



EinBlick in den Himmel

1. Grundlagen

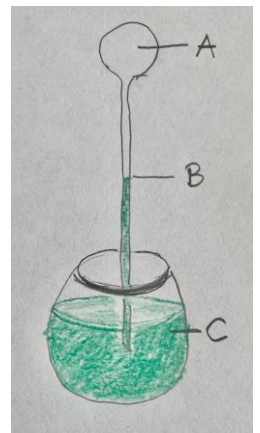
1.2 Temperatur

1.2.1. Hintergrundinformation zur Geschichte des Thermometers_Lp

Ist es warm? Oder kalt? Wärmer wie vorher? Menschen hatten lange Zeit gar kein Bedürfnis Temperaturen zu messen. Ihr eigener Wärmesinn war ausreichend. Ob es gegenüber einem früheren Zustand wärmer oder kälter war, reichte als Aussage vollkommen aus.

Die Ausdehnung der Stoffe bei Wärme war sicher bereits im Altertum bekannt. Aber die ersten schriftlichen Zeugnisse, dass dieses Wissen auch zur Temperaturmessung eingesetzt wurde, datieren aus dem frühen 17. Jhd.

Wer, wann und wo den ersten Thermometer erfunden hat, ist nicht bekannt. Aber im frühen 17. Jahrhundert wurden Thermoskope zur Bestimmung von Temperaturen benutzt. Ein Thermoskop ist im Prinzip ein Glasgefäß mit einem angesetzten langen, dünnen Glasrohr (B), dessen untere Öffnung in gefärbtes Wasser (C) taucht. Das Volumen der Flüssigkeit und die darüber eingeschlossene Luft (A) ändert sich mit der Temperatur, die Höhe der Wassersäule im Rohr zeigt die Veränderung an. Aber auch der Luftdruck beeinflusst diese Messung.



Das **Galileo-Thermometer** (auch Galilei-Thermometer genannt) ist ein Thermometer, das aus einem Glaszylinder besteht und mit Flüssigkeit und Auftriebskörpern gefüllt ist. Der Physiker Galileo Galilei hatte das Prinzip entdeckt, dass sich die Dichte von Flüssigkeiten mit der Temperatur ändert. Diese Art von Thermometer wurde vom Grossherzog Ferdinando II. de' Medici erfunden, der 1654 auch das erste Thermometer mit Alkohol als Messflüssigkeit erfunden hat.^{1 2} [Bild: R. Broch]

In der Aufklärungszeit, sicher aber mit dem Beginn der Industrialisierung, wurde die absolute Temperaturmessung immer wichtiger. Sie ermöglichte zum Beispiel die genaue Steuerung von Dampfmaschinen oder das Einhalten genauer Bedingungen bei Fertigungsprozessen. Um absolute Messwerte vergleichbar zu machen, musste eine einheitliche Skala gefunden werden. Auch dies brauchte seine Zeit, weil sich zunächst keine durchsetzen konnte. Zu den heute noch bekanntesten zählen die Skalen von Fahrenheit, Réaumur, Celsius und Kelvin, wobei letztere auf der Celsiusskala fusst.

Gabriel Daniel **Fahrenheit** (1686 – 1736) liess sich 30-jährig in Den Haag als Glasbläser nieder und baute dort verschiedenste Messgeräte (Barometer, Höhenmesser und Thermometer).

Fahrenheit entwickelte präzise Thermometer. Zuerst nutzte er Alkohol, später auch Quecksilber als Flüssigkeit. Er gilt als Erfinder des

¹ <https://de.wikipedia.org/wiki/Galileo-Thermometer>

² Spiel, Physik und Spaß: Physik zum Mitdenken und Nachmachen, Christian Ucke, H. Joachim Schlichting, Wiley-VCH Verlag und Co., 2011, auffindbar in Google Books



brauchbaren Quecksilberthermometers, der nur durch seine 3-Punkte-Kalibrierung und sein Herstellungsverfahren allgemein anwendbar wurde. Als Nullpunkt seiner Skala nutzte er die tiefste Temperatur, die er mit einer Eis-Salz-Kältemischung erzeugen konnte: $-17,8^{\circ}\text{C}$. Die weiteren Kalibrierpunkte waren gefrierendes Wasser 32°F und die menschliche Normtemperatur 96°F . Eine Zeit lang war die Fahrenheit-Skala in Deutschland in Gebrauch. In den USA wird heute noch nach Fahrenheit gemessen.³ Die Umrechnung von Celsius- nach Fahrenheitgraden gelingt mit folgender Vorschrift: $f = 1.8 c + 32$, wobei c die Grade in Celsius c und die in Fahrenheit f heissen.

Die **Réaumur-Skala** wurde 1730 vom französischen Naturforscher René-Antoine Ferchault de Réaumur eingeführt. Die beiden Kalibrierpunkte waren gefrierendes Wasser 0°Re und siedendes Wasser 80°Re . Die Réaumur-Skala wurde vielerorts sehr schnell durch die Celsiusskala abgelöst. Sie ist heute kaum mehr gebräuchlich.

Die **Celsius-Skala** geht auf den schwedischen Astronomen Anders Celsius zurück. Auch er benutzte als Kalibrierpunkte die Schmelz- und Siedetemperaturen von Wasser (bei Normaldruck von 1013 hPa oder zu seiner Zeit gebräuchlicher 760 Millimeter Quecksilbersäule). Den Bereich zwischen den Fixpunkten teilte er in 100 gleich lange Abschnitte. Allerdings benannte er den Siedepunkt von Wasser mit 0°C und dem Gefrierpunkt mit 100°C . Aber schon zwei Jahre später (1744) tauschte Carl von Linné (der vor allem durch das Prinzip der zweitheiligen Benennung von Lebewesen bekannt wurde) die beiden Zahlen und es entstand die heute gebräuchliche Celsius-Skala.⁴

Eine absolute Temperaturskala, beginnend mit dem Wert 0 am absoluten Nullpunkt, wurde 1848 von William Thomson (dem 1. Baron **Kelvin**) vorgeschlagen. 0°C wird zu 273.15 K, 100°C zu 373.15 K und 0 K zu -273.15°C . Kelvin wollte mit seinem Ansatz negative Temperaturen vermeiden und das wissenschaftliche Rechnen vereinfachen. Die Kelvin- und die Celsiuswerte unterscheiden sich also immer um den definierten Abstand von 273.15° . Kelvin ist die SI-Basiseinheit für Temperaturen. Kelvintemperaturen werden ohne «° Grad» angegeben.⁵

Heute gebräuchliche **Arten von Thermometer** können wir in 2 Gruppen einteilen: Messung durch Kontakt und berührungslose Messung.

Während bei der **Kontaktmessung** in der Regel aus der festgestellten Ausdehnung einer Messsubstanz (Gas, Flüssigkeit oder Feststoff) auf die Temperatur geschlossen wird, messen sogenannte Pyrometer berührungslos die Temperaturstrahlung eines Objekts. Jeder Körper sendet je nach Eigentemperatur längere oder kürzere elektromagnetische Wellen im Infrarotspektrum aus (je wärmer das Objekt, desto kürzer die Wellenlängen). Pyrometer «sehen» aber unter Umständen nur Teilbereiche des Strahlungsspektrums. Das «sehende» Bauteil ist in der Regel eine Fotodiode.

Beide Arten der Temperaturmessung haben Grenzen. So ist die Ausdehnung eines Stoffes bei zunehmender Temperatur sehr oft nicht linear. Wasser dehnt sich bei 20°C rund 3-mal schwächer aus, als bei 80°C . Schmelz- und Siedetemperaturen der Messsubstanz setzen dem Anwendungsbereich der jeweiligen Thermometer die technischen Grenzen. Zudem hängt die Messgenauigkeit auch von der Qualität des Kontakts ab. Beim **berührungslosen Messen** bestimmen die Güte des optischen Apparats und die Breite des mit der verwendeten Fotodiode erfassten Strahlungsbereich die Qualität des Messergebnisses.

³ https://de.wikipedia.org/wiki/Grad_Fahrenheit

⁴ https://de.wikipedia.org/wiki/Grad_Celsius

⁵ <https://de.wikipedia.org/wiki/Kelvin>