Fahrenheit en de thermometer

We voelen dat een kop thee warmer is dan een (levende) kat, en dat een kat op zijn beurt weer warmer is dan een sneeuwbal. Er zou een temperatuurschaal kunnen worden gemaakt van koud, warm en heet. Maar is dat wel handig? Wat gebeurt er dan als de kop thee afkoelt? Wanneer gaat deze van heet naar warm? Of moet er in de temperatuurschaal ook een “beetje heet” worden geïntroduceerd?



Afbeelding 1. Een thermometer.De thermometer met zwevende vloeistofbellen is een van de oudste soorten gesloten thermometers. Foto: Wikipedia-gebruiker Hustvedt.

Dit gaat duidelijk niet werken. Gelukkig kennen wij tegenwoordig de thermometer, een handig apparaat dat dit euvel de wereld uithelpt. Maar zoals met alles is dit wonderlijke instrument er niet altijd geweest – en een temperatuursschaal evenmin. In dit artikel schijnen we ons licht over het leven van Daniel Gabriel Fahrenheit, zijn temperatuurschaal, en de

totstandkoming van de eerste betrouwbare en reproduceerbare thermometer: de kwikthermometer.

De vloeistofthermometer

Het idee van een vloeistofthermometer is dat een verschil in temperatuur de expansie van een vloeistof teweeg brengt. Door de hoogte van een vloeistof is de temperatuur dan af te lezen aan aangebrachte markeringen. Het moet dan natuurlijk wel zo zijn dat het niveau van de vloeistof *alleen maar* door de temperatuur wordt beïnvloed. De uitvinding van de barometer heeft er bijvoorbeeld aan bijgedragen dat de men wist dat de luchtdruk buiten spel moest worden gezet. Dit werd gedaan door de vloeistof in een thermometer geheel te omsluiten in glas.

De eerste gesloten thermometer zag vlak na 1641 het licht in Florence. Deze thermometer was gevuld met een vloeistof met een zeker percentage alcohol waarin losse glazen bolletjes zaten, elk gevuld met een vloeistof met een andere dichtheid. Wanneer er sprake is van een lage temperatuur gaan alle glazen bolletjes drijven. Wanneer je dan de temperatuur geleidelijk opvoert, zinken de bolletjes één voor één naar beneden. Aan de hand van het aantal bolletjes dat zich boven dan wel beneden in de thermometer bevindt, kun je een uitspraak doen over de temperatuur.

Ergens tussen 1646 en 1654 werd een tweede thermometer uitgevonden, die qua vorm veel weg had van ons huidige beeld van de thermometer: zo'n ding dat stripfiguurtjes in hun mond hebben als ze ziek zijn. Op de thermometer zelf was met inkepingen de hoeveelheid graden af te lezen en hij was gevuld met een alcoholische substantie. Het is belangrijk de genoemde "graden" niet te verwarren met graden *Celcius*, want per thermometer verschilden de nauwkeurigheid en de ijkpunten. Elke thermometer gaf dus iets anders aan. Je kon dus niet de graden op verschillende thermometers zomaar vergelijken!

Gedurende de 17e en 18e eeuw werd er geprobeerd de thermometer te verbeteren, met als doel dit apparaat uniform kwantificeerbaar te maken: men wilde verschillende thermometers kunnen vergelijken. Dit gebeurde niet in de laatste plaats door de vraag vanuit de wetenschap. Er moest dus een goede schaalverdeling komen zodat verschillende thermometers te vergelijken waren en er moest een vervanging komen voor de thermometervloeistof, omdat bleek dat alcohol zo zijn gebreken heeft. (Hier komen we later

op terug.)

Fahrenheit

Daniel Gabriel Fahrenheit kwam op de wereld op 24 mei 1686 in Danzig (tegenwoordig Gdansk) en overleed op 16 september 1736 in Den Haag. Er is maar weinig bekend over de wijze waarop Fahrenheit zijn thermometers produceerde. Wel is bekend hoe hij zijn schaal kalibreerde, namelijk door middel van drie ijkpunten. Wanneer je ijs, water en een zout als salmiak of zeezout mengt, kun je kunstmatig zeer lage temperaturen verkrijgen. Fahrenheit ontdekte dit per toeval doordat hij wat van deze stoffen op de trap morste en daar terstond ijssterretjes zag ontstaan. Dit mengsel krijgt een temperatuur van ongeveer -16 graden Celcius.



Afbeelding 2. Fahrenheit.Daniel Gabriel Fahrenheit (1686-1736) ijkt een van zijn thermometers.

Aangezien dit de laagste temperatuur was waarvan hij het bestaan kende, ijkte Fahrenheit hier zijn thermometers op. Deze temperatuur noemde hij 0 graden Fahrenheit, om te voorkomen dat er negatieve waarden in graden in zijn schaal voorkwamen. Het tweede punt wordt verkregen door hetzelfde mengsel te maken maar dan zonder de zouten. Voor dit smeltpunt (dit is 0 graden Celcius) koos Fahrenheit 32 graden. Het derde punt kreeg Fahrenheit door de lichaamstemperatuur te gebruiken. Dit punt noemde hij 96 graden. Het is misschien aardig om te weten dat, doordat men nauwkeuriger is gaan meten, de hedendaagse Fahrenheit-temperatuursschaal niet precies hetzelfde als de oorspronkelijke schaal van Fahrenheit.

Voor een groot deel van de wereld lijkt de Fahrenheitschaal vaak wat willekeurig. Toch is het

maar wat je gewend bent: een Amerikaanse vriend wees mij eens op het feit dat de Fahrenheitschaal handig is voor het aangeven van het weer; door het jaar heen besla je geheel de 0-100 schaal! Dat in tegenstelling tot die (voor hem) willekeurige Celciusschaal…

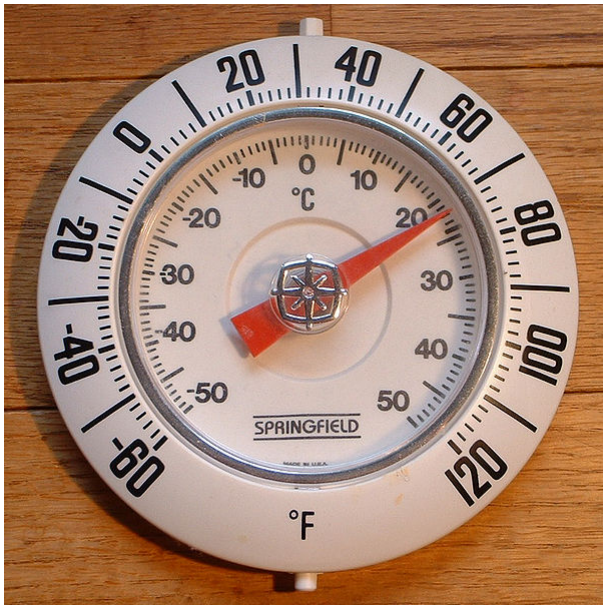
Een theorie over waarom Fahrenheit niet is overgestapt naar het *kookpunt* van water is dat Fahrenheit dankzij de barometer had ingezien dat het kookpunt van water van de luchtdruk afhangt. Met deze kennis in zijn achterhoofd dacht hij dat de lichaamstemperatuur betrouwbaarder was. Daar kan tegenin worden gebracht dat iemand als Fahrenheit op de hoogte moet zijn geweest van de onnauwkeurigheid van het begrip “lichaamstemperatuur”, een temperatuur die al gauw een graad of twee kan verschillen afhankelijk van het moment van de dag. De relatieve betrouwbaarheid van het kookpunt van water is beduidend beter dan de lichaamstemperatuur. Er heerst onduidelijkheid over de vraag of Farhenheit zijn temperatuurschaal later ooit ook aan het kookpunt van water is gaan ijken.

Toch leek het alsof Fahrenheit niet tevreden was over zijn vloeistofthermometers gevuld met alcohol. Dit is niet gek, want het is zeer moeilijk om iedere keer weer alcohol te krijgen van precies dezelfde samenstelling, wat de onnauwkeurigheid van de uitzetting beïnvloedt. Bovendien is het kookpunt van alcohol, rond de 78 graden Celcius, dusdanig laag dat hogere temperaturen zoals het kookpunt van water er niet mee te meten zijn. Tot slot is de uitzetting van alcohol ook niet heel lineair in het relevante temperatuursregime.

Door wetenschappelijke publicaties te lezen, stuitte Fahrenheit op kwik als vervanging voor alcohol. Voordelen van kwik zijn het hoge kookpunt (rond de 357 graden Celcius) en het feit dat het relatief makkelijk zuiver te krijgen is. In combinatie met het vakmanschap van Fahrenheit als het ging om maken van thermometers, leidde deze observatie uiteindelijk tot gekalibreerde thermometers met een reproduceerbare schaal!

Tot slot

Interessant genoeg heeft Fahrenheit nooit zelf natuurkundige theorieën heeft ontwikkeld. Dit was waarschijnlijk te wijten aan een beperkte wiskundige kennis. Ook is het zo dat Fahrenheit een groot deel van zijn tijd kwijt was met geld verdienen door het maken en het verkopen van zijn instrumenten zoals thermometers en barometers, wat hij zelf deed. Hij wilde graag het begrip “temperatuur” kwantificeren, maar het kwantificeren diende wellicht wel hoofdzakelijk om zijn producten te verbeteren of de nauwkeurigheid ervan te bewijzen.



Afbeelding 3. Fahrenheit of Celsius?Het omrekenen tussen de twee meest gebruikte temperatuurschalen leidt velen tot hoofdbrekens.

Hoe het ook zij, het staat buiten kijf dat deze man het verdient om elke dag nog geassocieerd te worden met het begrip temperatuur. Het is misschien wel ironisch dat meer dan de helft van de wereld vaak met een zekere irritatie kennisneemt van hem, als men weer eens geen idee heeft hoeveel 72 graden Farhenheit nu ook alweer in graden Celcius is.

Bronnen

- W.E. Knowles Middleton, ‘A History of the Thermometer an Its Use in Meteorology’ (The Johns Hopkins Press 1966)
- W.E. Knowles Middleton, ‘Invention of the meteorological Instruments’ (The Johns Hopkins Press 1966)
- P. van der Star, ´Fahrenheit´s Letters to Leibniz and Boerhaave´ (Rodopi 1983)
- Philosophical Transactions of the Royal Society of London (volume 33, pagina 78-84)