

DE CYCLUS VAN DAG EN NACHT

Jaap den Hollander*

De natuurlijke cyclus

In de tijdrekenkunde geldt de nacht als het tijdsinterval tussen de ondergang en de opgang van de zon. Dat is dus de tijd waarin het middelpunt van de zon zich onder de horizon bevindt.¹ Deze definitie is in astronomisch opzicht natuurlijk nogal primitief, omdat zij gebonden is aan het standpunt van de aardse waarnemer. In de eerste plaats is de beweging van de zon en andere hemellichamen slechts schijnbaar en in de tweede plaats verschilt de lengte van de nacht per geografische breedte en per seizoen. Wanneer we een meer abstracte visie op de nacht als fysisch verschijnsel willen krijgen, zullen we naar de beweging van de aarde moeten kijken: de dagelijkse beweging om haar eigen as en de jaarlijkse kringloop rond de zon.²

De wisseling van dag en nacht wordt in de eerste plaats veroorzaakt door de aswenteling van de aarde (rotatie). Het bekendste historische bewijs voor deze rotatie is de slingerproef van Foucault, die in 1851 werd uitgevoerd in het Parijse Pantheon. Zou men deze proef op de noordpool uitvoeren, dan zou men de aarde in 24 uur kunnen zien ronddraaien ten opzichte van het vlak van de slinger. In Parijs duurt dit ongeveer 32 uur. Vanuit de noordpool gezien draait de aarde tegen de wijzers van de klok in. Dit betekent dus dat wij van west naar oost bewegen, terwijl we de indruk hebben dat de zon het omgekeerde doet. De lengte van het etmaal wordt op verschillende manieren berekend: een zonnedag is precies 24 uur, terwijl een sterredag, die berekend wordt naar de positie van een vaste ster, uitkomt op 23 uur, 56 minuten en 4,090 seconden.

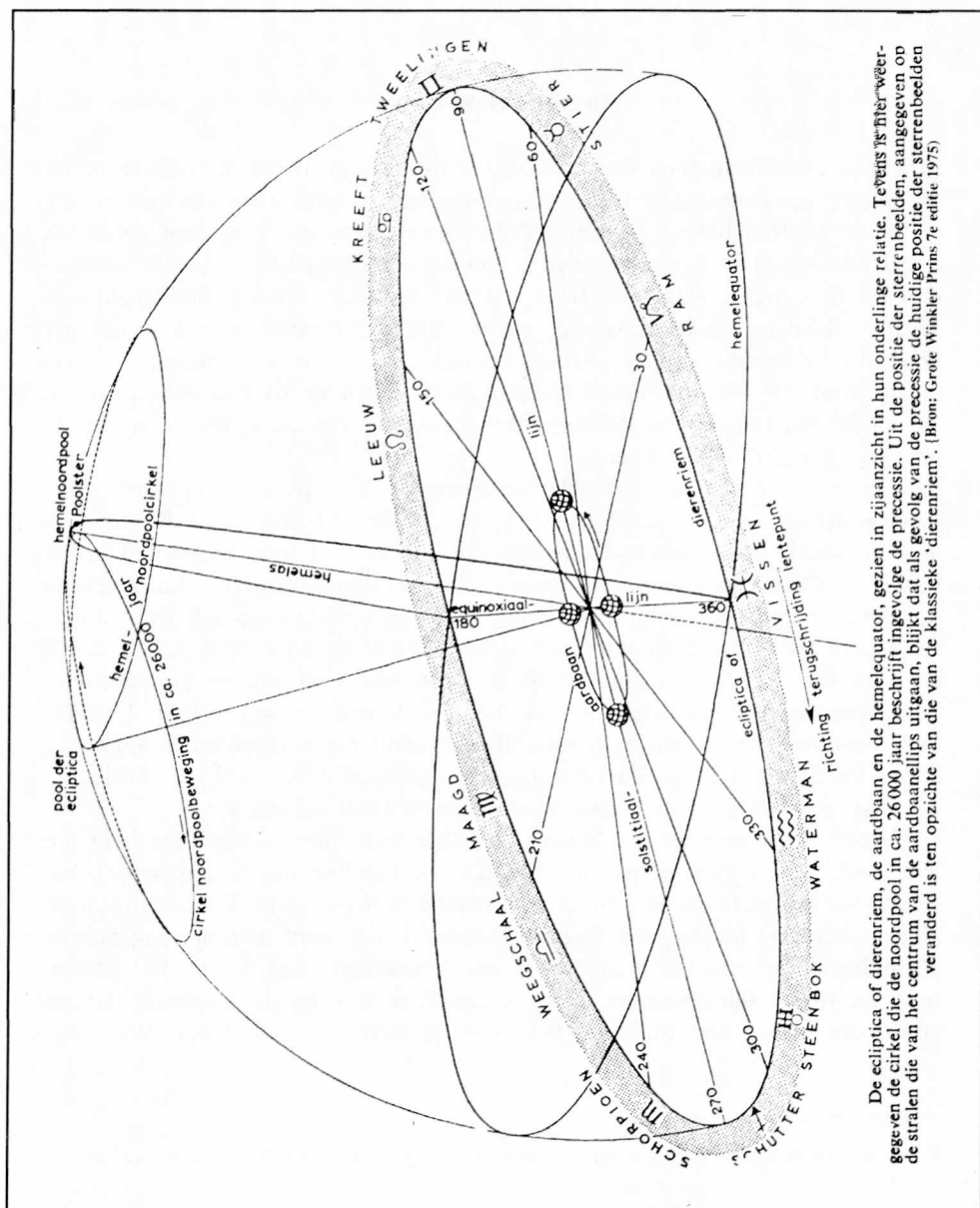
Vanuit aards gezichtspunt beweegt het licht zich voort met een snelheid van $360:24=15$ lengtegraden per uur. Hierop is de indeling van de tijdzones gebaseerd die in 1888 tijdens een internationale conferentie te Washington werd afgesproken. De lengtegraad waarop Greenwich ligt werd daarbij aangenomen als nulmeridiaan. Is het daar twaalf uur 's middags, dan is het 180 graden oostelijk twaalf uur 's nachts. Men bevindt zich dan bij de magische datumgrens, die langs een kronkelige lijn door de Grote Oceaan loopt. Wie deze

* Jaap den Hollander (1947) werkt als docent bij het Instituut voor Geschiedenis van de RUG.

1 *Grote Winkler Prins*, dl. 13, lemma 'Nacht' (Amsterdam 1976) 622.

2 *Grote Winkler Prins*, dl 1, lemma 'Aarde' (Amsterdam 1975) 82-84.

grens van west naar oost passeert moet de betreffende dag dubbel rekenen, omgekeerd verliest men een dag en springt men bijvoorbeeld over van 31 december op 2 januari. Jules Verne maakte gebruik van deze kennis in zijn *Reis om de wereld in tachtig dagen*. Aan het slot van dit boek meent de hoofdpersoon namelijk zijn weddenschap verloren te hebben wanneer hij een dag te laat in Londen arriveert. Als hij een krant inzielt, constateert hij echter tot zijn verrassing dat hij toch op de juiste dag is aangekomen en blijkt hij alsnog de weddenschap met zijn vrienden te hebben gewonnen.



Van belang voor onze kijk op de nacht is in de tweede plaats de jaarlijkse kringloop rond de zon (revolutie). Evenals de rotatie zorgt ook de revolutie van de aarde voor een schijnbare beweging van de hemellichamen. In de loop van een jaar schuift de zon namelijk langs twaalf sterrenbeelden, die samen de dierenriem vormen. Dit wordt de zonnebaan of ecliptica genoemd. De beweging van de zon ten opzichte van de sterrenhemel is overdag natuurlijk niet te zien, maar wanneer men 's nachts naar de westelijke horizon kijkt, blijken daar steeds andere sterrenbeelden te verschijnen. Alleen de Poolster, die in het verlengde van de aardas ligt, is onbeweeglijk. Sterren die daarbij in de buurt liggen, in bijvoorbeeld de Kleine en Grote Beer, maken kleine cirkelbogen en zijn voor ons gedurende het hele jaar te zien. Andere sterrenbeelden, die een grote cirkel beschrijven, verschijnen alleen 's zomers of 's winters boven de horizon. De mooiste sterrenbeelden ziet men 's winters aan de zuidelijke hemel.

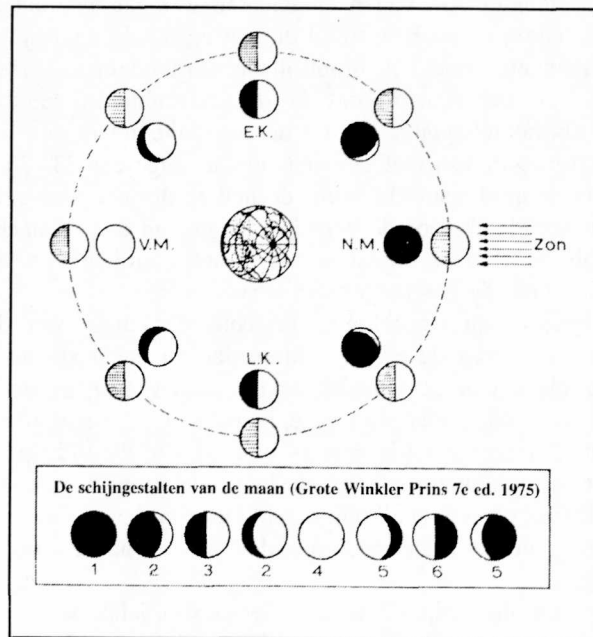
De combinatie van rotatie en revolutie is van belang voor een goed begrip van de ongelijke lengten van dagen en nachten. De aardas staat namelijk niet loodrecht maar schuin op de baan rond de zon en maakt daarbij bovendien nog kleine schommelingen, zoals een bromtol die vaart begin te verliezen (precessie). Het vlak van de equator, dat in de sterrenkunde denkbeeldig wordt doorgetrokken als hemelequator en dat de sterrenhemel in een noordelijke en zuidelijke helft verdeelt, vertoont een helling van ongeveer $23^{\circ} 27'$ ten opzichte van het vlak van de aardbaan. Dit wordt de helling der ecliptica genoemd. Deze helling is verantwoordelijk voor de ongelijke lengte van dag en nacht en voor de wisseling van de seizoenen, omdat nu eens het noordelijk en dan weer het zuidelijk halfrond naar de zon toegekeerd staat.

Door de helling van de ecliptica verschilt de lengte van de nacht per geografische breedte. Aan de evenaar duren dag en nacht steeds even lang en kent men nauwelijks een schemering, maar tussen evenaar en beide polen verschillen dag en nacht steeds van lengte, behalve op 21 maart (de voorjaars-equinox) en op 23 september (de najaarsequinox). Op die tijdstippen snijden de ecliptica en de hemelequator elkaar en loopt de grens tussen nacht en dag precies over de noord- en zuidpool heen. De zon komt dan precies in het oosten op en gaat precies in het westen onder. Dag en nacht duren over de hele aarde even lang.

De helling van de ecliptica is ook verantwoordelijk voor de seizoenen. Wanneer het bij ons zomer is, staat het noordelijk halfrond naar de zon toegekeerd. De zon komt dan 's middags hoger aan de horizon te staan. De dagen worden langer en de nachten korter. Op het noordelijk halfrond zijn de nachten het kortst rond 21 juni, wanneer de zon de declinatie van $23^{\circ} 27'$ (de Kreeftskeerkring) heeft bereikt, en op het zuidelijk halfrond omstreeks 21 december (de Steenbokskeerkring). Boven 40° noorder- en zuiderbreedte wordt het dan niet echt duister maar blijft het schemerig: de zogenaamde 'grijze nachten'. Bij de poolcirkel blijft het gedurende zes maanden zelfs 24 uur licht. Volgens de definitie van zonsopgang en zonsondergang die eerder is gegeven, duren dag en nacht op de polen dus elk een half jaar. Men kan ook zeggen dat een pooljaar bestaat uit een pooldag en een poolnacht.

Over de waarneming van licht en donker biedt het eerste deel van Minnaerts *De natuurkunde in 't vrije veld* boeiende details. De lezing hiervan is ook

voor historici interessant, omdat zij de ervaringswereld van de pre-industriële samenleving dichterbij kan brengen. Wij weten als moderne stadsmensen wel dat het in de onverlichte steden van vroeger akelig donker moet zijn geweest, maar we beseffen anderzijds niet goed hoe veel licht en oriëntatiemogelijkheden de nachtelijke hemel in de vrije natuur heeft te bieden. "De stadsbewoner", aldus Minnaert, "heeft eenvoudig geen denkbeeld van de pracht van de sterrenhemel. Het is verrassend in hoe sterke mate onze ogen zich aan de duisternis aanpassen en hoeveel meer sterren we zien na een uur wachten dan toen we voor 't eerst buiten kwamen: het is welhaast alsof de hemel lichtgevend is".³



3 M. Minnaert, *De natuurkunde van 't vrije veld*. Dl. 1: Licht en kleur in het landschap, 5e. ed. (Zutphen 1968) 325.

Het licht aan de nachtelijke hemel is afkomstig van verschillende bronnen. Afgezien van het strooilicht van verre steden en dorpen wordt het achtergrondschijnsel van de nachtelijke hemel vooral bepaald door het licht van de Melkweg en talloze andere, verder gelegen sterrenstelsels. Daarnaast zorgt de zon ook nog op indirecte wijze voor de nodige nachtelijke lichtverschijnselen. Zo is er allereerst het ionosfeerlicht afkomstig van de hoogste luchtlagen rond de aarde, die de daags opgenomen energie vrijgeven. Daarnaast is er het zodiakale licht, dat veroorzaakt wordt door kosmisch stof rond de zon en dat als een soort nevel rond de dierenriem zichtbaar is, het helderst tijdens het vroege voorjaar 's avonds in het westen en, iets minder duidelijk, in het najaar 's ochtends aan de oostelijke hemel. Verder kan men in jaren met veel zonnevlekken ook in onze streken noorderlichtverschijnselen zien, die op bundels van zoeklichten lijken.

Tenslotte moet natuurlijk worden gewezen op de maan, die het zonlicht in wisselende sterkte reflecteert. De periodieke schijngestalten van de maan vormden voor de primitieve mens de mogelijkheid om een tijdseenheid te onderscheiden die uitsteeg boven de cyclus van dag en nacht. Hieraan herinnert het woord kalender, dat afkomstig is van het Latijnse *Calendae*, de dag waarop de Pontifex de nieuwe maan uitriep ('calo' is roepen). Dit brengt ons op het punt van de tijdrekening en de culturele verschillen die zich voordoen bij de afbakening van dag en nacht.

De culturele grenzen tussen dag en nacht

Het is merkwaardig dat lang niet alle talen beschikken over een equivalent voor het Nederlandse 'etmaal', een woord dat de eenheid van dag en nacht aanduidt. In het Engels moet men het bijvoorbeeld met het woord *day* doen. Dit is historisch gezien een interessant relict van een primitieve tijdrekening die bekend staat als de *pars pro toto*-methode.⁴ In archaïsche samenlevingen worden dag en nacht als wezenlijk verschillend gezien en heeft men vaak geen aparte uitdrukking voor de abstracte eenheid van 24 uur. Moest men etmalen tellen, dan deed men dat vaak aan de hand van dagen of nachten. Nachten zijn als maateenheden het makkelijkst te onthouden omdat er niet zoveel in gebeurt. Daarom rekenen kleine kinderen graag in termen van 'zo veel nachtjes slapen'. Het Engelse 'fortnight', een periode van twee weken, laat zien dat de Germaanse voorouders van de huidige Britten dat ook makkelijk vonden. Om dezelfde reden werden jaren vaak in winters gerekend.

Er zijn verschillende momenten om 'de dag' te laten beginnen.⁵ Het kraaien van de haan was voor de meeste traditionele samenlevingen ongetwijfeld het meest voor de hand liggende tijdstip, maar zonsondergang werd ook

4 M.P. Nilsson, *Primitive time-reckoning* (Lund 1920) 9-10.

5 Voor gegevens over de tijdrekening van dag en nacht is gebruikt: *Encyclopedia Britannica*, lemma's: 'Calendar' en 'Time'; Rudolf Wendorf, *Geschichte des Zeitbewusstseins in Europa* 3e ed. (Opladen 1985); G.J. Whitrow, *Time in history. Views of time from prehistory to the present day* (Oxford 1988).

wel als uitgangspunt genomen, vooral door volkeren die een maankalender hadden zoals de Babyloniërs. De liturgische kalenders van joden, moslims en christenen houden deze gewoonte nog steeds aan. Zo begint de joodse sabbat op vrijdag na zonsondergang, terwijl Kerstmis voor veel Christenen begint op de avond van 24 december. Zelfs post-Christenen vieren de verjaardag van Sint-Nicolaas nog op het 'heilig avondje' van 5 december.

Astronomen hebben sinds Ptolemaeus de middag als beginpunt genomen. Dat is begrijpelijk, omdat het middaguur zich het beste leent voor de meting van de zonnetijd. Wanneer de zon in het zuiden - in het zenit - staat, is de schaduw van een *gnomon* of primitieve zonnewijzer het kortst. Ook voor zeelui, die hun breedte bepaalden door 'een zonnetje te schieten' was de middag een geschikt uitgangspunt. Pas in 1925 werd de astronomische dag gelijk gesteld aan de burgerlijke dag, die naar het voorbeeld van de Romeinse rechtspraak om twaalf uur 's nachts begint. De Amerikaanse gewoonte om het etmaal te verdelen in AM (*ante meridiem*) en PM (*post meridiem*) herinnert echter nog aan de centrering van de dag rond de middag (*meridies*).

De keuze voor twaalf uur 's nachts veronderstelt uiteraard een tijdrekening in uren. Hiervoor zijn de Egyptenaren belangrijke grondleggers geweest. Zij verdeelden de nachtelijke zomerhemel in twaalf stukken en legden hiermee de basis voor de indeling van de nacht in twaalf uren. Daarbij werd gebruik gemaakt van de *merkhet*, een apparaat met een loodlijn dat het mogelijk maakt de beweging van sterren ten opzichte van een bepaalde meridiaan vast te stellen.⁶ Wanneer de sterren door slechte weersomstandigheden onzichtbaar waren, gebruikte men de waterklok of *clepsydra*, zoals de Grieken later zeiden. De dag verdeelden de Egyptenaren aan de hand van een simpele zonnewijzer in tien uren, waarbij twee uren werden opgeteld voor de ochtend en avondschemering. De onderverdeling van de uren in 60 minuten en 60x60 seconden, die in de Hellenistische tijd werd ingevoerd, was gebaseerd op het zestallige rekenstelsel van de Babyloniërs.

Een groot probleem van de seizoensgebonden uren (*seasonal hours*) was hun ongelijke lengte. In de zomer waren de uren overdag kort en 's nachts lang; in de winter omgekeerd. Dit probleem deed zich vooral voelen wanneer men overdag op zonnewijzers was aangewezen en 's nachts op waterklokken of andere gelijkmatig verlopende apparaten. Vooral middeleeuwse kloosters hadden hier last van, omdat zij een strakke indeling van canonicke uren of getijden aanhielden: metten (nacht), lauden (nog voor de dageraad), priem (eerste uur, bij zonsopgang), terts (derde uur), sext (zesde uur), noon (negende uur), vespers (elfde uur), completen (na zonsondergang). Omdat deze indeling uitging van het stelsel van ongelijke uren - het moment van de priem verandert immers met de seizoenen - waren steeds aanpassingen nodig aan de schaalverdeling van de waterklok, kaars of zandloper, die overigens pas in de late Middeleeuwen in Noord-Europa in gebruik werd genomen omdat waterklokken

6 Voor mooie afbeeldingen van de *merkhet* en andere historische tijdmetingsapparaten zie: A.J. Turner, red., *Tijd. Catalogus van de Grote Tijd Tentoonstelling in de Nieuwe Kerk te Amsterdam 1990* ('s-Gravenhage 1990).

hier 's winters makkelijk bevroren. Het is daarom niet verwonderlijk dat kloosters de aanzet gaven tot de ontwikkeling van de mechanische klok aan het einde van de dertiende eeuw.

Volgens Lewis Mumford was niet de stoommachine maar het uurwerk het belangrijkste instrument van de industrialisatie.⁷ Zo gezien gaat de culturele voorgeschiedenis van het moderne kapitalisme terug tot de middeleeuwse kloosterdiscipline. De protestanten zouden deze discipline later buiten de muren van het klooster voortzetten, reden waarom Max Weber sprak van *innerweltliche Askese*. Zij maakten niet alleen een punt van de zondagsheiliging, maar pleitten daarnaast ook voor de tijdregulering van allerlei openbare activiteiten, zoals kroegbezoek, onderwijs en begravenissen. Zo werd een geestelijk klimaat geschapen waarin het kapitalistische motto *time is money* kon ontstaan.

Natuurlijk was de stoommachine een belangrijke oorzaak voor de ingrijpende verandering die de industrie-arbeid in de negentiende eeuw doormaakte. Om hun investeringen rendabel te maken lieten fabrikanten hun machines dag en nacht doordraaien. De permanente bediening hiervan werd mede mogelijk gemaakt door grootschalige toepassing van kunstlicht, eerst gas en later elektriciteit. Zo ontstonden 'onnatuurlijke' arbeidstijden, waartegen de arbeidersbeweging zich van meet af aan heeft verzet. Het ideaal van de achturige werkdag, dat in talloze 1-mei demonstraties is bevochten, ging uit van de gedachte dat een etmaal voor alle werkende mensen hoort te bestaan uit acht uur werk, acht uur eigen vorming en recreatie en acht uur rust. Met deze gedachte probeerde de industriële samenleving weer aansluiting te krijgen bij het natuurlijke ritme van dag en nacht dat de mensheid vanouds had gekend.⁸

Het is de vraag in hoeverre dat laatste is gelukt. Zo zijn er bijvoorbeeld nog steeds ploegendiensten en beleeft menig manager tijdens zijn zakenreis een *jet lag*. Bovendien is de arbeidstijd weliswaar verkort maar is het arbeidstempo anderzijds enorm geïntensiveerd. Toenemende kennis over onze biologische klok roept de vraag op of de tijdsdruk van het moderne leven niet schadelijk is voor onze fysieke en psychische gezondheid. Volgens Jeremy Rifkin en andere tijd-activisten lijdt dit geen twijfel en doen we er verstandig aan ons leven weer in overeenstemming brengen met de natuurlijke cyclus van dag en nacht.⁹

7 Lewis Mumford, *Technics and civilization* (1e ed. 1934; New York 1963) 14: "The clock, not the steam engine, is the key machine of the modern industrial age".

8 Luchien Karsten, *De achturedag: arbeidstijdverkorting in historischperspectief, 1817-1919* (Amsterdam 1990).

9 Jeremy Rifkin, *Time wars: the primary conflict in human history* (New York 1987).