

10 februari 2013

## Hoe meet je tijd?

Natuurkundige Jan de Boer over zonnetijd, de schrikseconde en reizen naar de toekomst.

**Het is behoorlijk druk in de zaal, maar iedereen vindt een plekje en stipt elf uur begint de wakker worden kinderlezing van natuurkundige Jan de Boer in Nemo. Vandaag gaat het over tijd, en hoe je die meet.**

Waar denk je aan als we het hebben over tijd? De kinderen noemen van alles op: klok, snelheid van het licht, analoog, digitaal, hoe laat het is, seconde, zandloper, stopwatch... De Boer schrijft op waar de kinderen mee komen. 'Heel goed, volgens mij komt alles wel zo'n beetje aan bod', voorspelt De Boer.

Wat is tijd precies? Dat is een heel moeilijke vraag. Mensen denken daar al heel lang over na. Zelfs zonder horloge zie je dat er iets als tijd bestaat: het is dag en nacht, de seizoenen veranderen en de maan ziet er steeds weer net anders uit.

Een van de belangrijkste tijdstippen die mensen kenden in het verleden was de kortste dag van het jaar, de winterzonnenevend. Daarna werden de dagen weer langer, het was een teken dat de koude miserabele winter toch echt een keer voorbij zou zijn. Op verschillende plekken op de wereld zijn tempels gebouwd om dit te vieren. De Boer laat plaatjes zien. 'Stonehenge' herkent een jongetje. 'En die lijkt op de tempel van Indiana Jones', zegt een ander. Precies op de kortste dag van het jaar valt het licht van de zon op een bepaalde steen ergens in het midden van de tempel. Als dat gebeurde, wist je dat het de kortste dag was. Eigenlijk functioneerde het hele gebouw dus als een soort klok! Een klok om een jaar te meten.

Het woord 'maand' zegt het eigenlijk al. Maanden zijn gebaseerd op de maan. In ongeveer een maand draait een maand een rondje rond de zon. Afhankelijk van waar de zon staat ten opzichte van de maan, wordt een ander gedeelte van de maan verlicht. Staat de maan tussen de zon en Aarde in, dan zie je hem niet. Dat noem je 'nieuwe maan'. En een halve maand later staat de zon vol in het zonlicht, en zie je dus ook een volle maan. 'Als de maan precies voor de zon zit, heb je een zonsverduistering', weet een jongetje. Dat klopt, dan zie je de zon even niet omdat de maan er voor zit.

## Tien vingers

Dat er maanden zijn en jaren en dagen, dat is wel te verklaren. Maar hoe komt het dat een dag is opgedeeld in 24 uur? 'Het is een mooi getal, het is door veel getallen deelbaar', denkt een kindje. Dat klopt, geeft De Boer toe. Maar 30 is ook een mooi getal en door veel dingen deelbaar. 'Als het meer dan 24 is, dan past het niet op de klok', denkt een ander. Het publiek moet lachen. Maar De Boer reageert serieus. 'We hebben eerst bedacht dat het 24 uur moest zijn, daarna pas de klok gemaakt. Waarom dus toch 24?' Iedereen denkt nog hard na, maar we komen er niet uit.

'Hoe het écht zit, weten we niet', geeft De Boer toe. Maar een mogelijke verklaring zou komen van de Babyloniërs, een volk dat al zo'n vierduizend jaar geleden leefde. Zij gebruikten vaak de getallen 12 en 24. We gebruiken nu vaak het getal tien, omdat we tien vingers hebben. Dat is makkelijk tellen. Maar de Babyloniërs gebruikten 12, want ze telden het aantal vingerkootjes met hun duim. En ja, als je telt dan zie je het: je hebt 12 vingerkootjes. Keer twee handen: maakt 24. Ze denken dat dit een van de redenen kan zijn waarom wij nu nog steeds onze dag in 24 uur opdelen.

## Schrikeldag

Het aantal uur in een dag komt dus misschien wel van het aantal vingerkootjes dat je hebt. De lengte van een dag wordt bepaald door de tijd die het kost voor de Aarde om een rondje om haar as te

draaien. De lengte van de maand is bepaald door de tijd die het kost voor de maan een rondje om de Aarde maakt. En de lengte van een jaar is hoe lang het duurt voor de Aarde een rondje rond de zon maakt. Maar er is een probleem. Het rondje van de maan om de Aarde duurt niet precies 4 weken, maar ruim 29 en een halve dag. En het rondje van de Aarde rond de zon, duurt niet precies 365 dagen, maar 365 dagen en ongeveer 6 uur. 'Daarom is er een schrikkel-dag!' weet een jongetje in het publiek.

Inderdaad, door eens in de vier jaar een extra dag - een schrikkel-dag - toe te voegen, los je het probleem bijna helemaal op. Een kind in het publiek weet te vertellen dat het Julius Caesar was die deze oplossing bedacht, al zo'n tweeduizend jaar geleden. Alleen klopt het zelfs met schrikkel-dag niet helemaal. Eén rondje rond de zon duurt namelijk geen 365 dagen en 6 uur, maar 365 dagen, 5 uur, 48 minuten en 45 seconden. Door het schrikkeljaar compenseer je elke vier jaar 24 uur, dat is dus na vier jaar eigenlijk drie kwartier te veel.

Nu lijkt die 45 minuten niet zo belangrijk. En tot het jaar 1582 was er dan ook geen rekening mee gehouden. Alleen in al die jaren was de kortste dag van het jaar wel van 21 december naar 10 december verschoven. De Paus van toen, Gregorius XIII besloot er wat aan te doen. Hij stelde voor om iedere 4 jaar een schrikkeljaar te doen, maar iedere honderd jaar weer niet, maar elke 400 jaar weer wel. Het klinkt ingewikkeld, maar er is best mee te rekenen. Was bijvoorbeeld het jaar 2000 een schrikkeljaar? De kinderen in het publiek kijken een beetje bedenkelijk. Een meisje weet het antwoord: 'ja! Want je kunt 2000 delen door 400'. En dat klopt. De Paus had het probleem opgelost. En om de tijd recht te trekken in 1582 deed hij nog iets. In een klap schoof hij de kalender 11 dagen op, dus de dag na 4 oktober was het ineens 15 oktober. 'Balen als je dan jarig was!', lacht De Boer.

### **Zonnewijzer**

Een hele tempel om te meten of we weer een jaar verder zijn, dat schiet natuurlijk niet zo veel op. De Boer laat een manier zien om iedere dag te meten hoe laat het is: een zonnewijzer. We gaan er zelf een maken. De Boer speelt met een grote lamp voor de zon en een kindje uit het publiek zet streepjes op een stuk papier. Afhankelijk van de stand van de zon, kun je zo zien hoe laat het is. Dit is een heel oude manier om de tijd te meten. Er zijn maar weinig mensen die het nog gebruiken.

Een andere ouderwetse manier waarop mensen vroeger de tijd bijhielden is een waterklok: een bakje met een klein gaatje, waardoor het een poosje duurt om leeg te lopen. Net als een zandloper, ook een tijdmeetinstrument. Vroeger gebruikten ze ook kaarsen om tijd te meten, waarbij de korter wordende kaars een maat is voor de verstreken tijd.

### **Slinger**

Het volgende mechanisme dat we zien, is heel bekend: een slinger beweegt heen en weer en brengt daarbij een tandwiel in beweging, wijzers er aan en je hebt een slingerklok. Hoewel de slingerklok behoorlijk nauwkeurig is, is zelfs de slingerklok niet helemaal stabiel. Hoe lang de slinger er over doet, hangt bijvoorbeeld af van de luchtweerstand. En als het warmer is, zet het metaal van de slinger een beetje uit, en duurt de slingerbeweging langer.

Nog nauwkeuriger dan de mechanische slinger, is een klok met kwarts. In kwartshorloges zit een klein stukje kwarts in de vorm van een stemvork. Door er een klein stroompje op te zetten, gaat het vorkje trillen. Zo kun je heel nauwkeurig de tijd meten. De kwartshorloges zijn heel nauwkeurig, maar het kan nog beter! De allerbeste klokken gebruiken atomen, die trillen namelijk nog nauwkeuriger. Een atoomklok is zo nauwkeurig dat in een miljard jaar maar 1 seconde voor of achter gaat lopen!

We hebben dus heel nauwkeurige klokken, maar betekent dat ook dat we de tijd heel nauwkeurig kunnen meten? We gaan het uitproberen. Iedereen krijgt een stopwatch. Op het scherm zien we de

gouden race van Usain Bolt. Je hoort het startschot en drukt op de stopwatch. Een paar seconden later zie je Bolt over de finish vliegen en druk je weer op de stopwatch. De kinderen geven hun tijden door aan De Boer, die ze opschrijft. We zien hoe moeilijk het is om de tijd te meten. Iedereen heeft een ander antwoord.

### **Tijdreizen?**

Op het eind van de lezing is er nog tijd voor wat filosofische vragen: wat is tijd? Kun je tijdreizen? Loopt tijd in een richting? Zit er een begin en een einde aan tijd? De Boer probeert de vragen zo goed mogelijk te beantwoorden en vertelt hoe verschillende grote denkers, als Newton, Leibniz en Einstein over tijd dachten. Zodra hij begint over Einsteins ontdekking dat de lichtsnelheid altijd even snel gaat en de vreemde gevolgen die dat heeft, raakt hij veel kinderen kwijt. Enkele kinderen zijn echter enthousiast en beginnen meteen met het verzinnen van allerlei nieuwe spannende theorieën.

Jan de Boer reageert met een glimlach: "Denk er nog maar eens over na."

2013, Edda Heinsman