

DE TIJD VOLGENS JACOB

INLEIDING

Onlangs schrok ik 's nachts plotseling wakker, ging aan het piekeren en bedacht me dat ik eigenlijk niet zo veel "tijd" meer over heb. M'n tachtigste levensjaar nadert snel en dat betekent dat m'n resterende tijd van leven beperkt is. Maar, dacht ik, wat is tijd eigenlijk? Hoe snel gaat de tijd? Waarom is er tijd? Hoeveel (of hoe weinig) tijd heb ik nog?

Een schrijver, C. Lamb, zei ooit:

"Niets vind ik raadselachtiger dan tijd en ruimte, en toch lig ik er nooit van wakker omdat ik er nooit aan denk."

Bij mij ligt dat iets anders: ik lig er niet wakker van, maar áls ik wakker lig, moet ik er wel vaak aan denken, tot.... ik weer in slaap val en de volgende morgen het meeste weer vergeten ben. Daar ik toch nog wel wat "tijd" heb, ben ik maar weer eens gaan zoeken en schrijven, met als doel meer te begrijpen over het onderwerp TIJD. Of dat gelukt is?

DEFINITIE van TIJD

Ooit werd aan Einstein gevraagd: "Waarom is er tijd?" Zijn antwoord was heel eenvoudig: "Als er geen tijd was zou alles tegelijk gebeuren". Gelukkig is dit niet het geval en zijn antwoord betekent dus dat er wél "tijd" is. Maar wat is tijd nu precies? Kunnen we tijd definiëren, bestaat er een echt goede definitie van tijd?

Ik heb er wel enige gevonden, maar geen echte, alles omvattende definitie van "tijd". Het zijn eigenlijk definities die slechts een deel van het begrip "tijd" beschrijven. Het woord tijd heeft namelijk meerdere betekenissen en bij iedere betekenis past wel een definitie.

Een definitie begint meestal met: "Onder verstaat men....."

Op de eerste rij puntjes kunnen we invullen; "tijd", "de tijd", "de Tijd", "een tijdje" en bij al deze "tijden" passen dan één of meerdere

betekenissen, waarvoor je een definitie kan geven. Hier komen er een paar:

Onder tijd verstaan we:

- *De opeenvolging van momenten tussen vroeger en later* (vlg Wikipedia)
- *Een periode in de geschiedenis*: bijv. de Franse tijd, de oorlogstijd, de Romeinse tijd, het stenen tijdperk.
- *Een tijdvak met een beschrijving*: bijv. de wintertijd, vrije tijd, werktijd, vakantietijd, komkommertijd, pruimentijd.
- *Iets wat je (wel of niet) kunt bezitten*: "ik heb tijd genoeg" of juist: "ik heb geen tijd!".
- *Een begrip waar iets mee gedaan kan worden*: Je kunt de tijd sluiten (gesloten tijd), doden, bijvoorbeeld met lezen. Je kunt de tijd meten, bepalen, verslapen, overslaan.
- *Een proces dat onomkeerbaar is*: Tijd verloopt slechts in één richting: vóóruit. We kunnen nog steeds niet terug reizen in de tijd, hoewel dat wiskundig wel zou moeten kunnen. In films kan het trouwens wel, maar verder bestaat een "tijdmachine" alleen in iemands fantasie.
- *Een begrip uit de grammatica*: Toekomstige tijd, onvoltooid verleden tijd enz.
- *Een krant of tijdschrift met deze naam*: Er zijn verschillende bladen die "De Tijd" heten, ook in het buitenland: Die Zeit, Time, El Tiempo, enzovoort.
- *Een toestand waarin we terug kunnen kijken*. We kunnen namelijk niet vooruit maar wél terug kijken in de tijd. Als we naar de zon kijken zien we hem zoals hij 8 minuten geleden was. Kijken we naar sterren dan zien we die zoals ze er miljoenen en soms zelfs miljarden jaren geleden uit zagen. Intussen kunnen ze al lang verdwenen zijn.
- *Één van de vier dimensies*. Volgens Einstein gelden voor alle objecten in het heelal vier dimensies: lengte, breedte, hoogte en tijd. Einstein introduceerde het begrip "ruimtetijd" met de tijd als vierde dimensie.

Al deze definities zijn eigenlijk geen echte definities, maar meer eigenschappen van het fenomeen "tijd". Een echte definitie van tijd bestaat denk ik niet, het begrip tijd is té ondoorgrondelijk en te veel omvattend. Het is dus nog steeds niet duidelijk wat we écht onder tijd moeten verstaan, wel kunnen we er wel nog veel meer beschrijvingen en eigenschappen van vinden. De laatste definitie volgt uit de eerdere uitspraak van Einstein over tijd:

"Onder tijd verstaan we een fenomeen dat er gewoon is, want zou er geen tijd zijn dan zou alles tegelijk gebeuren".

SPREEKWOORDEN

Misschien brengen spreekwoorden ons wat verder. Er zijn er heel veel:

"Tempus fugit" staat op ouderwetse klokken: "de tijd vliegt"

"De tijd gaat snel, gebruik hem wel"

"Beidt Uw tijd"

"De tijd baart rozen"

"De tijd onthult alles"

"De tijd heelt alle wonden"

"De tijd zal het leren"

"De tijd kent geen genade"

"Gezelligheid kent geen tijd"

"Komt tijd, komt raad"

"De tijd heeft vleugels en geen teugels"

"Tijd is geld"

"Wij hebben geen besef van tijd maar wel van verloren tijd"

"In het westen hebben ze horloges, maar wij (in Afrika) hebben tijd"

"Neem uw tijd te baat, te vroeg is beter dan te laat."

Worden we van al die spreuken wijzer? Tijd blijkt wel bijzondere eigenschappen te hebben: Tijd kan leren, helen, onthullen, raad geven, verstrijken, vliegen en nog veel meer. Ook is er een "tijdgeest", een spook?

TIJDMETING

Tegenwoordig kunnen wij de tijd goed meten en aflezen, maar dat was vroeger wel anders. Duiken we in de geschiedenis dan blijkt dat tijdmeting helemaal zo eenvoudig niet was. We zien een lange reeks uitvindingen en ontwikkelingen die uiteindelijk geleid heeft tot de precieze tijdmeting van nu.

Wanneer en hoe werd er vroeger tijd gemeten? Lange tijd had de mensheid alleen de zon, maan en sterren om enig begrip over tijd te verkrijgen. Zouden de eerste mensen zich druk gemaakt hebben over het meten van de tijd? Waarom zouden ze? Het wordt donker en je gaat slapen, later wordt het weer licht en dan sta je op. Dat is toch genoeg?

Al ongeveer een half miljoen jaar, misschien zelfs nog langer, leven er mensachtigen op aarde, maar pas een paar duizend jaar geleden begon men wat meer interesse in het verschijnsel "tijd" te krijgen en deed men de eerste pogingen om de tijd te meten.

Waar begon het mee? Als eerste met het wat beter in de gaten te houden van de zon. Die komt (tot nu toe) iedere dag op en gaat ook weer onder. Daaruit kwam de "dag" en de "nacht" voort, samen een "etmaal".

Ook van de maan maakte men gebruik. Men zag dat de maan steeds andere "gestaltes" aannam en dat dit met een vaste regelmaat gebeurde. De periode van "nieuwe" maan, via "volle" maan, tot weer een "nieuwe" maan, duurt ongeveer 30 dagen en daarmee was de "maand" geboren.

Op zeker moment kreeg men in de gaten dat na 12 manen (of in onze taal "maanden") alles zich weer herhaalde en dat dit ook te maken moest hebben met de bewegingen van de zon. Die periode werd dus een "jaar".

Men dacht vroeger dat de zon om de aarde draaide en dat is eigenlijk heel begrijpelijk, je ziet de zon immers opkomen, naar boven gaan, een boog maken en aan de andere kant weer wegzakken.

Maar in de middeleeuwen kregen sommige geleerden in de gaten dat dit toch niet klopte. Ze kwamen tot de conclusie dat het andersom

was, dat de aarde om de zon beweegt en natuurlijk ook dat de aarde zélf draait.

De kerk van Rome, die heel machtig was, wilde hier echter niets van weten, de kerk op aarde (en niet de zon) was immers het centrum van het heelal en daar mocht niet aan getwijfeld worden.

De eerste bekende geleerde die overtuigd was dat de aarde, in tegenspraak met de ideeën van de kerk, om de zon draaide, was de Poolse astronoom Copernicus die rond 1500 leefde. Hij schreef er een boekje over, maar voor de zekerheid publiceerde hij het boekje niet. Om problemen met de machtige Roomse kerk te voorkomen, liet hij het boekje alleen lezen door enkele vrienden van hem.

Later kreeg een andere beroemde geleerde, de Italiaan Galileo, grote moeilijkheden met de kerk toen hij hetzelfde beweerde en dat wél publiek maakte. Galileo moest in 1632 voor een kerkelijke rechtbank verschijnen. Daar moest hij herroepen dat de aarde om de zon draaide en kreeg voor straf langdurig huisarrest.

Het duurde nog vele jaren voordat algemeen geaccepteerd werd dat de aarde om de zon draaide en niet andersom. Het Vaticaan gaf zelfs pas in 1992 toe dat ze toen fout waren en bood excuses aan.

KALENDER

Waren er vroeger elders in de wereld sterrenkundigen die ook al wisten dat de aarde om de zon draaide? Waarschijnlijk wel. In ieder geval waren er al veel eerder "kalenders" ontstaan. Daarmee kon men de tijd in periodes indelen en bepaalde gebeurtenissen vastleggen. Zo weten we dat onder andere de Egyptenaren, de Grieken, de Hebreeërs, de Maya's en de Azteken al heel lang een soort kalender hadden.

Voor ons Europeanen zijn de belangrijkste kalenders echter: de "Juliaanse" kalender, die rond de jaartelling ontstond en die veel later werd vervangen door de "Gregoriaanse" kalender. Deze laatste is de basis van onze huidige kalender, sterker nog: wij gebruiken nog steeds een variant van deze Gregoriaanse kalender.

Een belangrijk probleem bij het samenstellen van een kalender is het feit dat een jaar niet uit een geheel aantal dagen bestaat. Het zou zo gemakkelijk geweest zijn als een jaar uit precies 365 dagen bestond, maar helaas, een jaar duurt iets langer en dat beetje extra tijd varieert ook nog, omdat de aarde niet helemaal regelmatig om de zon beweegt. Daarom zijn, ook nu nog, af en toe correcties noodzakelijk. Die Juliaanse kalender werd ingevoerd door Julius Caesar in het jaar 45 voor Christus. Deze kalender ging uit van een jaar van 365, 25 dagen. Dit was berekend door de astronomen van toen en dat was behoorlijk dichtbij. (Hoe deden ze dat eigenlijk? Ze wisten toch nog niet dat de aarde om de zon draaide?)

Die extra kwart dag moest dus gecorrigeerd worden door om de vier jaar een extra dag aan het jaar toe te voegen, de "schrikkel dag". Julius Caesar (of zijn adviseurs) maakten echter een fout en deden het om de drie jaar. Pas vijftig jaar later werd deze fout verholpen. Maar het uitgangspunt: 365,25 dagen klopte ook niet helemaal en dat werd nog weer veel later gecorrigeerd met de introductie van de Gregoriaanse kalender. Paus Gregorius XIII voerde deze verbeterde Juliaanse kalender in 1582 in. Het verschil is niet groot, het Gregoriaanse jaar duurt 365, 2422 dagen, iets korter dus. In onze tijd is het weer anders, door de langzaam afnemende snelheid van de aarde duurt een jaar tegenwoordig ongeveer 20 seconde langer dan 2000 jaar geleden.

Thans gaan we uit van een zogenaamd "tropisch" jaar dat loopt van 21 maart (lentepunt) tot het volgende lentepunt. Volgens Wikipedia duurt een tropisch jaar nu: 365,242347 dagen of 365 dagen 5 uur 49 minuten 1,114 seconde.

Veel maakt het niet uit, alleen het schrikkeljaarschema is iets aangepast en nog steeds corrigeert men af en toe de tijd met een schrikkelseconde.

MAANDNAMEN

Aan de Romeinen hebben we ook de namen van de maanden te danken. Zij lieten het jaar op 21 maart beginnen en kenden 10 maanden.

Daarna begon een naamloze winterperiode. Hierdoor zitten we nog steeds met een stel verkeerde namen, "september", "oktober", "november" en "december" want die namen betekenen: 7^e, 8^e, 9^e en 10^e maand en dat klopt natuurlijk niet. Ik las:

"dat de maand Quintilis (vertaald: de 'vijfde' maand) ter ere van Julius Caesar later in Julius (juli) is veranderd. Julius Caesar was degene die de eerste twee maanden van het jaar (januari en februari) bedacht. De rest van de maanden heeft van de Romeinse koning Romulus een naam gekregen: hij leefde vóór Julius en ging nog uit van tien maanden. De eerste vier maanden werden genoemd naar Martis, de oorlogsgod, Aprilis, een onbekende god, Maius, een plaatselijke godin, en de godin Junius. De volgende zes maanden – nummers 5 tot en met 10, kregen namen die van Latijnse getallen zijn afgeleid: Quintilis (later dus Julius), Sextilis (later Augustus, naar de Romeinse keizer die Julius opvolgde), September, October, November en December."

De Latijnse woorden voor 7, 8, 9 en 10 zijn namelijk "septem", "octo", "novem" en "decem". Later zijn januari (naar de god Janus) en februari ("reinigen") toegevoegd om de 12 maanden vol te maken. Verder is maart genoemd naar de god Mars, april komt van Apricus (?), mei naar de godin Maia, juni naar de god Juno, juli natuurlijk naar Julius Caesar en augustus naar de gelijknamige keizer. (Augustus betekent "de verhevene".)

Waarom lieten de Romeinen het jaar op 21 maart beginnen? Al eerder genoemd, rond die tijd hebben we het "lentepunt". Dan duurt de dag en de nacht even lang. De zon komt dan precies in het oosten op en gaat in het westen onder. Volgens Wikipedia "snijdt dan de aardbaan de hemelevenaar".

Zelf heb ik bemerkt (tijdstip zonsopgang en zonsondergang worden in de krant vermeld) dat de tijdsduur van dag en nacht op niet altijd precies gelijk is op 21 maart. Dit jaar (2015) was dat op 18 maart, namelijk tussen 6.48 en 18.49 uur. Inderdaad, het lentepunt blijkt variabel en ligt ergens tussen 18 en 22 maart! De oorzaak is onder andere het schommelen van de aardas en de "precessie", dat is de cirkel die de "wiebelende" aardas doorloopt (volle cirkel duurt 26.000 jaar). De aardbaan rond de zon is trouwens geen cirkel maar een ellips met de zon in één van de brandpunten.

KEERKRINGEN

Als er een lentepunt is, dan hebben we natuurlijk ook een herfstpunt waarbij het zelfde geldt: dag en nacht gelijk en de zon precies van oost naar west. Dit herfstpunt ligt rond 23 september.

Zowel tijdens het lentepunt als het herfstpunt staat de zon in de middag loodrecht boven de evenaar.

We hebben ook nog een "winter-" en "zomerpunt" en deze punten liggen rond de data: 21 juni en 21 december.

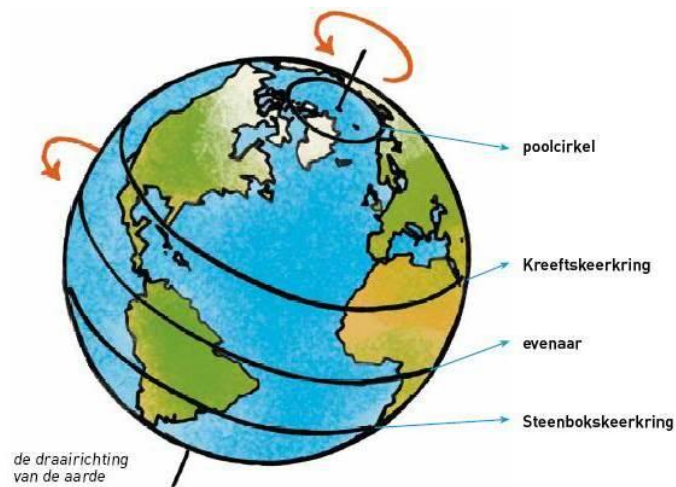
Terwijl ik dit schrijf is het 21 juni 2015 en dus de langste dag. Al enkele dagen ligt de tijd tussen zonsopgang en -ondergang op 16 uur en 45 minuten (ik houd de tijdstippen in m'n agenda bij). Maar op deze dag, om 18.38 uur, begint de astronomische zomer en dat blijkt nieuws te zijn, want ik las vandaag het volgende in de krant:

"Op dat tijdstip (18.38 uur) bereikt de zon haar grootste noordelijke declinatie (+23°26'04"), een moment dat men het zomer-solstitium of de zomerzonnwende noemt - 'sol stitium aestivum' is het moment dat de zon stilstaat in de zomer. Hij staat dan recht boven de "Kreeftskeerkring". Op de ecliptica, dat is het pad van de zon aan de hemel, staat ie dan in het zomerpunt, op lengte 90°00'00". Op het noordelijk halfrond zijn de dagen nu het langst, de nachten het kortst: in Utrecht (52°05' NB) bijvoorbeeld duurt een dag - het tijdsinterval tussen de opkomst en ondergang van de bovenrand van de zon - 16 uren en 45 minuten. In de praktijk duurt de 'dag' nog wat langer, omdat het al enige tijd vóór zonsopkomst en even lang ná zonsondergang licht is: de schemering. Hoe noordelijker des te langer de dag duurt. In Oslo (60° NB) bijvoorbeeld duurt de dag op 21 juni 18 uur en 52 minuten en ten noorden van 65°44' gaat de zon helemaal niet onder, daar schijnt de middernachtszon."

Veel later, op het winterpunt, rond 21 december, het begin van de winter, hebben we de kortste dag. Dan staat de zon op een bepaald tijdstip recht boven de "Steenbokskeerkring".

De "keerkringen" (in het Engels "tropics") zijn breedte graden, en die liggen evenwijdig aan de evenaar.

Nog wat gegevens: de Kreeftskeerkring ligt op $23^{\circ} 27'$ Noorder Breedte, de Steenbokskeerkring op $23^{\circ} 27'$ Zuider Breedte.



Tussen de keerkringen liggen de "tropen".

JAARTELLING

We hebben nu dagen, nachten, maanden en jaren geduid, nu de jaartelling nog. Tijdens het schrijven van dit boek leven we in het jaar 2015 na Christus. Dat zou theoretisch moeten betekenen dat Jezus Christus rond één januari van het jaar één geboren is. Hier blijkt niets van te kloppen want men weet helemaal niet precies wanneer de geboorte van Christus heeft plaats gehad. Men schat dat dit gebeurde tussen 4 en 7 jaar vóór Christus en voor de geboortedatum 25 december is ook geen bewijs, in ieder geval werd Jezus niet in de winter geboren.

Onze jaartelling dateert dan ook helemaal niet uit die beginperiode rond Jezus' geboorte, maar werd pas in 525 na Christus met terugwerkende kracht ingevoerd door de monnik Dyonisius Exiguus. Dit gebeurde tijdens het bewind van paus Johannes I die deze jaartelling goedkeurde en bekrachtigde.

Ook blijkt het jaar 0 niet te bestaan: Van het jaar -1 (1 vóór Christus) ging men direct over naar jaar 1 ná Christus, ook genoemd "AD 1" ofwel "anno Domini één". Het duurde trouwens nog twee eeuwen voordat deze jaartelling ook in onze streken gemeengoed

werd. Het woord "eeuw" is nog niet besproken, maar dat is natuurlijk 100 jaar en een periode van duizend jaar noemen we een "millenium".

JAAR NUL

Het jaar nul "AD" blijkt dus niet te bestaan, althans niet in onze Gregoriaanse jaartelling. Het échte jaar nul BC (vóór Christus) is natuurlijk het jaar waarin de aarde ontstond. Of nemen we het ontstaan van de mensheid als jaar nul? Maar het tijdstip van beide gebeurtenissen kennen we niet precies. De aarde ontstond volgens de wetenschap zo'n 4,5 miljard jaar geleden, dat is dus 45 met acht nullen, niet erg handig als jaartal en ook nog helemaal niet exact. De vorming van de aarde alleen al heeft vele miljoenen jaren geduurd. Hoe men de leeftijd van de aarde weet? Dankzij de "radiometrie". Alle 92 elementen van het periodiek systeem hebben één of meer radioactieve varianten ("isotopen"), inhoudende dat het aantal neutronen in de kern van een atoom varieert. (Het aantal protonen daarentegen is voor een element altijd constant.) Men kent van vele van deze radioactieve isotopen de "half waarde", dat is de tijd waarna de helft van het radioactieve materiaal vervallen is tot een stabiele, niet radioactieve stof.

De ouderdom van de aarde is bepaald met behulp van het element uranium. Uranium bestaat voor 99,4 % uit U 238 (238 deeltjes in de kern). Dit licht radioactieve element U 238 vervalt via een groot aantal stappen tot niet-radioactief lood. Men kent de half waarde tijd van U 238, die is (toevallig?) ongeveer 4,5 miljard jaar. Vind men dus gesteente waarin zich uranium tezamen met lood bevindt dan kan men de leeftijd van het gesteente bepalen door de verhouding uranium - lood te meten. In veel gesteente komt uranium voor en op onze aarde is genoemde verhouding dus nu overal ongeveer "fifty fifty".

Nu nog de mensheid, wanneer verschenen er mensen op aarde? Dat blijken we niet precies te weten. Eerst ontstonden de mensachtigen, maar wanneer dat was? Onduidelijk, men denkt zo'n 4 miljoen jaar geleden. En de eerste echte mensen, wezens die "handig" waren? Men

schat: tussen 500.000 en 1 miljoen jaar geleden! De oudste fossielen van de "homo sapiens", de "wetende" mens (dat zijn wij toch?), die gevonden zijn, heeft men gedateerd op 120.000 jaar.

De "creationisten", dat zijn dus mensen die geloven in de schepping, zoals beschreven in het Bijbelboek Genesis, hebben het veel gemakkelijker. Zij zijn er van overtuigd dat de wereld en de mensheid rond de zesduizend jaar oud zijn, hoewel, sommige Bijbelkenners komen uit op wel tienduizend jaar !

WEEK

We hebben nu een aantal eenheden van tijd besproken: millennium, eeuw, jaar, maand en dag, maar over de "week" hebben we het nog niet gehad. Wie bepaalde dat een week 7 dagen heeft? De zevendaagse week, die hebben we te danken aan de Bijbel, tenminste, dat dacht ik. In Exodus 20:11 staat immers: *"Want in zes dagen heeft de HEER de hemel en de aarde gemaakt, en de zee met alles wat er leeft, en op de zevende dag rustte hij."*

Maar wat blijkt? De zevendaagse week ontstond al veel langer, al vóór 2350 voor Christus. Maar in dat jaar werd de zevendaagse week wel officieel. Ene "koning Sargon I" in het huidige Irak, voerde in 2350 BC de zevendaagse week officieel in. Onofficieel bestond de zevendaagse week daar al veel eerder.

De Romeinen noemden de dagen naar zon, maan en enkele van hun goden, namelijk naar: "Sol, Luna, Mars, Mercurius, Jupiter, Venus en Saturnus". In de Latijnse landen worden deze namen, iets gewijzigd, nog steeds gebruikt, onder andere in Frankrijk: "Lundi, Mardi, Mercredi, Jeudi, Vendredi, Samedi en Dimanche".

In de noordelijke landen worden andere, namelijk Noorse goden gebruikt, naast zon, maan en de planeet Saturnus. Deze goden zijn: "Tiw", "Wodan", "Thor" (of "Donar") en Freya (?). Die namen zijn dus gebruikt voor respectievelijk Dinsdag, Woensdag, Donderdag en Vrijdag. De Zaterdag is natuurlijk vernoemd naar Saturnus.

In Portugal hebben ze het weer anders gedaan: De Zondag is (evenals in Spanje) vernoemd naar de heilige Dominicus en heet nu "Domingo".

Zij beschouwen dit als de eerste "feestdag" en noemen dan de volgende dagen: Segunda Feira (tweede feestdag) en vervolgens: Terça Feira, Quarta Feira, Quinta Feira en Sexta Feira. De Zaterdag heet in het Portugees (en ook in het Spaans): "Sábado" en dat komt natuurlijk van het woord "sabbath", de zevende dag van de Hebreeuwse kalender. Er zijn vele talen en dus nog veel meer namen van dagen, maar ik laat het hierbij.

TIJDVERDELING

Nu moest de mensheid de dag nog verder preciseren en dus is ooit besloten om een dag in 24 uren te verdelen, de uren in 60 minuten en een minuut in 60 seconden. Hoe en waar is dat eigenlijk gebeurd? De oorsprong hiervan ligt ook nu weer in Babylonië, het huidige Irak. Zo'n vierduizend jaar of nog langer geleden werd daar door de sterrenkundigen het zestigtallig stelsel ingevoerd voor hun berekeningen. Men verdeelde een cirkel in 360 graden, de graden in 60 minuten en die weer in 60 seconden. Daaruit volgde later de verdeling van een uur in minuten en seconden; van de Egyptenaren had men al de verdeling van een etmaal in 24 uur overgenomen. Nadat Alexander de Grote Babylonië veroverd had namen ook de Griekse sterrenkundigen dit systeem over. En zo gebruiken wij ook nog steeds dit stokoude stelsel, met als basis het zestigtallig stelsel. Voor ons niet zo handig want wij werken met het metrische, tientallige stelsel. Wij zouden nu een cirkel in 400 graden kunnen verdelen en de graden weer in 100 minuten en een minuut weer in 100 seconden. Deze metrische verdeling wordt hier en daar inderdaad toegepast, maar heeft het oude systeem nooit kunnen verdringen. En zo blijft een dag dus bestaan uit 24 uren van 60 minuten en een minuut in 60 seconden. Maar de seconde wordt altijd metrisch verkleind: men rekent immers met milliseconden, micro- en nanoseconden en zo nodig gaat men nog verder.

PREHISTORISCHE TIJD

In onze tijd maken we ons druk (terecht?) om de juiste tijd en corrigeren de tijd af en toe met een "schrikkeelseconde".

Maar laten we eens een flinke tijd terug kijken. Het blijkt dat de lengte van een dag en een jaar toen heel anders waren. Het volgende las ik hierover op internet:

"De snelheid waarmee de aarde om haar as draait is niet constant, maar neemt over het algemeen heel langzaam af, als gevolg van de getijdenwerking van zowel de maan als de zon. De dag wordt dus steeds langer, en de toename bedraagt ongeveer 1,7 milliseconde per eeuw (een gemiddelde dat is berekend op basis van de laatste 2700 jaar). Deskundigen wijzen erop dat zo'n 620 miljoen jaar geleden een etmaal slechts 21,9 uur lang was en dat er toen 400 dagen in een jaar waren.

Daarnaast wisselt de omwentelingsnelheid van de aarde soms van dag tot dag met de massaverdeling: Krimpen de oceanen of de atmosfeer wat in door afkoeling, dan gaat de aarde wat sneller draaien als gevolg van de wet van behoud van impulsmoment.

Dergelijke verschillen zijn met moderne tijdmeetmethoden goed waarneembaar. Om de klok gelijk te laten lopen met de middelbare zonnedag moet af en toe een schrikkeelseconde ingelast worden."

TIJDAANWIJZING

Het volgende probleem voor de mens was: hoe kan men de tijd meten, de tijd kennen, het tijdstip precies vaststellen? Met een klok dus.

Maar... wanneer verschenen de eerste klokken en waar? Zelf denk ik dat de eerste klok een zonnwijzer was, maar is dat ook zo?

Ik ga op onderzoek en inderdaad, de eerste klokken waren zonnwijzers, daarop kon je, zo lang de zon scheen, de tijd zien. De Egyptenaren gebruikten deze al zesduizend jaar geleden !!

Maar ook "waterklokken", zandlopers en zelfs kaarsen deden dienst als primitieve tijdaanwijzers, alle weinig nauwkeurig en met grote nadelen: je kunt er alleen de tijdsduur mee meten.

De eerste echte klokken werden pas in de middeleeuwen ontwikkeld. Volgens Wikipedia en andere bronnen werden de eerste mechanische klokken ontwikkeld door monniken in een Benedictijnenklooster. Het eerste mechanische uurwerk dateert van begin 1300 en werd gebouwd in de "Benedictijnenabdij van Saint Albans door Richard van Wallingford". Het was een heel groot apparaat van ruim drie meter breed, diep en hoog. Hierna gingen al gauw meer mensen klokken fabriceren. Voor kloosters en kerken was een klok belangrijk om de godsdienstige rituelen op vaste tijden plaats te laten vinden. Na deze eerste klokken nam de fabricage snel toe, rond 1400 had iedere (Engelse?) stad een uurwerk, meestal in kloosters en kerktorens. Die eerste klokken werkten met gewichten die steeds opgetrokken moesten worden. Ze bestaan nog steeds, ik had zelf lange tijd een koekoeksklok waarvan de "dennenappels" iedere dag opgetrokken moesten worden. Geen probleem, maar de elektrische klokken van nu zijn toch wel wat gebruiksvriendelijker.

Erg precies liepen die eerste klokken niet, er moesten nog vele uitvindingen en verbeteringen gedaan worden om ze een beetje betrouwbaarder en nauwkeuriger te maken.

De eerste belangrijke uitvinding was die van het "échappement", de "onrust", ergens in de middeleeuwen. Ook kregen de klokken steeds duidelijkere wijzerplaten met twee wijzers in plaats van één wijzer bij de eerste klokken. Later kwamen er vaak ook nog een secondewijzer en een slagwerk bij.

Het mechaniek moest dus op gang blijven met dalende gewichten. De gewichten die steeds opgetrokken moesten worden werden bij kleine klokken later vervangen door een opwindbare veer, voor het eerst toegepast door Peter Henlein in Neurenberg, begin 16^{de} eeuw.

Die oude klokken wezen een tijd aan, maar, vroeg ik me natuurlijk af: welke tijd? Hoe kon men die klokken "gelijk zetten", zeg maar ijken? De enige methode was toen: met behulp van de zon.

In de 17^e eeuw nam de fabricage van klokken met slingeruurwerk en ankergang sterk toe: de klok werd steeds meer gemeengoed. Veel van deze klokken uit de 17^e en 18^e eeuw bestaan nog steeds. Zo had een oom van mij een prachtige staand slingeruurwerk, met zelfs de maanstand op de wijzerplaat.

Als de zon in het hoogste punt staat is het 12 uur 's middags. Dat tijdstip noemt men de "zonnetijd". Deze zonnetijd kun je meten met een zonnewijzer: als de schaduw van de aanwijsstaaf het kortst is, staat de zon op z'n hoogste punt en is het *op die plaats* 12 uur 's middags. Dit hoogste punt van de zon noemt men ook de "culminatie". Heel lang werd deze methode toegepast om klokken te ijken. Er zijn echter een paar sterke nadelen aan dit systeem: in oostelijke richting vindt de culminatie steeds vroeger plaats, in westelijke richting steeds later. Langs de lengtegraad (noord zuid) zou de zonnetijd wel constant moeten zijn. Helaas is dat ook niet het geval, ook op een noord zuid meridiaan varieert de zonnetijd, gemeten over een jaar, ongeveer een half uur.

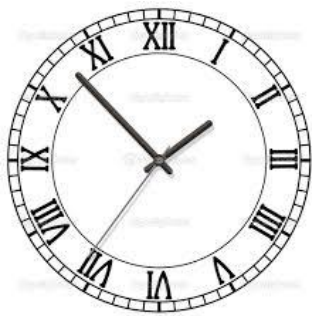
In die oude tijd had daardoor iedere stad z'n eigen plaatselijke tijd, die men op de kerkklok (als die er was) kon aflezen. Pas veel later werd het huidige systeem, dat "GMT" (Greenwich Mean Time) als uitgangstijd gebruikt, ingevoerd.

Tot halverwege de 17^e eeuw waren de klokken, zoals gezegd, verre van nauwkeurig. In 1656 kwam daar verandering in met de uitvinding van het slingeruurwerk door de Nederlandse geleerde Christiaan Huygens. Een klok met slingeruurwerk loopt veel nauwkeuriger, want is veel beter af te stellen. Huygens deed de eerste proeven in de Scheveningse kerk, toevallig de kerk waar ik in 1936 gedoopt werd! Een andere uitvinding van belang was de "ankergang", een verbeterde "onrust", door William Clement in 1676. Hiermee liepen de uurwerken nog beter. Eindelijk werd de klok zo een betrouwbare tijdaanwijzer en daar had de wereld behoefte aan.

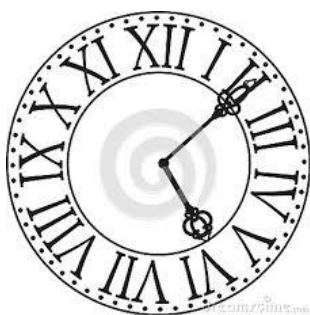
In de 17^e eeuw nam de fabricage van klokken met slingeruurwerk en ankergang sterk toe: de klok werd steeds meer gemeengoed.

Veel van deze klokken uit de 17^e en 18^e eeuw bestaan nog steeds.

Zo had een oom van mij een prachtige staand slingeruurwerk, met zelfs de maanstand op de wijzerplaat. Deze was gemaakt door een zekere Pieter Klok (of Klock) uit Amsterdam en dateerde van eind 17^e eeuw. Waar zou die toch gebleven zijn? Oom is eind twintigste eeuw overleden, z'n vrouw wat later en de klok van "Klock"? Geen idee waar hij nu staat.



verklaring hiervoor heb ik nog niet kunnen vinden. De hiervoor gegeven redenen zijn



Bij de wijzerplaten van die oude klokken is mij al lang geleden iets opgevallen: de cijfers zijn Romeins, maar de Romeinse IV wordt (bijna) altijd weergegeven als IIII. Een echt goede verklaring hiervoor heb ik nog niet kunnen vinden. De hiervoor gegeven redenen zijn namelijk niet erg aannemelijk.

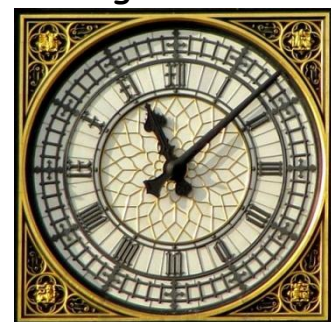
Op modernere wijzerplaten met Romeinse cijfers is het cijfer vier vaak wél als IV aangegeven.

Hierbij nog de wijzerplaat van de "Big Ben" in Londen met een vreemde IV.

In de 18^e eeuw werden vele prachtige klokken gemaakt waarvan er nog flink wat bestaan en die ook nog lopen, maar pas op, er zijn vele vervalsingen in omloop.

En wie kent niet de Friese staartklokken? De oudste zijn gemaakt vanaf 1770, ook deze worden als antiek verkocht maar zijn nogal eens nagemaakt en veel jonger.

Er kwamen ook steeds kleinere klokken en klokjes. Eind achttiende eeuw verschenen de eerste vestzak horloges en nog wat later: het polshorloge.



TIJDSTANDAARDISATIE

Die oude toestand waarbij iedere stad z'n eigen tijd had, gebaseerd op de zonnetijd, werd onhoudbaar. Er moest wat beters komen. Een oud, gerenommeerd instituut in Greenwich vlak bij Londen, nam de leiding. Men verdeelde de aarde noord/zuid in 360 lengtegraden of meridianen, waarbij de "prime-meridian" (nulmeridiaan) door Greenwich loopt. Een meridiaan is een denkbeeldige lijn, die over de werelddbol loopt van noordpool naar zuidpool. Deze lijn verbindt de punten waar de zon tegelijk op z'n hoogste punt staat. Vanaf de nulmeridiaan zijn de meridianen genummerd van 0 tot 180 graden ooster- en 0 - 180 graden westerlengte, voor plaatsbepaling. Behalve deze lengtegraden hebben we natuurlijk ook breedtegraden waarbij de evenaar de nullijn is. Vanaf de evenaar tot de polen hebben we dan van 0 tot 90 graden noorder- en 0 - 90 graden zuiderbreedte, waardoor elke plaats op aarde met een paar getallen bepaald kan worden. Voor precieze plaatsbepaling worden de coördinaten in graden, minuten en seconden weergegeven.

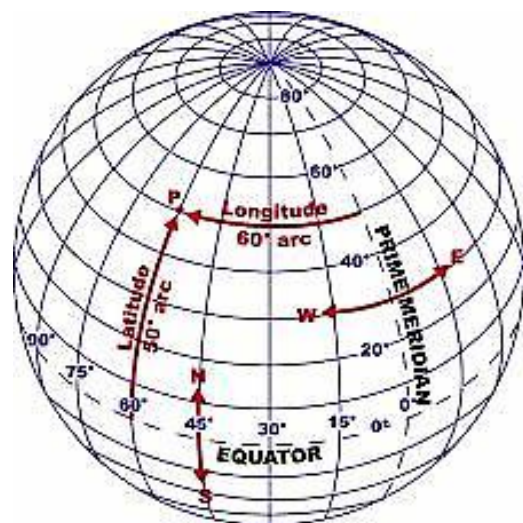
Zo ligt onze woning in Nederland op:

$52^{\circ} 5' 25''$ Noorderbreedte, $4^{\circ} 53' 40''$ Oosterlengte.

Maar, wat hebben die meridianen nu eigenlijk met tijd te maken?

Wel, men heeft de 360 graden van de aardomtrek verdeeld in 24 tijdzones met een breedte van 15 graden elk. Iedere zone verschilt een uur van de volgende zone omdat de aarde één omwenteling per 24 uur maakt.

De tijd van de nulmeridiaan kreeg de functie van ijkpunt voor de tijd. Als standaardtijd werd de gemiddelde zonnetijd in dat plaatsje Greenwich genomen. Gemiddeld, want de zonnetijd op één plaats varieert, gezien over een jaar, ongeveer een half uur, dus "mean"



betekent: +/- 15 minuten. Dit werd de "GMT" Greenwich Mean Time, die in 1855 in Groot Brittannië als standaardtijd werd ingevoerd. In het begin van de 19^e eeuw werden de eerste spoorlijnen aangelegd, eerst voor goederenvervoer, wat later voor personenvervoer. In 1839 reed de eerste trein in Nederland van Amsterdam naar Haarlem. In verschillende landen van Europa waren er toen al meerdere spoorwegen en stations aangelegd. De stations kregen klokken, maar die hadden alleen zin als ze een (landelijke) standaardtijd konden aanwijzen om zo de treinen volgens een dienstregeling te laten rijden.

Hoewel de UK, Frankrijk en andere landen al langer een soort standaardtijd hadden, werd pas in 1884 de "Greenwich Mean Time" of "GMT", tijdens de "International Meridian Conference" in Washington, als standaard tijd voor de wereld gekozen. Dit werd door vele (maar niet alle) landen geaccepteerd, o.a. door de UK en de VS. Frankrijk deed (natuurlijk) niet mee, zij vond de Parijse tijd belangrijker, maar ging uiteindelijk in 1911 toch overstag.

MARITIEME TIJD

Plaatsbepaling op zee was lang een groot probleem voor de scheepvaart, vooral door het ontbreken van een goede klok, die ook op lange zeereizen de tijd nauwkeurig kon blijven aanwijzen. Zo'n klok had men nodig voor het bepalen van de lengtegraad. De breedtegraad kon men redelijk goed bepalen door de hoogte van zon of (bekende) sterren te meten.

Rond 1730 werd de "sextant" uitgevonden, die de plaatsbepaling een stukje verder bracht. Met een sextant kan men de hoek tussen (onderkant) zon en horizon ("kim") veel nauwkeuriger bepalen. Door deze hoek te meten tijdens de "culminatie" kon men de breedtegraad bepalen. Helaas niet de lengtegraad, daarvoor had men een nauwkeurige klok nodig om de lokale (zonne)tijd te vergelijken met een standaardtijd, dat werd (later) de "GMT" van Greenwich. Een klok die overal op aarde deze tijd nauwkeurig kon aanwijzen, tja, zo'n klok was er in die tijd nog niet.

Zolang men de lengtegraad op zee niet accuraat kon bepalen, deugden ook de meridianen op de zeekaarten van die tijd niet. Het probleem werd zo nijpend dat het Engelse parlement een bedrag van twintigduizend pond uitloofde voor diegene die een echt nauwkeurige klok kon maken, die ook op zee accuraat functioneerde.

In 1764 lukte het de Engelse klokkenmaker John Harrison om een zeer nauwkeurige klok te fabriceren, die "chronometer" werd genoemd. Het was niet eenvoudig, de klok moest ongevoelig zijn voor beweging, wisselende temperatuur en vochtigheid.

De eerste klok die hij maakte bleek enkele seconden per dag achter te lopen. Was dat voldoende nauwkeurig? Een minuut verkeerd geeft een afwijking van wel 30 kilometer. John ging door: z'n vierde klok werd getest op een (zeil)schip dat van Engeland naar Jamaica voer en weer terug en wat bleek? De klok week, na die maandenlange reis, slechts iets meer dan een minuut af, voldoende nauwkeurig voor de bepaling van de lengtegraad.

John Harris was geen geleerde maar een kundig ambachtsman en klokkenmaker. De Engelse geleerden vonden het eigenlijk maar niks dat deze eenvoudige man in staat bleek om zo'n nauwkeurige klok te maken, iets wat hun niet gelukt was. Met smoesjes weigerden ze om John zijn beloning te geven en John heeft jaren moeten knokken om z'n geld te krijgen. Pas in 1773 kreeg hij na veel gesteggel z'n prijzengeld.

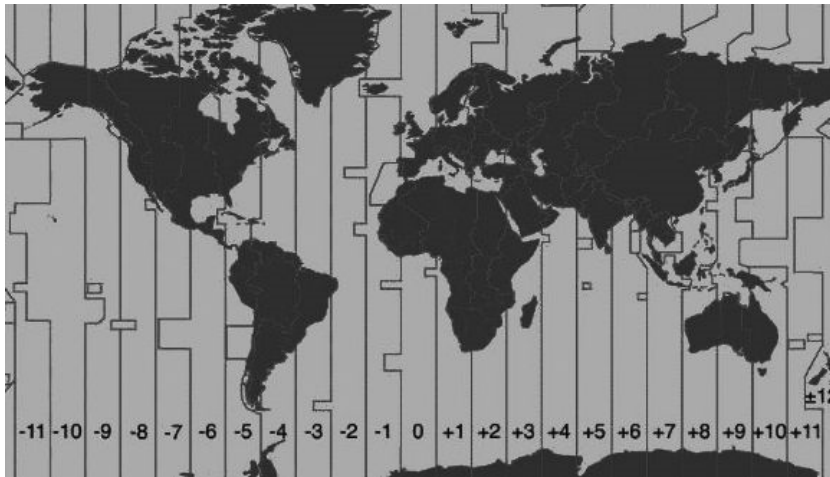
Ook heden ten dage is de uitvinding van de chronometer door John Harrison, nog steeds van belang, hoewel de satellietnavigatie van nu de plaatsbepaling wel zeer eenvoudig gemaakt heeft. Maar wat als die moderne apparatuur niet werkt?

In de vijftiger jaren voer ik (als werktuigkundige, dus niet als stuurman) op vooroorlogse tankers. De enige manier om nauwkeurig plaats te bepalen was toen met kompas, sextant en chronometer. De "radio richtingzoeker" die we aan boord hadden was veel te onnauwkeurig (+/- 250 km). De chronometer op die oude schepen was een prachtig messing apparaat dat zich in de "kaartenkamer" op de brug bevond. Daar zag je onder een luikje de "cardanisch" opgehangen chronometer, die GMT aanwees. Met behulp van het

radio tijdsein uit Greenwich werd elke dag de afwijking genoteerd zodat men bij het "zonnetje schieten" over de juiste GMT beschikte. Omdat we elke dag een afstand van zo'n 500 kilometer aflegden moest de scheepsklok steeds verzet worden. Elke morgen rond tien uur werd de scheepstijd aangepast aan de plaatselijke tijd. Voeren we in oostelijke of westelijke richting, dan scheelde dat per dag wel twintig minuten. Iedere dag bepaalde de "brug" hoeveel de klok verzet moest worden. De stuurder mikten het zo uit dat rond twaalf uur 's middags de zon ook inderdaad z'n hoogste punt bereikte. Op zee werd dan elke middag rond twaalf uur de zonshoogte met de sextant gemeten. Alle stuurder met hun sextant naar de brug. Stond de zon in het hoogste punt, dan werden tijd en zonshoogte genoteerd en kon het rekenen beginnen om de plaats te bepalen. Ook in de zestiger jaren, toen ik op moderne náoorlogse tankers voer, ging het nog steeds zo. Één probleem: er moet wel zon zijn, anders valt er niks te meten.

In 1967 werd het "GPS" (global positioning system) in Amerika ontwikkeld, voor de strijdkrachten. Dit bleek een enorme vereenvoudiging van de plaatsbepaling te zijn. Het systeem werd door de Amerikanen (gedeeltelijk) vrijgegeven en al snel werden steeds meer koopvaardij schepen hiermee uitgerust. Thans is de satellietnavigatie niet meer weg te denken en is hoofdmiddel voor de navigatie geworden. Maar... chronometer en sextant blijven op schepen als "back-up" noodzakelijk en dat geldt ook voor een magnetisch kompas als reserve voor het giro kompas.

Eeuwen lang was men voor de koers afhankelijk van een magnetisch kompas. Tegenwoordig zijn de meeste schepen uitgerust met een veel nauwkeuriger girokompas, maar de "tol" daarvan wordt elektrisch aangedreven en zo'n kompas is dan kwetsbaar voor stroomstoring. Op de schepen waar ik in de zestiger jaren op voer, was men altijd bang voor een "black out", want dan kon de "tol omvallen" en moest men snel naar de gyrokamer om de tol "op te vangen".



WERELDTIJD

Als we de wereldkaart als een rechthoek weergeven, lopen de meridianen evenwijdig. De tijdzones zijn dan dus (langwerpige) rechthoeken, maar om praktische redenen volgen de tijdlijnen hier en daar de landsgrenzen, om te voorkomen dat in één land verschillende tijden gelden. In zeer grote landen (Rusland, USA) is dit trouwens wél het geval.

Naast GMT als standaardtijd is er ook nog de "UTC", die bijna identiek is. Wat is het verschil?

GMT: Greenwich Mean Time, is een op astronomie gebaseerde tijd.

UTC: Universal Time Coördinated, is een standaard tijd die (nu) gebaseerd is op een atoomklok en "gecoördineerd is met de aardrotatie". (UTC is een compromis tussen het Franse "TUC" en het Engelse "CUT")

Het verschil tussen de twee standaards zou nooit meer als één seconde bedragen. Dát er verschil is komt o.a. door de "schrikkelseconde", waarmee de standaardtijd af en toe gecorrigeerd moet worden. Zo werd er onlangs op 30 juni van het jaar 2015 een schrikkelseconde bijgerekend. De klok gaat dan van 23:59:59 via 23:59:60 naar middernacht (00:00:00) .

In het Verenigd Koninkrijk, Ierland en Portugal is de nationale tijd gelijk aan "GMT" of "UTC". In de andere landen van west Europa, zoals Nederland, België, Luxemburg, Spanje, Frankrijk, Duitsland, Oostenrijk, Zwitserland, Italië (en in nog een stel Europese landen)

heerst een andere tijd, namelijk "GMT + 1". Niet altijd: In de zomer verandert de klok in vele Europese landen met een uur, want dan gaat de klok, in de landen die meedoen, een uur vooruit en hebben we "zomertijd".

In Europa tracht men het begin en het einde van de zomertijd in alle landen op de zelfde datum te laten gebeuren. Maar zelfs als dat lukt zijn de begin- en einddatum elk jaar toch weer anders, want men wil de tijdverandering, om praktische redenen, altijd in de nacht van zaterdag op zondag (om 2 uur 's nachts) laten gebeuren. En dus varieert de datum van ingang en einde zomertijd als volgt:

2015	29 maart - 25 oktober
2016	27 maart - 30 oktober
2017	26 maart - 29 oktober
2018	25 maart - 28 oktober (Bron: Wikipedia)

Standaardisatie is een moeilijke zaak in deze wereld. Deze zomertijd, in het Engels "Daylight Saving Time" genoemd, is ingevoerd omdat het dan 's avonds een uur langer licht is. Hierdoor zou energie (voor verlichting) bespaard worden. Bovendien zou de zomertijd beter overeenkomen met het tijdvak waarin de meeste mensen wakker zijn. Niet iedereen is hiervan overtuigd en vooral boeren zijn het er niet mee eens: "Die koei'n kunn'n geen klok kiek'n". Door de zomertijd wordt het verschil met de "zonnetijd" (hoogste punt van de zon) in ons land wel erg groot. Dit is normaal al zo'n half uur in Nederland maar in de zomer wordt dat dus anderhalf uur. Het plaatselijke 12 uur 's middags ligt dan rond half twee 's middags. In de oostelijker gelegen landen zoals Duitsland wordt dit verschil kleiner doordat de zon daar eerder opkomt en dus eerder z'n hoogste punt bereikt.

Nog een opmerking: In de UK, USA en nog meer landen geeft men de tijd vaak aan als AM (ante meridian) of PM (post meridian). AM is dan vóórmiddag en PM namiddag.

Voorbeeld: 14.00 uur is daar 2.00 PM.

ATOOMKLOK

De universele tijdstandaard "UTC " bestaat al lang, maar is pas sinds 1958 gebaseerd op een "atoomklok", lees ik. Oké, maar..... waar staat dat ding en hoe werkt zo'n atoomklok?

Er bestaan tegenwoordig veel atoomklokken, enkele belangrijke staan in Mainflingen (bij Frankfort in Duitsland), in Denver Colorado (USA), in Parijs/Sèvres en in Greenwich.

De werking van een atoomklok is gebaseerd op het trillingsgetal van bepaalde atomen, meestal Cesium, maar ook Waterstof, Rubidium en tegenwoordig Ytterbium worden toegepast.

De eerste atoomklok werd in 1955 ontwikkeld door de Britse geleerde Louis Essen in een laboratorium vlak bij Londen. Deze klok werkte met Cesium. De frequentie van een Cesiumatoom blijkt namelijk constanter te zijn dan de aardrotatie. Deze klok was zo nauwkeurig dat men enkele jaren later besloot de tijdstandaard in te stellen op basis van zo'n Cesium atoomklok.

In 1967 werd besloten de definitie van de seconde opnieuw vast te leggen. De seconde werd in het Internationaal Stelsel van Eenheden (SI) vastgelegd als *"de tijdsduur van 9 192 631 770 perioden van de straling overeenkomend met de overgang tussen de twee hyperfijn niveaus van de grondtoestand van het atoom Cesium 133"*.

Niet erg duidelijk (voor mij), maar het gaat hier om de eigen frequentie van een Cesiumatoom. Om deze frequentie te meten moeten de elektronen van een Cesiumatoom aangeslagen worden, waardoor hun grondtoestand verandert.

Die frequentie van 9 192 631 770 Hertz zou dus zó constant zijn, dat Cesium 133 geschikt werd bevonden om de seconde hiermee vast te leggen. Op 1 januari 1972 werd de nieuwe tijdschaal op basis van de Cesium atoomklok ingevoerd. Deze tijdschaal wordt gecontroleerd door het internationale bureau voor gewichten en maten in Sèvres (Frankrijk) en is gebaseerd op het gemiddelde van zo'n 200 atoomklokken. Is dat wel nodig, vraag ik me af? Het verschil tussen die klokken kan nooit groot zijn, want de afwijking van een atoomklok

is toch slechts één seconde per 5 miljard jaar? (Je kunt ook zeggen: één nanoseconde per 5 jaar.)

Hoe zo'n Cesium atoomklok werkt is behoorlijk ingewikkeld. Voor de definitie van een seconde, moest men een methode vinden om de trilling van een atoom om te zetten in een signaal dat men kon meten en in tijd kon omzetten. Bij een atoom in rusttoestand lukt dat niet, er moet energie aan toegevoegd worden en dat doet men met radiogolven in het microgolfgebied. De frequentie van die golven ligt in het zelfde gebied als die van de Cesium 133 atomen waarmee de meeste atoomklokken werken.

In een Cesiumklok worden de Cesiumatomen bestraald met een "maser". Een "maser" is een soort "laser", die geen lichtstraal geeft, maar een "microgolf" straal. Die "maser" straling geeft men een frequentie die rond de frequentie van het Cesiumatoom ligt. Hiermee wordt de grondtoestand van de elektronen in het Cesium atoom beïnvloed, wat inhoudt dat de elektronen "aangeslagen" worden en naar een volgende schil verhuizen. Daar kunnen ze zich niet handhaven en vallen onder uitzending van straling terug. Deze eigen trillingsfrequentie kan dan teruggekoppeld worden naar de elektronica van de klok en wordt daar omgezet in een signaal dat geschikt is voor tijdmeting.

Hoewel de trilling van een Cesiumatoom zeer stabiel en constant blijkt te zijn en zo'n atoomklok dus ook zeer nauwkeurig is, is men toch nog niet helemaal tevreden. Men doet tests met elementen in de hoop dat die nóg nauwkeuriger zijn. De elementen Rubidium en Waterstof zijn al eens eerder toegepast. Veelbelovend is nu het element Ytterbium, waarmee een atoomklok gemaakt kan worden die een afwijking heeft van ten hoogste 1 seconde per 32 miljard jaar (waarvoor is dit eigenlijk nodig?).

Een belangrijke atoomklok voor Duitsland, en ook voor ons, staat in Mainflingen bij Frankfort. Deze klok is gekoppeld aan de tijdseinzender DCF77 welke steeds een signaal uitzendt op 77 kHz, dat eenvoudig in een nauwkeurige tijdaanwijzing omgezet kan worden. Klokken en wekkers die dit signaal toepassen zijn thans in de handel verkrijgbaar en gemeengoed geworden. Op deze wijze kan iedereen

(binnen een straal van 1500 km vanaf deze zender) een zeer nauwkeurige klok bezitten, die ook de zomer- en wintertijd automatisch aangeeft. In moderne auto's komen ze voor, ik zelf heb er al jaren één en vind het een nuttig apparaat, dat iedereen zou moeten hebben.

HORLOGE

Wat een "horloge" is, ja dat weten we wel. Toch is er iets vreemds met het woord "horloge". Het is een Frans woord maar in Frankrijk is een "horloge" een staande klok. Een polshorloge noemt men daar een "montre", in het Nederlands vertaald: een "laten-ziener".

Maar ook in Nederland noemt men zo'n grote staande klok vaak een "staand horloge". En het woord horloge zelf? Dat komt uit het Grieks: van horo (tijd) en logos (getal).

De eerste draagbare horloges verschenen eind 18^e eeuw en waren meestal vestzakhorloges. Deze mechanische uurwerkjes zijn vaak ware meesterstukjes. In Zwitserland ontstond een hele industrie die de prachtigste horloges maakt. Begin twintigste eeuw kwamen de eerste polshorloges van o.a. "Patek Philippe" en "Cartier". Al snel werden horloges goedkoper en kon iedereen zich desgewenst een horloge veroorloven. Horloges zijn niet alleen tijdaanwijzers, ze worden ook als sieraad en statussymbool gedragen. Horloges zijn dan ook in alle prijsklassen verkrijgbaar. Maar... al zijn ze van goud of platina, echt heel nauwkeurig zijn die mechanische horloges meestal niet, ze moeten af en toe gelijk gezet worden. Daar kwam een flinke verbetering in met de introductie van de "kwarts"horloges.

KWARTSHORLOGES

In 1964 werd in Zwitserland het eerst "kwartshorloge" ontwikkeld. Een kwartshorloge maakt gebruik van een kwartskristal. Dit kristal kan men naar wens een bepaalde frequentie geven. Met een klein beetje stroom en een IC ("chip") wordt dan in het kwartskristal een

stabiele trilling opgewekt met een frequentie, die dus vooraf bekend is.

Deze trilling bedraagt vaak 32 768 Hz (volgens wikipedia) en wordt omlaag gebracht tot 1 Hertz. Het getal 32 768 is natuurlijk niet toevallig gekozen: het is een macht van twee (2^{15}), dus als je die frequentie lang genoeg deelt door twee, dan kom je vanzelf op 1 Hz (één trilling per seconde). Dat wordt in zo'n horloge elektronisch gedaan en die ene Hertz wordt vervolgens omgezet in een digitaal signaal. Daarmee kun je van alles doen, zoals elke seconde een cijfer laten verspringen. De eerste kwartshorloges hadden dan ook een digitaal display.

Later kwamen de kwartsklokjes met wijzers en wijzerplaat. Dan zit er dus een heel klein motortje in het uurwerk dat met een tandriempje de wijzers aandrijft.

Gezien de werking zijn de kwartshorloges dus eigenlijk ook een soort atoomklokjes. Ze zijn alleen wat minder nauwkeurig dan een cesiumklok. Kwartshorloges blijken eenvoudig te fabriceren en de uitvinding van het kwartshorloge heeft de prijs van horloges enorm gedrukt: voor een paar euro heeft men thans al een prachtig (kwarts) horloge.

Ikzelf houd het voorlopig toch nog maar op m'n oude automatische "Rolex Datejust" uit 1968, die na 47 jaar nog steeds verbazingwekkend goed loopt: ongeveer een minuut per maand vóór of nog beter (hij varieert iets) en.... geen batterijen nodig!

TIJDDILATATIE

De grote geleerde Isaac Newton (1646 - 1727) wist het zeker: tijd en ruimte zijn absoluut: een seconde is een seconde en een meter is een meter. Dit bleef zo, totdat begin twintigste eeuw Albert Einstein op het toneel verscheen. Volgens hem was tijd helemaal niet absoluut, tijd is afhankelijk van snelheid en zwaartekracht. En.... een meter is niet altijd een meter. Als een klok snel beweegt loopt hij langzamer en ook een liniaal wordt korter naarmate hij sneller beweegt, door de zogenaamde "Lorentz contractie".

Hoe komt het dat niemand dat ooit eerder bemerkt had? Omdat dit fenomeen pas merkbaar wordt bij snelheden in de buurt van de lichtsnelheid en die is zeer hoog: ongeveer 300.000 kilometer *per seconde*.

In ons dagelijks leven hebben we nooit te maken met dergelijke snelheden en wij merken dus niets van deze bevindingen. Op aarde kunnen we prima overweg met de wetten van Newton. Pas bij zeer hoge snelheden gaan de formules van Einstein een rol spelen.

Zijn relativiteitstheorie ("alles is relatief") was zó vreemd dat men moeite had erin te geloven. Er werden experimenten bedacht, ook door Einstein zelf, om de theorie te bevestigen. Zo werd een proef gedaan met twee zeer nauwkeurige atoomklokken, één op aarde en één in een vliegtuig dat met flinke snelheid om de aarde vloog. Toen de klok uit het vliegtuig kwam bleek hij inderdaad langzamer te hebben gelopen. Hoeveel? 2 miljoenste deel van een seconde! Idioot weinig maar het zou voldoende zijn om de theorie te staven, zeggen de geleerden.

Het belangrijkste uitgangspunt voor Einsteins theorie is het bizarre feit dat de lichtsnelheid de absolute snelheid in het heelal is: niets blijkt sneller te gaan dan het licht en, hoe men ook meet, de lichtsnelheid (in vacuüm) is altijd de zelfde.

Dit is niet bedacht door Einstein, het was al eerder door meerdere geleerden geconstateerd. Albert Einstein was echter wel de eerste die inzag welke vreemde consequenties dit feit had, zocht er een wiskundige verklaring voor en baseerde er zijn heelalformules op. Einstein stelde dat, hoe sneller iets beweegt, des te meer de massa toeneemt. Voor een versnelling is kracht nodig en hoe groter de massa, hoe meer kracht er nodig is. Bij de lichtsnelheid wordt de massa oneindig, dus is het voor een raket onmogelijk om tot de lichtsnelheid te versnellen. Lichtdeeltjes ("fotonen") hebben geen massa en dat zou de reden zijn dat ze (in vacuüm) altijd met de lichtsnelheid ("c") bewegen.

Het denkwerk van Einstein resulteerde in zijn eerste theorie: de "Speciale RelativiteitsTheorie", die handelt over eenparige snelheden ("S. R.T."). Later formuleerde hij ook nog zijn "Algemene (General)

RelativiteitsTheorie" die over *versnelde* bewegingen en zwaartekracht gaat, de "G. R.T."

Hoe kan het nu dat, hoe we de lichtsnelheid ook meten, deze altijd dezelfde waarde: 299.792, 458 km/seconde heeft? Snelheid meten we als lengte gedeeld door de tijd en daarvoor hebben we een soort meetlat voor de lengte en een klok voor de tijd nodig.

Einstein's theorie zegt dat meetlatten korter worden en klokken trager, als ze een snelheid hebben ten opzichte van een waarnemer. Hierdoor past zo'n snelheidsmeter zichzelf aan en meet men dan inderdaad altijd dezelfde snelheid van het licht. Hiervoor had onze beroemde Professor Lorentz ook al vergelijkingen opgesteld, die Einstein in z'n theorie verwerkte. Einstein was dan ook een groot bewonderaar van onze Hendrik Lorentz.

Bekijken we nu de tijdformule van Einstein:

"t" is de tijd, "v" is de snelheid,

"c" is de lichtsnelheid. Die bedraagt dus ongeveer 300.000 km/seconde.

Die formule hoef je niet te begrijpen maar er blijkt wel het volgende uit. Gaan we uit van de op aarde gebruikelijke snelheden, die hoogstens 2000 km/uur of wat meer

$$t' = t \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

bedragen: dat is iets meer dan een halve km per seconde.

Vullen we die in de breuk onder het wortelteken in:

- *v kwadraat / c kwadraat* - in, dan krijgen we een zeer klein getal, zo klein dat het eigenlijk te verwaarlozen is: bijna nul.

Bij aardse snelheden is *t'* praktisch gelijk aan *t*. Vandaar dat wij mensen op aarde niets merken van een langzamer verlopende tijd als we ons met auto, trein of vliegtuig voortbewegen. Toch is er een voorbeeld op aarde waaruit deze "tijddilatatie" (tijduitrekking) door snelheid duidelijk blijkt. Het gaat hier om "muonen", deeltjes die door de kosmische straling in onze dampkring (op 10 à 15 km hoogte) gevormd worden.

Muonen zijn subatomaire deeltjes die met enorme snelheid (bijna lichtsnelheid) uit de ruimte op ons afvliegen. Hun levensduur is zo kort: 2 microseconde, dat ze het aardoppervlak nooit zouden kunnen

bereiken. Toch worden ze op aarde (in de bergen) gedetecteerd en de enige verklaring hiervoor is de tijddilatatie, vanwege hun enorme snelheid. Rekenen we hun tijd van leven uit met bovengenoemde formule, dan neemt hun levensduur met een factor 70 toe, ruim voldoende om de aarde te bereiken.

We kunnen dus aannemen dat Einsteins bevinding: "*tijd is niet absoluut*" wel móet kloppen. Ook zouden we tijd, volgens Einstein, niet los, maar als een vierde dimensie moeten beschouwen.

Volgens Newton: $L \times B \times H = \text{Ruimte}$, $t = \text{Tijd}$

Volgens Einstein: $L \times B \times H \times t = \text{Ruimtetime}$

GELIJKTIJDIGHEID

Einstein kwam op zijn theorie door een "gedachte experiment", dat hij beschrijft in zijn boekje: "Mijn theorie" uit 1905.

Het "experiment" gaat als volgt:

Een trein rijdt van station A naar Station B en passeert halverwege een perron C. In deze trein, precies op de helft, staat iemand bij het raam. Op het perron C staat een andere persoon, ook precies op de helft van AB.

Nu komt het: exact op het moment dat de trein langs perron C rijdt en de treinreiziger tegenover hem de persoon op perron C ziet, slaat de bliksem in op station A én op station B.

De man op het perron ziet in z'n ooghoeken de bliksem gelijktijdig op A en op B inslaan. Onze man in de trein echter ziet de bliksem iets eerder inslaan in B dan in station A. Waarom? Het licht van beide bliksems heeft enige tijd nodig om het midden van de trein en perron C te bereiken. In die tijd is de trein iets verder gereden en dus ziet de treinreiziger de bliksem in B iets eerder inslaan.

Conclusie van Einstein: *gelijktijdigheid bestaat niet!*

(Ik zou liever zeggen: *gelijktijdigheid bestaat, maar niet altijd!*)

TWEELINGPARADOX

Einsteins theorie zegt dat alles, dus ook tijd, relatief is. De waarnemer speelt een hoofdrol in z'n theorieën. Heeft een object een bepaalde snelheid dan is dat dus altijd ten opzichte van een waarnemer. Zitten we in een trein die op een station stilstaat naast een andere trein en gaat één van de treinen rijden, dan moeten we altijd even piekeren: gaan wij rijden of is het de andere? Dat is dus relativiteit in een notendop.

Maar laten we eens uitgaan van een tweeling: Jan en Piet. Piet besluit een lange ruimtereis te maken, maar Jan gelooft het wel en blijft op aarde. Piet huurt een snelle raket en gaat een lange reis maken. Na enkele jaren landt hij weer op aarde, ziet Jan weer en wat blijkt? Één van de twee mannen is sterker verouderd dan de ander, maar... wie? Piet reisde met hoge snelheid (dichtbij de lichtsnelheid c) gedurende lange tijd door de ruimte. Ten opzichte van de aarde liep Piet's klok dus langzamer en Piet zal dus bij terugkomst minder verouderd zijn volgens de tijdformule. Maar... snelheid is altijd ten opzichte van iets. We kunnen dus ook zeggen: Jan op aarde verwijderde zich met hoge snelheid van Piets raket af tot deze besloot om te keren. Daarna kwam de aarde weer met hoge snelheid op Piets raket af.

Piet moest dus eerst vertragen, omkeren en weer versnellen en bij terugkeer op aarde opnieuw vertragen om te landen.

Bij versnellen en vertragen geldt de S.R.T. niet en dus is de vraag: Wie is er uiteindelijk minder verouderd, Jan of Piet? Ik zou zeggen: er is niets veranderd, beide broers zijn nog even oud. Maar toch blijkt Piet minder verouderd te zijn volgens de geleerden, omdat gedurende lange tijd zijn klok langer langzaam liep ten opzichte van de klok op aarde van Jan. Het is dus geen paradox hoewel men dat eerst wel dacht.

TIJDSNELHEID

Uit bovenstaande is nu dus gebleken dat, voor de bewegingen van de mensheid op aarde, de tijddilatatie te gering is om invloed op ons te hebben. Toch zeggen we nogal eens; "de tijd is omgevlogen." En ook: "ik moest een eeuwigheid wachten.". Voor ons mensen is de snelheid van de tijd op aarde dus sterk variabel. En ook voor dieren: ik herinner me nog dat Ko van Dijk over z'n hond vertelde die maar lag te wachten met een blik van: "Maar nou gaan we dan toch eindelijk lol maken?"

De tijd kan voor ons dus heel snel maar ook heel langzaam gaan. Maar duurt een minuut, een uur, een dag echt de ene keer langer dan de andere keer?

In Indonesië heeft men er een verklaring voor: "jam karet" wat "rubber tijd" betekent. Je moet daar nogal eens lang wachten op iemand en als hij of zij dan eindelijk komt en je wijst op je horloge, dan krijg je als antwoord: "jam karet".

Eigenlijk moet ik vaststellen dat, nadat ik van alles over tijd te weten gekomen ben, nog steeds niet echt weet wat tijd nou eigenlijk is en zeker niet waarom het "verstrijken" van tijd zo verschillend verloopt.

Ik heb wel een paar veronderstellingen:

"Hoe ouder je bent, hoe sneller de tijd gaat". Is dat waar? Ik herinner me nog dat ik, toen ik zes was, dacht: "Als ik eerst maar eens negen ben". Daarna duurde het een eeuwigheid voor ik twintig was. Op een gegeven moment was ik dertig en toen ging het sneller en sneller. Nu nader ik de tachtig en verstrijkt de tijd nog veel sneller: eergisteren was het nog lente en nu hebben we de zomer alweer. Op de langste dag zegt m'n gade: "Nog even, dan gaan we weer tuigen!" (de kerstboom).

Een andere vaststelling; als je slaapt gaat de tijd zeer snel, maar niet altijd. Soms word ik 's nachts wakker, kijk op de klok en zie dat er pas twee uur voorbij zijn, maar ook kan het zomaar zijn dat het zes uur later is. Verslapen is helemaal verschrikkelijk: er zijn zeven uur voorbij, je wordt wakker en moet er meteen uit terwijl je "veel te kort" geslapen hebt: de tijd is te snel voorbij gegaan.

Wel heerlijk is: meerijden met iemand en dan in slaap vallen. Na een flinke tijd word je wakker en dan blijkt dat je niet alleen een flinke tijd, maar ook een flinke afstand hebt overgeslagen.

Al eerder is geconstateerd: afstand en tijd zijn aan elkaar gerelateerd: "Ik woon twintig minuten van m'n werk", "Het station is tien minuten lopen", "Zeeuws Vlaanderen ligt ruim twee uur hiervandaan". Dat is dus de "ruimtetijd" van Einstein.

Wat is tijd nu precies? Ik weet het nog steeds niet. En de snelheid van de tijd? Die is dus variabel.

LEEFTIJD

Hoe lang duurt een mensenleven? Voor de één een jaar of vijftig, voor de ander honderd jaar, sommigen halen nog geen jaar.

Gemiddeld levensduur voor mannen 78 jaar, voor vrouwen 82 jaar.

Dat was heel vroeger wel anders: er waren ook toen grote verschillen.

De gemiddelde levensduur lag in de middeleeuwen rond de 45 jaar. En nog vroeger? Volgens de bijbel werden ze vroeger heel oud: Adam werd 800 jaar, Noach 950, het oudst werd Methusalem namelijk 969 jaar. En aartsvader Abraham? Hij zou geboren zijn in 2038 BC, gestorven 1863 BC en heeft dus 175 jaar geleefd. Zijn vrouw Sara werd "slechts" 125 jaar.

Maar nu naar de dierenwereld, daar bestaan nog grotere verschillen.

We kennen allemaal de ééndagsvlieg, maar een schildpad kan wel 160 jaar oud worden.

Ik put uit m'n eigen kennis: ook een olifant kan behoorlijk oud worden, zo'n 70 jaar. Een paard wordt in het wild een jaar of 16, maar in een manege wel 30 jaar oud. Heel oud worden kunnen ook papegaaien: grijze roodstaart papegaaien kunnen meer dan 100 worden. Honden houden het bij mensen vaak een jaar of 14 of 15 uit, maar sommigen halen wel twintig jaar.

Klopt dit wel allemaal? Ik ga op zoek. Op een website van "dier en natuur" staat een lange lijst van dieren met hun gemiddelde levensverwachting. Een paar bijzonderheden:

Een Groenlandse walvis wordt wel 200 jaar en ook een Koikarper kan de 200 bereiken, de oudste zelfs 226 jaar. Vogels worden veel ouder dan ik dacht: een roodborstje 15 jaar en een struisvogel 25 jaar. Van een "geoduck" had ik nog nooit gehoord, het blijkt een soort schelpdier, een mossel, te zijn die wel 146 jaar oud kan worden, als het dier tenminste niet voortijdig opgegeten wordt, want vooral de Chinezen zijn er gek op.

Kleine dieren zoals muizen, ratten en zo kunnen toch wel een jaar of twee worden. En een regenworm? Zeven jaar! Insecten tot 2 maanden. De Nieuw-Zeelandse brughagedis: 200 jaar! En dan is er nog de "onsterfelijke kwal", die steeds opnieuw begint en zo het eeuwige leven heeft (?).

Waarom wordt het ene dier veel ouder dan het andere? Waar ligt dit toch aan? We kunnen in het algemeen stellen dat kleine dieren een kortere levensspanne hebben dan grote dieren, maar er zijn zoveel uitzonderingen dat we dit zeker niet als wet van Meden en Perzen kunnen zien.

Als we de leeftijd van een hond vergelijken met mensen zit er een factor van ongeveer zeven in de levensverwachting. Wat opvalt is dat een hond van een jaar of tien, twaalf al echt oud is: slechte tanden, zicht gaat achteruit, minder soepel, vacht minder mooi. Een mens van die leeftijd moet dan nog beginnen, alles ziet er dan juist mooi, jong en gaaf uit.

Er moet dus een mechanisme bestaan dat alles bij een hond zeven maal zo snel doet verlopen als bij een mens. Zou ook de tijd voor een hond zeven maal zo snel verlopen? Of zou een dag juist zeven maal zo lang duren?

Wat moet een ééndagsvlieg in die ene dag niet allemaal meemaken?

Hoe snel gaat de tijd voor hem/haar? Godfried Bomans heeft er ooit een geestig verhaaltje over geschreven. Het staat in zijn boekje: "Erik of Het klein insectenboek".

Hier een stukje eruit:

"Dit is een kostbare dag" zei Anna, want zo heette de eendagsvlieg, "vandaag moet ik groot worden, mij verloven, trouwen, kinderen krijgen, ensterven.

Vanavond om acht uur moet alles gedaan zijn. Ik voel mij wel een beetje moedeloos met zoveel dingen voor de boeg. Maar wie niet waagt, die niet wint.” Zij sloeg haar vleugeltjes uit en zweefde moedig over de zonnewijzer. Hier kwam zij een nette heer tegen. Hij was al wel wat oud, zeker een halve dag, maar hij zag er nog goed uit. Anna vond hem zelfs knap. En hij was zo discreet!

“Ach mejuffrouw....,” sprak hij haar aan. Anna bloosde. “Ik ben net geboren”, zei ze.

“Kom, kom, ” ging de heer wat ongeduldig verder, “Wij moeten onze tijd niet verpraten, juffrouw. Ja of nee?” “Ja,” fluisterde de kleine Anna.

Zij omhelsen elkaar vluchtig en wandelden wat tussen de andijvie. “Is dit nu het huwelijk”? vroeg Anna.

“Ja, dit is het,” zei de heer, die Simon heette. “Het is nu half tien, ” zei hij.

Hij werd bleek en gaf Anna een kus. Toen ging hij op zijn rugje liggen. Zijn pootjes in de lucht. Hij was dood.....”

Welk mechanisme in ons lichaam bepaalt dat wij veel ouder worden dan honden en andere kleine dieren, maar minder oud dan sommige andere dieren? Nog nooit heeft iemand mij dat kunnen vertellen, anders dan dat het *waarschijnlijk* met “telomeren” te maken zou hebben. Telomeren? Op zoek maar weer.

VEROUDERINGSTIJD

Veroudering van mens en dier is onvermijdelijk. Veroudering is grotendeels genetisch bepaald, voor een ander deel door de evolutie. Dieren met veel natuurlijke vijanden blijken zich sneller te reproduceren en daardoor is er voor hun minder noodzaak om oud te worden. Dieren die al snel nakomelingen (kunnen) krijgen blijken meestal niet oud te worden. Het kan ook een manier van de natuur zijn om overbevolking te voorkomen. Voor de natuur zijn dieren, nadat ze voldoende nakomelingen hebben geproduceerd, eigenlijk niet meer interessant. Dat geldt ook voor mensen, maar die hebben er van alles aan gedaan om, ouder wordend, toch nog “interessant” te blijven.

Er is ook gezocht naar een verband tussen de leeftijd waarop reproductie mogelijk is en de gemiddelde levensverwachting. Dit verband blijkt verre van constant. Bij een mens ligt deze factor Rond de 5 (15 - 20 tot 80 à 100). Bij een hond ligt het heel anders. Een hond kan al na één jaar puppy's krijgen en wordt vaak een jaar of 15 oud, dus daar is die factor 15. Ook dit is dus geen bevredigende relatie.

Waar heeft de levensverwachting van mens en dier nog meer mee te maken? Met de "celdeling". Mensen en dieren bestaan uit cellen. Een mens bestaat na gemiddeld zeven, acht jaar geheel uit nieuwe cellen. Gemiddeld, want sommige cellen delen nooit, andere na 15 jaar en weer andere na veel kortere tijd.

Cellen blijken te slijten en als ze defect raken "*geven ze een seintje af dat de cel vernieuwd moet worden*" (volgens Kennislink).

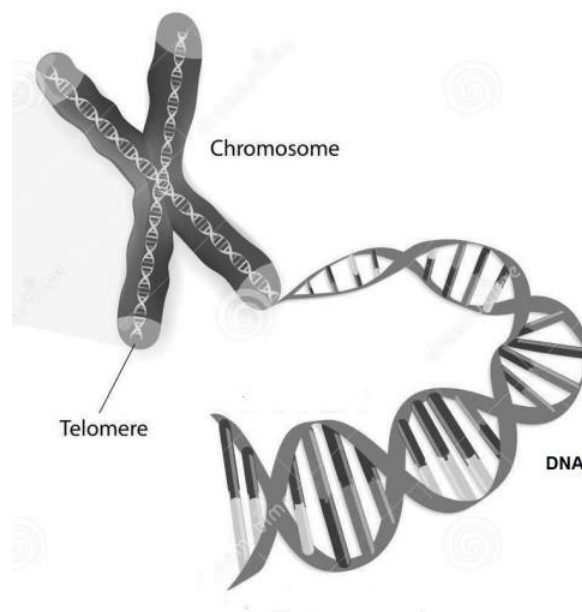
Ik lees het volgende:

"Komt er goedkeuring dan ondergaat de cel een geprogrammeerde celdood - ook wel bekend als "apoptose".

Maar.. van wie komt dat seintje? En: welk mechanisme bepaalt de celdeling?

Groei en snelheid van celdeling staan onder invloed van groeihormonen en van plaatselijke factoren zoals verwonding van organen en belasting."

Volgens de wetenschap wordt de celveroudering: "*in mens en dier veroorzaakt door de telomeren, dat zijn de enkelstrengige DNA('s) die aan het uiteinde van chromosomen zit*".



Bekijken we de tekening van een cel dan zien we de telomeren tussen het chromosoom en het DNA, (drager van de erfelijke eigenschappen). "Telomere" is Grieks en betekent "eindstukje". DNA betekent: "desoxyribonucleïnezuur".

Ergens las ik het volgende over telomeren:

"Een telomeer is te vergelijken met het plastic uiteinde van een veter (nestel). Bij iedere celdeling rafelt het uiteinde een stukje uit en uiteindelijk kan de cel niet meer delen en sterft. Menselijke cellen bereiken dit stadium na zo'n vijftig, zestig delingen. Als de telomeerlengte behouden blijft, kan de cel zich blijven delen zonder dood te gaan."

Ik lees verder (op de website van ene Jesse van der Velde):

"Deze telomeren worden bij elke celdeling, waarbij ook het DNA van de cel wordt gedupliceerd, verkort. Bij elke celdeling worden de telomeren steeds weer korter, totdat ze te kort worden en niet meer kunnen delen; wanneer dat punt bereikt is gaan de cellen dood."

Aha, we moeten dus zorgen dat die "telomeren" in onze cellen niet korter worden, maar hoe? Ik lees verder:

Onderzoekers hebben ontdekt dat reproductieve cellen (zoals bijvoorbeeld zaadcellen) niet verouderen omdat de telomeren niet verkorten, en dat komt omdat deze cellen het enzym telomerase produceren. Onderzoekers proberen momenteel uit te vinden hoe men gewone cellen zou kunnen stimuleren om ook telomerase aan te maken.

Hoera, weer wat ontdekt: we moeten dus zien dat onze telomeren niet korter worden door middel van "telomerase", maar hoe doen we dat? Daar blijkt de wetenschap naar op zoek te zijn, maar het onderzoek staat nog in de kinderschoenen. Nog twee bevindingen:

"Het is intussen is wel bekend dat als die telomeren te kort worden, de cel niet meer kan delen en dood gaat. Bij onderzoek is wel gevonden dat, in dieren die langer leven, de telomeren minder snel korter worden."

"Onderzoekers zagen dat de telomeren bij het ouder worden verkorten. De snelheid waarmee dat gebeurt verschilt sterk per dier."

Maar nog steeds weten we niet WAAROM dat proces bij de ene diersoort sneller verloopt dan bij de andere.

"De meeste lichaamscellen beschikken niet over telomerase. Het enzym komt alleen voor in de geslachtscellen en in zogenoemde stamcellen zoals de beenmergstamcel, die de voorloper zijn van andere celtypes. Daarnaast, zo is ontdekt, beschikken ook kankercellen over telomerase, waardoor ze zich oneindig kunnen blijven delen."

Iemand bevestigt wat we al eerder begrepen hebben:

"Normale lichaamscellen zullen door het ontbreken van telomerase onherroepelijk eens stoppen zich te delen. Gemiddeld gebeurt dat na zo'n zeventig celdelingen. Door toevoeging van telomerase kan het celdelingsproces echter worden gerekt."

Maar nog steeds lees ik niet hoe je aan telomerase komt en hoe je dat dan aan je cellen kan toevoegen.

Over het maximaal aantal celdelingen heeft een zekere "Leonard Hayflick" in 1961 een limiet gesteld, de zogenaamde "Hayflick limiet". Hier wat bijzonderheden over deze limiet:

De Hayflick limiet is het aantal keren dat een normale menselijke cel populatie zich splitst totdat de celdeling stopt. Empirisch bewijs toont aan dat de telomeren die verbonden zijn met de DNA van elke

cel, bij elke nieuwe celdeling iets korter worden, totdat ze onder een kritische lengte komen. Hayflick toonde aan dat een populatie van normale menselijke foetale cellen in een celweek zich tussen de 40 en 60 keer splitst. De cellen zullen dan vervolgens een verouderingsfase intreden. Elke celdeling verkort elke DNA telomeer van de cellen ietsjes. Telomeerverkorting bij mensen maakt uiteindelijk celdeling onmogelijk."

Kunnen we telomeerverkorting op andere manieren gunstig beïnvloeden? Het blijkt dat er producten op de markt zijn die de telomeerverkorting zouden tegengaan. Ze kosten honderden dollars voor een heel klein flesje. Werkt het? Geen idee.

Er is wel hier en daar wat geschreven over het vertragen van telomeerverkorting. Het is het bekende lijstje:

- Voldoende vitamine D (zonlicht)
- Vette vis
- Rode druivensap of rode wijn
- Voldoende groente en fruit
- Geen suiker, weinig alcohol
- (Groene) thee
- Niet roken
- Voldoende lichaamsbeweging

Men heeft bij verschillende dieren de lengte van telomeren bestudeerd en daarbij kon men voorspellen hoeveel ouder deze dieren nog zouden kunnen worden. Dit zou ook voor mensen gelden. Volgens Scientias:

"Veel onderzoekers zijn er van overtuigd dat we, door naar de lengte van onze telomeren te kijken, een goed beeld kunnen krijgen van hoe oud we nu werkelijk zijn. Sterker nog: de lengte van onze telomeren zou zelfs kunnen voorspellen hoe lang we ongeveer nog te leven hebben."

Gezond levende mensen blijken langere telomeren te hebben en ouder te worden met minder kwalen in vergelijking met mensen van

de zelfde leeftijd, die een minder gezonde levensstijl hebben. Een gezonde manier van leven en goed voedsel spelen een duidelijke rol in de lengte van telomeren.

Ondanks m'n zoektocht weet ik nu dus nog steeds niet waarom de levensverwachting van mens en dier zo sterk varieert, maar één ding weten we nu wel: Wil je oud worden zonder kwalen?

HOUD JE TELOMEREN LANG!

CHRONOLOGISCHE en BIOLOGISCHE LEEFTIJD

Hoe oud is iemand? Heel eenvoudig, je telt het aantal jaren vanaf iemands geboorte en als je het precies wilt weten tel je ook nog het aantal dagen erbij. Deze "chronologische" leeftijd is voor de staat een belangrijk gegeven voor allerlei regels en wetten. Met vier jaar moet je naar school. Ben je 18 dan ben je volgens de overheid volwassen. Bega je een misdaad na je 18^{de} dan word je anders gestraft dan als je die zelfde misdaad een jaar eerder begaan zou hebben. Een auto besturen mag je pas op je achttiende. Toch mocht Max Verstappen met 16 jaar wel een racewagen op een circuit besturen, maar niet in een normale auto op de openbare weg rijden. Tot voor kort moest je doorwerken tot je 65^{ste}, maar dat wordt nu dus 67. Ineens blijkt dus dat we langer kunnen werken (omdat we minder snel verouderen?).

Niet alleen je leeftijd, ook het jaar waarin je geboren bent is belangrijk voor de staat. Voor vrouwen maakt het namelijk een flink verschil of ze vóór of na 1950 geboren zijn, o.a. voor het verkrijgen van een uitkering, weduwepensioen en dergelijke.

De "chronologische" leeftijd van een mens zou eigenlijk niet als maatstaf moeten gelden. Men zou veel meer rekening moeten houden met iemands "biologische" leeftijd. De ene persoon verouderd veel sneller dan de ander. De oorzaak hiervoor kan genetisch zijn, maar ook je beroep en levensstijl kunnen van invloed zijn. Mensen met een zwaar beroep zullen vaak lichamelijk sneller verouderen dan anderen en blij zijn om wat vroeger te pensioneren. Maar ook zijn er mensen

van 65 (of binnenkort 67) die graag willen en kunnen doorwerken, maar gedwongen worden met pensioen te gaan. Er zijn vijftigers die er uit zien als 70 en door allerlei oorzaken echt niet meer door kunnen werken. Daardoor komen ze in de problemen, omdat heden ten dage hun chronologische leeftijd bepalend is en niet hun biologische leeftijd.

Conclusie: De staat zou meer rekening moeten houden met iemands biologische leeftijd. De laatste tijd is men hier nogal mee bezig, dus wie weet? Het is in ieder geval hoopvol dat men nu aandacht aan dit onderwerp besteedt.

HEELALTIJD

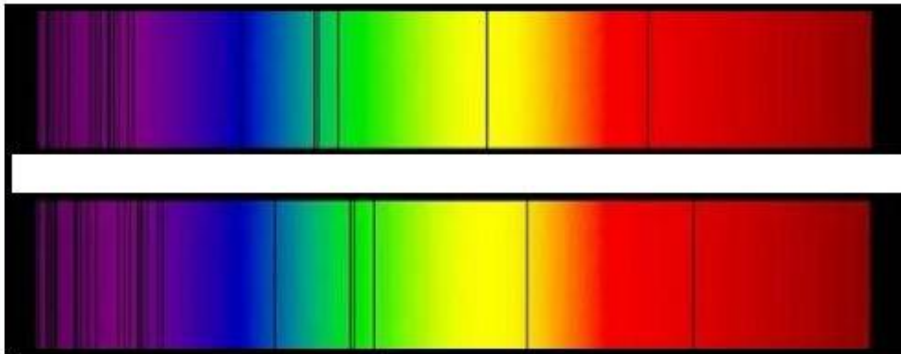
Volgens de gevestigde wetenschap is het heelal ongeveer 13,7 miljard jaar oud: 13.700.000.000 jaren, en dat is een zéér lange tijd. Maar klopt die tijd wel? In "Het heelal volgens Jacob" heb ik hierover uitgebreid geschreven, want volgens mij is dit gegeven gebaseerd op foutieve aannames.

In het kort komt het hier op neer. De bekende astronoom Edwin Hubble ontdekte in 1929 dat het heelal uitdijt en dat hoe verder je in het heelal kijkt hoe sneller die uitdijing verloopt. Hij ontdekte ook een wetmatigheid in deze expansie die nu de "wet van Hubble" genoemd wordt.

Hoe kwam Hubble op deze ontdekking?

Het heeft allemaal te maken met de "redshift" oftewel de "roodverschuiving" die veroorzaakt wordt door het "Dopplereffect". Het Dopplereffect kennen we allemaal wel van de voorbij snellende ambulance. Op het moment van voorbijrijden hoor je duidelijk de toonhoogte van de sirene omlaag gaan. Dit komt door het samendrukken van de geluidsgolven vóór de auto en het uitrekken ervan achter de wagen. Kortere golflengte betekent hogere toon, langere golflengte: lagere toon. Hetzelfde effect vindt ook plaats bij lichtgolven. Beweegt een lichtgevend object, zoals een ster, zich van ons af, dan treedt in het sterlicht dat ons bereikt, roodverschuiving op en hoe groter de roodverschuiving hoe hoger de

verwijderingssnelheid. Er bestaat trouwens ook blauwverschuiving bij objecten die naar ons toe bewegen.



Verschuiving van de spectraallijnen in richting rood

Deze rood- (of blauw)verschuiving is te meten door de spectraallijnen in het lichtspectrum van zo'n ster te bestuderen en te vergelijken met het zonnenspectrum. In het zonnenspectrum staan deze lijnen namelijk op vaste plaatsen, omdat de zon op min of meer vaste afstand van de aarde staat en zich niet of nauwelijks van de aarde af beweegt.

De spectraal lijnen ontstaan doordat bepaalde golflengtes van het lichtspectrum onderweg geabsorbeerd worden, bijvoorbeeld door waterstofgas, waar het licht doorheen reist. Door bestudering van het zonnenspectrum kent men de plaats van allerlei elementen in het spectrum precies.

Hubble bestudeerde de spectra van vele sterren en ontdekte dat de meeste hemellichamen roodverschuiving vertonen en zich, volgens hem, van ons af bewegen. Ook ontdekte hij dat hoe verder weg men kijkt, hoe groter de roodverschuiving. Hieruit formuleerde hij zijn "wet van Hubble", die zegt dat de verwijderingssnelheid van objecten in het heelal evenredig is met hun afstand, die volgt uit de roodverschuiving.

Begin 20^{ste} eeuw bleek uit de berekeningen van Einstein dat het heelal expandeerde, maar zelf geloofde Albert in een statisch heelal en hij paste daarom z'n formules aan met de "kosmologische

constante". Door de bevindingen van Hubble moest hij later deze fout toegeven: "De grootste blunder van m'n leven". Of dat werkelijk zo'n grote blunder was valt nog te bezien.

Uit het feit dat het heelal expandeert, hoe verder weg men kijkt, hoe sneller, concludeerde de wetenschap dat er dan ook een begin geweest moet zijn. Dat werd de "Big Bang", door ons de oerknal genoemd, die 13,7 miljard jaar geleden plaats gevonden zou hebben. Een Amerikaanse astronoom, Halton Arp, twijfelde echter of dit wel zo is. Hubble baseerde zijn wet hoofdzakelijk op "redshift" waarnemingen in ons eigen melkwegstelsel. Later kon men met de nieuwe grotere telescopen veel dieper in het heelal kijken en daardoor ontdekte men dat er zelfs vele miljarden melkwegstelsels in het heelal voorkomen.

Het bleek dat hoe dieper men in het heelal keek hoe grotere roodverschuivingen men ontdekte bij verre objecten, maar vooral bij de nieuw ontdekte "Quasars", "quasi stellar objects". Dat zijn objecten met zeer veel energie, die enorm veel straling, zoals licht of radiostraling afgeven. Die quasars zouden dus, gezien hun enorme roodverschuiving, zeer ver weg staan, soms aan de "rand" van het heelal en met bijna lichtsnelheid van ons wegvliegen.

Doordat ze ondanks hun grote afstand toch nog goed te zien waren, concludeerde men dat ze enorm lichtsterk moesten zijn, honderden miljoenen keren sterker dan onze zon.

Maar... is dat wel zo? Staan ze wel zo ver weg en zijn ze wel zo lichtsterk? De Amerikaanse astronoom: Halton Arp, die zeer veel waarnemingen deed met de grote telescoop op Mount Palomar in Californië, zag quasars vaak bij sterrenhopen, waarbij het er sterk op leek dat ze met elkaar verbonden waren, terwijl ze onverklaarbaar grote verschillen in roodverschuiving (en dus in afstand) hadden. Als quasars werkelijk in de buurt staan van een sterrenstelsels dan zouden ze dezelfde roodverschuiving (en gelijke afstand) moeten hebben als de stelsels. Maar dat was niet zo en dat betekende volgens de gevestigde astronomen dat de quasars zeer veel verder weg zouden staan dan die sterrenstelsels.

Omdat alles volgens Arp er op wees dat de quasars toch bij de sterrenstelsels behoorden, kaartte hij het aan bij zijn collega's. Maar die reageerden afwijzend: "Gezichtsbedrog" zeiden ze, "Met een telescoop zie je geen diepte, het is toeval".

Arp gaf niet op en vond veel meer samenstanden van quasars en sterrenstelsels met sterk verschillende roodverschuivingen. Hij maakte er zelfs een atlas van die bekend is als: "Atlas of Peculiar Galaxies", (1966).

Arp deed gedurende lange tijd zeer vele waarnemingen. Hij ontdekte ook dat de roodverschuivingen van quasars niet trappenloos, maar in stappen verliepen. Dat moet betekenen dat de roodverschuivingen NIET met het Dopplereffect verklaard konden worden, want dan zouden ze geleidelijk moeten verlopen. Arp probeerde andere verklaringen te vinden voor deze ontdekking.

Quasars waren misschien wel sterrenstelsels in wording. Ook ontdekte hij dat quasars soms door deze stelsels uitgestoten werden en dan zeer grote roodverschuivingen hadden die later afnamen. Hoewel de beelden overduidelijk waren, wilden de collega astronomen niets van zijn bevindingen weten en uiteindelijk kreeg Arp geen telescooptijd meer en werd zelfs ontslagen!

Waarom wil de gevestigde wetenschap er niets van weten? Dan zouden al hun leuke theorieën in duigen vallen. De hele oerknal theorie en uitdijing van het heelal is gebaseerd op de roodverschuiving en die zou vervallen als de roodverschuiving NIET door het Dopplereffect veroorzaakt wordt.

Arp gaf toe dat de roodverschuiving waarschijnlijk wél goed werkt voor dichtbij staande sterren (van ons eigen melkwegstelsel) maar bleef van mening dat de "redshift" niet deugt voor galaxies (sterrenstelsels) die veel verder weg staan. Een andere verklaring voor abnormaal hoge roodverschuivingen is dat licht van zeer verre melkwegstelsels "vermoeid" kan worden. Daardoor neemt hun golflengte toe en dus ook hun roodverschuiving. Ook zou de lichtsnelheid lang geleden hoger geweest kunnen zijn, maar dit is moeilijk te bewijzen.

Veel sterrenstelsels en objecten in het heelal vertonen dus roodverschuiving. "Blauwverschuiving" komt veel minder voor maar bestaat wel. Een voorbeeld hiervan is de Andromedanevel, een stelsel dat zich relatief dichtbij ons "eigen" melkwegstelsel bevindt. Dit stelsel vertoont blauwverschuiving en komt dus op ons af. Astronomen zijn zelfs van mening dat er ooit een botsing zal plaats vinden tussen beide stelsels (maar dat duurt nog wel even).

DE TIJD VÓÓR en TIJDENS de OERKNAL

De gevestigde astronomische wetenschap gaat uit van een oerknal, de "Big Bang", waarbij het heelal ontstond. Van de ideeën van Halton Arp moeten ze niks hebben. Hij kan er ook niets meer tegenin brengen want Halton Arp is in 2013 overleden.

We zullen het dus voorlopig met de oerknal moeten doen totdat er een nieuwe geleerde opstaat met een betere verklaring voor de "peculiar galaxies" van Arp. Er moet maar eens een uitleg komen die de gevestigde wetenschap niet kan negeren.

Bij mij persoonlijk roept de "Big Bang" ernstige twijfels op. Ik ben echter geen geleerde, doe geen waarnemingen en kan slechts uitgaan van wat ik lees en zie en daaruit concludeer.

Men stelt dat met de oerknal niet alleen het heelal maar ook de tijd ontstond. Was er dan geen tijd vóór de oerknal? Alleen al de stelling dat er vóór de oerknal geen tijd was is een "contradictio in terminus". Waarom had die oerknal op dat tijdstip plaats? En was er toen geen ruimte? Wat was er dan wel en hoe ontstond die ruimte dan?

Volgens de wetenschap is het heelal ontstaan uit een zeer heet punt met oneindige dichtheid. Men denkt zelfs te weten hoe heet: 10^{28} K, dat is en 1 met 28 nullen Kelvin. (Trekken we daar 273 van af dan hebben we graden Celsius). Dat "punt" is dus 13,78 miljard jaar geleden geëxplodeerd en dat was het begin van ons heelal.

Meteen een volgende vraag: waar kwam dat punt vandaan???? Was dat er al, ontstond het toen? Was het een eerder heelal dat ineengestort was? Volgens de wetenschap was er voor de oerknal niks, nog niet eens "tijd".

In zeer korte tijd ontstond er een eerste fase (de oerknal ?), die zeer kort duurde. Die tijdsduur van die eerste fase zit me dwars, die duurde 10^{-37} seconde, dat is een breuk met 1 boven de streep en een 1 met 37 nullen onder de streep. Ik zou zeggen, waar haal je zoiets vandaan. Een seconde begrijp ik, een tiende seconde kan ik ook nog bevatten, een honderdste seconde kan in de sport vaak doorslaggevend zijn, maar 10 tot de macht min 37 ? Wat moet je daarmee?

Na deze, laten we maar zeggen, "korte tijd" begon de "inflatie" en nog enkele onduidelijke fasen, die eveneens idioot kort duurden. Maar dan, na 379.000 jaar (hoe weet men dat?) zou er een "doorzichtig" heelal ontstaan zijn, waarin de energie (waar kwam die vandaan?) omgevormd was tot kerndeeltjes, zoals neutronen, protonen en elektronen. Ook de temperatuur was intussen flink gedaald, daarna ging het wat rustiger verder met de uitdijing en afkoeling tot het heelal van nu.

Van die ongelooflijk hoge temperatuur in het begin is nu nog 2,7 K over ($-270,3^{\circ}$ Celsius), maar ook daarover ben ik sceptisch. Hoe kan een luchtledige ruimte een temperatuur hebben? En nog sterker, hoe kan men die meten? Het blijkt "ruis" te zijn die men vroeger op een tv scherm zag als er geen uitzending was...

EPILOOG

Nu, na al m'n gewroet in m'n geheugen en zoek op het internet weet ik veel meer over tijd, maar wat tijd nu precies is weet ik eigenlijk nog steeds niet. Vóór de oerknal was er volgens de geleerden geen ruimte en geen tijd. Daarbij kan ik me niets voorstellen. Wat was er dan eigenlijk wel? Waar kwam al die energie en materie ineens vandaan? Er was dus niets en dat niets explodeerde, zei iemand over de oerknal. Die oerknal die 13.780.000.000 jaar geleden plaats gevonden zou hebben in 1 gedeeld door 10.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000 seconde. Wat moet ik, na 79 jaar op aarde, daar eigenlijk mee?

Ik heb meer vertrouwen in Halton Arp: er was geen oerknal en die enorme afstanden kloppen niet, want de roodverschuiving klopt niet. En het heelal? Dat was er altijd en zal er altijd zijn en, net als op aarde, verandert alles steeds en is alles in beweging. Hebben Halton Arp (en ik) gelijk? De tijd zal het leren, want de tijd onthult alles, maar...dat kan nog wel een tijdje duren !

Jacob Huisman, Woerden 2015