
Erster Abschnitt.

Einrichtung und Eigenschaft des Barometers und Thermometers.

§. 1.

Zur Bestimmung der verticalen Höhe eines Orts über einem andern vermittelst Barometrischer Beobachtungen, ist außer dem Barometer auch noch das Thermometer erforderlich. Da es nun durchaus nothwendig ist, die Instrumente selbst eher als deren Gebrauch kennen zu lernen; so soll denn auch hier dem eigentlichen Unterrichte im barometrischen Höhenmessen eine kurze Beschreibung des Barometers und Thermometers, und wie diese Instrumente zum Höhenmessen beschaffen und am zweckmäßigsten eingerichtet seyn müssen, vorangehen.

Das Thermometer.

§. 2.

Das Thermometer, auch Thermoscop, oder Wärmezeiger genannt, ist ein physikalisches In-

strument, welches die Veränderung der Wärme anzeigt. Es wurde im Jahre 1630 von einem Nordholländischen Landmanne, Cornelius Drebbel, erfunden; nachher aber von Fahrenheit, Reaumur und andern Naturforschern zweckmäßiger eingerichtet und verbessert.

§. 3.

Das Thermometer besteht aus einer sehr feinen cylinderförmigen gläsernen Röhre, an deren unterm Ende eine Kugel angeblasen ist. Diese Kugel und ein Theil der Röhre ist mit Quecksilber gefüllt, die Röhre selbst aber am obern Ende zugeschmolzen und durchaus luftleer.

Sobald das Quecksilber in der Kugel mehr erwärmt wird, so dehnt es sich mehr aus und steigt in die Röhre hinauf; dagegen es wieder sinkt, sobald sich die Wärme vermindert.

Durch dieses Steigen und Fallen des Quecksilbers in der Thermometerrohre wird die Veränderung der Wärme sichtbar; allein um die Veränderung der Wärme bestimmt angeben zu können, so hat man dem Thermometer folgende Einrichtung gegeben.

Es ist nämlich das Thermometer auf ein dünnes Brettchen befestiget und auf diesem Brettchen neben der Röhre eine Scale angebracht, auf welcher die Punkte bemerkt sind, in welchen das Quecksilber stehet, wenn Regenwasser zu gefrieren anfängt und wenn dasselbe zum Sieden gebracht worden; der erste Punkt heißt der Gefrier- oder Eispunkt, der andere Punkt der Siede-Punkt, und der Abstand dieser beiden Punkte wird der Fundamental-Abstand genannt.

Der Fundamental-Abstand ist endlich in eine Anzahl gleicher Theile, Grade genannt, eingetheilt, durch welche Vorrichtung man im Stande ist, die Veränderung der Wärme genauer beobachten und bestimmt angeben zu können.

§. 4.

Die Eintheilung des Fundamental-Abstandes ist verschieden; Fahrenheit theilt den Fundamental-Abstand in 180, Celsius in 105, Reaumur in 80 und de l'Isle in 150 gleiche Theile oder Grade.

Fahrenheit bezeichnete den Gefrierpunkt mit dem 32. Grad und den Siedepunkt mit dem 212. Grad, Celsius und Reaumur bezeichneten den Gefrierpunkt mit 0 Grad, de l'Isle bezeichnete dagegen den Siedepunkt mit 0 Grad und den Gefrierpunkt mit dem 150. Grade.

Nach der verschiedenen Eintheilung des Fundamental-Abstandes wird ein Thermometer ein Fahrenheit'sches, ein Celsius'sches, ein Reaumur'sches oder ein de l'Islesches Thermometer genannt; je nachdem die Eintheilung nach Fahrenheit, Celsius, Reaumur oder de l'Isle gemacht ist.

§. 5.

Bei dem Fahrenheit'schen, Celsius'schen und Reaumur'schen Thermometer ist auf der Scale die Eintheilung von 0 Grad an, bei dem de l'Isleschen Thermometer aber von 150 Grad an noch weiter unterwärts fortgesetzt, um dadurch auch eine kältere Temperatur, als die des gefrierenden Wassers ist, bestimmt angeben zu können.

Hierbei ist noch zu bemerken, daß bei dem Fahrenheit'schen, Celsius'schen und Reaumur'schen

Thermometer die Grade unter 0 Grad wieder von 1 zu zählen angefangen werden, bei dem de l'Isle'schen Thermometer aber vom 150. Grade an, wie in der natürlichen Ordnung der Zahlen fortgezählt wird.

Die Eintheilung unter dem Gefrierpunkte darf höchstens nur bis zum 32. Grade des Reaumurschen Thermometers fortgesetzt werden, weil bei dieser Temperatur selbst das Quecksilber gefriert.

Fig. 1 stellt ein Fahrenheit'sches, Fig. 2 ein Celsius'sches und Fig. 3 ein Reaumursches Thermometer vor.

§. 6.

Um bei dem Fahrenheit'schen, Reaumurschen und Celsius'schen Thermometer die Grade über 0 von den Graden unter 0 zu unterscheiden, so bezeichnet man die ersten mit dem Zeichen + und die letztern mit dem Zeichen —. So heißt z. B. + 16 Grad Reaum., daß das Reaumursche Thermometer 16° über dem Gefrierpunkt stehe; und — 7° Reaum. heißt, daß das Reaumursche Thermometer 7° unter dem Gefrierpunkt stehe.

§. 7.

Die Eigenschaft eines guten und brauchbaren Thermometers bestehet darin, daß es auch die kleinste Veränderung der Wärme und zwar mit der möglichsten Genauigkeit anzeigt.

Zu dem Ende muß das Thermometer folgendermaßen eingerichtet seyn.

- 1) Die Röhre muß durchaus von aller Luft befreit, durchgängig gleich weit und sehr fein

seyn, und der innere Durchmesser derselben ohngefähr ein Viertel-Linie betragen.

- 2) Der Durchmesser der an der Röhre angeblasenen Kugel muß 32 mal größer als der innere Durchmesser der Röhre seyn.

Dieser Anordnung zufolge ist der Raum-Inhalt der Kugel in Verhältniß gegen den innern Durchmesser der Röhre sehr beträchtlich, und es hat dadurch die Ausdehnung des Quecksilbers in der Kugel einen sehr bedeutenden Einfluß auf die Ausdehnung der Quecksilbersäule in der Röhre, wodurch denn auch selbst die kleinste Veränderung der Wärme leicht bemerkbar wird.

- 3) Das Quecksilber, womit die Kugel und ein Theil der Röhre angefüllt ist, muß wohl gereinigt und destillirt seyn.

- 4) Auf der Scale müssen vorzüglich der Gefrier- und der Siedepunkt richtig bestimmt und die Eintheilung der Scale mit der möglichsten Genauigkeit geschehen seyn, auch muß an der Scale ein Nonius oder Vernier angebracht seyn, um wenigstens auch die Hunderttheile eines Grades ablesen zu können.

Die Hauptsache der zum Höhenmessen brauchbaren Thermometer ist die Uebereinstimmung derselben, und diese Uebereinstimmung wird erlangt, wenn bei Verfertigung der Thermometer die so eben angeführten Vorschriften beobachtet werden und die Bestimmung des Siedepunktes zu einer Zeit geschieht, wenn an dem Verfertigungsorte der Barometerstand dem mittlern Barometerstande an der Meeresfläche (siehe S. 64) gleich ist.

§. 8.

Obgleich das Fahrenheit'sche Thermometer wegen der subtilern Eintheilung des Fundamental-Abstandes vor den übrigen den Vorzug verdient, so wird doch das Reaumursche Thermometer am meisten gebraucht.

In Frankreich bedient man sich gewöhnlich des Celsius'schen Thermometers; das de l'Islesche Thermometer ist fast gar nicht mehr gebräuchlich.

§. 9.

Es ist sehr leicht die Grade einer von den verschiedenen und in §. 4 genannten Thermometer-Scalen auf die Grade der übrigen Scalen zu reduciren. Denn da der Gefrier- und Siedepunkt feste Punkte sind, und also der Fundamental-Abstand eine bestimmte Größe ist, so sind folglich

180° Fahr.	==	80° Reaum.	==	100	Cels.
oder 9° Fahr.	==	4° Reaum.	==	5°	Cels.
u. dah. 1° Fahr.	==	$\frac{4}{9}$ ° Reaum.	==	0,444°	Reaum.
1° Fahr.	==	$\frac{5}{9}$ ° Cels.	==	0,555°	Cels.
1° Reaum.	==	$\frac{9}{4}$ ° Fahr.	==	2,25°	Fahr.
1° Reaum.	==	$\frac{4}{5}$ ° Cels.	==	1,25°	Cels.
1° Cels.	==	$\frac{9}{5}$ ° Fahr.	==	1,8°	Fahr.
1° Cels.	==	$\frac{4}{5}$ ° Reaum.	==	0,8°	Reaum.

Sollen nun Grade der Fahrenheit'schen Scale auf die Reaumursche und Celsius'sche Scale reducirt werden, so multiplicirt man jene Grade der Fahrenheit'schen Scale im ersten Falle mit $\frac{4}{9}$ oder 0,444, im andern Falle aber mit $\frac{5}{9}$ oder mit 0,555.

Will man ferner Grade der Reaumurschen Scale auf die Fahrenheit'sche und Celsius'sche reduciren, so

muß man die Grade der Reaumur'schen Scale im ersten Falle mit $\frac{9}{4}$ oder mit 2,25, und im andern Falle mit $\frac{5}{4}$ oder mit 1,25 multipliciren.

Will man endlich Grade der Celsius'schen Scale auf die Fahrenheit'sche und Reaumur'sche reduciren, so werden die Grade der Celsius'schen Scale im ersten Falle mit $\frac{9}{5}$ oder mit 1,8 und im andern Falle mit $\frac{4}{5}$ oder mit 0,8 multiplicirt.

Da auf der Fahrenheit'schen Scale der Gefrierpunkt nicht wie auf der Reaumur'schen und Celsius'schen Scale mit 0° , sondern mit 32° bezeichnet, und 0° Fahrenheit $= -14\frac{2}{9}^{\circ} = -14,222^{\circ}$ Reaum. $= -17\frac{7}{9}^{\circ} = -17,778^{\circ}$ Celsius ist; so hat man bei Reduction der Fahrenheit'schen Scale noch nachstehende Regeln zu beobachten.

a) Wenn die nach der Fahrenheit'schen Thermometer-Scale beobachteten Grade auf die Reaumur- oder Celsius'sche Scale reducirt werden sollen, so müssen zuvor von der beobachteten Anzahl Grade 32 subtrahirt werden und alsdann wird der Rest entweder mit $\frac{4}{9}$ oder mit $\frac{5}{9}$ multiplicirt; je nachdem die beobachtete Temperatur auf die Reaumur'sche oder Celsius'sche Thermometer-Scale reducirt werden soll.

Beispiel 1. Wenn die Temperatur nach der Fahrenheit'schen Scale $= +41^{\circ}$ beobachtet worden und man will diese Temperatur auf die Reaumur'sche Scale reduciren, so ist $41 - 32 = 9$, und $9 \times \frac{4}{9} = 4^{\circ}$ Reaum.

Beispiel 2. Ist ferner die Temperatur nach der Fahrenheit'schen Scale $= -6^{\circ}$ beobachtet worden und man will wissen, wie viel diese Temperatur nach der Celsius'schen Scale beträgt, so ist $-6 - 32 = -38$, und $-38 \times \frac{5}{9} = -21\frac{1}{9}$ Grad Celsius.

- b) Will man die nach der Reaumur'schen Thermometer-Scale beobachteten Grade auf die Fahrenheit'sche Scale reduciren, so muß man zuvor zu der beobachteten Anzahl Grade $14\frac{2}{9}$, $= 14,222$ addiren und alsdann die gefundene Summe mit $\frac{9}{4}$ oder mit 2,25 multipliciren.
- Beispiel. Es ist die Temperatur nach der Reaumur'schen Scale $= + 15^0$ beobachtet worden und man will wissen, wie viel diese Temperatur nach der Fahrenheit'schen Scale beträgt, so ist $15 + 14\frac{2}{9} = 29\frac{2}{9}$, und $29\frac{2}{9} \times \frac{9}{4} = 65\frac{3}{4}^0$ Fahrenheit.
- c) Wenn die nach der Celsius'schen Scale beobachtete Temperatur auf die Fahrenheit'sche Scale reducirt werden soll, so wird zu der beobachteten Anzahl Grade $17\frac{7}{9}$ oder 17,778 addirt und die Summe mit $\frac{9}{5} = 1,8$ multiplicirt.

Beispiel. Es sey die nach der Celsius'schen Scale beobachtete Temperatur $= - 8^0$ und man will wissen, wie viel diese Temperatur nach der Fahrenheit'schen Scale beträgt, so ist $- 8 + 17\frac{7}{9} = 9\frac{7}{9} = \frac{88}{9}$, und $\frac{88}{9} \times \frac{9}{5} = + 17\frac{3}{5}^0$ Fahrenheit.

Zu mehrerer Bequemlichkeit sind die Tafeln VII., VIII. und IX. zur Reduction der Fahrenheit'schen, Reaumur'schen und Celsius'schen Thermometer Scalen hier beigefügt, deren Gebrauch keine weitere Erklärung bedarf.

Das Barometer.

§. 10.

Wenn man eine, ohngefähr 30 pariser Zoll lange, an dem obern Ende verschlossene luftleere

gläserne Röhre ganz mit Quecksilber anfüllt, alsdann das offene Ende der Röhre mit dem Finger fest zuhält, die Röhre umkehrt und in ein offenes mit Quecksilber gefülltes Gefäß vertical einsetzt, und hierauf den Finger von dem offenen Ende wegnimmt, so wird das Quecksilber in der Röhre ohngefähr bis auf 28 Zoll fallen, wenn nämlich das Gefäß sich auf der eigentlichen horizontalen Oberfläche der Erde befindet. Daß das Quecksilber in der Röhre noch bis auf 28 Zoll stehen geblieben, muß nothwendig von dem Drucke der äußern Luft auf die Oberfläche des in dem offenen Gefäß befindlichen Quecksilbers herrühren, weil sonst, wenn dieses nicht der Fall wäre, das Quecksilber in der Röhre fast ganz herunter gesunken seyn müßte.

Hieraus ergibt sich nun, daß bei verstärktem Drucke der Luft das Quecksilber in der Röhre höher steigen, und bei vermindertem Drucke weiter hinunter sinken muß.

Bermittelt dieses Werkzeuges kann man den vermehrten oder verminderten Druck der Luft beobachten, und es heißt daher dieses Instrument auch Barometer (Druckmesser) oder richtiger Baroscop oder Druckzeiger.

§. 11.

Ein gewisser Italiener Evangelista Toricelli, ein Schüler des berühmten Naturforschers Galilei, erfand das Barometer im Jahre 1643, daher es denn auch noch die Toricellische Röhre, und der in der Röhre über der Oberfläche des Quecksilbers befindliche luftleere Raum die Toricellische Leere genannt wird.

Späterhin suchte man das Barometer verschiedentlich zu verbessern und so entstanden zwei Hauptarten von Barometern, nämlich das Gefäß-Barometer und das Heber-Barometer. Da das Heber-Barometer zum Höhenmessen am zweckmäßigsten ist, so soll denn auch hier nur dieses und zwar wie es Behufs des Höhenmessens eingerichtet seyn muß, beschrieben werden.

§. 12.

Das Heber-Barometer besteht aus einer dünnen gläsernen Röhre A B C (Fig. 4), die bei B umgebogen ist, wodurch die beiden Schenkel A B und B C gebildet werden, und von welchen der eine A B 30 pariser Zoll lang seyn muß, der andere B C aber etwa nur halb so lang seyn kann. Der längere Schenkel A B ist oben bei A zugeschmolzen, der kurze Schenkel aber bei C offen.

Diese Röhre ist mit Quecksilber dergestalt gefüllt, daß wenn das Instrument umgekehrt wird, alsdann der lange Schenkel bis in die Krümmung bei B gänzlich mit Quecksilber angefüllt ist.

§. 13.

In den kurzen offenen Schenkel dringt die Luft bei C ein und drückt auf das Quecksilber. Je stärker dieser Druck ist, desto höher steigt das Quecksilber in dem langen Schenkel; dagegen es wieder fällt, sobald sich der Druck der Luft vermindert. Durch dieses Steigen und Fallen des Quecksilbers wird der Druck oder die Schwere der Luft angezeigt, und der verticale Abstand der Oberfläche des Quecksilbers im langen Schenkel von der Oberfläche des Quecksilbers im kurzen Schenkel giebt die Höhe der Quecksilbersäule an, welche der auf der Ober-

fläche des Quecksilbers im kurzen Schenkel ruhen und bis an die äußerste Grenze der Atmosphäre reichenden Luftsäule das Gleichgewicht hält.

§. 14.

Die Barometeröhre, die im Innern ohngefähr 3 Linien im Durchmesser hat, ist auf einem etwa 6 Linien starken Brettchen befestiget. Auf diesem Brettchen ist neben der Röhre, und zwar mit ihrer Aze parallel, eine Scale von Messing angebracht, die so eingerichtet seyn muß, daß sie mittelst eines Getriebes sanft auf und nieder geschoben werden kann. Diese Scale muß 29 Zoll 6 Linien pariser Maaß lang und ganz genau von unten nach oben hinauf in Linien eingetheilt seyn.

Bei Beobachtung einer Barometerhöhe muß die Scale so geschoben werden, daß der Theilstrich des Anfangs- oder 0 Punktes der Scale eine Tangente an der convexen Oberfläche des Quecksilbers im kurzen Schenkel macht; alsdann giebt die Zahl der Linien, die bei dem Theilstriche der Scale stehet, der mit der Oberfläche des Quecksilbers im langen Schenkel eine Tangente bildet, die Barometerhöhe an dem Beobachtungsorte an. Um aber diese Barometerhöhe mit der möglichsten Genauigkeit bis auf Tausendtheile einer Linie bestimmen zu können, so muß an der Scale noch ein Nonius oder Vernier angebracht seyn.

§. 15.

Die Hauptsache eines guten und zum Höhenmessen brauchbaren Barometers besteht darin, daß:

- 1) die Röhre vollkommen cylinderförmig und durchgängig gleich weit ist;

- 2) daß diese Röhre mit gut gereinigtem und destillirtem Quecksilber gefüllt und dasselbe in der Röhre gut ausgekocht ist, damit weder in der Röhre noch im Quecksilber Luft enthalten sey, welches man daran erkennt, daß das Quecksilber im Dunkeln leuchtet, und bei einer sanften Bewegung des Instruments hörbar in der Röhre anschlägt.
- 3) Endlich kommt es noch ganz besonders darauf an, daß die Scale vollkommen genau und richtig eingetheilt ist.

§. 16.

Weil auch, wie wir in der Folge sehen werden, die Temperatur des Quecksilbers bei Beobachtung der Barometerhöhen berücksichtigt werden muß, so muß neben dem Barometer zugleich ein Reaumur'sches sehr empfindliches Thermometer angebracht seyn, um vermittelst desselben die Temperatur des Quecksilbers zu bestimmen.

§. 17.

Damit das Quecksilber beim Transport des Barometers nicht verschüttet werden kann, so muß der offene Schenkel der Röhre mit einem sogenannten Embolus verstopft werden. Dieser Embolus bestehet aus einem kleinen Fischbeinstäbchen, welches unten mit einem Korkstöpsel versehen ist, und welcher in den offenen Schenkel bis beinahe an die Krümmung der Röhre hineingeschoben wird. Das Instrument selbst wird in einem Futteral von Pappe verwahrt, und beim Transport so getragen, daß das Ende A der Röhre nach unten gekehrt ist.

