an unsere Rückkehr gedacht; denn auf einmal überfiel uns Nacht, Ungewitter und Regen noch in einer ziemlichen Entfernung von unserm Nachtlager, und wir würden, unserer Führer

Führer ohngeachtet, in die größte Gefahr gerathen seyn, wenn uns nicht der Beystand zweyer Weiber gerettet hätte, deren menschenfreundliche Gesinnung die größten Lobsprüche verdient. Dieß waren unsere Wirthinnen, die durch unsern Ruf die Gefahr, in der wir schwebten, vernommen hatten. Sie kamen an den Fuß der Felsen, auf denen wir in der Finsterniß über den Abgründen herumirrten, zündeten daselbst, ohnerachtet des Sturms, und der Mühe, die es ihnen kostete, auf diesen Höhen Holz zu bekommen, ein großes Feuer an, das sie bald mit großer Mühe unterhielten, bald aber mit Feuerbränden auf uns zukamen, so weit es nur Sturm und Regen zuließ. So suchten sie uns mit der ungezwungensten Sorgfalt und Theilnehmung den Weg, den wir nehmen sollten, zu bezeichnen. Unterstützt durch die aufmunternde Herzhaftigkeit dieser Weiber, geleitet durch den Schein ihres Feuers, und die Anweisungen, die sie uns durch ihr Zurufen gaben, erreichten wir endlich ihre Hütten, weit lebhafter von der menschenfreundlichen Gefälligkeit dieser guten Leute, als von unserer eignen Gefahr und Beschwerde gerührt.

85. Der Sturm hielt an bis weit in die Nacht, mit unaufhörlichem Regen begleitet; in zwischen stand doch das Hygrometer am andern Morgen außer der Hütte auf 105, das Thermometer auf 10. Da wir nicht wissen konnten, wie lang der Regen dauern würde, so fiengen wir früh um 8 Uhr an, weiter herabzusteigen: der Regen

Negen hörte den ganzen Vormittag nicht auf, und war zuweilen mit Hagel vermischt. Es regnete noch gegen Mittag, als wir in die Abtey zurückkamen; inzwischen stand das Hygrometer auf 99, d. i. 5 Grad höher, als es bey unserer Abreise gestanden hatte; das Barometer, welches einige Tage daher gefallen war, fieng wiederum an zu steigen; und das Thermometer stand auf 14 Grad.

86. Zu Sixt erfuhren wir, es sey daselbst zu eben der Zeit eine ungemeyne Wärme gewesen, als wir der Kälte wegen den Gipfel des Berges hatten verlassen müssen, und der Sturm habe die ganze Nacht mit großer Heftigkeit angehalten. Wie wir zween Tage darauf zu Genf vernahmen, hatte sich das Ungewitter über die ganze Pläne erstreckt, und nach den inzwischen zu Genf angestellten Beobachtungen hatte ein gegen Norden aufgestelltes und also vor der Sonne bedecktes Thermometer zu eben der Zeit  $23\frac{1}{2}$  Grad gezeigt, da das unfrige auf dem Berge, an voller Sonne, nur auf 6 Grad gestanden hatte.

87. Da ich hier nur den besondern Zweck der vorhergehenden Beobachtungen angezeigt, nicht aber mein ganzes System über die Dünste erklärt habe, so will ich mich auch nicht bey den Folgen aufhalten, die ich aus ihnen zum Vortheile dieses Systems ziehen könnte. Ueberdies sind auch die Beobachtungen zu unvollkommen, und ihre Anzahl zu gering, als daß man etwas daraus folgern könnte: ich habe sie also nur darum angeführt, damit

damit man sich einen Begriff sowohl vom Gange des Hygrometers, als auch von den Untersuchungen machen könne, die sich damit anstellen lassen, und in eben dieser Absicht will ich auch noch Beobachtungen einer andern Art beyfügen.

88. Ich vermuthete aus einigen zufälligen Bemerkungen, daß die unmittelbare Wirkung der Sonne in meinen Hygrometern eine Trockneheit verursache, die nicht gänzlich dem Zustande der Luft in Absicht auf ihre Feuchtigkeit könne zugeschrieben werden, die vielmehr zum Theil von einer besondern Eigenschaft der Sonnenstrahlen herrühre, die wir in vielen Körpern Wirkungen hervorbringen sehen, welche man nach den gewöhnlichen Gesetzen der Wärme nicht erklären kann. Diese erste Bemerkung hatte mich veranlaßt, das Hygrometer auf meiner Bergreise, wie ich ausdrücklich angemerkt habe, stets im Schatten zu beobachten; nach meiner Rückkehr aber ward ich begierig genauer zu wissen, ob meine Vermuthung einigen Grund habe.

89. Der erste Plan zu dieser Untersuchung war, zwey Hygrometer zugleich, das eine an der Sonne, das andre im Schatten zu beobachten, doch beyde sehr nahe bey einander, und freystehend, damit sie von einerley Luft umgeben wären. Die Landluft schien mir dazu weit schicklicher, als die Stadtluft, und ich dachte also zugleich die Veränderungen des Humors in der freyen Luft einen ganzen Tag über zu beobachten. Es giebt ohne Zweifel in dieser Absicht viel Verschiedens

chiedenheit; ich ziehe daher aus diesen Beobachtungen keine andern Schlüsse, als auf den Zustand der freyen Luft an dem bestimmten Tage und Orte.

90. Ich stellte sie am 13. Sept. 1772 in einem Garten an, der an der Westseite unsers Sees liegt, und von demselben nur durch einen andern Garten und durch einige Gebäude getrennt ist. Ich stellte daselbst zwey von meinen Hygrometern vollkommen frey auf: denn an dem einen befand sich nichts weiter, als eine an die Röhre befestigte Scale, und das andere stand an einem Brete, das längst des elfenbeinernen Cylinders sehr weit ausgeschnitten war. Sie waren  $4\frac{1}{2}$  Schuh über der Erde, und einen Schuh weit von einander aufgehangen. Das Hygrometer ohne Bret ward durch eine Pappe, die etwa einen Schuh breit war, und einen Schuh weit abstand, vor der Sonne beschützt. Jedes Hygrometer hatte ein Thermometer mit freystehender Kugel bey sich. Wie nöthig dieß Isoliren der Kugel sey, um die Wärme der freyen Luft zu beobachten, habe ich in meinem Werke über die Atmosphäre\*) gezeigt.

91. Am Abend vor der Beobachtung stand in meinem Zimmer das eine Hygrometer auf 93, das andere auf  $96\frac{1}{2}$ . Diesen Unterschied zu berichtigen, nehme ich an, er bleibe der Höhe proportional, und werde zu der Höhe des Hygrometers, welches am niedrigsten steht, allezeit  $\frac{1}{27}$  addiren, damit nur derjenige Unterschied übrig bleibe, den

\*) Th. II. Abth. 4. Cap. 2.

die verschiedene Einwirkung des Humors in beyde Werkzeuge verursacht. Dieses niedriger stehende Hygrometer beobachtete ich ohne Bret im Schatten: es war ebendasselbe, das ich auf den Bergen bey Sixt beobachtet hatte. Ich hieng beyde in dem erwähnten Garten früh um 6 Uhr auf: die Pflanzen waren mit Thau bedeckt, und die Sonne wollte eben aufgehen, konnte aber wegen einiger Gebäude gegen Morgen diesen Theil des Gartens nicht sogleich bescheinen. Sobald sie an die Luft kamen, fielen sie schnell, doch dasjenige am schnellsten, das ohne Bret war: sie fuhren auch beyde fort, zu fallen, als die Sonne im Garten erschien. Man wird ihr und der zugehörigen Thermometer Verhalten während 19 Stunden, aus folgender Tafel ersehen. Die Angaben sind wegen der Wirkung der Wärme auf das Quecksilber nach den Anzeigen der zugehörigen Thermometer berichtigt (24.): und geben also bloß die Wirkung des Humors an.

Tafel über die Beobachtungen zweyer Hygrometer, des einen im Schatten, des andern an der Sonne, nebst den zugehörigen Thermometern, am 13. Sept. 1772.

	Stun- de.	Therm. im Schat- ten.	Hygr. im Schat- ten.	Hygr. an der Sonne.	Therm. an der Sonne.
Das Barom. auf 27 Zoll 1 Lin. Die Sonne scheint noch nicht in den Garten " " 7	7	8	29	36 $\frac{1}{2}$	8
Die Sonne scheint seit einer Viertelstunde auf Sygra Therm.	7 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{3}{4}$	36 $\frac{1}{2}$	66 $\frac{1}{2}$	12
	8	12 $\frac{1}{4}$	43 $\frac{1}{2}$	82	12 $\frac{1}{2}$
	9	13	67	102	13 $\frac{1}{2}$
	10	14 $\frac{1}{2}$	76 $\frac{1}{2}$	109	15 $\frac{1}{2}$
	11	15	87 $\frac{1}{2}$	116	16 $\frac{3}{4}$
	12	15 $\frac{1}{2}$	96 $\frac{1}{2}$	120 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{1}{4}$
Verdichtete Dün- ste in der Luft schwächen die Wir- kung der Sonne	1	16 $\frac{3}{4}$	103	126	18
	2	16 $\frac{3}{4}$	103	125	17 $\frac{3}{4}$
Das Barom. auf 27 Zoll. Es er- hebt sich ein Süd- wind. " " 3	3	16 $\frac{3}{4}$	102 $\frac{1}{2}$	123	17 $\frac{1}{4}$
Es entstehen Wolken " 4	4	15 $\frac{3}{4}$	107	133	16

Die

	Stun- de.	Therm. im Schat- ten.	Hygr. im Schat- ten.	Hygr. an der Sonne.	Therm. an der Sonne.
Die Wolken ziehen sich zusam- men, und verber- gen die Sonne	5	13 $\frac{1}{4}$	88 $\frac{1}{2}$	106	13 $\frac{3}{4}$
Die Sonne ist untergegangen, u. der Himmel ganz bedeckt " " 6	6	12	64 $\frac{1}{2}$	81	12
Das Barom. auf 26 Zoll 1 Lin. " 7	7	11 $\frac{1}{4}$	50	65	11 $\frac{1}{4}$
	8	11	37	50	11
Die Wolken zer- theilen sich, und es fängt an, auf die Pflanzen zu thauen " " 9	9	10 $\frac{3}{4}$	31	41	10 $\frac{3}{4}$
	10	10 $\frac{1}{2}$	24	35	10 $\frac{1}{2}$
	11	10	20 $\frac{1}{2}$	26 $\frac{1}{2}$	10
Die Wolken ha- ben sich wieder zu- sammenggezogen	12	10 $\frac{1}{2}$	24 $\frac{1}{2}$	28 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{2}$
	1	11 $\frac{1}{4}$	23	27	11 $\frac{1}{4}$
Es fängt an zu regnen " " 2	2	11 $\frac{1}{2}$	27	32	11 $\frac{1}{2}$

92. Der erste merkwürdige Umstand bey diesen Beobachtungen ist die Verschiedenheit in dem Fallen der beyden Hygrometer, die sich äußerte, sobald sie der Luft ausgesetzt waren, und noch ehe die Sonne den Garten beschien. Sie fielen

sien beyde schnell, aber das eine blieb doch im Vergleich mit dem andern um  $7\frac{1}{2}$  Grad zurück. Eine Ursache dieser Ungleichheit ist wahrscheinlich in den Werkzeugen selbst zu suchen, und besteht in einer ungleichen Empfindlichkeit gegen die Einwirkungen des Humors. Man findet einen ähnlichen Unterschied an Thermometern, die, selbst wenn sie gleiche Volumina von flüssiger Materie enthalten; dennoch mehr oder weniger empfindlich gegen die Einwirkungen der Wärme sind, d. h. den Grad der Wärme, in der sie sich befinden, schneller oder langsamer, nach der verschiednen Dicke oder Beschaffenheit des Glases ihrer Kugel, annehmen. Eben so kann die verschiedne Dicke oder Porosität des Elfenbeins bey meinen Beobachtungen auf den Gang meiner Hygrometer gewirkt haben (66 und 69).

93. Aber diese Verschiedenheit der elfenbeinernen Cylinder muß einen weit größern Unterschied in der Empfindlichkeit der Hygrometer verursachen, als die Verschiedenheit der Glaskugeln bey den Thermometern thut. Der Humor dringt durch das Elfenbein mit weit mehrerer Schwierigkeit, als die Wärme durch das Glas; also muß auch die Vergrößerung dieser Schwierigkeit das Eindringen des Humors weit mehr aufhalten, als das Eindringen der Wärme, und der Unterschied der Empfindlichkeit muß daher bey den Hygrometern weit schwerer, als bey den Thermometern zu vermeiden seyn.

Dieses

Dieses langsame Eindringen des Humors in die Körper scheint einen dünnern Cylinder für das Hygrometer zu erfordern, wenn das Werkzeug empfindlicher werden soll. Ich hatte dies vorausgesehen, ehe mich es die Erfahrung lehrte; aber ich befürchtete, noch mehr Fehler dadurch zu veranlassen, als ich zu vermeiden suchte, weil ich einen zu starken Druck des Quecksilbers gegen so dünne Wände besorgte. Man kann es allemal noch versuchen. Aber ich glaube, daß man zu Beobachtungen, die nothwendig sehr empfindliche Werkzeuge erfordern, kleine Hygrometer werde machen können, deren Cylinder weniger Quecksilber enthält, und also demselben, auch bey einer geringern Stärke der Wände, dennoch hinlänglichen Widerstand thut, (vielleicht kann man gar Cylinder von sehr dünnem Federkiel gebrauchen). Noch weiß ich nicht, ob man diese Hygrometer für sich selbst werde graduiren können, oder ob man sich dabey der Vergleichung mit denen, deren Abmessungen ich beschrieben habe, werde bedienen müssen. Alles dieß wird die Erfahrung lehren.

94. Die Verschiedenheit, die sich zwischen der Wärme und dem zerstreuten Humor in Absicht auf ihre Fähigkeit, sich auszubreiten, findet, verursacht noch in andrer Rücksicht eine Verschiedenheit im Gange des Thermometers und Hygrometers. Die Wärme setzt sich schneller und genauer ins Gleichgewicht, als der Humor. Zwey gute Thermometer, an einem Orte, an welchem

welchem sich die Wärme nicht sehr schnell verändert, neben einander gesetzt, stimmen allezeit überein. Hygrometer hingegen stimmen selten überein, d. i. sie behalten selten einerley Verhältniß unter einander, so gering auch die Veränderungen des Humors sind: ihr Unterschied nimmt bald zu, bald ab, und dieß läßt sich von nichts anderm, als von einer Verschiedenheit in der Ursache ihrer Bewegungen selbst, herleiten.

95. Von der Art und Weise, wie sich der unsichtbare Humor vertheilet, können wir uns den besten Begriff aus der Vertheilung der sichtbaren Dünste machen. Wir sehen, wie diese sich trennen, wieder sammeln, gewisse Orte verlassen, in andere übergehen, kurz, wie sie allen Bewegungen der Luft nachgeben. Die eigne Bewegung ihrer Theilchen, die ich als die Ursache ihrer Elasticität\*) ansehe, ist nicht schnell genug, und sie selbst sind zu dick, als daß sie allezeit die entgegengesetzten Bewegungen der Luft überwinden könnten. Dieß macht wohl den Hauptunterschied der Dünste und des Feuers aus, in Absicht auf ihre Fähigkeit, sich in der bewegten Luft ins Gleichgewicht zu setzen. Der Luftzug in geheizten Orten befreyt die Zimmer vom Rauch, und verhindert doch die Ausbreitung der Wärme in denselben nur wenig.

96. Nun

\*) Meine Hypothese hierüber findet sich in meinem Werke über die Atmosphäre, Th. I. S. 286, Th. II. S. 970. 1006.

96. Nun sind zwar die unsichtbaren Dünste weit dünner, als die sichtbaren, und daher fähiger, sich in der Luft ins Gleichgewicht zu setzen: allein sie kommen darinnen bey weitem der Wärme nicht gleich. Ich kann daher einen Theil des beobachteten Unterschieds meiner Hygrometer, der sich sogar schon vor Aufgang der Sonne fand, der ungleichen Vertheilung des Humors zuschreiben, obgleich beyde Werkzeuge nur einen Schuh weit von einander standen, und sich kein fester Körper zwischen ihnen befand.

97. Den großen Unterschied meiner Hygrometer aber, zu der Zeit, da das eine der Sonne ausgesetzt, das andere im Schatten war, kann ich nicht dieser Ursache allein zuschreiben. Die unmittelbare Wirkung der Sonnenstrahlen, oder der Lichtwärme bringt mancherley Erscheinungen hervor, die sich gar nicht nach den Gesetzen richten, nach welchen die dunkle Wärme wirkt, und wenn ich über diesen besondern Gegenstand ohne weitläufigere Versuche eine Muthmaßung wagen darf, so glaube ich, daß der Stoß der Sonnenstrahlen eine stärkere Ausdünstung verursachen müsse, als die Wärme ohne Licht, wenn sich gleich bey beyden das Thermometer auf einerley Grad erhält. Dem sey aber, wie ihm wolle, so sehn wir doch aus unsern Erfahrungen, daß in einer Luftschicht von einem Schuh Breite, in welche die Sonnenstrahlen nicht unmittelbar wirkten, die Wirkung des Humors auf das Hygrometer (um 4 Uhr) um 26. Grad größer war,

als in den umliegenden, obgleich die Wärme am Thermometer nur um  $\frac{1}{2}$  Grad geringer war. Wir können schon hieraus sehen, wie viele dem Scheine nach geringe Ursachen, dennoch eine sehr merkliche Verschiedenheit in der Vertheilung des zerstreuten Humors veranlassen können.

98. Man kann von diesen Beobachtungen noch auf eine andere Art Gebrauch machen, und sie mit denen auf den Bergen von Sixt vergleichen, um desto besser von der Verhältniß der Grade der Feuchtigkeit in den obern und untern Theilen der Atmosphäre urtheilen zu können. Auf dem Gipfel des Buët stieg mein Hygrometer im Schatten auf  $132\frac{1}{2}$ , und war noch nicht auf den Punkt seines Stillstandes gekommen: dieß ist ohngefähr eben der größte Grad der Trockenheit, den das der Sonne ausgesetzte Hygrometer im Garten erreichte. Indessen stand doch eben das selbe Hygrometer, das ich auf dem Berge beobachtet hatte, zu eben dieser Zeit, im Garten und gleichfalls im Schatten, wirklich nur auf 103, (obgleich in der Tafel (91.) dafür 107 angegeben ist.)

99. Aber noch weit größer ist der Unterschied zwischen den Beobachtungen auf den Bergen bey Sixt und meinen letztern, nach Sonnenuntergang gewesen. Am 30. August beobachtete ich mein Hygrometer außer der Hütte auf dem Berge auf  $10\frac{1}{2}$  Uhr, und fand es auf 123 (79.); am 13. Sept. darauf stand es in der Pläne um 9 Uhr nur auf 31, und um 10 Uhr auf 24; bey

beiden

beiden Beobachtungen wehete der Südwind, und die absolute Barometerhöhe war beynähe die nemliche.

100. Zwar können, der Gleichheit so vieler Umstände ohngeachtet, diese Beobachtungen doch nicht unmittelbar verglichen werden, weil sich doch noch in andern Umständen viele Verschiedenheit findet. Fürs erste kann ein Unterschied von 14 Tagen in dieser Jahreszeit schon eine merkliche Veränderung im Zustande der Luft hervorbringen: die Wärme z. B. war schon merklich verschieden; sie war  $13\frac{1}{2}$  bey der Beobachtung auf dem Berge, und nur 10 bey der in der Pläne. Ueberdies findet sich allezeit in dieser Stunde der Nacht ein wesentlicher Unterschied zwischen den obern und untern Theilen der Atmosphäre. Denn wenn sie auch den Tag über einerley Grad der Feuchtigkeit gehabt hätten, so müssen doch die Dünste, wenn sie sich nach Sonnenuntergang verdichten, und in eine Art von Thau verwandeln, herabsinken und schon darum in den untern Theilen der Atmosphäre häufiger, als in den obern werden. Hierzu kommt, daß mein Hygrometer, ob es gleich an beiden Orten der freyen Luft ausgesetzt ward, dennoch auf dem Berge nicht so frey, als in der Pläne, war, weil ich es an das Futteral meines Barometers befestiget hatte. Inzwischen ist der Unterschied, den ich beobachtet habe, so groß, daß ich aller dieser besondern Ursachen ohngeachtet, dennoch die vermuthete allgemeine darinn

zu finden glaube, daß nemlich die Feuchtigkeit in den obern Theilen der Atmosphäre geringer, als in den untern ist.

101. Auch scheint mir die Beobachtung vom 13. Sept. einiges Licht über die Erscheinungen des Thaues zu verbreiten. Man weiß, daß es bey trübem Himmel wenig oder gar nicht thautet, und man hat zugleich bemerkt, daß sich die Luft nach Sonnenuntergang an trübem Tagen nicht so sehr abkühlet. Die Ursache davon scheint mir folgende zu seyn. Wenn sich bey Sonnenuntergang keine Wolken in der Luft befinden, oder sehr zerstreut sind, so vertheilt sich die Wärme der untern Luft, und die, so aus der Erde aufsteigt, in die obern Gegenden; alsdann verdichten sich die in der Luft verbreiteten Dünste, und fallen als ein Thau herab. Hängen aber die Wolken zusammen, und trennen also die untere Luft von der obern, so wird diese Vertheilung der Wärme gehindert, und die Dünste bleiben hangen. Wird der Himmel einige Zeit nach Sonnenuntergange trüb, nachdem die Wärme in der untern Luft schon merklich abgenommen hat, so nimmt sie von neuem zu, weil sich nun diejenige, so immerfort aus der Erde aufsteiget, unten anhäuft. Dieß bestätigt sich aus meinen Beobachtungen. Da sich um 10 Uhr die Wolken zertheilten, so thaute es, und das Hygrometer fiel bis um 11 Uhr merklich; da sie sich aber nachher wieder sammelten, so nahm die Wärme zu, und die Feuchtigkeitszeit merklich ab.

102. Ich nehme hier an, daß der Thau gemeinlich und am häufigsten aus der Luft, nicht, wie einige Naturforscher geglaubt haben, aus der Erde komme. Ich würde aus zahlreichen Erfahrungen Beweise dafür anführen können, wenn die Sache nicht in der vortrefflichen Schrift des Herrn Professor Le Roy über das Aufsteigen und Schweben des Wassers in der Luft \*) hinlänglich erwiesen wäre. Die Erscheinungen des Thaues verdienen mit Hilfe des Hygrometers untersucht zu werden, und man muß damit die so sinnreich ausgedachten und angestellten Versuche des Verfassers dieser Schrift über den Grad der Sättigung der Luft mit dem Wasser verbinden. Wenn dieser Theil der Naturlehre einmal, wie ich hoffe, aufgeklärt wird, so wird er diesem vortrefflichen Naturforscher viel zu danken haben.

103. Ich will nur noch eine einzige von den Beobachtungen anführen, die ich schon mit meinem Werkzeuge angestellt habe. Sie steht mit den Gründen in Verbindung, nach welchen es verfertigt ist, — schon dieß ist Ursache genug, sie nicht zu übergehen; sie geht aber auch die Arzneykunst an, welche in Rücksicht auf unsere Gesundheit die Wirkungen der verschiedenen Wärme des Wassers auf unsern Körper untersucht. Das  
Eisens

\*) *Mémoire sur l'elevation et la suspension de l'eau dans l'air. Mém. de l'Acad. des Sc. à Paris. Ann. 1751.*

Elfenbein ist eine Substanz aus dem Thierreiche, und also können die Wirkungen des Wassers von verschiedner Wärme auf dasselbe die Kenntniß seiner Wirkungen auf unsern Körper befördern.

104. Die Null meines Hygrometers ist, wie ich schon oben (44.) gesagt habe, die größte Feuchtigkeit bey der Temperatur des schmelzenden Eises. Ich wollte nun wissen, was für ein Unterschied sich in diesem Punkte finden würde, wenn ich das Hygrometer in wärmeres Wasser senkte. Ich machte den Versuch, und will den Erfolg desselben angeben.

105. Ich versetzte eines meiner Hygrometer auf einmal aus dem schmelzenden Eise in Wasser, das bis auf den 45sten Grad erwärmt war. Es fiel sehr schnell um 4 Grad unter den Faden, womit seine Höhe im Eise bemerkt war, stieg aber auch bald wieder, und kam in 4 Minuten auf  $8\frac{1}{2}$  Grad über diesen Faden. Wenn ich von dieser Höhe  $22\frac{1}{2}$  Grad wegen der Ausdehnung des Quecksilbers (48.) abziehe, so bleibt — 14 übrig. Also fiel das Hygrometer in dem auf 45 Grad des Thermometers erwärmten Wasser wirklich auf 14 Grad unter Null.

106. In einer halben Stunde kam das Wasser auf 38 Grad, und das Hygrometer auf  $6\frac{1}{2}$ , d. i.  $6\frac{1}{2} - \frac{38}{2} = - 12\frac{1}{2}$ . Der eigentliche Grad der Feuchtigkeit, den das Hygrometer angab, war also  $12\frac{1}{2}$  unter der Null. Endlich, da das Wasser nur noch 28 Grad Wärme

Wärme hatte, stand das Hygrometer auf  $3 - \frac{28}{2} = - 11$ . Hier mußte ich den Versuch abbrechen, habe ihn auch, aus Mangel der Zeit, nie wieder vornehmen können. Allein schon das bisherige kann uns lehren, daß das Wasser das Elfenbein desto stärker ausdehne, je wärmer es ist (obgleich das Quecksilber im Hygrometer bald wieder steigt, wenn es einige Augenblicke gefallen ist) woraus man, wie ich glaube, die allgemeine Folge ziehen kann, die ich schon voraus gesehen habe, daß bey gleicher Menge des wirksamen Humors, die Theilchen des durchdrungenen Körpers desto weiter auseinander getrieben werden, je wärmer der Humor ist.

107. Ich sage mit Fleiß: bey gleicher Menge des wirksamen Humors, und dies ist einer von den Gegenständen, über die wir wahrscheinlich Weise die nützlichsten Aufklärungen erwarten können, wenn sie den Geist und die Aufmerksamkeit der Naturforscher beschäftigen werden. Mein angeführter Versuch beweiset, daß das Wasser den Cylinder des Hygrometers desto mehr erweiteret, je wärmer es ist; ich kann nicht zweifeln, daß es mit dem zerstreuten Humor eben diese Bewandniß habe. Ueberdies ist die Ausdünstung gewiß im Sommer stärker, als im Winter, und es müssen also im Sommer mehr Dünste, als im Winter, mit der Luft vermischet seyn. Es vereinigen sich also im Sommer die beyden Umstände, die am geschicktesten sind, das Hygrometer fallen zu machen, mehr Feuchtigkeit

tigkeit in der Luft, und größere Wärme; denn noch habe ich die Erfahrung, daß die mittlere Höhe des Hygrometers im Sommer größer, als in den übrigen Jahreszeiten sey. Ich fand mein erstes Hygrometer, das ich im Winter gemacht hatte, im Sommer zu kurz; seitdem wir Herbst haben, würde seine Länge hinreichend gewesen seyn, und die mittlere Höhe der vier übrigen ist jetzt (zu Anfang des Novembers) schon 17 Grad kleiner, als sie in den Monaten August und September war.

108. Ich hoffe, man werde diesen Widerspruch erklären, und aus den dabey gebrauchten Sätzen viele gute Folgen ziehen können. Die Naturforscher, welche die Ausdünstung als eine Auflösung des Wassers in der Luft, als in einem Menstruum, ansehen, und aus der Affinität erklären, werden leicht von einem Theile dieser Erscheinungen aus ihren Grundsätzen Rechenchaft ablegen können. Die Auflösungen gehen besser vorstatten, wenn die Auflösungsmittel wärmer sind; folglich muß auch die Luft im Sommer mehr Wasser aufgelöst erhalten, und weniger davon niederfallen lassen. Ich muß gestehen, daß dieß System viel empfehlendes hat; und daß sich sehr viele Erscheinungen ungemein glücklich daraus erklären lassen, wie Herr Le Roy in der vorhin angeführten Schrift zeigt, wo er zwar nicht behauptet, daß die Luft wirklich ein Auflösungsmittel für das Wasser sey, aber doch durch eine sehr wohl ausgeführte Parallele zeigt, daß man sich mit den chymischen Ausdrücken und Vorstellungen von der Auflösung

Auflösung helfen könne, wenn man alle die von ihm untersuchten Erscheinungen des Aufsteigens und Schwebens des Wassers in der Luft, und seines Herabfallens unter verschiedenen Gestalten, beschreiben wolle.

109. Wenn es nicht allzugewöhnlich wäre, von Worten auf Sachen überzugehen, so würde ich in der That die chymischen Ausdrücke zur Beschreibung vieler von diesen Erscheinungen sehr bequem finden. Aber ich habe sie hier aus der angeführten Ursache vermieden, weil ich, wenn ich noch mehrere Erscheinungen dazu nehme, sowohl die Ausdrücke selbst, als auch den allgemeinen Begriff der Auflösung des Wassers in der Luft nicht mehr treffend finde. Gründe dazu habe ich in meinem größern Werke\*) angegeben, und will hier nur das einzige wiederholen, daß nach meiner Meynung die Modificationen der Feuchtigkeit fast gänzlich von dem Feuer herkommen, und daß die Luft, wofern sie ja etwas dazu beyträgt, dabey nur als eine elastische Materie wirke. Die Theilchen dieser Materien, jedes nach dem Grade seiner Stärke, stoßen und trennen die Theile des Humors, führen sie mit sich fort, und theilen ihnen ihre Elasticität mit, eben so, wie sie dieß mit den Theilen aller volatilen Substanzen, und selbst mit den meisten fixen Substanzen thun, die sie angreifen und zerlegen.

110. Dieß System wird den Widerspruch heben, der uns jetzt beschäftigt; auch wird es

uns,

\*) Untersuchungen über die Atmosphäre. Th. II. S. 691. u. f. S. 970. Anm. (4)

uns, wie ich glaube, noch weiter führen. Die Wärme des Sommers erhält den Humor in einer lebhaften Bewegung, und läßt ihn, ob er sich gleich in größerer Menge, als im Winter, in der Luft befindet, nicht so lange, oder in so großer Menge in den Körpern, oder in ihren Zwischenräumen bleiben: daher fällt das Hygrometer nicht so stark. Aber man sieht doch dabei, daß der in den Körpern bleibende wirksame Theil desselben mehr Kraft hat, die Körper auszudehnen, weil ihn die größere Wärme mehr in Bewegung setzt. Die Ausdehnung der Körper dadurch wird also in zusammengesetzter Verhältniß der wirksamen Menge des Humors und seiner wirkenden Kraft, d. i. der Wärme, vor sich gehen. Wird man z. B. an einem gewissen Theile eines Sommertages das Hygrometer an freyer Luft auf eben demselben Grade finden, als an einem gewissen Wintertage, so wird die Luft an diesem Sommertage zwar mehr Feuchtigkeit, als an dem Wintertage, enthalten; aber es wird weniger davon aufs Hygrometer wirken, und dieser wirkende Theil wird eine stärkere Kraft in sich haben, so daß die Wirkungen gleich seyn werden. So dünkt es mir wenigstens, aber hier ist nicht der Ort, mich weiter über dieses System auszubreiten. Ich habe hinlänglich gezeigt, wie weitläufig diese Materie sey, und wie sehr sie eine aufmerksame Untersuchung verdiene.

Versuch einer Lithographie von Mlocin von Herrn Hauptmann von Carosi\*).

Polen hat einen Ueberfluß an allen Arten von Steinen, unter denen der Granit und nach diesem der Kalkstein am häufigsten gefunden werden. Die Gegenden von Grodno, Nieswicz, Piasezko, Nabiloki und Lachwa zeichnen sich vor den andern besonders merkwürdig aus, so wie auch ein Stück Feld, anderthalb Meilen von Warschau auf dem Wege nach Tarczyn, ohngefähr eine Viertelmeile im Umfange, welches fast ganz mit großen Geschieben von Felssteinen bedeckt ist, ohner-

\*) Der Titel des Originals ist *Essai d'une Lithographie de Mlocin. Ecrit à Varsovie en 1777. Imprimé à Dresde, MDCCLXXVII.* 7 Bogen in 8. Der Verfasser nennt sich unter der Aufschrift *Lean Philippe de Carosi*, und ist Hauptmann bey dem ersten Grenadierregiment in Polen. Da dieses Buch in keinen deutschen Buchladen gekommen ist, so hoffen wir durch einen Auszug desselben den deutschen Naturfreunden einen angenehmen Dienst zu erweisen. Wir haben das, was sich bloß auf den dortigen Ort bezieht, die Litterargeschichte von Polen betrifft, und nicht so gemeinnützig ist, weggelassen, und nur das gewählt, was auf die allgemeine Naturgeschichte einen Einfluß haben kann, oder uns sonst merkwürdig schien. Ann. d. Lieb.